



میکروبیواستراتیگرافی و بوم‌شناسی دیرینه سازند آب تلخ بر مبنای روزن‌داران در برش قره‌سو (جنوب غرب کلات نادری، شمال شرق ایران)

سیدمحسن نیازی^{۱*}، محمد وحیدی نیا^۲، علیرضا عاشوری^۳

۱- دانشجوی دکتری، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲- دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۳- استاد گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

*پست الکترونیک: Geologist21@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۹۰/۸/۵

تاریخ دریافت: ۹۰/۴/۸

چکیده

به منظور انجام مطالعات میکروبیواستراتیگرافی و بوم‌شناسی دیرینه سازند آب تلخ در حوضه کپه‌داغ، برش قره‌سو در یال جنوبی ناودیس کلات نادری انتخاب شده است. ستبرای سازند آب تلخ در این برش ۱۴۱۰ متر بوده و غالباً شامل مارن و سنگ آهک مارنی است. مطالعات انجام شده به شناسایی ۱۴ جنس و ۴۰ گونه از روزن‌داران پلانکتونی در ۵ زون زیستی منجر شده است. گونه‌های شناسایی شده نشان‌دهنده سن ابتدای کامپانین پیشین - کامپانین پسین برای سازند آب تلخ در برش قره‌سو می‌باشد. علاوه بر این، با استفاده از تغییرات جمعیت روزن‌داران پلانکتونیک به بنتونیک و نیز نسبت اشکال بنتونیک سطح‌زی به درون‌زی، تغییرات بوم‌شناختی دیرینه بررسی شده است. بر این اساس سازند آب تلخ به چهار بخش P1، P2، P3 و P4 تقسیم شده که در بخش‌های P1 و P3 آن، سطح آب و مواد غذایی بالا و میزان اکسیژن پایین بوده است در حالی که در بخش‌های P2 و P4 سطح آب و میزان مواد غذایی کاهش یافته، ولی سطح انرژی محیط و میزان اکسیژن افزایش داشته است.

واژه‌های کلیدی: سازند آب تلخ، برش قره‌سو، کامپانین پیشین، کامپانین پسین، بوم‌شناسی دیرینه.

مقدمه

دارد (وحیدی نیا، ۱۳۸۶). از نظر سنگ‌شناسی غالب این سازند شیل و مارن است. برش قره‌سو در ۱۵۱ کیلومتری شمال مشهد و در جنوب غربی شهرستان کلات نادری (استان خراسان رضوی) و در منطقه قره‌سو قرار گرفته است. ضخامت سازند آب تلخ در برش مذکور ۱۴۱۰ متر

سازند آب تلخ یکی از واحدهای سنگ‌چینه‌ای کرتاسه پسین در حوضه کپه‌داغ است. نام این سازند از روستای آب تلخ که در ۷۷ کیلومتری شمال شرق مشهد و در مسیر جاده بزنگان - چهچهه قرار دارد، گرفته شده است. برش الگوی آن در گردنه مزدوران واقع شده و ۸۰۳ متر ضخامت

روش کار

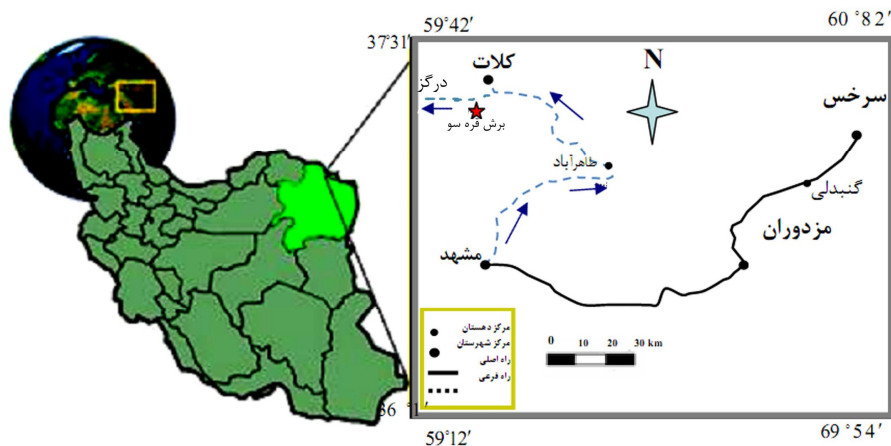
برای مطالعه سازند آب تلخ، در برش قره سو، تعداد ۱۶۵ نمونه در راستای عمود بر سطح لایه بندی برداشت شده و برای این که اثرات هوازدگی در کیفیت نمونه‌ها تأثیری نداشته باشد، عمل نمونه برداری از اعماق ۳۰ تا ۵۰ سانتی متری انجام گردیده است. از آن جا که نمونه‌ها مارنی و سست بوده از روش شست و شو (Washing) برای آماده سازی استفاده شده است. در این روش برای خیساندن نمونه‌های مارنی و شیلی، محلول ۱۰٪ آب اکسیژنه و برای شست و شو، از الکهای ۱۲۰ و ۲۳۰ مش استفاده شده است. از ۱۶۵ عدد نمونه برداشت شده، ۸۰ عدد آن برای بوم شناختی دیرینه انتخاب و از هر نمونه (الک ۱۲۰ مش)، تعداد ۲۵۰ تا ۳۰۰ عدد از روزن داران مورد شمارش قرار گرفته است.

موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی

سازند آب تلخ در برش قره سو در جنوب غربی شهرستان کلات نادری واقع شده است. برای دسترسی به برش مذکور پس از طی فاصله ۱۴۱ کیلومتری در مسیر جاده مشهد به کلات نادری به سه راهی مشهد - کلات - درگز می‌رسیم. پس از طی طریقی ۲/۵ کیلومتری به سمت غرب و در مسیر جاده درگز به برش مذکور خواهیم رسید (شکل ۱).

مختصات بخش قاعده‌ای آن به شرح زیر است:

$$X=59^{\circ}42'03'' \quad Y=36^{\circ}56'38''$$



شکل ۱: راههای دسترسی و موقعیت برش قره سو

اندازه گیری شده است. مرز زیرین آن با سازند آب دراز و مرز بالایی آن با سازند نیزار پیوسته و هم شیب می باشد. علاوه بر تعیین سن و جایگاه چینه شناسی، اهداف بوم شناسی این تحقیق، شامل تعیین عمق دیرینه و تغییرات عوامل مواد غذایی و اکسیژن در سازند آب تلخ مورد بررسی قرار گرفته است.

تاریخچه مطالعات قبلی

بر اساس روزن داران، کلاتری (۱۳۶۹)، سن این سازند را در برش پادها - پدعلی سنونین گزارش کرده است در حالی که بزرگ نیا (۱۳۶۴) در برش چهچهه سن آن را سانتونین، کامپانین، ماستریشتین و در برش حمام قلعه کامپانین، ماستریشتین گزارش کرده است (افشار حرب ۱۳۷۳). جنتی و یزدان پناه (۱۳۷۹) با مطالعه نانوفسیلهای سازند آب تلخ در برش الگو (گردنه مزدوران) سن آن را متعلق به سانتونین پسین - ماستریشتین پیشین می دانند، اما هادوی و همکاران (۱۳۸۴) در بازنگری دیگری، برش الگوی سازند را به کامپانین پیشین - ماستریشتین پسین نسبت داده اند. وحیدی نیا (۱۳۸۶) سن سازند آب تلخ را در برشهای الگو، حمام قلعه، چهچهه، بر اساس روزن داران، کامپانین پیشین - ماستریشتین میانی تعیین کرده است.

چینه شناسی

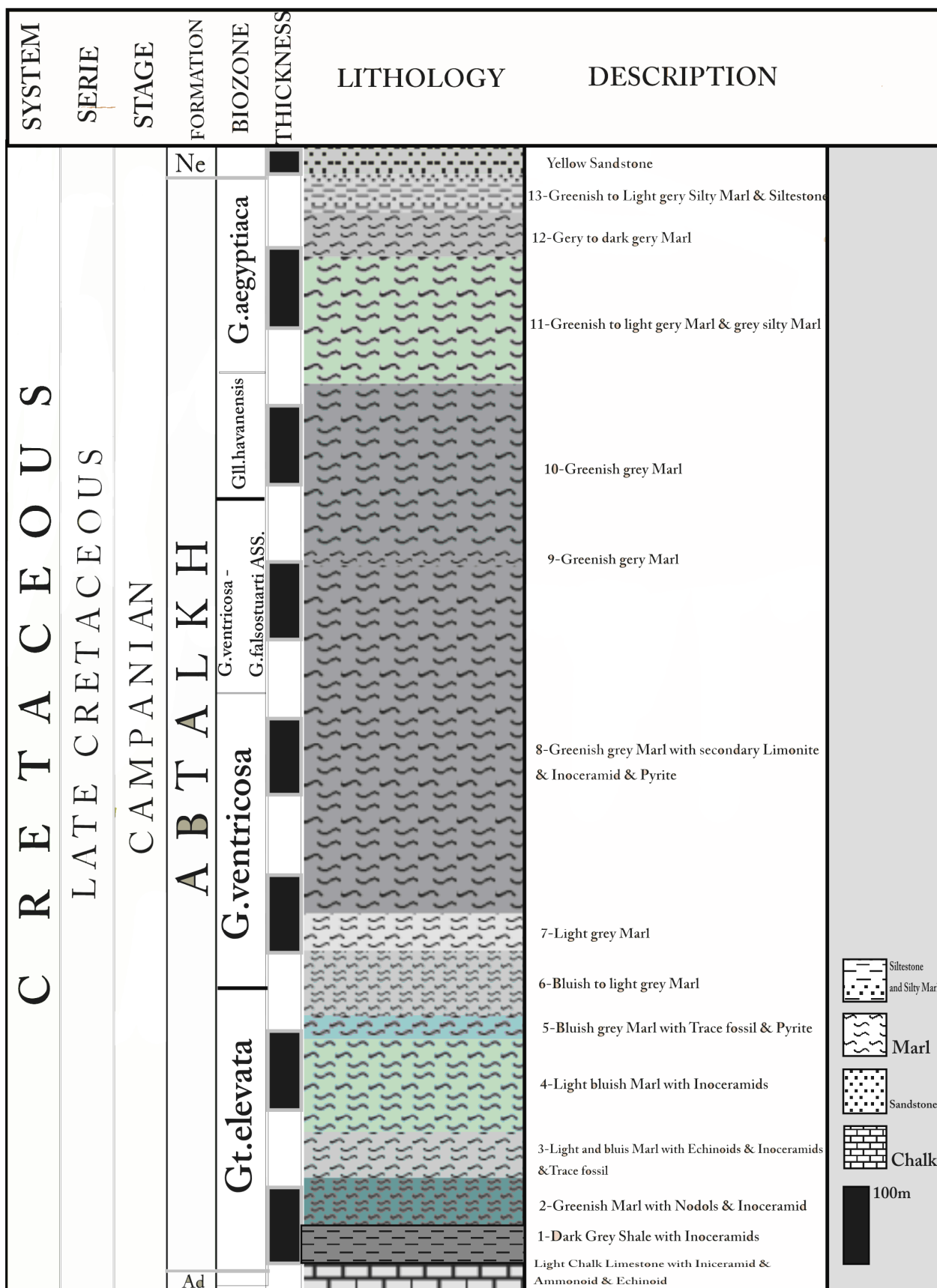
- ۳۰ متر مارنهای آهکی خاکستری متمایل به آبی حاوی آثار فسیلی و کانی پیریت
- ۸۳ متر مارنهای خاکستری روشن متمایل به آبی
- ۵۰ متر مارنهای خاکستری روشن
- ۴۴۶ متر مارنهای خاکستری متمایل به سبز با لایه های لیمونیتی ثانویه، دوکفه ای اینوسراموس و کانی پیریت
- ۲۴ متر مارنهای خاکستری تیره
- ۲۱۱ متر مارنهای خاکستری متمایل به سبز
- ۱۶۵ متر مارنهای روشن متمایل به سبز و مارنهای سیلتی خاکستری دارای فسیلهای روزن داران
- ۵۵ متر مارنهای خاکستری تا خاکستری تیره
- ۵۳ متر مارنهای سیلتی و سیلتستون خاکستری روشن متمایل به سبز

