http://ui.ac.ir/en

Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches University of Isfahan
E-ISSN: 2423-8007
Document Type: Research Paper
Vol. 35, Issue 3, No. 76, Autumn 2019, pp. 79-98
Received: 01.05.2019 Accepted: 22.07.2019

Micropaleontology and systematic determination of Miscellaneidae family in the Middle Paleocene–lower Eocene deposits in the north of Zahedan, Padagi stratigraphic sections

Mohammad Nabi Gorgij*
Associate Professor, Department of Geology, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran
mngorgij@science.usb.ac.ir
Somayyeh Shahraki Mirzaei
MSc. of Paleontology and Stratigraphy, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran
s.shahraki24@gmail.com

Abstratct
Miscellaneidae are Paleogene larger index microfossils (Middle Paleocene–Early Eocene) that are important for biozonation of shallow marine deposits. These large benthic foraminifera have distinct architecture and ornamentation schemes which differentiated them form Nummulitidae and Rotalidae families. Miscellaneidae have different taxa that essentially are usefulness for biostratigraphic and palaeobiogeographic investigations. For biostratigraphic studies, age and systematic determinations of miscellaneidae, Middle Paleocene–lower Eocene deposits of two outcrop sections are investigated in the Padagi village in the north of Zahedan. These stratigraphic sections mainly consist of alternation of marls, marly limestones and limestones with 237.5 m thickness for PE section and 222.5 m thickness for PEP section. Study of different Misellaneidae genera led to identifications of *Miscellanea miscella, Miscellanea juliettae, Miscellanites primitives* and *Miscellanites minutus* that shows standard biozone SBZ3–-SBZ6 and therefore suggested Late Paleocene–-Early Eocene age. Moreover, global distribution patterns of older species of Miscellaneidae represents that these species belong to the eastern Tethys basin.
Keywords: Late Paaleocene–Early Eocene, Large Benthic Foraminifera, Sistan Suture Zone

Introduction:

Large benthic foraminifera (LBF) are important fossil and extant forms that in respect to systematic and biostratigraphy, extensively are studied and some biozonation schemes based on them are suggested. This group of foraminifera shows rapid diversification events and sudden extinctions in the geological history (Hallock 1985). Development and occurrence of them related to the warming period, relative dryness, sea level rising, development of tropical and sub-tropical habitats and decreasing of oceanic cycles in the global scale (Hallock and Glenn 1986). In the Early Cenozoic, Nummulitids (*Nummulites*, *Assilina* and *Operculina*), Orthophragminids (*Discocyclina*) and Alveolinids (*Alveolina*) are LBFs that distributed in the shallow water oligotrophic environments in the Tethys ocean and are one of the most important carbonate producers in the inner and middle ramp environments (Bouxton and Pedley 1989). Therefore in the eastern Tethys, LBFs such as Miscellanea and Ranikothalia are found in the Early Eocene of carbonate platforms, whilst Alveolina are less important and Nummulites is not found (Scheibner and Speijer 2008a). In addition, in the other part of Tethys ocean genera such as *Miscellanea* and *Ranikothalia*, after Paleocene–Eocene boundary accompanied with Nummulites and Alveolina assemblages are found. In Paleocene and Eocene of the Tethys basin LBF biozonation are represented by Sarra-Kiel et al. (1998) which based on these group of foraminifera Paleocene and Eocene series are divided into 20 shallow benthic zones (SBZ1–-SBZ20). The boundary between Paleocene and Eocene is considered between SBZ4–-SBZ5 (Scheibner and Speijer 2009). Miscellaneidae are an index microfossils that are very important group for zonation of Middle Paleocene and earliest Eocene shallow marine deposits. Miscellaneidae family have different genera and species that are used for biostratigraphic and paleobiogeographic studies.

Material & Methods:

For LBFs biostratigraphic investigations of Padagi section, 125 rock specimens are collected and 580 thin section are prepared. The systematic determination of foraminifera, in level of genus and species, are done by using of binocular microscope and then based on identified LBFs, the age of the succession is suggested.

Discussion of Results & Conclusions:

Studies of different genera of Miscellaneidae in the thin sections and isolated forms led to identification of *Miscellanea miscella*, *Miscellanea juliettae*, *Miscellanites*

*Corresponding author

Doi: 10.22108/jssr.2019.116539.1097

primitivusMiscellanits minutus that accompanied with other fossils are suggested the Late Paleocene–Early Eocene age. *Miscellanea miscella* in Salt Range, Egypt and Aquitaine (south western of France) appearance in the SBZ4 (Late Thanetian) and continued up to SBZ6. Zhang et al. (2013, 2018) has reported *Miscellanea miscella* from SBZ5/6 in the Tibet area (eastern Tethys). In Padagi section, this species is found accompanied with *Ranikothalia nuttali*, *Assilina dandotica*, *Discocyclina sella* and *D. Ranikotensis*, which shows SBZ4 and in thSBZ5/6 and suggested Late Paleocene–Early Eocene age. Existence of *Miscellanea juliettae*, *Vania anatolica*, *Miscellanites primitivus* and *Glomalveolina primaeva* in the lower part of the Padagi section shows SBZ3 biozone and Late Paleocene (Early Thanetian) age. This fossils assemblge belong to the SBZ3–SBZ6 standard biozones that with respect to *Miscellanea miscella* distribution pattern and accompanied with *Miscellanites* and *Ranikothalia* and absence of earliest Eocene benthic foraminiferas such as *Nummulites*, *Alveolina* and *Ranikothalia* in the Padagi section shows that the mentioned species belong to the eastern Tethys which has migrated to the younger time horizons to the western Tethys.

In Iran, different species of *Miscellanea* and *Miscellanites* in the Taleh-Zang Formation, Zagros Mountain, Shiraz and Sistan basin (Rahaghi 1983) are reported. In the Tibet area differentiation and diversity of genera and species, primary dimorphism and adult size of shell of LBFs such as *Keramosphaerinopsis haydeni* (SBZ3), *Daviesina langhami* (SBZ4–5), *Miscellanea miscella* (SBZ5) refer to, probably, Paleocene LBFs more faster and quickly has evolved relative to the western part of the Tethys and shows that LBF turnover (LFT), in the eastern part has happened earlier in time (Zhang et al. 2013, 2018).

With respect to the abundance and development of the Ranikothalids and Miscellanids and absence of Alveolinid genera and species in the SBZ5/6 biozones and similarities of foraminiferal assemblage indicated that the Padagi section and Late Paleocene–Early Eocene sediments are deposited in eastern part of the Tethys in the north of Zehedan. Abscene of *Nummulites* and *Alveolina* genera in Early Eocene time fascinate the survival of these genera in the eastern Tethys. In the other part of the Tethys, especially western Tethys, the Paleocene LBFs, totally replaced with *Nummulites*, *Alveolina* and *Assilina* genera (Orue-Etxebarria et al. 2001). With regards to affinity and similarity of LBF assemblages (widespread of *Ranikothalia* and *Miscellanea* and absence of *Nummulites* and *Alveolina* genera in the SBZ5 and SBZ6) of Sistan basin (Padagi section) with Indus basin (in Pakistan and India) concluded that, palaeobiogeographically, the mentioned basin are related to the eastern part of the Tethys.

پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی
سال سی و پنجم، شماره پیاپی ۷۶، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۸
نوع مقاله: پژوهشی
تاریخ وصول: ۱۳۹۸/۰۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۴/۳۱
صص ۷۹-۹۸

ریزدیرینه‌شناسی و شناسایی سیستماتیک خانوادۀ Miscellaneidae در نهشته‌های پالئوسن میانی- ائوسن زیرین شمال زاهدان، برش چینه‌نگاری پدگی

محمدنبی گرگیج*، *دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم‌پایه، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ایران*
mngorgij@science.usb.ac.ir
سمیه شهرکی میرزایی، *کارشناس‌ارشدچینه‌نگاری و دیرینه‌شناسی، دانشکده علوم‌پایه، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ایران*
s.shahraki24@gmail.com

چکیده
میسلانیدآ، گروهی از میکروفسیل‌های شاخص بزرگ پالئوژن (پالئوسن میانی- اوایل ائوسن پیشین) هستند که برای بایوزون‌بندی نهشته‌های دریایی کم‌عمق این زمان ارزش زیادی دارند. این گروه از فرامینیفرهای بنتیک بزرگ طرح‌های مجزای ساختمانی و تزئیناتی دارند که سبب تفکیک آنها از نومولیتیدها و روتالیدها در سطح خانواده می‌شوند. میسلانیدآ تاکسون‌های مختلفی دارند که اساساً برای بررسی‌های زیست‌چینه‌نگاری و جغرافیای زیستی استفاده می‌شوند. به‌منظور مطالعۀ زیست‌چینه‌نگاری، تعیین سن و شناسایی سیستماتیک خانوادۀ میسلانیدآ، نهشته‌های پالئوسن میانی- ائوسن زیرین رخنمون‌یافته در دو برش چینه‌نگاری در روستای پدگی در شمال زاهدان بررسی شدند. برش‌های یادشده ازنظر سنگ‌شناسی شامل تناوبی از مارن، آهک مارنی و سنگ‌آهک به ضخامت ۲۳۷/۵متر (برشPE) و ۲۲۲/۵ متر (برش PEP) هستند. مطالعۀ جنس‌های مختلف متعلق به خانوادۀ میسلانیدآ در مقاطع نازک به شناسایی گونه‌های *Miscellanea miscella*، *Miscellanea juliettae*، *Miscellanites primitivus*، *Miscellanits minutus* منجر شد که گویای بایوزون‌های استاندارد SBZ3-SBZ6 و سن پالئوسن پسین- ائوسن پیشین برای برش‌های مدنظر است؛ همچنین الگوی پخش و انتشار جهانی گونه‌های قدیمی‌تر از جنس *Miscellanea* نشان می‌دهد گونه‌های یادشده بومی حوضۀ تتیس شرقی بوده‌اند.
واژه‌های کلیدی: پالئوسن پسین–ائوسن پیشین، فرامینیفرهای بنتیک، زمین‌درز سیستان

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۵۱۴۱۲۲۳۴

Doi: 10.22108/jssr.2019.116539.1097

مقدمه

فرامینیفرهای بنتیک بزرگ (LBF)، گروهی غیررسمی‌اند که به دو شکل فسیلی و زنده دیده می‌شوند. آنها ساختمان داخلی پیچیده و معمولاً ۳ میلی‌مترمکعب حجم دارند (Ross 1974)؛ هرچند برخی از نمونه‌های فسیلی حجمی بیش از ۵۰۰ میلی‌مترمکعب و قطری نزدیک به ۱۵۰ میلی‌متر دارند. آنها اغلب در محیط‌های کربناتهٔ کم‌عمق حاره‌ای گسترش دارند و برخی از گونه‌های جلبکی همزیست در پوستهٔ آنها دیده می‌شوند؛ این ویژگی برای بسیاری از فرامینیفرهای بنتیک منقرض‌شده نیز قابل‌استنباط است (Cowen 1983).

