

بررسی میزان مواد غذایی آب‌های سطحی کامپاین پسن - مایستریشتین پیشین با استفاده از نانوفسیل‌های آهکی در سازند گورپی، تاقدیس کوه گورپی

اعظم ماهانی‌پور^{۱*}، امینه نجف‌پور^۲ و محمد داستان‌پور^۳

استادیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
 کارشناسی ارشد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
 آستاد، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
 تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۹/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۴/۱۴

چکیده

در این مطالعه بخش‌های زیرین سازند گورپی در یال جنوب باختری تاقدیس کوه گورپی از دید نانوفسیل‌های آهکی بررسی شد. بر پایه گونه‌های شاخص نانوفسیلی، زیست‌زون‌های CC22/UC15e^{TP} تا CC24/UC18 در محدوده مورد مطالعه تشخیص و سن کامپاین پسن - ابتدای مایستریشتین برای این محدوده در نظر گرفته شد. تجمع نانوفسیل‌های آهکی موجود بیانگر حضور همزمان گونه‌های شاخص میزان بالا و پایین مواد غذایی در برش تحت بررسی است. فراوانی جنس و گونه‌های الیگوتروف (*Eiffellithus* spp.) و *Prediscosphaera* spp., *Watznaueria barnesae*, *Watznaueria fossacincta*, *Lithraphidites carniolensis*, *Staurolithites* spp., *Micula staurophora* (پیشین) افزایشی و روند فراوانی گونه‌های یوتروف (*Cribrosphaerella ehrenbergii*) بیش از گونه‌های یوتروف (*Biscutum constans*, *Discorhabdus ignotus*, *Placozygus spiralis*, *Reinhardtites* spp.) بوده و در کل روند فراوانی گونه‌های الیگوتروف به سوی بخش‌های بالایی برش (مرز کامپاین - مایستریشتین و مایستریشتین) افزایشی و روند فراوانی گونه‌های یوتروف کاهش یافته است.

کلیدواژه‌ها: یالواکولوژی، سازند گورپی، زیست‌چینه‌نگاری، کامپاین، مایستریشتین، نانوفسیل‌های آهکی.

*نویسنده مسئول: اعظم ماهانی‌پور

E-mail: a_mahanipour@uk.ac.ir

۱- پیش‌نوشتار

کمر بند زاگرس با یک روند شمال باختری - جنوب خاوری در ایران، بخشی از سامانه آلپ - هیمالیاست که در حاشیه شمال خاوری صفحه عربستان قرار گرفته است و بزرگ‌ترین مخازن هیدروکربنی را شامل می‌شود. برای بیان ویژگی‌های عمومی زاگرس، می‌توان زاگرس را به دو زیرپهنه «راندگی‌ها» و «زاگرس چین‌خورده» تقسیم کرد که زیرپهنه راندگی‌ها به صورت نواری کم‌پهناست و بلندترین بخش‌های زاگرس را تشکیل می‌دهد و به آن زاگرس مرتفع نیز گفته می‌شود. کمر بند زاگرس چین‌خورده پهنای بیشتری در حدود ۱۵۰ تا ۲۵۰ کیلومتر دارد که با طول حدود ۲۰۰۰ کیلومتر از شمال خاوری ترکیه شروع می‌شود و با گذر از سوریه و عراق به باختر و جنوب ایران می‌رسد. بررسی دیرینه‌جغرافیا بیانگر این مطلب است که زاگرس چین‌خورده در همه جا ویژگی‌های زمین‌شناختی یکسانی ندارد و به چندین زیرپهنه تقسیم می‌شود که عبارتند از ایده، فروافتادگی کرکوک، لرستان، فروافتادگی دزفول، پهنه فارس، دشت آبادان و پس‌خشکی بندرعباس (آقاناتی، ۱۳۸۳). مطالعه حاضر روی سازند گورپی در پهنه زاگرس چین‌خورده و فروافتادگی دزفول است. موقعیت برش مورد مطالعه در شکل ۱ نمایش داده شده است.

رسوبات سازند گورپی بیشتر شامل مارن و سنگ‌آهک ماری است که در کوه‌های زاگرس گسترش و پراکندگی خوبی دارند (آقاناتی، ۱۳۸۳). این سازند در همه جا سن یکسانی ندارد و ستبرای ویژگی‌های سنگ‌شناسی آن نیز در نقاط مختلف متغیر است. در مقطع تیب، ستبرای این سازند ۳۲۰ متر و بیشتر شامل شیل، مارن و سنگ‌آهک ماری است. تاکنون مطالعات بسیاری روی سازند گورپی در زمینه‌های مختلف از جمله زیست‌چینه‌نگاری روزن‌بران کفزی و پلانکتونیک، پالینومورف‌ها، داینوفلاژله‌ها، نانوفسیل‌های آهکی، چینه‌شناسی سکاسی و رسوب‌شناسی صورت گرفته که از آن جمله می‌توان به کارهای انجام شده توسط (James and Wynd 1965)، لطفعلی کنی و صالحی (۱۳۸۰)، زارعی (۱۳۸۴)، حسینی فالچی (۱۳۸۵)، وزیرمقدم و همکاران (۱۳۸۵)، قاسمی‌نژاد و همکاران (۱۳۸۶)، هادوی و رسالزیدی (۱۳۸۷)، سنماری و همکاران (۱۳۸۹)، پرندآور و همکاران (۱۳۹۲) و (Razmjooi et al. 2014) اشاره کرد. در مطالعات یاد شده تمرکز بیشتر روی زیست‌چینه‌نگاری گروه‌های مختلف فسیلی و رسوب‌شناسی بوده است. در مطالعه حاضر تجمع نانوفسیل‌های

آهکی در بخش‌های زیرین سازند گورپی از دیدگاه زیست‌چینه‌نگاری، دیرین‌بوم‌شناسی و میزان مواد غذایی آب‌های سطحی بررسی شده است. پراکندگی و تجمع نانوفسیل‌های آهکی با متغیرهای محیطی کنترل می‌شود که مهم‌ترین آنها میزان مواد غذایی و دمای آب‌های سطحی است (Brand, 1994; Winter et al., 1994; Ziveri et al., 2004). بنابراین با توجه به اینکه میزان مواد غذایی (محیط یوتروفیک/الیگوتروفیک) نقش بنیادین در پراکندگی جنس و گونه‌های نانوفسیلی دارد، می‌توان بر پایه تجمع نانوفسیل‌های آهکی میزان مواد غذایی محیط را بازسازی کرد که یکی از مهم‌ترین اهداف پژوهش حاضر است.

۲- موقعیت جغرافیایی برش مورد مطالعه

برش مورد مطالعه در یال جنوب باختری تاقدیس کوه گورپی و در فاصله ۷۰ کیلومتری شمال مسجد سلیمان جای دارد. موقعیت و روند سازند گورپی را در این تاقدیس می‌توان در نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ لالی دید (شکل ۱). دسترسی به برش مورد بررسی از راه جاده‌های آسفالت لالی - مسجد سلیمان و لالی - دزفول امکان‌پذیر است. در این برش سازند گورپی رخنمون خوبی دارد که در این مطالعه ۲۰۲ متر زیرین آن بررسی شده است. مختصات جغرافیایی قاعده برش چینه‌شناسی مورد مطالعه عبارتست از "۲۲° ۲۵' ۳۲" شمالی و "۵۹° ۱۷' ۴۹" خاوری (شکل ۱). در منطقه مورد مطالعه سازند گورپی با ناپوستگی فرسایشی روی سنگ‌آهک‌های سازند ایلام قرار گرفته و توسط سازند پابده با سنگ‌شناسی ماری و میان‌لایه‌های آهکی پوشیده شده است.

