



<http://ui.ac.ir/en>

Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches University of Isfahan
E-ISSN: 2423-8007
Document Type: Research Paper
Vol. 36, Issue 3, No. 80, Autumn 2020, pp. 97-118
Received: 21.01.2020 Accepted: 23.06.2020

Stratigraphic importance and migration trend of Miscellaneidae family in the Paleogene of Tethys basin, Sistan suture zone

Mohammad N. Gorgij

Associate Professor, Geology Department, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran
mngorgij@science.usb.ac.ir

Shima Keikha

M.Sc. student in Paleontology and Stratigraphy, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran
sh.keikha69@gmail.com

Somayyeh Shahraki Mirzaei

M.Sc. in Paleontology and Stratigraphy, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran
S.Shahraki24@gmail.com

Abstract

Miscellaneidae is Paleogene larger index microfossils (middle Paleocene–early Eocene) that for determination of stratigraphic and palaeobiogeographic distributions are investigated in the Neo-Tethys Ocean. For biostratigraphic studies, depositional ages and systematic determinations of family Miscellaneidae, middle Paleocene–lower Eocene deposits in the Hormak section, in the north of Zahedan, are investigated. This stratigraphic section (470 meters) mainly consists of an alternation of marls, marly limestones, and limestones. Study of different miscellaneidae taxa led to identifications of *Miscellanea miscella*, *Miscellanea juliettae*, *Miscellanites primitivus*, and *Miscellanites minutes* that indicated standard biozone SBZ3–SBZ6 and therefore suggested late Paleocene–early Eocene age. Paleocene–Eocene boundary is identified with the appearance of Nummulitids and Alveolinids (SBZ5/6) in the western Neo-Tethys, whilst in the eastern Neo-Tethys these group of large benthic foraminiferas are absent. Some of *Alveolina* species accompanied by *Glomalveolina*, *Miscellanea*, and *Ranikothalia* species are seen which shows similarities between the Hormak section and other sections in the Indus basin and Tibet in the eastern Neo-Tethys. Based on biostratigraphic investigations, family Miscellaniedae, firstly appeared in SBZ1/2 in the western Neo-Tethys (Europe and Africa) whereas in the eastern Neo-Tethys (India, Tibet, and Pakistan) are not seen although the mentioned family in SBZ3/4 are recognized in the both western and eastern Neo-Tethys. In biozones SBZ5/6, SBZ7 and SBZ8, in the western Neo-Tethys family, Miscellaniedae disappeared whereas in the eastern Neo-Tethys are seen in the SBZ5/6 biozones. With respect to identified Miscellaniedae genus and species in the Hormak section and similarities with eastern Neo-Tethys, it seems that, with the omission of palaeoceanographic barrier in the Paleocene–Eocene boundary, the Miscellaniedae genus and species are migrated to the eastern Neo-Tethys.

Keywords: Late Paleocene–early Eocene, Large Benthic Foraminifera, Sistan Suture Zone

Introduction

Large benthic foraminifera (LBF) are important fossils with large tests and complex internal structures. In biostratigraphic studies of Paleogene large benthic foraminiferas from *Alveolina*, *Assilina* (Hottinger 1960; Drobne 1977), and *Nummulites* (Schaub 1981) are used for introduction of 20 shallow benthic zones in the western Tethys (Serra-Kiel et al. 1998). Large benthic foraminiferas in the eastern and western Tethys similarly described but are different with regard to taxonomy (Hottinger 1971). The Paleocene of western Neo-Tethys are dominated with coralgal reefs (e.g. Accordi et al. 1998; Turmseki and Drobne 1998; Baceta et al. 2005; Scheibner et al. 2007) although in the eastern Neo-Tethys, the large benthic foraminiferas are dominated (Wan et al. 2002; Afzal et al. 2009, 2011; Zhang et al. 2013).

Based on high biodiversity of *Lockhartia* in the

Paleocene of Ronikot Formation in India, eastern Neo-Tethys ocean is named Ranikothalia Sea (Davies 1937) or Lockhartia Sea (Hottinger 1998) that occupied southern Turkey in the west to the Tibet and Pakistan in the east and Egypt in the south (Hottinger 2007, 2014). Another important aspect of large benthic foraminifera biodiversity is that the *Lockhartia* genus has a distinct chronostratigraphic position in the Paleocene resemble that *Alveolina*, *Assilina*, and *Nummulites* in the Eocene. For example, *Lockhartia retiaata* Sander 1962 and *Lockhartia praeheimi* Smout 1954 are accepted as index fossils of the shallow benthic zone 3. The objectives of this study are the determination of stratigraphic importance and migration trend of Miscellaniedae family across the Tethys ocean in the late Paleocene–early Eocene time.

*Corresponding author

Copyright©2020, University of Isfahan. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>), which permits others to download this work and share it with others as long as they credit it, but they can't change it in any way or use it commercially.

Doi: [10.22108/jssr.2020.121205.1144](https://doi.org/10.22108/jssr.2020.121205.1144)

Material & Method

For LBFs biostratigraphic investigations of the Hormak section, in field studies, 100 rock specimens are collected and 350 thin sections are prepared from them for the study of different genus and species of Miscellaniedae family. The systematic determination of this group of large benthic foraminiferas is, in the level of genus and species, are done by using a binocular microscope and then based on identified LBFs, the age of the Hormak section is suggested.

Discussion of Results & Conclusions

In the eastern Neo-Tethys, SBZ3 and SBZ4 are identified with increasing generic diversity and reflect the time in which LBF have experienced the new morphology (Hottinger 2001; Scheibner and Speijer 2008). In India basin (eastern Neo-Tethys) the mentioned biozones are initiated with the appearance of new taxonomic trends such as Rothalids (*Kathina* and *Lockhartia*), Miliolids (*Triloculina* and *Quinqueloculina*) Pellatispirids (*Miscellanea*), Alveolinids (*Glomalvelina*), Coskinolinids (*Coskinon*), Spirocyclinids

(*Saudia*), Dictyoconids (*Fallotella*, *Dictyoconus*), Nummulitids (*Ranikothalia*, *Assilina*, and *Operculina*) and Lepidorbitoids (*Daviesina*, *Orbithosiphon*, and *Setia*) (Afzal et al. 2009) that are correlatable with a faunistic scheme in the other part of the Tethys (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).

Studies of different genera of Miscellaneidae in the thin sections and isolated forms led to the identification of *Miscellanea miscella*, *Miscellanea juliettae*, *Miscellanites primitivus*, *Miscellanites minutus* that accompanied with other fossils are suggested the late Paleocene–early Eocene age.

In the Hormak section, SBZ3 and SBZ4 biozones are identified with *Kathina*, *Triloculina*, *Idalina*, *Quinqueloculina*, *Miscellanea*, *glomalveolina*, *Ranikothalia*, and *Discocyclina* that in respect to abundance and diversity, correlatable with eastern Neo-Tethys foraminiferal assemblage (Afzal et al. 2009).

