

ارزیابی نهشته‌های منسوب به سازند گورپی بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی واقع در جنوب غرب بروجن، استان چهار محال و بختیاری

سعیده سنماری^{(۱)*} و فریبا فروغی^۲

۱. دانشیار دانشکده فنی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین

۲. استادیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تهران، تهران

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۳/۲۰

تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۶/۲۴

چکیده

نانوفسیل‌های آهکی از گروه‌های فسیلی مفید در تعیین سن نسبی نهشته‌های کرتاسه هستند. در این مطالعه ۴۴۵ متر از ضخامت سازند گورپی واقع در ناودیس کوه سبز در جنوب غرب بروجن بر اساس نانوفسیل‌های آهکی مورد بررسی قرار گرفت. بررسی نانوفسیل‌های آهکی در این نهشته‌ها منجر به تشخیص ۲۰ جنس و ۳۷ گونه شد. در این مطالعه، بر اساس پراکندگی شاخص‌های نانوفسیلی، هفت زون زیستی تعیین شد که شامل زون‌های زیر می‌باشد: *Calculites obscurus Zone (CC17/late Santonian-early Campanian)*, *Aspidolithus parvus Zone (CC18/ early Campanian)*, *Calculites ovalis Zone (CC19/late Early Campanian)*, *Ceratolithoides aculeus Zone (CC20/late Early Campanian)*, *Quadrumsi ssinghii Zone (CC21/ early Late Campanian)*, *Quadrum trifidum Zone (CC22/late Late Campanian)*, *Tranolithus phacelosus Zone (CC23/latest Campanian-early Maastrichtian)* که با بخش فوقانی زون NC17 تا زون NC20 و زون زیستی UC13-UC17 مطابقت دارد. براین اساس سن محدوده مورد مطالعه از اواخر سانتونین پسین/کامپانین پیشین تا اواخر کامپانین پسین/ماستریشین پیشین پیشنهاد می‌شود. مطالعه سازند گورپی در برش ناودیس کوه سبز نشان می‌دهد رسوب‌گذاری این سازند در اواخر سانتونین پسین/کامپانین پیشین آغاز شده و تا اواخر کامپانین پسین/ماستریشین پیشین ادامه داشته است. سپس با کاهش عمق حوضه رسوبی نهشته‌های متعلق به سازند تارپور به صورت تدریجی بر روی سازند گورپی گذاشته شده است.

واژه‌های کلیدی: نانوفسیل‌های آهکی، زون زیستی، زاگرس، گورپی، تارپور.

مقدمه

تشکیل این پهنه نتیجه برخورد صفحات عربی و اوراسیا است که از لحاظ زمین‌شناسی از ارتفاعات جنوبی ترکیه شروع و پس از گذر از غرب و جنوب غرب ایران با روند شمال غرب-جنوب شرق، به گسل میناب منتهی می‌شود (Alavi, 2004). این زون در همه جا ویژگی‌های

حوضه رسوبی زاگرس از جمله مهم‌ترین پهنه‌های رسوبی ایران و جهان است که توالی‌های رسوبی ضخیمی در طی دوران دوم در آن نهشته شده است (مطیعی، ۱۳۸۲).

* نویسنده مرتبط: senemari2004@yahoo.com

نانوفسیل‌های آهکی در برش ناودیس کوه سبز واقع در جنوب غرب بروجن است که به تعیین سن نسبی برش مورد مطالعه و تطابق با زون بندی‌های استاندارد جهانی می‌پردازد.

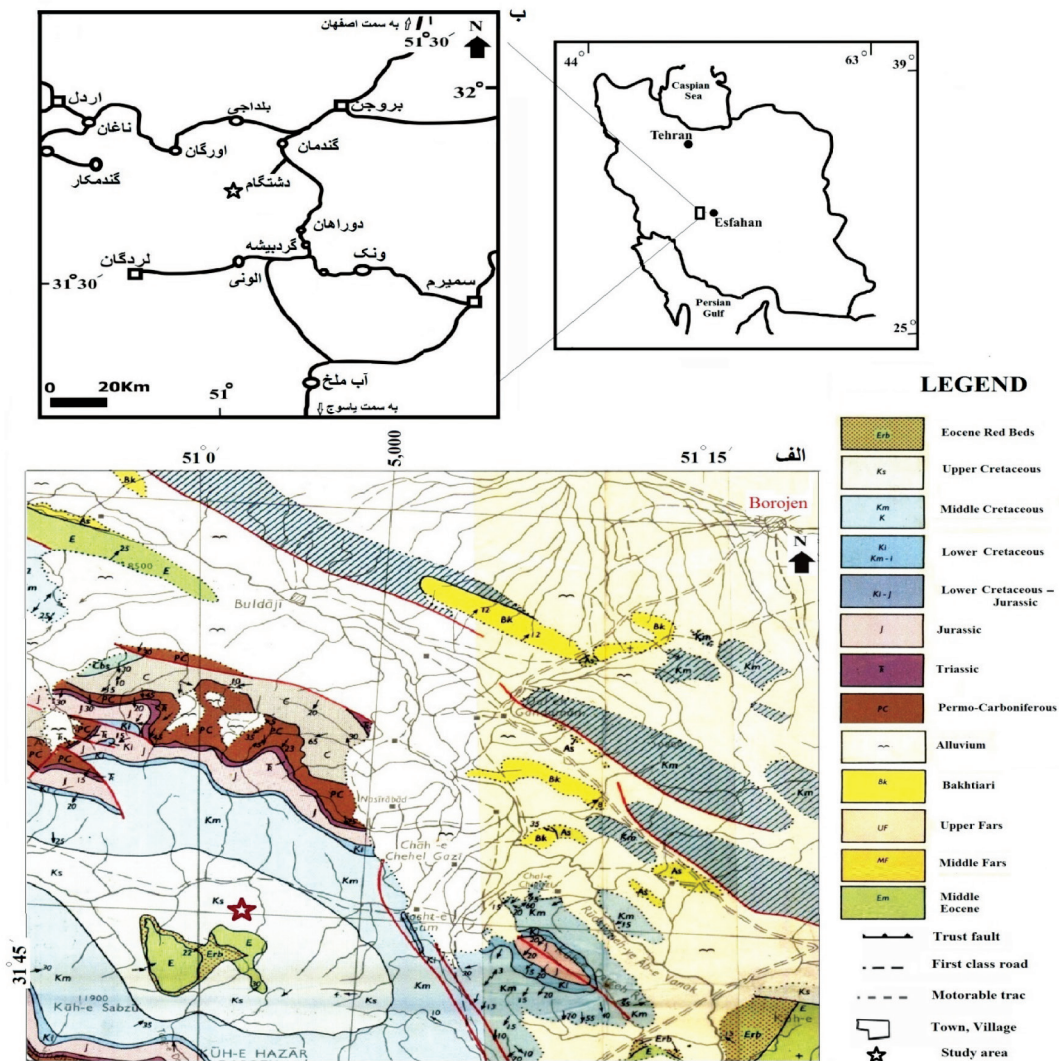
موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به برش مورد مطالعه