۳- مطالعات صحرائی و آزمایشگاهی

مطالعه حاضر روی بخش‌های زیرین سازند گورپی (از ابتدای سازند گورپی تا ستبرای ۲۰۲ متری) متمرکز شده که به‌طور چیره از مارن خاکستری تا زرد، سنگ‌آهک ماری، سنگ‌آهک شیلی و سنگ‌آهک تشکیل شده است. در برش مورد مطالعه، سازند گورپی با ناپوستگی فرسایشی روی سازند ایلام قرار دارد و توسط سازند پابده به‌صورت همیشیب پوشیده شده است. از محدوده مورد مطالعه ۱۲۹ نمونه که با

– زیست‌زون‌های شناسایی شده بر پایه زون‌بندی (Burnett 1998)

• **زیست‌زون نانوفسیلی UC15:** این زون توسط Burnett (1998) معرفی و از اولین حضور گونه *Misceomarginatus pleniporus* تا آخرین حضور گونه *Eiffellithus eximius* در نظر گرفته شده است. این زیست‌زون در حوضه تتیس به ۵ زیرزون فرعی به نام‌های UC15a^{TP}، UC15b^{TP}، UC15c^{TP}، UC15d^{TP} و UC15e^{TP} تقسیم شده است. با توجه به ثبت گونه *E. parallelus* از ابتدای برش مورد بررسی تنها زون فرعی UC15e^{TP} در محدوده مورد مطالعه ثبت شده است و تنها به توصیف این زیرزون پرداخته می‌شود.

• **زیرزون UC15e^{TP}:** این زیرزون از اولین حضور گونه *E. parallelus* تا آخرین حضور گونه *E. eximius* است و سنی معادل با کامپانین پسین دارد. در برش مورد بررسی گونه *E. parallelus* از ابتدای برش و گونه *E. eximius* در سترای ۷۶/۵ متری برش ثبت شده است.

• **زیست‌زون نانوفسیلی UC16:** این زون از آخرین حضور گونه *E. eximius* تا آخرین حضور گونه *Broinsonia parca constricta* تعریف شده است و سنی معادل با انتهای کامپانین پسین دارد. این زون معادل با زیرزون CC23a از زون‌بندی (Sissingh 1977) در نظر گرفته شده است. در برش مورد بررسی آخرین حضور گونه *B. parca constricta* در سترای ۱۰۵ متری برش ثبت شده است.

• **زیست‌زون نانوفسیلی UC17:** از آخرین حضور گونه *B. parca constricta* تا آخرین حضور گونه *T. orionatus* در نظر گرفته شده و معادل با زیرزون CC23b از زون‌بندی (Sissingh 1977) در نظر گرفته شده است. سن این زون از بالایی‌ترین بخش‌های کامپانین پسین تا مایستریشتین پیشین است. در برش مورد مطالعه آخرین حضور گونه *T. orionatus* در سترای ۱۸۲/۵ متری ثبت شده است.

• **زیست‌زون نانوفسیلی UC18:** این زون از آخرین حضور گونه *T. orionatus* تا آخرین حضور گونه *Reinhardtites levis* تعریف شده و معادل با زون CC24 از زون‌بندی (Sissingh 1977) است. سن این زون مایستریشتین پیشین است. آخرین حضور گونه *R. levis* تا انتهای برش ثبت شده و بنابراین، این زیست‌زون را می‌توان تا انتهای برش دید.

۴-۲. تجمع نانوفسیل‌های آهکی

رایج‌ترین جنس و گونه‌های موجود در برش مورد مطالعه عبارتند از *Watznaueria barnesae* (میانگین فراوانی ۱۵/۱ درصد)، *Micula* spp. (میانگین فراوانی ۱۳/۱ درصد)، *Prediscosphaera* spp. (میانگین فراوانی ۸/۲ درصد)، *Cribrosphaerella ehrenbergii* (میانگین فراوانی ۶/۴ درصد)، *Eiffellithus* spp. (میانگین فراوانی ۴/۷ درصد)، *Arkhangelskiella cymbiformis* (میانگین فراوانی ۴ درصد)، *Microhabdulus decoratus* (میانگین فراوانی ۴ درصد)، *Placozygus spiralis* (میانگین فراوانی ۳ درصد)، *Uniplanarius* spp. (میانگین فراوانی ۲/۷ درصد)، *Lithraphidites carniolensis* (میانگین فراوانی ۲/۵ درصد)، *Staurolithites* spp. (میانگین فراوانی ۲/۵ درصد)، *Zeugrhabdotus* spp. (میانگین فراوانی ۲/۱ درصد).

همچنین جنس و گونه‌هایی که فراوانی کمتر از یک درصد در برش دیده شده‌اند عبارتند از: *Aspidolithus* spp., *Tranolithus orionatus*, *Discorhabdus ignotus*, *Helicolithus* sp., *Lucianorhabdus cayeuxii*, *Biscutum constans*, *Manivitella Ahmuellerella octoradiata* و *pemmatoida*, *Gartnerago segmentatum*

۵-۵. بحث

۵-۱. زیست‌چینه‌نگاری نانوفسیل‌های آهکی

با توجه به ثبت جنس و گونه‌های *Uniplanarius trifidus*، *Uniplanarius sissinghii* و *Eiffellithus parallelus* از ابتدای برش مورد بررسی، ابتدای برش درون زیست‌زون نانوفسیلی CC22 از (Sissingh 1977) و UC15e^{TP} از زون‌بندی (Burnett 1998) قرار می‌گیرد. آخرین حضور گونه *Reinhardtites anthophorus* در سترای ۷۰

فاصله تقریبی ۲ متر برداشت شده بود، مطالعه شد. نمونه‌های موجود به دو روش (۱) اسمیر اسلاید (Smear slide) و (۲) روش آماده‌سازی ثقلی (Gravity settling) بر پایه کار (Thibault and Gardin 2006) آماده‌سازی و مطالعه شد. برای انجام مطالعات زیست‌چینه‌نگاری از روش اسمیراسلاید، برای انجام مطالعات دیرین‌بوم‌شناسی اسلایدهای آماده‌سازی شده از روش ثقلی و برای انجام محاسبات آماری از نرم‌افزار آماری SPSS استفاده شد. مطالعات انجام شده روی اسلایدها به شناسایی ۵۸ گونه از ۲۹ جنس متعلق به ۱۰ خانواده از نانوپلانکتون‌های آهکی انجامید. بررسی نانوفسیل‌های آهکی با استفاده از میکروسکوپ نوری المپیوس (Olympus BH2) با بزرگنمایی ۱۰۰۰× انجام پذیرفت. دست کم ۳۰۰ جنس و گونه در هر اسلاید شمارش و تعداد میدان دید برای شمارش آنها در هر اسلاید یادداشت شد و در پایان با استفاده از داده‌های موجود، فراوانی نسبی جنس و گونه‌های نانوفسیلی موجود به دست آمد.

۴-۴. نتایج

۴-۱. زیست‌چینه‌نگاری نانوفسیل‌های آهکی

در مطالعه حاضر برای انجام مطالعات زیست‌چینه‌نگاری نانوفسیل‌های آهکی از زون‌بندی (Sissingh 1977) و (Burnett 1998) استفاده شده است. بر پایه گونه‌های نانوفسیلی شاخص یافت شده، محدوده مورد مطالعه از اواسط زیست‌زون نانوفسیلی CC22 تا CC24 از زون‌بندی (Sissingh 1977) و UC15e^{TP} تا UC18 از زون‌بندی (Burnett 1998) را در بر می‌گیرد که در ادامه به بررسی هر یک از آنها پرداخته می‌شود.

– زیست‌زون‌های شناسایی شده بر پایه زون‌بندی (Sissingh 1977) تصحیح شده توسط Perch-Nielsen (1985)

• **زیست‌زون نانوفسیلی (CC22) *Quadrum trifidum* Zone:** این زون از اولین حضور گونه *Quadrum trifidum* (= *Uniplanarius trifidus*) تا آخرین حضور گونه *Reinhardtites anthophorus* است. این زون توسط (Bukry and Bramlette 1970) معرفی و توسط (Sissingh 1977) تصحیح شده است. سن این زون اواخر کامپانین پسین است. (Perch-Nielsen 1985) بر این باور است که آخرین حضور گونه *Eiffellithus eximius* می‌تواند رخداد جایگزین مناسبی برای آخرین حضور گونه *R. anthophorus* باشد. همچنین (Sissingh 1977) این زیست‌زون را بر پایه اولین حضور گونه *Reinhardtites levis* به دو زیرزون فرعی CC22a و CC22b تقسیم کرده است.

در برش مورد مطالعه گونه *Uniplanarius trifidus* از ابتدای برش و آخرین حضور گونه *Reinhardtites anthophorus* در سترای ۷۰ متری ثبت شده است.

