

## روزن داران کفزی بزرگ پالتوسن بالایی - اتوسن پایینی در تتیس شرقی، ناحیه حرمک در شمال زاهدان

محمدنبی گرگیج\*، سمیه شهرکی میرزایی

دانشگاه سیستان و بلوچستان، دانشکده علوم پایه، گروه زمین شناسی

دریافت ۹۸/۰۴/۱۰

پذیرش ۹۹/۱۲/۰۲

### چکیده

روزن داران کفزی بزرگ در پالتوزن از گسترش خوبی برخوردار بوده اند، بر اساس بررسی سیستماتیک روزن داران کف-زی بزرگ ۱۲ جنس و ۲۴ گونه در فاصله زمانی پالتوسن بالایی - اتوسن پایینی شناسایی شده است، که شامل گونه های مختلفی از جنس های *Ranikothalia*, *Discocyclina*, *Miscellanites*, *Miscellanea*, *Kathina*, *Idalina*, *Vania Assilina*, *Glomalveolina*, *Daviesina* و *Lockhartia* است. قاعده بایوزون SBZ3 اولین حضور *Miscellanites*, *Miscellanites minutus*, *Miscellanea juliettae*, *Glomalveolina*, *Glomalveolina telemetensis*, *Glomalveolina primaeva*, *Vania anatolica*, *primitivus*, *Kathina selveri*, *Ranikothalia tubleri*, *Ranikothalia sindensis*, *Discocyclina seunesi*, *dachelensis* شناسایی می شود، با توجه به فراوانی زیاد و دامنه زیست چینه نگاری محدود گونه های فوق الذکر (به جز *Ranikothalia sindensis* و *Kathina selveri*) به عنوان شاخص بایوزون SBZ3 در نظر گرفته شده اند. قاعده بایوزون SBZ4 با ظهور اولیه *Miscellanea*, *Daviesins langhami*, *Discocyclina ranikotensis* در این میان گونه های *Ranikothalia sindensis*, *Daviesins langhami* و *Miscellanea miscella* فراوانی زیاد و گسترش خوبی دارد. شایان ذکر است گونه *Miscellanites primitivus* در برش بررسی شده تا SBZ5/6 گسترش دارد. بایوزون SBZ5/6 با ظهور اولیه گونه های شاخص *Ranikothalia nuttalli*, *Lockhartia haemei*, *Ranikothalia* sp., *Discocyclina dispansa* و *Assilina dandotica* شناسایی شده و گونه های *Ranikothalia* بخش های عمده ای از حوضه تتیس شرقی از جمله تبت جنس *Daviesina* در بایوزون های مورد نظر ناپدید شده در صورتی که در برش بررسی شده فراوان است گونه *Alveolina vredenburghi* مشاهده نشده و *Miscellanea miscella* نسبت به بایوزون SBZ4 گسترش کمتری دارد. در برش بررسی شده، مجموعه روزن داران کفزی بزرگ اوایل اتوسن پیشین (SBZ5/6) غالباً شامل جنس های *Ranikothalia* و *Miscellanea* است در حالی که مجموعه روزن داران جدیدی که در این فاصله زمانی در مکان های دیگر ظاهر شده اند (مثل *Discocyclina*, *Assilina Alveolina*) اهمیت کمتری دارند و *Nummulites* ها وجود ندارند. در ادامه اتوسن پیشین، تنوع تدریجی در گونه های *Discocyclina*, *Operculina* و *Assilina* اتفاق افتاده در حالی که *Ranikothalia* ناپدید شده و *Miscellanea* در پایان بایوزون SBZ5/6 اهمیت کمتری دارد. مجموعه های مشابهی از روزن داران کفزی بزرگ در قسمت های دیگر تتیس شرقی به ویژه هند و پاکستان به ثبت رسیده اند. از این رو این مجموعه ها در تتیس شرقی نسبت به تتیس غربی متفاوت هستند.

واژه های کلیدی: پالتوسن بالایی - اتوسن پایینی، زیست چینه نگاری، فرامینیفرهای بنتیک بزرگ، زمین درز سیستان، برش پدگی

## مقدمه

پالئوژن پایین یک دوره زمانی مهم برای تکامل و ساماندهی مجدد روزن‌داران کفزی بزرگ با استراتژی K پس از انقراض تقریباً کامل در مرز کرتاسه-پالئوژن است [۳۶]. روزن‌داران کفزی بزرگ از نقطه نظر سیستماتیک و چینه‌نگاری زیستی به‌طور گسترده بررسی شده است و تعدادی از زون‌بندی‌ها براساس پیدایش آنها ارائه شده‌اند. زون‌بندی این روزن‌داران در پالئوسن و ائوسن اقیانوس تتیس به‌وسیله سراکیل<sup>۱</sup> و همکاران (۱۹۹۸) معرفی شده است که براساس این پژوهش سری‌های پالئوسن و ائوسن به ۲۰ زون کفزی کم عمق (SBZ1-SBZ20) تقسیم‌بندی شده است. طرح زون‌بندی کفزی کم عمق بر اساس بررسی‌های روزن‌داران کفزی بزرگ از هوتینگر (۱۹۶۰) و هوتینگر و همکاران (۱۹۶۴) اسچوب (۱۹۸۱) و هوتینگر و دروبن (۱۹۸۸) در قلمرو دریایی کم عمق تتیس از جنوب سومالی تا جنوب شرقی شبه قاره هند قابل اجرا است (Hottinger 1971; Pignatti 1944; Jauhri 1998; Scheibner and Speijer 2008). در مورد چرخه تکاملی روزن‌داران کفزی بزرگ دارای استراتژی k پالئوژن دارای سه مرحله است: اولین مرحله (دانین تا سلانیدن SBZ1-SBZ2) با تعداد اندکی از روزن‌داران کفزی مرز کرتاسه-پالئوژن آغاز شده که در این بازه زمانی افزایش ژنریکی آن را نشان می‌دهد. دومین مرحله (سلانیدن تا تانسین SBZ3-SBZ4) یک بازسازی کلی از روزن‌داران کفزی بزرگ با یک گوناگونی از گونه‌های متعلق تا جنس‌های موفق رخ داده است. سومین مرحله (ایلردین پایین SBZ5/6) هم‌زمان با مرز پالئوسن-ائوسن و اولین سری از حادثه هیپرترمال پالئوژن پایین است و به‌عنوان آغاز پدیده دوشکلی بالغ و اندازه بزرگ پوسته‌ها در نظر گرفته شده است. پس از آن، برخی از پژوهش‌گران پیشنهاد کردند که رویداد برگشت روزن‌داران بزرگ با حادثه حداکثر حرارتی مرز پالئوسن-ائوسن هم‌خوانی لازم را ندارد و برقراری ارتباط سببی بین این دو نیاز به اطلاعات و بررسی‌های بیش‌تری دارد (Orue-Etxebarria et al. 2001; Pujalte et al. 2009; Scheibner and Speijer 2009).

در برش پدگی (همانند شمال هند و پاکستان = تتیس شرقی) روزن‌داران کفزی بزرگ پالئوسن بالایی-اوایل ائوسن پایین دارای اجتماعات جانوری غیرمعمول که آخرین نمونه‌های *Miscellanea* و *Ranikothalia* در پلتفرم‌های کربناته اوایل ائوسن پیشین غلبه پیدا کردند، در حالی که *Alveolina* اهمیت کم‌تری دارد و *Nummulites* مشاهده نشده‌اند (Scheibner and Speijer 2008a). همچنین در سایر بخش‌های تتیس (تتیس غربی) جنس‌های *Miscellanea* و *Ranikothalia* در بعد از مرز PE همراه با مجموعه‌های غنی از *Alveolina* و *Nummulites* یافت می‌شود. بررسی‌های اولیه در مورد روزن‌داران کفزی بزرگ در منطقه بررسی شده با تفاوت‌های جانوری بین تتیس غربی و تتیس شرقی در مرز پالئوسن-ائوسن را به رسمیت نمی‌شناسند یا توجه چندانی به آن ندارند. بنابراین، شفاف‌سازی توالی‌های رسمی از طریق فاصله مرزی پالئوسن-ائوسن در این منطقه برای هم‌بستگی منطقه‌ای و بین‌المللی حوادث مهم زمین‌شناسی (به‌عنوان مثال، حادثه حداکثر گرمایش مرز پالئوسن-ائوسن) بسیار مهم است. اکنون آشکار است که علی‌رغم برخی اختلافات فونی (Afzal et al. 2011; Hottinger 1971; Scheibner & Speijer 2008a).

روزن داران کفزی بزرگ برش پدگی حاوی بسیاری از عناصر تتیس است (Hottinger 1960 ; Hottinger & Drobne 1988 ; Serra-Kiel et al. 1998 ; Scheibner et al. 2005 ; Scheibner & Speijer 2008a, 2009).

در این پژوهش، در توصیف و تکامل جنس‌ها و گونه‌های روزن داران کفزی بزرگ روی مرحله دوم و سوم تمرکز می‌کنیم و هدف از انجام این پژوهش شناسایی روزن‌داران کفزی بزرگ، چینه‌نگاری زیستی و بررسی روند تکاملی آنها، تعیین وضعیت جغرافیای زیستی گذشته در مرز پالتوسن-اؤسن و مقایسه روزن‌داران تتیس شرقی و غربی است.

### پیشینه بررسی‌ها

بررسی‌های فسیل‌شناسی پهنه زمیندرز سیستان به‌طور سیستماتیک به‌وسیله رحقی در گزارش چاپ شده به‌وسیله شرکت نفت ایران در سال ۱۹۸۳ انجام شده است. رئیس السادات و شکری (۱۳۸۹) به بررسی چینه‌نگاری نهشته‌های پالتوسن-اؤسن در منطقه بیرجند پرداخته‌اند. تجزیه پالتواکولوژی فرامینیفرای بنتیک بزرگ پالتوسن-اؤسن زیرین منطقه روبیات در جنوب بیرجند به‌وسیله کارچانی و بابازاده (۱۳۸۹) انجام شده است. در زون نه‌بندان-خاش، تجزیه و تحلیل آماری انتشارفرامینیفرهای بنتیک بزرگ اؤسن زیرین در منطقه گرنگ، در شرق خور-غرب خوسف خراسان جنوبی، بابازاده و همکاران (۱۳۹۱) بررسی شده است. شاعری خیبری و همکاران (۱۳۹۱) بایوزوناسیون واحدهای کربناته پالتوژن ناودیس چینگرد (غرب بیرجند) بر مبنای فرامینیفرهای بنتیک بزرگ را بررسی کرده‌اند.

### جایگاه زمین‌شناسی و چینه‌نگاری منطقه بررسی شده

محدوده بررسی شده در شمال زاهدان و زون زمیندرز سیستان در جنوب شرق ایران قرار دارد. این ناحیه به‌عنوان باریکه‌ای از اقیانوس تتیس در طی سانتونین-بالایی-اؤسن پایینی در بین بلوک‌های افغان در شرق و بلوک لوت در غرب تشکیل شده است (Stocklin 1968; Tirrul et al. 1983).

طی پالتوسن و اؤسن پایینی حوضه سیستان در عرض جغرافیایی بین ۲۵ تا ۳۰ درجه قرار داشته است (Hayet al. 1999). در آن زمان در این بخش از حوضه (برش پدگی) سنگ‌های کربناته و مارن‌های غنی از روزن‌داران کفزی-بزرگ در محیط‌های کم عمق دریای تتیس ته نشین شده است.

در ناحیه حریمک و در مجاور روستای پدگی دو برش چینه‌نگاری با ضخامت ۲۳۷/۵ متر (برش PE) و ۲۲۲/۵ متر (برش PEP) به‌طور عمده متشکل از سنگ‌های کربناته و مارن رخنمون دارد که برش PEP به‌صورت پیوسته بر روی سنگ‌های پیروکلاستیک قرار گرفته و برش PE دارای مرز گسله است. مرز بالایی برش به‌صورت ناپیوسته به‌وسیله کنگلومرای منومیکتیک بعد از اؤسن پایینی پوشیده می‌شود [ ] (معزی نسب و همکاران ۱۳۹۷). برش‌های مذکور در حدود ۶۰ کیلومتری شمال زاهدان و در محدوده طول جغرافیایی  $28^{\circ}05'2''$  و  $60^{\circ}$  عرض جغرافیایی  $31^{\circ}43'09''$  واقع شده‌اند (شکل‌های ۱ و ۲).