اهمیت چینه‌نگاری و روند مهاجرت خانواده *Miscellaneidae* در پالئوژن نئوتیس

نمونه پژوهش: حوضه سیستان، جنوب شرق ایران

محمدنبی گرگیج^{*}، دانشیار، گروه زمین‌شناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ایران

mngorgij@science.usb.ac.ir

شیما کیخا، دانشجوی کارشناسی ارشد چینه‌نگاری و دیرینه‌شناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ایران

sh.keikha69@gmail.com

سمیه شهرکی میرزایی، کارشناس ارشد چینه‌نگاری و دیرینه‌شناسی، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ایران

s.shahraki24@gmail.com

چکیده

خانواده *Miscellaneidae* از روزن‌داران کفزی بزرگ پالئوژن هستند که به‌منظور بررسی پخش و انتشار چینه‌نگاری و جغرافیای زیستی گذشته آنها در حوضه نئوتیس مطالعه شده‌اند. برش چینه‌نگاری حرکم شامل ۴۷۰ متر تناوبی از مارن، سنگ‌آهک مارنی و سنگ‌آهک است. با بررسی مقاطع نازک، گونه‌های *Miscellanea miscella*، *Miscellanea juliettae*، *Miscellanites primitivus* و *Miscellanites minutus* شناسایی شدند که سن پالئوسن پسین-اوسن پیشین برای نهشته‌های مدنظر پیشنهاد می‌شود. مرز پالئوسن-اوسن با ظهور اولیه جنس‌های *Alveolina* و *Nummulites* مشخص می‌شود که ویژگی نئوتیس غربی در اوایل اوسن پیشین است؛ در حالی که این نمونه‌ها در حوضه نئوتیس شرقی در این زمان دیده نمی‌شوند و فقط گونه‌هایی از *Alveolina* به‌صورت کمیاب در پالئوسن پسین و اوایل اوسن و گونه‌هایی از جنس *Glomalveolina* حضور دارند که به همراه جنس‌های *Ranikothalia* و *Miscellanea* بیان‌کننده شباهت نهشته‌های برش حرکم با حوضه ایندوس و تبت در نئوتیس شرقی است. براساس پژوهش‌های انجام‌شده در نئوتیس شرقی و غربی، می‌سلائیداً برای نخستین‌بار در بیوزون‌های SBZ1-SBZ2 در نئوتیس غربی (اروپا-آفریقا) ظاهر شده است؛ در حالی که در نئوتیس شرقی (هند-تبت و پاکستان) دیده نمی‌شود و در SBZ3-SBZ4 در دو حوضه نئوتیس شرقی و غربی وجود دارد. در بیوزون‌های SBZ7-SBZ5/6 و SBZ8، این گروه در حوضه نئوتیس غربی ناپدید شده‌اند، اما در نئوتیس شرقی در بیوزون‌های SBZ5/6 فقط در ناحیه هند و پاکستان دیده و پس از آن ناپدید شده‌اند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از شناسایی جنس‌ها و گونه‌های این خانواده در برش چینه‌نگاری حرکم و شباهت فونی توالی‌های بخش جنوبی حوضه سیستان با حوضه ایندوس در هند-تبت و پاکستان (نئوتیس شرقی)، به نظر می‌رسد با از بین رفتن سد اقیانوس‌نگاشتی در پالئوسن پسین-اوسن پیشین از حوضه نئوتیس غربی به این ناحیه مهاجرت کرده‌اند.

واژه‌های کلیدی: می‌سلائیداً، پالئوسن پسین-اوسن پیشین، تیس شرقی، حرکم

^{*} نویسنده مسئول: ۰۹۱۵۱۴۱۲۲۳۴

مقدمه

روزنداران کفزی بزرگ، گروهی از روزنداران با اندازه پوسنه بزرگ و ساختمان داخلی پیچیده‌اند. در پژوهش‌های چینه‌نگاری زیستی روزنداران کفزی بزرگ پالئوژن از فسیل‌هایی مانند (Alveolina (Hottinger 1960; Drobne 1977 و Assilina و Nummulites (Schaub 1981) برای معرفی ۲۰ زون کفزی کم‌عمق (SBZ) در اقیانوس نئوتتیس غربی استفاده شده است (Serra-Kiel et al. 1998). روزنداران کفزی بزرگ (LBF= Large Benthic Foraminifera) اقیانوس نئوتتیس شرقی و غربی به صورت مشابه تشریح شده‌اند، اما یکسان نیستند (Hottinger 1971). در پالئوسن نئوتتیس غربی، ریف‌های جلبکی- مرجانی غلبه دارند (Turnsek and Drobne 1998; Baceta et al. 2005; Scheibner et al. 1998; e.g., Accordi et al. 2007; Zhang et al. 2013). در حالی که در اقیانوس نئوتتیس شرقی، LBFها غالب هستند (Wan et al. 2002; Afzal et al. 2010). براساس تنوع زیاد جنس Lockhartia در پالئوسن سازند Ranikot هند، اقیانوس نئوتتیس شرقی "Ranikothalia Sea" (Davies 1937) یا "Lockhartia Sea" (Hottinger 1998) نامیده می‌شود که جنوب ترکیه در غرب تا تبت و پاکستان در شرق و سومالی و مصر در جنوب (Hottinger 2007, 2014) را دربرمی‌گیرد.

ازجمله نتایج دیگر تنوع زیاد LBFها آن است که جنس Lockhartia موقعیت کروئوستراتیگرافیک معینی را در پالئوسن اشغال می‌کند؛ شبیه به آن چیزی که جنس‌های Alveolina، Assilina و Nummulites در ائوسن دارند؛ برای نمونه Lockhartia و Lockhartia retia Sander 1962 و Lockhartia praehaimei Smout 1954 به مثابه گونه‌های شاخص SBZ3 پذیرفته شده است (Hottinger 2014).

الگوی توزیعی روزنداران کفزی بزرگ درواقع اطلاعات کلیدی و مهمی را برای بازسازی شرایط آب‌وهواشناسی قدیمه، دیرینه بوم‌شناختی و اقیانوس‌نگاشتی قدیمه در اختیار می‌گذارد (Alve and Goldston 2002).

رفتار تحت کنترل رخساره‌ای LBFها، پتانسیل خوبی برای تطابق‌های چینه‌نگاری زیستی در مقیاس جهانی است.

بررسی توالی‌های پیرامون نئوتتیس در پالئوسن- ائوسن، امکان بازسازی جغرافیای زیستی نئوتتیس را براساس روزنداران کفزی بزرگ به‌ویژه در سرزمین‌های مدیترانه‌ای، کارپاتین، زنجیره بالکان، جنوب شرق آسیا، پیرینه، آپنین، آلپ، اطلس، بالتیک، کوردیلرا، ایران، عمان، سرزمین‌های عربی و هیمالیا فراهم می‌کند (Ahmad et al. 2015).

روزنداران کفزی بزرگ از پاکستان- هند (Himalayan Ranges) و اندونزی (Indo-Pacific Region) گزارش شده‌اند که قطعات بزرگی از بخش شرقی نئوتتیس را تشکیل می‌دهند؛ در صورتی که نواحی عمده‌ای از ایران، عراق و عمان با بخش مرکزی نئوتتیس قابل انطباق است و نئوتتیس غربی با روزنداران کفزی بزرگ از نواحی فرانسه، اسپانیا و ایتالیا شناسایی شده است. در بسیاری از بخش‌های اقیانوس نئوتتیس رسوبات پالئوسن پسین (تانسین) با پیدایش گونه‌های *Ranikothalia sindensis*، *Miscellanea miscella* و *Ranikothalia sahani*، *Ranikothalia nuttali* و *Discocyclina ranikotensis* قابل شناسایی است. پخش و انتشار روزنداران کفزی بزرگ ائوسن پیشین (ایلردین- کوئیزین) به‌ویژه *Nummulites ataticus* و *Nummulites globulus* در نئوتتیس شرقی، مهاجرتی را از Kohat Basin به ناحیه Asam (هند) نشان می‌دهد که به سمت اندونزی (Indo-Pacific) ادامه دارد. روزنداران کفزی بزرگ در پاکستان و هند، اجداد گونه‌های LBF ناحیه Indo-Pacific محسوب می‌شوند (Ahmad et al. 2015).