زیست چینه نگاری

Bolli (1966) فاصله آپتین تا ماستریشتین را در مقیاس جهانی و در ۱۹ زون تقسیم بندی کرده است. نتایج کارهای Moulde (1966) برای بارمین — آپتین و Longoria (1974) و Sigal (1966) برای آلبن به تقسیم بندی این آشکوبها منجر شد. سپس Caron (1985) فاصله هوتریوین تا ماستریشتین را در ۲۸ زون مطرح نمود، اما بعد از سال ۱۹۹۵ برخی منابع مانند Robazynski & Caron (1995)، Pettrizo (2003)، Silva Premoli (2004) تغییراتی را در این زون بندی به خصوص در کامپانین و ماستریشتین دادند. زون بندی استفاده شده در نوشتار حاضر، زون بندی Robaszynski & Caron (1995) است که با الگوی کرونواستراتیگرافی Herdenbol *et al.* (1998) مطابقت دارد (شکل ۳).

سازند آب تلخ در برش قره سو در یال جنوبی ناودیس کلات نادری قرار گرفته است. مرز زیرین آن مانند سایر برشهای این سازند به صورت پیوسته و هم شیب با سازند آب دراز است، اما مرز بالایی بر خلاف وجود ناپیوستگی فرسایشی (Disconformity) که در برشهای الگو (مزدوران)، پادها و چهچهه گزارش شده، همانند برش حمام قلعه که نزدیکترین برش به برش مورد مطالعه است، پیوسته و هم شیب است (وحیدی نیا، ۱۳۸۶). ضخامت سازند آب تلخ در بخشهای مختلف حوضه رسوبی کپه داغ متغیر بوده که این تغییرات شدید ضخامت احتمالاً می تواند حاصل تحولات تکتونیکی حوضه و همچنین تغییرات در شرایط و محیط رسوب گذاری باشد. به طوری که ضخامت آن در برش الگو ۸۰۳ متر و در برش پادها- پدعلی ۱۲۵۰ متر و در برخی نقاط مانند چاه شماره یک گنبدلی و چاه شماره یک خانگیران به زیر ۳۰۰ متر می رسد (افشار حرب ۱۳۷۳؛ وحیدی نیا، ۱۳۸۶). اما سازند آب تلخ در برش قره سو با ضخامت ۱۴۱۰ متر یکی از ضخیم ترین برشهاست که به ۱۳ واحد به شرح زیر تقسیم شده است (شکل ۲):

- ۴۵ متر شیلهای خاکستری تیره متمایل به سبز دارای اینوسراموس
- ۶۴ متر شیلهای آهکی متمایل به سبز دارای نودول و فسیل اینوسراموس
- ۶۰ متر مارنهای خاکستری روشن تا خاکستری متمایل به آبی دارای ماکروفسیلهای خارپوستان و دوکفه ایهایی مانند اینوسراموس، و همچنین آثار فسیلی
- ۱۲۰ متر شیل و مارنهای خاکستری روشن متمایل به آبی واجد اینوسراموس



شکل ۲: ستون چینه شناسی سازند آب تلخ در برش قره سو

Tethyan biozones Robaszynski & Caron 1995		This study	El Kef & Elles Li et al 1999	Robaszynski 2010 Tunisia	Odin(2001) Tercis(France)	Caron(1985)
MAASTRICHTIAN	Abathomphalus mayaroensis		Contusotruncana contusa	Contusotruncana contusa	Contusotruncana contusa	Abathomphalus mayaroensis
	Gansserina gansseri		Gansserina gansseri	Gansserina gansseri	Rugoglobigerina scotti	Gansserina gansseri
			Rugoglobigerina hexacamirata			Globotruncana aegyptica
			Globotruncana aegyptica			Globotruncanella havanensis
CAMPANIAN	Globotruncana aegyptica	Globotruncana aegyptiaca	Globotruncana aegyptica	Globotruncana falsostuarti	Globotruncanella havanensis	Globotruncanita calcarata
	Globotruncanella havanensis	Globotruncanella havanensis				Globotruncana ventricosa
	Globotruncanita calcarata	G.falsostuarti - G.ventricosa Ass.Zone	Globotruncanita calcarata	Globotruncanita calcarata	Globotruncanita calcarata	
	Globotruncana ventricosa	Globotruncana ventricosa	Globotruncana ventricosa	Globotruncana ventricosa	Globotruncana rugosa Globotruncana ventricosa	
	Globotruncanita elevata	Globotruncanita elevata	Globotruncanita elevata	Globotruncanita elevata	Globotruncanita elevata	Globotruncanita elevata

شکل ۳: زون بندیهای کامپانین - ماستریشتین بر مبنای روزن داران پلانکتونیک

مرز سانتونین - کامپانین

بر اساس نوشته Caron (1985) مرز سانتونین - کامپانین بر مبنای انقراض جنسهای *Dicarinella* و *Marginotruncana* مشخص می شود.

در برشهای تتیس، *Margiontruncanids* در کمی بعد از انقراض *Dicarinella asymetrica* و در پایین ترین بخشهای زون *Globotruncanita elevata* صورت می گیرد (Premoli Silva & Sliter 1994; Robaszynski, 1995).

Contusotruncana contusa و *scotti* نشان دهنده شروع ماستریشتین می باشد (Odin, 2001).

Elles Li & Keller (1998) مرز Cp/Ma را در برش تونس در انتهای زون *R. calcarata* قرار داده اند. Li *et al.* (1999) این مرز را همزمان با اولین حضور *Rugoglobigerina hexacamirata* دانسته، ولی در بازبینی که توسط Caron & Robaszynski (1995) بر روی آمونیتها صورت گرفت، پذیرش انتهای زون *R. calcarata* به عنوان مرز تأیید نشد (Robaszynski, 2010).

بایوزوناسیون سازند آب تلخ در برش قره سو

۴۰ گونه متعلق به ۱۴ جنس از روزن داران در توالیهای سازند آب تلخ در برش قره سو شناسایی شده است (شکل ۴) که در این میان هیچ کدام از روزن داران شاخص ماستریشتین مشاهده نمی شوند. برای شناسایی روزن داران بتیک سازند آب تلخ در برش قره سو از منابعی چون Cushman (1946)، Bolli *et al.* (1994)، Alegret & Thomas (2001)، وحیدی نیا (۱۳۸۶) و اصغریان رستمی (۱۳۸۷) و برای شناسایی روزن داران پلانکتونیک هم از منابعی نظیر Pustuma (1971)، Robaszynski *et al.* (1984)، Caron (1985)، Petrizzo (2001)، Silva & Verga (2001)، (2004)، وحیدی نیا (۱۳۸۶) و اصغریان رستمی (۱۳۸۷) استفاده شده است.

بخشهای ابتدایی سازند آب تلخ در این برش مبین بخشهای ابتدایی کامپانین است. حضور گونه های جنس *Marginotruncana* و *Globotruncana elevata* و همچنین نبود *D. asymetrica* نیز همین موضوع را اثبات می کند. با توجه به انتشار فسیلهای روزن داران در برش قره سو، ۵ زون زیستی شناسایی شده است که با زون بندیهای مانند Caron & Robaszynski (1995) و Premoli Silva (2004) که در آن سن زون بندیها تغییر

بنابراین *Marginotruncanids* نیز می توانند در قاعده زون *Gt. elevata* (کامپانین پیشین) حضور داشته باشند.

در Kerguelen Plateau (اقیانوس هند) و Exmoth Plateau (استرالیا)، انقراض گونه های *Marginotruncana* در آخرین بخشهای زون *D. asymetrica* و قبل از ظهور *Globigerinelloides impensus* واقع شده است (Premoli Silva & Sliter, 1994; Petrizzo, 1999, 2000, 2001). اما Petrizzo *et al.* (2003) مرز سانتونین - کامپانین را در برشی از ایتالیا (حوضه تتیس) همزمان با آخرین حضور *D. asymetrica* و اولین حضور *Globotruncana neotricarinata* دانسته اند. Premoli Silva (2004) معتقد است که اولین حضور جنس *Rugoglobigerina* مانند، *R. rugosa* نشان دهنده بالایی ترین بخشهای سانتونین و انقراض جنس *Dicarinella* نشان دهنده پایین ترین بخشهای کامپانین می باشد.