برش مورد مطالعه در پهنه زاگرس مرتفع و رورانده، بین عرض‌های جغرافیایی شمالی ۴۵° ۳۱' تا ۳۳° ۰۰' درجه و طول‌های جغرافیایی شرقی ۵۱° ۰۰' تا ۵۱° ۱۵' و در حدود ۳۶ کیلومتری جنوب غرب شهرستان بروجن از استان چهار محال و بختیاری قرار دارد. جهت دسترسی به برش مورد مطالعه می‌توان در مسیر ارتباطی بروجن به لردگان قرار گرفت، در این مسیر ابتدا به روستای گندمان و سپس در مسیر جنوب غربی به روستای دشتگام می‌رسیم. برش مورد مطالعه در ناودیس کوه سبز در نزدیکی روستای دشتگام قرار دارد (شکل ۱). این برش دارای ضخامت ۴۴۵ متر است که از نظر سنگ‌شناسی از مارن و سنگ آهک مارنی تشکیل شده است. سازند گورپی با ناپیوستگی فرسایشی بر روی آهک‌های سازند سروک قرار دارد و در راس به نهشته‌های آهکی سازند تاربور می‌رسد.

روش مطالعه

در این تحقیق برای انجام مطالعات زیست‌چینه‌نگاری و تعیین سن نسبی، نمونه‌هایی از نهشته‌های سازند گورپی به همراه نمونه‌های برداشت شده از بخش فوقانی سازند سروک و بخش تحتانی سازند تاربور به‌منظور مشخص نمودن مرزهای تحتانی و فوقانی برداشت شد. نمونه‌ها بعد از انتقال به آزمایشگاه با روش اسمیراسلاید آماده‌سازی (Bown and Young, 1998) و سپس توسط میکروسکوپ پلاریزان با بزرگنمایی ۱۰۰۰ در نور پلاریزه (XPL) و معمولی (PPL) تحت مطالعه قرار گرفتند. مطالعه اسلایدها بر اساس منابعی همچون Perch-Nielsen (1985) و Burnett (1998) صورت گرفته است. برای تعیین سن نسبی دقیق توالی، زون‌های زیستی تعیین شده در این مطالعه با زون‌های زیستی معرفی شده توسط Roth (1977)، Sissingh (1978) و Burnett (1998) مقایسه شده است.

زمین‌شناسی و ساختاری یکسانی ندارد لذا به ایالت‌های زمین‌شناسی مختلف فارس، ایذه، لرستان، خوزستان (فروافتادگی دزفول) تقسیم می‌شود. ناحیه مورد مطالعه نیز بخشی از پهنه زمین‌ساختی زاگرس مرتفع و رورانده در زیر زون سمیرم است (Authemayou et al., 2005). در زیر زون سمیرم به سبب فعالیت‌های گسلی و به‌تبع آن جابجایی بلوک‌های کف منطقه، تفاوت‌های رخساره‌ای بیشتری نسبت به سایر نقاط زاگرس دیده می‌شود (حسن‌پور و همکاران، ۱۳۸۷). به‌طوری‌که نتیجه این فعالیت‌ها تشکیل رخساره‌های متنوع از نهشته‌های کرتاسه شامل سازندهای سروک، گورپی و تاربور بر روی یکدیگر در جنوب غرب بروجن در برش ناودیس کوه سبز است. در این زیر زون از جمله مهم‌ترین نهشته‌های رسوبی دوران مزوزوئیک، بخصوص در زمان کرتاسه بالایی، سازند گورپی است که گسترش زیادی در جنوب غرب ایران دارد (آقانی‌تای، ۱۳۸۵). بررسی این سازند از لحاظ اقتصادی با توجه به پتانسیل آن که به‌عنوان سنگ منشأ نفت مطرح می‌باشد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. برش الگوی سازند گورپی که بخشی از رسوبات نهشته شده در زمان پیشروی دریای عمیق کرتاسه در حوضه رسوبی زاگرس است در تنگ پایده در جنوب باختر دامنه کوه پایده قرار دارد که از لحاظ سنگ‌شناسی از رسوبات مارن، شیل و آهک مارنی تشکیل گردیده است. از کارهای انجام شده بر روی این سازند می‌توان به تحقیقات انجام شده توسط Zahiri, Jalali (1971), James and Wynd (1965) (1982)، هم‌تای نسب (Vaziri-Moghaddam (2002)، (۱۳۸۷)، وزیرمقدم و همکاران (۱۳۹۲)، پرن‌دآور و همکاران (۱۳۹۲)، فریدونپور و همکاران (۱۳۹۳)، Hadavi, Bahrami (2009)، Bahrami and Ezadi (2007)، Bahrami and Parvanehnezhad Shirazi (2010)، Senemari and Sohrabi Molla Usefi (2012)، Beiranvand et al. (2013)، Najafpour and Mahanipour (2015)، Mahanipour and Najafpour (2016)، Beiranvand and Ghasemi-Nejad (2013) اشاره نمود. تحقیق حاضر که به‌منظور مطالعه چینه‌نگاری زیستی مورد بررسی قرار گرفت، اولین تحقیق بر روی نهشته‌های گورپی بر مبنای



شکل ۱. الف) بخشی از نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ بروجن برگرفته شده از نقشه (British Petroleum Company, 1981). ب) موقعیت جغرافیایی برش مورد مطالعه در جنوب غرب شهرستان بروجن، روستای دشتگام و راه‌های ارتباطی (برگرفته شده از وزیری مقدم و همکاران، ۱۳۸۹ با کمی تغییرات)

الگوی چینه نگاری زیستی در برش ناودیس کوه سبز

کمک می‌کند. در واقع الگوی تکاملی نانوپلانکتون‌های آهکی در تحقیقات مختلفی همچون تطابق لایه‌های رسوبی، چینه نگاری زیستی نهشته‌های دریایی و مطالعات مختلف دیرینه در مناطق مختلف دنیا اهمیت فراوان دارد (Perch-Nielsen, 1985; Bralower et al., 1995; Burnett, 1998; Lees, 2002; Bralower, 2005; Watkins and Self-Trail, 2005). زون‌بندی‌های اولیه بر مبنای گونه‌های مختلف نانوفسیل‌های آهکی توسط افراد مختلفی

