

مطالعه آماری ساختارهای محافظت‌کننده دهانی روزن‌بران شناور سازند آبدراز (تورونین - ابتدای کامپانین) در خاور حوضه رسوبی کپه‌داغ، (شمال خاوری ایران)

میشم شفیعی اردستانی^۱ و محمد وحیدی‌نیا^{۲*}

دکتر، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۹/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۲۹

چکیده

در این مطالعه تکامل ساختارهای حفاظتی روزن‌بران شناور سازند آبدراز در چهار برش چینه‌شناسی روستای آبدراز، الگو (گردنه مزدوران)، روستای پادها و شوراب به‌منظور تعیین تغییرات سطح دریا مورد مطالعه قرار گرفت. با مطالعه سنگ‌شناسی سازند آبدراز مشخص شد که برش شوراب (شرقی‌ترین بخش حوضه رسوبی کپه‌داغ) با ۳۷۴ متر و برش روستای پادها با ۶۰۲ متر به ترتیب کمترین و بیشترین ضخامت را در میان برش‌های مورد مطالعه دارند. در مجموع ۷۷ گونه متعلق به ۱۹ جنس از روزن‌بران شناور مورد شناسایی قرار گرفتند. در مجموع ۸ صفحه محافظت‌کننده دهانه اولیه در ناحیه نافی روزن‌بران شناور شناسایی شد. به ترتیب چهار نوع ساختار Porticus Tegillum (Simple lip, Tooth like Porticus, Spiral Porticus, Imbricate Porticus) متعلق به گروه مورفوتایپ شماره ۲ و ۳، سه نوع ساختار Tegillum (Roll type-Tegillum, Strap-shape-Tegillum, Sheet like-Tegillum) متعلق به گروه مورفوتایپ ۳ و یک ساختار Lip متعلق به گروه مورفوتایپ ۱ به همراه فراوانی آنها تشخیص داده شد. مطالعه آماری ساختارهای محافظت‌کننده ناحیه نافی نشان داد که ساختارهای Lip و Simple lip برخلاف ساختارهای Imbricate Porticus و Sheet like Tegillum بیشترین فراوانی را در برش‌های مورد مطالعه دارند که خود نشان‌دهنده نهشت رسوبات سازند آبدراز در یک دریای نسبتاً کم‌عمق است.

کلیدواژه‌ها: حوضه رسوبی کپه‌داغ، سازند آبدراز، روزن‌بران شناور، تکامل، صفحات محافظت‌کننده، تغییرات سطح آب دریا.

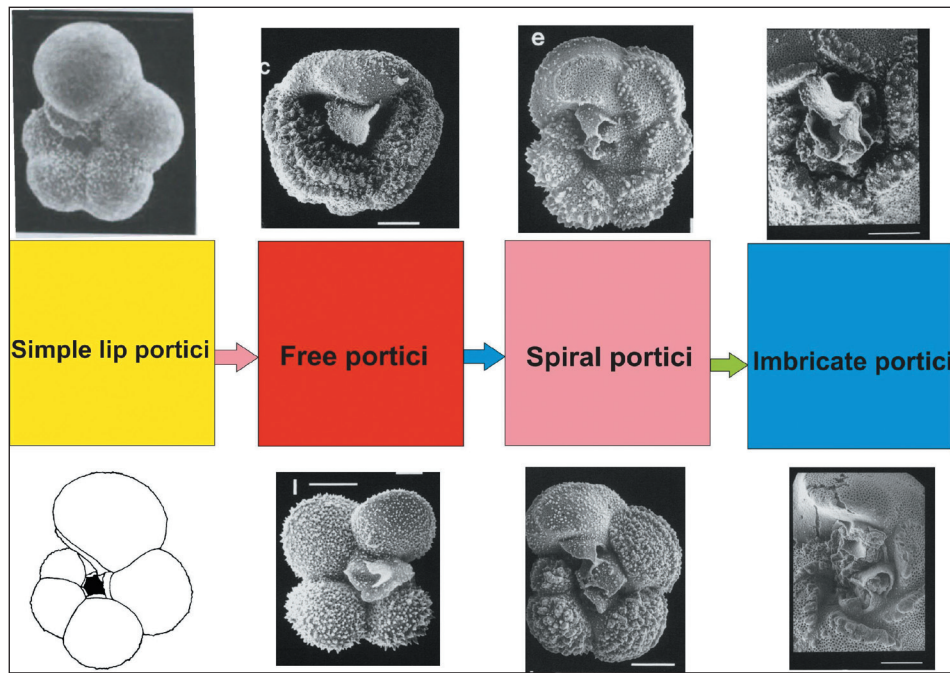
E-mail: Vahidinia@ferdowsi.um.ac.ir

*نویسنده مسئول: محمد وحیدی‌نیا

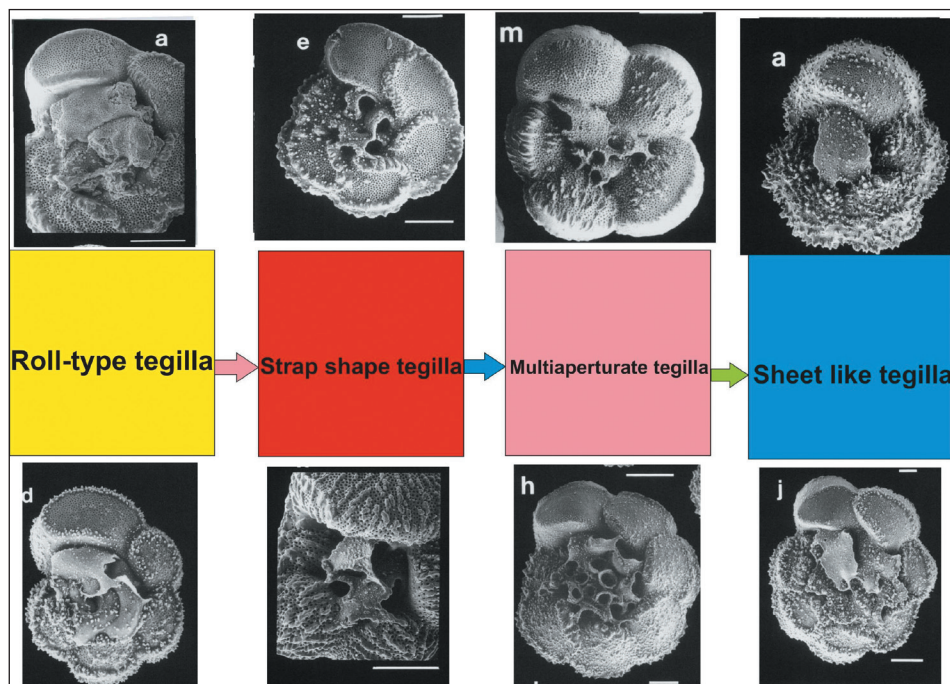
۱- پیش‌نوشتار

نوع مختلف ساختارهای محافظت‌کننده دهانه اولیه را معرفی کرده و به بررسی ارتباط این نوع ساختارها با عمق زیست این موجودات پرداخته است. بر این اساس چهار نوع اصلی ساختار Porticus به ترتیب روند تکاملی و در ارتباط با افزایش عمق عبارتند از Imbricate Porticus، Simple lip، Tooth like، Spiral Porticus (شکل ۱). Norris (1992) چهار نوع اصلی از ساختار Tegillum را در ارتباط با عمق زیست روزن‌بران شناور نسبت به سطح آب دریا به ترتیب Roll-type، Strap-type، Multiaperture و Sheet-like معرفی کرده است (شکل ۲). در این تقسیم‌بندی بنا به نظر نویسنده ساختار Lip جزو ساختارهای گروه Portici در نظر گرفته شده است. ساختار Tegillum علاوه بر دهانه Infralaminale دهانه Intralaminale را نیز دارد که ساختاری در Portici قابل رؤیت نیست. Porticus صفحه‌ای است که به هیچ‌عنوان در طول ناحیه نافی و یا دیگر حجرات آن کشیدگی ندارد و ممکن است در یک نقطه از اولین حجرات صدف اتصال داشته و فاقد دهانه‌های ثانویه باشد. این صفحه می‌تواند به‌صورت منفذدار و یا بدون منفذ باشد. اشکال Simple lip نیز می‌تواند به‌صورت باریک یا عریض و به‌صورت طبقه مانند در طول دهانه اولیه (Primary aperture) گسترش داشته باشد. ساختار دوم Spiral Porticus یا همان ساختارهای دندان‌مانند از دهانه اولیه به‌صورت افقی بر روی ناحیه نافی (Umbilical area) امتداد می‌یابند؛ که این ساختار به‌صورت آزاد و یا در اتصال با دیگر صفحات Porticus است. نوع سوم Imbricate porticus به‌صورت یک سری ساختارهای دندان‌مانند در حاشیه دهانه هستند. به‌طوری که شیب سطحی این صفحات به سمت داخل ناحیه نافی است. تیپ چهارم Single porticus است که در حالت بلوغ به‌صورت یک دندان منفرد یا شکل صفحه‌مانند دیده می‌شود (Norris, 1992). گسترش و امتداد دهانه در گروه Tegillum می‌تواند به شکل پراکنده در تمام ناحیه نافی و در اتصال با بخش مقابل دیواره منفذدار و یا در اتصال با حجرات به‌صورت ویژه در مراحل اولیه آنتوژنی موجود باشد و همچنین ممکن است در یک یا چند نقطه در قسمت‌های ابتدایی به‌صورت صفحات پوشش به سمت قسمت‌های Distal پوسته همراه با دهانه‌های ثانویه باشد. لازم به ذکر است که این تیپ صفحه محافظتی می‌تواند به هر دو شکل منفذدار و بدون منفذ در نمونه‌های با حفظ‌شدگی بالا دیده شود.