• **زیست‌زون نانوفسیلی (CC23) *Tranolithus phacelosus* Zone:** این زون توسط (Sissingh 1977) معرفی شده است و از آخرین حضور گونه *R. anthophorus* تا آخرین حضور گونه *T. orionatus* (= *T. phacelosus*) را شامل می‌شود. سن این زون انتهای‌ترین بخش‌های کامپانین تا مایستریشتین پیشین را شامل می‌شود. (Sissingh 1977) بر پایه آخرین حضور گونه *Aspidolithus parvus constrictus* (= *Broinsonia parca constricta*) این زون را به دو زیرزون فرعی CC23a و CC23b تقسیم کرده است.

در برش مورد بررسی آخرین حضور گونه *B. parca constricta* در سترای ۱۰۵ متری و آخرین حضور گونه *T. orionatus* در سترای ۱۸۲/۵ متری برش ثبت شده است.

• **زیست‌زون نانوفسیلی (CC24) *Reinhardtites levis* Zone:** این زون از آخرین حضور گونه *T. orionatus* تا آخرین حضور گونه *R. levis* و توسط (Sissingh 1977) تعریف شده است. سن این زون مایستریشتین پیشین است. در برش تحت بررسی آخرین حضور گونه *R. levis* تا انتهای برش ثبت شده و بنابراین، این زیست‌زون تا انتهای برش قابل ثبت است.

متری و آخرین حضور گونه *Eiffellithus eximius* در ستبرای ۷۶/۵ متری برش ثبت شده است. آخرین حضور گونه *R. anthophorus* شاخص مرز بالایی زون CC22 از زون بندی (1977) Sissingh در نظر گرفته شده است. در زون بندی (1998) Burnett، در حوضه تتیس آخرین حضور گونه *R. anthophorus* پیش از آخرین حضور گونه *E. eximius* در نظر گرفته شده؛ در حالی که در عرض‌های جغرافیایی متوسط آخرین حضور این دو گونه با هم در نظر گرفته شده است. (1985) Perch-Nielsen نیز آخرین حضور این دو گونه را با هم در نظر گرفته است. گفتنی است که در زون بندی (1998) Burnett آخرین حضور گونه *E. eximius* به عنوان شاخص برای تعیین مرز بالایی زون UC15 در نظر گرفته شده است. در برش مورد مطالعه آخرین حضور گونه *R. anthophorus* پیش از آخرین حضور گونه *E. eximius* ثبت شده است؛ بنابراین، مرز بالایی زون‌های CC22 و UC15 بر هم منطبق نیستند. بر پایه شواهد بالا سن بخش‌های ابتدایی برش متعلق به اواخر کامپانین پسین است. پس از آخرین حضور گونه *E. eximius* به ترتیب از قاعده به سوی بالا، آخرین حضور *Curved spine* (۸۷/۵ متری)، *U. trifidus*- long ray (۹۵/۵ متری) و *B. parca constricta* (۱۰۵ متری) قرار گرفته‌اند. گونه *B. parca constricta* به عنوان یک گونه شاخص برای رأس زون UC16 از زون بندی برنت در نظر گرفته شده که در زون بندی (1977) Sissingh برای تفکیک دوزیرزون CC23a و CC23b مورد استفاده قرار گرفته است. پس از آخرین حضور گونه *B. parca constricta*، به ترتیب از پایین به سوی بخش‌های بالایی برش، آخرین حضور گونه‌های *U. trifidus*-short ray (۱۴۲ متری)، *U. gothicus* (۱۴۸ متری) و *T. orionatus* (۱۸۲/۵) قرار گرفته‌اند که آخرین حضور گونه *T. orionatus* به عنوان یک گونه شاخص برای رأس زون UC17 - قاعده زون UC18 و رأس زون CC23 - قاعده زون CC24 استفاده شده است (2015) Najafpour et al. که در شکل ۲ دیده می‌شوند.

۵-۲. بررسی میزان مواد غذایی آب‌های سطحی

مطالعه نانوفسیل‌های آهکی بیانگر این مطلب است که متغیرهای محیطی از جمله میزان مواد غذایی آب‌های سطحی بر پراکندگی و تجمع نانوفسیل‌های آهکی تأثیر گذار است؛ به طوری که برخی از جنس و گونه‌های نانوفسیلی مانند *Biscutum constans*، *Discorhabdus ignotus* و *Zeugrhabdus erectus* شاخص میزان بالای مواد غذایی و برخی دیگر مانند *Watznaueria barnesae* شاخص میزان پایین مواد غذایی هستند (2004) Ziveri et al.، (1994) Brand. همچنین باور بر این است که آب‌های سطحی در دریاهای باز با میزان پایین مواد غذایی و در آب‌های ساحلی با میزان بالای مواد غذایی مشخص می‌شوند (2002) Jago and Jones، (2003) Wilmsen، (2005) Wilmsen et al.، (2008) Hay.

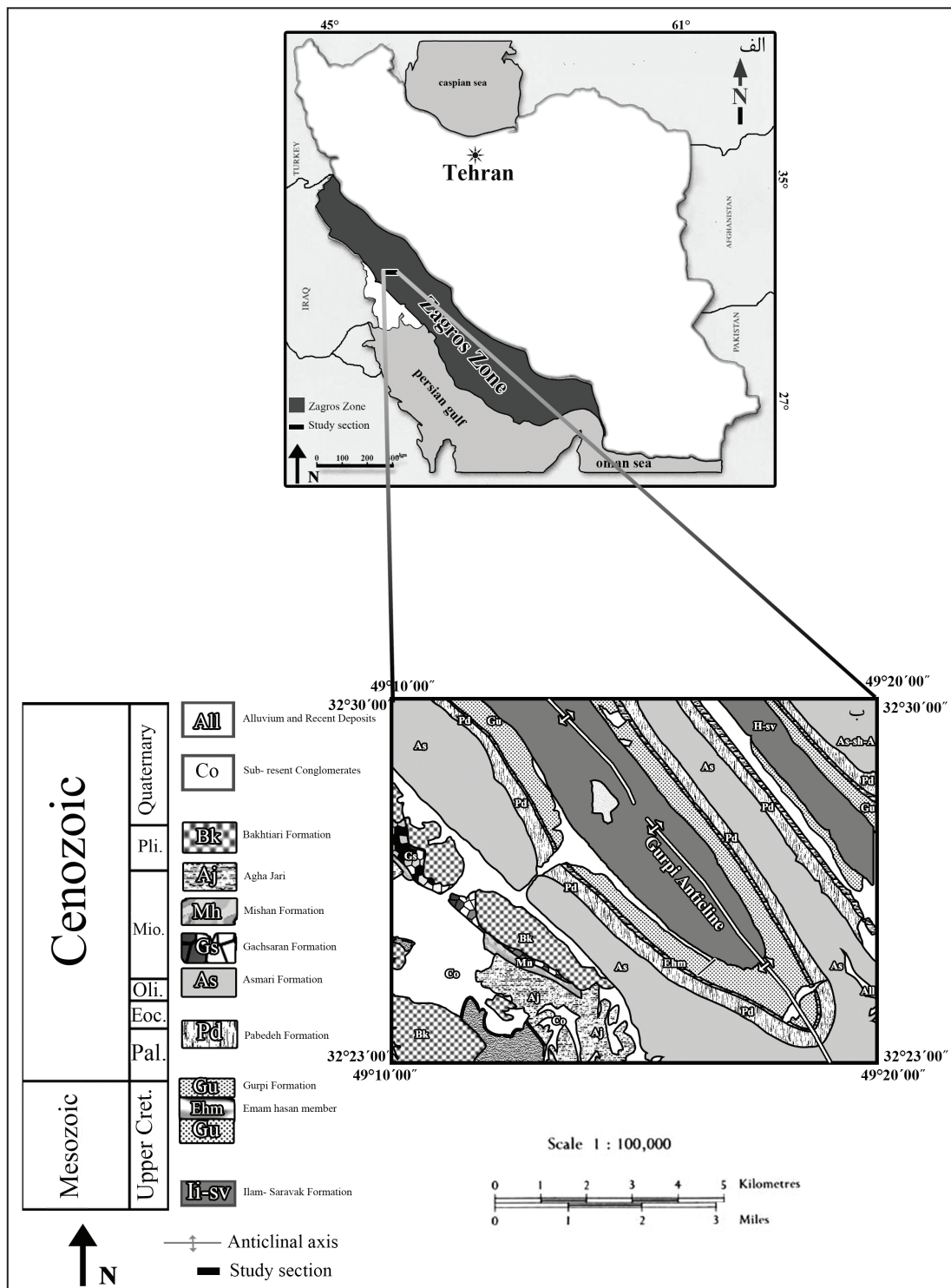
در کرتاسه جنس و گونه‌هایی مانند *D. ignotus*، *B. constans* و *Zeugrhabdus spp.* شاخص میزان بالای مواد غذایی هستند (1989) Premoli Silva et al.، (1992) Erba et al.؛ اگر چه گونه‌های *B. constans* و *D. ignotus* در سطح بالاتری از میزان مواد غذایی نسبت به گونه‌های جنس *Zeugrhabdus spp.* در نظر گرفته شده‌اند (1995) Williams and Bralower، (1992) Erba et al.، بنابراین *Zeugrhabdus spp.* به عنوان یک جنس مزوتروف (2009) Linnert and Mutterlose، (2006) Thibault and Gardin، (2011) Linnert et al. و گونه‌های *B. constans* و *D. ignotus* یوتروف در نظر گرفته شده‌اند. همچنین با توجه به همانندی ریخت‌شناسی جنس و گونه‌های *Placyogus spiralis* و *Reinhardtites spp.* به جنس *Zeugrhabdus spp.* شرایط دیرین‌بوم‌شناسی این گونه‌ها همانند هم در نظر گرفته شده است (2011) Linnert and Mutterlose. گونه *T. orionatus* نیز میزان بالای مواد غذایی را ترجیح می‌دهد (2011 and 2008) Linnert and Mutterlose. گفتنی است که جنس و گونه‌های *Biscutum spp.* و *Tranolithus orionatus* شاخص محیط شلف و نزدیک به ساحل در نظر گرفته شده‌اند که این مطلب با شرایط این گونه‌ها به عنوان گونه‌های یوتروف هماهنگی دارد (1986) Roth and Krumbach.