فرامینیفرهای بنتیک بزرگ ازنظر زیست‌چینه‌نگاری از فسیل‌های بایوزونی مهم تلقی می‌شوند؛ زیرا بیان‌کنندهٔ حوادث تنوع زیستی (Diversification event) سریع و انقراض ناگهانی‌اند (Hallock 1985) و پیدایش آنها اغلب به دوره‌های گرمایش در مقیاس جهانی، خشکسالی نسبی، افزایش سطح آب دریا، توسعه و گسترش زیستگاه‌های حاره‌ای و نیمه‌حاره‌ای و کاهش چرخه‌های اقیانوسی مربوط می‌شود (Hallock and Glenn 1986). طی مدت یادشده، بازگشت مواد غذایی به آب‌های سطحی به‌طور درخور توجه و تولید مواد آلی در اقیانوس‌ها تا دو برابر کاهش یافته است (Bralower and Thierstein 1984)؛ ایجاد این شرایط الیگوتروفیک برای فرامینیفرهای بنتیک دارای همزیست بسیار سودمند است. ترشیاری پیشین نمونه‌ای از این دوره‌هاست که پس‌از کاهش اجتماع‌های رودیستی- مرجانی در پایان کرتاسه، نومولیتیدها (*Nummulites*، *Assilina* و *Operculina*)، اورتوفراگمینیدها (*Discocyclina*) و آلوئولینیدها (*Alveolina*) از فرامینیفرهای بزرگ در این زمان محسوب می‌شوند که در رمپ‌های کم‌عمق و الیگوتروفیک اطراف تتیس باقی مانده‌اند و یکی از تولیدکنندگان اصلی رسوبات در بخش‌های رمپ داخلی و میانی هستند (Buxton and Pedley 1989)؛ باوجوداین در تتیس شرقی، فرامینیفرهای بنتیک بزرگی ازجمله *Miscellanea* و *Ranikothalia* در پلت‌فرم‌های کربناتهٔ اوایل ائوسن پیشین غلبه یافته‌اند؛ درحالی‌که *Alveolina* اهمیت کمتری دارد و *Nummulites* مشاهده نشده است (Scheibner and Speijer 2008a). در سایر بخش‌های تتیس، جنس‌های *Miscellanea* و *Ranikothalia* پس‌از مرز PE همراه با مجموعه‌های غنی از *Alveolina* و *Nummulites* یافت می‌شوند.

فرامینیفرهای بنتیک بزرگ از مهم‌ترین اجزای تشکیل‌دهندهٔ پلت‌فرم‌های کربناتهٔ پالئوسن پسین- ائوسن پیشین هستند که با اندازهٔ بزرگ صدف‌ها، پدیدهٔ دوشکلی در این مرز تدریجی همراه است (Hottinger 1998). الگوی توزیع فرامینیفرهای بنتیک بزرگ، اطلاعات کلیدی و مهمی را از آب‌وهوای دیرینه (Paleoclimatology)، دیرینه بوم‌شناختی (Paleoecology) و اقیانوس‌نگاشتی دیرینه (Paleoceanography) در اختیارمی‌گذارد (Alve and Goldston 2002).

فرامینیفرهای بنتیک بزرگ ازنظر سیستماتیک و زیست‌چینه‌نگاری به‌طور گسترده مطالعه و تعدادی از زون‌بندی‌ها بر اساس پیدایش آنها ارائه شده‌اند. زون‌بندی این فرامینیفرها در پالئوسن و ائوسن اقیانوس تتیس را Serra-Kiel و همکاران (1998) منتشر کرده‌اند و بر اساس این مطالعه، سری‌های پالئوسن و ائوسن به ۲۰ بایوزون بنتیک کم‌عمق (SBZ1-SBZ20) تقسیم‌بندی شده‌اند. مرز پالئوسن- ائوسن معادل با مرز زیست‌چینه‌نگاری بین بایوزون‌های SBZ4 تا SBZ5 در نظر گرفته شده است (Scheibner & Speijer 2009). ابعاد ارائه‌شده برای گونه‌ها، قطر کمینه تا قطر بیشینه (D) و ضخامت (T) است.

هدف اصلی پژوهش حاضر، مطالعهٔ جنس‌ها و گونه‌های مختلف خانوادهٔ میسلانیدآ و تعیین بایوزون‌های زیستی بر اساس کار Serra-Kiel و همکاران (1998)، تعیین سن دقیق توالی مطالعه‌شده و تعیین جغرافیای زیستی منطقهٔ مدنظر باتوجه‌به پخش، انتشار و گسترش خانوادهٔ میسلانیدآ در تتیس شرقی و غربی است.

بررسی مجموعه مطالعه‌های انجام‌شده در زون نهبندان خاش و کوه‌های شرق ایران و شناسایی‌نشدن دقیق فرامینیفرهای بنتیک به‌ویژه خانوادهٔ میسلانیدآ و تفاوت آشکار مجموعه فونی فرامینیفری برش پدگی با سایر مناطق زون

زمین‌درز سیستان سبب شد این موضوع انتخاب و بررسی شود.

خانوادۀ میسلانیدآ

میسلانیدآ، گروهی از میکروفسیل‌های شاخص هستند که ارزش زیادی برای زون‌بندی نهشته‌های دریایی کم‌عمق پالئوسن میانی و اوایل ائوسن پیشین دارند. این خانواده طرح‌های مجزای ساختمانی و تزئیناتی دارد که سبب تفکیک آنها از نومولیتیدها و روتالیدها در سطح خانواده می‌شوند. میسلانیدآ جنس‌ها و گونه‌های مختلفی دارد که اهمیت زیادی برای مطالعه‌های زیست‌چینه‌نگاری و جغرافیای زیستی گذشته دارند (Hottinger 2009). از جنس‌های شاخص متعلق به این خانواده می‌توان به *Miscellanea* و *Miscellanites* اشاره کرد که به معرفی آنها پرداخته می‌شود:

Miscellanea، یکی از جنس‌های دارای گسترش وسیع جغرافیایی و جهانی است که در سراسر منطقۀ تتیس، از اسپانیا تا شرق دور، در نهشته‌های پالئوسن میانی تا ائوسن زیرین دیده می‌شود (Leppig 1988). تعدادی از گونه‌های متعلق به این جنس تاکنون تشریح شده‌اند و دامنۀ گسترش آنها در چهارچوب زون‌بندی زیست‌چینه‌نگاری مشخص شده است (Hottinger 2009). به‌منظور استفاده از گونه‌های *Miscellanea* به‌عنوان ابزار زیست‌چینه‌نگاری در طول پالئوسن میانی و ائوسن زیرین، بازنگری در رده‌بندی این جنس بر اساس انطباق منطقه‌ای از محل تیپ گونه‌ها ضروری است (Leppig 1988).

تجزیه‌وتحلیل ساختاری کاملی از پوستۀ *Miscellanea* انجام شده است که پیش‌شرط بازنگری این جنس محسوب می‌شود (Leppig 1988; Hottinger 2009). جنس *Miscellanites* پوستۀ گلبولی و نیمه‌گلبولی و حجره‌هایی به‌شکل اینولوت- پلنیسپیرال دارد. شکل گلبولی پوسته با ردیف مجزایی از فورامیناهای (foramina) چندتایی interiomarginal ارتباط دارد که تشکیل حجره‌های طویل کم‌ارتفاع را از یک قطب تا قطب دیگر، شبیه آنچه در آلوئولینیدها مشاهده می‌شود، تسهیل می‌کند. سطح خارجی دیوارۀ حجره‌ها با سیستم کانالی ساده و هم‌پوشان پوشیده شده است؛ به‌گونه‌ای‌که Pustuleهای قلمی‌شکل ایجادشده بین شکاف کانال‌های مدنظر قرار گرفته‌اند. این جنس دارای پرتوکونک مگالوسفر کم‌وبیش کروی است که با دوتروکونک هم‌اندازه و هم‌شکل ادامه می‌یابد (Hottinger 2009).

موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به منطقۀ موردمطالعه

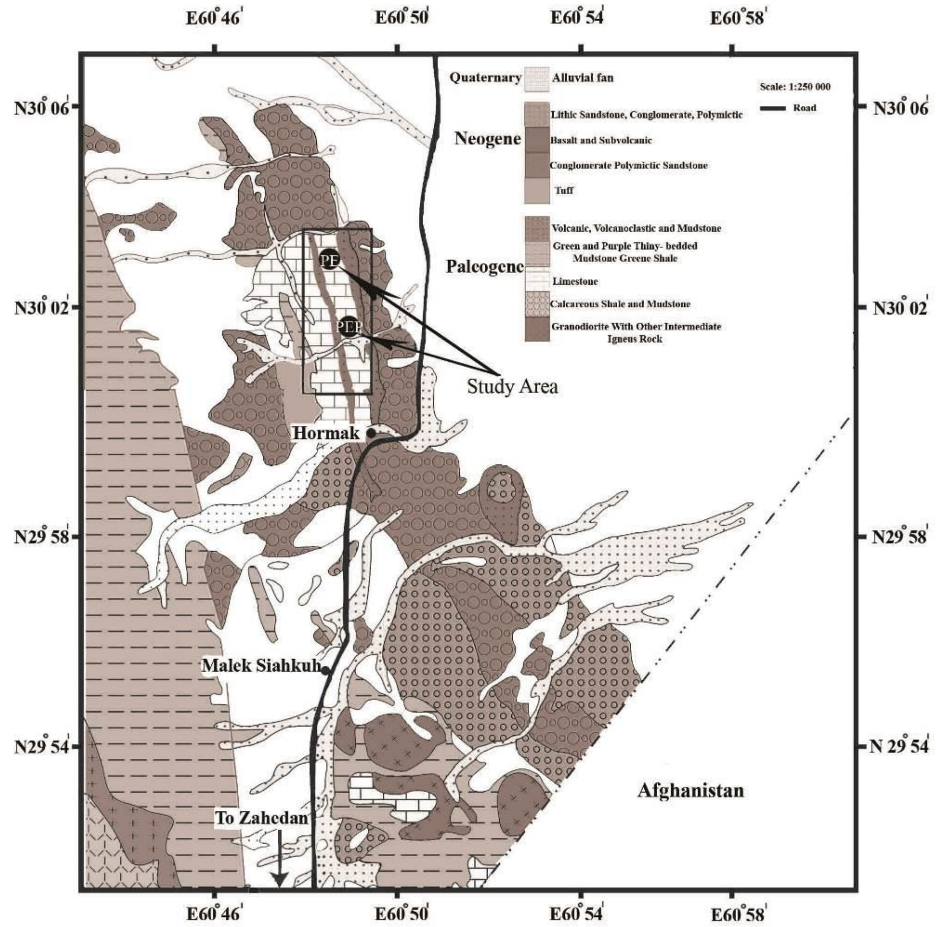
برش‌های چینه‌نگاری پدگی ازنظر تقسیمات کشوری در استان سیستان‌وبلوچستان، در حدود ۶۰ کیلومتری شمال زاهدان و در محدودۀ طول جغرافیایی (″ ۰۵/۲ ´ ۲۸ ° ۶۰) و عرض جغرافیایی (″ ۰۹/۴ ´ ۴۳ °۳۱) واقع شده‌اند (شکل ۱).