نانوپلانکتون‌های آهکی از مهم‌ترین تولیدکنندگان محیط‌های اقیانوسی هستند که تحت کنترل عوامل زیست-محیطی نظیر درجه حرارت، تمرکز مواد غذایی و عمق زیست می‌کنند. صفحات کلسیتی تولید شده توسط آنها، از اجزای اصلی رسوبات محیط‌های اقیانوسی دوران‌های مزوزوئیک و سنوزوئیک است که در اعماق کمتر از عمق موازنه کربنات کلسیم نهشته و باقی مانده‌اند. ویژگی شناوری این گروه فسیلی به سودمندی آنها در مطالعات چینه‌نگاری زیستی

A. cymbiformis تا ظهور گونه *A. parvus* ادامه دارد. سن این زون، اواخر سانتونین پسین/کامپانین پیشین و ضخامت آن ۱۲ متر است. مهم‌ترین تجمعات فسیلی همراه شناسایی شده در این زون شامل گونه‌های *Arkhangelskiella cymbiformis*, *Braarudosphaera bigelowii*, *Chiastozygus platyrhethus*, *Calculites obscures*, *Calculites ovalis*, *Eiffellithus eximius*, *Eiffellithus turriseiffelii*, *Microrhabdulus decoratus*, *Lithraphidites carniolensis*, *Lucianorhabdus cayeuxii*, *Lucianorhabdus maleformis*, *Micula concava*, *Eiffellithus gorkae*, *Lithastrinus grillii*, *Microrhabdulus belgicus*, *Marthasterites furcatus*, *Micula staurophora*, *Micula decussata*, *Quadrum gothicum*, *Quadrum gartneri*, *Rhagodiscus angustus*, *Reinhardtites anthophorus*, *Tranolithus phacelosus*, *Watznaueria barnesiae*, *Watznaueria biporta* است.

Zone CC18 (UC14 /NC18)

این زون بر اساس تعریف ارائه شده توسط Sissingh (1977) از ظهور گونه *Aspidolithus parvus* تا آخرین حضور گونه *Marthasterites furcatus* ادامه دارد. در برش کوه سبز، حادثه زیستی ظهور گونه *A. parvus parvus* و سپس آخرین حضور گونه *M. furcatus* بیانگر وجود *Aspidolithus parvus* Zone است. زون CC18 با بخش تحتانی زون NC18 از زون‌بندی Roth (1978) و زون UC14 از زون‌بندی Burnett (1998) مطابقت دارد. شروع زون UC14 به‌وسیله اولین حضور گونه *A. parvus parvus* و مرز فوقانی این زون توسط آخرین حضور *Bukryaster hayi* مشخص می‌گردد. سن این زون، کامپانین پیشین و ضخامت آن ۸ متر است. مهم‌ترین فسیل‌های همراه شناسایی شده در این زون شامل گونه‌های *Arkhangelskiella cymbiformis*, *Chiastozygus platyrhethus*, *Lithraphidites carniolensis*, *Watznaueria barnesiae*, *Watznaueria biporta*, *Micula staurophora*, *Microrhabdulus decoratus*,

Manivit (1971), Worsley (1971), Thierstein (1978), Roth (1978), Sissingh (1977) و سپس توسط Perch-Nielsen (1985) و Burnett (1998) ارائه شده است. در این راستا در تحقیق حاضر، به‌منظور شناسایی گونه‌ها و انجام مطالعات چینه‌نگاری زیستی از مراجع گوناگونی همچون Perch-Nielsen (1985) و Burnett (1998) و برای زون‌بندی، از زون‌بندی‌های استاندارد جهانی Roth (1978)، Sissingh (1977) و Burnett (1998) استفاده شده است. اختصارات بکار برده شده در این مطالعه شامل حروف CC (کوکولیت کرتاسه) از زون‌بندی UC، Sissingh (1977) (کرتاسه فوقانی) از زون‌بندی Burnett (1998) و NC (نانوفسیل کرتاسه) از زون‌بندی Roth (1978) است (شکل ۲). با شناسایی اجزای تشکیل‌دهنده نانوفسیل‌های آهکی در نهشته‌های رسوبی حوضه مورد نظر، ضمن تشخیص ۳۷ گونه از این گروه فسیلی، زون‌های زیستی CC17 تا CC23 بر اساس زون‌بندی استاندارد جهانی Sissingh (1977)، زون‌های زیستی NC17 تا NC20 از زون‌بندی Roth (1978) و زون‌های UC13 تا UC17 از زون‌بندی Burnett (1998) شناسایی گردید. لازم به ذکر است که گونه‌های شناسایی شده دارای ساختار کامل با حفظ شدگی خوب و با نواحی مرکزی مشخص، بدون خوردگی، یا حتی بدون رشد ثانوی هستند. تصاویر برخی از گونه‌های شاخص در پلیت ارائه شده است. زون‌های زیستی تعیین شده از قاعده به سمت راس سازند گورپی به شرح ذیل معرفی می‌شوند:

Zone CC17 (UC13 /NC17)

این زون بر اساس تعریف ارائه شده توسط Sissingh (1977) از ظهور گونه *Calculites obscures* تا ظهور گونه *Aspidolithus parvus* ادامه دارد. در برش ناودیس کوه سبز، حادثه زیستی ظهور گونه‌های *Arkhangelskiella cymbiformis* و *Calculites obscures* در قاعده و ابتدای سازند گورپی و سپس ظهور گونه *Aspidolithus parvus* در متر ۱۲ ثبت شد. زون CC17 با بخش فوقانی زون NC17 از زون‌بندی Roth (1978) و زون UC13 از زون‌بندی Burnett (1998) مطابقت دارد. زون UC13 از ظهور گونه