تنوع و فراوانی روزنداران کفزی بزرگ در سند، بلوچستان، کوها، پنجاب و ناحیه هزارا در پاکستان که به سمت شرق در هند کاهش می‌یابد (Kutch, Rajputana و Subathu تا ناحیه Asam)، نشان‌دهنده مهاجرت روزنداران به این منطقه و ارتباط مجزای بین این نواحی است. در قطعات غربی اقیانوس نئوتتیس، تنوع و فراوانی زیاد LBFها و سایر فونای ماکروسکوپی در حوضه پاریس (فرانسه) به تدریج به سمت قطعات شرقی اقیانوس نئوتتیس کم می‌شود (Ahmad et al. 2015).

راهبرد زندگی متفاوت بهره‌مند شده‌اند تا با تغییرات محیطی فصلی سازش یابند (Hottinger 1998).

براساس بررسی برش‌های Tremپ و Campo در اسپانیا، LFT در مرز بین SBZ4 و SBZ5 روی داده است (Hottinger 1961 and Schaub). در تبت (نئوتتیس شرقی) شواهدی از تفریق اولیه و تنوع بین جنس‌ها و گونه‌ها و پیدایش اولیه دوشکلی بالغ و اندازه بزرگ پوسته در بعضی LBFها از قبیل *Daviesina*, *Keramosphaerina* *haydeni* (SBZ3) *Miscellanea miscella* (SBZ5), *langhami* (SBZ4-5) اشاره به این نکته دارد که LBFهای پالئوسن در نئوتتیس شرقی و مرکزی و منطقه مدنظر (شکل ۴)، خیلی زودتر از LBFهای نئوتتیس غربی تکامل یافته‌اند (به بیانی LFT احتمالاً در نئوتتیس شرقی خیلی زودتر از نئوتتیس غربی رخ داده است). براساس شواهد گفته‌شده، LFT در کل تتیس همزمان رخ نداده است. به گفته هاتینگر (Hottinger 1998)، LFT فقط حاصل فرایندهای تکاملی طبیعی است و ارتباطی با حادثه حداکثر گرمایشی مرز پالئوسن-اوسن (PETM) ندارد.

حادثه LFEO (Larger Foraminiferal Extinction and Origination) با ناپدیدشدگی ناگهانی همه LBFهای منفردار-لاملار پالئوسن از قبیل *Ranikothalia*, *Miscellanea*, *Operculina*, *Lockhartia*, *Kathina* و *Daviesina* و غلبه اولیه *Alveolina* مشخص می‌شود که دیواره پورسلانوز دارند. بررسی‌ها نشان می‌دهد این حادثه با شروع برگشت انحراف مثبت ایزوتوپ کربن (CIE) قابل انطباق است (Zhang et al. 2013) که بیان‌کننده مرز پالئوسن-اوسن و SBZ4 و SBZ5 در مناطق مختلف است (شکل ۴).

شبینر و اسپیجر (Scheibner and Speijer 2008a) به صورت تجربی، تکامل متفاوت LBFهای پالئوسن بین نئوتتیس شرقی و نئوتتیس غربی را به اثر عرض‌های جغرافیایی در اقیانوس تتیس نسبت داده‌اند. از نظر جغرافیای گذشته، اقیانوس تتیس نزدیک به استوا به سمت شرق قرار دارد و به تدریج به عرض‌های میانی به سمت غرب امتداد یافته است. طی پالئوسن، مرجان‌های سازنده ریف قادر به تحمل افزایش

هدف این مقاله، بررسی اهمیت چینه‌نگاری خانواده Miscellaneousidae و تعیین موقعیت منطقه مدنظر براساس تشابه و نزدیکی محتویات فسیلی روزن‌داران کفزی بزرگ و بررسی روند مهاجرت آن در حوضه تتیس (نئوتتیس شرقی و غربی) در زمان پالئوسن پسین-اوسن پیشین است.

پالئوبایوژئوگرافی روزن‌داران کفزی بزرگ در نئوتتیس شرقی و غربی و وجه تمایز بین آنها

طی پالئوسن، LBFها روند تکاملی متفاوتی را بین نئوتتیس شرقی (تبت، پاکستان و هندوستان) و نئوتتیس غربی (اسپانیا) نشان می‌دهند (Zhang et al. 2013)؛ اما در اوسن پیشین، تکامل LBFهای کوچک‌تر در کل اقیانوس نئوتتیس یکسان بوده است و جنس‌های *Orbitolites*, *Alveolina*, *Discocyclina*, *Nummulites* و *Assilina* در آن غلبه داشته‌اند.

در نئوتتیس شرقی، رمپ‌های کربناته پالئوسن غنی از LBFها و از تولیدکنندگان اصلی کربنات‌ها در این زمان هستند. تکامل LBFها با تنوع زیاد جنس‌های *Ranikothalia*, *Miscellanea*, *Daviesina*, *Kathina*, *Lockhartia*, *Operculina* طی بیوزون‌های SBZ3-5 قابل مشاهده است و تمایز و تفکیک اولیه بین جنس‌ها و گونه‌های مختلف در این بیوزون‌ها روی می‌دهد. به نظر می‌رسد *Lockhartia* به تنهایی به طور کامل در اقیانوس نئوتتیس شرقی و حتی برش حریم تکامل یافته است؛ اما طی زمان پالئوسن، کربنات‌های نئوتتیس غربی زیر سلطه ریف‌های مرجانی-جلبکی بوده است و (Scheibner and Speijer 2008a) (Coralgal reefs) *Miscellanea*, *Assilina*, *Ranikothalia*, *Daviesina*, *Glomalveolina*، جنس‌هایی هستند که به طور فراوان در نئوتتیس غربی گزارش شده‌اند و تنوع گونه‌ای آنها در آغاز SBZ5 روی داده است (Hottinger 1998).

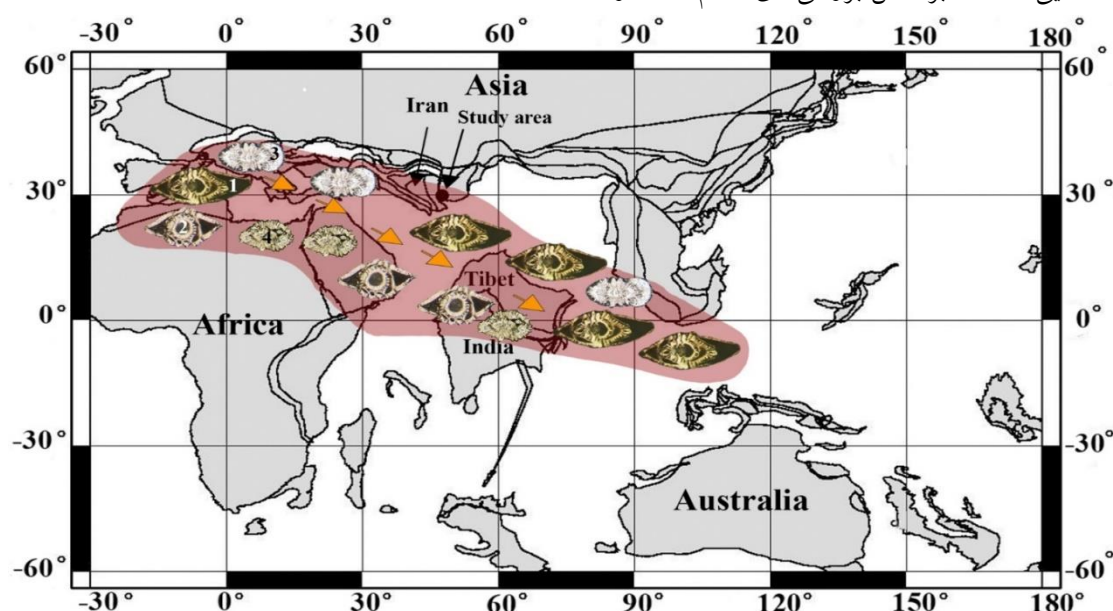
در نئوتتیس غربی، بازگشت دوباره روزن‌داران بزرگ (LFT= Larger foraminifera Turnover) با شروع دو شکلی بالغ و اندازه پوسته بزرگ شناسایی می‌شود و مبین آن است که LBFها به مراحل تکاملی بالاتر راه یافته و از دو نوع