روش مطالعه

در پژوهش حاضر، نمونه‌برداری پس‌از مطالعه‌های صحرایی و به روش سیستماتیک با فواصل معین و به‌طور منظم از قاعده به‌سمت رأس برش موردمطالعه انجام شد؛ بیش از ۵۸۰ مقطع نازک میکروسکوپی از ۱۲۵ نمونۀ دستی برداشت‌شده تهیه و به‌منظور شناسایی و مطالعۀ سیستماتیک مجموعه فسیل‌های موجود با بزرگ‌نمایی‌های مختلف میکروسکوپ در آزمایشگاه مطالعه و بررسی شدند. سن نسبی رسوبات بر مبنای جنس‌ها و گونه‌های شناسایی‌شده تعیین شد؛ نرم‌افزارهای Corel Draw X8، GIS، Google earth و Photoshop نیز برای ترسیم ستون چینه‌نگاری و پراکندگی فرامینیفرا استفاده شدند.

سنگ‌چینه‌نگاری

برش‌های چینه‌نگاری پدگی PE و PEP به‌ترتیب حدود ۲۳۷/۵ و ۲۲۲/۵ متر ضخامت دارند و فاصلۀ آنها حدود ۱ کیلومتر است. این برش‌ها از نظر سنگ‌شناسی شامل مارن، سنگ‌آهک نازک‌لایه تا ضخیم‌لایه، سنگ‌آهک دولومیتی، سنگ‌آهک نودولار، سنگ‌آهک ریفی، ماسه‌سنگ و کنگلومرا هستند. مرز زیرین و بالایی PE به‌وسیلۀ گسل و برش PEP با مرز زیرین نامشخص توسط نهشته‌های کواترنر پوشیده شده است (شکل۳).



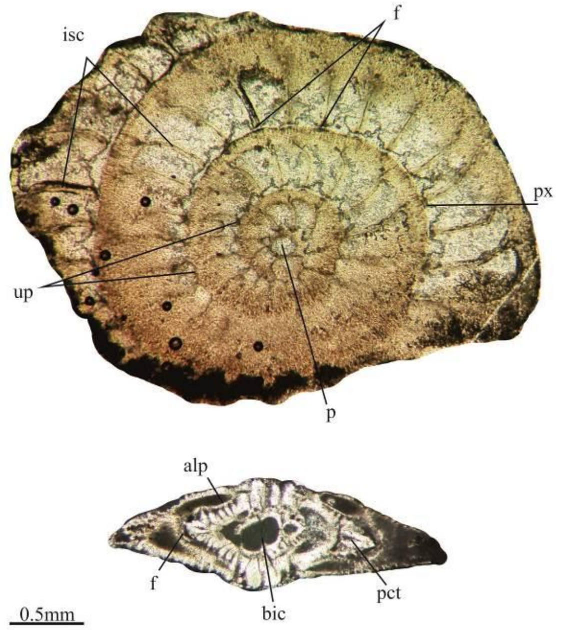
شکل ۱- نقشهٔ زمین‌شناسی منطقهٔ موردمطالعه (برگرفته از نقشهٔ زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ زاهدان، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور با انجام اصلاحات)

ویژگی‌های ریخت‌شناسی و ساختاری میسلانیدآ

میسلانیدآ دارای پوسته‌های منفذدار لاملار و حجره‌های به‌شکل پلنیسپیرال- اینولوت است و فورامن منفرد دارد که ارتباط مستقیمی را بین lumina و حجره‌های متوالی برقرار می‌کند. فورامن شامل قوس کم‌ارتفاعی در موقعیت interiomarginal و متقارن نسبت به سطح استوایی است؛ به‌گونه‌ای‌که باتوجه‌به موقعیت حاشیه‌ای دورپیچش قبلی شناسایی می‌شود. کف حجره‌ها با عناصر سازندهٔ شبیه به دیوارهٔ صدف پوشیده شده است و نوعی پوشش را ایجاد می‌کند که از زایدهٔ سپتایی آغاز می‌شود و ممکن است به دورپیچش قبلی متصل شود؛ ازاین‌رو، تشخیص آن از لامینه‌های ثانوی دورپیچش‌های قبلی دشوار است. بخش اسکلتی پوشاننده، paries proximus نامیده می‌شود که اغلب به قلهٔ برآمدگی‌های غده‌مانند متصل می‌شود و نشان‌دهندهٔ تزئینات متراکم دورپیچش قبلی و اتصال‌دهندهٔ شیارهای بین آنهاست. عریض‌ترین بخش interlocular با paries proximus محدود می‌شود و دورپیچش‌های قبلی زیر زاویهٔ جانبی فورامن در سپتوم قرار می‌گیرند (شکل ۲).

بخش آزاد پیچش paries proximus، صفحهٔ نافی نامیده می‌شود. زیر سپتاهای متوالی در دورپیچش آنها، کانال‌های پیچشی دور نافی را ایجاد می‌کنند که مستقیماً با فضای interlocular درون سپتایی ارتباط برقرار می‌کند. این فضا با برجستگی‌های شعاعی تقسیم‌بندی می‌شود که بادبزن شعاعی ساده‌ای از کانال‌ها را در سپتوم ایجاد می‌کند که به‌وسیلهٔ

ردیف‌های منفردی از مهره‌ها آغاز می‌شود و ردیف‌های مضاعفی از دهانه‌های کانالی روی فضای قرارگرفته در حاشیهٔ آنها وجود دارند. این تزئینات اولیه را می‌توان در حجره‌های تقریباً مرحلهٔ پایانی دید که با لاملاهای بیرونی پوشیده شده‌اند؛ علاوه‌براین، لاملاهای بیرونی طی رشد به وجود می‌آیند و برجستگی‌های دکمه‌مانند اضافی در دیواره‌های حاشیه‌ای و جانبی حجره‌ها یافت می‌شوند تا اینکه الگوی اولیهٔ تزئینات به‌طور کامل با برجستگی‌های ممتد و متراکم پوشیده و پنهان می‌شود. یک سیستم کانالی دیوارهٔ خارجی حجره‌ها را می‌پوشاند تا اینکه دهانه‌های کانالی سطح پوسته با توسعه و تشکیل تزئینات دکمه‌ای به‌طور کامل پوشیده می‌شود (شکل ۲).



شکل۲- توضیح عناصر ساختاری مختلف در جنس *Miscellanea* در برش استوایی و برش محوری (**alp**: alar prolongation, **f**: foramen, **px**: paries proximus, **bic**: biconch wall, **pct**: peripheral chamber tip canals, **isc**: interaseptal canal system, **spc**: spiral, canal, **up**: umbilical plate, **p***:* proloculus)

رده‌بندی سیستماتیک میسلانیدآ

در مقالهٔ حاضر، معیارهای رده‌بندی‌ای که Loeblich **و** Tappan (1987) **و** Pawlowski **و** همکاران (2013) ارائه کرده‌اند، استفاده شده‌اند. اصطلاحات ریخت‌شناسی–ساختمانی استفاده‌شده برای توصیف جنس‌ها **و** گونه‌ها بر مبنای کار Hottinger (2006) به کار برده شده‌اند.

Phylum **Foraminifera** (d'Orbigny., 1826)
Class **Globothalamea** Pawalowski et al. 2013
Order **Rotaliida** Delage & Herouard. 1896
Superfamily **Nummulitoidea** de Blainville. 1825
Family **Pellatispiridae** Sigal. 1952
Genus ***Miscellanea*** Pfender. 1935
Miscellanea Pfender**,** 1935**,** emend Smout**.** 1954
Type species: ***Nummulites miscella*** d'Archiac & Haime. 1853
Miscellanea miscella (d'Archiac & Haime 1853)

در اشکال مگالوسفریک، پوسته‌های عدسی بدون کیل اما با حواشی تیزند. حجره‌های پلنیسپیرال اینولوت به‌سمت عقب مایلند و بیشتر از دوسوم اندازهٔ خودشان به‌سمت حاشیه در بخش استوایی پوسته انحنا پیدا می‌کنند، سپتا بین کشیدگی آلارهای متوالی به‌شکل شعاعی است. گروهی از میله‌های ضخیم به‌سمت قطبین پوسته مشاهده و موجب مخفی‌شدن آرایش اصلی تزئینات خارجی می‌شوند. نسبت قطر استوایی به محوری پوسته برابر با ۱/۲ تا ۳/۶ است. در قطر استوایی ۱/۸ میلی‌متر، تعداد ۱۸ حجره و در قطر ۲/۴ میلی‌متر، تعداد ۲۲ حجره برای هر دورپیچش وجود دارد. مگالوسفر کروی دارای قطر ۰/۲۴ تا ۰/۴۰ میلی‌متر است و نمونه‌های مطالعه‌شده در برش پدگی، مگالوسفر کروی با قطر ۰/۲۳ تا ۰/۴۰ میلی‌متر دارند (جدول ۱). دوتروکونک در برش استوایی طرح نیمه‌هلالی دارد که proloculus را در برش محوری در بر می‌گیرد.

جدول ۱- اطلاعات آماری حجرهٔ جنینی در خانوادهٔ میسلانیداَ در برش‌های چینه‌نگاری پدگی

Outer cross diameter of the embryon								
		Deutroconch (D)		**Protoconch (P)**		**Megalospher (M)**		
Sample	N	Range(mm)	Mean(mm)	Range(mm)	Mean(mm)	Range(mm)	Mean(mm)	Species Foraminifera
PEP17	70	0.07-0.17	0.14	0.13-0.25	0.17	0.31-0.36	0.32	*M.miscella*
PEP35	37	0.13-0.19	0.16	0.15-0.21	0.18	0.28-0.40	0.34	*M.miscella*
PEP37	2	------------	-----	-----------	-----	0.2-0.28	0.29	*M.miscella*
PEP38	200	0.08-0.18	0.12	0.11-0.22	0.14	0.19-0.40	0.23	*M.miscella*
PE40	100	0.02-0.16	0.08	0.07-0.21	0.16	0.15-0.36	0.34	*M.miscella*
PE1	31	------------	-----	-----------	-----	0.05-0.36	0.06	*Mi.prlmitivus*
PE1	9	-------------	-----	-----------	-----	0.04-0.6	0.05	*Mi.minutus*
PE3	1	------------	-----	-----------	-----	0.04	0.04	*Mi.minutus*
PE5	10	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03-0.08	0.05	*Mi.prlmitivus*
PE8	39	0.05	0.05	0.09	0.09	0.03-0.14	0.07	*Mi.prlmitivus*
PE10	22	------------	-----	-----------	-----	0.1-0.08	0.09	*Mi.prlmitivus*
PE17	19	0.12	0.12	0.13	0.13	0.12-0.31	0.21	*M.juliettae*
PE21	11	------------	-----	-----------	-----	0.01-0.12	0.11	*Mi.prlmitivus*
PE21	1	------------	-----	-----------	-----	0.07	0.07	*Mi.minutus*
PE23	2	------------	-----	-----------	-----	0.02-0.06	0.04	*Mi.prlmitivus*
PE43	18	------------	-----	-----------	-----	0.05-0.06	0.05	*Mi.prlmitivus*
PE44	31	------------	-----	-----------	-----	0.002-0.08	0.05	*Mi.prlmitivus*
PE46	19	0.08-0.13	0.1	0.2-0.15	0.16	0.15-0.28	0.22	*Mjuliettae*