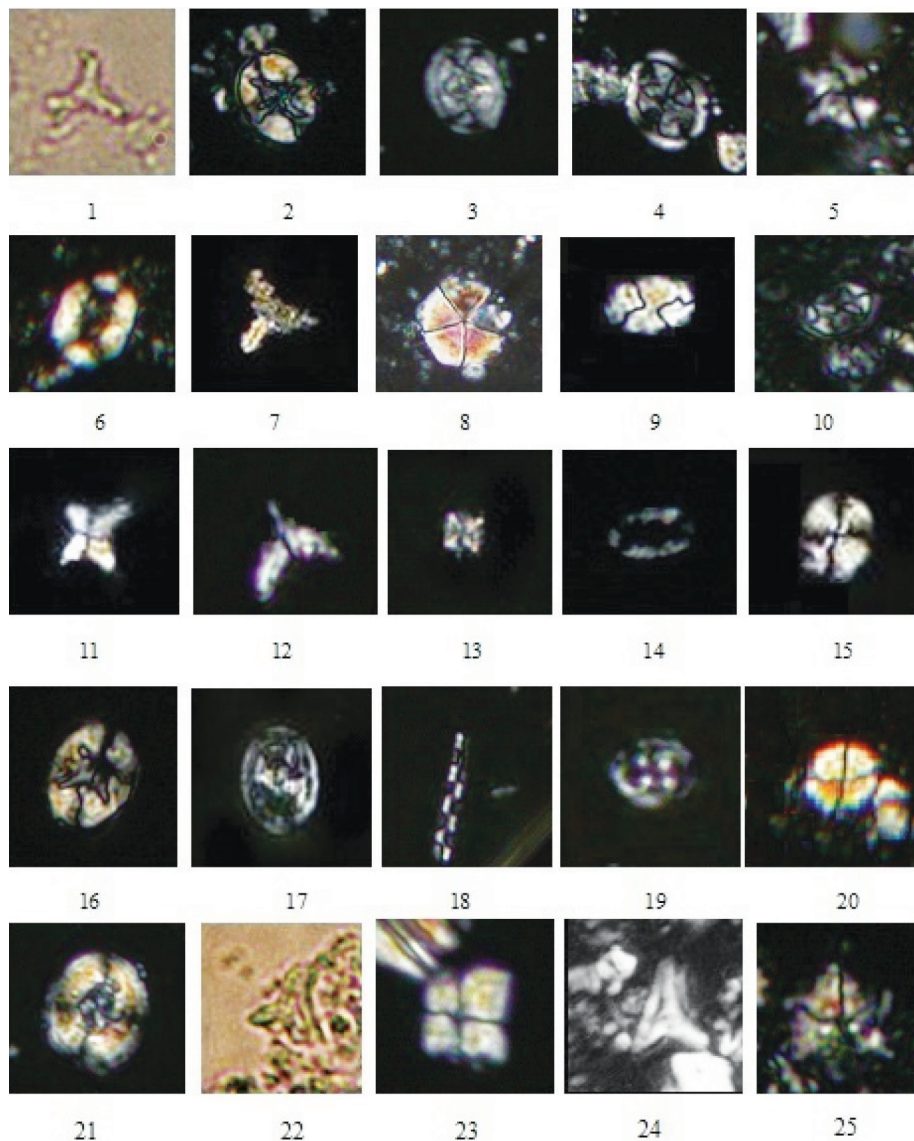


Plate1: All figures light micrographs $\times 1000$, the taxa considered in the present figure are referenced in Perch-Nielsen (1985); 1. *Marthasterites furcatus* (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954) Deflandre (1959), 2. *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen, 1968, 3. *Reinhardtites levis* Prins and Sissingh in Sissingh, 1977, 4. *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina (1959), 5. *Bukryaster hayi* (Bukry, 1969) Prins and Sissingh in Sissingh, 1977, 6. *Aspidolithus parvus parvus* (Stradner, 1963) Noel (1969), 7. *Quadrum trifidum* (Stradner in Stradner and Papp, 1961) Prins and Perch-Nielsen in Manivit et al., (1977), 8. *Braarudosphaera bigelowii* (Gran and Braarud 1935) Deflandre 1947, 9. *Calculites obscurus* (Deflandre, 1959) Prins and Sissingh in Sissingh (1977), 10. *Eiffellithus gorkae* Reinhardt (1965), (X2000), 11. *Quadrum sissinghii* Perch-Nielsen (1984b), 12. *Ceratolithoides arcuatus* Prins and Sissingh in Sissingh (1977), 13. *Micula decussata* Vekshina, 1959, 14. *Rhagodiscus angustus* (Stradner, 1963) Reinhardt (1971), (X 2000), 15. *Watznaueria barnesae* (Black in Black and Barnes, 1959) Perch-Nielsen (1968), 16. *Eiffellithus turriseiffelii* (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954) Reinhardt (1965), (X1250), 17. *Reinhardtites anthophorus* (Deflandre, 1959) Perch-Nielsen (1968), 18. *Microrhabdulus decoratus* Deflandre (1959), 19. *Tranolithus phacelosus* Stover (1966), 20. *Calculites ovalis* (Stradner, 1963) Prins and Sissingh in Sissingh (1977), (X 2000). 21. *Aspidolithus parvus constrictus* (Hattner et al., 1980) Perch-Nielsen (1984a), 22. *Ceratolithoides verbeekii* Perch-Nielsen (1979a), 23. *Quadrum gothicum* (Deflandre, 1959) Prins and Perch-Nielsen in Manivit et al. (1977), 24. *Ceratolithoides aculeus* (Stradner, 1961) Prins and Sissingh in Sissingh (1977), 25. *Lithastrinus grillii* Stradner (1962), (X1500)

Eiffellithus turriseiffelii, *Eiffellithus gorkae*,
Tranolithus phacelosus, *Rhagodiscus angustus*,
Microrhabdulus decoratus, *Micula decussata*,
Lucianorhabdus maleformis, *Lithraphidites*
carniolensis, *Lucianorhabdus cayeuxii*, *Quadrum*
gothicum, *Reinhardtites levis*, *Reinhardtites*
anthophorus, *Watznaueria barnesiae*, *Watznaueria*
biporta, *Ceratolithoides aculeus* است.

Zone CC21(UC15c^{TP}/NC19)

محدوده این زون در برش مورد مطالعه بر اساس ظهور گونه *Q. sissinghii* تا ظهور گونه شاخص *Quadrum trifidum* معرفی می‌شود. طبق تعریف (Sissingh, 1977)، زون *Quadrum sissinghii* Zone بر اساس ظهور گونه *Ceratolithoides arcuatus* به سه بخش تقسیم می‌شود (Perch-Nielsen, 1985). زون CC21 در برش کوه سبز با زون NC19 از زون‌بندی (Roth, 1978) و زیرزون UC15c^{TP} از زون‌بندی (Burnett, 1998) مطابقت دارد. سن این زون اواخر کامپانین پیشین-ابتدای کامپانین پسین است. ضخامت آن ۹۸ متر و مهم‌ترین فسیل‌های همراه شناسایی شده گونه‌های *Arkhangelskiella specillata*, *Aspidolithus parvus constrictus*, *Aspidolithus parvus parvus*, *Arkhangelskiella cymbiformis*, *Calculites obscurus*, *Ceratolithoides arcuatus*, *Chiastozygus platyrhethus*, *Ceratolithoides verbeekii*, *Tranolithus phacelosus*, *Rhagodiscus angustus*, *Lithraphidites carniolensis*, *Lucianorhabdus cayeuxii*, *Microrhabdulus decoratus*, *Micula concava*, *Micula decussata*, *Micula staurophora*, *Micula decussata*, *Eiffellithus eximius*, *Eiffellithus gorkae*, *Eiffellithus turriseiffelii*, *Reinhardtites levis*, *Quadrum sissinghii*, *Quadrum gothicum*, *Watznaueria barnesiae*, *Watznaueria biporta*, *Arkhangelskiella cymbiformis* است. هر چند که در نهشته‌های کامپانین برش کوه سبز مشاهده می‌شود اما بیشترین فراوانی آن به سمت