نئوتتیس شرقی و غربی میسلانیدا برای نخستین بار در بیوزون‌های SBZ1 و SBZ2 در نئوتتیس غربی ظاهر شده است، در حالی که در نئوتتیس شرقی دیده نمی‌شود؛ اما در بیوزون‌های SBZ3 و SBZ4 در دو حوضه نئوتتیس شرقی و غربی وجود دارد. در بیوزون‌های SBZ5/6 و SBZ7/8، این گروه در حوضه نئوتتیس غربی ناپدید می‌شود، اما در نئوتتیس شرقی در بیوزون‌های SBZ5/6 فقط در ناحیه هند-تبت، پاکستان و برش حریمک مشاهده شده است و پس از آن ناپدید می‌شود. این شرایط احتمالاً مبین مهاجرت گونه‌های مختلف خانواده میسلانیدا از نئوتتیس غربی به نئوتتیس شرقی است (شکل ۱).

با توجه به تشابه و نزدیکی مجموعه‌های LBF (گسترش جنس‌های *Ranikothalia* و *Miscellanea*، نبود جنس *Nummulites* و کمبود جنس *Alveolina*) حوضه سیستان (برش چینه‌نگاری حریمک) با حوضه ایندوس (در هند و پاکستان) به نظر می‌رسد از نظر جغرافیای زیستی قدیمی، حوضه یادشده با نئوتتیس شرقی در ارتباط بوده است.

درجه حرارت در عرض‌های جغرافیایی پایین با توجه به گرمایش طولانی مدت زمین نبوده‌اند (Zachos et al. 2001) و از شرق به غرب در اقیانوس تتیس عقب‌نشینی کرده‌اند (Scheibner and Speijer 2008a) که ممکن است آشیانه‌های بوم‌شناختی را (Ecological niche) برای LBF فراهم کرده باشند تا در اقیانوس نئوتتیس شرقی توسعه یابند (Sewall et al. 2004). شرایط الیگوتروفیک به وجود آمده در پالئوسن (Scheibner and Speijer 2008a) ممکن است سبب تسریع روند تکاملی LBFها و تفکیک اولیه جنس‌ها و تنوع گونه‌ای شده که دریای منحصربه‌فردی را به نام Lockhartia Sea به وجود آورده است؛ به هر حال آنچه در نتیجه حادثه LFEO (Large Benthic Foraminifera Extinction and Origination) و از بین رفتن Lockhartia Sea در اقیانوس تتیس شرقی روی داده است، نیاز به بررسی بیشتر دارد.

با توجه به بررسی جنس‌های *Miscellanea*، در برش حریمک چهار گونه *Miscellanea miscella*، *Miscellanea primitiva juliettae* و *Miscellanites minutus* شناسایی شده که براساس بررسی‌های انجام‌شده در



شکل ۱- نقشه پالئوکتونیک مرز پالئوسن-پسین-اوسن پیشین در ۵۵٫۶ میلیون سال قبل (<http://www.ods.de/ods/services/>)

(paleomap/ paleomap.html) که روند مهاجرت گونه‌های مختلف خانواده Miscellaneidae را از نئوتتیس غربی به سمت

نئوتتیس شرقی (برش حریمک، حوضه سیستان) نشان می‌دهد. ۱. *Miscellanea miscella*، ۲. *Miscellanea juliettae*، ۳.

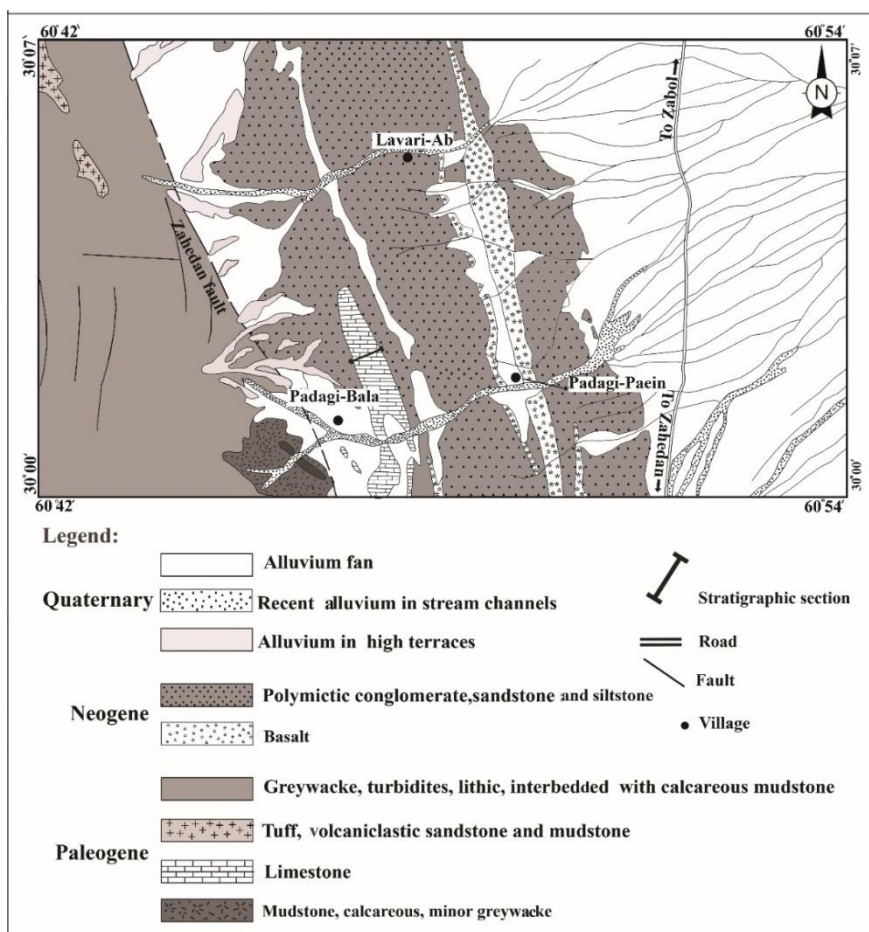
Miscellanites primitiva، ۴. *Miscellanites minutus*

ناحیه پژوهش با ● مشخص شده است.

موقعیت جغرافیایی و راههای دسترسی به برش حرمک

برش حرمک در ۶۰ کیلومتری شمال زاهدان در پهنه زمین‌درز سیستان قرار دارد و در محدوده طول جغرافیایی ۶۰ درجه ۴۶ دقیقه و ۵۹ ثانیه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه ۰۰ دقیقه و ۵۴/۷ ثانیه شمالی واقع شده است (شکل ۲). این برش شامل تناوبی از مارن، سنگ آهک مارنی و سنگ آهک به ضخامت ۴۷۰ متر روی سنگ‌های پیروکلاستیک قرار

گرفته و با کنگلومرای پس از ائوسن پیشین (Moezzinasab et al. 2018) پوشیده شده است. از تعداد ۳۰۰ نمونه سنگی برداشت شده، ۶۵۰ برش نازک برای شناسایی جنس‌های مختلف خانواده میسلانیدا تهیه شده است. این توالی حاوی جنس‌های مختلفی از خانواده‌های *Ranikothalids*, *Pellatispirids*, *Orthophragminids*, *Glomalveolinids* و *Miliolids* است (Gorgij and Shahraki Mirzaei 2019).