در اشکال میکروسفریک، اندازهٔ پوسته بزرگ و عدسی‌شکل مسطح است و با حاشیه‌ای گرد توسط pustule هایی پوشیده شده است که در نواحی قطبی تقریباً بالا آمده‌اند و به پیل‌های قلمی‌شکل تبدیل شده‌اند. قطر پوستهٔ بالغ حدود ۱ سانتی‌متر است و حدود ۴۰ حجره در هر دورپیچش وجود دارد. در برش‌های استوایی، سپتا به‌سمت عقب مایل و بیش از دوسوم پایانی آن به‌سمت حاشیه خمیده شده است؛ فاصله و خمیدگی آنها اغلب در نواحی بیرونی دورپیچش‌های بالغ خارجی نامرتب است. Hottinger (2009) نمونه‌های نشان‌دهندهٔ وضعیت خارجی پوسته و الگوی درز موجی که از طویل‌شدگی آلار مجزاست، مشاهده نکرد. پوسته‌های میکروسفریک بالغ به‌وسیلهٔ برآمدگی‌های کوچک که بین آنها فضای باریکی وجود دارد، پوشیده شده‌اند. بخش‌های مرکزی تقریباً برآمدهٔ پوسته با گروهی از میله‌ها اشغال شده‌اند که معمولاً ضخیم‌تر از دانه‌های اصلی نیستند (Plate 1, 2, 3). گونه‌های فشرده‌شدهٔ این جنس را که تزئینات مشابه و برجستگی‌های خیلی قوی دارند، می‌توان در برش محوری از *Daviesina langhami* Smout که حالت تروکوسپیرال دارد، جدا کرد (Plate 1, 2, 3).

ملاحظات: *Miscellanea miscella*، گونه‌ای کلیدی برای شناسایی جنس و خانوادهٔ میسلانیداَ است. این گونه را d'Archiac و Haime (1853) از منطقهٔ سند در جنوب‌شرقی پاکستان معرفی کرده‌اند. نمونه‌های مگالوسفریک با ویژگی‌ها و اندازهٔ مشابه غالباً در سالت رنج پاکستان مشاهده شده‌اند؛ در منطقهٔ Vadia araba، دو نوع از *Miscellanea* باهم یافت می‌شوند؛ در محدودهٔ سالت رنج در مصر، در Aquitaine (جنوب‌غربی فرانسه) با فرامینیفرهای بزرگ بایوزون SBZ4 (late Thanetian) همراه هستند. در تعدادی از نمونه‌های میکروسفریک با قاطعیت می‌توان گفت تفاوت ریخت‌شناختی آشکاری بین دو گونهٔ *Miscellanea miscella* (SBZ5) و *M. rhomboidea* (SBZ4) وجود ندارد. نمونه‌های مگالوسفریک تغییرات درخور توجهی را در افق‌های چینه‌نگاری نشان نمی‌دهند؛ به‌همین‌علت، تمایز و تفکیک بین دو گونهٔ بسیار نزدیک به هم مشکل است. برای مدت زمانی، دو گونهٔ یادشده را به‌شکل مترادف و دارای دامنهٔ وسیعی از بایوزون SBZ4 تا SBZ5 در نظر می‌گرفتند. Zhang و همکاران (2013, 2018) گونهٔ یادشده را از SBZ5/6 در ناحیهٔ تبت (تتیس شرقی) گزارش کرده‌اند. این گونه همراه با *Ranikothalia nuttalli*، *Assilina dandotica*، *Discocyclina sella*، *D.dispansa* و ***D. ranikotensis*** در توالی موردمطالعه **(**PEP**)** دیده می‌شود که نشان‌دهندهٔ بایوزون‌های SBZ4 و SBZ5/6 و سن پالئوسن پسین– اوایل ائوسن پیشین است.

Miscellanea juliettae Leppig 1988

در اشکال میکروسفریک در مقایسه با *Miscellanea miscella* دارای پوستهٔ کوچک‌تر به‌شکل عدسی ضخیم، قطبین پهن و لنزی تا حدودی فشرده، همیشه با یک حاشیهٔ تیز و در موارد استثنایی حاشیهٔ ضخیم‌تر است، قطر افراد بالغ حدود ۲/۸ میلی‌متر است و ۲۳ حجره در آخرین دورپیچش دارد، تزئینات ظریف و دارای برآمدگی‌های کوچک هستند، قطبین فرورفته یا پهن آنها به دسته‌ای از میله‌های قلمی‌شکل تبدیل می‌شوند که نشان‌دهندهٔ محور پوسته است. رشد صدف به‌شکل مارپیچی تا حدودی بازشده و کاملاً بی‌قاعده است و دورپیچش آخر سریعاً باز و گسترده می‌شود. اشکال مگالوسفریک، پوستهٔ عدسی، قطبین پهن و تقریباً محدب تا مسطح با نسبت قطر به ضخامت ۲/۳ تا ۲/۸ دارند. پیچش استوایی در دورپیچش‌های مراحل بلوغ گسترش زیادی ندارد. افراد بالغ ابعادی بین ۱/۶ تا ۱/۸ میلی‌متر دارند و تعداد حجره‌ها در هر پیچش ۱۸ تا ۲۲ عدد است. حجرهٔ جنینی مگالوسفریک دوقسمتی (Biconch) با قطر محوری ۰/۰۸ تا ۰/۱۶ میلی‌متر است. نمونه‌های شناسایی‌شده در برش مطالعه‌شده، مگالوسفر با قطر ۰/۱۲ تا ۰/۳۲ میلی‌متر دارند که دارای قطر محوری بیشتری نسبت به نمونه‌های مطالعه‌شده توسط Hottinger (2009) هستند (جدول ۱). صفحهٔ نافی، کانال‌های پیچشی بزرگ را از lumen حجره جدا می‌کند. برخی از loopholeها در صفحهٔ نافی در زیر فورامن دیده می‌شوند. فضای interlocular درون سپتا ناگهانی درحال بازشدن و دارای بخش‌های اسکلتی اضافی وسیع با سیستمی از کانال‌های هم‌پوشاننده است. در برش‌های تقریباً مایل استوایی، حجره‌ها در دورپیچش‌های متوالی مجموعه‌ای از قوس‌های باریک را ایجاد می‌کنند (Plate 4).

ملاحظات: گونهٔ *Miscellanea juliettae*، نمونهٔ شاخصی از جنس مدنظر با تمام ویژگی‌های آن است؛ اما به‌طور درخور توجهی از *M. miscella* کوچک‌تر و نصف اندازهٔ این گونه با دیواره‌های ظریف‌تر است. در مقایسه با *M. yvettae*، ابعاد و تعداد حجره‌های مشابه در هر دورپیچش دیده می‌شوند و هر دو گونهٔ مشابه با فرامینیفرهای بنتیک بزرگ بایوزون SBZ3 **(**early Thanetian**)** همراهند. آنها دو Ecophenotype از یک سری زمانی مشابه در پیرنه، منطقهٔ Wadi Araba در مصر و محدودهٔ Dandot vilage در سالت رنج پاکستان را نشان می‌دهند. گونهٔ یادشده در برش موردمطالعه همراه با ***primaeva*** *Glomalveolina*، ***Vania anatolica*** و ***Miscellanites primitivus*** دیده می‌شود که گویای بایوزون SBZ3 است (شکل ۳).

Miscellanites primitivus (Rahaghi, 1983)

Hottinger (2009) جنس *Miscellanites* را به‌علت داشتن foraminaهای چندتایی و بر اساس اندازهٔ کوچک و شکل تخم‌مرغی به‌عنوان *Miscellanites primitivus* (Rahaghi 1983) شناسایی کرد. میله‌های ضخیمی در ناحیهٔ قطبی وجود دارند که طویل‌شدگی آلار را تا قسمتی که دورپیچش پوسته به‌شکل اولوت نمایان می‌شود، محدود می‌کنند. اسکلت خارجی آن دارای دیواره‌هایی در حجره‌هاست که با سیستم کانالی عمیق هم‌پوشاننده درخور مقایسه است. در بسیاری از برش‌های محوری، تغییر شایان توجهی از حالت زاویه‌دار تا گرد در آخرین دور پیچش‌ها دیده می‌شود. در اشکال میکروسفریک، قطر استوایی به ۱/۵ میلی‌متر و در نسل مگالوسفریک به ۱ میلی‌متر می‌رسد؛ با این ابعاد، حدود ۱۴ تا ۱۶ حجره به‌ترتیب در آخرین دورپیچش وجود دارد. سپتاها مستقیم و شعاعی در بخش استوایی و تقریباً منحنی و متمایل به عقب در نواحی جانبی‌اند. اشکال مگالوسفریک دارای ردیف مجزایی از شش foramina در ناحیهٔ interiomarginal هستند که با داشتن صفحهٔ نافی ضخیم، حفرهٔ lumen را از یک کانال مارپیچی تقریباً باز جدا می‌کند.

مگالوسفر دارای قطر ۰/۱ تا ۰/۶ میلی‌متر است و نمونه‌های مطالعه‌شده قطر محوری ۰/۰۱ تا ۰/۱۲ میلی‌متر دارند (جدول ۱) (Plate 5).