### مراحل انجام پژوهش

برای انجام این پژوهش به‌منظور بررسی زمین‌شناسی عمومی و راه‌های دسترسی به منطقه بررسی شده، در ابتدا بررسی‌های کتابخانه‌ای انجام شد. با استفاده از اطلاعات منتشر شده قبلی مانند گزارش‌های ارائه شده به‌وسیله سازمان

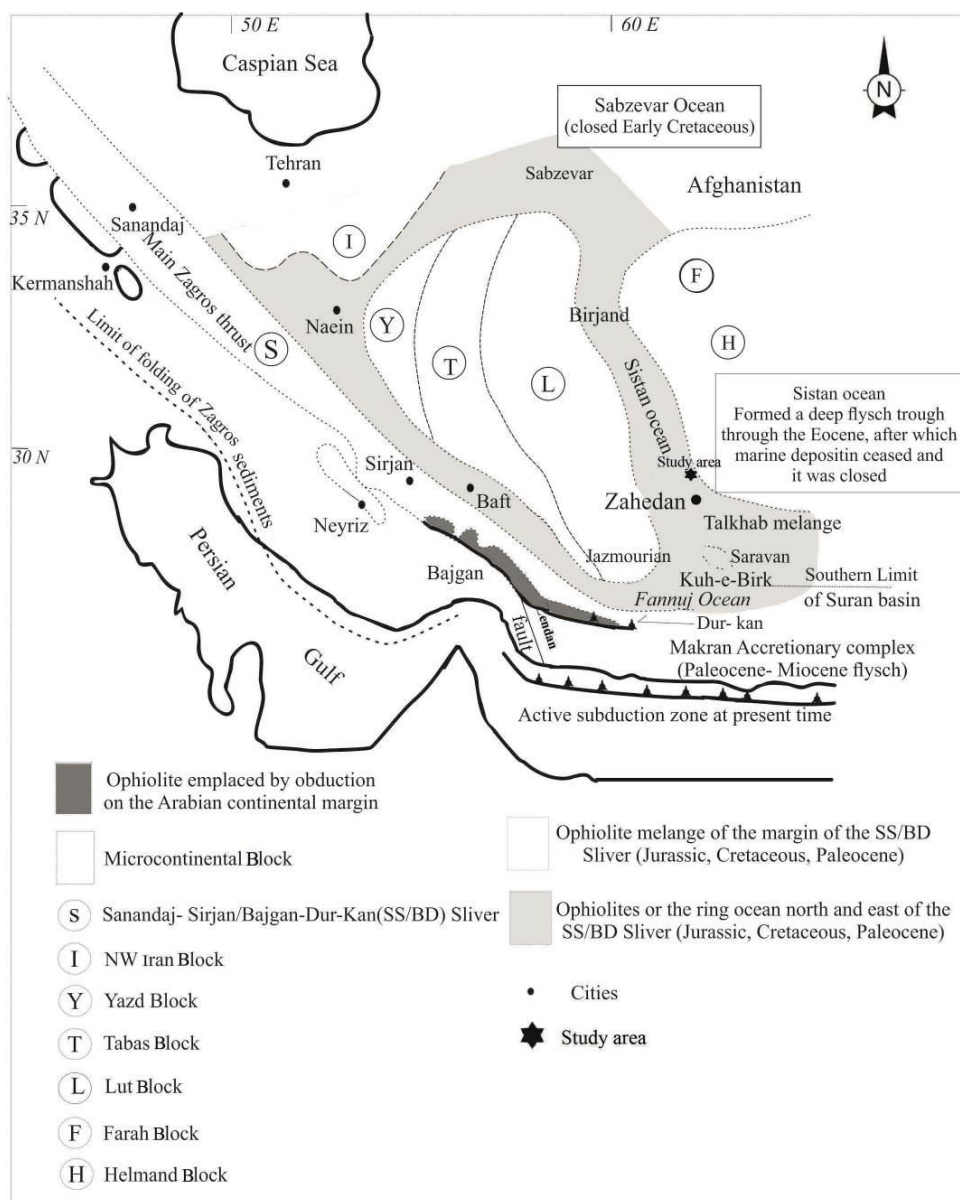
زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، پایان نامه‌ها، نقشه‌های زمین‌شناسی، توپوگرافی، تصاویر ماهواره‌ای جمع‌آوری و بررسی شد و سپس بررسی‌های صحرایی و هم‌چنین نمونه‌برداری با استفاده از روش سیستماتیک و با فواصل معین از قاعده به سمت رأس در برش‌های بررسی شده انجام شد که از ۱۵۰ نمونه‌دستی برداشت شده بیش از ۶۰۰ مقطع نازک میکروسکوپی تهیه و سپس شناسایی و بررسی سیستماتیک اجتماعات روزن‌داران بر اساس طرح‌های بایوزوناسیون سرائیل و همکاران (Serra-kiel et al. 1998) و پاپازونی و همکاران (Papazoni et al. 2017) انجام شده است. بر مبنای شناسایی جنس‌ها و گونه‌های مختلف روزن‌داران کفزی و تعیین افق‌های پیدایش، ناپدیدشدگی، دامنه‌ی زیست‌چینه‌نگاری آنها ترسیم و سن نسبی رسوبات پیشنهاد شد.

### بایوزوناسیون روزن‌داران کفزی بزرگ پالتوسن - ائوسن در حوضه تتیس

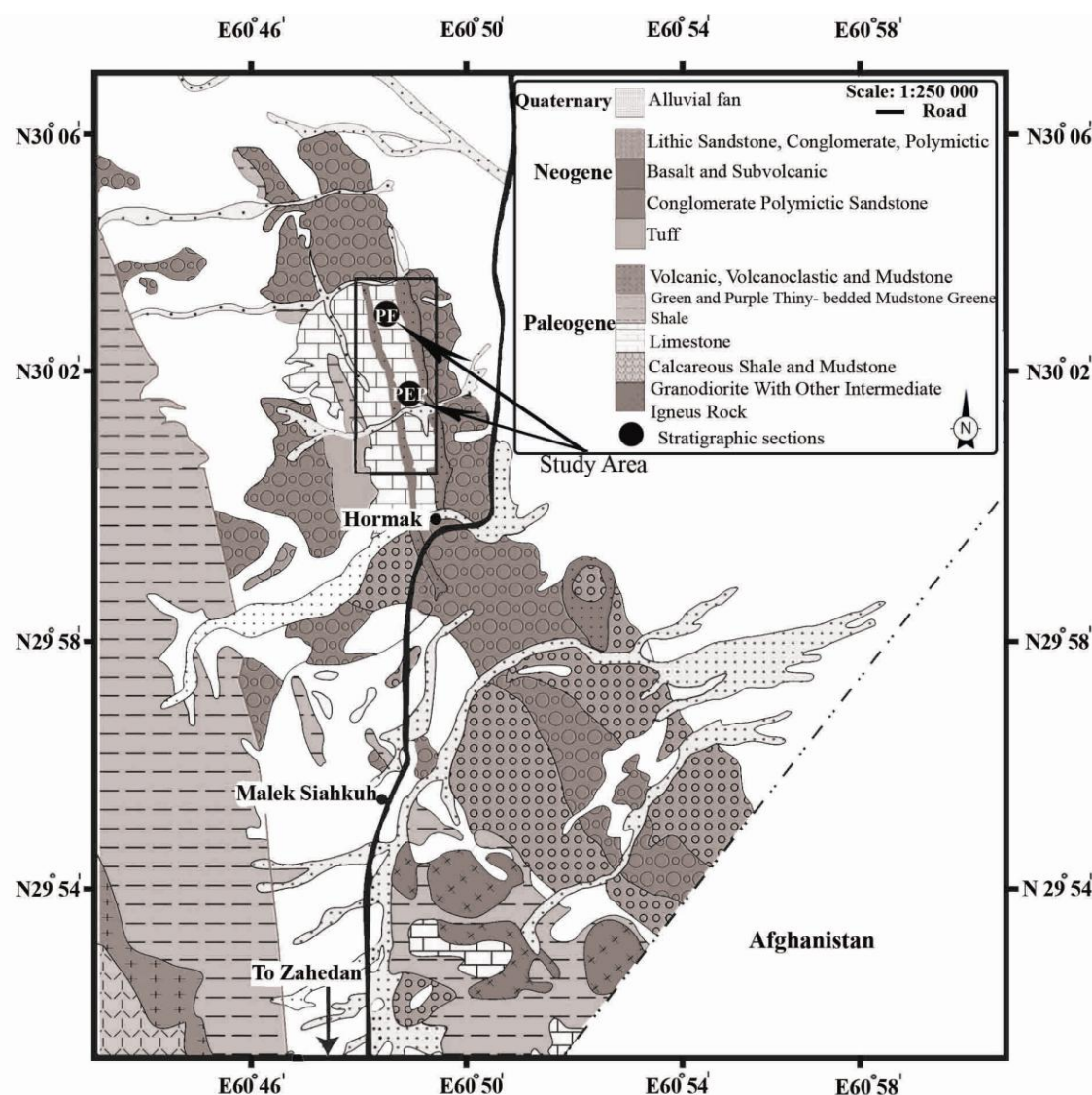
در اواخر دهه ۱۹۲۰، روزن‌داران کفزی بزرگ را به عنوان گروه فسیلی مهمی برای زیست‌چینه‌نگاری پالتوزن در ناحیه تتیس محسوب می‌شدند، و زوناسیون‌های زیست‌چینه‌نگاری ناحیه‌ای در بسیاری از نقاط دنیا برای مثال سکانس‌های پالتوزن شمال شرق هند (Jauhri and Agarwal 2001) سکانس‌های نئوژن ناحیه‌ای هند و اقیانوس آرام و BouDagher- (van der Vlerk and Umbgrove 1927; Chapronière 1984; Adams 1984;) و سنوزوئیک شمال عمان (Racey 1995) بر مبنای آنها انجام شده است. بررسی روندهای تکاملی و پخش و انتشار چینه‌نگاری اورتوفراگمینیدا و آلئولینیدا منجر شد تا سرائیل و همکاران (Serra-Kiel et al. 1998) و پاپازونی و همکاران (Papazoni et al. 2017) بیست زون کفزی-کم عمق (SBZ) پالتوسن - ائوسن را برای تتیس غربی ارائه کنند. به هر حال این زوناسیون‌های مربوط به تتیس غربی، اخیراً با بایوزون‌های تتیس شرقی (Zhang et al. 2013, 2018; Afzal et al. 2010;) ارتباط و انطباق داده شده، اما طرح تطابقی جامعی برای کل تتیس تاکنون ارائه نشده است. در ناحیه بررسی شده روزن‌داران کفزی بزرگ در بایوزون-های SBZ3 تا SBZ5/6 گسترش داشته که در شکل‌های ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸ و ۹ ارائه شده است. بایوزون‌های مورد نظر دارای مجموعه‌ای از روزن‌داران بزرگ هستند که در ذیل به طور کامل معرفی شده‌اند:

بایوزون SBZ3: قاعده بایوزون SBZ3 با اولین حضور *Miscellanites minutus*, *Miscellanea juliettae*, *Glomalveolina telemetensis*, *Glomalveolina primaeva*, *Vania anatolica*, *Miscellanites primitivus*, *Ranikothalia tubleri*, *Ranikothalia sindensis*, *Discocyclina seunesi*, *Glomalveolina dachelensis*, *Kathina selveri* شناسایی می‌شود، در این میان با توجه به فراوانی زیاد و دامنه زیست‌چینه‌نگاری محدود گونه‌های فوق‌الذکر به جز *Ranikothalia sindensis* و *Kathina selveri* به عنوان شاخص بایوزون SBZ3 در نظر گرفته شده‌اند (شکل‌های ۳، ۴، ۵، ۶).

بایوزون SBZ4: قاعده این بایوزون با اولین حضور *Daviesins langhami*, *Discocyclina ranikotensis*, *Miscellanea miscella* شناسایی می‌شود در این میان گونه‌های *Daviesins*, *Ranikothalia sindensis* و *Miscellanea miscella* فراوانی گسترده‌ای دارد. شایان ذکر است گونه *Miscellanites primitivus* در برش بررسی شده تا SBZ5/6 گسترش دارد (شکل‌های ۳، ۴، ۶، ۷، ۸ و ۹).



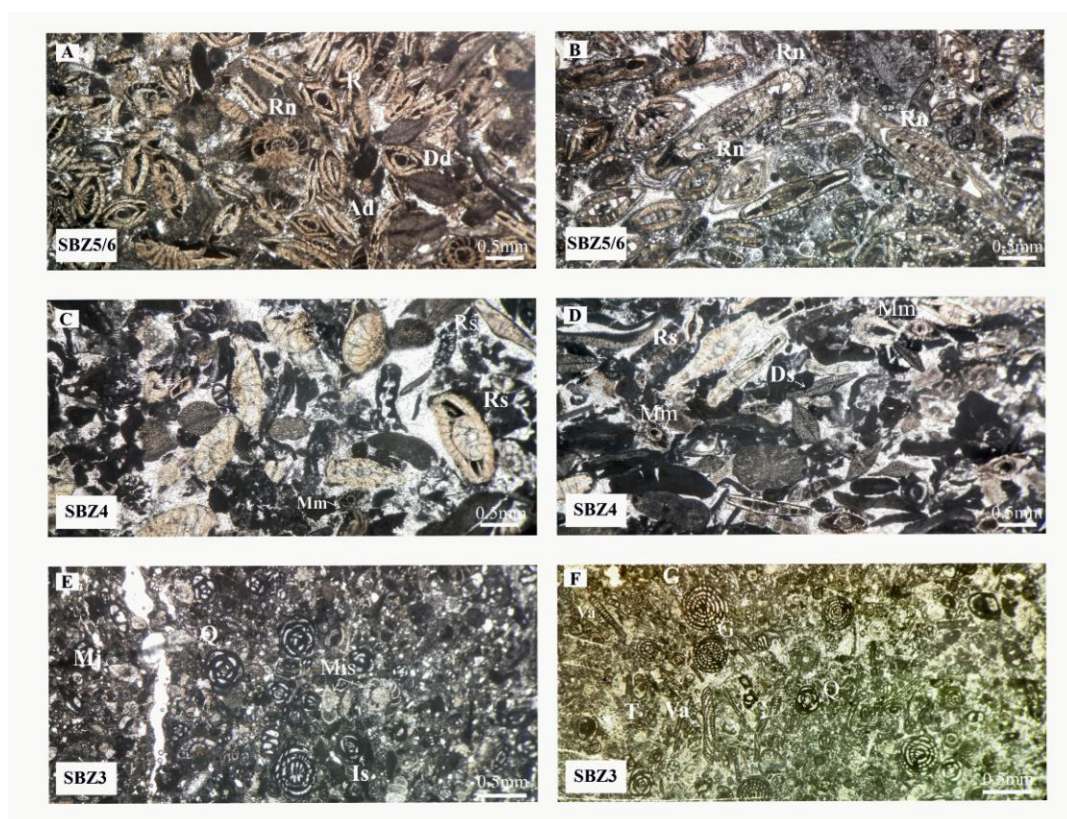
شکل ۱. واحدهای ژئوتکتونیک اصلی نواحی ایران جنوبی و مناطق مجاور: این نقشه مشخص کننده اقیانوس مزوزوئیک قدیمی داخلی که مبین بقایای افیولیتی اقیانوس‌های سبزوار، سیستان و فوج و بسته شدن اقیانوس تتیس و زون فرورانش فعال مکران به سمت شمال در بخش جنوبی است (Sengor et al., 1988).