شکل ۲. نقشه زمین‌شناسی برش چینه‌نگاری حرمک در شمال زاهدان. محل برش بررسی شده با علامت مشخص شده است. (اقتباس از نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰ کوه دوشستی، Manouchehri 1990)

خانواده *Miscellaneidae*

لوبلیش و تاپان (Loeblich and Tappan 1987) دو خانواده *Pellatispiridae* و *Miscellaneidae* (Hanzawa 1937) متعلق به روخانواده *Nummulitacea* (Sigal) در مقاله Piveteau در

سال ۱۹۵۲) را با هم ترکیب و با عنوان خانواده *Pellatispiridae* معرفی کردند. دامنه چینه‌نگاری زیستی دو خانواده یادشده متفاوت است؛ *Miscellaneidae* منحصر به پالئوسن و اوایل ائوسن است و *Pellatispiridae* به بارتونین

پسین و ائوسن پسین تعلق دارد. تفاوت‌های ساختاری نیز بین دو خانواده وجود دارد که تفکیک آنها را از یکدیگر میسر می‌کند (Hottinger 2009).

Miscellaneidae، گروهی از روزن‌داران کف‌زی بزرگ شاخص پالئوسن و ائوسن هستند که برای زون‌بندی زیستی رسوبات کم‌عمق دریایی استفاده می‌شوند. این خانواده طرح، تزئینات و معماری ساختمانی خاص خود را دارد. این ویژگی‌ها سبب تفکیک آنها از خانواده‌های نومولیتیدها و روتالیدها می‌شود. صدف آنها به‌صورت تروکوسپیرال، پلانیسپیرال-اینولوت یا پلانیسپیرال-اولوت، یک‌ردیفه یا چندردیفه است. در روزن‌داران بزرگ منفذدار دولایه‌ای، آرایش و نظم و ترتیب حجرات، وضعیت دهانه‌ها، شکل و وضعیت سیستم‌های کانالی، از ویژگی‌های خیلی مهم تشخیصی محسوب می‌شوند که برای شناسایی جنس‌ها اهمیت خاصی دارند (Hottinger 2009).

Miscellanea، *Miscellanites*، *Ornatononion* و *Bolkarina* از جنس‌های مهم این خانواده‌اند که گسترش وسیع جغرافیایی و جهانی دارند و در سرتاسر منطقه تیس از اسپانیا تا شرق دور در نهشته‌های پالئوسن میانی تا اوایل ائوسن پیشین دیده می‌شوند. تعدادی از گونه‌های شناسایی شده عبارت‌اند از:

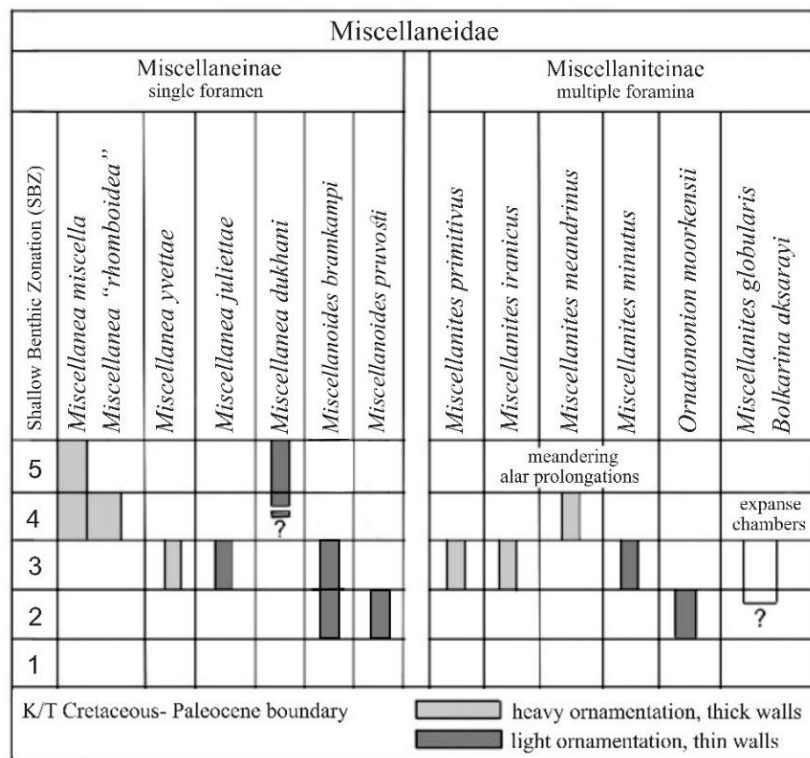
Miscellanea miscella (d'Archlac and Haime 1853); *Miscellanea rhomboidea* Kuss and Leppig 1989; *Miscellanea yvetteae* Leppig 1988; *Miscellanea juliettae* Leppig 1988; *Miscellanea dukhani* Smout 1954; *Miscellanites primitivus* (Rahaghi 1983); *Miscellanites iranica* (Rahaghi 1983); *Miscellanites meandrinus* (Carter 1861); *Miscellanites minutus* (Rahaghi 1983); *Ornatononion moorkensi* (Hottinger 2009); *Miscellanites globularis* (Rahaghi 1978) and *Bolkarina aksarayi* Sirel 1981; *Miscellanoides bramkampi* (Sander 2012); *Miscellanoides pruvosti* (Sander 2012).

این گونه‌ها به‌خوبی بررسی شده‌اند و حتی دامنه گسترش آنها در چهارچوب زون‌بندی زیستی به‌طور کامل مشخص و به‌مثابه یک ابزار چینه‌نگاری زیستی در طول پالئوسن میانی تا ائوسن پیشین استفاده شده است (Leppig 1988; Jauhri 1998; Hottinger 2009; Sander 2012; Zhang et al. 2015; Ahmad et al. 2013, 2018); (شکل ۳).

جنس *Miscellanea* پوسته‌های منفذدار لاملار و حجرات به‌صورت پلانیسپیرال-اینولوت دارد. فورامن منفرد که بین lumina و حجرات متوالی ارتباط مستقیم برقرار می‌کند، شامل قوس کم‌ارتفاعی در موقعیت interiomarginal و متقارن نسبت به سطح استوایی است؛ به گونه‌ای که با توجه به موقعیت حاشیه‌ای آن در دورپیچش پیشین شناسایی می‌شود. کف حجرات با ترکیبات شبیه به دیواره پوشیده می‌شود و نوعی از پوشش را تولید می‌کند که از زائده سپتایی شروع می‌شود و ممکن است به دورپیچش پیشین متصل شود؛ از این رو تشخیص آن از لامینه‌های ثانوی دورپیچش‌های پیشین دشوار است (Hottinger 2009).

جنس *Miscellanites* پوسته گلوبولی یا نیمه‌گلوبولی دارد که حجرات آن به‌صورت پلانیسپیرال-اینولوت آرایش یافته‌اند؛ به گونه‌ای که شکل گلوبولی پوسته با ردیف مجزایی از فورامینای (foramina) چندتایی حاشیه داخلی (interiomarginal) ارتباط دارد که تشکیل حجرات طویل کم‌ارتفاع را از یک قطب تا قطب دیگر آسان می‌کند؛ شبیه به آنچه در آلئولینیدها مشاهده می‌شود.

سطح خارجی دیواره حجرات با سیستم کانالی ساده و هم‌پوشان پوشیده شده که Pustule‌های قلمی شکل ایجاد شده بین روزنه‌های کانال‌های پوششی مدنظر قرار گرفته‌اند. مگالوسفر کم‌ویش کروی است که با دوتروکونک هم‌اندازه و هم‌شکل ادامه می‌یابد (Hottinger 2009).