اگر چه نام سازند آبدراز از روستایی به همین نام در ۷۵ کیلومتری خاور مشهد و در جنوب خاوری رشته‌کوه‌های کپه‌داغ گرفته شده، اما برش الگوی آن در گردنه مزدوران اندازه‌گیری شده است (افشارحرب، ۱۳۷۳). تاکنون مطالعات زیادی بر روی سازند آبدراز در برش‌های متعدد در حوضه کپه‌داغ بر مبنای روزن‌بران شناور، نافوسیل‌های آهکی، خارپوست و اینوسراموس انجام و سن‌های مختلفی به‌نهشته‌های رسوبی آن نسبت داده شده است (وحیدی‌نیا و آریایی، ۱۳۷۷: تورونین میانی - سانتونین پسین؛ وحیدی‌نیا و آریایی، ۱۳۷۹: تورونین - تا قسمتی از سانتونین؛ شفیعی اردستانی، ۱۳۸۷: تورونین میانی تا کامپانین پیشین؛ وحیدی‌نیا و همکاران، ۱۳۸۸: تورونین میانی - سانتونین پسین؛ شفیعی اردستانی، ۱۳۹۳ و Vahidinia et al. (2014) و قاعده تورونین تا اوایل کامپانین پیشین؛ Vahidinia and Shafiee Ardestani (2017): بالاترین بخش آشکوب سنومانین پسین - قاعده زمانی کامپانین). اکثر مطالعات قبلی به بررسی مطالبی مانند سنگ‌شناسی، بایواستراتیگرافی و سیستماتیک بر اساس مجموعه فونای موجود در سازند آبدراز پرداخته‌اند. هدف اصلی در این تحقیق شناسایی و مطالعه آماری ساختارهای حفاظتی موجود در داخل دهانه اولیه (Primary Aperture) روزن‌بران شناور به‌منظور دست‌یابی به تغییرات نسبی عمق سطح آب دریا در سازند آبدراز است. تاکنون در دنیا مطالعات مختلفی در رابطه با تکامل روزن‌بران شناور کرتاسه و میزان تنوع آنها در آشکوب‌های مختلف زمین‌شناسی و بایواستراتیگرافی آنها انجام شده است (Georgescu et al., 2009; Fraass et al., 2015; Georgescu, 2017). برای شناسایی روزن‌بران شناور مشخصات متعددی به کار می‌رود که از مهم‌ترین آنها می‌توان به موقعیت دهانه، صفحات محافظت‌کننده، دهانه اولیه، شکل هندسی حجرات، منافذ پوسته، تزیینات، کیل و در نهایت ساختارهای نافی اشاره کرد (Coccioni and Premoli-Silva, 1994). Premoli Silva and Verga (2004)، Caron (1985) و Premoli Silva (2014) صفحات محافظت‌کننده را به‌عنوان مهم‌ترین مشخصه در تقسیم‌بندی و شناسایی این اشکال پلانکتونیک مدنظر قرار می‌دهند. بر این اساس سه تیپ کلی این صفحات را به ترتیب تکاملی Flap یا Portici، Lip، و Tegilla در نظر گرفته‌اند. (Norris 1992) هشت



شکل ۱- انواع مختلف Porticus از اشکال Simple تا Imbricate (اقتباس با تغییرات از Norris, 1992).



شکل ۲- انواع مختلف Tegillum از اشکال Roll-type تا Sheet type (اقتباس با تغییرات از Norris, 1992).

می‌شود. در نهایت Umbilical sheet-plate یا همان ساختارهای صفحه‌ای ممتد در حاشیه ناحیه نافی صدف هستند. اشکال Simple lip بیشتر در جنس *Hedbergella* و اشکال Tooth like Porticus بیشتر در جنس‌های *Whiteinella* و *Globotruncanella* هستند. نوع ساختار Spiral porticus بیشتر مشخصه جنس‌های *Contusotruncana*، *Dicarinella* و *Marginotruncana*، نوع ساختار Imbricate Porticus بیشتر خاص جنس‌های *Gansserina*، *Globotruncanita* و *Radotruncana*، نوع ساختار Roll-type Tegillum بیشتر خاص گونه‌های *Globotruncana linneiana*

تاکنون چهار نوع مختلف صفحات Tegillum در دنیا ثبت شده است. نوع ساختاری Roll-type به صورت یک سری ساختارهای کشیده در طول ناحیه نافی به سمت Distal و همچنین متصل به دیگر حجرات صدف است. این گروه می‌تواند دارای یک دهانه Intralaminar باشد. تیپ Strap-shaped به صورت یک سری ساختارهای باریک متصل به یک یا دو نقطه در قسمت Distal صدف است و همچنین می‌تواند دارای یک دهانه Intralaminar و یا فاقد آن باشد. تیپ ساختاری سوم Multiaperturate است که خود از شکل‌گیری چند دهانه ثانویه Distal تشکیل

پادها مورد مطالعه دقیق چینه‌شناسی قرار گرفت. برای رسیدن به برش الگو باید از شهرستان مشهد ۹۰ کیلومتر در جاده اصلی مشهد به سرخس حرکت کرد و به شهر کوچک مزدوران رسید. بعد از گذر از گردنه و در سرایشی به سمت پایین می‌توان برش چینه‌شناسی مورد نظر را در کنار جاده مشاهده کرد. برش چینه‌شناسی پادها در فاصله ۲۵ کیلومتری شرق برش الگو و در ۲ کیلومتری شرق روستای پادها در محلی به نام چاه رخشان قرار گرفته است. برش چینه‌شناسی روستای آبدراز در شمال برش الگو و در سه‌راهی بزنگان و برش شوراب در فاصله ۵۹ کیلومتری جنوب خاوری برش الگو قرار گرفته است. مختصات جغرافیایی و راه‌های دسترسی مقاطع چینه‌شناسی مورد مطالعه در ادامه آورده شده است (جدول ۱ و شکل ۳).

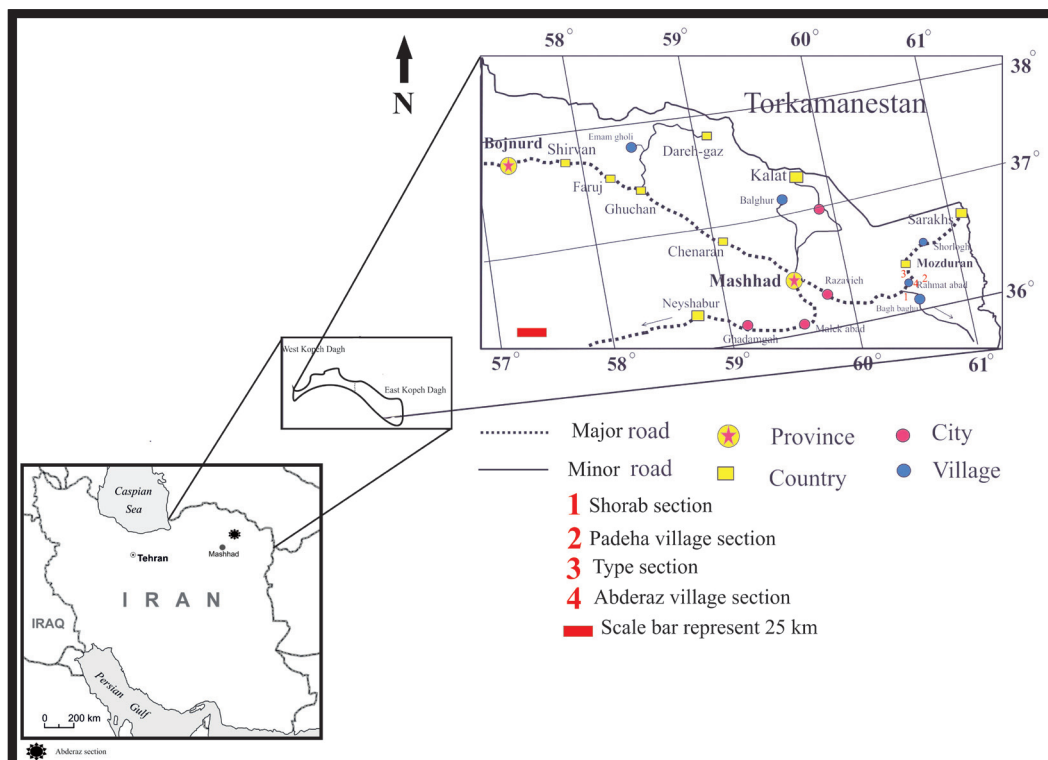
و *Globotruncana bulloides*، نوع ساختار Strap-shaped بیشتر در گونه *Globotruncana arca*، نوع ساختاری *Multiaperturate Tegillum* بیشتر خاص گونه *Globotruncana falsostuarti* و در نهایت تیپ ساختاری Sheet like بیشتر خاص جنس‌های *Archaeoglobigerina* و *Rugoglobigerina* هستند (Norris, 1992). لازم به ذکر است که از تمامی ساختارهای حفاظتی شناسایی شده تصویر SEM تهیه و در انتهای مقاله آورده شده است (پلیت‌های ۱ و ۲).

۲- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دستیابی به برش‌های مورد مطالعه

در این مطالعه سازند آبدراز در برش‌های الگو، شوراب، روستای آبدراز و روستای

جدول ۱- مختصات جغرافیایی مقاطع چینه‌شناسی مورد مطالعه در خاور حوضه رسوبی کپه‌داغ.

مختصات جغرافیایی		برش مورد مطالعه
عرض شمالی	طول شرقی	
۳۶ ۱۰ ۴۰	۶۰ ۳۳ ۰۰	برش الگو
۳۶ ۰۶ ۲۳٫۷	۶۰ ۴۴ ۳۹٫۶	برش روستای پادها
۳۵ ۵۶ ۱۶	۶۰ ۳۶ ۳۴	برش شوراب
۳۶ ۰۵ ۳۵	۶۰ ۲۴ ۳۸	برش روستای آبدراز

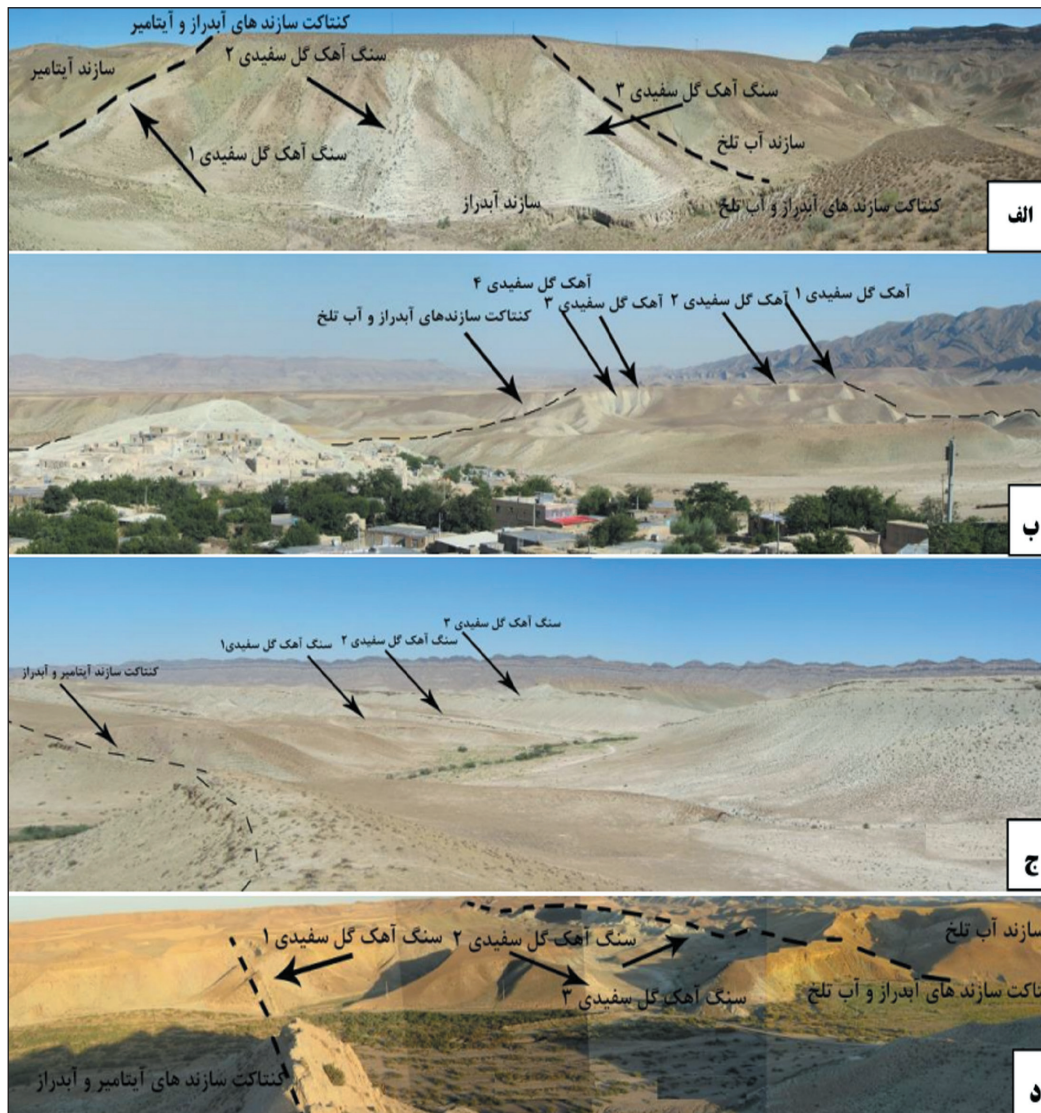


شکل ۳- نقشه راه‌های دسترسی به سازند آبدراز در برش‌های مورد مطالعه، خاور حوضه رسوبی کپه‌داغ.