مرز کامپانین - ماستریشتین

مؤلفان متعددی در سالهای قبل از ۱۹۹۵، آخرین حضور *Radotruncana calcarata* را مرز Cp/Ma دانستند. مطالعه این مرز و زون بندی آن، در حوضه تونس، توسط Robaszynski *et al.* (2000) صورت گرفته که برای تعیین آن از آمونیتها استفاده شده استبر ای اساس، مرز Cp/Ma در فاصله ۵۰ متری بعد از اولین ظهور *Gansserina gansseri* می باشد. کمیته بین المللی چینه شناسی کرتاسه در سال ۱۹۹۵، برش Tercis فرانسه را به عنوان Global Standard Stratotype (GSSP) برای مرز کامپانین - ماستریشتین پذیرفته است (Robaszynski, 2010).

آنچه مشخص است تعیین مرز کامپانین - ماستریشتین در برش Tercis بر اساس آمونیتها صورت گرفته و آخرین حضور *R. calcarata* قبل از این مرز گزارش شده است. بر این اساس در برش مذکور اولین حضور *Rugoglobigerina*

Globotruncanita ventricosa, *Globotruncana elevata*, *Globotruncana linneiana*, *Globotruncana hilli*, *Globotruncana rugosa*, *Pseudotextularia nuttali*, *Contusotruncana fornicata*, *Globotruncanita elevata*, *Contusotruncana pataliformis*, *Globotruncana arca*, *Archeoglobigerina cretacea*, *Archeoglobigerina blowi*, *Globotruncana lapparanti*, *Globotruncana mariei*, *Globotruncana oreintalis*, *Leaviheterohelix dentata*, *Macroglobigerinelliodes prairiehillensis*, *Macroglobigerinelloides multispinus*, *Ventrilabrella austiniana*, *Pseudoguembelina exculata*, *Globotruncana bulloides*, *Macroglobigerinelloides bolli*, *Globotruncanita stuartiformis*, *Rugoglobigerina rugosa*.

3- *Globotruncana falsostuarti* – *Globotruncana ventricosa* Assemblage Zone (Late Campanian)

این زون در حدود ۲۷۵ متر ضخامت دارد. حد پایینی آن توسط اولین حضور *Globotruncana falsostuarti* و حد بالایی آن توسط چند گونه از جنس *Globotruncanella* مانند *Globotruncanella havanensis* و به ویژه *Globotruncanella petaloidae* مشخص می‌شود (Premoli Silva, 2004). این زون معادل زون انقراض همین گونه مشخص می‌شود. مهمترین فسیلهای پلانکتونیک این زون به شرح زیر است:

Globotruncana ventricosa, *Globotruncana arca*, *Globotruncana linneiana*, *Globotruncana rugosa*, *Pseudotextularia nuttali*, *Globotruncana falsostuarti*, *Macroglobigerinelloides prairiehillensis*, *Macroglobigerinelloides multispinus*, *Rugotruncana subcircumnodifer*, *Contusotruncana fornicata*, *Archeoglobigerina cretacea*, *Archeoglobigerina blowi*, *Globotruncana mariei*, *Leaviheterohelix dentata*, *Heterohelix globolusa*, *Rugoglobigerina rugosa*, *Contusotruncana pataliformis*, *Rugoglobigerina milamensis*, *Rugoglobigerina macrocephala*, *Macroglobigerinelloides bolli*.

کرده است، مطابقت دارد و بر این اساس، سن سازند ابتدای کامپانین پیشین تا کامپانین پسین در نظر گرفته شده است.

1- *Globotruncanita elevata* Partial range Zone (Early Campanian)

این بایوزن ۳۶۳ متر ضخامت دارد. مرز زیرین آن بر اساس آخرین حضور گونه *Dicarinella asymetrica* تعیین می‌شود که در این برش مشاهده نشده است، ولی اولین ظهور *Globotruncanita elevata* و فونای همراه آن، قاعده این زون را نشان می‌دهند. حد بالایی آن توسط اولین حضور *Globotruncana ventricosa* مشخص شده است.

مهمترین فسیلهای پلانکتونیک این زون به شرح زیر است: *Globotruncanita elevata*, *Globotruncana arca*, *Globotruncana linneiana*, *Globotruncana lapparanti*, *Globotruncana angusticarinata*, *Archeoglobigerina cretacea*, *Archeoglobigerina blowi*, *Globotruncana bulloides*, *Contusotruncana fornicata*, *Globotruncanita stuartiformis*, *Macroglobigerinelliodes prairiehillensis*, *Macroglobigerinelloides multispinus*, *Pseudotextularia nuttali*, *Heterohelix globolusa*, *Contusotruncana pataliformis*, *Leaviheterohelix dentata*, *Leaviheterohelix pulchra*, *Heterohelix carinata*, *Heterohelix striata*, *Marginotruncana marginata*, *Marginotruncana coronata*, *Globotruncana oreintalis*.

2- *Globotruncana ventricosa* Interval Zone (Middle Campanian)

این بایوزن ۳۶۲ متر ضخامت دارد که حد زیرین توسط اولین حضور *Globotruncan ventricosa* و حد بالایی آن توسط اولین حضور *Radortuncana calcarata* مشخص می‌شود، اما به دلیل عدم حضور این فسیل در رسوبات از اولین حضور فسیل همراه آن یعنی *Globotruncana falsostuarti* برای تعیین حد بالایی استفاده شده است (مطابق با Premoli Silva, 2004). مهمترین فسیلهای پلانکتونیک این زون به شرح زیر است:

stuartiformis, *Globotruncana ventricosa*, *Archeoglobigerina blowi*, *Globotruncana lapparanti*, *Archeoglobigerina cretacea*, *Macroglobigerinelloides prairiehillensis*, *Globotruncana bulloides*, *Rugoglobigerina rugosa*, *Globotruncana mariei*, *Globotruncana arca*, *Pseudotextularia nuttali*, *Globotruncana falsostuarti*, *Macroglobigerinelloides bolli*, *Heterohelix striata*, *Arheoglobigerina australis*.

بوم شناسی دیرینه

در این برش برای بررسی تغییرات بوم شناختی دیرینه بر روی سازند آب تلخ ۸۰ عدد از ۱۶۵ نمونه انتخاب شده ولی نمونه‌هایی که عمل حمل شدگی یا انحلال روی آنها صورت گرفته بود و باعث ایجاد ناهنجاری می‌شدند، حذف گردید. در این مطالعه در هر نمونه تعداد ۲۰۰ تا ۳۰۰ عدد از روزن‌داران شمارش گردیده است.

عمق سنجی دیرینه

در دهه ۵۰ میلادی اولین مدل تغییرات عمق توسط Grimsdale & Van Morkhovan (1955) ارائه شده است. آنها نشان دادند که نسبت روزن‌داران پلانکتونیک با افزایش عمق افزایش می‌یابد. روزن‌داران پلانکتونیک به طور قائم در آبهای نریٹیک غایب هستند و افزایش آنها نشانگر افزایش عمق است. درصد روزن‌داران پلانکتون (%P) با افزایش عمق آب و فاصله از خط ساحلی افزایش می‌یابد و تا نزدیک ۱۰۰٪ به خصوص در بخشهای زیرین باتیال و آیسال می‌رسد (Berger & Diesterr-Haass, 1988; Douglas & Woodruff, 1981).

Wright (1977) برای تعیین عمق معادله‌ای را پیشنهاد داده که در آن e عدد نپر ($e=2.71828$) و $P\%$ درصد روزن‌داران پلانکتونیک می‌باشد:

$$\text{Depth} = e (0.042 \times \%P + 3.48)$$

4- *Globotruncanella havanensis* Partial range Zone (Late Campanian)

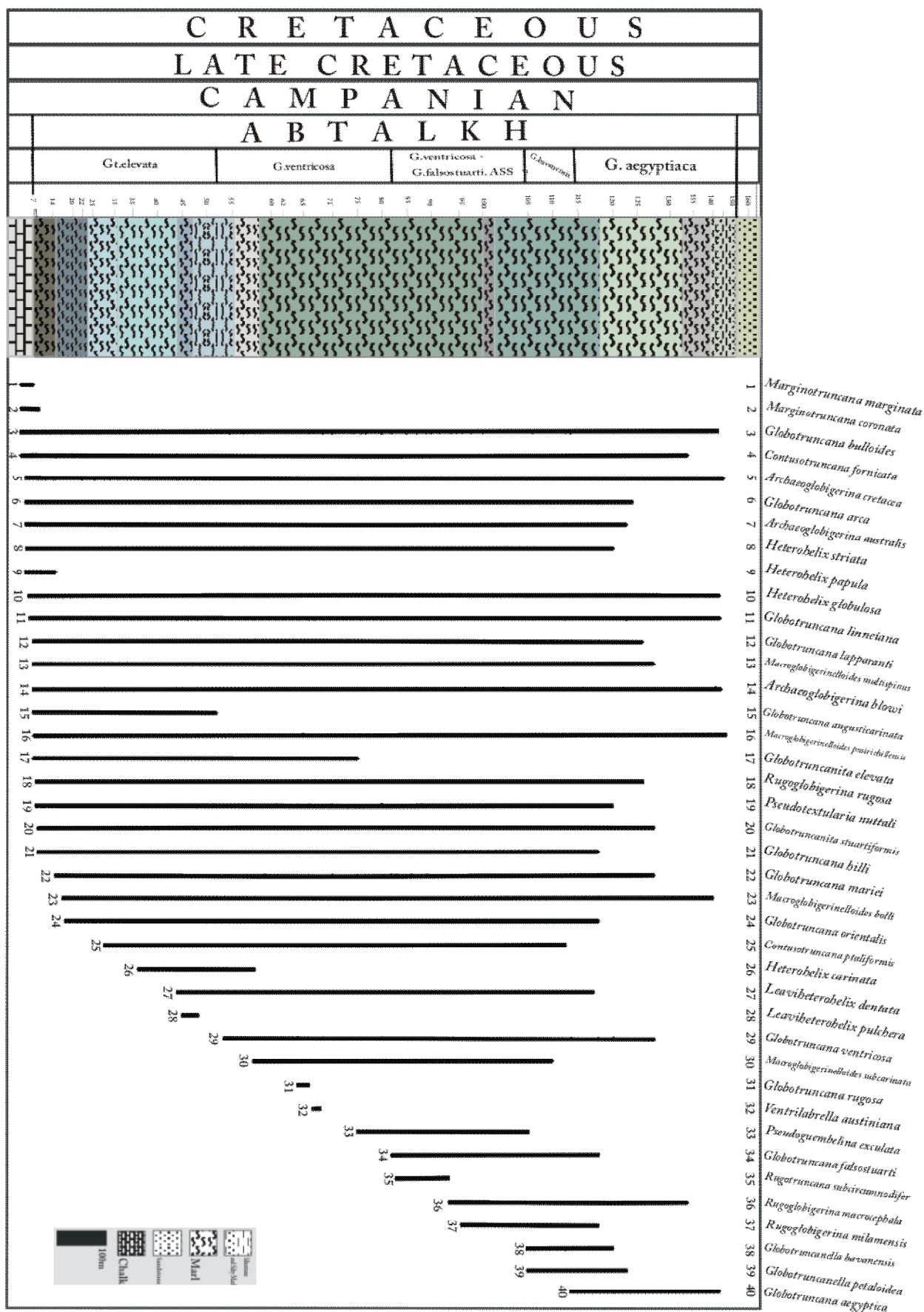
این زون ۱۴۰ متر از ضخامت سازند را دربر گرفته است. حد زیرین آن توسط اولین حضور چند گونه از جنس *Globotruncanella* و حد بالایی آن نیز بر اساس اولین حضور *Globotruncana aegyptiaca* تعیین شده است. مهمترین فسیلهای پلانکتونیک این زون به شرح زیر است:

Globotruncana havanensis, *Globotruncana petaloidae*, *Leaviheterohelix dentata*, *Pseudoguembelina exculata*, *Globotruncana ventricosa*, *Globotruncana arca*, *Globotruncana linneiana*, *Pseudotextularia nuttali*, *Globotruncana falsostuarti*, *Macroglobigerinelloides prairiehillensis*, *Macroglobigerinelloides multispinus*, *Rugotruncana subcircumnodifer*, *Contusotruncana fornicata*, *Archeoglobigerina cretacea*, *Archeoglobigerina blowi*, *Globotruncana mariei*, *Heterohelix globulosa*, *Rugoglobigerina rugosa*, *Contusotruncana pateliformis*, *Rugoglobigerina milamensis*, *Rugoglobigerina macrocephala*, *Macroglobigerinelloides bolli*, *Globotruncana orientalis*, *Macroglobobigerinelloides subcarinata*.

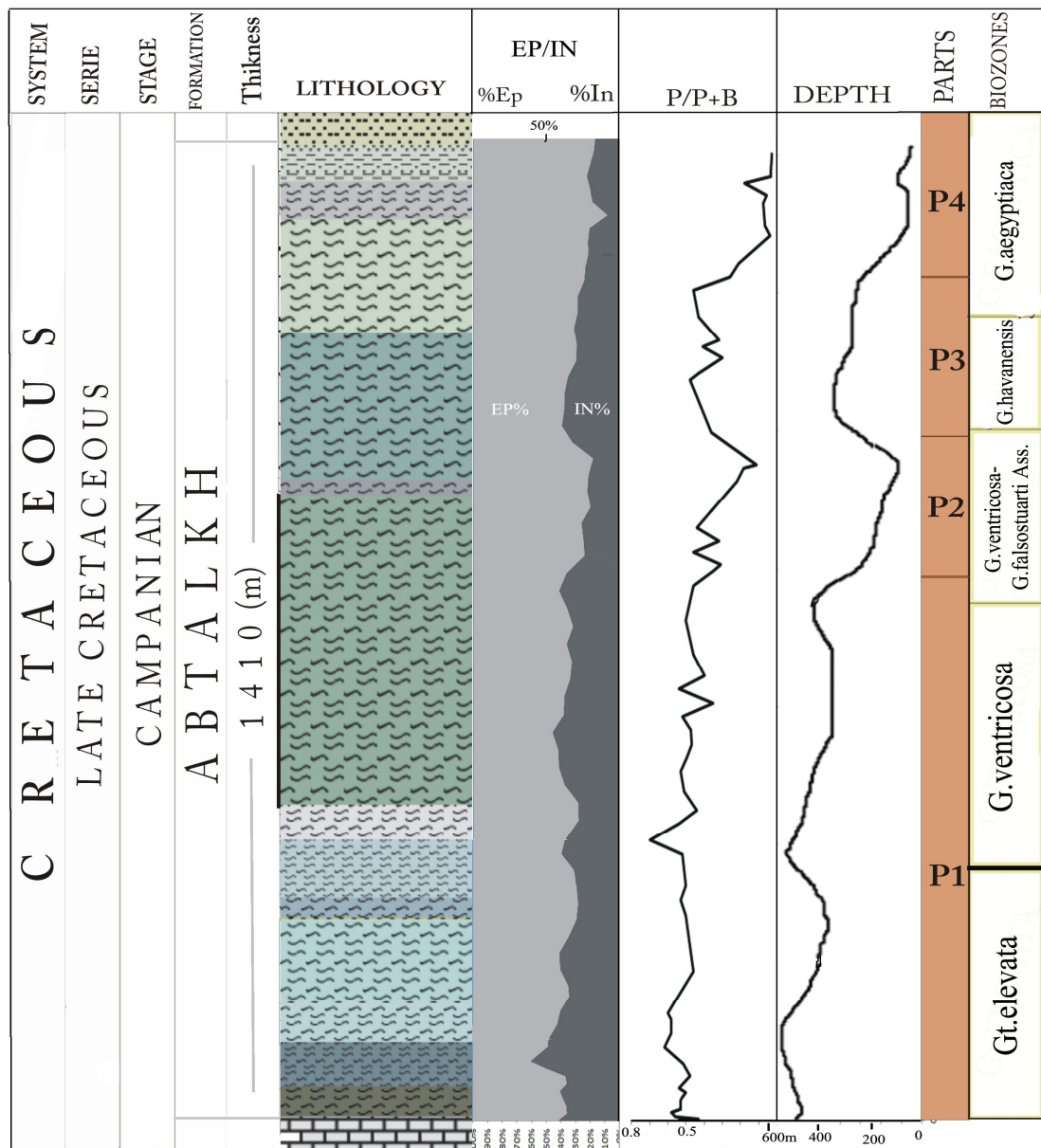
5- *Globotruncana aegyptica* Interval Zone (Late Campanian)

این زون ۲۷۰ متر ضخامت دارد. حد پایینی آن بر اساس اولین حضور *Globotruncana aegyptiaca* و حد بالایی آن توسط اولین حضور گونه *Gansserina gansseri* مشخص می‌شود، اما در برش قره‌سو به دلیل عدم حضور *G. gansseri* در رأس سازند حد بالای آن نامشخص است. لازم به ذکر است که ۱۵ متر پایانی سازند آب تلخ در بالای این زون به دلیل کاهش عمق شدید، دچار تغییر سنگ شناسی از مارن به سیلت سنگهای فاقد فسیلهای شاخص روزن‌داران پلانکتونیک شده است. مهمترین فسیلهای پلانکتونیک این زون به شرح زیر است:

Globotruncana aegyptica, *Globotruncana havanensis*, *Globotruncana petaloidae*, *Leaviheterohelix dentata*, *Contusotruncana fornicata*, *Globotruncana linneiana*, *Globotruncanita*



شکل ۴: نمودار انتشار قائم روزن داران سازند آب تلخ در برش قره سو



شکل ۵: منحنیهای ترسیمی حاصل از تغییرات جمعیت روزن‌داران (منحنی تغییرات عمق و نسبت EP/IN)

در این مطالعه برای نشان دادن تغییرات عمق سازند آب تلخ از رابطه Van der Zwaan (1990) و مدل Berggren (1998) استفاده شده که نتایج حاصل از آن در شکل ۵ آورده شده است.

با توجه به منحنی به دست آمده بر اساس داده‌های عمق که در تطابق با تغییرات نسبت روزن‌داران بتئیک سطح‌زی به درون‌زی و همچنین در تطابق با نسبت P/P+B هستند، این سازند به ۴ بخش تقسیم گردیده است (شکل ۵):

با گذشت زمان این معادله تکامل یافت به طوری که Van der Zwaan *et al.* (1990) معادله زیر را ارائه و در آن اشکال درون‌زی (Infaunal) را از رابطه حذف کردند:

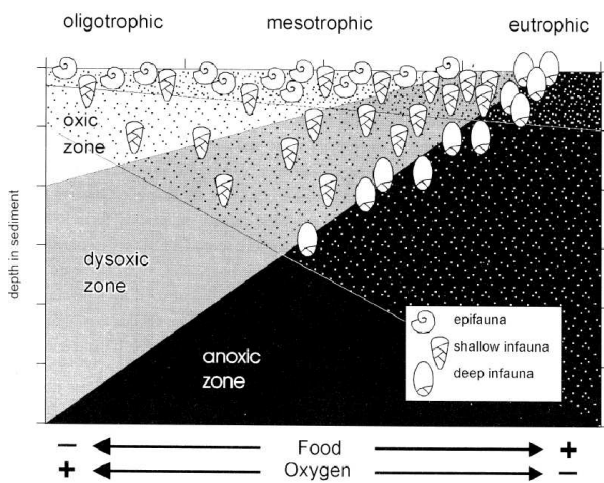
$$\text{Depth} = e(3.58718 + (0.03534 \times \%P))$$
 در رابطه فوق روزن‌داران پلاتکتونیک به کل اجتماع روزن‌داران منهای انواع درون‌زی تقسیم می‌شوند:

$$\%P = (P/P+B - \text{inf}) \times 100$$

جا دو عامل مواد غذایی و اکسیژن محیط بیشترین تأثیر را روی پراکنندگی اشکال بنتیک دارا هستند. بر طبق مدل TROX ارائه شده توسط Jorissen *et al.*, (1995)، تغییرات جمعیت موجودات بنتیک می تواند عامل خوبی برای تشخیص اثرات مواد غذایی و مقدار اکسیژن باشد (شکل ۶).

مدل TROX

این مدل محدوده عمق زیستگاه میکروسکپی روزن داران را با توجه به ترکیبی از تمرکز اکسیژن و غذا در رسوبات، نشان می دهد. در محیط الیگوتروفیک، عمق میکروهایتها توسط عامل میزان کم مواد غذایی محدود می شود.