شکل ۲. نقشه زمین شناسی منطقه بررسی شده (برگرفته از نقشه زمین شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ زاهدان، افتهکارنژاد (Eftekharnazhad 1993) (با انجام اصلاحات)

بایوزون SBZ5/6: قاعده این بایوزون با اولین حضور *Ranikothalia nuttalli*, *Lockhartia haemei*, *Discocyclina sella* و *Discocyclina dispansa* شناسایی می شود که گونه های شاخص بایوزون SBZ5/6 هستند و گونه های *Ranikothalia nuttalli*, *Assilina dandotica* و *Ranikothalia sindensis* فراوانی گسترده ای دارند. راس بایوزون SBZ5 با کاهش و ناپدید شدن روزن داران کفزی بزرگ منفذدار لاملار از قبیل *Kathina*, *Lockhartia* شناسایی می شود. شایان ذکر است که در بخش های عمده ای از حوضه تتیس شرقی از جمله تبت (Zhang et al. 2018) جنس *Daviesina* در بایوزون مورد نظر ناپدید شده در صورتی که در برش بررسی شده فراوانی زیادی دارد در حالی که گونه *Alveolina vredenburghi* مشاهده نشده و *Miscellanea miscella* نسبت به بایوزون SBZ4 گسترش کمتری دارد (شکل های ۳، ۴، ۶، ۷، ۸ و ۹).





شکل ۳. تصاویر میکروسکوپی مقاطع نازک که فسیل‌های غالب پالتوسن بالایی - ائوسن پایینی را در برش پدگی نشان می‌دهد. بایوزون‌های کفزی کم عمق (SBZ) از ژانگ و همکاران (Zhang et al. 2013) اقتباس شده است. (Rs) *Ranikothalia sindensis*, (Rn) *Ranikothalia nutalli*, (As) *Assilina dandotica*, (Mip) *Miscellanites primitivus*, (Mij) *Miscellanea juliettae*, (Mm) *Miscellanites miscella*, (G) *Glomalveolina*, (Dd) *Discocyclina dispansa*, (Is) *Idalina sinjarica*, (Q) *Quinqueloculina*.

### روزن‌داران کفزی بزرگ پالتوسن بالایی

در پالتوسن بالایی (SBZ3 و SBZ4) روزن‌داران کفزی بزرگ، ریخت‌شناسی جدیدی را با افزایش تنوع‌زنجریکی نشان می‌دهند متعلق به خانواده‌های Miscellaneids (*Miscellanea* و *Miscellanites*) Alveolinids (*Glomalveolina*) Rotallids (*Daviesina*، *Lockhartia* و *Kathina*) Discocyclinids (*Discocyclina*) Nummulitids (*Ranikothalia*) هستند. قابل ذکر است که این الگوی فونی با سایر بخش‌های تتیس شرقی سازگار است (Hottinger 1997, 1998; Jauhri 1998; Serra-Kiel et al. 1998; Jauhri and Agarwal 2001; Jauhri et al. 2006; Green et al. 2008; Scheibner and Speijer 2008, 2009; Zamagni et al. 2008; Mathur et al. 2009; Tewari et al. 2010).

هوتینگر (Hottinger 2009) و لپیگ (Leppig 1998)، گونه *Miscellanites juliettae* را شاخص محدوده بایوزون SBZ3 معرفی کرده‌اند. گونه مذکور همراه با *Vania anatolica*، *Miscellanites yevetae*

Miscellanites minutus نشان‌دهنده بایوزون SBZ3 (early Thanetian) است (Leppig 1988; Racey 1995; Serra-Kiel et al. 1998; Cherchi and Schroeder 1997; Hottinger 2009).

در برش بررسی شده گونه مورد نظر همراه با *Vania anatolica*، *Miscellanites minutus*، *Ranikothalia sindensis*، *Ranikothalia tubleri* و *Glomalveolina primaeva* بوده است که محدوده بایوزون SBZ3 را نشان می‌دهد (شکل‌های ۳، ۴، ۵ و ۸).

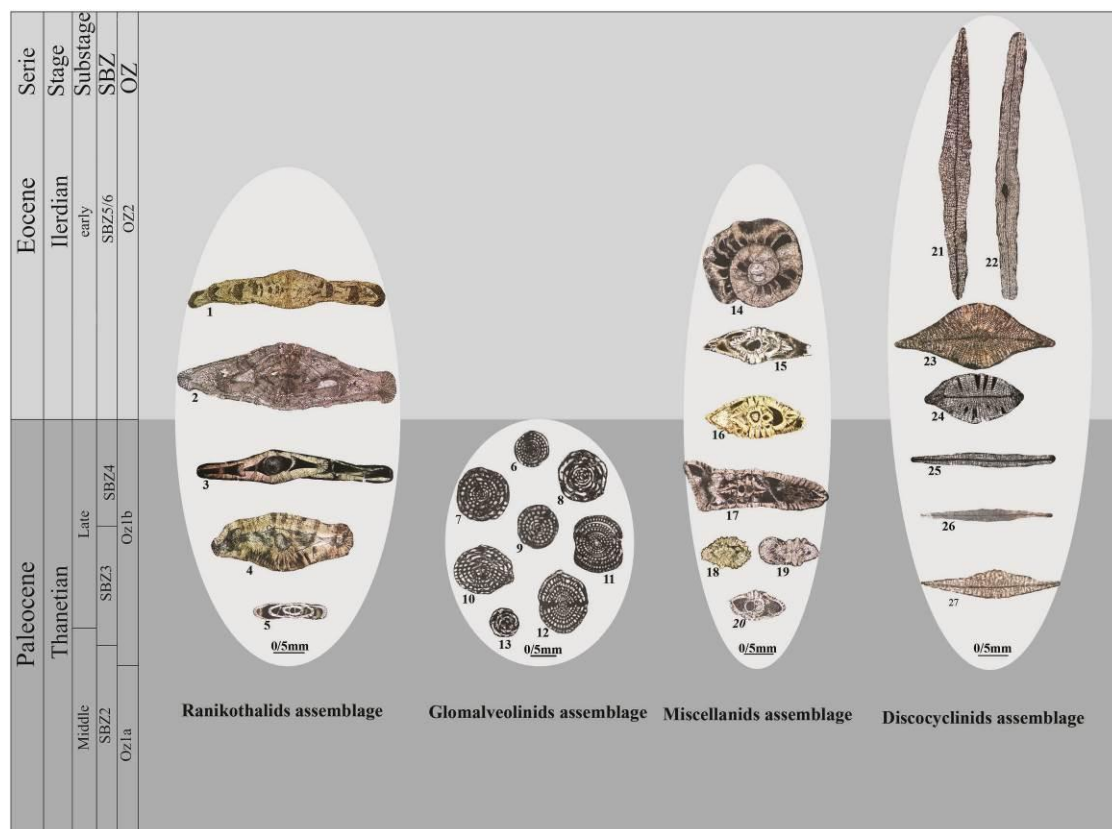
گونه *Miscellanites primitivus* در نارپ (Narp) در محل تیپ بایوزون SBZ3 در آکیتاین (جنوب غربی فرانسه) یافت شده است. این نمونه در Apulian Domain در سواحل پالئوسن اقیانوس اطلس در جنوب غربی فرانسه شناسایی شده است و به نظر می‌رسد دامنه آن محدود به بایوزون SBZ3 باشد (Hottinger 2009). در برش بررسی شده *Miscellanites primitivus* با گونه‌های کلیدی SBZ3 مانند *Glomalveolina primaeva*، *Miscellanea juliettae*، *Miscellanites minutus*، *Vania anatolica* و مجموعه فسیلی شاخص SBZ4 مانند *Miscellanites miscella*، *Daviesina langhami*، *Kathina selveri*، *Discocyclina ranikothensis* یافت می‌شود (شکل‌های ۳، ۴، ۵ و ۸). این مجموعه روزن‌دار سن تانسنین بالایی را پیشنهاد می‌کند.

با توجه به پژوهش‌های هوتینگر (Hottinger 2009) گونه *Miscellanites minutus* تنها از چند مکان در ایران شناسایی شده است. در برش بررسی شده برای اولین بار گونه مورد نظر همراه با گونه‌های شاخص بایوزون SBZ3 مانند *Miscellanea juliettae*، *Vania anatolica*، *Glomalveolina primaeva* با محدوده سنی پالئوسن بالایی شناسایی شده است (شکل‌های ۳، ۴، ۵ و ۸).

*Vania anatolica* از نظر توزیع جغرافیای زیستی گذشته و دامنه‌چینه‌نگاری در غرب سفالونیا، جزایر لونیین (Accordi et al. 1999)، ترکیه مرکزی با *Glomalveolina primaeva* (Richel 1936) و *Miscellanea juliettae* (Sirel 1998) در دیناریدس (Drobne and Hottinger 1971)، ایران (Rahaghi 1978)، مصر با *Glomalveolina primaeva*، *Miscellanea meandrina*، *Fallotella kochanskae persica* (Bandel and Kuss 1987) همراه *Glomalveolina telemetensis* و *Glomalveolina cf. lepidula*، *Hottingerina lukasi*، *Operculina azilensis*، *Orbitolites sp.*، *Dictyokathina simplex*، *Vania anatolica* همراه با *Miscellanites primitivus*، *Miscellanites minutus*، *Glomalveolina primaeva*، *Idalina sinjarica*، *Glomalveolina telemetensis*، *Glomalveolina dachelensis* یافت می‌شود که شاخص بایوزون SBZ3 است (شکل‌های ۳، ۴، ۵ و ۷).

دامنه چینه‌نگاری زیستی *Kathina selveri* براساس توالی فونای همراه، که محدود به بایوزون‌های SBZ3-SBZ4 است، با نمونه‌های یافت شده و پژوهش‌های انجام شده در اسلوونی (Özgen and Akyazi 2001) و ترکیه (Özgen-Erdem et al. 2005; Inan et al. 2005) همخوانی دارد. *Discocyclina seunesi* در برش-پدگی همراه با گونه‌های *Discocyclina ranikotensis*، *Vania anatolica*، *Miscellanea juliettae*، *Glomalveolina primaeva* دیده می‌شود که مبین بایوزون SBZ3 و SBZ4 است (شکل‌های ۳، ۴، ۵ و ۹).





شکل ۴. اجتماع چهارگانه روزن‌داران کفزی بزرگ در مرز پالتوسن-ائوسن در برش پدگی

Ranikothalids assemblage :1-2- *Ranikothalia nuttli*; 3- *Ranikothalia sindensis*; 4- *Ranikothalia sahani*; 5- *Ranikothalia tubleri*)

Glomalveolinids assemblage :6-7-11- *Glomalveolina telemetensis*; 9- *Glomalveolina* sp.; 12- *Glomalveolina primaeva*; 8-13- *Glomalveolina dachelensis*)

Miscellanids assemblage :14-15-16- *Miscellanea miscella*; 17- *Daviesina langhami*; 20- *M. juliettae*; 18- *Miscellanites minutus*; 19- *Miscellanites primitivus*)

Discocyclinids assemblage :21-22- *Discocyclina sella*; 23-24- *Discocyclina dispansa*; 25-26- *Discocyclina ranikotensis*; 27- *Discocyclina seunesi*)

هوتینگر (Hottinger 1960)، سراکیل و همکاران (Serra-kiel et al. 1998)، پیگناتی و همکاران (Pignatti

et al. 2008) et al. شینر و اسپیجر (Scheibner and Speijer 2009) گونه *Glomalveolina primaeva* را از محدوده

بایوزون SBZ3 گزارش کرده‌اند. به همین ترتیب (Jauhri and Agarwal 2001) *Glomalveolina primaeva*

همراه با *Glomalveolina levis* (= بایوزون SBZ4) دارای محدوده بایوزون SBZ4 و در شمال غربی هند، وایت

(White 1992) محدوده‌ی بایوزون SBZ3-SBZ6 را در عمان ثبت کرده‌اند. *Glomalveolina primaeva* از

سرتاسر حوضه مدیترانه و پیرنه، جنوب اسپانیا، حوضه پریستیک ایتالیا، اسلوونی، بوسنی، کرواسی، سیسیل، لیبی و

مصر شناسایی شده است. این گونه در حوضه آلپ شمالی، کارپاتین و زاگرس دیده شده است؛ Hottinger 1974

(Sirel 1976; 1998, 2008) *Glomalveolina primaeva* همچنین از چندین نقطه در بخش مرکزی و شرقی

ترکیه نیز به ثبت رسیده است، آکوردی و همکاران (Accordi1999) گونه مذکور را از غرب سفالونیا گزارش کرده‌اند.

در برش‌های بررسی شده نمونه‌های مربوط به زیرگونه *Glomalveolina ludwigi*، *Glomalveolina primaeva* شناسایی شده است که همراه با گونه‌های *Idalina sinjarica*، *Vania anatolica*، *Miscellanites primitivus* و *Daviesina langhami* مبین بایوزون‌های SBZ3 تا SBZ4 است (شکل‌های ۳، ۵ و ۷). گونه‌های *Glomalveolina dachelensis*، *Glomalveolina telemetensis* و *Glomalveolina primaeva* در برش چینه‌نگاری پدگی مبین بایوزون‌های SBZ3 تا SBZ4 است که به‌نظر می‌رسد افق ظهور اولیه آنها در بایوزون SBZ3 و انقراض نهایی آنها در راس SBZ4 باشد (Hottinger 1960; Serra-Kiel et al. 1998) که نشان‌دهنده سن راس پالتوسن بالایی (Late Thanetian) است (شکل‌های ۳، ۵ و ۷).

*Daviesina langhami* در سنگ آهک لوخارت پاکستان محدوده بایوزون SBZ3 (Hottinger 2014) و در تبت محدوده بایوزون SBZ4 (Zhang et al. 2013) را نشان می‌دهد. در برش پدگی گونه مذکور همراه با *Discocyclina ranikotensis*، *Ranikothalia sindensis*، *Ranikothalia sahani* و *Kathina selveri*، *Miscellanea miscella* که محدوده بایوزون SBZ4 نشان داده و مبین سن پالتوسن بالایی است (شکل‌های ۴، ۶ و ۸).