۳- چینه‌شناسی مناطق مورد مطالعه

درجه به سمت شمال خاوری است. سازند آبدراز در برش روستای پادها ۶۰۲ متر ضخامت دارد و از ۸ واحد سنگ‌شناسی تشکیل شده است. مرز زیرین آن با سازند آیتامیر به صورت همشیب و ناپیوسته و مرز بالای آن با سازند آب تلخ نیز به صورت همشیب و پیوسته است. چهار واحد سنگ‌آهک‌های گل سفیدی در این برش دارای شیبی در حدود ۲۲ تا ۲۵ درجه هستند. امتداد طبقات در این برش N 305 درجه و شیب لایه‌ها در حدود ۲۲ درجه به سمت شمال خاور است. سازند آبدراز در برش شوراب ۳۷۴ متر ضخامت دارد و از ۶ واحد سنگ‌شناسی تشکیل شده است. مرز زیرین آن با سازند آیتامیر به صورت همشیب و ناپیوسته و مرز بالای آن با سازند آب تلخ نیز همشیب و پیوسته است. طبقات مورد مطالعه در این برش در هسته یک ناودیس با روند شمال باختری- جنوب خاوری و شیب به سمت جنوب خاوری رخنمون یافته‌اند (شکل ۴).

سنگ‌شناسی مقاطع زمین‌شناسی مورد مطالعه از مارن، سنگ‌آهک گل سفیدی و شیل تشکیل شده است. سازند آبدراز در برش الگو ۵۱۰ متر ضخامت دارد و از ۶ واحد سنگ‌شناسی تشکیل شده است. مرز زیرین آن با سازند آیتامیر همشیب و ناپیوسته و مرز بالای آن با سازند آب تلخ به صورت همشیب و پیوسته است. روند کلی لایه‌های سازند آبدراز شمال باختری- جنوب خاوری و شیب آن ۸۴ درجه به طرف شمال خاوری است. سه واحد سنگ‌آهک گل سفیدی این سازند در برش الگو دارای شیبی در حدود ۸۰ تا ۸۵ درجه و تقریباً به صورت عمودی هستند. سازند آبدراز در برش روستای آبدراز ۵۴۵ متر ضخامت دارد و از ۸ واحد سنگ‌شناسی تشکیل شده است. مرز زیرین آن با سازند آیتامیر به صورت همشیب و ناپیوسته و مرز بالای آن با سازند آب تلخ نیز به صورت همشیب و پیوسته است. امتداد طبقات N-335 و شیب آنها ۷۳



شکل ۴- نمایش مرز بین سازندهای آبدراز و آب تلخ و آیتامیر در برش‌های مورد مطالعه (به ترتیب از بالا به پایین: الف) برش الگو؛ ب) برش روستای آبدراز؛ ج) برش روستای پادها؛ د) برش شوراب، شرق حوضه رسوبی کپه‌داغ، در برش روستای آبدراز نگاه به سمت خاور، در برش‌های پادها و الگو نگاه به سمت غرب و در برش شوراب نگاه به سمت جنوب خاوری است.

۴- روش کار

از برش‌های چینه‌شناسی مورد نظر نمونه‌برداری و سپس سیستماتیک انجام گرفت؛ از سازند آبدراز در برش روستای آبدراز به ضخامت تقریبی ۵۴۵ متر ۱۳۵ نمونه به فاصله تقریبی ۴ متر برداشت شد، ولی تنها ۲۴ نمونه (با حفظ شدگی بالا) از آنها مورد مطالعه دقیق تکامل آماری قرار گرفت. از سازند آبدراز در برش الگو به ضخامت تقریبی ۵۱۰ متر ۱۳۷ نمونه به فاصله تقریبی ۴ متر برداشته شد و ۲۱ نمونه از آنها مورد مطالعه دقیق آماری قرار گرفت. از این سازند در برش روستای پادها به ضخامت تقریبی ۶۰۲ متر ۲۰۰ نمونه به فاصله تقریبی ۳ متر برداشته شد، که ۱۴ نمونه از آنها مورد مطالعه دقیق آماری قرار گرفت. در نهایت از سازند آبدراز در برش شوراب به ضخامت تقریبی ۳۷۴ متر ۹۴ نمونه به فاصله تقریبی ۴ متر برداشته شد که ۱۹ نمونه از آنها مورد مطالعه آماری قرار گرفت. بسته به نوع سنگ‌شناسی از دو روش جهت آماده‌سازی نمونه‌ها استفاده شد که به شرح زیر است:

۴-۱. نمونه‌های شیلی و مارنی

این نمونه‌ها به‌صورت کامل خرد شدند و سپس به مدت یک شبانه‌روز در محلول آب‌اکسیژنه (H_2O_2) ۱۰ درصد قرار گرفتند. در مرحله بعدی آنها را با آب بر روی الک‌های ۱۲۰ مش (۱۲۵ میکرون) و ۲۳۰ مش (۶۳ میکرون) که به ترتیب یاد شده روی یکدیگر قرار می‌گیرند شستشو دادند (Zepeda, 1998). نمونه‌ها بعد از گل‌روبی و خشک شدن در قوطی‌های مخصوص به همان مش قرار داده شدند تا در مرحله بعدی در آزمایشگاه جداسازی جنس و گونه‌ها در زیر میکروسکوپ صورت گیرد.

۴-۲. نمونه‌های آهک‌های گل سفید

در این مورد نیز نمونه‌ها به‌طور کامل خرد و با محلول سولفات سدیم (Na_2SO_4) جوشانده شدند و سپس با آب بر روی شماره الک‌های یاد شده در بالا قرار گرفتند و شستشو داده شدند (Peryt and Lamolda, 2007).

۵- تکامل روزن‌بران شناور و بررسی مدل‌های تکامل

در دنیا مدل‌های تکاملی جامعی برای بررسی تکامل روزن‌بران شناور و ساختارهای حفاظتی ناحیه نافی موجود در دهانه اولیه (Primary Aperture) آنها ارائه شده است که در ادامه به مهم‌ترین آنها اشاره و کامل‌ترین آنها به‌صورت یک مدل شماتیک به ترتیب زیر ارائه می‌شود:

- ۱) مدل تکاملی اقسام جنس‌های *Dicarinellids* و *Contusotruncana* بر پایه رشد و گسترش ناحیه نافی و صفحات محافظت‌کننده آنها (Barr, 1972).
- ۲) مدل تکاملی گسترش جنس‌های *Dicarinella* و *Marginotruncana* از Hedbergellids (Linares-Rodriguez, 1977; Wonders, 1979 and 1980).
- ۳) مدل تکاملی گسترش و تنوع روزن‌بران شناور کارن‌دار مانند *Globotruncana* و *Globotruncanita* در محدوده زمانی سنونین اروپا (Robaszynski et al., 1984).
- ۴) مدل تکاملی جامع از *Favusella* تا *Globotruncana* در محدوده زمانی کرتاسه (Caron, 1985; Coccioni and Premoli-Silva, 1994) (شکل ۵).

هدف از ارائه این مطالب، مطالعه صفحات محافظت‌کننده ناحیه نافی روزن‌بران شناور سازند آبدراز در برش‌های الگو، روستای آبدراز، روستای پادها و شوراب در شرق حوضه رسوبی که‌داغ است. اسامی تمامی روزن‌بران شناور شناسایی و شمارش شده در هر چهار برش به همراه صفحات حفاظتی آنها در انتهای مقاله آورده شده است (جدول ۲).

روزن‌بران شناور را می‌توان بر اساس عمق به سه دسته، شامل فرم‌های مربوط به دریاهای برقراره‌ای (ESF)، فرم‌های مربوط به آب‌های کم‌عمق (SWF) و فرم‌های مربوط به مناطق عمیق (DWF) تقسیم کرد (دانشیان و همکاران، ۱۳۹۲؛ Leckie, 1987; Keller et al., 2002). بر این اساس فرم‌هایی که در هر یک از این گروه‌ها قرار می‌گیرند عبارت‌اند از:

۵-۱. فونای مربوط به دریاهای برقراره‌ای (Epicontinental Sea Forms=ESF) (۵۰ تا ۵۰ متر)

نمونه‌های مربوط به این عمق دارای صدف مستقیم (دوردیفی و سهردیفی) نظیر

۵-۲. فونای مربوط به آب‌های کم‌عمق (Shallow Water Fauna=SWF) (۵۰ تا ۱۰۰ متر)

نمونه‌های مربوط به این اعماق دارای صدف‌های تروکواسپیرال با حجرات کروی، بدون کارن، سبک و دارای تزینات کم مانند *Hedbergella delrioensis* و یا دارای صدف‌های سنگین با سطح خاردار مانند *Whiteinella* هستند. ساختارهای حفاظتی در این گروه شامل Simple Lip و Tooth like Porticus بوده که فراوان شدن این دسته ساختارها نمایانگر عمیق شدن نسبی حوضه رسوبی است.