شکل ۳- پخش و انتشار چینه‌نگاری تاکسون‌های مختلف متعلق به خانواده میسلانید آ و فرضیه ارتباط فیلوژنتیکی آنها براساس فورامینا، تزئینات و ضخامت دیواره: این خانواده به دو گروه Miscellaneinae با فورامن منفرد (مانند جنس *Miscellanea* و *Miscellanites*) و *Miscellaniteinae* با فورامینای چندتایی (با دو ردیف فورامینا مانند جنس *Ornatonion* یا یک ردیف فورامینا مانند جنس *Miscellanites*) تقسیم شده است؛ به‌علاوه در این دو گروه تزئینات کم با دیواره نازک و تزئینات انبوه با دیواره ضخیم نیز قابل مشاهده است (Hottinger 2009 با اندکی تغییرات).

طناب حاشیه‌ای وجود ندارد؛ اما تفاوت جنس در نداشتن فیلامنت‌های سپتایی است (Sander 2012).

با بررسی برش‌های نازک تهیه‌شده، گونه‌های *Miscellanea juliettae*, *Miscellanea miscella*, *Miscellanites minutus* و *Miscellanites primitivus* شناسایی شده است که سن پالئوسن پسین-اؤسن پیشین (SBZ4-SBZ6) را پیشنهاد می‌کند. *Miscellanea miscella* بیان‌کننده دامنه گسترش SBZ4-SBZ6 و *Miscellanea juliettae* شاخص SBZ3، *Miscellanites minutus* شاخص SBZ3، و *Miscellanites primitivus* محدوده آن SBZ3 است، ولی در

جنس *Miscellanoides* در نمای کلی دارای پوسته نومولیتی اما نامتقارن در سطحی کاملاً اینولوت است و در سطحی دیگر، یک یا تعداد بیشتری از دورپیچش‌ها به‌صورت اولوت دیده می‌شود. ساختمان میکروسکوپی پوسته با لامینه‌های پیچشی منشوری ظریف شبیه به جنس *Miscellanea* است. این جنس با پوسته‌ای که یک سطح آن اینولوت و سطح دیگر آن اولوت بوده است، باعث تشکیل پوسته‌ای نامتقارن می‌شود (در سطح اینولوت، محدب و در سطح اولوت، مقعر تا مسطح است). ساختمان میکروسکوپی آن در سطح محدب شبیه به جنس *Miscellanea* است و

بعضی نقاط به نظر می‌رسد محدوده زمانی طولانی‌تر است و گسترش بیشتری دارد (Hottinger 2009)؛ (شکل ۴).

مقایسه مجموعه روزن‌داران کفزی بزرگ پالتوسن پسین و

اٹوسن پیشین در نئوتتیس شرقی و نئوتتیس غربی

در نئوتتیس شرقی، بیوزون‌های SBZ3 و SBZ4 با افزایش تنوع ژنریکی شناسایی می‌شود و بازتاب‌دهنده زمانی است که LBFها ریخت‌شناسی جدید را تجربه می‌کنند (Hottinger 2008a; Scheibner and Speijer 2001). در حوضه هند (نئوتتیس شرقی)، این بیوزون‌ها با ظهور روندهای تاکسونومی جدید شامل جنس‌های Rotaliidها (*Kathina* و *Lockhartia*)، Miliolidها (*Idalina*، *Triloculina* و *Quinqueloculina*)، Pellatispiridها (*Miscellanea*)، Alveolinidها (*Glomalveolina*)، Coskinolinidها (*Coskinon*)، Spirocyclinidها (*Saudia*)، Dictyoconidها (*Dictyoconus*) و Nummulitidها (*Fallotella*، *Ranikothalia*، *Assilina*) و Operculina و Lepidorbitoidها (*Daviesina*)، Orbitosiphon و Setia) آغاز می‌شود (Afzal et al. 2009) که این الگوی فونی قابل انطباق با سایر بخش‌های تتیس 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 2008a, 2009; Zamagni et al. 2010; Mathur et al. 2009; Tewari et al. 2008).

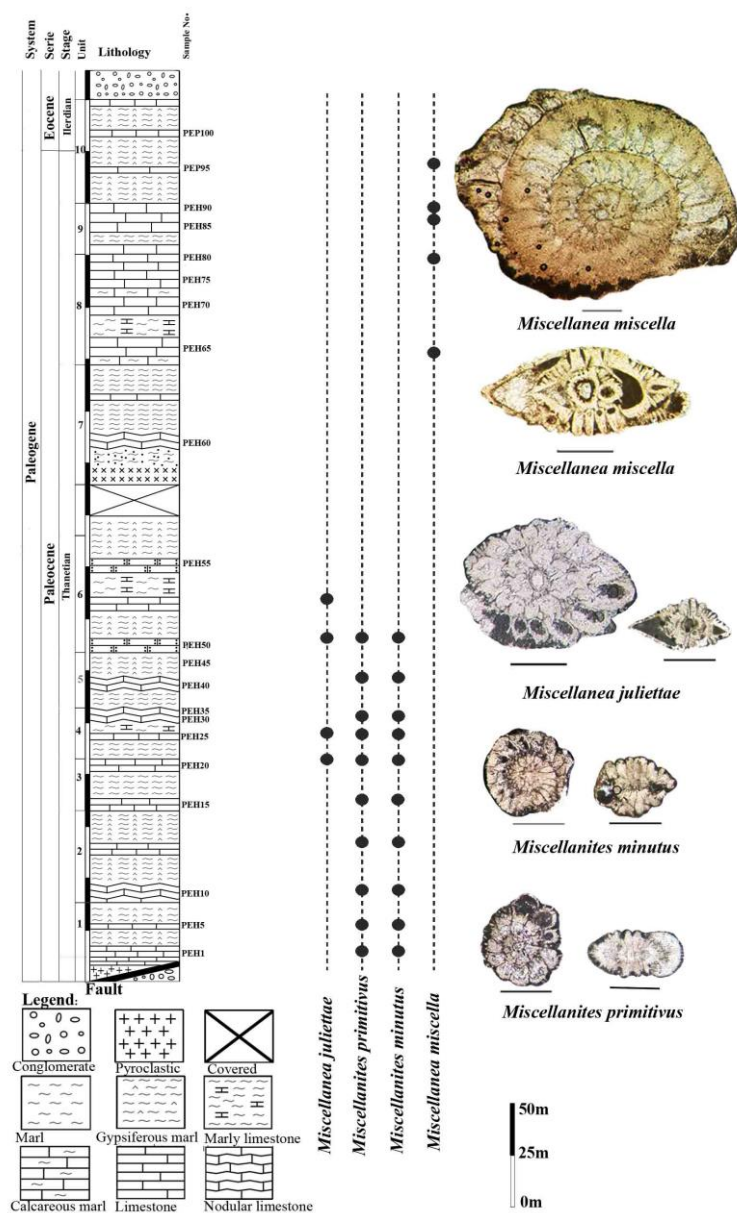
در برش حرمک در بیوزون‌های SBZ3 و SBZ4، جنس‌های Rotaliidها (*Kathina*)، Miliolidها (*Idalina*) و Pellatispiridها (*Miscellanea*)، Alveolinidها

(*Glomalveolina*)، Nummulitidها (*Ranikothalia*) و Discocyclinidها (*Discocyclina*) دیده می‌شود که از لحاظ فراوانی و تنوع با مجموعه فونی نئوتتیس شرقی مشابهت دارد (Afzal et al. 2009)؛ (شکل ۴).