در برش تحت بررسی جنس و گونه‌های *Biscutum constans*، *Discorhabdus ignotus*، *Reinhardtites spp.*، *Placyogus spiralis* عنوان گونه‌های شاخص میزان بالای مواد غذایی و جنس و گونه‌های *Eiffellithus spp.*، *Prediscosphaera spp.*، *W. barnesae*، *W. fossacincta*، *L. carniolensis*، *M. stauophora* و *Staurolithites spp.* به عنوان گونه‌های شاخص میزان پایین مواد غذایی در نظر گرفته شده‌اند. در شکل‌های ۳ و ۴ نمودار مربوط به درصد فراوانی جنس و گونه‌های شاخص میزان بالا و پایین مواد غذایی نمایش داده شده است. در شکل ۵ نمودار کلی مربوط به مجموع درصد فراوانی جنس و گونه‌های شاخص میزان بالا و پایین مواد غذایی به موازات هم دیده می‌شود. همان‌گونه که این شکل نشان می‌دهد، فراوانی جنس و گونه‌های شاخص میزان پایین مواد غذایی میان ۳۶/۷ تا ۵۸/۰۷ نوسان دارد. همچنین فراوانی جنس و گونه‌های شاخص میزان بالای مواد غذایی میان ۰ تا ۱۸/۰۷ درصد متغیر است. در کل فراوانی گونه‌های الیگوتروف بیش از گونه‌های یوتروف است و روند کلی منحنی مربوط به گونه‌های یوتروف یک روند کاهشی و روند کلی منحنی مربوط به گونه‌های الیگوتروف یک روند افزایشی است که این روند افزایشی از محدوده مرز کامپانین - مایسترتین به سوی بالا شدت بیشتری دارد. افزایش همزمان گونه‌های الیگوتروف و کاهش همزمان گونه‌های یوتروف از چاه شماره A390 پروژه DSDP در باختر اقیانوس آتلانتیک نیز از محدوده مرز کامپانین - مایسترتین گزارش شده است (2009) Linnert and Mutterlose که به دلیل تغییر در چرخش جریان‌های اقیانوسی (گلف استریم قدیمه) و کاهش جریان‌های بالارونده (upwelling) در نظر گرفته شده است. در برش مورد بررسی نیز روند افزایشی در فراوانی گونه‌های الیگوتروف و کاهش در فراوانی گونه‌های یوتروف می‌تواند به دلیل تغییر در چگونگی چرخش جریان‌های اقیانوسی در منطقه مورد مطالعه باشد. در تابلو ۱ شماری از جنس و گونه‌های شاخص زیست‌چینه‌نگاری و دیرین‌بوم‌شناسی نمایش داده شده است.

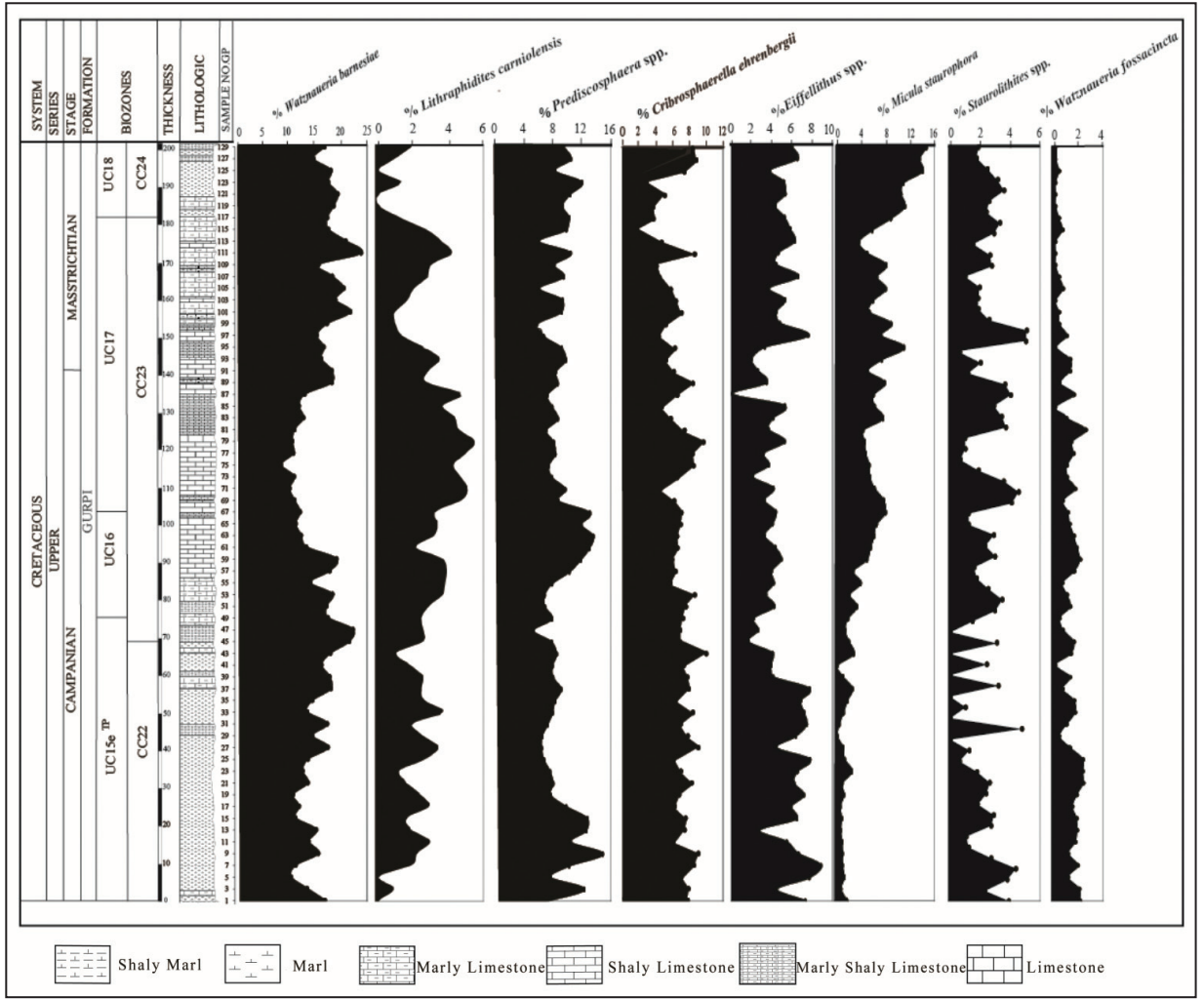
۶- نتیجه‌گیری

است که مجموع درصد فراوانی گونه‌های الیگوتروف بیش از گونه‌های یوتروف است. همچنین به سوی بخش‌های بالایی برش (مرز کامپانین - مایستریشتین) فراوانی گونه‌های الیگوتروف روند افزایشی و فراوانی گونه‌های یوتروف روند کاهشی نشان می‌دهد که احتمالاً به دلیل تغییر در چگونگی چرخش جریان‌های اقیانوسی در منطقه مورد مطالعه است.