۵-۳. فونای مربوط به مناطق عمیق (Deep Water Forms=DWF) (عمیق‌تر از ۱۰۰ متر)

نمونه‌های مربوط به این اعماق دارای صدف‌های تروکواسپیرال با حجرات فشرده و کارن‌های ابتدایی نظیر *Praeglobotruncana* و یا دارای صدف تروکواسپیرال با حجرات فشرده و دارای کارن همانند *Globotruncanids*، *Marginotruncanids* و *Rugoglobigerinids* هستند. ساختارهای حفاظتی *Spiral Porticus*، *Imbricate Porticus*، *RollType Tegillum*، *Srap shape Tegillum*، *Multiperture Tegillum* و *Sheet Like Tegillum* در این گروه قرار می‌گیرند و فراوان شدن هر یک از آنها شاخصه افزایش عمق حوضه رسوبی است. در این تحقیق با شمارش آماری ۳۰۰ عدد از روزن‌بران شناور در هر یک از برش‌های مورد مطالعه و شمارش ساختارهای حفاظتی هر دسته مطابق جدول ۲ به بررسی روند تغییرات سطح آب دریا در برش‌های مورد مطالعه به ترتیب ذیل پرداخته شده است:

۶- شمارش آماری ساختارهای پوشاننده ناحیه نافی برای سازند آبدراز در برش الگو (گردنه مزدوران)

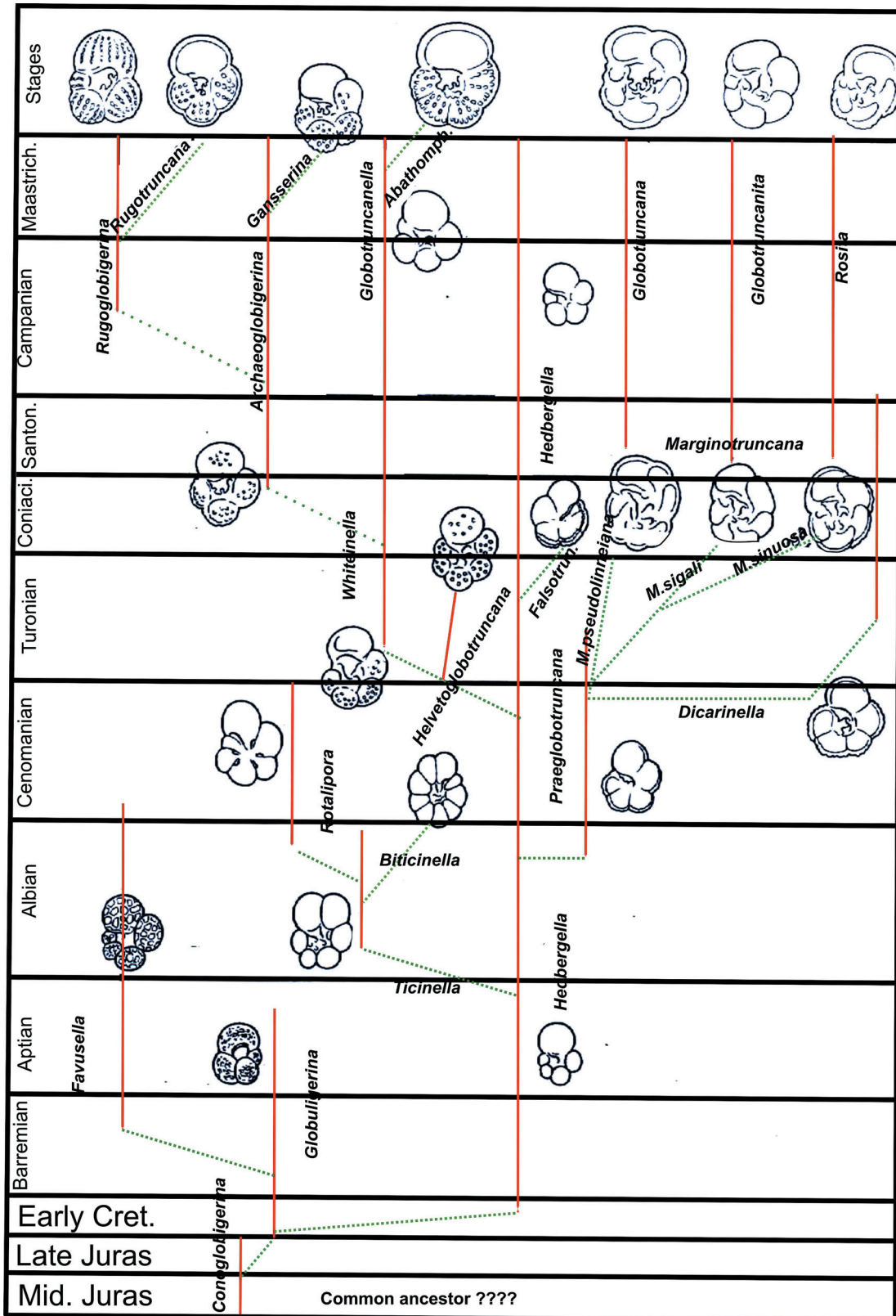
بر این اساس ۸ صفحه محافظت‌کننده ناحیه نافی در روزن‌بران شناور در این منطقه شناسایی شد. بر این اساس در زیر آشکوب Middle Turonian سازند آبدراز در برش الگو مجموعه ساختارهای *Lip*، *Simple tooth like Porticus*، *Simple lip* و *Spiral Porticus*، *Imbricate Porticus*، *Sheet like Tegillum* ظاهر و غالب هستند. در ادامه در محدوده زمانی *Late middle - Late Turonian* تنها *Spiral portici* در جنس *Praeglobotruncana* به وجود می‌آید که خود نشان از افزایش نسبی سطح آب دریا در این مقطع زمانی دارد. در محدوده زمانی *Coniacian* ساختارهای حفاظتی *Lip* غالب هستند که خود نشان‌دهنده کم‌عمق شدن حوضه رسوبی است. در محدوده سنی *Santonian-Earliest* و *Campanian* ساختارهای محافظ دهانه‌ای *Roll-type-strap-shape Tegillum* و *Imbricate Porticus* شکل گرفته‌اند که نشان از افزایش عمق حوضه رسوبی در این مقطع زمانی دارد. در سازند آبدراز، برش الگو ساختار *Multiperture Tegillum* شناسایی نشد. از نظر دیرینه‌شناسی در سازند آبدراز در برش الگو ۱۹ جنس و ۵۹ گونه روزن‌بران شناور شناسایی شد (شکل ۶).

۷- شمارش آماری ساختارهای حفاظت‌کننده ناحیه نافی برای سازند آبدراز در برش روستای آبدراز

در مجموع بر اساس مدل‌های نام برده شده ۷ صفحه محافظت‌کننده دهانه اولیه برای روزن‌بران شناور سازند آبدراز در برش روستای آبدراز شناسایی شد. بر این اساس برای محدوده زمانی *Early Turonian* در مجموع لبه‌های حفاظتی *Simple lip*، *Lip*، *Tooth like Porticus* و *Spiral Porticus* ظهور پیدا کرده‌اند. در محدوده زمانی *Middle Turonian* تحول جدیدی از لبه‌های حفاظتی وجود ندارد. در زیر آشکوب *Late Turonian* نیز تنها یک لبه حفاظتی *Sheet like Tegillum* اولین ظهور خود را دارد که نشان‌دهنده افزایش عمق حوضه رسوبی در این بازه زمانی است؛ اما در آشکوب *Coniacian* در مجموع ساختارهای حفاظتی *Roll type Tegillum* و

آبدراز در برش روستای آبدراز ۱۷ جنس و ۶۸ گونه روزن‌دار شناور شناسایی شد (شکل ۷).

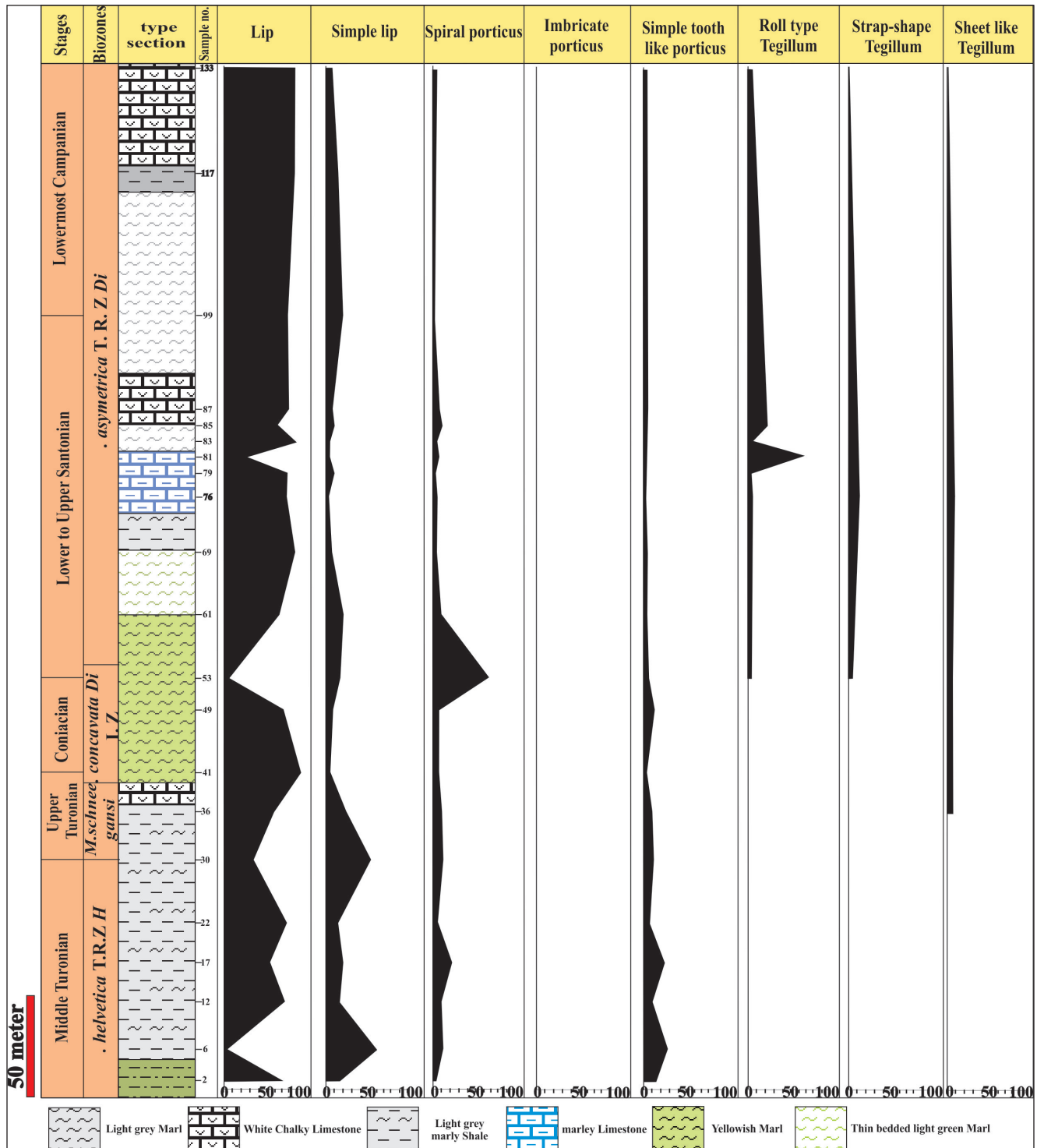
Strap-shape Tegillum به وجود می‌آیند. در محدوده زمانی قاعده آشکوب سانتونین تا اوایل کامپانین نیز ظهور ساختار محافظت‌کننده خاصی دیده نمی‌شود. در سازند