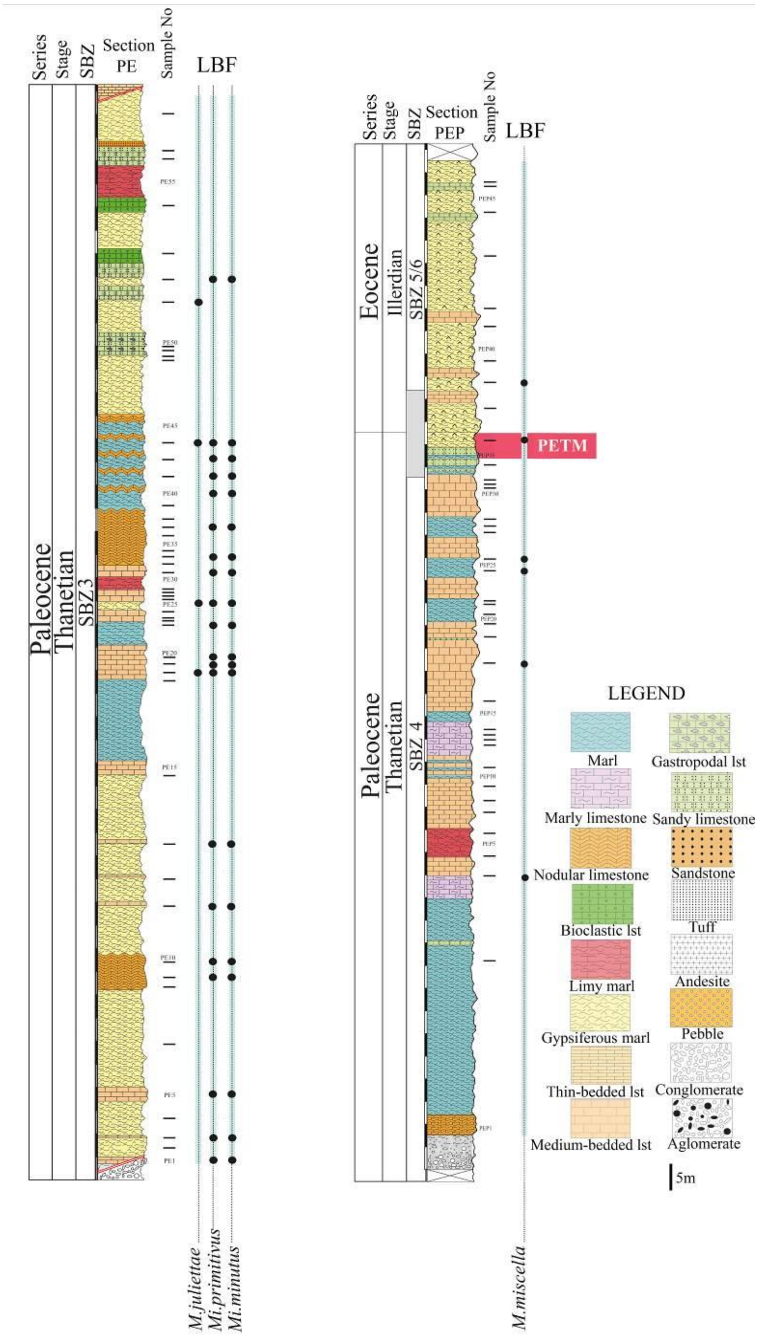
ملاحظات: نمونه‌های ایزولهٔ کوچک کشف‌شده در ناحیهٔ Narp، در Aquitaine (جنوب‌غربی فرانسه)، محدودهٔ سنی بایوزون SBZ3 را نشان می‌دهند. این نمونه در ایران و همچنین دامنهٔ Apulian در سواحل پالئوسن اقیانوس اطلس (جنوب‌غربی فرانسه) نیز شناخته شده است. گونهٔ مدنظر در ناحیهٔ تبت (Zhang et al. 2013) در بایوزون‌های SBZ3 و SBZ4 گسترش دارد. در توالی موردمطالعه، گونهٔ مدنظر همراه با *Miscellanea juliettae*، *Vania anatolica* و *Glomalveolina primaeva* دیده می‌شود که نشان‌دهندهٔ محدودهٔ سنی early Thanetian (SBZ3) است.

Miscellanites minutus (Rehaghi1983)

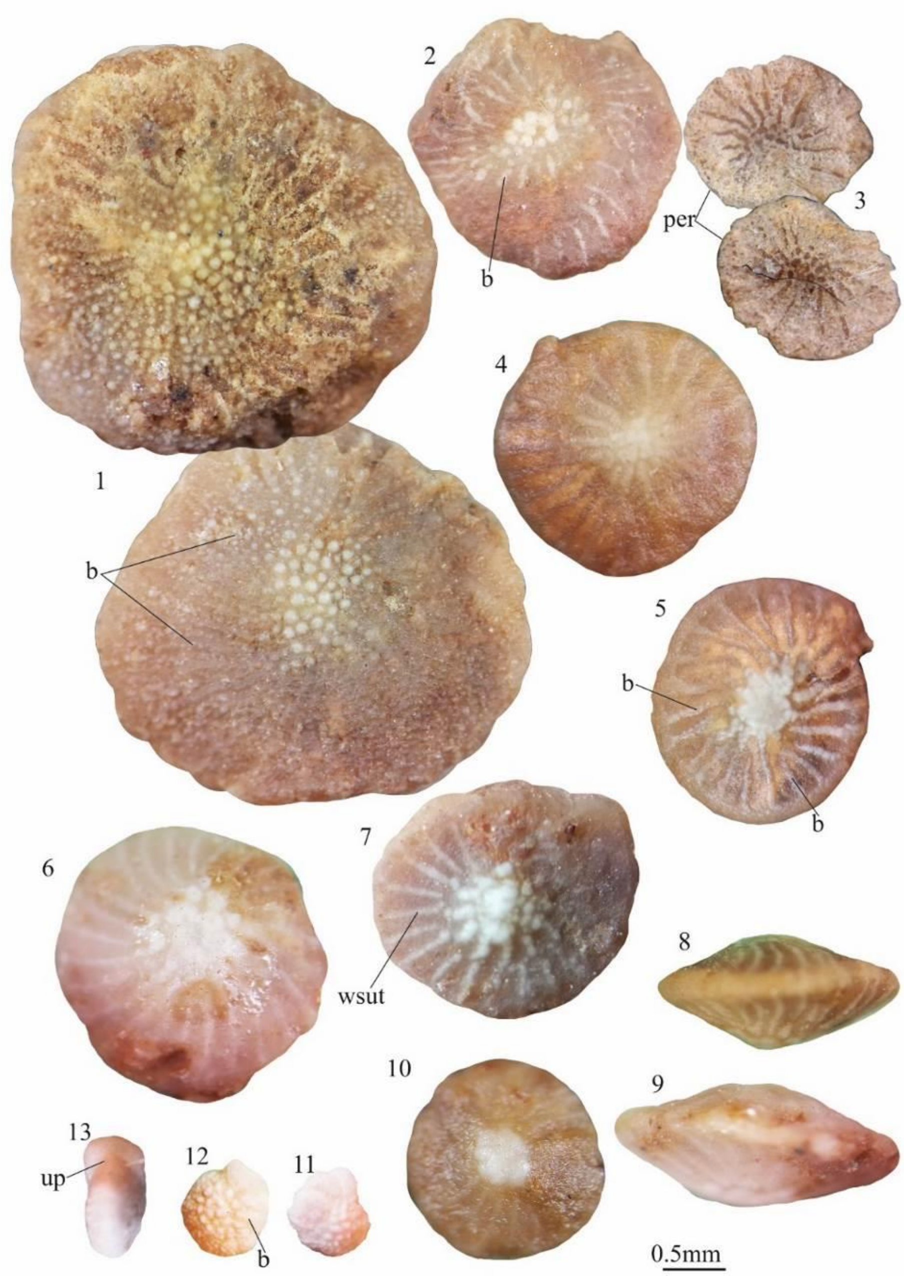
اشکال مگالوسفریک، عدسی‌شکل و دارای قطر حدود ۱/۵ تا ۱/۶ میلی‌متر هستند که در این قطر، حدود ۲۵ حجرهٔ هم‌اندازه در آخرین دورپیچش وجود دارد. حدود ۳ میله(pile) در برش‌های محوری مشاهده می‌شوند و یک شکاف کم‌عمق در قسمت interiomarginal دیده شده است که ارتباط intercameral را برقرار می‌کند. صفحهٔ نافی سراسر کف حجره‌ها را پوشش می‌دهد؛ تنها فضای باز بین کف حجره و دورپیچش قبلی، یک کانال پیچشی نازک است. مگالوسفر کوچک است و ضخامت آن هرگز به بیش از ۰/۱ میلی‌متر نمی‌رسد. نمونه‌های مطالعه‌شده در این برش دارای مگالوسفر با قطر محوری ۰/۰۵ تا ۰/۱۶ میلی‌متر هستند (جدول ۱) (Plate 5).

ملاحظات: *Miscellanites minutus* از *Miscellanites primitivus* به‌وسیلهٔ تعداد بیشتر حجره‌ها در هر دورپیچش، حاشیهٔ تیزتر، پوستهٔ مگالوسفریک فشرده‌شده یا تعداد کمتر foramina‌های شکاف‌مانند متمایز می‌شود. *Miscellanites minutus* تنها از چند مکان در ایران شناسایی شده است که با *Glomalveolina primaeva*، *Dictyoconus turriculus* و سایر فسیل‌های شاخص بایوزون SBZ3 همراه است.

در برش موردمطالعه، گونهٔ مدنظر همراه با گونه‌های شاخص بایوزون SBZ3 مانند *Miscellanea juliettae*، *Vania anatolica* و *Glomalveolina primaeva* محدودهٔ سنی پالئوسن پسین (early Thanetian) را پیشنهاد می‌کند.



شکل ۳- دامنهٔ زیست‌چینه‌نگاری فرامینیفرهای بنتیک بزرگ (خانوادهٔ میسلانیدآ) پالئوسن پسین- ائوسن پیشین در برش‌های پدگی



نمای خارجی برخی از گونه‌های خانوادهٔ میسلانیداً با تزئینات انبوه

Plate 1. figs. 1 and 3. ***Daviesina langhami*** Smout 1954**, figs. 4-10.** ***Miscellanea miscella*** (d'Archiac and Haime 1853) **figs. 11-13.** ***Miscellanites primitivus*** (Rahaghi 1983) **figs. 11-12- External lateral view of** ***Miscellanites primitivus*****, figs. 13: External apertural view with apertural face of** ***Miscellanites primitivus***
per**: simple periphery;** ***wsut:*** **whorl suture.b: beads.**