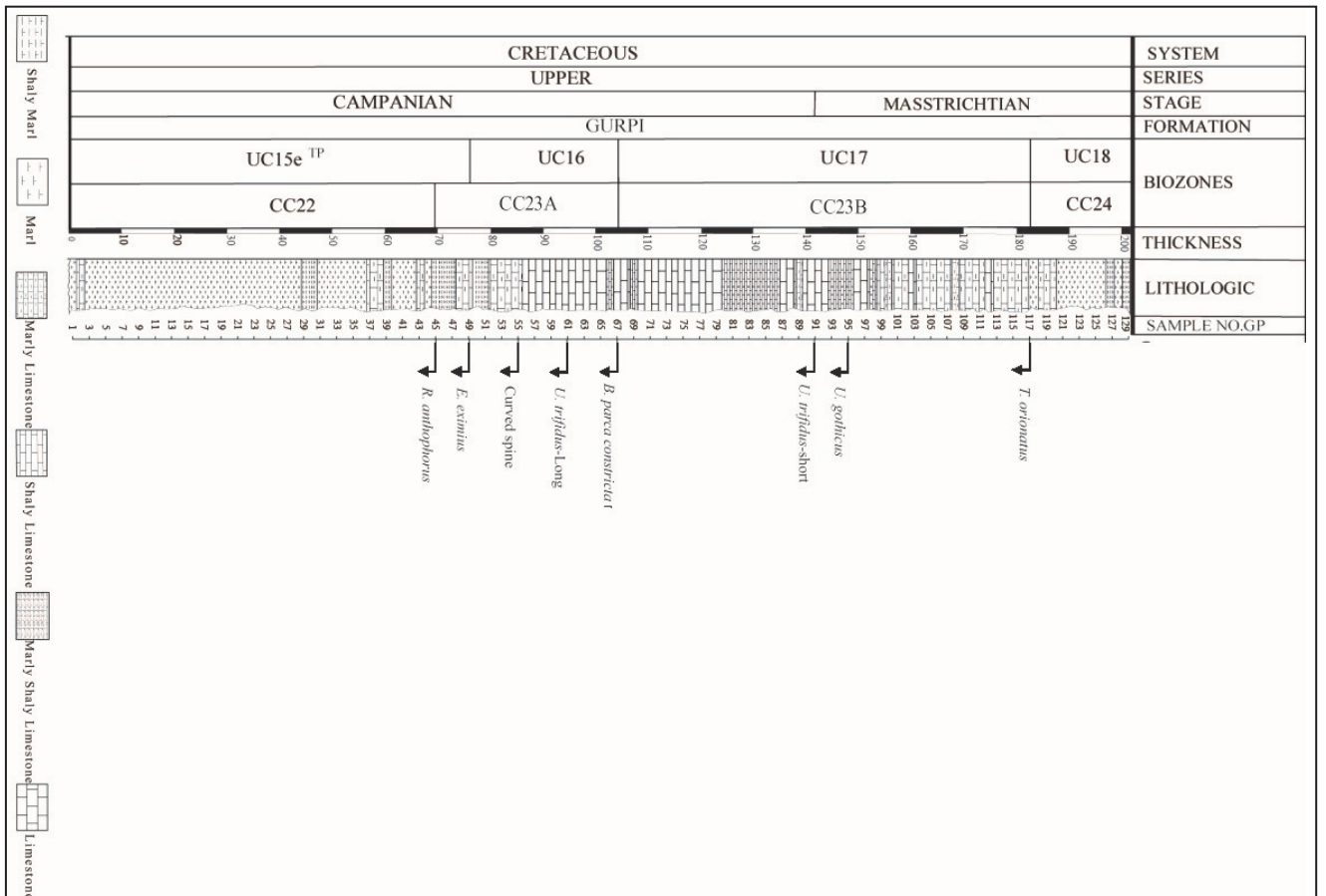
بررسی نانوفسیل‌های آهکی در بخش‌های زیرین سازند گورپی در یال جنوب باختری تاقدیس کوه گورپی بیانگر سن کامپانین پسین- مایستریشتین پیشین برای محدوده مورد مطالعه است که منطبق با زیست‌زون‌های CC22/UC15e^{TP} تا CC24/UC18 هستند. تجمع نانوفسیل‌های آهکی محدوده مورد مطالعه بیانگر حضور گونه‌های شاخص میزان بالا و پایین مواد غذایی به‌صورت همزمان در منطقه مورد مطالعه



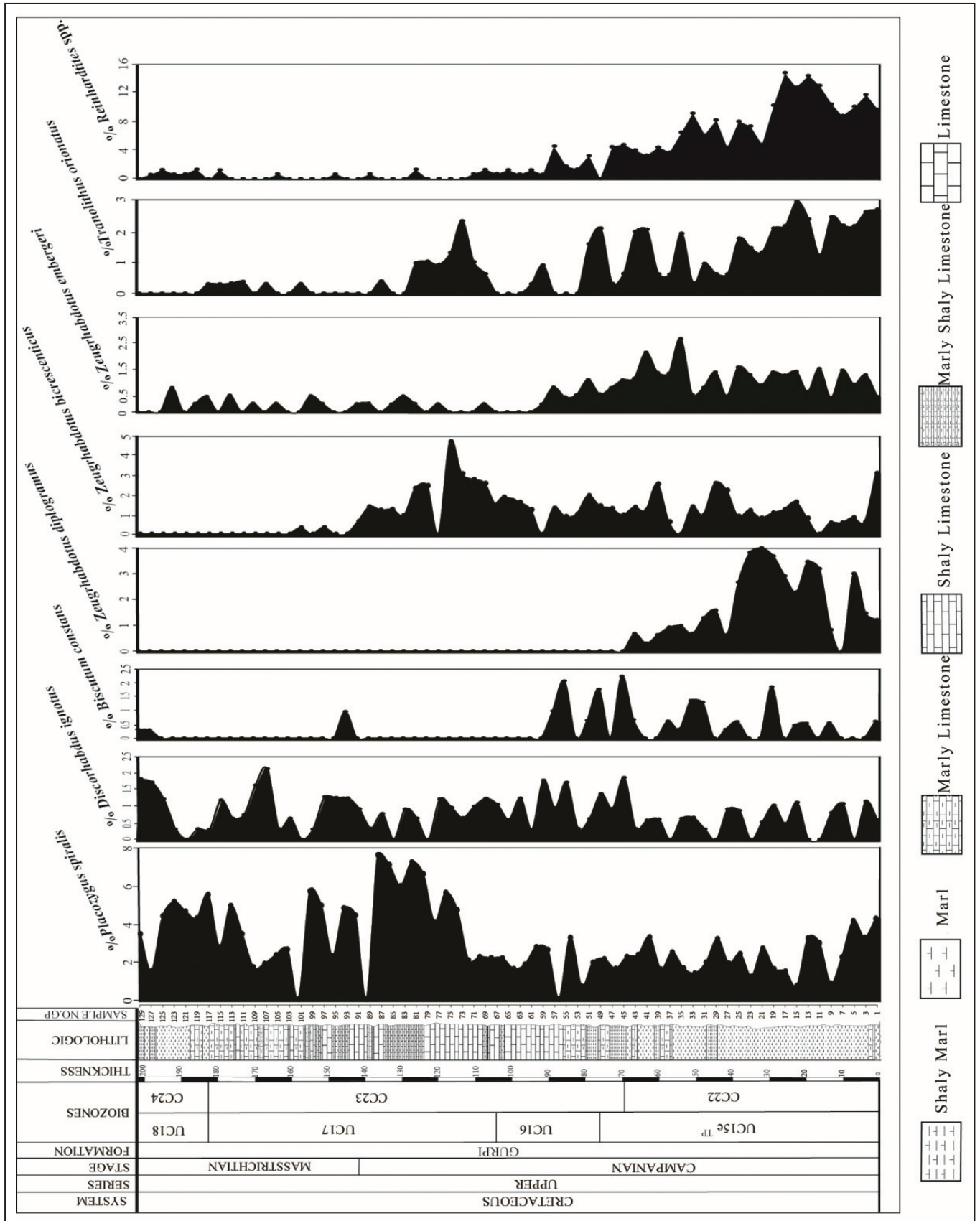
شکل ۱- الف) موقعیت برش مورد مطالعه در پهنه زاگرس؛ ب) نمایش برش مورد بررسی در تاقدیس کوه گورپی.