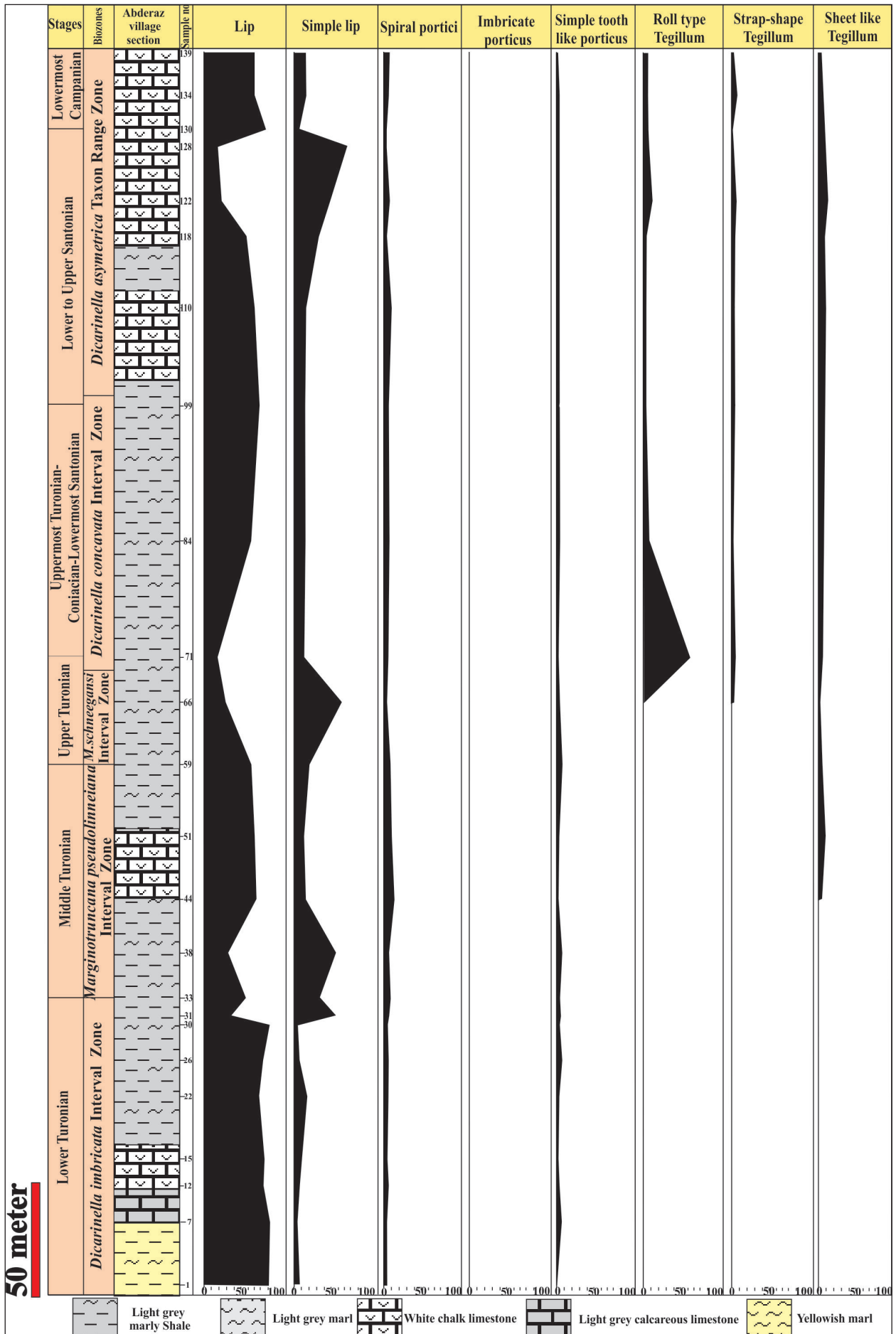
شکل ۵- نمایش مدل تکاملی جامع روزن‌بران شناور در محدوده زمانی کرتاسه (اقتباس با تغییرات از Caron, 1985; Coccioni and Premoli-Silva, 1994).

جدول ۲- نمایش گونه‌های روزن‌بران شناور موجود در سازند آبدراز، مناطق مورد مطالعه در خاور حوضه رسوبی کپه‌داغ. تمام گونه‌هایی که در جدول و در جلوی نام آنها اسم برشی نیامده است، به صورت مشترک در تمام مقاطع ثبت و شناسایی شده‌اند.

Protector Plates in Abderaz Formation at four studied sections			
Planktonic foraminifera species	Protector Plates	Planktonic foraminifera species	Protector Plates
<i>Dicarinella canaliculata</i>	Spiral Porticus	<i>Archaeoglobigerina bosquensis</i>	Sheet like Tegillum
<i>Di. Algeriana (Shorab, Type)</i>	Spiral Porticus	<i>A. blowi (Type)</i>	Sheet like Tegillum
<i>Di. primitiva</i>	Spiral Porticus	<i>A. cretacea</i>	Sheet like Tegillum
<i>Di. hagni</i>	Spiral Porticus	<i>Costellagerina pilula</i>	Lip
<i>Di. imbricata</i>	Spiral Porticus	<i>C. bulbosa (Padeha)</i>	Lip
<i>Di. elata</i>	Spiral Porticus	<i>Marginotruncana paraconcavata</i>	Spiral Porticus
<i>Di. concavata</i>	Spiral Porticus	<i>M. marginata</i>	Spiral Porticus
<i>Di. asymetrica</i>	Spiral Porticus	<i>M. cf. coronata</i>	Spiral Porticus
<i>Heterohelix globulosa</i>	Lip	<i>M. pseudolinneiana</i>	Spiral Porticus
<i>H. moremani</i>	Lip	<i>M. renzi</i>	Spiral Porticus
<i>H. reussi</i>	Lip	<i>M. sigali</i>	Spiral Porticus
<i>Muricohedbergella delrioensis</i>	Simple lip	<i>M. sinuosa</i>	Spiral Porticus
<i>M. simplex</i>	Simple lip	<i>M. undulata (Type)</i>	Spiral Porticus
<i>M. flandrini (Padeha, Type)</i>	Simple lip	<i>M. schneegansi</i>	Spiral Porticus
<i>M. planispira</i>	Simple lip	<i>M. tarfayaensis (Padeha)</i>	Spiral Porticus
<i>M. praetrocoida (Abderaz village)</i>	Simple lip	<i>Pseudotextularia nuttalli</i>	lip
<i>M. amabilis</i>	Simple lip	<i>Globotruncana cf arca</i>	Strap-shap Tegillum
<i>M. holmdelensis</i>	Simple lip	<i>G. orientalis (Padeha)</i>	Roll-type Tegillum
<i>M. monmothensis (Abderaz village)</i>	Simple lip	<i>G. bulloides</i>	Roll-type Tegillum
<i>Macroglobigerinelloides ultramicra</i>	Lip	<i>G. hilli</i>	Roll-type Tegillum
<i>M. bolli</i>	Lip	<i>G. linneiana</i>	Roll-type Tegillum
<i>M. carseyi</i>	Lip	<i>Heterohelix sphenoides (Abderaz village)</i>	Lip
<i>M. escheri</i>	Lip	<i>H. carinata</i>	Lip
<i>M. prairiehillensis</i>	Lip	<i>H. papula (Shorab)</i>	Lip
<i>M. alvarezi</i>	Lip	<i>Pseudoguembelina costellifera</i>	Lip
<i>Globotruncanita elevata (Shorab, Type)</i>	Imbricate Porticus	<i>Guembelitra cretacea</i>	Lip
<i>W. aumalensis (Padeha, Type)</i>	Tooth like Porticus	<i>Laeviheterohelix pulchra</i>	Lip
<i>W. baltica</i>	Tooth like Porticus	<i>Schackoina multispinata</i>	Lip
<i>W. brittonensis</i>	Tooth like Porticus	<i>Rugoglobigerina rugosa</i>	Sheet like Tegillum
<i>W. paradubia</i>	Tooth like Porticus	<i>R. pennyi (Padeha)</i>	Sheet like Tegillum
<i>W. praehelvetica</i>	Tooth like Porticus	<i>Praeglobotruncana delrioensis</i>	Tooth like Porticus
<i>Helvetoglobotruncana helvetica</i>	Tooth like Porticus	<i>P. stephani (Type)</i>	Tooth like Porticus
<i>Ventilabrella austriana (Padeha, Type, Shorab)</i>	Lip	<i>P. gibba (Type)</i>	Tooth like Porticus
<i>Contusotruncana fornicata</i>	Spiral Porticus	<i>Whiteinella archaeocretacea</i>	Tooth like Porticus
<i>C. patelliformis</i>	Spiral Porticus	<i>W. aprica</i>	Tooth like Porticus
<i>C. plicata</i>	Spiral Porticus	<i>W. inornata</i>	Tooth like Porticus



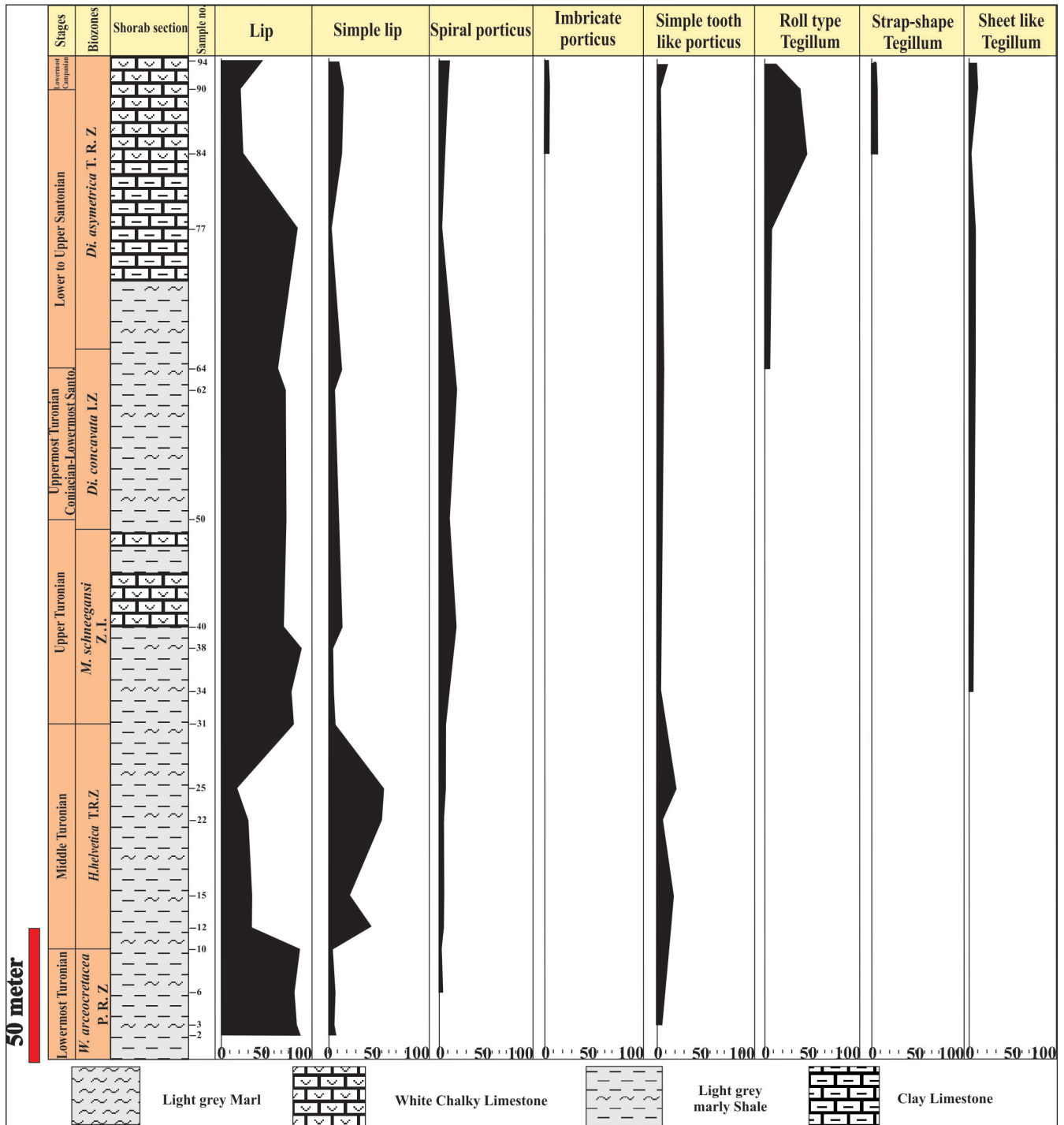
شکل ۶- نمایش آماری ساختارهای محافظتی ناحیه نافی در روزن‌بران شناور سازند آبدراز در برش الگو.