بر اساس بررسی سراکیل و همکاران (Serra-Kiel 1998)، *Ranikothalia sindensis* ابتدا در قاعده بایوزون SBZ4 در تتیس ظاهر شده است. توسگونلا و همکاران (Tosquella 1998) بیان کردند که *Ranikothalia sindensis* در حوضه بریتانیا و فرانسه محدود به بایوزون SBZ3 است. در عمان، هند و پاکستان *Ranikothalia sindensis* از پالتوسن بالایی - ئوسن پایینی گزارش شده است (Nagappa 1959; Butt 1991; Racey 1995). در برش پدگی ظهور *Ranikothalia sindensis* همراه با *Ranikothalia sahani*، *Miscellanea juliettae*، *Discocyclina ranikotensis* و *Assillina dandotica* دامنه چینه‌نگاری SBZ3 تا SBZ5 را نشان می‌دهد (شکل‌های ۳، ۴، ۵، ۶ و ۸).

*Discocyclina ranikotensis* اولین بار در برش‌های بررسی شده (PEP, PE) در SBZ4 ظاهر شده است (شکل‌های ۴، ۶ و ۸)، در پاکستان، هندوستان و سایر نقاط، از پالتوسن بالایی تا ئوسن پایینی گسترش داشته است (Nagappa 1959; Samanta 1969; Butt 1991; Weiss 1993; Akhtar and Butt 1999, 2000). به‌نظر می‌رسد این گونه در پالتوسن هندوستان (تتیس شرقی) به‌شدت گسترش داشته، زیرا در پلتفرم‌های کربناته تتیس غربی از پالتوسن بالایی گزارش نشده است (Samanta 1969; Adams 1970; Serra-Kiel et al. 1998; Less et al. 2007). *Ranikothalia tubleri* شاخص بایوزون SBZ3 و دارای سن پالتوسن میانی است. در برش پدگی با مجموعه روزن‌داران *Glomalveolina primaeva*، *Miscellanea juliettae* و *Vania anatolica* دیده می‌شود که بیان‌کننده این بایوزون است.

*Idalina sinjarica* برای اولین بار به‌وسیله گریمسدل (Grimsdale 1952) از سازند سینجار، در شمال عراق به‌همراه *Glomalveolina primaeva*، *Miscellanea miscella* و *Saudia layirinthica* گزارش شده است. در برش بررسی شده گونه مورد نظر همراه با *Miscellanites primitivus*، *Miscellanites minutus*، *Glomalveolina primaeva*، *Glomalveolina telemetensis*، *Idalina sinjarica* و *Glomalveolina dachelensis* و *Vania anatolica* یافت می‌شود که دامنه چینه‌نگاری بایوزون‌های SBZ3 تا SBZ6 را نشان می‌دهد. بنابر گزارش سراکیل و همکاران (Serra-Kiel et al. 1998)، *Idalina sinjarica* محدود به بایوزون‌های SBZ3 تا SBZ6 می‌شود. با این حال اولین ظهور آن، همراه با جلبک مرجانی *Distichoplax biserialis* بیانگر سلان‌دین به

بعد (Aguirre et al. 2007) و وجود نداشتن نشانه‌های بایوزونی برای بایوزون SBZ3 در برخی از مناطق (Afzal et al. 2010) نشان‌دهنده ظهور اولیه *Idalina sinjarica* در SBZ2 است. دروین و همکاران (Drobne 2002) هم‌چنین ظهور اولیه این گونه را از SBZ2 در نواحی هند-آرام، تتیس و کارائیب گزارش کرده‌اند. در توالی‌های پلتفرمی تتیس (شامل پاکستان و هند) دامنه زیست‌چینه‌نگاری *Lockhartia haimeii* بایوزون‌های SBZ3 تا SBZ4 ثبت شده است (Butt 1991; Weiss 1993; Serra-Kiel et al. 1998; Akhtar and Mathur et al. 2009; Jauhri and Agarwal 2001). به هر حال در پاکستان، برش زرندا، *Lockhartia haimeii* همراه با *Lockhartia conditi*، *Alveolina* sp.، *Assillina dandotica*، *Discocyclina*، *Ranikothalia sindensis* و *Ranikothalia nuttalli* دیده می‌شود که از نظر چینه‌نگاری بالاترین افق پیدایش را در درون بایوزون‌های SBZ5/6 پیشنهاد می‌کند (Afzal et al. 2010) (شکل‌های ۶ و ۸). به‌طور مشابه باترلین و فورکاد (Butterlin and Fourcade 1989) دامنه زیست‌چینه‌نگاری طولانی‌تری برای دو گونه *Lockhartia conditi* و *Lockhartia haimeii* گزارش کرده‌اند که بالاترین افق پیدایش نهایی را در ائوسن پایینی تا میانی را نشان می‌دهد. در برش بررسی شده *Lockhartia haimeii* با *Discocyclina*، *Discocyclina dispansa*، *Ranikothalia nuttalli*، *Ranikothalia sahani*، *Assillina dandotica* و *Ranikothalia sindensis* همراه است که محدوده بایوزون SBZ5/6 را بیان می‌کند. *Lockhartia conditi* در برش مذکور دارای دامنه سنی تانسین بالایی (SBZ3-4) است (شکل‌های ۶ و ۷).

### روزن‌داران کفزی بزرگ ائوسن پایینی

شناسایی مرز پالتوسن-ائوسن بر اساس روزن‌داران کفزی بزرگ (LBFها) یکی از موضوعات جالب توجه است که به‌طور گسترده مورد بحث و بررسی قرار گرفته است (Pujalte et al. 2009; Scheibner and Speijer 2009). برگشت مجدد روزن‌داران کفزی بزرگ <sup>1</sup>LFT در این مرز به خوبی شناسایی شده، و هم‌زمان با حادثه حداکثر گرمایش مرز پالتوسن-ائوسن، انحراف منفی ایزوتوپ کربن با ظهور جنس‌های *Nummulites*، *Orbitolites* و *Alveolina* (Orue-Etxebarria et al. 2001) قابل انطباق است (Pujalte et al. 2009; Scheibner and Speijer 2009). این اختلال جهانی چرخه کربن به لحاظ ورود سریع کربن سبک به سیستم اقیانوس-اتمسفر، احتمالاً مربوط به انحلال عظیم هیدرات‌های متان دریایی است، اگر چه مکانیزم پیشنهادی هنوز مورد بحث است (Dickens et al. 2007; Sluijs et al. 2006; Pagani et al. 2005; Cramer and Kent 2005; Kutz et al. 2001a; 1997). رویداد انقراض روزن‌داران کفزی شناخته شده (BEE<sup>2</sup>) (Pak and Miller 1992)، منجر به انقراض تقریباً ۴۰٪ از روزن‌داران کفزی کوچک‌تر در قسمت‌های عمیق‌تر دریا شد. در زمین، تغییرات عمده در جوامع گیاهی و مهره-داران زمینی در واکنش به افزایش CO<sub>2</sub> اتمسفر رخ داده است (Harrington and Jaramillo. 2007). حادثه انحراف منفی ایزوتوپ کربن به دلیل وقوع رویداد حداکثر گرمایش مرز پالتوسن-ائوسن، قابل انطباق با مرز بین بایوزون‌های روزن‌داران پلاژیک P5 و E1 و بایوزون نانوپلانکتونیک NP9a و NP9b است (Berggren and Pearson 2005; Aubry et al. 1999). در توالی‌های دریایی کم‌عمق مرز بین بایوزون SBZ4 و SBZ5

1. Large Foraminifera Turnover  
2. Benthic Extinction Event

(Serra-Kiel et al. 1998) هم‌زمان با شروع انحراف منفی ایزوتوپ کربن است و مبین مرز پالئوسن-ائوسن است (Orue-Etxebarria et al. 2001; Pujalte et al. 2003; Pujalte et al. 2009a; Scheibner and Speijer 2009).

در این تحقیق با توجه به بررسی توالی‌های دریایی کم عمق و حضور روزن‌داران کفزی‌بزرگ بر مبنای بایوزون‌های ارائه شده به‌وسیله سراکیل و همکاران (Serra-Kiel et al. 1998) به معرفی این بایوزون‌ها و اجتماعات روزن‌داران آنها پرداخته شده است. *Ranikothalia nuttalli* از بایوزون SBZ4 مصر گزارش شده است (Scheibner and Speijer 2009). با این حال این گونه در هند، پاکستان، تبت و تبت شرقی و برش بررسی شده محدود به بایوزون SBZ5/SBZ6 است (Jauhri 1998; Jauhri and Agarwal 2001; Jauhri et al. 2006; Zhang et al. 2013, 2018).

به گفته سراکیل و همکاران (Serra-Kiel et al. 1998)، *Ranikothalia nuttalli* دارای محدوده بایوزون SBZ5-SBZ6 در پلتفرم تتیس است. *Miscellanea miscella* در افغانستان (Kaeffer 1970)، شمال شرقی ترکیه (Sirel 1997)، ایران (Rahaghi 1983) و هند (Jauhri et al. 2000; Jauhri 1998; Jauhri and Agarwal 2001) معادل بایوزون SBZ5 است. گونه مذکور در ساکاریا ترکیه (Sirel et al. 2018) همراه با *Alveolina sakaryaensis*, *Alveolina polatliensis*, *Ranikothalia daviesi*, *Ranikothalia couisensis*, *Alveolina rotundata*, *Alveolina decipiens* است. که مبین سن ایلردین میانی-بالایی است. در برش بررسی شده گونه مذکور همراه با *Assilina dandotica*, *Discocyclina dispansa*, *Discocyclina sella*, *Lockhartia*, *haimeia* مبین بایوزون SBZ5/6 است (شکل‌های ۳، ۴، ۶ و ۹).

بر مبنای کار مطالعاتی سراکیل و همکاران (Serra-Kiel et al. 1998) در قلمرو تتیس، *Assilina dandotica* به بایوزون SBZ5 محدود می‌شود، با این حال توسگوئلا و همکارانش (Tosguella et al. 1998) ثابت کردند که *Assilina dandotica* در بایوزون SBZ6 هم گسترش دارد. بنابراین آخرین ظهور *Assilina dandotica* همراه با *Ranikothalia nuttalli* در توالی بررسی شده (PEP) در مرز بالایی بایوزون SBZ5/SBZ6 قرار دارد. سراکیل و همکاران (Serra-Kiel et al. 1998)، *Ranikothalia sindensis* را به بایوزون SBZ5 در عمان نسبت داده‌اند در حالی که در توالی بررسی شده آخرین حضور *Ranikothalia sindensis* و *Ranikothalia sahani* در بایوزون‌های SBZ5/SBZ6 قرار می‌گیرند.

در حوضه ایندوس در پاکستان (Butt 1991; Akhtar and Butt 1999, 2000; Afzal et al. 2010) و منطقه بررسی شده اولین ظهورگونه *Discocyclina dispansa* و *Discocyclina sella* با روزن‌داران کفزی‌بزرگ اوایل ائوسن پایینی همانند *Assilina dandotica*, *Ranikothalia nuttalli* دیده می‌شود که مبین بایوزون‌های SBZ6 / SBZ5 است در حالی که در سایر بخش‌های قلمرو تتیس از لوتسین تا بارتونین (Huang et al. 2013) گزارش شده است.

برگشت مجدد و چرخش جوامع روزن‌داران کفزی‌بزرگ با تنوع گونه‌ای و راهبرد K (تولید مثل کم، طول عمر زیاد و شرایط پایدار الیگوتروفیک) در بایوزون‌های SBZ5/SBZ6 اثبات شده است (Hottinger 1997, 2001). با این حال مجموعه‌هایی از روزن‌داران کفزی‌بزرگ که در پایین‌ترین بخش ائوسن (بایوزون‌های SBZ5/SBZ6) قرار دارند، تحت غلبه جنس‌های *Discocyclina*, *Miscellanea* و *Ranikothalia* بوده است، در حالی که روزن‌داران کفزی-بزرگ جدید که در این فاصله زمانی در دیگر نقاط (*Assilina*, *Alveolina*) ظاهر شدند کم‌تر اهمیت داشته و جنس *Nummulites* وجود ندارد.