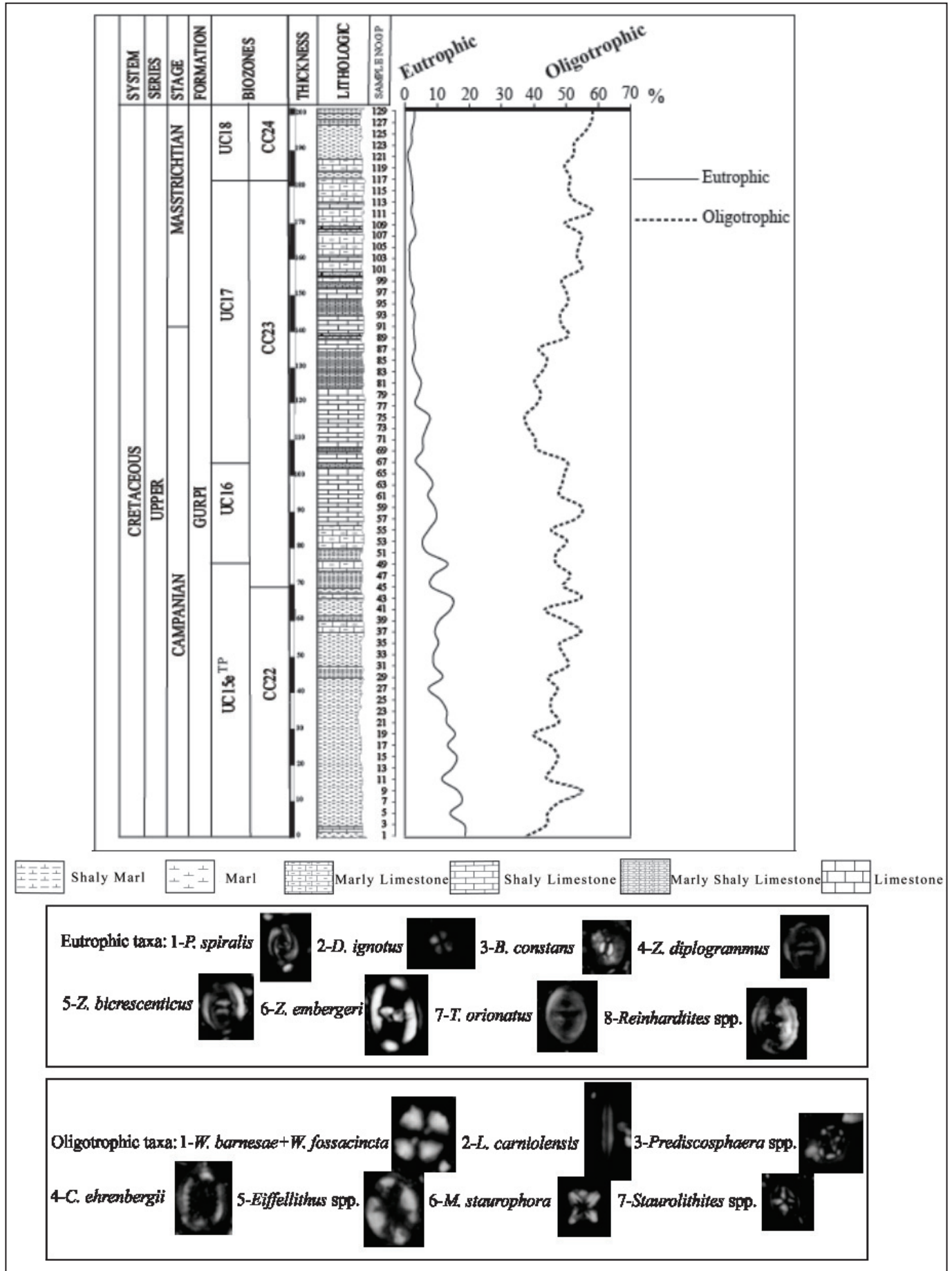
شکل ۳- نمایش گونهای شاخص تمام زیرین سازند گورپی برش بر، در مطالعه



شکل ۲- موقعیت گونهای شاخص نانو فسیلی در طول برش مورد مطالعه در تاندیس گورپی.



شکل ۴- نمایش گونه‌های شاخص مواد غذایی بالا در بخش‌های زیرین سازند گورپی در برش مورد مطالعه.



شکل ۵- نمایش نمودار مربوط به مجموع درصد فراوانی جنس و گونه‌های شاخص میزان بالای مواد غذایی (یوتروف) به موازات نمودار مجموع درصد فراوانی جنس و گونه‌های شاخص میزان پایین مواد غذایی (الیگوتروف).