شکل ۷- نمایش آماری ساختارهای حفاظتی ناحیه نافی در روزن بران شناور سازند آبدراز در برش روستای آبدراز.

مطالعه روزن‌داران شناور سازند آبدراز در برش شوراب در محدوده زمانی Latest Turonian-Coniacian نشان‌دهنده آن است که در این محدوده زمانی ساختار حفاظتی خاصی به وجود نمی‌آید. در نهایت در محدوده زمانی Roll-type and Strap shape-Tegillum ساختارهای Santonian-Early Campanian به همراه Imbricate Porticus ظهور می‌یابند که نشان‌دهنده افزایش عمق حوضه رسوبی است. در سازند آبدراز در برش شوراب ۱۶ جنس و ۵۱ گونه روزن‌بران شناور شناسایی شد (شکل ۸).

در مجموع برای این برش ۸ صفحه محافظت‌کننده ناحیه نافی (شامل ۷ صفحه محافظت‌کننده اصلی و یک لبه محافظتی فرعی) برای روزن‌بران شناور این منطقه شناسایی شد. برای محدوده زمانی Early Turonian ساختارهای Lip، Simple lip، Tooth like Porticus و Spiral Porticus ظهور پیدا می‌کنند. در محدوده زمانی Middle Turonian در مجموع ساختار حفاظت‌کننده دهانه اولیه جدیدی پدید نمی‌آید. برای محدوده زمانی Late Turonian تنها ظهور ساختار Sheet like-Tegillum دیده می‌شود که خود نشان‌دهنده عمق حوضه رسوبی در این بازه زمانی است.

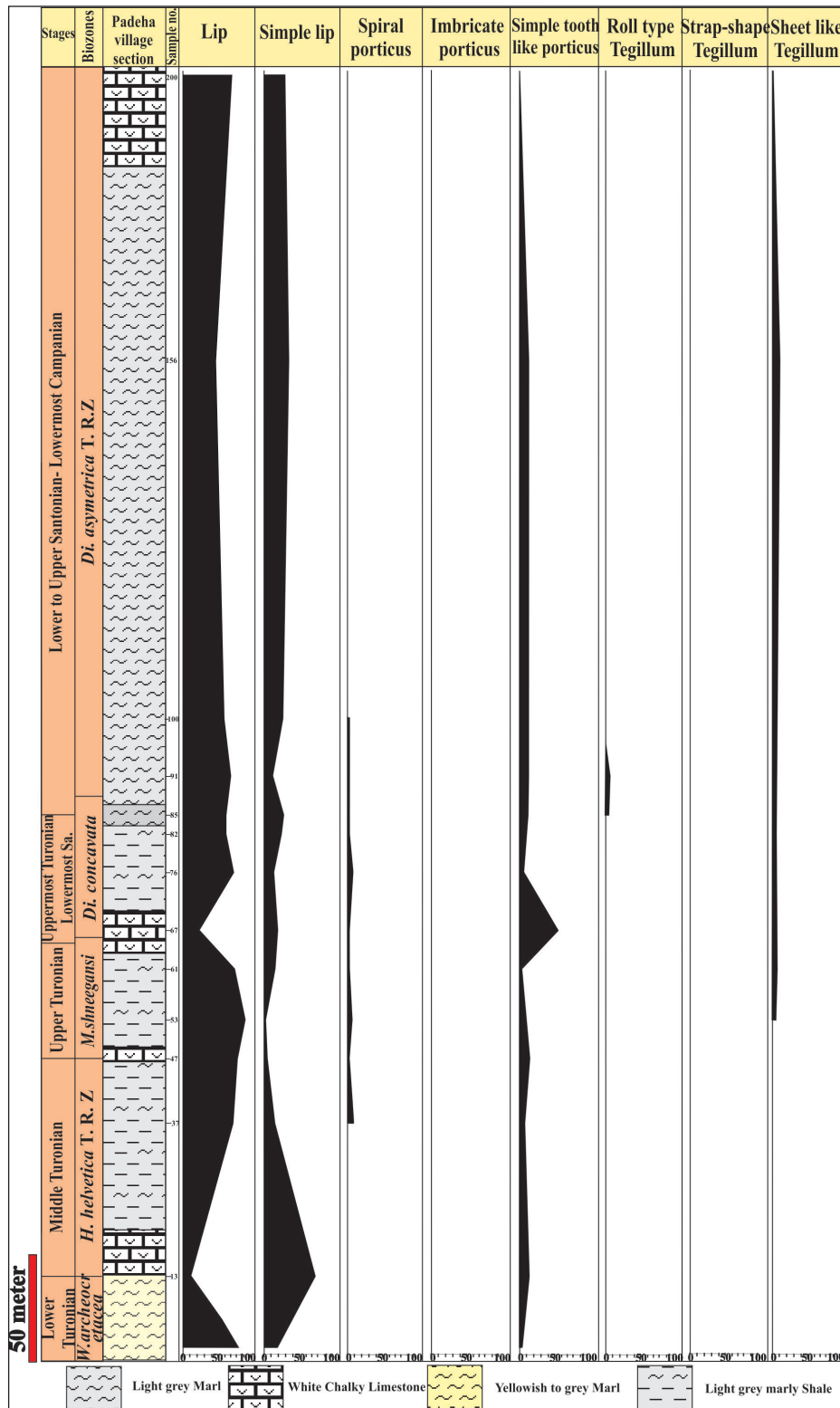


شکل ۸- نمایش آماری ساختارهای حفاظتی ناحیه نافی در روزن‌بران شناور سازند آبدراز در برش شوراب.

زیر آشکوب Late Turonian تنها صفحه محافظت کننده Sheet like-Tegillum ظاهر شده که نشان‌دهنده افزایش نسبی عمق آب حوضه است. در این برش در محدوده زمانی Latest Turonian-Early Santonian جنس و ساختار محافظت کننده خاصی تکامل پیدا نمی‌کند. در نهایت در محدوده زمانی Late Santonian تنها ساختار حفاظتی Strap-shape-Tegillum برابر با عمیق شدن حوضه ایجاد می‌شود. در سازند آبدراز در برش روستای پادها ۱۵ جنس و ۵۴ گونه از روزن‌بران شناور شناسایی شد (شکل ۹).

۸- شمارش آماری ساختارهای محافظت کننده ناحیه نافی برای سازند آبدراز در برش روستای پادها

در مجموع ۶ عدد صفحه محافظت کننده دهانه اولیه (Primary aperture) در این برش شناسایی و بررسی شد. در محدوده زمانی Early Turonian صفحات محافظت کننده Lip، Tooth like-Porticus، Spiral Porticus و Simple lip شناسایی شد. در ادامه در زیر آشکوب Middle Turonian صفحات محافظت کننده خاصی ظهور نمی‌یابد.



شکل ۹- نمایش آماری ساختارهای حفاظتی ناحیه نافی در روزن‌بران شناور سازند آبدراز در برش روستای پادها.

گردنه مزدوران (برش الگو)، ۷ صفحه محافظت‌کننده دهانه اولیه برای برش روستای آبدراز، ۸ صفحه محافظت‌کننده ناحیه نافی (شامل ۷ صفحه محافظت‌کننده اصلی و یک لبه محافظتی فرعی) برای برش شوراب و ۶ صفحه محافظت‌کننده دهانه اولیه (Primary aperture) در برش روستای پادهاست. در این مطالعه همچنین مشخص شد که ساختارهای Tooth like Porticus، Lip، Simple Porticus، Spiral Porticus در طی محدوده زمانی Earliest Turonian (برش‌های شوراب و پادها) و محدوده Early-Middle Turonian (برش‌های الگو و روستای آبدراز) به وجود می‌آیند. در ادامه این روند ساختار Sheet like Tegillum در Late Turonian و ساختارهای Roll-type-StrapTegillum در محدوده زمانی Coniacian (برش روستای آبدراز) و سانتونین (برش‌های الگو، شوراب و پادها) ظاهر می‌شوند.

مطالعه آماری ساختارهای حفاظتی نشان داد که در محدوده زمانی انتهای تورونین (Late Turonian) با فراوان شدن گروه‌های مورفوتاییپی ۲ و ۳ و ساختارهای حفاظتی Spiral porticus، Tooth like Porticus و Sheet like Tegillum در سازند آبدراز عمق حوضه رسوبی افزایش نسبی، در کنیاسین (Coniacian) با فراوان شدن اشکال مورفوتاییپی شماره ۱ و ساختارهای حفاظتی lip عمق حوضه رسوبی کاهش و در آشکوب سانتونین تا ابتدای کامپانین در برش‌های مورد مطالعه با فراوان و غالب شدن گروه مورفوتاییپی ۳ و ساختارهای حفاظتی Roll-type Tegillum، Starp Shape، Tegillum، Imbricate Porticus و Spiral Porticus مجدداً عمق حوضه رسوبی افزایش نسبی داشته است.

بر اساس مطالعه فونای موجود در سازند آبدراز و در چهار برش مورد مطالعه ۷۷ گونه متعلق به ۱۹ جنس از روزن‌بران شناور مورد شناسایی قرار گرفت.