شکل ۶: مدل TROX برگرفته از (Jorissen *et al.*, 1995)

در محیطهای یوتروفیک، عمق اغلب تاکسها توسط سطح پایین اکسیژن موجود در این محیط محدود می شود و در نواحی مزوتروفیک عمق زیستگاههای میکروسکپی بیشینه است. برخی از تاکسهای درون زی عمیق توسط سطح اکسیژن صفر محدود نمی شوند (Jorissen *et al.*, 1995). بسیاری از اشکال کشیده، معمولاً دو ردیفه و سه ردیفه، که ما آنها را به عنوان فرمهای بنتونیک درون زی می شناسیم شرایط تمرکز اکسیژن خیلی پایین را تشریح می کنند. در برخی گزارشها پیشنهاد می شود که ریخت شناسی آنها وابسته به میکروهایت درون زی (زیستگاه میکروسکپی در

در بخش اول (P1)، سطح آب بالاست و عمق به طور متوسط بین ۳۵۰-۵۰۰ متر است. این بخش با توجه به مدل Berggren مربوط به Upper bathyal بوده و در آن تنوع گونه ای افزایش می یابد. در بخش دوم (P2)، سطح آب افت کرده و عمق به ۹۲ متر هم می رسد و لذا محدود به محیط نریتیک می گردد. در بخش سوم (P3) دوباره سطح آب افزایش یافته و عمق به طور متوسط بین ۲۰۰ تا ۲۹۰ متر در تغییر بوده است. این عمق نشان دهنده Upper bathyal در مدل Berggren است. نهایتاً در بخش پایانی (P4) دوباره سطح آب کاهش یافته و عمق به ۳۰ متر (نریتیک) نیز رسیده است تا این که در اواخر این بخش، توالیهای مارنی تبدیل به سیلت سنگ شده و در نهایت به ماسه سنگهای کم عمق سازند نیاز ختم می شود. در بخشهای P1 و P3 تنوع گونه ای روزن داران پلانکتون بالاست در حالی که در بخشهای P2 و P4 تنوع کاهش می یابد.

تغییرات سطح آب با نوسانات جهانی سطح آب دریا و مطالعات Li *et al.* (2000) قابل مقایسه است. Li *et al.* (2000) در تونس ۳ کاهش عمده سطح آب را برای کامپانین پسین تا ماستریشتین شناسایی کرد.

دو مورد از این کاهشهای عمده در کامپانین پسین (74.2Ma) و اواخر کامپانین (70.3-71Ma) قرار دارد که با منحنی نوسانات سطح آب که توسط Haq (1987) ارائه شده، مطابقت دارد. این تغییرات با بخشهای P2 و P4 در سازند آب تلخ مطابقت دارد. پس روی سطح آب در P4 که مطابق با اواخر کامپانین است در بسیاری از مطالعات مشاهده شده است (Haq, 1987; Li *et al.*, 2000; Jarvis & Moody, 2000).

مواد غذایی و اکسیژن

روزن داران کفزی از اهمیت ویژه در مطالعه دینامیک و بازسازی اکوسیستم کف دریاها و عمیق برخوردارند. در این

نتیجه گیری

در برش قره‌سو مرز زیرین سازند آب تلخ مانند سایر برشهای این سازند به صورت پیوسته و هم‌شیب با سازند آب‌دراز است، اما مرز بالایی آن بر خلاف برش الگو (مزدوران)، پیوسته و هم‌شیب می‌باشد. سازند آب تلخ در برش قره‌سو با ضخامت ۱۴۱۰ متر یکی از ضخیم‌ترین برشهاست که به ۱۳ واحد تقسیم شده است. با شناسایی ۱۴ جنس و ۴۰ گونه از روزن‌داران پلانکتونیک، ۵ زون زیستی در این سازند معرفی شده که با زون بندی Robaszynski & Caron (1995) و Premoli Silva (2004) مطابقت دارد. بر این اساس سن سازند آب تلخ در برش قره سو اوایل کامپانین پیشین - کامپانین پسین است. در برش مورد مطالعه، در یک توالی عمودی از قاعده به سمت رأس سازند از میزان مواد کربناته کاسته شده و بر میزان مواد آواری افزوده شده است که این با تغییرات نسبت روزن‌داران پلانکتون به بنتیک نیز هماهنگ است. با توجه به مطالعات بوم شناسی دیرینه بر مبنای تغییرات جمعیتی روزن‌داران، سازند آب تلخ در برش قره سو به چهار قسمت تقسیم شده که از قاعده به سمت رأس سازند شامل بخشهای P1، P2، P3 و P4 است. در بخش اول (P1) سطح آب بالا بوده (Upper bathyal) که در آن تنوع گونه‌ای افزایش می‌یابد. بر اساس مدل TROX در این بخش میزان فرمهای درون‌زی بالا بوده که بیانگر اکسیژن نسبتاً کم و مواد ارگانیک زیاد است. در بخش دوم (P2) سطح آب افت کرده و به محیط نریتیک محدود می‌گردد. در این بخش میزان فرمهای سطح‌زی بالا رفته و به ۸۲ درصد هم می‌رسد که نشانگر میزان بالای اکسیژن و میزان پایین مواد غذایی است. در بخش سوم (P3) دوباره سطح آب افزایش یافته و عمق Upper bathyal را نشان می‌دهد. این بخش با توجه به افزایش اشکال درون‌زی و کاهش فرمهای سطح‌زی دارای شرایط اکسیژن پایین و میزان مواد غذایی بالا می‌باشد. در

داخل رسوبات) است (Jorissen et al., 1995)، اما خیلی از تاکسهای محدب‌الطرفین و مسطح - محدب که به عنوان فرمهای بنتونیک سطح‌زی شناخته می‌شوند، در محیطهای با اکسیژن مناسب در نظر گرفته می‌شوند (Kaiho, 1964; Jannink et al., 2001).

تمرکز اکسیژن اثر مستقیم روی ترکیب فونا دارد، فقط در نواحی که تمرکز اکسیژن آب در کف خیلی کم شده باعث ایجاد توانایی رقابتی می‌شود. در این شرایط گونه‌های کم مقاومت ناپدید می‌شوند و گونه‌های درون‌زی که با شرایط کم اکسیژنی سازگارند، بیشتر جمعیت روزن‌داران را تشکیل می‌دهند. به طور کلی کاهش شکل‌های درون‌زی نشانگر شرایط اکسیژن بالا و مواد غذایی کم (الیگوتوفیک) و افزایش آنها شرایط اکسیژن کم و مواد ارگانیک بالا (محیط یوتروفیک) را نشان می‌دهد (Jorissen et al., 1995).

خلاصه داده‌های حاصل از شمارش و تعیین تغییرات نسبت فرمهای بنتیک سطح‌زی به درون‌زی به شرح زیر است:

در بخش P1 میزان فرمهای درون‌زی بالا بوده که بیانگر اکسیژن نسبتاً کم و میزان مواد ارگانیک بالا (eutrophic) می‌باشد. حضور کانی پیریت نیز تأیید کننده این مطلب است، اما در بخش P2 میزان فرمهای سطح‌زی بالا رفته و به ۸۲٪ هم می‌رسد که نشانگر میزان بالای اکسیژن و میزان پایین مواد غذایی است. تغییرات این بخش موازی با کاهش عمق استحصال بر اساس نسبت روزن‌داران پلانکتونیک به بنتیک و تأییدی بر آن می‌باشد. در بخش P3 با توجه به افزایش اشکال درون‌زی و کاهش سطح‌زی، شرایط اکسیژن پایین و مواد غذایی بالا می‌باشد. در نهایت در بخش P4 میزان فرمهای سطح‌زی دوباره افزایش یافته و به ۸۵٪ هم می‌رسد که حاکی از شرایط انرژی و اکسیژن بالا و مواد غذایی پایین (oligotrophic) می‌باشد (شکل ۵).

سپاس گذاری

نویسندگان مقاله بر خود فرض می‌دانند از گروه چینه شناسی و فسیل شناسی دانشگاه فردوسی کمال تشکر را نمایند. همچنین از پروفسور Francis Robaszynski از دانشگاه مونس بلژیک به خاطر رهنمودهای ایشان در مبحث بایواستراتیگرافی، کمال سپاس را داریم.

نهایت در بخش پایانی (P4) دوباره سطح آب کاهش یافته (نریتیک) تا این که در اواخر این بخش با تغییر سنگ شناسی به سیلت سنگ و در نهایت ماسه سنگهای کم عمق، سازند نیز از آغاز می‌شود. در این بخش میزان فرمهای اپی فونا دوباره افزایش یافته و به ۸۵ درصد هم می‌رسد که حاکی از شرایط پرانرژی، اکسیژن بالا و مواد غذایی پایین است.

Plate 1- Planktonic Foraminifera (Scale bar: 100µm)

(1-12. a: spiral view, b: lateral view, c: umbilical view)

- 1- *Archeoglobigerina australis* (Huber, 1990); sample no. 44; *Globotruncanita elevata* Zone.
- 2- *Aracheoglonigerina blowi* (Pessagno, 1967); sample no. 44; *Globotruncanita elevata* Zone.
- 3- *Aracheoglonigerina cretacea* (D'Orbigny, 1840); sample no. 22; *Globotruncanita elevata* Zone.
- 4- *Contusotruncana fornicata* (Plummer, 1931); sample no. 22; *Globotruncanita elevata* Zone.
- 5- *Contusotruncana patalliformis* (Gandolfi, 1955); sample no. 49; *Globotruncanita elevata* Zone.
- 6- *Globotruncana aegyptica* (Nakkady, 1950); sample no. 143; *Globotruncana aegyptiaca* Zone.
- 7- *Globotruncana arca* (Cushman, 1926); sample no. 22; *Globotruncanita elevata* Zone.
- 8- *Globotruncana bulloides* (Vogler, 1941); sample no. 22; *Globotruncanita elevata* Zone.
- 9- *Globotruncana falsostuarti* (sigal, 1952); sample no. 89; *Globotruncana falsostuarti*- *Globotruncana ventricosa* Ass. Zone.
- 10- *Globotruncana hilli* (Pessagno, 1967); sample no. 66; *Globotruncana ventricosa* Zone.
- 11- *Globotruncana lapparanti* (Brotzen, 1936); sample no. 7; *Globotruncanita elevata* Zone.
- 12- *Globotruncana linneiana* (D'Orbigny, 1839); sample no. 44; *Globotruncanita elevata* Zone.