### چینه‌نگاری زیستی روزن‌داران کفزی بزرگ در برش بررسی شده

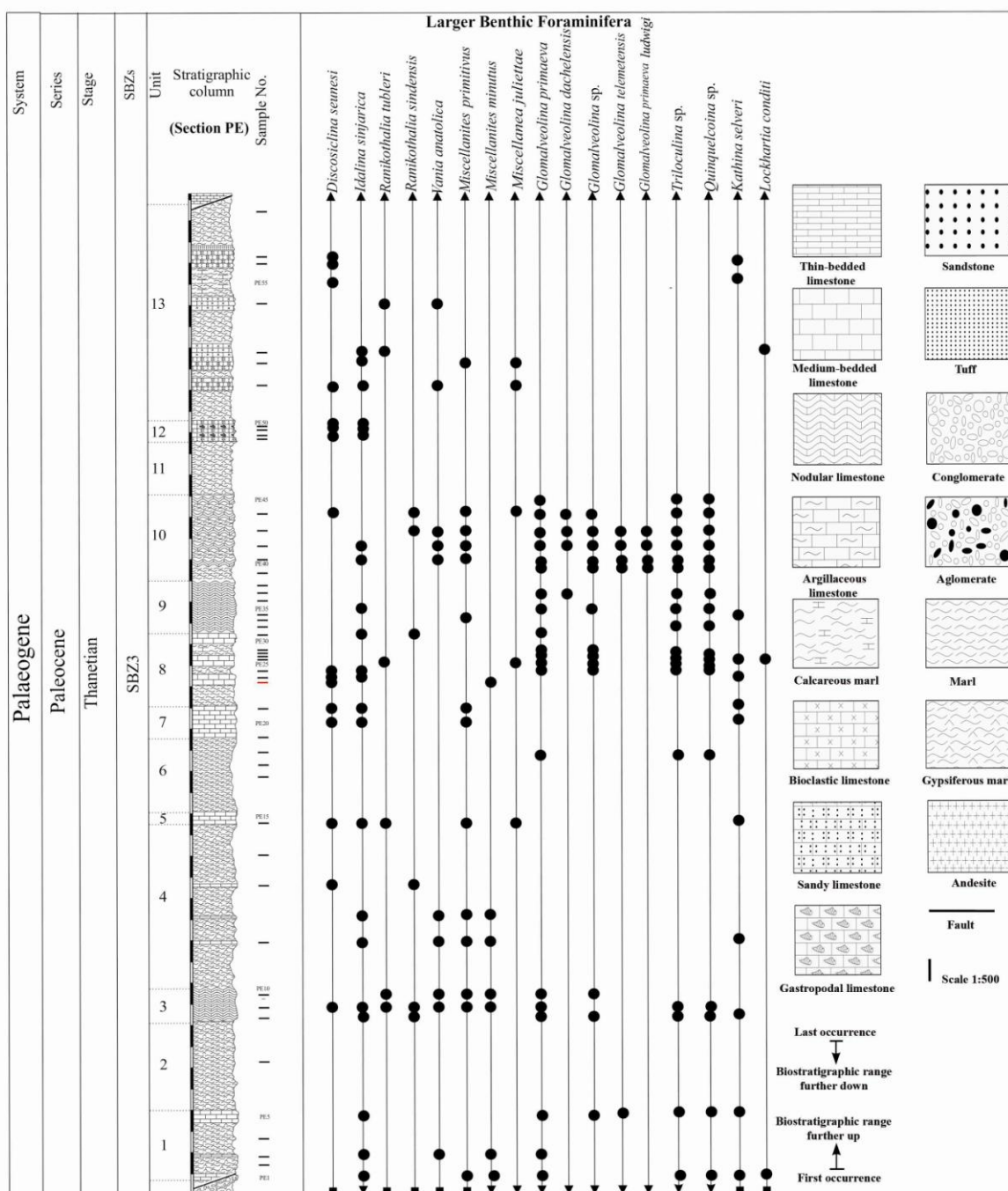
روزن‌داران کفزی بزرگ پالتوسن بالایی- ائوسن پایینی شناسایی شده در این پژوهش متعلق به بایوزون‌های SBZ3 تا SBZ6 هستند، این بایوزون‌ها بر اساس یک یا چند فسیل شاخص و اولین و آخرین حضور روزن‌داران- کفزی بزرگ شناسایی می‌شوند. اولین حضور گونه *Idalina sinjarica* (شکل‌های ۴ و ۶) در بایوزون SBZ2 بوده است که در توالی‌های بررسی شده با توجه به فسیل‌های همراه، بایوزون SBZ3 را نشان می‌دهد. محدوده بایوزون SBZ3 با ظهور روزن‌داران کفزی بزرگ شاخص مثل *Miscellanea juliettae*, *Vania anatolica*, *Miscellanites minutus*, *Glomalveolina primaeva* و *Glomalveolina dachelensis* شناسایی می‌شود (شکل‌های ۳، ۴، ۶ و ۷). روزن‌داران کفزی بزرگ کلیدی دیگر که در بایوزون SBZ3 ظاهر می‌شوند عبارتند از: *Miscellanites primitivus*, *Ranikothalia tubleri*, *Ranikothalia sahani*, *Glomalveolina telemetensis* و *Glomalveolina primaeva* مرز بین بایوزون‌های SBZ3 و SBZ4 با ظهور گونه‌های *Miscellanea miscella*, *Discocyclina ranikotensis* و *Daviesina langhami* مشخص، و ظهور گونه *Alveolina vredenburghi* به عنوان آغاز ائوسن پایینی (بایوزون SBZ5/SBZ6) در نظر گرفته شده است (Serra-kiel et al. 1998; Scheibner and Speijer 2008; Hottinger 1960). جمله *Discocyclina dispansa*, *Ranikothalia nuttalli* و *Assilina dandotica* شاخص اوایل ائوسن پایینی و آخرین حضور *Ranikothalia sindensis* و *Ranikothalia sahani* در بایوزون SBZ5/SBZ6 است. همکاران (Afzal et al. 2010) گونه‌های *Discocyclina dispansa* و *Discocyclina sella* را از بایوزون SBZ5 حوضه ایندوس پاکستان گزارش کرده‌اند در حالی که *Discocyclina sella* و *Discocyclina dispansa* در برش بررسی شده در بایوزون‌های SBZ5/SBZ6 برای اولین بار ظاهر می‌شود.

### تکامل روزن‌داران کفزی بزرگ پالتوزن پایینی در اقیانوس تتیس شرقی

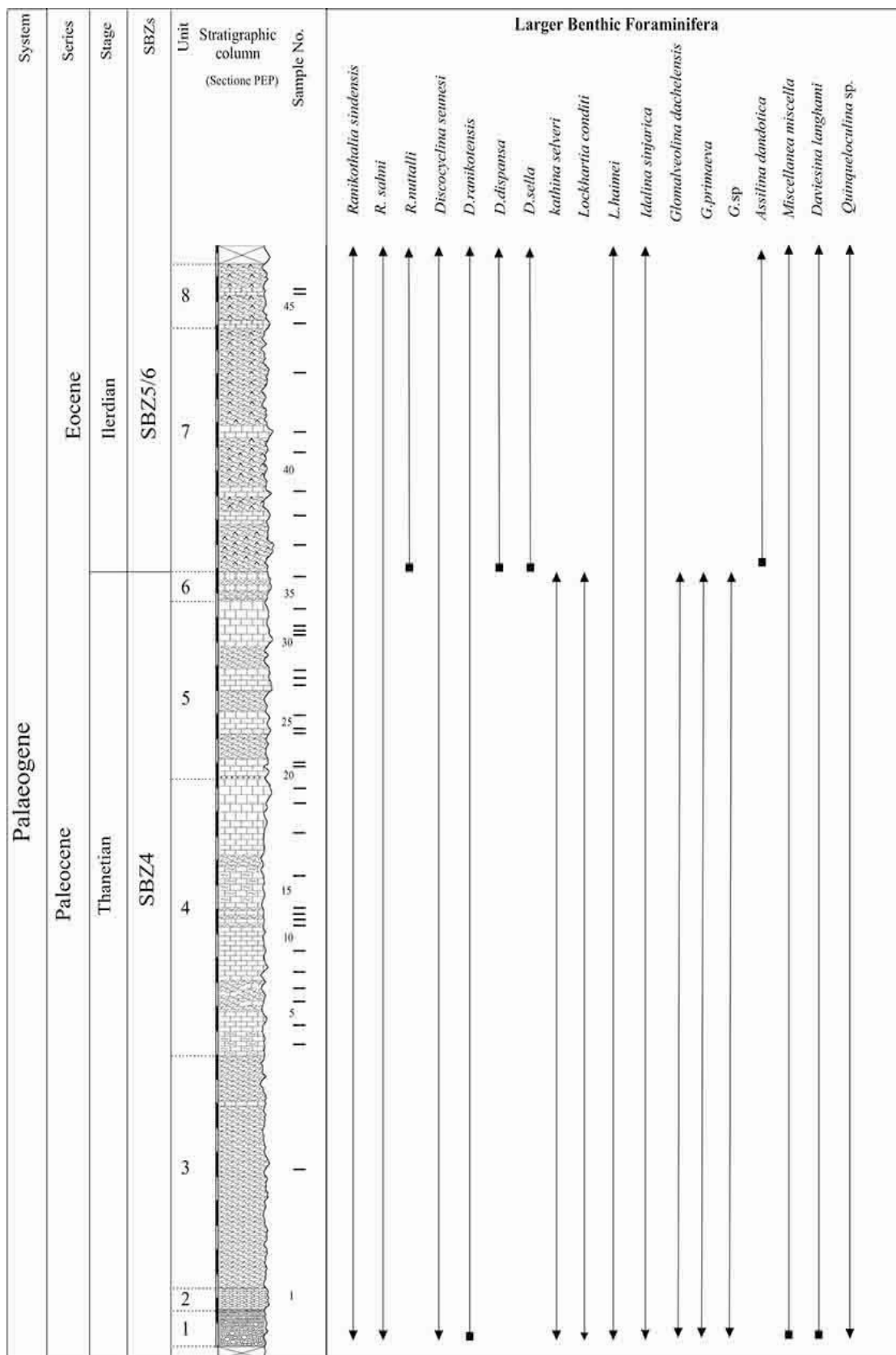
تکامل روزن‌داران کفزی بزرگ در طی پالتوزن پایینی در ابتدا با برگشت مجدد و طولانی مدت جوامع فونی، بعد از بحران مرز کرتاسه-پالتوسن مشخص می‌شود که منجر به انقراض ۸۳٪ از روزن‌داران کفزی بزرگ شده است (BouDagher-Fadel 2008). در این جا، بر اساس تجزیه و تحلیل چینه‌نگاری زیستی، الگوهای تکاملی بلندمدت روزن‌داران کفزی بزرگ در تتیس شرقی بررسی شده است بایوزون‌های SBZ1-SBZ2 با باقی ماندن تعداد کمی از روندهای تکاملی روزن‌داران کفزی بزرگ بعد از بحران مرز کرتاسه- پالتوسن معرفی می‌شوند و همچنین تعدادی از روزن‌داران دارای پوسته کوچک و فاقد دوشکلی قابل شناسایی هستند. این بخش در حوضه ایندوس پاکستان با تعداد کمی از جنس‌های روتالیدی کوچک‌تر (*Rotalia*, *Laffitteina*) و میلیولیدا (*Idalina*) شناخته می‌شوند و جنس‌های *Ornatononion*, *Miscellanea*, *Bangiana* و *Lockhartia* وجود ندارند (Adams 1970; Kureshy 1978; Jauhri et al. 2006; Green et al. 2008; Mathur et al. 2009; Jauhri and Agarwal 2001; Jauhri 1998). بایوزون‌های SBZ3 و SBZ4 با افزایش تنوع ژنریکی و بازتاب زمانی که روزن‌داران کفزی بزرگ مورفولوژی‌های جدید را تجربه می‌کنند (Hottinger 2001; Scheibner and Speijer 2008a) قابل شناسایی است که در این حوضه با ظهور روندهای تاکسونومیکی جدید شامل جنس‌هایی از *Rothaliid* (*Lockhartia*, *Kathina*) *Miliolid* ها (*Triloculina*, *Quinqueloculina*) *Pellatispirid* (*Miscellanea*) و *Alveolinid* ها (*Glomalveolina*) و *Nummulitid* ها (*Ranikothalia*, *Assilina* و *Operculina*) و *Discocyclinid* (*Discocyclina*) شروع می‌شود. این الگوی فونی با سایر قسمت‌های تتیس (Hottinger 1997, 1998; Jauhri 1998; Serra-Kiel et al. 1998) مطابقت دارد.



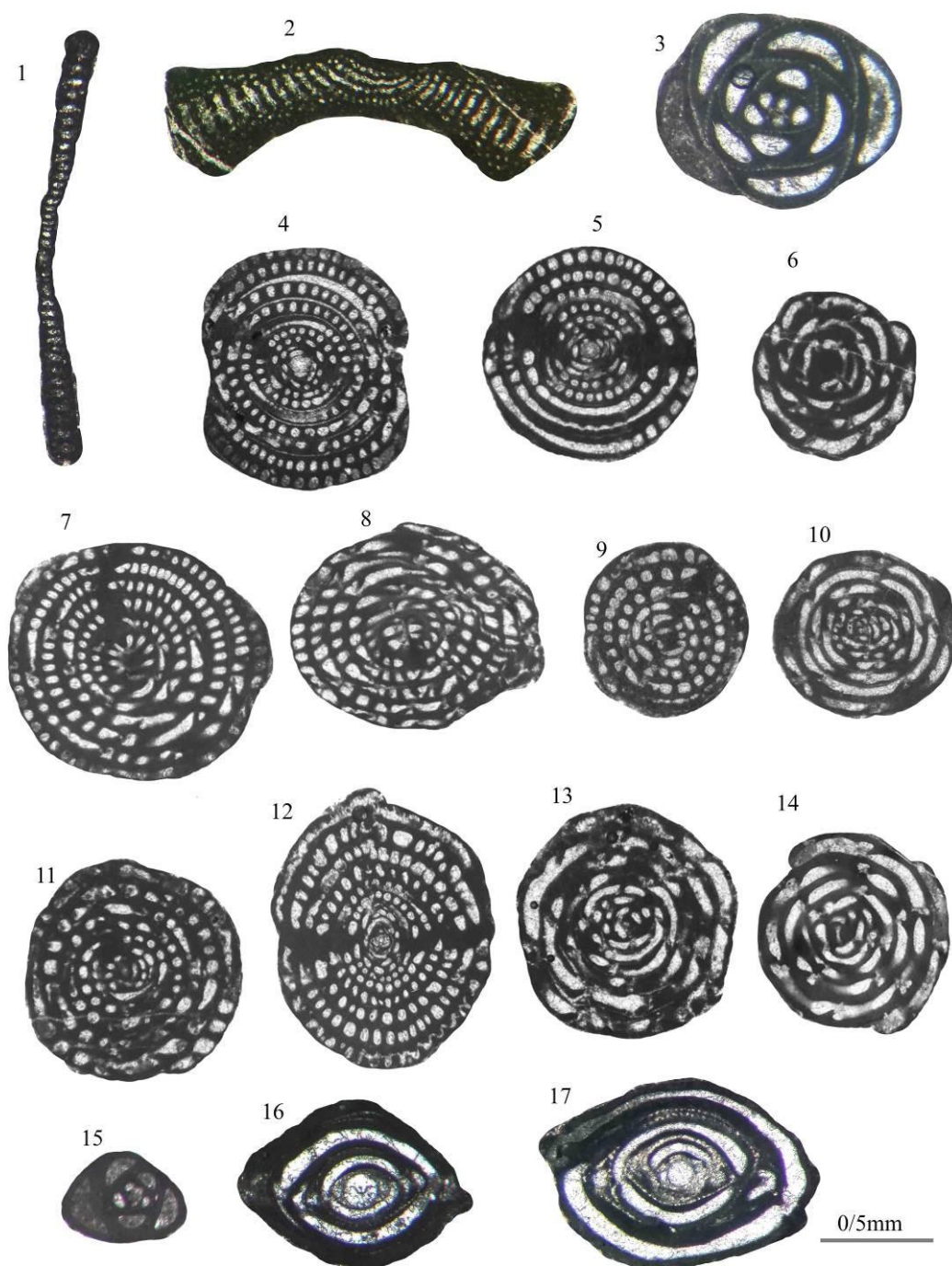
Jauhri and Agarwal 2001; Jauhri et al. 2006; Green et al. 2008; Scheibner and Speijer. 2008a, در بایوزون‌های SBZ5/6 سامان یافتن اجتماعات روزن‌دارانی، با تنوع گونه‌ای و برگشت مجدد روزن‌داران کف‌زی بزرگ با راهبرد K (تولید مثل کم و طول عمر زیاد) انجام شده است (Hottinger 1997, 2001).