آخرین حضور گونه *Bukryaster hayi* تا آخرین حضور گونه *Eiffellithus eximius* ادامه دارد. زیرزون‌های زون UC15 از زون‌بندی (Burnett, 1998) معادل زون‌های CC19, CC20, CC21, CC22 از زون‌بندی (Sissingh, 1977) در این مطالعه است. سن این زون، اواخر کامپانین پیشین و ضخامت آن ۱۲ متر است. برخی از مهم‌ترین فسیل‌های همراه شناسایی شده شامل *Chiastozygus platyrhethus*, *Arkhangelskiella specillata*, *Arkhangelskiella cymbiformis*, *Aspidolithus parvus constrictus*, *Aspidolithus parvus parvus*, *Calculites obscurus*, *Calculites ovalis*, *Ceratolithoides verbeekii*, *Eiffellithus eximius*, *Eiffellithus gorkae*, *Eiffellithus turriseiffelii*, *Tranolithus phacelosus*, *Quadrum gothicum*, *Reinhardtites anthophorus*, *Reinhardtites levis*, *Rhagodiscus angustus*, *Lithastrinus grillii*, *Lucianorhabdus maleformis*, *Lithraphidites carniolensis*, *Lucianorhabdus cayeuxii*, *Micula concava*, *Micula decussata*, *Microrhabdulus decoratus*, *Watznaueria barnesiae*, *Watznaueria biporta* است.

Zone CC20(UC15b^{TP}/NC19)

زون زیستی *Ceratolithoides aculeus* Zone بر اساس تعریف ارائه شده توسط (Sissingh, 1977) از ظهور گونه *C. aculeus* تا ظهور گونه *Q. sissinghii* (U. *sissinghii*) ادامه دارد. در برش کوه سبز نیز این زون بر اساس اولین حضور یا ظهور گونه‌های *C. aculeus* تا *Q. sissinghii* شناسایی گردید. زون CC20 با زون NC19 از زون‌بندی (Roth, 1978) و زیرزون UC15b^{TP} از زون‌بندی (Burnett, 1998) مطابقت دارد. سن این زون زیستی اواخر کامپانین پیشین و ضخامت آن ۱۳ متر است. برخی از فسیل‌های همراه در این زون شامل گونه‌های *Arkhangelskiella cymbiformis*, *Aspidolithus parvus parvus*, *Aspidolithus parvus constrictus*, *Chiastozygus platyrhethus*, *Ceratolithoides verbeekii*, *Calculites obscurus*, *Eiffellithus eximius*,

CC23 با بخش بالایی زون NC20 از زون‌بندی Roth (1978) و زون‌های UC16 و UC17 از زون‌بندی Burnett (1998) مطابقت دارد. زون UC16 از آخرین حضور گونه E. eximius تا آخرین حضور گونه *A. parvus constrictus* و زون UC17 از آخرین حضور گونه *A. parvus constrictus* تا آخرین حضور گونه‌های *Q. trifidum* و *Tranolithus orionatus* ادامه دارد. زون UC17 با زیر زون CC23b مطابقت دارد. سن زون *Tranolithus phacelosus* Zone اواخر کامپانین پسین-ماستریشتین پیشین (latest Campanian-early Maastrichtian) است. ضخامت این زون ۱۳ متر و مهم‌ترین فسیل‌های همراه در این زون گونه‌های *Chiastozygus platyrhethus*, *Tetrapedorhabdus decorus*, *Tranolithus phacelosus*, *Rhagodiscus angustus*, *Microrhabdulus belgicus*, *Microrhabdulus decoratus*, *Micula decussata*, *Lucianorhabdus maleformis*, *Lucianorhabdus cayeuxii*, *Lithraphidites carniolensis*, *Eiffellithus turriseiffelii*, *Eiffellithus gorkae*, *Calculites obscurus*, *Quadrum gothicum*, *Quadrum sissinghii*, *Quadrum trifidum*, *Aspidolithus parvus constrictus*, *Braarudosphaera biglowii*, *Watznaueria biporta*, *Watznaueria barnesiae*, *Arkhangelskiella maastrichtiana*, *Arkhangelskiella cymbiformis*, *Micula concava*, *Micula staurophora*, *Ceratolithoides aculeus*, *Reinhardtites levis* می‌باشد.

بحث

حوادث زیستی در برش کوه سبز بر مبنای نانوفسیل‌های آهکی

در برش مورد مطالعه، از اولین نمونه برداشت شده از سازند آهکی سروک، گونه‌ای متعلق به گروه نانوفسیل‌های آهکی ثبت نگردید. از این‌رو، اولین رویداد زیستی متعلق به این گروه فسیلی در برش ناودیس کوه سبز، مشاهده و ثبت حضور گونه‌های *Arkhangelskiella*

بخش‌های فوقانی برش یعنی در کامپانین پسین تا شروع ماستریشتین می‌باشد. طبق نظر (Perch-Nielsen 1985) گونه *A. cymbiformis* از لحاظ اندازه بزرگ‌تر و دارای دیواره‌ای ضخیم است که با گونه *Arkhangelskiella specillata* که دارای اندازه کوچک‌تر و نیز وجود حالت آسیاب بادی در مرکز است، فرق می‌کند.

Zone CC22 (UC15d-e^{TP}/NC20)

در برش مورد مطالعه، این زون از ظهور گونه *Q. trifidum* تا آخرین حضور گونه *anthophorus* معرفی می‌شود. زون CC22 با بخش تحتانی زون NC20 از زون‌بندی Roth (1978) و زیرزون‌های UC15d^{TP} و UC15e^{TP} از زون‌بندی Burnett (1998) مطابقت دارد. سن *Quadrum trifidum* Zone اواخر کامپانین پسین است. ضخامت این زون ۲۸۹ متر و مهم‌ترین فسیل‌های همراه شناسایی شده گونه‌های *Chiastozygus platyrhethus*, *Arkhangelskiella cymbiformis*, *Arkhangelskiella specillata*, *Aspidolithus parvus constrictus*, *Braarudosphaera biglowii*, *Calculites obscurus*, *Eiffellithus gorkae*, *Eiffellithus eximius*, *Eiffellithus turriseiffelii*, *Tranolithus phacelosus*, *Tetrapedorhabdus decorus*, *Rhagodiscus angustus*, *Microrhabdulus belgicus*, *Micula staurophora*, *Micula concava*, *Micula decussata*, *Quadrum sissinghii*, *Quadrum gothicum*, *Quadrum trifidum*, *Lucianorhabdus cayeuxii*, *Lucianorhabdus maleformis*, *Lithraphidites carniolensis*, *Lithastrinus grillii*, *Reinhardtites anthophorus*, *Reinhardtites levis*, *Watznaueria barnesiae*, *Watznaueria biporta*, *Ceratolithoides aculeus* است.