بیوزون‌های SBZ5 و SBZ6 که با سازگاری کم اجتماعات LBF و با تنوع زیاد گونه‌ها به ثبت رسیده‌اند، با بازگشت دوباره LBFهای با راهبرد K (طول عمر زیاد و پتانسیل تولیدمثل کم) مشخص می‌شوند (Hottinger 1997, 2001).

بررسی روزن‌داران کفزی در برش حرمک همانند حوضه هند (نئوتتیس شرقی) نشان می‌دهد اجتماعات LBF در بالاترین بخش پالتوسن پسین (SBZ4) همچنان تحت غلبه *Ranikothalia* و *Miscellanea* هستند؛ در حالی که LBFهای جدید که برای نخستین بار در این ایتروال زمانی در جاهای دیگر ظاهر شدند (نظیر گروه *Alveolina*، *Assilina* و *Discocyclina*) کمتر اهمیت دارند و *Nummulites*ها وجود ندارند. پس از آن در اٹوسن پیشین تنوع تدریجی جنس‌های *Discocyclina*، *Operculina* و *Assilina* روی داده و فرم‌های جدید مانند *Orbitoclypeus*، *Opertorbitolites* و *Somalina* ظاهر شده است؛ در حالی که *Ranikothalia* ناپدید می‌شود و *Miscellanea* اهمیت کمتری در پایان بیوزون‌های SBZ4 و SBZ5 دارد.

اجتماعات LBFها در سایر بخش‌های نئوتتیس شرقی (به‌ویژه حوضه هند و پاکستان) و جنوب شرق ایران در برش حرمک (Shahraki Mirzaei 2018) مشابه است.



شکل ۴- پخش و انتشار چینه‌نگاری زیستی جنس‌ها و گونه‌های مختلف خانواده Miscellaneous در برش حرک

Alveolina تنوع می‌یابد و افزایش تدریجی را در اندازه و دوشکلی به‌طور واضح نشان می‌دهند. جنس *Nummulites* برای نخستین‌بار در SBZ8 ظاهر و یکی از تشکیل‌دهنده‌های فونی مهم این زمان محسوب می‌شود؛ در حالی که جنس‌های *Alveolina*, *Discocyclus*,

حداصل بیوزون‌های SBZ7 و SBZ8 با افزایش اندازه روزن‌داران و تنوع بیشتر روندهای LBF در تتیس قابل تشخیص است (Hottinger 2001). در حوضه هند *Miscellanea* در SBZ7 ناپدید می‌شود؛ در حالی که جنس‌های *Assilina*, *Discocyclus*, *Operculina* و

Assilina و *Operculina* ادامه می‌یابند و ضمن تنوع یافتن، روندهای تکاملی جدید را نشان می‌دهند. این اجتماعات روزن‌داران قابل مقایسه با آنهایی است که از نئوتتیس غربی گزارش شده که خود نقش زیادی در ساخت نهشته‌های کربناته پلنفرمی داشته‌اند.

به گفته سرائیل و همکاران (Serra-Kiel et al. 1998) در مصر (نئوتتیس غربی) در بیوزون SBZ3، غلبه فونی با گونه‌های *Glomalveolina primaeva*، *Miscellanea* sp. و *Discocyclina* sp. و جنس‌های با پوسته آگلوتینه مانند *Fallotella alavensis* یا *Coskinon rajkae* است؛ در صورتی که در بیوزون SBZ4، گونه‌های *Hottingerina lukasi*، *Glomalveolina telemetensis*، *Miscellanea dachelensi*، *Miscellanea miscella*، *Assilina azilensis*، *Assilina yvetteae*، *rhomboidea* و *Dictyokathina simplex*، *Ranikothalia nuttalli* و *Thomasella labyrinthica* غلبه دارند. در نئوتتیس غربی در مرز پالئوسن-اوسن، *Miscellanid* ها و *Ranikothalid* های اواخر پالئوسن پسین (SBZ4) با *Alveolinid* و *Nummulitid* های اوسن پیشین جانشین شده است که اجتماعات غالب LBF را در نئوتتیس غربی تشکیل می‌دهد؛ به این پدیده، بازگشت دوباره روزن‌داران بزرگ (LFT) گفته می‌شود (Scheibner et al. 2005; Scheibner and Speijer 2008a). همچنین نئوتتیس غربی در بیوزون‌های SBZ5/6 با ظهور جنس‌ها و گونه‌های *Nummulites* spp.، *Orbitolites* spp.، *Opertorbitolites* spp.، *Alveolina Alveolina* و *vredenburgi*، *Alveolina regularis*، *Alveolina piper*، *Alveolina aveolina*، *Alveolina minervensis*، *Alveolina pasticillata* و *Alveolina ellipsoidalis* شناسایی می‌شود.

Miscellanid، *Ranikothalid*، *Rotaliid* و *Miliolid* ها از LBF هایی هستند که در SBZ3، SBZ4 و SBZ5/6 در برش چینه‌نگاری حرمک غلبه دارند. این مجموعه شباهت زیادی را با مجموعه روزن‌داران نئوتتیس شرقی و تفاوت آشکاری را با LBF های نئوتتیس غربی نشان می‌دهد. بررسی جنس‌های

مختلف متعلق به خانواده میسلانیدا در مقاطع نازک به شناسایی گونه‌هایی منجر شد که *Miscellaniets minutus*، *Miscellanea juliettae*، *Miscellanites primitivus*، *Miscellanea miscella*، گویای بیوزون‌های استاندارد SBZ3-SBZ6 و سن پالئوسن پسین-اوسن پیشین برای برش مدنظر است؛ همچنین الگوی پخش و انتشار جهانی گونه‌های قدیمی‌تر از جنس *Miscellanea* نشان می‌دهد گونه‌های یادشده بومی حوضه نئوتتیس شرقی بوده‌اند (Gorgij and Shahraki Mirzaei 2019).

اهمیت جغرافیای زیستی گذشته و چینه‌نگاری زیستی میسلانیدا

تکامل LBF ها طی پالئوژن پیشین با سازمان یافتن دوباره و طولانی مدت اجتماعات فونی پس از بحران K-T قابل شناسایی است (Boudagher-Fadel 2008)؛ به همین دلیل بررسی الگوهای تکاملی طولانی مدت LBF ها در نئوتتیس شرقی ضروری به نظر می‌رسد.

بیوزون‌های SBZ1-SBZ2 با باقی ماندن تعداد اندکی از گروه‌های LBF پس از حادثه K-T شناسایی می‌شود که غالباً با تاکسون‌های دارای پوسته کوچک و فاقد دوشکلی قابل شناسایی است (Hottinger 1998, 2001). این بیوزون‌ها در برش مطالعه شده رخنمون نداشته و از این رو معرفی نشده‌اند. جنس‌های *Ornatononion* و *Bangiana Lockhartia* متعلق به خانواده‌های *Rotaliids* و *Miscellanids* (شکل ۳) در SBZ1 و SBZ2 در نئوتتیس شرقی (هند، پاکستان و احتمالاً برش حرمک) دیده نمی‌شوند (Adams 1970; Kureshy 1978; Jauhri 1998; Jauhrin and Agarwa 2001; Jauhri et al. 2006; Green et al. 2008; Mathur et al. 2009; Afzal et al. 2009; Tewari et al. 2010)؛ اگرچه آنها معمولاً از این ایتروال زمانی در نئوتتیس غربی گزارش شده‌اند (Serra-Kiel et al. 1998). این اختلاف بالقوه در محتویات فسیلی در یک