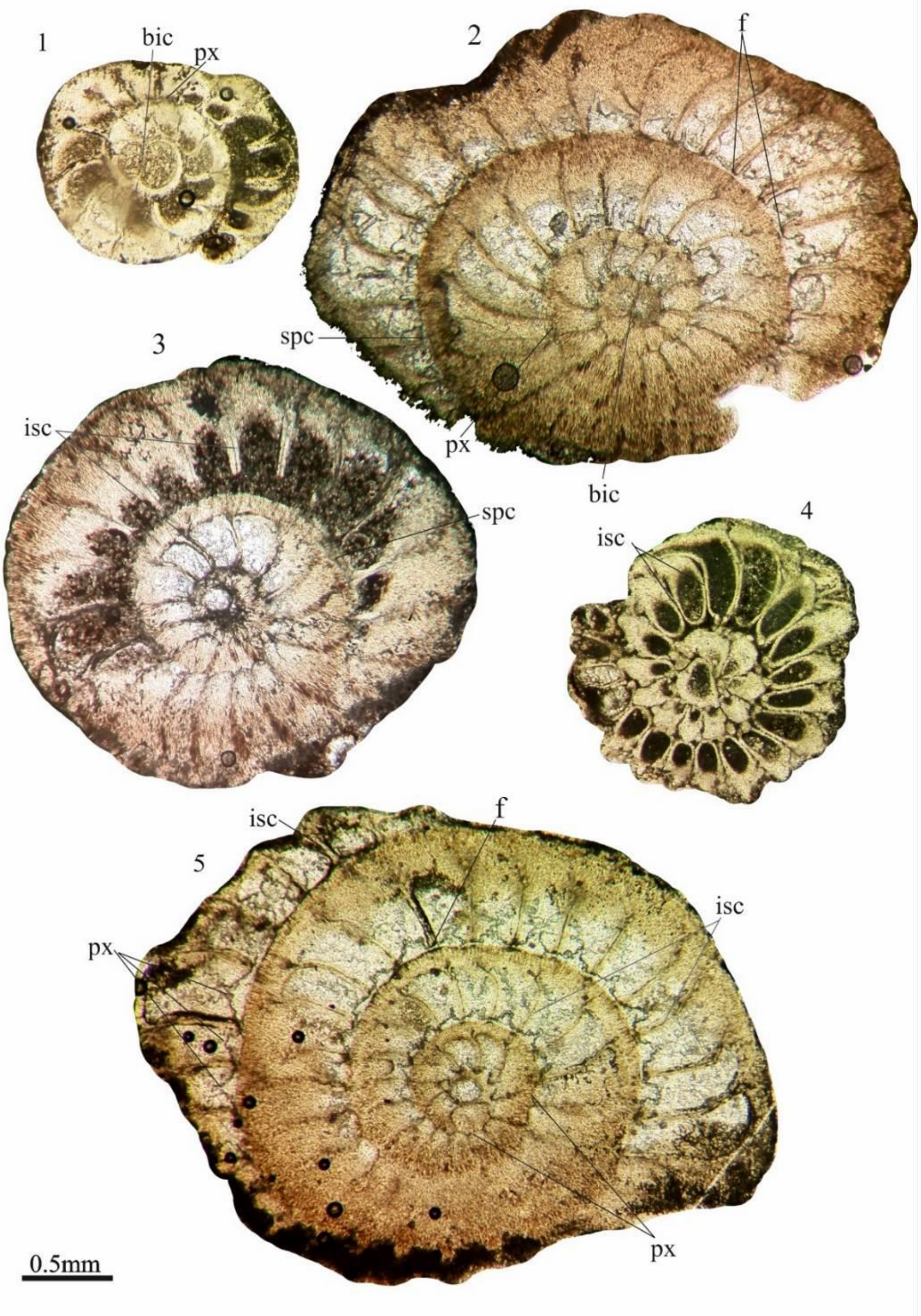


Plate 2. ***Miscellanea miscella*** (d'Archiac and Haime 1853)**. Equatorial sections of megalospheric forms, in transparent light. Abbreviations: *bic*: straight wall between protoconch and deuteroconch that indicates the biconch quality of the nepiont; *f*: foramen; *isc*: intraseptal canal system; *spc*: spiral canal, *px:* paries proximus; *up*: umbilical plate.**

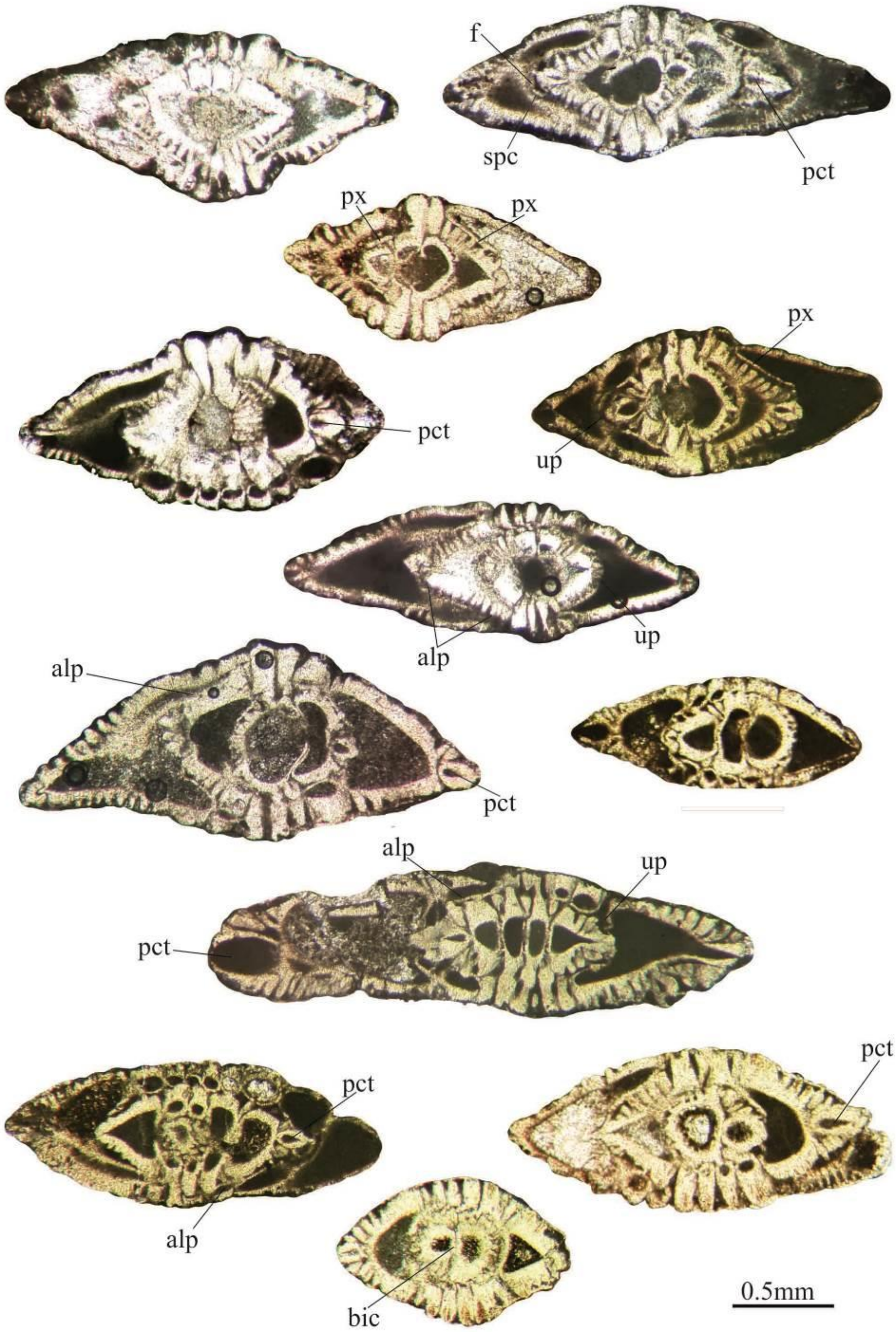


Plate 3. ***Miscellanea miscella*** (d'Archiac and Haime 1853)**. Axial sections of megalospheric forms, in transparent light. Abbreviations: *alp*: lumen of alar prolongation; *bic*: biconch wall; *f*: foramen; *isc:* intraseptal canal system; *pct*: peripheral chamber tip; *px*: paries proximus; *s*: septum; *spc*: spiral canal, *up*: umbilical plate.**

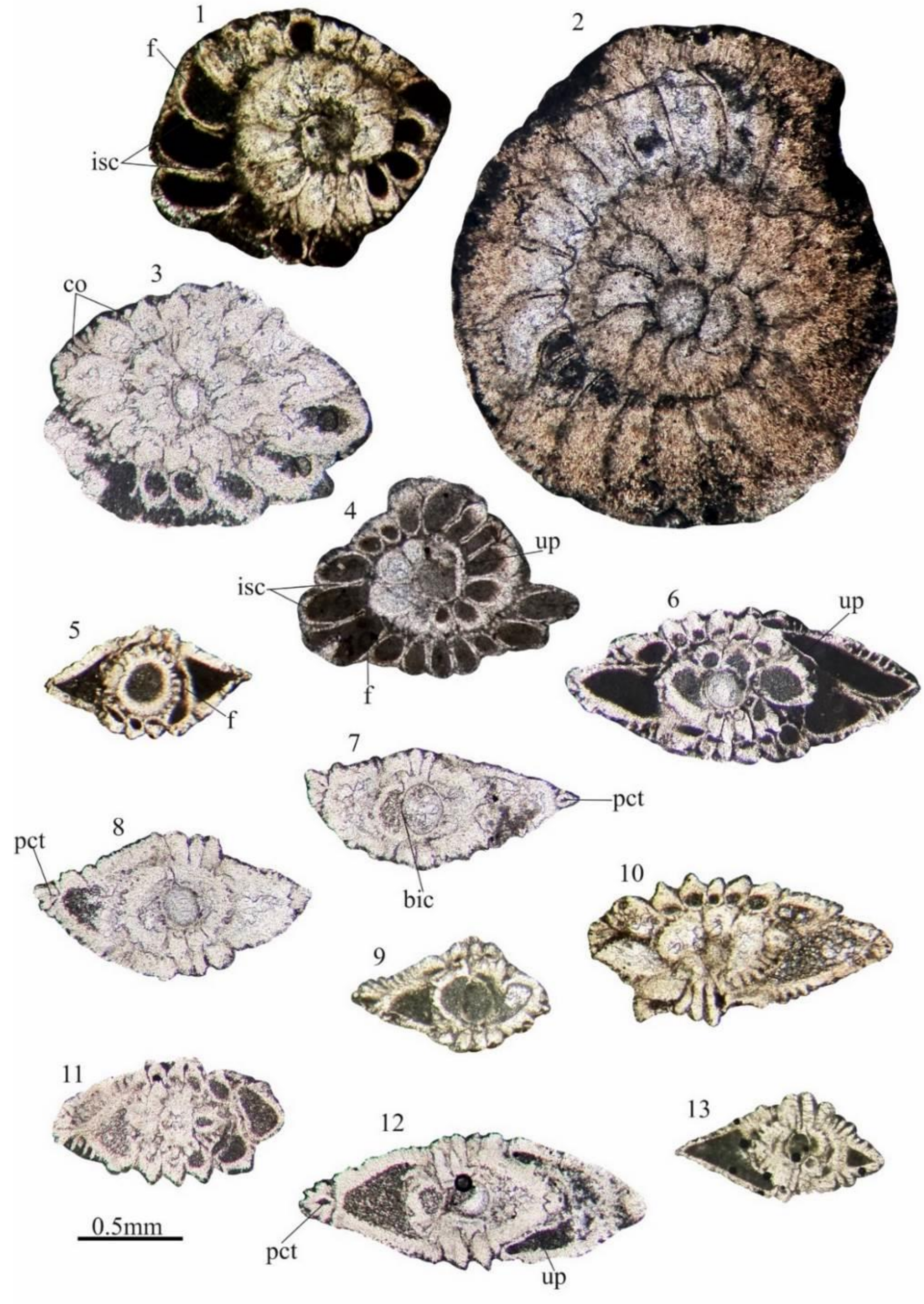


Plate 4. ***Miscellanea juliettae*** Leppig 1988***;*** **figs. 1: Subequatorial section of microspheric form with structural details; figs. 2-4: Equatorial sections of megalospheric forms; fig. 11: Subaxial section of microspheric form; figs. 5-10, 12-13: Axial sections of megalospheric forms**

Abbreviations: co: canal orifices; f: foramen; isc: intraseptal canal system; pct: peripheral chamber tip; spc: spiral canal; up: umbilical plate.