شکل ۵. سنگ چینه‌نگاری و دامنه زیست‌چینه‌نگاری روزن‌داران بنتیک بزرگ پالئوسن در برش چینه‌نگاری پدگی (PE)

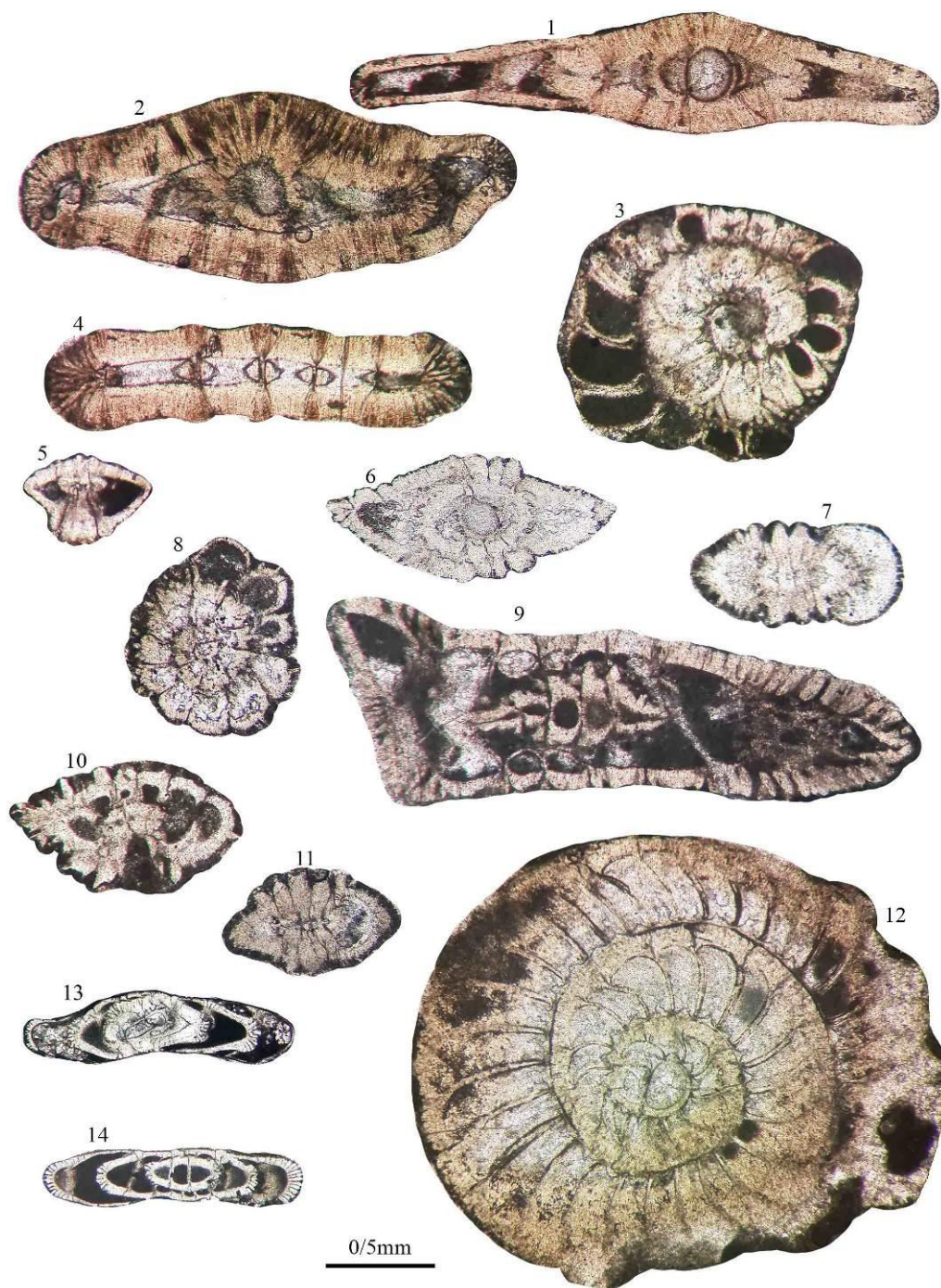


شکل ۶. سنگ چینه‌نگاری و دامنه زیست‌چینه‌نگاری روزن‌داران کف‌زی بزرگ پالئوسن-آئوسن در برش چینه‌نگاری پدگی (PEP) (برای راهنمای ستون به شکل ۵ مراجعه شود).



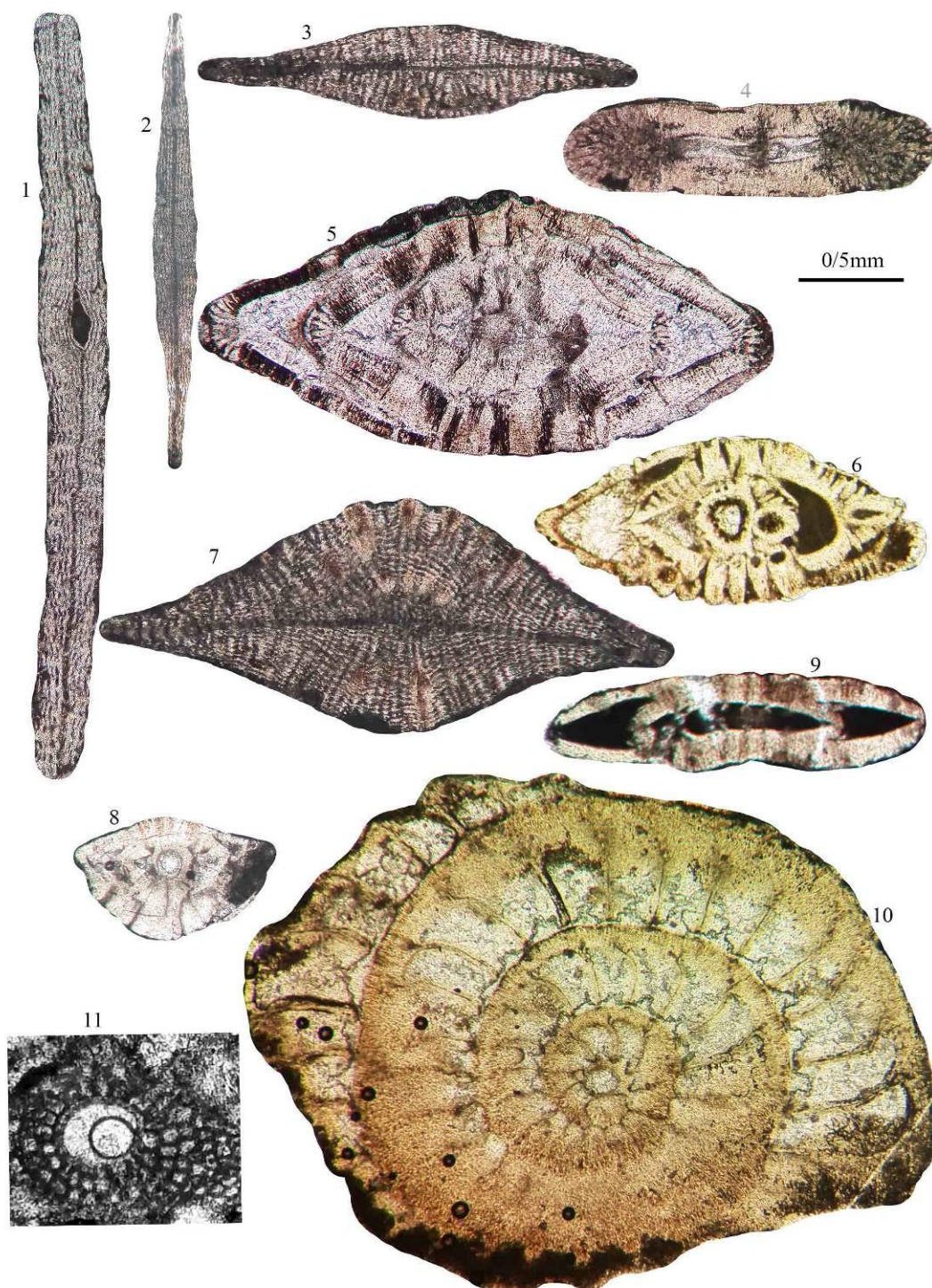
شکل ۷. روزن‌داران کفزی بزرگ پالئوسن بالایی برش پدگی: 1,2: *Vania anatolica* (SBZ3); 3: *Quinqueloculina* sp. (SBZ3-6); 4,7: *Glomalveolina telemetensis* (SBZ3); 5,9,10: *Glomalveolina primaeva* (SBZ3-6); 6: *Glomalveolina primaeva ludwigi* (SBZ3); 8,14: *Glomalveolina dachelensis* (SBZ3,4); 12,15: *Glomalveolina sp.* (SBZ3-6); 16,17: *Idalina sinjarica* (SBZ3-6); 15: *Quinqueloculina sp.* (SBZ3-6). (مقیاس برای تمامی تصاویر برابر است).





شکل ۸. روزن‌داران کفزی بزرگ پالتوسن بالایی - اوایل ائوسن پایینی برش پدگی: 1: *Ranikothalia sindensis*; 2, 4: *Ranikothalia sahani* (SBZ3-6); 3, 6: *Miscellanea juliettae* (SBZ3); 5: *Lockhartia conditi* (SBZ3-6); 7, 8: *Daviesina langhami* (SBZ3); 9, 12: *primitivus*; 10: *Lockhartia haimeii* (SBZ5/6); 11: *Miscellanites minutus* (SBZ3); 13, 14: *Ranikothalia tubleri* (SBZ3) (مقیاس برای تمامی تصاویر برابر است)





شکل ۹. روزن داران کفزی بزرگ پالئوسن بالایی - اوایل ائوسن پایینی برش پدگی: 1: *Discocyclus sella* (SBZ5/6).  
 2, 11: *Discocyclus ranikotensis* (SBZ5/6). 3: *Discocyclus seunesi* (SBZ3-4). 4, 5: *Ranikothalia nuttalli*.  
 6, 10: *Discocyclus dispansa* (SBZ5/6). 8: *Kathina*. 9: *Assilina dandotica* (SBZ5/6). (مقیاس برای تمامی تصاویر برابر است)



Miscellanid و Ranikothalid های اواخر پالئوسن بالایی (بایوزون SBZ4) به‌وسیله Nummulitid ها و Alveolinid های ائوسن پایینی جایگزین می‌شود که سبب غلبه اجتماعات روزن‌داران کفزی بزرگ در قلمرو تتیس غربی در مرز پالئوسن - ائوسن می‌شود (Scheibner et al. 2005; Scheibner and Speijer 2008) که این برگشت مجدد روزن‌داران بزرگ نامیده می‌شود (Orue-Etxebarria et al. 2001). با این حال، در برش بررسی شده (PEP)، مجموعه روزن‌داران کفزی بزرگ اوایل ائوسن پایینی (SBZ5/6) تحت غلبه جنس‌های Ranikothalia و Miscellanea بوده است، در حالی که روزن‌داران کفزی بزرگ جدیدی که در این فاصله زمانی در مکان‌های دیگر ظاهر شده‌اند، دیده نمی‌شود. جنس‌های Alveolina، Discocyclina، Assilina اهمیت کم‌تری دارند و Nummulites وجود ندارند. بعدها در ائوسن پایینی، تنوع تدریجی در جنس‌های Operculina، Discocyclina و Asillina به‌وجود آمد در حالی که Ranikothalia ناپدید شده و Miscellanea در پایان بایوزون SBZ5/6 از اهمیت آن کاسته شد. اجتماعات مشابه از روزن‌داران کفزی بزرگ در دیگر قسمت‌های تتیس شرقی، به‌ویژه هند و پاکستان (Jauhri 1971; 1998; Akhtar and Butt 20004; Jauhri Nagappa 1959; Hottinger and Agarwal 2001; Jauhri et al. 2006; Scheibner and Speijer 2008; Tewari et al. 2010) به ثبت رسیده است از این رو به‌نظر می‌رسد با توجه به شواهد به‌دست آمده مجموعه‌های روزن‌دارانی در تتیس شرقی نسبت به تتیس غربی متفاوت هستند.

### نتیجه‌گیری

با توجه به بررسی‌های دقیق داده‌های زیست و سنگ چینه‌نگاری توالی پالئوسن بالایی- ائوسن پایینی در برش‌های پدگی (PE, PEP) نتایج زیر به‌دست آمده است:

روزن‌داران کفزی بزرگ در پالئوژن گسترش خوبی داشته‌اند. سراکیل و همکاران (Serra-Kiel et al. 1998) زون- های کفزی کم عمق (SBZ1-SBZ20) و یک طرح تطابقی از اجتماع پلاژیک و بنتیک تتیس ارائه دادند (SBZ<sup>1</sup>) که بر اساس بررسی سیستماتیک روزن‌داران کفزی بزرگ ۱۲ جنس و ۲۴ گونه در فاصله پالئوسن بالایی- ائوسن پایینی شناسایی شده است، که شامل گونه‌های مختلفی از جنس‌های Ranikothalia، Discocyclina، Miscellanites، Kathina، Idalina، Assilina، Vania، Triloculina، Quinqueloculina، Lockhartia و Glomalveolina مشخص شد.