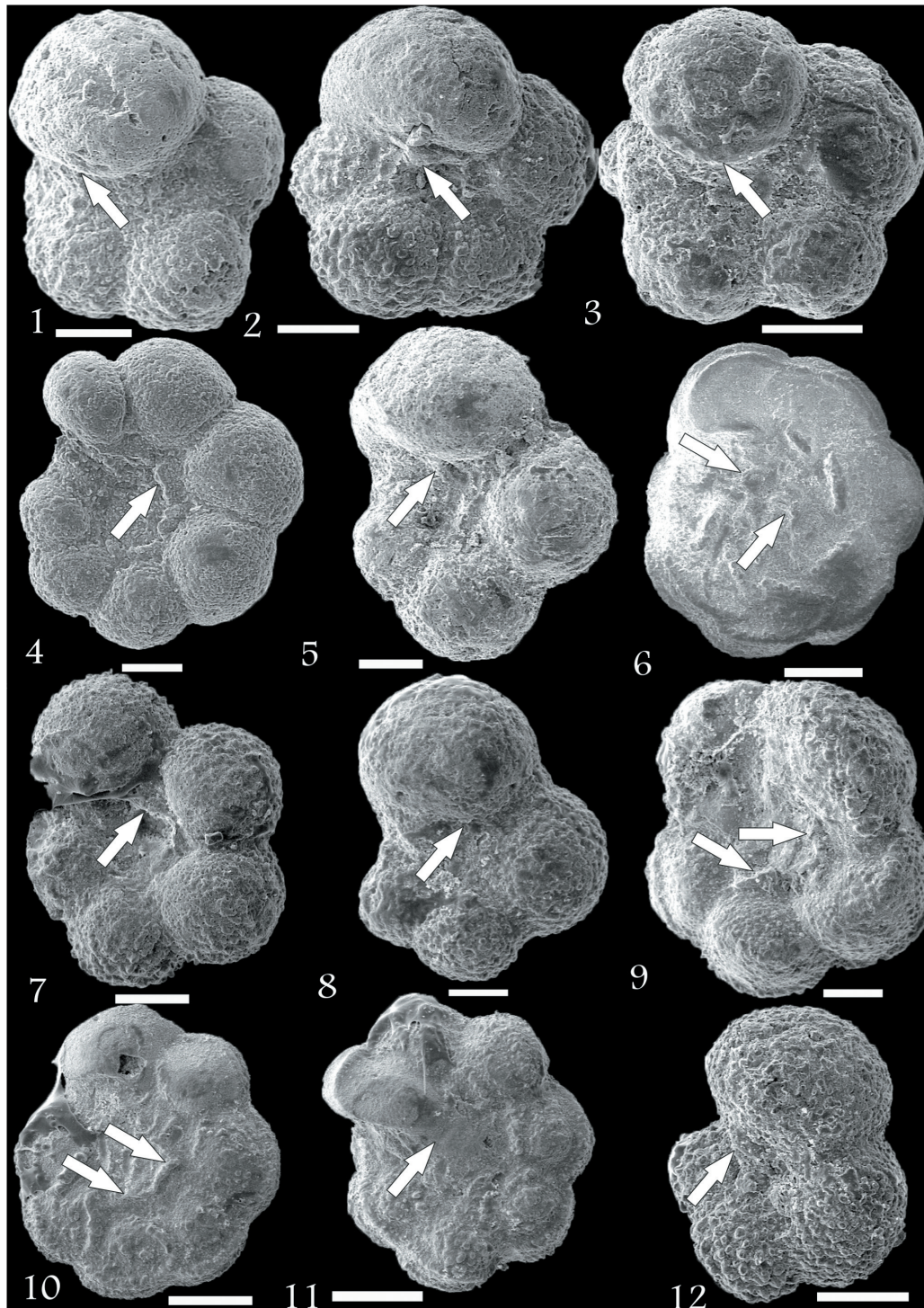
در نهایت ۱۹ جنس روزن‌بران شناور به همراه ۷۷ گونه در چهار برش چینه‌شناسی نامبرده از سازند آبدراز شناسایی شد. بیشترین و کمترین جنس‌ها به ترتیب مربوط به برش‌های الگو و پادها و بیشترین و کمترین گونه‌های شناسایی شده به ترتیب متعلق به برش‌های شوراب و پادها هستند. لازم به توضیح است که در این مطالعه از منابع متعددی برای شناسایی روزن‌بران شناور استفاده شده است (Bolli, 1957; Postuma, 1971; Robaszynski and Caron, 1979 and 1995; Premoli-Silva, 2014; Loeblich and Tappan, 1988; Ellis and Messina, 1999; Premoli-Silva and Sliter, 2001; Premoli-Silva and Verga, 2004).

۹- نتیجه‌گیری

در این مطالعه سازند آبدراز در برش‌های گردنه مزدوران، شوراب، روستای آبدراز، روستای پادها مورد مطالعه دقیق چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی قرار گرفت. با مطالعه سنگ‌شناسی سازند آبدراز در برش‌های مورد مطالعه مشخص شد که برش الگو از ۵۱۰ متر ضخامت به همراه ۶ واحد سنگ‌چینه‌ای، برش روستای آبدراز از ۵۴۵ متر ضخامت به همراه ۸ واحد سنگ‌چینه‌ای، برش روستای پادها از ۶۰۲ متر ضخامت به همراه ۸ واحد سنگ‌چینه‌ای و برش شوراب از ۳۷۴ متر ضخامت و ۶ واحد سنگ‌چینه‌ای تشکیل شده است. در مجموع از یک توالی ۲۰۳۱ متری ۷۰۰ نمونه به فاصله میانگین ۳ متر از ۴ برش چینه‌شناسی مذکور نمونه‌برداری شد که این فاصله در اطراف مرزهای زمانی مورد مطالعه به کمتر از یک متر کاهش یافته است.

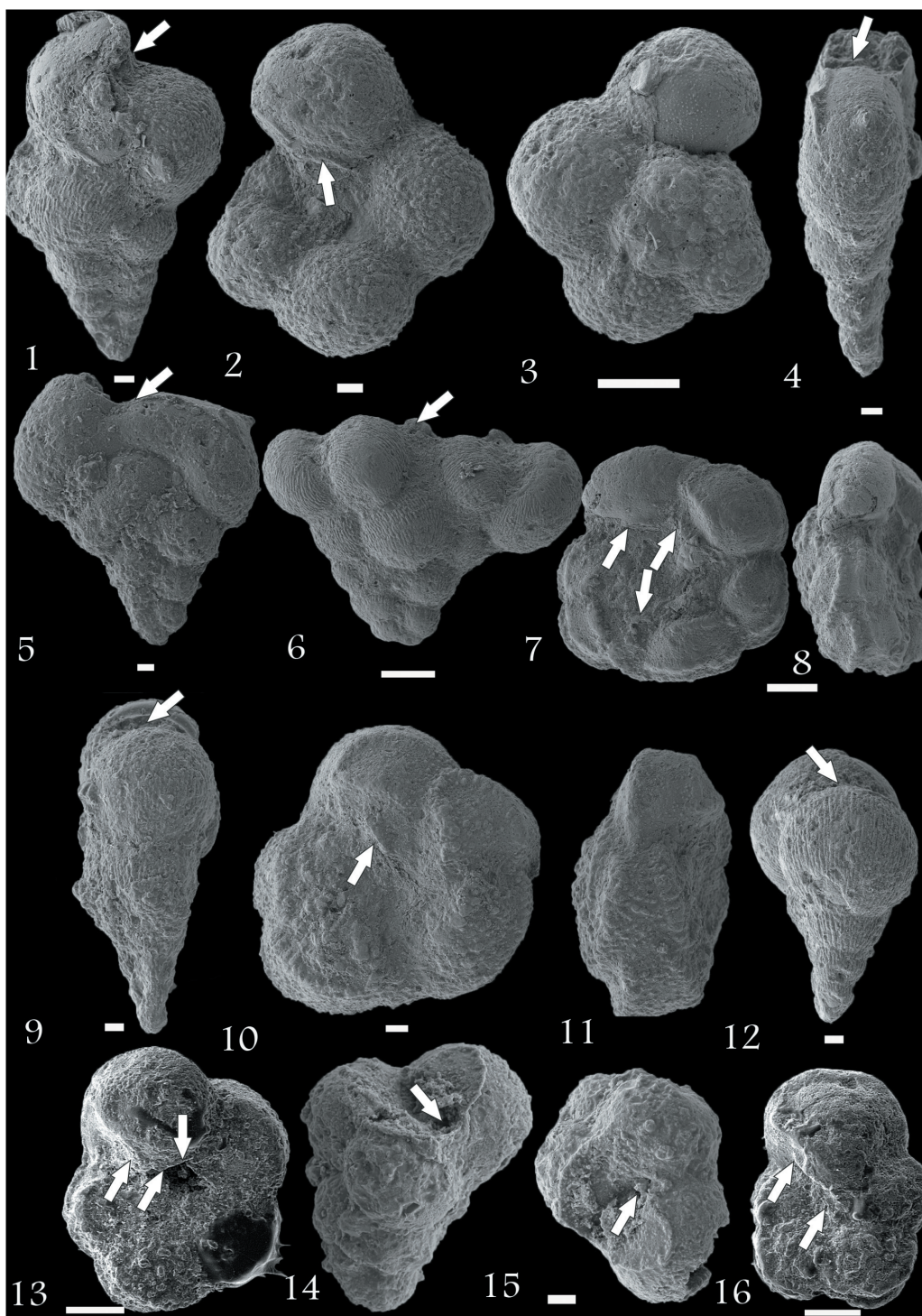
به منظور مطالعه صفحات محافظت‌کننده دهانه اولیه در روزن‌بران شناور سازند آبدراز مورد مطالعه دقیق قرار گرفت. مطالعه ساختارهای حفاظتی ناحیه نافی روزن‌بران شناور در سازند آبدراز حاکی از شناسایی ۸ صفحه محافظت‌کننده ناحیه نافی در برش

Plate 1



1- *Muricohedbergella delrioensis*, Scale bar 100µm, Abderaz Formation at Type section, (Simple lip Porticus), 2- *Muricohedbergella delrioensis*, Scale bar 100µm, Abderaz Formation at Abderaz village section, (Simple lip), 3- *Muricohedbergella delrioensis*, Scale bar 100µm, Abderaz Formation at Shorab section, (Simple lip), 4- *Macroglobigerinelloides ultramicrus*, Scale bar 50µm, Abderaz Formation at Type section, (Lip), 5- *Whiteinella baltica*, Scale bar 100µm, Abderaz Formation at Padeha village section, (Tooth like Porticus), 6- *Globotruncana arca*, Scale bar 200µm, Abderaz Formation at Type section, (Strap type Tegillum), 7- *Whiteinella brittonensis*, Scale bar 100µm, Abderaz Formation at Type section, (Spiral Porticus), 8- *Whiteinella baltica*, Scale bar 50µm, Abderaz Formation at Shorab section, (Simple lip), 9- *Dicarinella asymetrica*, Scale bar 100µm, Abderaz Formation at Type section, (Spiral Porticus), 10- *Globotruncana bulloides*, Scale bar 200µm, Abderaz Formation at Abderaz village section, (Strap-Shape Tegillum), 11- *Globotruncana bulloides*, Scale bar 200µm, Abderaz Formation at Type section, (Sheet like Tegillum), 12- *Whiteinella baltica*, Scale bar 100µm, Abderaz Formation at Shorab section, (Tooth like Porticus).