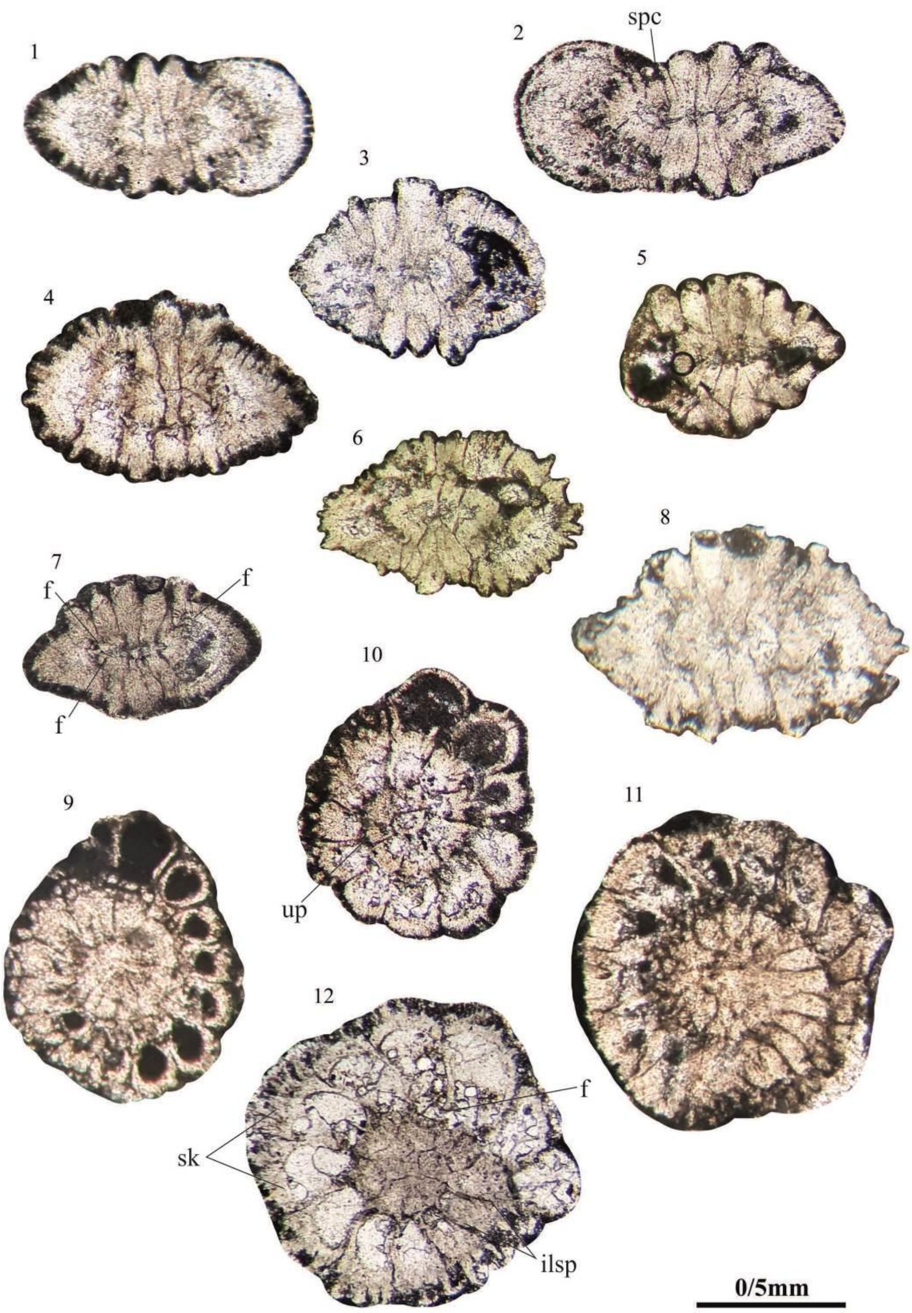


Plate 5. ***Miscellanites primitivus*** (Rahaghi 1983)**,** ***Miscellanites minutus*** (Rahaghi 1983)**. figs. 1-3: Axial and subaxial sections of megalospheric forms of *Mi. primitivus*; fig.4: Subaxial section of microspheric form of *Mi. primitivus*; figs. 10 and 12: Equatorial and subequatorial sections of *Mi. primitivus*; figs.5-8: Axial sections of microspheric forms of *Mi. minutus*; fig.11: Equatorial section of microspheric form of *Mi. minutus***

Abbreviations: *f:* foramen; *sk:* supplemental skeleton as revealed by an enveloping canal system; *spc:* spiral canal; *up:* umbilical plate.

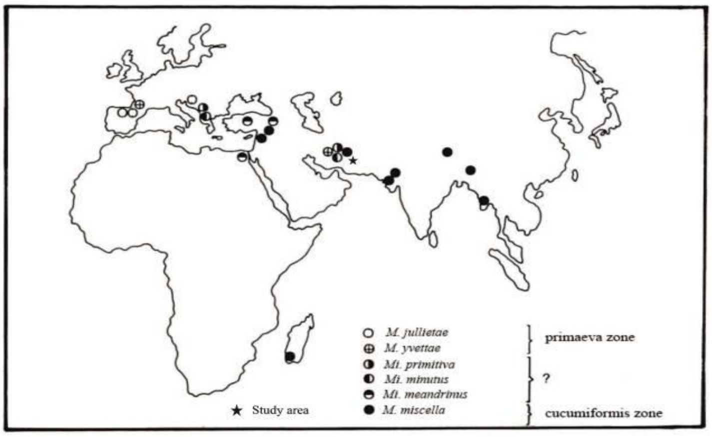
پالئوبیوژئوگرافی

تاکنون مطالعه‌های گسترده‌ای دربارۀ گسترش جغرافیایی گونه‌های مختلف جنس *Miscellanea* انجام شده‌اند. گونۀ *Miscellanea miscella* به‌طور گستره از پالئوسن پسین

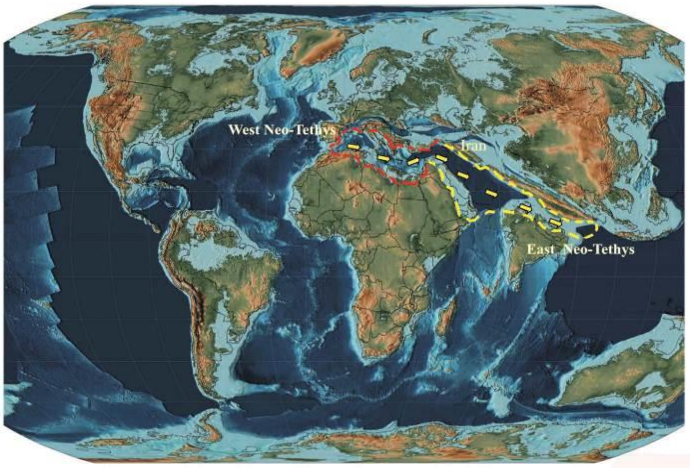
توالی‌های کربناتۀ پلت‌فرمی حوضۀ تتیس (مانند مصر، شمال‌شرقی هند، تبت جنوبی، عمان، اسپانیا و ترکیۀ شمالی) و سایر بخش‌های تتیس (مانند افغانستان، شمال‌شرق ترکیه، ایران، هند و جنوب‌غرب اسلوونی) و *M. miscella* از بایوزون‌های معادل با SBZ5 و حتی بایوزون SBZ6 از هند (Tewari et al. 2010; Mathur et al. 2009) گزارش شده است. ظهور *M. miscella* همراه با *Discocyclina ranikotensis* و *Ranikothalia sindensis* (ظاهرشده در SBZ3) مرز بین بایوزون‌های SBZ3 و SBZ4 را مشخص می‌کند و گویای بایوزون‌های SBZ4 و SBZ5 است. SBZ4 از بالاترین بخش سازند لوخارت در پاکستان (Afzal et al. 2005) آغاز می‌شود و تا بالاترین بخش سازند پاتالا در پاکستان (Afzal and Daniels 1991) ادامه می‌یابد. برخی از پژوهشگران، *M.miscella* را مترادف *M. rhomboidea* گزارش کرده‌اند که به بایوزون SBZ4 محدود شده است (Hottinger 2009). دو گونۀ *M. miscella* و *M. juliettae* معمولاً در توالی‌های کربناتۀ حوضۀ ایندوس نیز دیده می‌شوند (Afzal 2011; Hottinger 2009) و نمونه‌های بالغ *M. juliettae* به‌طور درخور توجهی کوچک‌تر از نمونه‌های بالغ *M. miscella* و نصف اندازۀ آنها هستند. *M. juliettae* نمونه و فسیل شاخص سازند لوخارت در پاکستان و گویای SBZ3 (Hottinger 2009 Serra; Kiel et al. 1998) است.

با درنظرگرفتن گونه‌های مختلف *Miscellanea* و *Miscellanites* و گسترش چینه‌نگاری و پخش و انتشار جغرافیایی آنها می‌توان بیان کرد سه گونۀ *Mi. primitivus*، *Mi. minutus* و *M. juliettae* به سن پالئوسن میانی (SBZ3 و بایوزون primaeva) تاکنون در اروپای غربی و مرکزی (اسپانیا، فرانسه، یوگسلاوی سابق) (Leppig 1988) شناخته شده‌اند؛ درحالی‌که گونۀ M. *miscella* به سن پالئوسن پسین تا اوایل ائوسن پیشین (SBZ5/6–SBZ4 و بایوزون cucumiformis) دارای گسترش جغرافیایی از شرق نزدیک تا شرق دور است (Leppig 1988) (شکل ۴). در ایران، گونۀ یادشده در سازند تله‌زنگ در حوضۀ زاگرس به سن پالئوسن پسین گزارش شده است (Rajabi et al. 2012). Rehaghi (1983) گونه‌های مختلفی از جنس‌های *Miscellanea* و *Miscellanites* را در ناحیۀ شیراز و حوضۀ سیستان به سن پالئوسن پسین معرفی کرده است. در ناحیۀ تبت، تمایز و تنوع بین جنس‌ها و گونه‌ها و پیدایش اولیۀ دوشکلی بالغ و اندازۀ پوستۀ بزرگ فرامینیفرهای بنتیک بزرگ ازجمله *Keramosphaerinopsis haydeni* (SBZ 3)، *Daviesina langhami* (SBZ 4–5) و *Miscellanea miscella* (SBZ 5) اشاره به این نکته دارد که فرامینیفرهای بنتیک بزرگ پالئوسن احتمالاً خیلی زودتر و سریع‌تر در ناحیۀ تبت نسبت به نواحی غربی تکامل یافته‌اند و احتمالاً چرخش مجدد فرامینیفرهای بزرگ (LFT) در شرق زودتر اتفاق افتاده است (Zhang et al. 2013, 2018). در نظر بگیرید چرخش مجدد فرامینیفرهای بنتیک بزرگ را می‌توان به فرایندهای تکاملی طبیعی و حادثۀ بیشینه گرمایش مرز پالئوسن- ائوسن ارتباط دارد (Hottinger 1998) (شکل ۴).