Plate 2- Planktonic Foraminifera (Scale bar: 100µm)

(1-12. a: spiral view, b: lateral view, c: umbilical view)

- 1- *Globotruncana mariei* (Banner & Blow, 1960); sample no. 85; *Globotruncana falsostuarti*- *Globotruncana ventricosa* Ass. Zone.
- 2- *Globotruncana orientalis* (El Naggar, 1966); sample no. 58; *Globotruncana ventricosa* Zone.
- 3- *Globotruncana rugosa* (Marie, 1941); sample no. 64; *Globotruncana ventricosa* Zone.
- 4- *Globotruncana ventricosa* (White, 1928); sample no. 51; *Globotruncana ventricosa* Zone.
- 5- And 6, *Globotruncanella havanensis* (Voorwijk, 1937); sample no. 105, 113; *Globotruncanella havanensis* Zone.
- 7- *Globotruncanella petaloidae* (Gandolfi, 1955); sample no. 105; *Globotruncanella havanensis* Zone.
- 8- *Globotruncanita stuartiformis* (Dalbiez, 1955); sample no. 9; *Globotruncanita elevata* Zone.
- 9- *Marginotruncana coronata* (Bolli, 1945); sample no. 7; *Globotruncanita elevata* Zone.
- 10- *Marginotruncana marginata* (Reuss, 1845); sample no. 7; *Globotruncanita elevata* Zone.
- 11- *Rugoglobigerina macrocephala* (Bronnimann, 1952); sample no. 114; *Globotruncanella havanensis* Zone.
- 12- *Rugoglobigerina milamensis* (Smith & Pessagno, 1973); sample no. 110; *Globotruncanella havanensis* Zone.

Plate 3: Planktonic Foraminifera (Scale bar: 100µm)

(1, 2, 14. a: spiral view, b: lateral view, c: umbilical view)

(2-9. a: spiral view, b: lateral view)

(10-13. a, c: umbilical view, b: lateral view)

- 1- *Rugoglobigerina rugosa* (Plummer, 1926); sample no.116; *Globotruncana aegyptiaca* Zone.
- 2- *Rugotruncana subcircumnodifer* (Gandolfi, 1955); sample no.83; *Globotruncana falsostuarti*- *Globotruncana ventricosa* Zone.
- 3- *Pseudoguembelina excolata* (Cushman, 1926); sample no.105,75,93
- 4- *Leaviheterohelix dentata* (Stenestad, 1968); sample no.48; *Globotruncanita elevata* Zone.
- 5- *Heterohelix globulosa* (Ehrenberg, 1840); sample no.105 ; *Globotruncanella havanensis* Zone.
- 6- *Pseudotextularia nuttali* (Voorwijk, 1937); sample no.92; *Globotruncana falsostuarti* – *Globotruncana ventricosa* Zone.
- 7- *Heterohelix papula* (Belford, 1960); sample no.15; *Globotruncanita elevata* Zone.
- 8- *Ventilabrella austiniana* (Cushman, 1938); sample no. 67; *Globotruncana ventricosa* Zone.
- 9- *Heterohelix striata* (Ehrenberg, 1840); sample no.113; *Globotruncanella havanensis* Zone.
- 10- *Macroglobigerinelloides bolli* (Premoli Silva & Verga, 2004); sample no.64; *Globotruncana ventricosa* Zone.
- 11- *Macroglobigerinelloides multispinus* (Premoli Silva & Verga, 2004); sample no.45; *Globotruncanita elevata* Zone.
- 12- *Macroglobigerinelloides prairiehillensis* (Premoli Silva & Verga, 2004); sample no.44; *Globotruncanita elevata* Zone.
- 13- *Macroglobigerinelloides subcarinata* (Premoli Silva & Verga, 2004); sample no.113; *Globotruncanella havanensis* Zone.
- 14- *Globotruncanita elevata* (Brotzen, 1934); sample no.7; *Globotruncanita elevata* Zone.

Plate 4: Benthic Foraminifera (Scale bar: 100 µm)

- 1- *Anummaloides midwayensis* (Plummer); Sample no. 82, 1a: spiral side, 1b: lateral side, Middle Campanian.
- 2- *Bolivinoidea decuratus* (Jones); side view; Sample no. 74, Middle Campanian.
- 3- *Ellipsonodosaria horridens* (Cushman); side view; Sample no. 105, Late Campanian.
- 4- *Fronidularia archiaciana* (D'Orbigny); side view; Sample no. 71, Middle Campanian.
- 5- *Fronidularia watersi* (Cushman); side view; Sample no. 120, Late Campanian.
- 6- *Globorotalia micheliniana* (D'Orbigny); 7a: spiral view, 7b: side view, Sample no. 55, Middle Campanian.
- 7- *Gyroidinoides globosus* (Hagenow); Sample no. 106, 8a: spiral side, 8b: lateral view, Late Campanian.
- 8- *Gyroidinoides nittida* (Reuss); Sample no. 133, 9a: spiral side, 9b: lateral side, Late Campanian.
- 9- *Lagena sulcata* (Walker & Jacob); sample no. 64, Middle Campanian, 4a: apertural view, 4b: side view.
- 10- *Lenticulina convergens* (Bornemann); 2a: spiral view, 2b: side view, Sample no. 58, Middle Campanian.
- 11- *Marginulina cretacea* (Cushman); side view; Sample no.64, Middle Campanian.
- 12- *Spiroplectammia laevis* (Roemer); 12a: side view, 12b: apertural view; Sample no.74, Middle Campanian.
- 13- *Neoflabellina reticulata* (Reuss); side view; Sample no. 97, Late Campanian.
- 14- *Neoflabellina rugosa* (D'Orbigny); side view; Sample no. 69, Middle Campanian.
- 15- *Neoflabellina suturalis* (Cushman); side view; Sample no. 82, Middle Campanian.
- 16- *Pleurostomella subnodosa* (Reuss); side view; Sample no. 64, Middle Campanian.
- 17- *Pullenia coryelli* (White); lateral view; Sample no. 11, *Globotruncanita elevata* Zon.
- 18- *Spiroloculina cretacea* (Reuss); side view; Sample no. 118, Late Campanian.
- 19- *Stensioeina excolata* (Cushman); 19a: spiral view, 19b: side view, Sample no. 69, Middle Campanian.
- 20- *Triloquulina circularis* (Bronnimann); Sample no. 44, 20a: apertural side, 20b: lateral view, Early Campanian.