هم‌چنین با پژوهش‌های چینه‌نگاری زیستی طبق زون‌بندی سراکیل و همکاران (Serra-kiel et al. 1998)، ۴ بایوزون روزن‌دار کفزی کم عمق (SBZ3-SBZ6) معرفی شده است. که براساس محتوای فسیلی آنها سن برش مورد نظر پالئوسن بالایی- ائوسن پایینی (Thanetian- Early Ilerdian) پیشنهاد می‌شود. و حضور Ranikothalia، Discocyclina dispansa، Assilina dandotica و با هم سن اوایل ائوسن را نشان می‌دهد. برش‌های بررسی شده از نظر زیست و سنگ چینه‌نگاری و سن (پالئوسن بالایی- ائوسن پایینی) قابل تطابق با سازندهای محلی پلنگ و چاه‌چوچو است.

جنس‌های Ranikothalia و Miscellanea در ائوسن پایینی برش پدگی قابل مقایسه با مجموعه‌های زیستی رمپ داخلی حوضه ایندوس است که در برگیرنده یک مجموعه مزوالیگوتروفیک و هم‌چنین جلبک‌های سبز داسی‌کلاداسه‌آ

وابسته به اجتماعات ریفی مرجانی است. این مجموعه‌ی زیستی در حقیقت، نشان‌گر پاسخ زیستی مناسب گرم شدن کوتاه مدت در پالئوسن بالایی است. که، بیان‌گر تشابه آنها با مجموعه‌ی روزن‌داران تتیس شرقی است.

در تتیس شرقی شکل‌های روزن‌داران اوایل ائوسن پایینی مانند Nummulites وجود ندارند و برخی از اشکال به صورت نادر یافت می‌شوند (Alveolina, Orbitolites) در طی اوایل ائوسن پایینی (بایوزون SBZ5/SBZ6) در واکنش به نوسانات آب و هوایی حادثه حداکثر گرمایش مرز پالئوسن- ائوسن تغییرات عمده فونی روزن‌داران کفزی بزرگ و مرجان‌ها در عرض‌های جغرافیایی میانی و پایینی رخ می‌دهد. با توجه به وجود نداشتن فرم‌های کفزی اوایل ائوسن پایینی مثل Nummulites, Alveolina و Orbitolites در توالی بررسی شده می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که تشابه زیادی بین مجموعه‌های روزن‌داران این برش با سایر برش‌های تتیس شرقی وجود دارد. در برخی از نواحی شرقی و هم‌چنین برش بررسی شده روزن‌داران کفزی بزرگ از قبیل Ranikothalia و Miscellanea در پلتفرم‌های کربناته اوایل ائوسن پیشین غالب هستند، در حالی که Alveolina کم اهمیت شده و Nummulites دیده نمی‌شود در سایر بخش‌های تتیس Ranikothalia و Miscellanea در ورای مرز پالئوسن- ائوسن حضور داشته اما در اجتماعات روزن‌دارانی تحت غلبه Alveolina و Nummulites فراوانی کم‌تری داشته و از متشکله‌هایی فرعی محسوب می‌شوند، برای مثال جنس Miscellanea همراه با Alveolina vredenburi در ترکیه، ایران، افغانستان، عراق و جنس Ranikothalia همراه با Discocyclina در Northern Calcareous Alps گزارش شده است. این عدم وجود Nummulites و کمبود Alveolina در اوایل ائوسن تتیس شرقی ممکن است در اثر برخورد اولیه قاره هند با آسیا و ایجاد موانع جغرافیای قدیمه بین تتیس شرقی و تتیس غربی باشد، این حادثه ممکن است که تنوع روزن‌داران کفزی بزرگ در تتیس شرقی را کاهش داده و فرصت برای بقا انواع Ranikothalia و Miscellanea را در اوایل ائوسن افزایش دهد. حادثه حداکثر گرمایش مرز پالئوسن- ائوسن روی روزن‌داران کفزی بزرگ از قبیل Ranikothalia و Miscellanea تأثیر جدی و یکنواخت نداشته است و از این‌رو تاکسون‌های مورد نظرها توجه به شرایط پالئوآکولوژیک محلی، رقابت اکولوژیکی و فضایی بین تاکسون‌ها و تکتونیک محلی، نقش مهمی را در گسترش و ساماندهی و برگشت مجدد روزن‌داران کفزی بزرگ بازی می‌کنند.

## منابع

۱. بابازاده س.، ا. "آنالیز پالئوآکولوژی فرامینیفرای کفزی بزرگ ائوسن زیرین در منطقه روبیات جنوب بیرجند"، چهارمین همایش ملی زمین‌شناسی، دانشگاه پیام نور (۱۳۸۹).
۲. بابازاده س.، ا.، حسینی س.، ز.، رحیمی‌زاده ن.، "تجزیه و تحلیل آماری انتشار فرامینیفرای کفزی ائوسن زیرین در منطقه گرنگ، در شرق خور- غرب خوسف (خراسان جنوبی)"، اولین همایش زمین‌شناسی فلات ایران، دانشگاه تحصیلات تکمیلی، صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان (۱۳۹۱).
۳. رئیس‌السادات س.، ن.، شکری م.، ح.، "چینه‌شناسی نهشته‌های پالئوسن- ائوسن در منطقه بیرجند"، چهاردهمین همایش زمین‌شناسی ایران (۱۳۸۹).
۴. شاعری خیبری ف.، امیرشاه کرمی م.، ا.، خزاعی ا.، ر. میراب شبستری غ.، ر.، "بایوزوناسیون واحدهای کربناته پالئوژن ناودیس چینگ در (غرب بیرجند) بر مبنای فرامینیفرای کفزی"، شانزدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، دانشگاه شیراز (۱۳۹۱).

۵. معزی‌نسب ر.، گرگیچ م. ن.، بخشی‌محبی م. ر.، "دیرینه‌شناسی سیستماتیک آلئولینیدهای سازند قرمز قاره‌ای- آواری حریمک، جنوب‌خاوری ایران، شمال‌زاهدان، برش‌حریمک"، علوم زمین سازمان زمین‌شناسی کشور ۲۸ (۱۳۹۷) ۲۳۶-۲۲۹.
6. Accordi G., Carbone F., Pignatti J. S., "Depositional history of a Paleogene carbonate ramp (Western Cephalonia, Ionian Islands, Greece)." *Geologica Romana*, 34 (1999) 131-205.
7. Adams C. G., "A reconsideration of the East Indian letter classification of the Tertiary", *Bulletin of the British Museum (Natural History) Geology*, 19 (1970) 1-137.
8. Afzal J., Williams M., Leng M. J., Aldridge R. J., Stephenson M. H., "Evolution of Paleocene to Early Eocene larger benthic foraminifer assemblages of the Indus Basin, Pakistan" *Lethaia*, 44 (2010) 1-20.
9. Aguirre J., Baceta J. I., Braga J. C., "Recovery of marine primary producers after the Cretaceous-Tertiary mass extinction: Paleocene calcareous red algae from the Iberian Peninsula", *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 249 (2007) 393-411.
10. Akhtar M., Butt A. A., "Lower Tertiary biostratigraphy of the Kala Chitta Range, northern Pakistan", *Revue de Paléobiologie, Genève*, 18 (1999) 123-146.
11. Akhtar M., Butt A. A., "Significance of *Miscellanea miscella* (D' Archiac & Haime) in the Early Palaeogene stratigraphy of Pakistan", *Revue de Paléobiologie, Genève*, 19 (2000) 123-135.
12. Aubry M. P., Ouda K., "Introduction to the upper Paleocene-lower Eocene of the upper Nile valley. IN: Ouda K., Aubry M.P. (eds) Part 1. Stratigraphy, iiiiv", *Micropaleontology Press, New York* (2003).
13. Berggren W. A., Pearson P. N., "A revised tropical to subtropical Palaeogene planktonic foraminiferal zonation", *Journal of Foraminiferal Research*, 35(2005) 279-298.
14. Bandel K., Kuss J., "Depositional environment of the pre-rift sediments. Galala Heights (Gulf of Suez, Egypt)", *Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen (A)* 78 (1987) 1-48.
15. BouDagher-Fadel M. K., "The Cenozoic larger foraminifera: The Palaeogene. in: BouDagher-Fadel, M. K. (ed.) *Evolution and geological significance of larger benthic foraminifera (Developments in Palaeontology and Stratigraphy)*", Elsevier, Amsterdam, 21 (2008) 297- 418.
16. BouDagher-Fade M. K., David Price G., Xiumian Hu., Juan Li X. H., "late Cretaceous to Early Paleogene foraminiferal biozones in the Tibetan Himalayas, and a pan-Tethyan foraminiferal correlation scheme" *Stratigraphy*, 12, 1 (2015) 7-91.
17. Bowen G. J., Clyde W. C., Koch P. L., Ting S. Y., Alroy J., "Mammalian dispersal at the Paleocene/Eocene boundary", *Science*, 295 (2002) 2062-65.

18. Butt A. A., "Ranikothalia sindensis Zone in late Paleocene biostratigraphy" *Micropaleontology*, 37 (1991) 77-85.
19. Butterlin J., Fourcade E., "Extension stratigraphique et distribution géographique du genre *Lockhartia* Davies, 1932 (foraminifère, rotaliidae)", *Revue de Micropaléontologie*, 31 (1989) 225-242.
20. Chaproniere G. C. H., "The Neogene larger foraminiferal sequence in the Australian and New Zealand regions, and its relevance to the East Indies letter stage classification", *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 46 (1984) 25-35.
21. Chen Z., Ding Z., Yang S., Zhang C., Wang X., "Increased precipitation and weathering across the Paleocene-Eocene Thermal Maximum in central China" *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 17 (2016) 2286-2297.
22. Cherchi A., Schroeder R., "Preliminary report on the keramosphaerinid foraminifers from the Thanetian (Paleocene) of South Tibet", *Zeitschrift für geologische Wissenschaften*, 25(1997) 643-647.
23. Currano E. D., Wilf P., Wing S. L., Labandeira C. C., Lovelock E. C., Royer D. L., "Sharply increased insect herbivory during the Paleocene-Eocene thermal maximum" *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 105 (2008) 1960-64.
24. Cramer B. S., Kent D. V., "Bolide summer: The Paleocene/Eocene thermal maximum as a response to an extraterrestrial trigger. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 224 (1-3) (2005) 144-166.
25. Dickens G. R., Oneil J. R., Rea D. K., Owen R. M., "Dissociation of oceanic methane hydrate as a cause of the carbon-isotope excursion at the end of the Paleocene" *Paleoceanography*, 10 (1997) 965-71.
26. Drobne K., Hottinger L., "Broeckinella und Saudia, Foraminiferida aus dem nordwestlichen Teil Jugoslawiens, ihre Morphologie und ihre stratigraphische Verbreitung. *Razprave, (4 razred)*", *Slovenska Akademija Znanosti in Umetnosti*, 14 (1971) 213-237.
27. Drobne K., Čosović V., Robinson E., "Larger miliolids of the late Cretaceous and Palaeogene seen through space and time" *Geologija*, 45 (2002) 359-366.
28. Dunkley Jones T., Lunt D. J., Schmidt D. N., Ridgwell A., Sluijs A., Valdes P. J. and Maslin M. A., "Climate model and proxy data constraints on ocean warming across the Paleocene-Eocene Thermal Maximum" *Earth-Science Reviews*, 125 (2013) 123-145.
29. Eftekharneshad j., "Geological map of Zahedan, Scale 1:250000, Geological Survey and Mineral Exploration of Iran" (1993).

30. Gibbs S. J., Bown P. R., Sessa J. A., Bralower T. J., Wilson P. A., "Nannoplankton extinction and origination across the Paleocene-Eocene Thermal Maximum" *Science*, 314 (2006) 1770-1773.
31. Green O. R., Searle M. P., Corfield R. I., Corfield R. M., "Cretaceous-Tertiary Carbonate platform evolution and the age of the India-Asia collision along the Ladakh Himalaya (Northwest India)" *The Journal of Geology*, 116 (2008) 331-353.
32. Grimsdale T. F., "Cretaceous and Tertiary foraminifera from the Middle East. Bulletin of the British Museum (Natural History)" *Geology*, 1 (1952) 221-248.
33. Harrington G. J., Jaramillo C. A., "Paratropical floral extinction in the Late Palaeocene-Early Eocene" *Journal of the Geological Society, London*, 164 (2007) 323-332.
34. Hallock P., "Fluctuation in the trophic resource continuum: a factor in global diversity cycles?" *Paleoceanography*, 2 (1987) 457-471.
35. Hallock P., "Interoceanic differences in Foraminifera with symbiotic algae: a result of nutrient supplies?" *Proceedings Sixth International Coral Reef Symposium Townsville, Australia*, 3 (1988) 251-255.
36. Hay W. W., DeConto R. M., Wold C. N., Wilson K. M., Voigt S., Schulz M., Rossby-Wold A., Dullo W. Chr., Ronov A.B. and Balukhovskiy A., "An alternative global Cretaceous paleogeography", in: Barrera E., Johnson C. (Eds.), *The Evolution of Cretaceous Ocean/Climate Systems*, Geological Society of America Special Paper, 332 (1999) 1-47.
37. Hohenegger J., "Depth coenoclines and environmental considerations of western pacific larger foraminifera", *Journal of Foraminiferal Research*, 34 (2004) 9-33.
38. Hottinger L., "Recherches sur les Alvéolines du Paléocène et de l'Eocène", *Schweizerische Palaeontologische Abhandlungen*, 75/76 (1960) 1-243.
39. Hottinger L., "Shallow benthic foraminiferal assemblages as signals for depth of their deposition and their limitations", *Bulletin de la Société Géologique de France*, 168 (1997) 491-505.
40. Hottinger L., "Shallow benthic foraminifera at the Paleocene-Eocene boundary", *Strata Serie*, 19 (1998) 61-64.
41. Hottinger L., "Learning from the past, in Levi-Montalcini, R., ed., *Frontiers of life*", London and San Diego, Academic Press, 4 (2001) 449-477.
42. Hottinger L., "The Paleocene and earliest Eocene foraminiferal family Miscellaneidae: neither nummulitids nor rothliids" *Carnets de Géologie*, 6 (2009) 1-41.
43. Hottinger L., "Paleogene larger Rothliid Foraminifera from the Western and Central Neotethys", Springer, Berlin, (2014) 191.