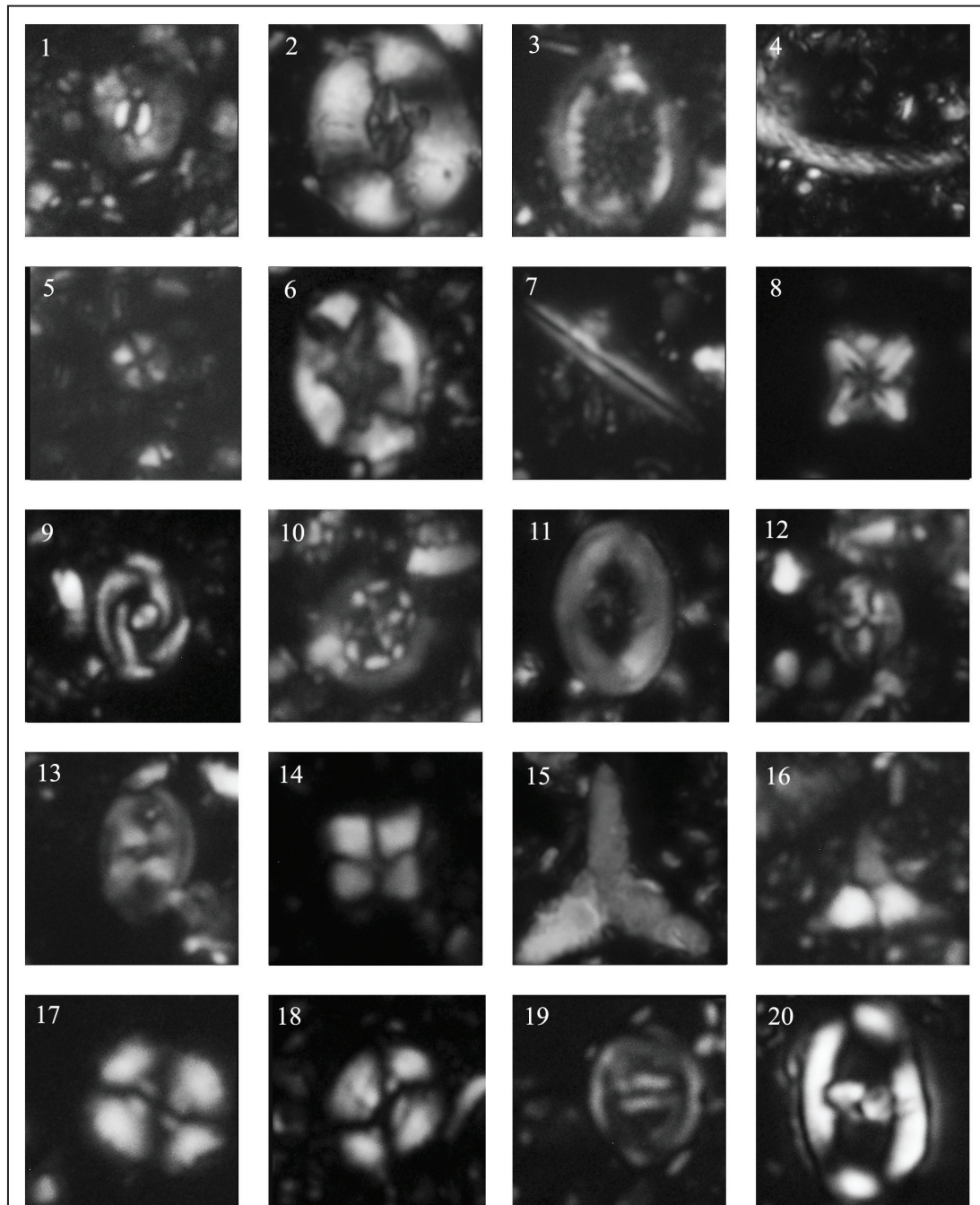


Plate 1

Fig. 1- *Biscutum constans* (Gorka, 1957) Black, 1959, XPL- 20° rotated (Sample 72); **Fig. 2-** *Broinsonia parca constricta* (Hattner et al., 1980), XPL (Sample 30); **Fig. 3-** *Cribrosphaerella ehrenbergii* (Arkhangelsky, 1912) Deflandre in Piveteau, 1952, XPL (Sample 40); **Fig. 4-** Curved spine, XPL (Sample 26); **Fig. 5-** *Discorhabdus ignotus* (Gorka, 1957) Perch-Nielsen, 1968, XPL (Sample 36); **Fig. 6-** *Eiffellithus eximius* (Stover, 1966) Perch-Nielsen 1968, XPL (Sample 32); **Fig. 7-** *Lithraphidites carniolensis* Deflandre (1963), XPL- 45° rotated (Sample 38); **Fig. 8-** *Micula staurophora* (Gardet, 1955) Stradner, 1963, XPL (Sample 60); **Fig. 9-** *Placozygus spiralis* (Bramlette and Martini, 1964) Hoffmann, 1970, XPL (Sample 45); **Fig. 10-** *Prediscosphaera cretacea* (Arkhangelsky, 1912) Gartner, 1968, XPL- 40° rotated (Sample 52); **Fig. 11-** *Reinhardtites anthophorus* (Deflandre, 1959) Perch-Nielsen, 1968, XPL (Sample 10); **Fig. 12-** *Staurolithites flavus* (Burnett, 1997), XPL (Sample 25); **Fig. 13-** *Tranolithus orionatus* (Reinhardt, 1966), XPL (Sample 34); **Fig. 14-** *Uniplanarius gothicus* (Deflandre, 1959) Hattner and Wise, 1980, XPL (Sample 18); **Fig. 15-** *Uniplanarius trifidus*-long (Stradner in Stradner and Papp 1961) Hattner and Wise 1980, XPL (Sample 24); **Fig. 16-** *Uniplanarius trifidus*-short (Stradner in Stradner and Papp 1961) Hattner and Wise 1980, XPL (Sample 28); **Fig. 17-** *Watznaueria barnesae* (Black, 1959) Perch- Nielsen, 1968, XPL- 45° rotated (Sample 44); **Fig. 18-** *Watznaueria fossacincta* (Black, 1971a) Bown in Bown and Cooper, 1989a, XPL- 40° rotated (Sample 42); **Fig. 19-** *Zeugrhabdotus diplogrammus* (Deflandre in Deflandre and Fert, 1954) Burnett in Gale et al., 1996, XPL (Sample 16); **Fig. 20-** *Zeugrhabdotus embergeri* (Noël, 1958) Perch-Nielsen, 1984, XPL (Sample 26); 2000x.

کتابنگاری

- آفانباتی، س.ع.، ۱۳۸۳- زمین شناسی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.
- پرنده آور، م.، ماهانی پور، ا. و آفانباتی، س.ع.، ۱۳۹۲- بایوستراتیگرافی نانوفسیل های آهکی اواخر مایستریشتین- ابتدای پالئوسن در برش شیخ مکان (یال شمال شرقی کبیر کوه)، پژوهش های چینه نگاری و رسوب شناسی، سال ۲۹، شماره پیاپی ۵۰، شماره ۱، صص. ۵۹ تا ۷۸.
- حسینی فالچی، ب.، ۱۳۸۵- لیتواستراتیگرافی و نانوستراتیگرافی سازند گورپی در برش تاقدیس منگشتو تاقدیس کمستان، (منطقه ایذه)، رساله کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۹۵ ص.
- زارعی، ا.، ۱۳۸۴- بیواستراتیگرافی و پالئوکولوژی سازند گورپی در برش الگو، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۱۰ ص.
- سنماری، س.، هادوی، ف. و خسروتهرانی، خ.، ۱۳۸۹- تطابق چینه شناسی زیستی نانوپلانکتون های آهکی و فرامینیفرهای پلانکتون سازند گورپی در غرب شیراز، فصلنامه زمین شناسی کاربردی، سال ۶، شماره ۲، صص. ۱۰۸ تا ۱۱۷.
- قاسمی نژاد، ا.، درویش زاده، ب. و قورچانی، ش.، ۱۳۸۶- بررسی تحولات مرز K/Pg در یال شمال شرقی کبیر کوه ایلام، جنوب غربی ایلام، مجله علوم دانشگاه تهران، شماره ۳۳، جلد ۱، صص. ۸۷ تا ۹۹.
- لطفعلی کنی، ا. و صالحی، ف.، ۱۳۸۰- بیواستراتیگرافی سازند گورپی در برش نمونه با استفاده از نانوفسیل های آهکی، نشریه دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی، شماره ۴، صص. ۴۰ تا ۵۱.
- وزیری مقدم، ح.، کاملی، ا.، قیامی، م. و طاهری، ع.، ۱۳۸۵- مقایسه چینه نگاری زیستی سازند گورپی در مقطع تیب (شمال غرب مسجد سلیمان) و سبزه کوه (جنوب غرب بروجن)، نشریه علوم دانشگاه تربیت معلم، جلد ۶، شماره ۳ و ۴، صص. ۸۰۳ تا ۸۲۶.
- هادوی، ف. و رساایزدی، م.، ۱۳۸۷- نانوستراتیگرافی سازند گورپی در برش دره شهر (جنوب شرق ایلام)، فصلنامه زمین شناسی کاربردی، سال ۴، شماره ۴، صص. ۲۹۹ تا ۳۰۸.