Zone CC23 (UC16^{TP}-UC17^{TP}/NC20)

شناسایی این زون در برش مورد مطالعه بر اساس آخرین حضور گونه *R. anthophorus* تا آخرین حضور گونه شاخص *Tranolithus phacelosus* صورت گرفت. زون

است. در نهایت نیز از نمونه‌های برداشت شده از قاعده سازند تاربور، گونه‌ای که متعلق به نانوفسیل آهکی باشد ثبت نگردید.

بررسی شرایط حوضه رسوبی بر اساس اطلاعات مختلف

در تحقیق حاضر با استفاده از نحوه پراکندگی گونه‌ها و انجام مطالعات چینه‌نگاری زیستی می‌توان به وضعیت آب و هوایی و شرایط عمق گذشته حوضه در زمان رسوب‌گذاری سازند پی برد. همان‌طور که می‌دانیم عوامل و فاکتورهای متعددی فعالیت‌های حیاتی کوکولیتوفر را تحت تاثیر خود قرار می‌دهند عواملی همچون درجه حرارت، شوری، عمق و مقدار مواد غذایی وارد شده به حوضه، از جمله این فاکتورها هستند. در این میان، فاکتور درجه حرارت از جمله مهم‌ترین عوامل موثر در نحوه پراکندگی و فراوانی نانوپلانکتون‌ها است. به‌نحوی که در درجه حرارت‌های پایین محیطی که در عرض‌های جغرافیایی بالا حاکم است با میزان پایین فراوانی و حتی تنوع کم آنها روبرو هستیم درحالی که در عرض‌های جغرافیایی پایین که آب و هوای گرم بر آن حاکم است با انواع متفاوت و متنوعی از گونه‌های فسیلی که به فراوانی گسترش یافته‌اند مواجه می‌شویم. مطالعه بر روی وضعیت آب و هوایی گذشته توسط افراد مختلفی مانند Huber and Watkins 1992; Watkins et al. (1996), Campbell et al. (2004), Huber et al. (2002), Tantawy (2002), Erba (2004), Shamrock and Watkins (2009), Thibault and Gardin (2007, 2010) انجام شده است. در این مطالعات بیشترین مقدار تجمع نانوفسیل‌ها در عرض‌های جغرافیایی ۴۵ درجه شمالی، جنوبی و خط استوا منطبق است. در برش مورد مطالعه حضور و فراوانی گونه‌های مختلفی که شاخص آب و هوای گرم در حوضه تیتیس هستند نظیر *Rhagodiscus angustus*, *Lucianorhabdus cayeuxii*, *Microrhabdulus decoratus*, *Micula decussata*, *Watznaueria barnesiae*, *Quadrum sissinghii*, *Ceratolithoides aculeus*, *Lithraphidites carniolensis*, *Quadrum trifidum*، می‌تواند دلیلی بر

در لایه‌های *Calculites obscurus* و *cymbiformis* مربوط به بخش قاعده‌ای سازند گورپی و سپس حضور گونه *Aspidolithus parcus parcus/Broinsonia parca parca* در بخش فوقانی از زون زیستی CC17 است. این حوادث زیستی با بخش فوقانی زون NC17 از تقسیم‌بندی Roth (1978) و زون UC13 از تقسیم‌بندی Burnett (1998) که سن اواخر سانتونین پسین/کامپانین پیشین را نشان می‌دهند، مطابقت دارد. به‌عبارتی دیگر اولین حضور گونه *A. parcus parcus* در لایه‌های مربوط به متر ۱۳ پایان زون زیستی CC17 یا شروع زون زیستی CC18 از تقسیم‌بندی Perch-Nielsen (1985) را بیان می‌کند. حادثه زیستی بعدی که در برش مورد مطالعه مشاهده می‌شود، آخرین حضور گونه *Marthasterites furcatus* است که حد بالایی زون CC18 را نشان می‌دهد. همچنین ظهور گونه‌های *Aspidolithus parcus constrictus*, *Bukryaster hayi*, *Ceratolithoides verbeekii*، و نیز آخرین حضور گونه *Bukryaster hayi* از حوادث زیستی مهم بعدی در برش کوه سبز است. حادثه زیستی ظهور گونه *Ceratolithoides aculeus* در انتهای زون CC19 در متر ۳۳ حدود ۳۳ حادثه زیستی دیگر قابل مشاهده در برش سبز کوه است. متعاقباً حوادث زیستی، ظهور گونه *Quadrum sissinghii/Uniplanarius sissinghii* در متر ۴۶ (شاخص شروع زون CC21)، ظهور گونه *Ceratolithoides arcuatus* در متر ۷۷ (شاخص زیرزون CC21b)، ظهور گونه *Uniplanarius trifidum/Quadrum trifidum* در متر ۱۴۳ (بیانگر شروع زون CC22)، آخرین حضور گونه‌های *Lithastrinus grillii* در متر ۲۶۲، آخرین حضور گونه‌های *Eiffellithus eximius* و *Reinhardtites anthophorus* به ترتیب در متر ۴۳۲ و ۴۳۳ که معرف بخش فوقانی زون CC22 و شاخص شروع زون CC23 به سن اواخر کامپانین پسین از برش مورد مطالعه است. آخرین حضور گونه‌های *A. parcus constrictus*، *Q. trifidum* و در نهایت *Tranolithus phacelosus* بیانگر آخرین حوادث زیستی رخ داده در بخش فوقانی زون CC23 به سن اواخر کامپانین پسین-ابتدای ماسترشتین پیشین در سازند گورپی

(۱۳۷۵) و حسن‌پور و همکاران (۱۳۸۷) باشد. همچنین بر اساس مطالعات انجام شده توسط وزیري مقدم و همکاران (۱۳۸۵) که بر روی چینه‌نگاری زیستی فرامینیفرهای پلانکتونیک سازند گورپی در منطقه مورد مطالعه و نیز برش نمونه انجام گرفت، زون‌های زیستی ارائه شده برای این سازند، غالباً زون‌های محدوده سنی کامپانین پیشین تا ماستریشتین پیشین (*Globotruncanita elevata*, *Globotruncanita ventricosa*, *Globotruncanita calcarata*, *Globotruncanita stuarti*, *Globotruncanita aegyptica*, *Gansserina gansseri*) است که با بازه زمانی زون‌های ارائه شده در این تحقیق همخوانی دارد (شکل ۳).