در برش‌های موردمطالعه، چهار گونه از جنس *Miscellanea* شناسایی شدند که گونۀ *M. juliettae* قبلاً از تتیس غربی (اسپانیا، فرانسه، یوگسلاوی سابق و ترکیه) گزارش شده است. گونه‌های *Mi. primitivus*، *Mi. minutus* و *M. juliettae* که در ناحیۀ تتیس شرقی دیده می‌شوند، قدیمی‌تر از *M. miscella* هستند (شکل ۴)؛ آنها به بایوزون *Glomalveolina primaeva* و سن پالئوسن پسین تعلق دارند. گونۀ *M.miscella* در برش پدگی همراه با گونه‌های *Ranikothalia sahni*، *R. nuttalli*، *Asillina dandotica*، *Discocyclina ranikotensis* و *Glomalveolina levis* دیده می‌شود که بیان‌کنندۀ دامنۀ چینه‌نگاری بایوزون‌های SBZ4 تا SBZ5/6 است.



شکل۴- پخش و انتشار گونه‌های مختلف *Miscellanea* و *Miscellanites* در پالئوسن- ائوسن پیشین حوضۀ تتیس، با اندکی اصلاحات (Leppig 1988)



شکل ۵- نقشۀ پالئوژئوگرافی جهانی در مرز پالئوسن- ائوسن نشان‌دهندۀ توزیع اقیانوس نئوتتیس (Scotese 2014) **و همچنین موقعیت منطقۀ موردمطالعه (فلش مسیر مهاجرت).**

M. miscella به‌عنوان نمایندۀ خانوادۀ Miscellaneidae ازنظر پخش و انتشار جغرافیایی و سن، بومی بخش شرقی تتیس بوده (Leppig 1988) و احتمالاً گونۀ یادشده طی late Thanetian- early Ilerdian از اجتماعی از گونه‌های قدیمی *Miscellanea* به وجود آمده که طی Thanetian به سمت نواحی شرقی مهاجرت کرده است (Leppig 1988) (شکل ۴). شکل ۵ موقعیت ایران و همچنین مسیر مهاجرت گونه‌های اولیۀ جنس *Miscellanites* را نشان می‌دهد.

نتیجه

مطالعۀ جنس‌های مختلف متعلق به خانوادۀ میسلانیدآ در مقاطع نازک به شناسایی گونه‌های *Miscellanea miscella*، *Miscellanea juliettae*، *Miscellanites primitivus* و *Miscellanits minutus* منجر شد که باتوجه‌به فسیل‌های همراه آنها، سن پالئوسن پسین- ائوسن پیشین را برای برش‌های چینه‌نگاری پدگی پیشنهاد می‌کند. این مجموعه فسیلی گویای بایوزون‌های استاندارد SBZ3-SBZ6 است که

باتوجه‌به الگوی پخش و انتشار گونۀ *Miscellanea miscella* و همراهی آن با جنس‌های *Miscellanites* و *Ranikothalia* و وجودنداشتن فرامینیفرهای بنتیک اوایل ائوسن پیشین مانند *Nummulites*، *Alveolina* و *Orbitolites* در توالی یادشده به نظر می‌رسد این گونه بومی تتیس شرقی بوده و در افق‌های زمانی جدیدتر به‌سمت تتیس غربی مهاجرت کرده است. فراوانی و گسترش خانواده‌های Ranikothalid و Miscellanid، وجودنداشتن یا کمبود جنس‌ها و گونه‌های خانوادۀ آلوئولینیداً در SBZ5/6 و قرابت و شباهت مجموعه‌های فونی گویای اینست که برش پدگی و نهشته‌های پالئوسن پسین- ائوسن زیرین شمال زاهدان در بخش شرقی تتیس ته‌نشین شده‌اند. تداوم جنس‌های *Miscellanea* و *Ranikothalia* در ائوسن پیشین تتیس شرقی (بایوزون‌های SBZ5/6) ممکن است انعطاف‌پذیری آنها در سازگاری پالئواکولوژی را در شرایط تنش‌زا نشان دهد که در شرایط پالئواکولوژی و رقابت برای محیط‌زیست با سایر گونه‌ها کنترل شده است. نبود *Nummulites* و کمبود *Alveolina* طی ائوسن پیشین، بقای این فرامینیفرهای بنتیک بزرگ را در تتیس شرقی تسهیل کرده است. در بخش‌های دیگر تتیس، نمونه‌های معمولی فرامینیفرهای بنتیک بزرگ پالئوسن به‌طور کامل با *Assilina*، *Nummulites* و *Alveolina* جایگزین شده‌اند (Orue-Etxebarria et al. 2001). باتوجه‌به تشابه و قرابت مجموعه‌های فرامینیفرهای بنتیک بزرگ (گسترش جنس‌های *Ranikothalia* و *Miscellanea*، نبود جنس *Nummulites* و کمبود جنس *Alveolina*) حوضۀ سیستان (برش چینه‌نگاری پدگی) با حوضۀ ایندوس، به نظر می‌رسد حوضۀ یادشده ازنظر جغرافیای زیستی قدیمی با تتیس شرقی در ارتباط بوده است.

References

Afzal J. and Daniels C. H. V. 1991. Foraminiferal biostratigraphy and paleoenvironments of the Paleocene to Eocene Patala and Nammal formations from Khairabad-East, Western Salt Range, Pakistan. Journal of Hydrocarbon Reserch. 3: 61-27.

Afzal J. Khan F.R. Khan S. N. Alam S. and Jalal M. 2005. Foraminiferal biostratigraphy and paleoenvironments of the Paleocene Lockhart Limestone from Kotal Pass Kohat, Northen Pakistan. Pakistan Journal of Hydrocarbon Reserch, 15: 9-24.

Afzal J. Williams M. Leng M. J. Aldridge R J. and Stephenson M. H. 2011. Evolution of Paleocene to Early Eocene larger benthic foraminifer assemblages of the Indus Basin, Pakistan. Lethaia, 44: 299–320.

Alve E. and Goldstein S.T. 2002. Resting stage in benthic foraminiferal propagules: a key feature for dispersal? Evidence from two shallow water species. Journal of Micropalaeontology, 21: 95-96.

Bralower T.J. and Thierstein H.R. 1984. Low productivity and slow deep-water circulation in Mid-Cretaceous oceans. Geology, 12: 614-618.

Buxton M.W.N. and Pedley H.M. 1989. Short paper: a standardized model for Tethyan Tertiary carbonate ramps. Journal of the Geological Society (London) 146: 746-748.

Cowen R. 1983. Algal symbiosis and its recognition in the fossil record. In: Tevesz, M.J.S. McCall, P.L. (Eds.), Biotic Inreractions in Recent and Fossil Benthic Communities. Plenum, New York.

d 'Orbigny A. 1826. Tableau méthodique de la classe des Cephalopodes. Annales des Sciences Naturelles, 1: 96-314.

d"Archiac E.J.A. and Haime J. 1853. Description des animaux fossiles du groupe nummulitique de l'Inde. Gide et Baudry, Paris, 373.

de Blainville H.M.D. 1825. Dictionnaire des Sciences Naturelles F.G. Levrault, Strasbourg and Paris, 41:59-98.

Delage Y. and Herouard E. 1896. Traité de Zoologie Concrète. Tome I. La Cellule et les Protozoaires. Schleicher Fréres, Paris, 1-584.

Flügel E. 2004. Microfacies of carbonate rocks. Analysis, interpretation and application. Springer, Berlin, pp 976.

Hallock P. 1985. Why are larger foraminifera large? Paleobiology 11: 195-208.

Hallock P. Glenn and E.C. 1986. Larger foraminifera: a tool for paleoenvironmental analysis of Cenozoic depositional facies, Palaios 1:55-64.

Hottinger L. 1998. Shallow benthic foraminifera at the Paleocene- Eocene boundary: Strata, ser. 1, 9: 61-64.

Hottinger L. 2009. The Paleocene and earliest Eocene foraminiferal Family Miscellaneidae: neither nummulitids nor rotaliids. Carnets de Géologie / Notebooks on Geology, CG2009/A06, 1-41. http://map.iranview.com.

Kaever M. 1970. Die alttertiären Grossforaminiferen Südost-Afghanistans unter besonderer BerÜcksichtigung der Nummulitiden-

Morphologie, Taxonomie und Biostratigraphie. Münsterische Forschungen zur Geologie und Paläontologie, Münster, Heft, 16(17): 1-400.

Leppig U. 1988. Structural analysis and taxonomic revision of Miscellanea, Paleocene larger Foraminifera. Eclogae Geologicae Helvetiae, Basel, 81: 689-721.

Loeblich, A.R. & Tappan. H. 1964. Foraminiferal Classification and Evolution. Journal of the Geological Society of India, 5: 5-39.

Orue-Etxebarria X. Pujalte V. Bernaola G. Apellaniz E. Baceta J.I. Payros A. Nunez-Betelu K. Serra-Kiel J. and Tosquella J. 2001. 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: 45-71.

Pawlowaki J. Holzmanna M and Tuazkab J. 2013. New supraordinal classification of Foraminifera: Micropalaeontology, 1-10.

Pfender J. 1935. À propos de *Siderolites vidali* et de quelques autres. Bulletin de la Société géologique de France. 4: 225-236.

Rahaghi A. 1983. Stratigraphy and faunal assemblage of Paleocene-Lower Eocene in Iran. National Iranian Oil Company, Geological Laboratories, Teheran, Publication, 10: 73 - 49.

Rajabi P. Maghfoorimaghadam A. Gharib F. 2012. Microbiostratigraphy of Taleh Zang Formation in the Lorestan basin, Geosciences, Geological survey and mineral explorations of Iran, 86:155-160.

Ross C. A. 1974. Evolutionary and ecological significance of large, calcareous Foraminiferida (Protozoa), Great Barrier Reef. Proceedings of the 2nd International Coral Reef Symposium, Brisbane, Australia., 1: 327-333.

Scotese C. R. 2014. Atlas of Paleogene Paleogeographic Maps (Mollweide Projection), The Cenozoic, PALEOMAP Atlas for ArcGIS, PALEOMAP Project, Evanston, IL Maps 8-15, 1.

Serra-kiel J. Hottinger L. Caus E. Drobne K. Ferràndez C. Jaurhi A.K. Less G. Pavlovec R. Pignatti J. Samso J.M. Schaub H. Sirel E. Strougo A. Tambareau Y. Tosquella J. and Zakrevskaya E. 1998. Larger foraminiferal biostratigraphy of the Tethyan Paleocene and Eocene. Bulletin de la Société Géologique de France, 169: 281.

Sigal J. 1952. Ordre des Foraminifera. In: PiveteauI J. (Ed.) - Traité de paléontologie. Tome I. Masson. Paris, 133-301.

Smout A.H. 1954. Lower Tertiary foraminifera of the Qatar Peninsula. Bulletin of the British Museum (Natural History), 9: 1-80.

Zhang Q. Willems H. and Ding L. 2013. Evolution of the Paleocene–Early Eocene larger benthic foraminifera in the Tethyan Himalaya of Tibet, China. International Journal of Earth Sciences, 102: 1427–1445.

Zhang Q. Willems H. Ding L. and Xu X. 2018. 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, China. Geological Society of America Bulletin, 131, No, 1/2.