References

- Bornemann, A., Pross, J., Reichelt, K., Herrle, J. O., Hemleben, Ch. and 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*, V. 162, p. 623-639.
- Brand, L. E., 1994- Physiological ecology of marine coccolithophores. In: *Coccolithophores* Winter, A., Siesser, W. G. (Eds.), Cambridge University Press, Cambridge, p. 39- 49.
- Bukry, D. and Bramlette, M. N., 1970- Coccolith age determinations Leg 3, Deep Sea Drilling Project. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, V. 3, p. 589-611.
- Burnett, J. A., 1998- Upper Cretaceous. In: Bown, P.R. (Eds.), *Calcareous Nannofossil Biostratigraphy*, British Micropalaeontological Society Publication Series, Chapman and Hall Ltd. Kluwer Academic Publisher, London, p. 132-165.
- Erba, E., Castradori, F., Guasti, G. and Ripepe, M., 1992- Calcareous nannofossils and Milankovitch cycles: the example of the Gault Clay Formation (southern England). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, V. 93, p. 47- 69.
- Erba, E., Watkins, D. and Mutterlose, J., 1995- Campanian dwarf calcareous nannofossils from Wodejebato Guyot in Haggerty. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, V. 144, p. 141-155.
- Fischer, C. G. and Hay, W. W., 1999- Calcareous nannofossils as indicators of mid-Cretaceous paleofertility along an ocean front, US Western Interior. *Special papers geological society of America*, p. 161-180.
- Friedrich, O., Herrle, J. O. and Hemleben, C., 2005- Climatic changes in the Late Campanian-Early Maastrichtian Micropaleontological and stable isotopic evidence from an epicontinental sea. *Journal of Foraminiferal Research*, V. 35, p. 228-247.
- Hay, W. W., 2008- Evolving ideas about the Cretaceous climate and ocean circulation. *Cretaceous Research*, V. 29, p. 725- 753.
- Jago, C. F. and Jones, S. E. 2002- Diagnostic criteria for reconstruction of tidal continental shelf regimes: changing the paradigm. *Marine Geology*, V. 191(3), p. 95-117.
- James, G. A. and Wynd, J. G., 1965- Stratigraphic nomenclature of Iranian oil consortium agreement area. *American Association Petroleum Geology Memoir*, V. 49, p. 2182- 2245.
- Kessels, K., Mutterlose, J. and Ruffel, A., 2003- Calcareous nannofossils from the late Jurassic sediments of the Volga Basin (Russian Platform), evidence for productivitycontrolled black shale deposition. *Earth Sciences*, V. 92, p. 743-757.
- Linnert, C. and Mutterlose, J., 2008- Kalkige Nannofossilien des Untercrems (Oberkreide) von Buldern (Stadt Dülmen; NRW). *Geologie Paläontologie Westfalen*, V. 71, p. 77-101.
- Linnert, C. and Mutterlose, J., 2009- Evidence of increasing surface water oligotrophy during the Campanian-Maastrichtian boundary interval: Calcareous nannofossils from DSDP Hole 390A (Blake Nose). *Marine Micropaleontology*, V. 73, p. 26-36.
- Linnert, C. and Mutterlose, J., 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*, V. 299, p. 507-528.
- Linnert, C., Mutterlose, J. and Mortimore, R. 2011- Calcareous nannofossils from Eastbourne (southeastern England) and the paleoceanography of the Cenomanian-Turonian Boundary interval. *Palaios*, V. 26(5), p. 298-313.
- Mutterlose, J., Bornemann, A. and Herrle, J.O., 2005- Mesozoic calcareous nannofossils-state of the art. *Palaontologische Zeitschrift*, V. 79, p. 113- 133.

- Najafpour, A., Mahanipour, A. and Dastanpour, M. 2015- Calcareous nannofossil biostratigraphy of Late Campanian-Early Maastrichtian sediments in southwest Iran. *Arabian Journal of Geoscience*, V. 8, p. 6037-6046.
- Perch-Nielsen, K., 1985- Mesozoic calcareous nannofossils. In: Bolli, H.M., Saunders, J.B., and Perch-Nielsen, K. (Eds.), *Plankton Stratigraphy*. Cambridge Earth Science Series, Cambridge University Press, p. 329-426.
- Premoli Silvá, I. P., Erba, E. and Tornaghi, M. E. 1989- Paleoenvironmental signals and changes in surface fertility in Mid Cretaceous Corg-Rich pelagic facies of the Fucoid Marls (Central Italy). *Geobios*, V. 22, p. 225-236.
- Razmjooei, M. J., Thibault, N., Kani, A., Mahanipour, A., Boussaha, M. and Korte, Ch., 2014- Coniacian–Maastrichtian calcareous nannofossil biostratigraphy and carbon-isotope stratigraphy in the Zagros Basin (Iran): consequences for the correlation of Late Cretaceous Stage Boundaries between the Tethyan and Boreal realms. *Newsletters on Stratigraphy*, V. 47/2, p. 183-209.
- Roth, P. H. and Krumbach, K. R., 1986- Middle Cretaceous nannofossil biogeography and preservation in the Atlantic and Indian Oceans, implications for palaeoceanography. *Marine Micropaleontology*, V. 10, p. 235-266.
- Sissingh, W., 1977- Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nannoplankton. *Geology Mijnbouw*, V. 56, p. 37-65.
- 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*, V. 47, p. 323-356.
- Thibault, N. and Gardin, S., 2006- Maastrichtian calcareous nannofossil biostratigraphy and paleoecology in the Equatorial Atlantic (Demerara Rise, ODP Leg 207 Hole 1258A). *micropaleontology*, V. 49, p. 199-214.
- Thibault, N. and Gardin, S., 2007- The late Maastrichtian nannofossil record of climate change in the South Atlantic DSDP Hole 525A. *Marine Micropaleontology*, V. 65, p. 163-184.
- Tiraboschi, D., Erba, E. and Jenkyns, H. C., 2009- Origin of rhythmic Albian black shales (Piobbico core, central Italy): calcareous nannofossil quantitative and statistical analyses and paleoceanographic reconstructions. *Paleoceanography*, V. 24, p. 2222.
- Watkins, D. K. and Self Trail, J. M. 2005- Calcareous nannofossil evidence for the existence of the Gulf Stream during the late Maastrichtian. *Paleoceanography*, V. 20, PA 3006. doi: 10.1029/2004PA001121.
- Williams, J. R. and Bralower, T. J., 1995- Nannofossil assemblages, fine-fraction stable isotopes, and the paleoceanography of the Valanginian-Barremian (Early Cretaceous) North Sea Basin. *Paleoceanography*, V. 10, p. 815-839.
- Wilmsen, M., 2003- Sequence stratigraphy and palaeoceanography of the Cenomanian Stage in northern Germany. *Cretaceous Research*, V. 24, p. 525-268.
- Wilmsen, M., Niebuhr, B. and Hiss, M., 2005- The Cenomanian of northern Germany, faciesanalysis of a transgressive biosedimentary system. *Facies*, V. 51, p. 242-243.
- Winter, A., Jordan, R. W., and Roth, P. H., 1994- Biogeography of living coccolithophores. In: Winter, A., Siesser, W.G. (Eds.), *Coccolithophores*, 161-117, Cambridge University Press, Cambridge.
- Ziveri, P., Baumann, K. H., Böckel, B., Bollmann, J. and Young, J. R., 2004- Biogeography of selected Holocene coccoliths in the Atlantic Ocean. In: Thiersten, H.R., Young, J.R. (Eds.), *Coccolithophores: from molecular processes to global impacts*, Springer Verlag, p. 403-428.

Evaluation of Late Campanian - Early Maastrichtian surface water nutrients of the Gurpi Formation, Gurpi anticline: evidence from calcareous nannofossils

A. Mahanipour^{1*}, A. Najafpour² and M. Dastanpour³

¹Assistant Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

²M.Sc., Department of Geology, Faculty of Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

³Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

Received: 2014 November 24

Accepted: 2016 July 04

Abstract

Calcareous nannofossils have been investigated at the lower part of the Gurpi Formation at the southwest of Gurpi anticline. According to the index calcareous nannofossils CC22/UC15e^{TP} to CC24/UC18 bio-zones have been identified and the age of Late Campanian - Early Maastrichtian is considered for the studied interval. Statistical analysis of the assemblages indicate the presence of high and low nutrient taxa. The relative abundance of oligotrophic taxa (*Watznaueria barnesae*, *Watznaueria fossacincta*, *Prediscosphaera* spp., *Eiffellithus* spp., *Lithraphidites carniolensis*, *Staurolithites* spp., *Micula staurophora*, *Cribrosphaerella ehrenbergii*) is higher than eutrophic forms (*Biscutum constans*, *Discorhabdus ignotus*, *Placozygus spiralis*, *Reinhardtites* spp., *Zeugrhabdotus* spp., *Tranolithus orionatus*), and an increasing trend in the relative abundance of oligotrophic taxa along with a decreasing trend in the relative abundance of eutrophic forms can be observed towards the upper parts of the section (Campanian-Maastrichtian boundary and Early Maastrichtian).

Keywords: Paleoecology, Gurpi Formation, Biostratigraphy, Campanian, Maastrichtian, Calcareous nannofossils.

For Persian Version see pages 257 to 266

*Corresponding author: A. Mahanipour; E-mail: a_mahanipour@uk.ac.ir