وجود شرایط آب و هوایی گرم در زمان تهنشینی حوضه باشد (Thierstein, 1976, 1981; Perch-Nielsen, 1985; Huber and Watkins, 1992; Watkins et al., 1996; Lees, 2002; Herrle, 2003; Tantawy, 2002; Friedrich and Meier, 2006; Thibault and Gardin, 2007; Linnert and Mutterlose, 2009; Thibault and Gardin, 2010; Linnert et al., 2011). در میان گونه‌های ذکر شده گونه‌هایی نظیر *Watznaueria barnesiae* بیانگر عمق حوضه رسوبی نیز می‌باشد. طبق نظر Bukry (1973) فراوانی گونه *W. barnesiae* با عمق نسبت عکس دارد و طبق نظر Thierstein (1976) فراوانی گونه *M. decussata* با عمق نسبت مستقیم دارد. در برش مورد مطالعه در قاعده سازند گورپی و رسوبات متعلق به کامپانین پیشین، با فراوانی گونه *W. barnesiae* روبرو هستیم و هر چه به نهشته‌های اواخر کامپانین پسین یعنی زون CC22 می‌رسیم از فراوانی گونه مذکور کاسته می‌شود. سپس به تدریج از زون CC22 به سمت انتهای زون CC23 یا راس سازند، تعداد گونه *W. barnesiae* مجدداً افزایش می‌یابد. مطالعه بر روی گونه *M. decussata* در برش مورد نظر نشان می‌دهد که تعداد این گونه در بخش قاعده‌ای برش کم و هر چه به سمت بالای برش یعنی زون CC22 می‌رسیم تعداد آن افزایش یافته و مجدداً به سمت راس برش یعنی در پایان زون CC23 با کاهش فراوانی این گونه روبرو هستیم. بنابراین در برش مورد مطالعه به سمت راس سازند به فراوانی گونه *W. barnesiae* افزوده شده که این خود می‌تواند بیانگر کاهش عمق حوضه رسوبی به سمت بالای برش باشد. اما در مقابل، در این بخش از راس سازند، از فراوانی گونه *M. decussata* کاسته می‌شود. بررسی حضور گونه‌های متعلق به نانوفسیل‌های آهکی در برش مورد مطالعه بیانگر وجود آب و هوای گرم و حاکم بودن آن بر حوضه رسوبی از یکسو و نیز تغییر عمق حوضه رسوبی در زمان نهشته شدن رسوبات از سوی دیگر باشد. تغییر عمق حوضه رسوبی بر این اساس می‌تواند تأییدی دیگر بر ذکر وجود فعالیت‌های تکتونیکی در منطقه در بازه زمانی تعیین شده، توسط قریب

Stage	Sub Stage	وزیری مقدم و همکاران (1385)		This study
m.y.		Lali Area	Sabzeh-Kuh	Kuh-e Sabz
Maastrichtian	early	Abathomphalus mayaroensis		Not Zone
		Gansserina gansseri		
Campanian	late	Globotruncanita aegyptica		Zone CC23
	Late	Globotruncanita stuarti	Globotruncanita stuarti	Zone CC22
	middle	Globotruncanita calcarata	Globotruncanita calcarata	
	Late	Globotruncana ventricosa	Globotruncana ventricosa	Zone CC21
	early	Globotruncanita elevata	Globotruncanita elevata	Zone CC19 Zone CC18 Zone CC17
83.5	Early Cam.			

شکل ۳. مقایسه تقریبی حدود زون‌های زیستی ارائه شده توسط وزیري مقدم و همکاران (۱۳۸۵) با زون‌های زیستی ارائه شده در منطقه مورد مطالعه بر اساس نانوفسیل‌های آهکی

نتیجه‌گیری

بررسی نانوفسیل‌های آهکی در برش کوه سبز منجر به شناسایی ۳۷ گونه از ۲۰ جنس از نانوفسیل‌های آهکی با حفظ شدگی خوب گردید. بر اساس گونه‌های شناسایی شده در برش مورد مطالعه، زون‌های زیستی *Calculites obscurus* Zone (CC17) تا *Tranolithus phacelosus*

- شمال، ۱۰۱.
- حسن پور، ر.، یساقی، ع. و صفایی، ه.، ۱۳۸۷. خاستگاه ورقه‌های رانگی شهرکرد براساس تحلیل شرایط دگرشکلی. مجموعه مقالات دوازدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، اهواز، ۵۵۲-۵۵۷.
- مطیعی، ه.، ۱۳۸۲. زمین‌شناسی ایران، چینه‌شناسی زاگرس. انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور، تهران، ایران، ۵۵۶.
- وزیری مقدم، ح.، صفری، ا.، شهریاری گرائی، س.، طاهری، ع. و خزاعی، ا.ر.، ۱۳۸۹. معرفی رسوبات آواری کربناته و آواری قرمز رنگ ماستریشتین در ناحیه زاگرس مرتفع (سمیرم-اردل). مجله علوم دانشگاه تهران، ۳۶، ۱، ۱۰۳-۱۱۷.
- وزیری مقدم، ح.، کاملی، ا.، قیامی، م. و طاهری، ع.، ۱۳۸۵. مقایسه چین‌نگاری زیستی سازند گورپی در مقطع تیپ (شمال غرب مسجدسلیمان) و سبزه کوه (جنوب غرب بروجن). نشریه علوم دانشگاه تربیت معلم، ۴-۳، ۸۰۳-۸۲۶.
- وزیری مقدم، ح.، صفری، ا.، شهریاری گرائی، س.، خزاعی، ا.ر. و طاهری، ع.، ۱۳۹۲. زیست‌چینه‌نگاری و بوم‌شناسی دیرینه نهشته‌های ماستریشتین (سازندهای تاربور و گورپی) در ناحیه گردبیشه (جنوب بروجن). فصلنامه علوم زمین، ۲۲، ۸۷، ۱۴۳-۱۶۲.
- همتی‌نسب، م.، قاسمی‌نژاد، ا. و درویش‌زاده، ب.، ۱۳۸۷. تعیین عمق دیرینه سازند گورپی بر مبنای فرامینفرهای پلانکتونیک و بنتیک، مجله علوم دانشگاه تهران، ۳۴، ۱، ۱۵۷-۱۷۳.
- Alavi, M., 2004. Regional stratigraphy of the Zagros fold-thrust belt of Iran and its profore-land evolution. American Journal of Science, 304, 1-20.
- Authemayou, C., Bellier, O., Chardon, D., Malekzad, Z. and Abbassi, M., 2005. Role of the Kazerun fault system in active deformation of the Zagros fold-and-thrust-belt (Iran). Comptes Rendus Geoscience, 337, 539-545.
- Bahrami, M., 2009. Microfacies and Sedi-mentary Environments of Gurpi and Pabdeh For- Zone (CC23) از زون‌بندی (Sissingh (1977)، زون‌های زیستی NC17 تا NC20 از زون‌بندی (Roth (1978) و زون‌های زیستی UC13 تا UC17 از زون‌بندی (Burnett (1998) مشخص شد. بر این اساس سن محدوده مورد مطالعه از اواخر سانتونین پسین/کامپانین پیشین تا اواخر کامپانین پسین/ابتدای ماستریشتین پیشین پیشنهاد می‌شود. همچنین حضور گونه‌های معرف آب و هوای گرم مانند *Rhagodiscus angustus*, *Lucianorhabdus cayeuxii*, *Microrhabdulus decoratus*, *Micula decussata*, *Watznaueria barnesiae*, *Quadrum sissinghii*, *Ceratolithoides aculeus*, *Lithraphidites carniolensis*, *Quadrum trifidum* که از شاخص‌های عرض‌های جغرافیایی پایین در حوضه تئیس هستند موید شرایط گرم حاکم بر برش مورد مطالعه در زمان رسوب‌گذاری سازند گورپی در این بخش از ایران در جنوب غرب بروجن است. از سویی دیگر، بر اساس افزایش فراوانی گونه *W. barnesiae* و کاهش گونه *M. decussata* که از شاخص‌های عمق حوضه رسوبی هستند می‌توان به کاهش عمق حوضه در زمان نهشتگی سازند گورپی در این بخش از حوضه رسوبی زاگرس پی برد.
- ### منابع
- آقانباتی، ع.، ۱۳۸۵. زمین‌شناسی ایران. انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶.
- پرن‌آور، م.، ماهانی پور، ا.، آقانباتی، ع. و حسینی، ا.، ۱۳۹۲. بیواستراتیگرافی نانوفسیل‌های آهکی در بخش بالایی سازند گورپی بخش ابتدایی سازند پابده (شیل ارغوانی) در یال شمال شرقی تاقدیس کوه گورپی. فصلنامه علوم زمین، ۸۹، ۱۸۷-۱۹۸.
- فریدونپور، م.، وزیری مقدم، ح.، غبیشاوی، ع. و طاهری، ع.، ۱۳۹۳. چینه‌نگاری سازند گورپی در برش تاقدیس کوه سیاه و مقایسه آن با برش‌های تنگ بوالفارس و تاقدیس آغار. رخساره‌های رسوبی، ۷، ۱، ۸۳-۱۰۶.
- قریب، ف.، ۱۳۷۵. بررسی سنگ‌شناسی و محیط رسوبی سازندهای گورپی، امیران و تاربور منطقه سمیرم بخشی از ورقه‌های ۱/۱۰۰۰۰۰ کوه دنا و سمیرم، پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی-واحد تهران