Plate 1

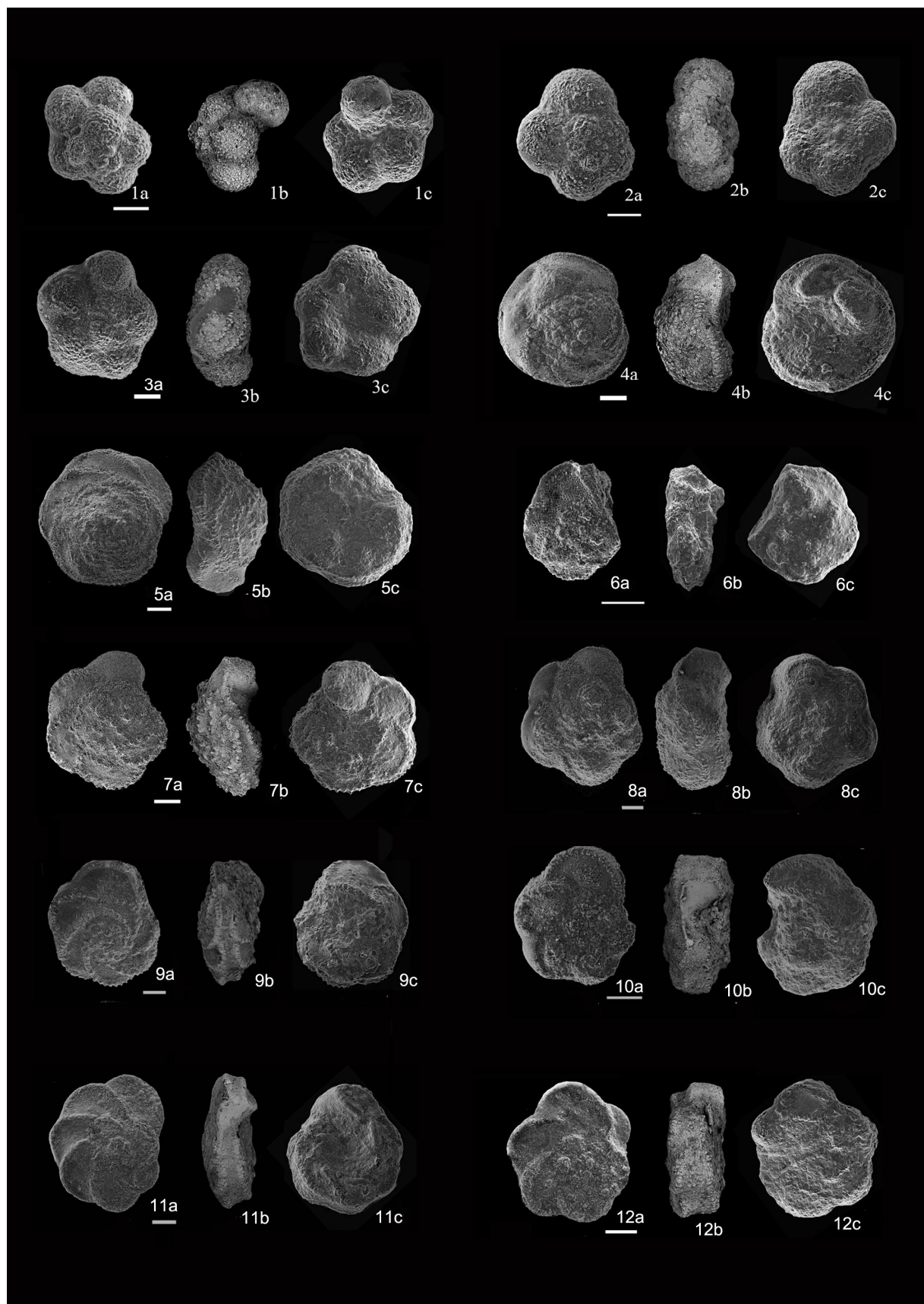


Plate 2

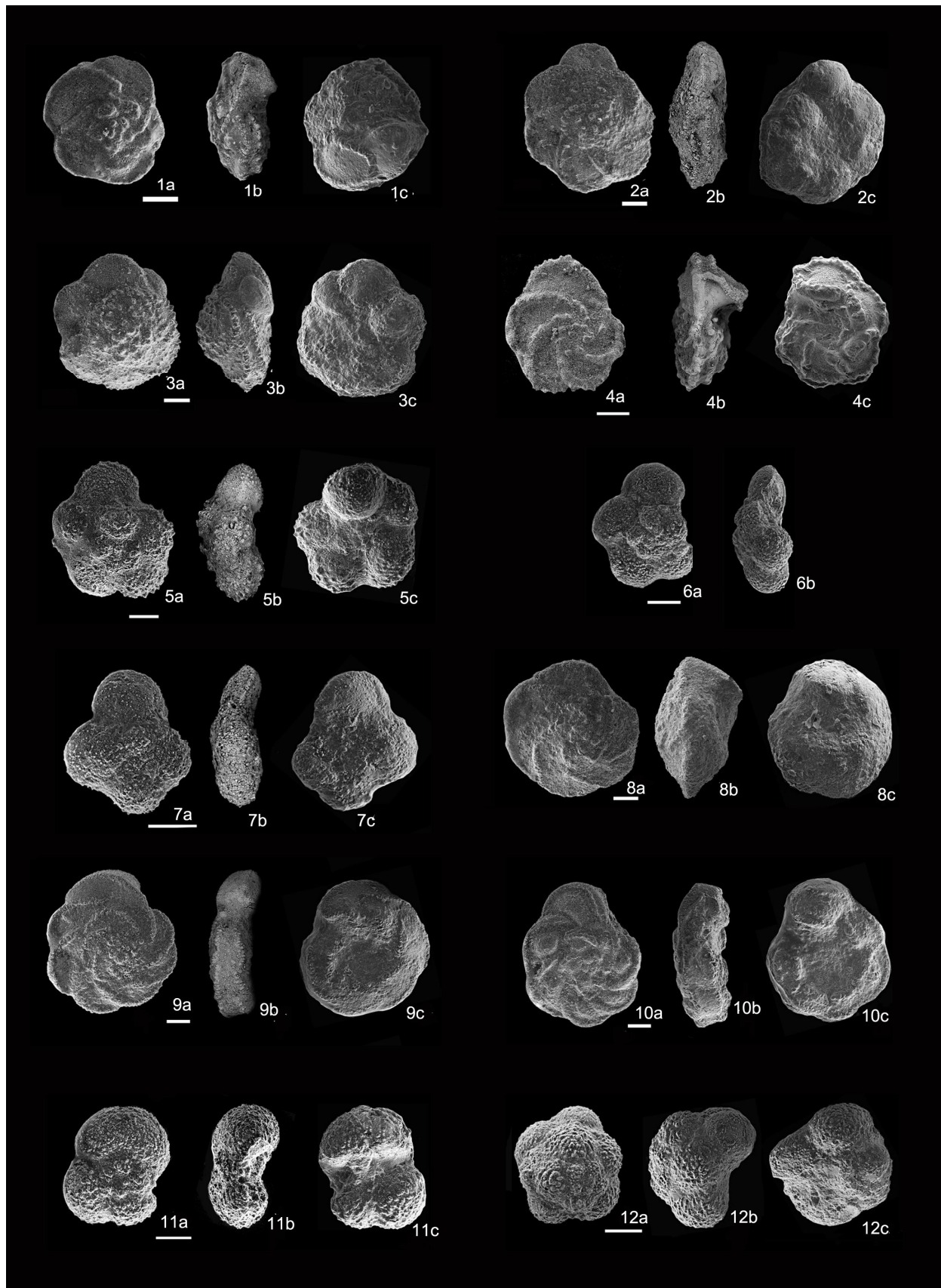


Plate 3

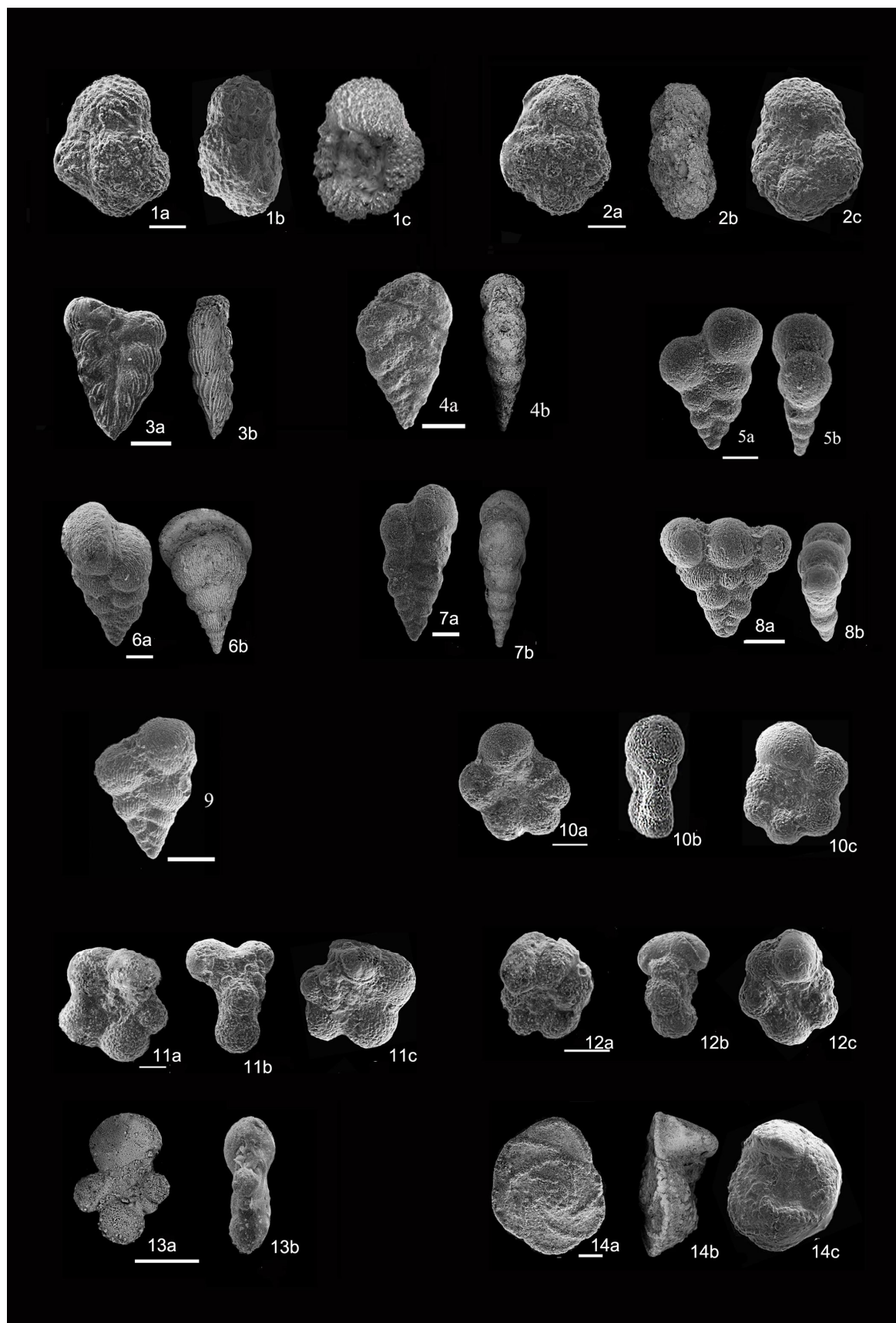
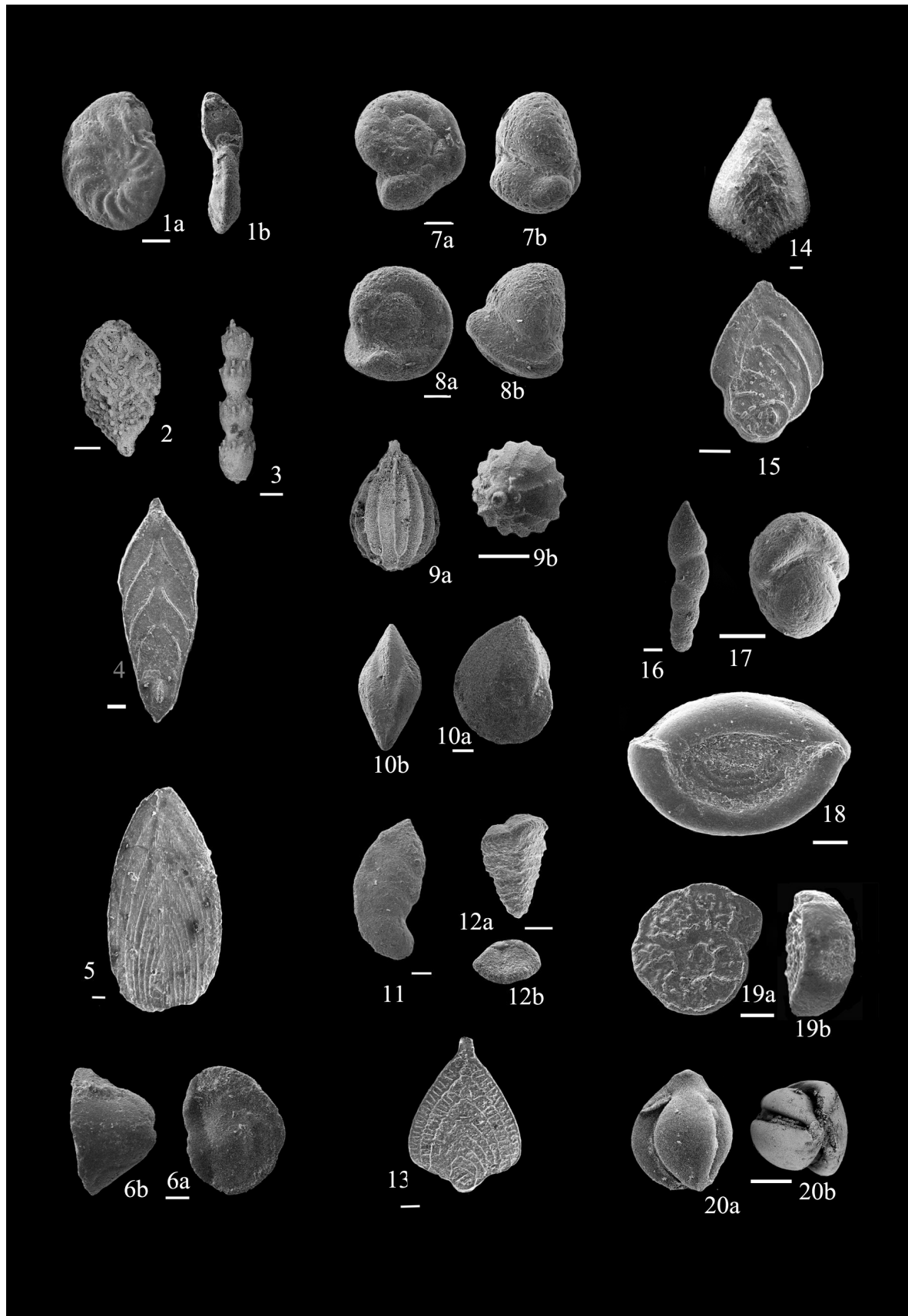