Plate 2



1- *Heterohelix globulosa*, Scale bar 200µm, Abderaz Formation at Shorab section, (Lip), 2- *Whiteinella archaeocretacea*, Scale bar 30µm, Abderaz Formation at Abderaz village section, (Simple lip), 3- *Whiteinella archaeocretacea*, Scale bar 100µm, Abderaz Formation at Type section, (Simple lip), 4- *Heterohelix moremani*, Scale bar 10µm, Abderaz Formation at Shorab section, (Lip), 5- *Laeviheterohelix pulchra*, Scale bar 10µm, Abderaz Formation at Padeha vilge section, (Lip), 6- *Ventilabrella austiniiana*, Scale bar 100µm, Abderaz Formation at Padeha village section, (Lip), 7,8- *Marginotruncana marginata*, Scale bar 100µm, Abderaz Formation at Type section, (Spiral Porticus), 9- *Heterohelix moremani*, Scale bar 20µm, Abderaz Formation at Shorab section, (Lip), 10,11- *Globotruncana hilli*, Scale bar 30, 100µm, Abderaz Formation at Shorab section, (broken strap-type Tegillum), 12- *Pseudotextularia nuttalli*, Scale bar 20µm, Abderaz Formation at Shorab section, (Lip), 13- *Dicarinella asymetrica*, Scale bar 100µm, Abderaz Formation at Type section, (Spiral Porticus), 14,15- *Guembelitra cretacea*, Scale bar 10µm, Abderaz Formation at Abderaz village section, (Lip), 16- *Dicarinella canaliculata*, Scale bar 100µm, Abderaz Formation at Type section, (Spiral Porticus).

کتابنگاری

- افشارحرب، ع.، ۱۳۷۳- زمین شناسی ایران، زمین شناسی کپه داغ، سازمان زمین شناسی کشور، تهران، ۲۷۶ ص.
- دانشیان، ج.، معلمی، ع. و آزاد، ع.، ۱۳۹۲- تغییرات سطح آب دریا بر پایه روزن‌بران پلانکتون و ارتباط سیستم نافی آنها با ژرفای آب در سازند سروک، کبیرکوه، جنوب خاور ایلام، مجله علوم زمین، شماره ۸۸، صص. ۱۶۵ تا ۱۷۴.
- شفیعی اردستانی، م.، ۱۳۸۷- میکروبايواستراتیگرافی سازند آبدراز در برش الگو (شرق کپه‌داغ)، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران، ۱۲۶ ص.
- شفیعی اردستانی، م.، ۱۳۹۳- زیست‌چینه‌نگاری، تطابق زیستی و حوادث زیستی قاعده کونیا سین و سانتونین سازند آبدراز در شرق و غرب حوضه کپه‌داغ، شمال شرق ایران، پایان‌نامه دکتری دانشگاه فردوسی مشهد، ۴۰۰ ص.
- وحیدی‌نیا، م.، عبدالشاهی، م. و عاشوری، ع.، ۱۳۸۸- بايواستراتیگرافی سازند آبدراز بر مبنای فرامینیفراها در برش شوراب (شرقی‌ترین بخش حوضه کپه‌داغ)، مجموعه مقالات سومین همایش انجمن دیرینه‌شناسی ایران، ۳۰ اردیبهشت تا ۱ خرداد ماه، دانشگاه فردوسی مشهد، ۳۶۰ ص.
- وحیدی‌نیا، م. و آریایی، ع.، ۱۳۷۷- نگرشی جدید بر سازند آبدراز در مناطق شرق حوضه کپه‌داغ، مجموعه مقالات دومین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، ۲۷ تا ۲۹ مرداد ماه دانشگاه فردوسی مشهد، صص. ۵۱۱ تا ۵۱۵.
- وحیدی‌نیا، م. و آریایی، ع.، ۱۳۷۹- مطالعه خاریوستان سازند آبدراز در مناطق شرق حوضه کپه‌داغ، مجموعه مقالات چهارمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، ۸ تا ۱۰ شهریور دانشگاه تبریز، صص. ۱۴۴ تا ۱۴۵.

References

- Barr, F. T., 1972- Cretaceous biostratigraphy and planktonic foraminifera of Lybia. – *Micropaleontol.*, 18, 1, 1- 46.
- Bolli, H. M., 1957- The genera Praeglobotruncana, Globotruncana, Rotalipora Abathomphalus in the Upper Cretaceous of Trinidad, B. W. I. U. S. Natural History Museum Bulletin, n. 215, p. 51- 60.
- Caron, M., 1985- Cretaceous planktic foraminifera. In: Bolli, H. M., Saunders, J. B., Perch Nielsen, K. (Eds), *Plankton stratigraphy*. Cambridge university press. 17- 86.
- Coccioni, R. and Premoli-Silva, I., 1994- Planktonic foraminifera from the lower Cretaceous of Rio Argos sections (Southern Spain) & biostratigraphic implications. *Cretaceous Research*. 15, 645- 687.
- Ellis, B. F. and Messina, A. R., 1999- Catalogue of foraminifera on CD ROM. American Museum of Natural History.
- Fraass, A. J., Kelly D. C. and Peters, Sh. E., 2015- Macroevolution history of the planktic foraminiferal. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.* 2015. 43: 139- 66.
- Georgescu, D., Saupe, E. and Huber, T., 2009- Morphometric and stratophenetic basis for phylogeny and taxonomy in late cretaceous gublerinid planktonic foraminifera. *Micropaleontology*, vol 54, no. 5, pp 397- 424.
- Georgescu, D., 2017- Upper Cretaceous planktic foraminiferal biostratigraphy. *Studia UBB Geologia*, 2017, 61 (1-2), 5- 20.
- Keller, G., Adatte, T., Stinnesbeck, W., Luciani, V., Karoui, N., Zaghbib-Turki, D., 2002- Tertiary mass extinction in planktic foraminifera, *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 178: 257- 298.
- Leckie, R. M., 1987- Paleocology of mid-Cretaceous planktonic foraminifera: A comparison of open ocean & Epicontinental Sea assemblages, *Micropaleontology*, 33, 164- 176.
- Linares-Rodriguez, D., 1977- Foraminiferos planctonicos del cretácico superior de las cordilleras Béticas (Sector Central). Thesis, Universite de Malaga, 41 p. (Unpublished).
- Loeblich, A. R. Jr. and Tappan, E., 1988- Foraminiferal genera and their classification, 970 p. (Van Nostrand Reinhold Company, New York).
- Norris, R. D., 1992- Umbilical structure in Late Cretaceous planktonic foraminifera *Marine Micropaleontology*, 38, 2, 165- 183.
- Peryt, D. and Lamolda, M. A., 2007- Neoflabellinids (benthic foraminifers) from the Upper Coniacian and Lower Santonian at Olazagutia, Navarra province, Spain; taxonomy and correlation potential. In: *Stratigraphy of the Coniacian–Santonian transition* (A. V. Dhondt, M. A. Lamolda, J. M. Pons, eds.). *Cretaceous Research* 28, 30- 36.
- Postuma, J., 1971- *Manual of Planktonic Foraminifera*. Elsevier Publishing Company. Amsterdam, 420p.
- Premoli Silva, I. and Sliter, W. V., 2001- Cretaceous planktonic foraminiferal biostratigraphy and evolutionary trends from the Bottaccione section, Gubbio, Italy. *Paleontographia Italica* 82, 89 p.
- Premoli Silva, I. and Verga, D., 2004- Practical Manual of Cretaceous Planktonic Foraminifera. In: Verga, D. and Rettori, R., (Eds.): *International school on Planktonic Foraminifera*, Universities of Perugia and Milano, Tipografia Pontefelcino, Perugia 283 p.
- Premoli Silva, I., 2014- Practical Manual of Cretaceous Planktonic Foraminifera. In: Verga, D. and Rettori, R., (Eds.): *International school on Planktonic Foraminifera*, Universities of Perugia and Milano, Tipografia Pontefelcino, Perugia 362 p.
- Robaszynski, F. and Caron, M., 1979- Atlas de foraminifères planctoniques du Crétacé moyen (Mer Boreale et Tethys), première partie. *Cahiers de Micropaleontologie* 1 (1- 185 p.).
- Robaszynski, F. and Caron, M., 1995- Foraminifères planktonique du cretace: *Bulletine Society Geological of France*, t. 166, 681- 698.
- Robaszynski, F., Caron, M., Gonzalez Donoso, J. M. and Wonders, A. A. H., 1984- Atlas of Late Cretaceous Globotruncanids. *Revue de Micropaleontologie* 26, 145- 305.

- Vahidinia M., Youssef Ali M., Shafiee Ardestani, M., Sadeghi, A. and Dochev, D., 2014- Integrated biostratigraphy and stage boundaries of the Abderaz Formation, east of the Kopeh-Dagh sedimentary basin, NE Iran. *Journal of African Earth Sciences*. 90 (2014) 87- 104.
- Vahidinia, M. and Shafiee Ardestani, M., 2017- Biostratigraphy of the Abderaz Formation Based on Heterohellicids, at Six Stratigraphical Sections in East and Center of the Kopeh-Dagh Sedimentary Basin, Northeastern of Iran. *International Journal of Geosciences*, 2017, 8, 623- 645.
- Wonders, A. A., 1979- Middle and Late Cretaceous pelagic sediments of the Umbrian sequence in the Central Appennines. *Proc. Koninkl. Nederl. Akad Wetenschappen, ser. B*, 82: 171- 205.
- Wonders, A. A., 1980- Middle and late Cretaceous planktonic Foraminifera of the western Mediterranean area. *Utrecht Micropaleontology Bulletin*, 24, 1- 158.
- Zepeda, M. A., 1998- Planktic foraminifera diversity, equitability and biostratigraphy of the uppermost Campanian-Maastrichtian, ODP Leg122, Hole 762, Exmoth plateau, NW Australia, eastern Indian Ocean. *Cretaceous Research*, 19:117- 152.

Statistical analysis of apertural protective structures of the planktonic foraminifera at Abderaz Formation (Turonian-Earliest Campanian), East of the Kopeh-Dagh basin, (NE Iran)

M. Shafiee Ardestani¹ and M. Vahidinia^{2*}

¹Ph.D., Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

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

Received: 2017 December 03

Accepted: 2018 June 19

Abstract

Apertural-protective structures of the planktonic foraminifera in the Abderaz Formation have been studied in order to determine sea level changes in 4 stratigraphical sections including: Abderaz village, Muzduran pass, Padeha village and Shorb . Lithological study of the Abderaz Formation shown that Shorab section (east of the Kopeh-Dagh basin) with 374 meters and Padeha village section with 602 meters represent minimum and maximum thickness, respectively. A total of 77 planktonic foraminifera species belonging to 19 genera, have been identified in studied sections. Eight Apertural protected plates have been recognized in the umbilical side of the distinguished planktonic foraminifera. Besides, 4 porticus structures (Simple lip, Tooth like-Porticus, Spiral Porticus, Imbricate Porticus) belonging to the morphotype 2 and 3, three Tegillum structures (Roll-type Tegillum, Strap-Shape Tegillum, Sheet like-Tegillum) belonging to the morphotype 3, and one Lip structure belonging to the morphotype 1, as well as their frequency have been recognized. Statistical analysis of protected structures of the umbilical area have been demonstrated that unlike to the imbricate porticus and sheet like Tegillum, the lip and simple lip structures show the highest frequency, indicating that the Abderaz Formation deposited in the relative shallow marine environment.

Keywords: Kopeh-Dagh basin, Abderaz Formation, Planktonic foraminifera, Evolution, Protected Plates, Sea level changes.

For Persian Version see pages 229 to 244

*Corresponding author: M. Vahidinia; E-mail: Vahidinia@ferdowsi.um.ac.ir