- mations in Southwest of Iran. *American Journal of Applied Science*, 6,7, 1295-1300.
- Bahrami, M. and 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. and Kamali, M.R., 2013. Palynomorphs response to sea-level fluctuations: a case study from Late Cretaceous-Paleocene, Gurpi Formation, SW Iran. *Geopersia*, 3, 1, 11-24.
 - Beiranvand, B. and 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.
 - Bown, P.R. and Young, J.R., 1998. Techniques; In: Bown, P.R., (Eds.), *Calcareous Nanofossil Biostratigraphy*: Chapman and Hall, London, 16-28.
 - Bralower, T.J., Leckie, R.M., Sliter, W.V. and Thierstein, H.R., 1995. An integrated Cretaceous microfossil biostratigraphy. In: Berggren, W.A., Kent, D.V., Aubry, M.P. and Hardenbol, J., (Eds.), *Geochronology, time scales and global stratigraphic correlation*. SEPM Special Publication, 54, 65-79.
 - Bralower, T.J., 2005. Data report: Paleocene-Early Oligocene calcareous nanofossil biostratigraphy, ODP Leg 198 Sites 1209, 1210, and 1211 (Shatsky Rise, Pacific Ocean). In: Bralower, T.J., Premoli Silva, I. and Malone, M.J. (Eds.), *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 198, 1-15.
 - British Petroleum Company. 1981. BP statistical review of world energy. London: British Petroleum Company.
 - Bukry, D., 1973. Cocolith 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. (Eds.), *Calcareous Nanofossil Biostratigraphy*, British Micropalaeontological Society Publication Series. Chapman and Hall Ltd. Kluwer Academic Publisher, London, 132-165.
 - Campbell, R.J., Howe, R.W. and Rexilius, J.P., 2004. Middle Campanian-lower most Maastrichtian nanofossil and foraminiferal biostratigraphy of the northwestern Australian margin. *Cretaceous Research*, 25, 827-864.
 - Erba, E., 2004. Calcareous nanofossils and Mesozoic oceanic anoxic events. *Marine Micropaleontology*, 52, 85-106.
 - Friedrich, O. and 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. and Ezadi, M., 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 nutrient dynamics of mid-Cretaceous oceans evidence from calcareous nanofossils from the Niveau Paquier black shale (SE France). *Marine Micropaleontology*, 47, 307-321.
 - Huber, B.T. and 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. and 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. and MacLeod, K.G., 2002. Deep-sea paleotemperature record of extreme warmth during the Cretaceous. *Geology*, 30, 123-126.
 - Jalali, M.R., 1971. Stratigraphy of zagros basin: National Iranian Oil Company, Exploration and Production Division Report no. 1249 and 1072, 34-36.
 - James, G.A. and Wynd, J.G., 1965. Stratigraphic Nomenclature of Iranian Oil Consortium Agreement Area. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 49, 2182-2245.
 - Linnert, C. and 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. and 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. and 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-Maastrichtien): essai de biozonation appuyée sur les stratotypes*. PhD thesis, Université de Paris, 187.
 - najafpour, A. and Mahanipour, A., 2015. Calcareous nannofossil biostratigraphy of Late Campanian-Early Maastrichtian sediments in southwest Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 8, 6037-6046. doi:10.1007/s12517-014-1644-z.
 - Perch-Nielsen, K., 1985. *Mesozoic calcareous nannofossils*. In: Bolli, H.M., et al. (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.
 - Senemari, S. and 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. and Watkins, D. K., 2009. Evolution of the Cretaceous calcareous nannofossil genus *Eiffellithus* and its biostratigraphic significance. *Cretaceous Research*, 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. and 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. and 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: Warne, J.E., Douglas, R.G. and 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.
- Watkins, D.K., Wise Jr, .S.W., Pospichal, J.J. and Crux, J., 1996. Upper Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy and paleoceanography of the Southern Ocean. In: Mognilevsky, A. and Whatley, R. (Eds.), *Microfossils and oceanic environments*. University of Wales, Aberystwyth Press, 55-381.
- Watkins, D.K. and Self-Trail, J.M., 2005. Calcareous nannofossil evidence for the existence of the Gulf Stream during the late Maastrichtian. *Paleoceanography*, 20, PA3006, doi:10.1029/2004PA001121.
- 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.
- Zahiri A.H., 1982. Maastrichtian microplankton of well Abteymur-1 S.W. Iran: NIOC, Exploration Division Technology Note No. 226, Unpublished.