Plate 4



منابع

- آقانباتی، ع.، ۱۳۸۳. زمین شناسی ایران. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ ص.
- اصغریان رستمی، م.، ۱۳۸۷. بایواستراتیگرافی و پالئوکولوژی سازند زیارت در برش کلا، جنوب بهشهر، البرز مرکزی به وسیله فرامینفرها. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۴۷ ص.
- افشار حرب، ع.، ۱۳۷۳. زمین شناسی ایران، زمین شناسی کپه داغ. سازمان زمین شناسی کشور، تهران، ۲۷۶ ص.
- جنتی جهرمی، م.، یزدان پناه، م.، ۱۳۷۹. زیست چینه نگاری سازند آب تلخ بر اساس نانوفسیلهای آهکی در مقطع تیپ. چهارمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، تبریز.
- وحیدی نیا، م.، ۱۳۸۶. مطالعات بایواستراتیگرافی رسوبات سنونین تا ماستریشین حوضه کپه داغ. پایان نامه دکتری، دانشگاه شهید بهشتی تهران، ۶۷۱ ص.
- هادوی، ف.، خدادادی، ل.، نطقی مقدم، م.، ۱۳۸۴. بایواستراتیگرافی سازند آب تلخ بر مبنای نانوپلانکتونهای آهکی در مقطع تیپ (کپه داغ). بیست و چهارمین گردهمایی علوم زمین، ص ۲۶۶.
- Alegret, L., Thomas, E., 2001. Upper Cretaceous and Lower Paleogene Benthic Foraminifera from Northeastern Mexico. *Micropaleontology*, 47 (4): 269 – 316.
- Berger, W.H., Diester-Haass, L., 1988. Paleoproductivity: the benthic/ planktonic ratio in foraminifera as a productivity index. *Marine Geology*, 81: 15 -25.
- Berggren, W.A., 1998. Marine Micropaleontology: an Intruduction. In: Haq, B.U., & Boersma, A. (eds.), Introduction to Micropaleontology (Second Edition), *Elsevier Science*, p1-17.
- Bolli, M., Beckmann, J.P., & Saunders, J.B., 1994. Benthic foraminiferal biostratigraphy of the South Caribbean Region. *Cambridge University Press*, 408 p.
- Caron, M., 1985. Cretaceous planktonic foraminifera. In: Bolli H.M., Saunders, J.B., & Perch Nielsen, K., (eds.), Plankton stratigraphy. *Cambridge University Press*. pp. 17-86.
- Cushman, J.A., 1946. Upper Cretaceous foraminifera of Gulf coastal region of the United States and adjacent area. *United States Geo. Sur. Prof*, 206: 1-241.
- Douglas, R.G., & Woodruff, F., 1981. Deep-sea benthic foraminifera. In: Emiliani, C., (ed.), The Oceanic Lithosphere. *The Sea*. John Wiley & Sons, New York, pp. 1233 – 1327.
- Grimsdale, T.F., & Van Morkhovan, F.P.C.M., 1955. The ratio between pelagic and benthonic foraminifera as a means of estimating depth of sedimentary rock. *Proc. 4th World Pet. Conger.*, (Rome) Sect. 1/D4: 473-491.
- Herdenbol, J., Thierry, J., Farley, M.B., Jacquin, Th., & Graciansky, P.C., 1998. Cretaceous biochronostratigraphy. In: Graciansky, P.C, Hardenbol, J., Jacquin, Th., & Vail, P.R., (eds.), Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins. *SEPM, Special Publication*, 60 (Chart No.5).
- Jannink, N.T., Van der Zwaan, G.J., Almogi-Labin, A., Duijnste, I., & Jorissen, F.J., 2001. A transfer functions for the quantitative reconstruction of oxygen contents in marine paleoenvironments. *Geology Ultraiectina*, 203: 161-169.
- Jorisson, F.J., Stigter, H.C., & Widmark, J.G.V., 1955. A conceptual model explaining benthic foraminifera microhabitats. *Mar. Micropaleontol*, 26: 315.
- Kaiho, K., 1994. Benthic foraminiferal dissolved-oxygen index and dissolved-oxygen levels in the modern ocean. *Geology*, 22: 719-722.
- Li, L., & Keller, G., 1998a. Maastrichtin climate, productivity and faunal turnovers in planktonic foraminifera in South Atlantic DSDP Sites 525A and 21. *Marine Micropaleontology*, 33: 55-86.

- Li, L., & Keller, G., 1998b. Maastrichtian diversification of planktonic foraminifera at El Kef and Elles, Tunisia. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 91: 75-102.
- Li, L., Keller, G., Adatte, T., & Stinnesbeck, W., 2000. Late Cretaceous sea-level change in Tunisia: a multi-disciplinary approach. *Journal of the Geological Society*, London, 157: 447-458.
- Li, L., Keller, G., & Stinnesbeck, W., 1999. The Late Campanian and Maastrichtian in northwestern Tunisia: palaeoenvironmental inferences from lithology, macrofauna and benthic foraminifera. *Cretaceous Research*, 20: 231 – 252.
- Odin, G.S., 2002. Definition d'une limite multicritere; stratigraphie du passage Campanien-Maastrichtien du site geologique de Tercis (Landes, SW France). *C.R.Geoscience*, 334 (6): 409-414.
- Petrizzo, M.R., 1999. Biostratigrafia e significato paleoclimatico paleoceanographia dei Foreminiferi plactonici dal Turoniano medio al Campanian inferior alle medionalte latitudini meridionali. *PhD thesis unpublished*, Universitia di Milano, p.1-128.
- Petrizzo, M.R., 2001. Late Cretaceous planktonic foraminifera from Kerguelen Plateau (ODP Leg 183): new data to improve the Southern Ocean biozonation. *Cretaceous Research*, 22: 829-855.
- Petrizzo, M.R., 2000. Upper Turtonian-lower Campanian planktonic foraminifera from southern mid-high litituds (Exmouth Plateau, NW Australia): biostratigraphy and taxonomic notes, *Cretaceous Research*, 21: 479-505.
- Petrizzo, M.R., 2003. Late Cretaceous Planktonic Foraminiferal bioevent in the Tethys and in the Southern Ocean record: An overview, *Jaurnal of foraminiferal research*, 33 (4): 330-337.
- Postoma, J.A., 1971. Manual of Planktonic Foraminifera. *Elsevier*, Amstredam, London, 397 pp.
- Premoli Silva, I., & Verga, D., 2004. Practical Manual of Cretaceous Planktonic Foraminifera. In: Vrega & Rettori (eds.), International School on Planktonic Foraminifera: 3th Course. *Universities of Perugia and Milan*, Tipografia Pontefelcino, Perugia (Italy).
- Premoli Silva, I., & Sliter, W.V., 1994. Cretaceous planktonic foraminiferal biostratigraphy and evolutionary trents from the Bottaccione section, Gubbio, Italy. *Palaeontographia Italica*, 82: 1-89.
- Robaszynski, F., & Mzoughi, M., 2010. The Abiod Formation at Ellès (Tunisia): tripartite lithology, biohorizons based on globotruncanids and ammonites, duration, location of Campanian-Maastrichtian boundary, correlation with Kalaat Senan and the Tercis (France) stratotype. *Carnets de Geologie*, CG2010–A04: 1-55.
- Robaszynski, F., Caron, M., Donoso, J.M., Wonders, A.A.H. & Eur, W.G., 1983. Planktonic foraminifera. Atlas of Late Cretaceous Globotruncanids (54 pl.), 145Pp.
- Robaszynski, F., Caron, M., Donoso, J.M.G., Wonders, A.A.H., & European Working Group on Planktonic foraminifera, 1984. Atlas of Late Cretaceous Globotruncanids. *Revue de Micropaleontologie*, 26: 145 – 305.
- Van der Zwaan, G.J., Jorissen,F.J., & De Stigter, H.C., 1990. The depth-dependency of planktonic/benthic foraminiferal rations; constraints & applications. *Marine Geology*, 95: 1-16.
- Wright, R.G., 1977. Planktonic – Benthonic ratio in foraminifera as paleobathymetric tool. Quantitative evaluation; *Annual American Association of Petroleum Geologists and Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Convention* (Washington, D.C.), 65 p.

Microbiostratigraphy and Paleoecology of the Abtalkh Formation based on foraminifera at Qareh-Sou section (Southwest of Kalat-e-Naderi, NE Iran)

Nyazi, M.^{1*}, Vahidinia, M.², Ashouri, A.R.³

1- Ph.D. Student in Stratigraphy & Paleontology, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2- Associate Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3- Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

***E-mail: Geologist21@gmail.com**

Abstract

Abtalkh Formation has been chosen for microbiostratigraphy and paleoecology studies in the Qareh Sou section (south flank of Kalat-e-Naderi syncline, NE Iran). The measured thickness of Abtalkh Formation in this section is 1410m and consists mainly of marl and marly limestone. This study led to identification of 15 genus and 40 species of planktonic foraminifera in 5 biozones. Based on these fossils, the age of Abtalkh Formation in the Qareh Sou section is lowermost early Campanian to late Campanian. In addition, using the population variations of planktonic/benthonic foraminifera and epifaunal/infaunal benthonic foraminifera ratio, paleoecology conditions were determined. Based on these data, this formation is divided into 4 parts (P1, P2, P3, P4). During deposition of P1 and P3 sea level and food supply were high but the amount of oxygen was low; while during deposition of P2 and P4, sea level and food supply were low but the amount of oxygen and environmental energy was high.

Keywords: Abtalkh Formation, Qareh Sou Section, Early Campanian, Late Campanian, Paleoecology.