44. Hottinger L., Drobne K., "Tertiary Alveolinids: problems linked to the conception of species. *Revue Palaeobiologie (Benthos)*, 86) 2 (1988) 665-681.
45. Hottinger L., Lehmann R., Schaub H., "Donne ´es actuelles sur la biostratigraphie de Nummulitique Meditterrane ´en", *Me ´moires du Bureau de Recherches ge ´ologiques et minie`res*, 28 (1964) 611-652.
46. Huang C. Y., Yen Y., Liew P. M., He D. J., Chi W. R., Wu M. S., Zhao M., "Significance of indigenous Eocene larger foraminifera *Discocyclina dispansa* in Western Foothills, Central Taiwan: A Paleogene marine rift basin in Chinese continental margin", *Journal of Asian Earth Sciences*, 62 (2013) 425-437.
47. Inan N., Tasli K., Inan S., "Laffitteina from the Maastrichtian-Paleocene shallow marine carbonate successions of the Eastern Pontides (NE Turkey), biozonation and microfacies", *Journal of Asian Earth Sciences*, 25 (2005) 367-378.
48. Jauhri A. K., "Miscellanea Pfender, 1935 (foraminiferida) from the south Shillong region, N.E. India", *Journal of the Palaeontological Society of India*, 43 (1998) 73-83.
49. Jauhri A. K., Agarwal K. K., "Early Palaeogene in the south Shillong Plateau, NE India: local biostratigraphic signals of global tectonic and oceanic changes", *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 168 (2001) 187-203.
50. Jauhri A. K., Misra P. K., Kishore S., Singh S. K., "Larger foraminiferal and calcareous algal facies in the Lakadong Formation of the South Shillong Plateau, NE India", *Journal of the Palaeontological Society of India*, 51 (2006) 51-61.
51. Kelly D. C., Bralower T. J., Zachos J. C., Premoli-Silva I., Thomas E., "Rapid diversification of planktonic foraminifera in the tropical Pacific (ODP Site 865) during the late Paleocene thermal maximum", *Geology*, 24 (1996) 423-426.
52. Kutz S. J., Hoberg E. P., Polley L. A., "new lungworm in muskoxen: an exploration in Arctic parasitology" *Trends Parasitol*, 17 (2001), 276-280.
53. Leppig U., "Structural analysis and taxonomic revision of *Miscellanea*, Paleocene, larger foraminifera", *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 81 (1988) 689-721.
54. Less Gy., Özcan E., Báldi-Beke M., Kollányi K., "Thanetian and Early Ypresian Orthophragmines (Foraminifera: Discocyclinidae and Orbitoclypeidae) from the Central Western Tethys (Turkey, Italy and Bulgaria) and their Revised Taxonomy and Biostratigraphy" *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 113 (2007) 419-448.
55. Mathur N. S., Juyal K. P., Kumar K., "Larger foraminiferal biostratigraphy of lower Palaeogene successions of Zaskar Tethyan and Indus-Tsangpo Suture Zones, Ladakh, India in the light of additional data", *Himalayan Geology*, 30 (2009) 45-68.

56. McInerney F. A., Wing S. L., "The Paleocene-Eocene thermal maximum: A perturbation of carbon cycle, climate, and biosphere with implications for the future", *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 39 (2011) 489-516.
57. Nagappa Y., "Note on operculinoids Hanzawa 1935", *Palaeontology*, 2 (1959) 21-23.
58. Nekola J. C., White P. S., "The distance decay of similarity in biogeography and ecology", *Journal of Biogeography*, 26 (1999) 867-878.
59. Newberry D., Cambell E. F. J., Proctor J and Still M. J., "Primary lowland dipterocarp forest at Danum Valley, Sabah, Malaysia. Species composition and patterns in the understory", *Vegetatio*, 122 (1996) 193-220.
60. Orue-Etxebarria X., Pujalte V., Bernaola G., Apellaniz E., Baceta J. I., Payros A., Nunez-Betelu K., Serra-Kiel J and Tosquella J., "Did the late Paleocene Thermal Maximum affect the evolution of larger foraminifers? Evidence from calcareous plankton of the Campo Section (Pyrenees, Spain)", *Marine Micropaleontology*, 41 (2001) 45-71.
61. Özgen N., Akyazi M., "Padriciano (Italya), Sopada (Slovenya) ve Bati Pontid (Türkiye) Tanesiyen 'inin bentik foraminifer topluluğu", *yerbilimleri*, 23 (2001) 87-98.
62. Özgen-Erdem N., Inan N., Agyazi M., Tunoglu C., "Benthonic foraminiferal assemblages and microfacies analysis of Paleocene-Eocene carbonate rocks in the Kastamonu region, Northern Turkey", *Journal of Asian Earth Sciences*, 25 (2005) 403-417.
63. Papazzoni C. A., Čosović V., Briguglio A., Drobne K., "Towards a calibrated larger foraminifera biostratigraphic zonation: Celebrating 18 years of the application of shallow benthic zones", *Palaios* (2017) 32, 1-5.
64. Pagani M., Liu Z., LaRiviera J., Ravelo A. C., "An ancient carbon mystery", *Science*, 314 (2006) 1556-1557.
65. Pignatti J., Di Carlo M., Benedetti A., Bottino C., Briguglio A., Falconi M., Matteucci R., Perugini G., Ragusa M., "SBZ 2-6 larger foraminiferal assemblages from the Apulian and Pre-Apulian Domains", *Atti del Museo civico di storia naturale di Trieste*, 53 (2008) 131-146.
66. Pak D. K., Miller K. G., "Paleocene to Eocene benthic foraminiferal isotopes and assemblages: implications for deep water circulation", *Paleoceanography*, 7 (1992) 405-422.
67. Pujalte V., Baceta J. I., Schmitz B., Orue-Etxebarria X., Payros A., Bernaola G., Apellaniz E., Caballero F., Robador A., Serra-Kiel J., Tosquella J., "Redefinition of Ilerdian Stage (Early Eocene)" *Geologica Acta*, 7 (2009) 177-194.
68. Racey A., "Lithostratigraphy and larger foraminiferal (Nummulitid) biostratigraphy of the Tertiary of northern Oman", *Micropaleontology*, 41 (1995) 1-123.

69. Rahaghi A., "Paleogene biostratigraphy of some parts of Iran", National Iranian Oil Company, Geological Laboratories, Teheran, Publication 7 (1978) 82.
70. Rahaghi A., "Stratigraphy and faunal assemblage of Paleocene-Lower Eocene in Iran", National Iranian Oil Company, Geological Laboratories, Teheran, Publication, 10 (1983) 73.
71. Reichel M., "Etude sur les Alvéolines. Premier fascicule", Mémoires de la Société paléontologique suisse, 57 (1936) 1-93.
72. Renema W., Troelstra S. R., "Larger foraminifera distribution on a mesotrophic carbonate shelf in SW Sulawesi (Indonesia)", Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 175 (2001) 125-147.
73. Samanta B. K., "Taxonomy and stratigraphy of the Indian species of Discocyclina (foraminifera)", Geological Magazine, 106 (1969) 115-129.
74. Scheibner C., Speijer R. P., "late Paleocene-Early Eocene Tethyan carbonate platform evolution -A response to long- and short-term paleoclimatic change" Earth-Science Reviews, 90 (2008) 71-102.
75. Scheibner C., Speijer R. P., "Recalibration of the Tethyan shallow-benthic zonation Across the Paleocene-Eocene boundary; the Egyptian Record", Geologica Acta, 7 (2009) 195-214.
76. Schaub H., "Nummulites et Assilines de la Téthys paléogène. Taxonomie, phylogénèse et biostratigraphie", Schweizerische Palaeontologische Abhandlungen 104/105/106 (1981) 1-238.
77. Schmitz B., Pujalte V., "Abrupt increase in extreme seasonal precipitation at the Paleocene-Eocene boundary", Geology, 35 (2007), 215-218.
78. Secord R., Bloch J. I., Chester S. G. B., Boyer D. M., Wood A. R., Wing S. L., Kraus M. J., McInerney F.A., Krigbaum J., "Evolution of the earliest horses driven by climate change in the Paleocene-Eocene thermal maximum", Science, 335 (2012) 959-962.
79. Serra-Kiel J., Hottinger L., Caus E., Drobne K., Ferrandez C., Jauhri A. K., Less G., Pavlovec R., Pignatti J., Samso J. M., "Larger foraminiferal biostratigraphy of the Tethyan Paleocene and Eocene", Bulletin de la Société Géologique de France, 169 (1998) 281-299.
80. Sengor A. M. C., Altiner D., Cin A., Ustaomer T. and Hsu K. J., "The origin and assembly of the Tethysi de orogenic collage at the expense of Gondwana Land in: Audley-Charles, M. G., Hallam A. (Eds), Gondwana and Tethys, Special Publication", Geological Society, London, 37 (1988) 119-181.
81. Sirel E., "Polatli (GB Ankara) güneyinde bulunan Alveolina, Nummulites, Ranikothalia ve Assilina cinslerinin sistematik incelemeleri", Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 19 (1976) 89-102.

82. Sirel E., "The species of *Miscellanea* Pfender, 1935 (Foraminiferida) in the Thanetian-Ilerdian sediments of Turkey", *Revue de Paléobiologie*, Genève, 16 (1997) 77-99.
83. Sirel E., "Foraminiferal description and biostratigraphy of the Paleocene-lower Eocene shallow-water limestones and discussion on the Cretaceous-Tertiary boundary in Turkey. General directorate of the mineral research and exploration", Ankara, Monograph Series, 2 (1998) 117.
84. Sirel E., Deveciler A., "Diagnostic structural elements of *Ranikothalia* Caudri and redescription of its six species from Thanetian-Ilerdian of Turkey", *Journal of the Palaeontological Society of India*, 63, 1 (2018) 19-36 .
85. Sluijs A., Brinkhuis H., Schouten S., Bohaty S. M., John C. M., Zachos J. C., Reichart G. J., Crouch E. M. and Dickens G. R., "Environmental precursors to rapid light carbon injection at the Palaeocene/Eocene boundary", *Nature*, 450 (2007) 1218-1221
86. Speijer R. P., Schmitz B., van der Zwaan G. J., "Benthic foraminiferal extinction and repopulation in response to latest Paleocene Tethyan anoxia", *Geology*, 25 (1997) 683-686.
87. Stocklin J., "Structural history and tectonics of Iran: a review", *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 52 (1968) 1229-1258.
88. Tewari V. C., Kumar K., Lokho K., Siddaiah N. S., "Lakadong limestone: Paleocene-Eocene boundary carbonates sedimentation in Meghalaya, northeastern India", *Current Science*, 98 (2010) 88-95.
89. Thomas E., Shackleton N. J., "The PaleoceneEocene benthic foraminiferal extinction and stable isotope anomalies, in Knox, R.W.O'B., Corfield, R. M., and Dunay, R. E., eds., *Correlation of the Early Paleogene in Northwest Europe*", London, Geological Society London Special Publication 101 (1996) 401-441.
90. Tirrul R., Bell I. R., Griffis R. J., Camp V. E., "The Sistan suture zone of eastern Iran", *Geological Society America Bulletin*, 94 (1983) 134-150.
91. Tosquella J., Serra-Kiel J., "Los nummulítidos (*Nummulites* y *Assilina*) del Paleoceno Superior-Eoceno Inferior de la Cuenca Pirenaica: Sistemática", *Acta Geológica Hispánica*, 31 (1998) 37-159.
92. Van der Vlerk I. M., Umbgrove J. H. L., "Tertiaire gidsforaminiferen uit Nederlandsch Oost-Indie", *Wetenschappelijke Mededeelingen, Dienst Mijnbouw Bandoeng*, 6 (1927) 1-31.
93. Weiss W., "Age assignments of larger foraminiferal assemblages of Maastrichtian to Eocene age in northern Pakistan", *Zitteliana*, 20 (1993) 223-252.
94. White M. R., "On species identification in the foraminiferal genus *Alveolina* (late Paleocene-Middle Eocene)", *Journal of Foraminiferal Research*, 22 (1992) 52-70.

95. Zachos J. C., Wara M. W., Bohaty S., Delaney M. L., Petrizzo M. R., Brill A., Bralower T. J. and Premoli-Silva I., "A transient rise in tropical sea surface temperature during the Paleocene-Eocene Thermal Maximum", *Science*, 302 (2003) 1551-1554.
96. Zamagni J., Mutti M., Košir A., "Evolution of shallow benthic communities during the late Paleocene-earliest Eocene transition in the Northern Tethys (SW Slovenia)" *Facies*, 54, (2008) 25-43.
97. Zamagni J., "Responses of a shallow-water ecosystem to the Early Palaeogene greenhouse environmental conditions", PhD thesis, University of Potsdam, Germany (2009) 1-109.
98. Zamagni J., Mutti M., Ballato P., Košir A., "The Paleocene-Eocene thermal maximum (PETM) in shallow-marine successions of the Adriatic carbonate platform (SW Slovenia)", *Geological Society of America Bulletin*, 124 (2012) 1071-1086.
99. Zhang Q., Willems H., Ding L., "Evolution of the Paleocene–Early Eocene larger benthic foraminifera in the Tethyan Himalaya of Tibet, China", *International Journal of Earth Sciences*, 102 (2013), 1427-1445.
100. Zhang Q., Willems H., Ding L., Xu X., "Response of larger benthic foraminifera to the Paleocene-Eocene thermal maximum and the position of the Paleocene/Eocene boundary in the Tethyan shallow benthic zones: Evidence from south Tibet", *Geological Society of America Bulletin*, 131 (1-2) (2018) 84-98.