گونه‌های قدیمی *Miscellanea* (برای نمونه *Miscellanea juliettae* و *Miscellanea yvetteae*) همراه با *Glomalveolina primaeva* در اروپا سن تانسین را مشخص می‌کند (Leppig 1988a, b). در برش حرمتک پیدایش *Glomalveolina primaeva* (که با نمونه‌های نسبتاً بزرگ‌تر نسبت به گونهٔ تیپ شناسایی می‌شود)، (شکل ۴) و گونه‌هایی مانند *Miscellanites minutus*، *Miscellanites Kathina*، *Vania anatolica*، *Idalina sinjarica*، *primitivus* sp. و *Ranikothalia sindensis* در بخش زیرین و میانی آن سن تانسین را پیشنهاد می‌کند که براساس طرح‌های زوناسیون روزن‌داران بزرگ به زون‌های *Glomalveolina primaeva* و *Glomalveolina levis* (Hottinger and Late P4) و مرزهای زون‌های پلانکتونیک P4/P5 است (Hottinger and 1998; Drobne 1988; Hottinger 1994; Serra-Kiel et al. 1998). از این رو گونه‌های اولیهٔ *Miscellanea* در برش حرمتک از نظر سنی به تانسین نسبت داده می‌شود. گونهٔ *Miscellanea juliettae* تا اوایل ایلردین پیشین ادامه می‌یابد و بنابراین دامنهٔ سنی آن از تانسین تا پایین‌ترین بخش ایلردین در نظر گرفته می‌شود.

Miscellanea Miscella در افغانستان (Kaeffer 1970)، بخش شمال شرقی ترکیه (Sirel 1972, 1997)، منطقهٔ سیستان ایران (Rahaghi 1983)، برش حرمتک (Shahraki Mirzaei 2018) و افق‌های معادل با زون *Alveolina vredenburgi* (مساوی با زون *Alveolina cucumiformis*)، (Serra-Kiel et al. 1998; Hottinger 1998) مشاهده می‌شود.

هاتینگر (Hottinger 1971) حضور *Miscellanea miscella* را در *Ranikot* بالایی در سند (پاکستان) در ارتباط با *Alveolina vredenburgi* و *Ranikothalia nuttalli* و در سنگ‌های آهکی خیرآباد و شیل‌های *Patala* در ارتباط با *Alveolinas srt* و *Ranikothalia nuttalli* خاطرنشان کرده است. این اجتماع فسیلی معادل با زون *Alveolina vredenburgi* است که سن ایلردین پیشین را بیان می‌کند. تصویری روشن از پخش و انتشار جغرافیایی و چینه‌نگاری

بخش به محیط‌های نامساعد در نئوتتیس شرقی نسبت داده می‌شود که معمولاً به دلیل ته‌نشست‌شدن کربنات خالص تا بیوزون SBZ3 ادامه می‌یابد (Jauhri 1998; Jauhri and Agarwal 2001; Jauhri et al. 2006; Green et al. 2008; Mathur et al. 2009; Afzal et al. 2009; Tewari et al. 2010). یا به ناتوانی تاکسون‌ها برای رسیدن به منطقهٔ نئوتتیس شرقی از منطقهٔ منشأ در نئوتتیس غربی مربوط می‌شود (شکل ۱).

بیوزون‌های SBZ3-SBZ4 با افزایش تنوع ژنریکی مشخص می‌شود و زمانی را نشان می‌دهد که *LBF*، ریخت‌شناسی جدیدی را تجربه می‌کنند (Hottinger 2001; Scheibner and Speijer 2008a). این ایتروال و بیوزون‌های مدنظر در برش حرمتک با ظهور روند‌های تاکسونومیکی جدید شامل جنس‌ها و گونه‌هایی از *Miscellaneidae* (*Miscellanea*، *Miscellanites juliettae*، *Miscellanites primitivus*، *Alveolinids*، *Glomalveolina primaeva*، *Glomalveolina ludwigi*، *Glomalveolina telemetensis*، *Glomalveolina levis*، *Rotallids*، *Daviesina langhami*، *Lockhartia haimi*، *Lockhartia conditi*، *Discocyclinids*، *Discocyclina selveri*، *Discocyclina dispana*)، *Discocyclina ranikotensis*، *Discocyclina sella* و *Discocyclina seunesi* (*Ranikothalia*)، *Nummulitids*، *Ranikothalia nuttalli*، *Ranikothalia sindensis*، *Ranikothalia sahni* و *Ranikothalia bermudezi* شناسایی می‌شود. این الگوی فونی با سایر بخش‌های تتیس سازگاری خوبی دارد (Hottinger 1997, 1998; Jauhri 1998; Serra-Kiel et al. 1998; Jauhri and Agarwal 2001; Jauhri et al. 2006; Green et al. 2008; Schibner and Speijer 2008a, 2009; Zamangi et al. 2008; Mathur et al. 2009; Tewari et al. 2010); (شکل ۴ و جدول ۱).

گونه‌های مختلف *Miscellanea* هنگامی به دست می‌آید که توالی‌های فونی پالئوژن در بخش‌های شرقی به‌طور کامل شناسایی شوند.

درباره نبود *Miscellanea miscella* در اروپا به نظر می‌رسد ایده لپیگ (Leppig 1988b) با توجه به اطلاعات دردسترس درباره ایالت‌های زیستی پالئوژن پیشین معتبر باشد (Hottinger 1983). تاکنون گونه‌های مختلفی از میسلانیداها در تانسین ترکیه برای *Miscellanea miscella* شناخته شده‌اند؛ در حالی که *Miscellanea miscella* فقط در یک محل دیده می‌شود (Sirel 1972, 1997). بلوک‌های آهکی دارای *Miscellanea miscella* در ملانژهای افیولیتی ممکن است از پلتفرم کربناته برجای ایلردین در بیرون‌زدگی‌های سایر کشورهای خاورمیانه دیده شود.

با توجه به پخش و انتشار گسترده این گونه در نئوتیس شرقی به نظر می‌رسد گونه یادشده بومی بخش شرقی تیس بوده باشد که ممکن است از یکی از گونه‌های قدیمی‌تر *Miscellanea* تکامل یافته و طی تانسین به سمت نواحی شرقی مهاجرت کرده باشد؛ اگرچه زمان دقیق منشأ آن نامعلوم است و ظهور و پخش و انتشار وسیع آن در سکانس‌های ایلردین زیرین نشان می‌دهد که در نئوتیس شرقی و نواحی غربی آسیا طی پیشروی این زمان توسعه یافته است (شکل ۱). در نئوتیس غربی (اروپا) در نواحی‌ای که تنوع روزنداران زیاد بوده، *Miscellanea miscella* در رقابت با سایر روزنداران بزرگ تکامل یافته ناموفق بوده و بنابراین قادر به

تشکیل کلنی نبوده است؛ تا زمانی که شرایط محیطی مناسب برای آنها فراهم شده است. به نظر می‌رسد اجتماعات نومولیتیدی، آلئولینیدی و... با تنوع زیاد از تکامل سریع در مناطق کم‌عمق و نریتیک (کم‌ژرفا) اروپا طی ایلردین به وجود آمده‌اند و آشیانه‌های اکولوژیکی موجود فضای کافی را برای کلنی شدن *Miscellanea* فراهم نکرده است؛ به هر حال این مسئله پیش از این نیز برای بعضی روزنداران کف‌زی کوچک و بعضی گونه‌های *Nummulites* نیز گزارش شده است (Samanta et al. 1990)؛ از سوی دیگر، در نواحی با تنوع کمتر در نئوتیس شرقی که در آن رقابت بین گروه‌های موجود خیلی کم بوده (مانند برش حرمت)، *Miscellanea miscella* در فضای اکولوژی دردسترس باقی مانده است و یکی از متشکله‌های مهم اجتماعات روزنداران کف‌زی بزرگ در توالی‌های ایلردین زیرین محسوب می‌شود.

گونه *Miscellanea miscella* در بخش‌های میانی و بالایی برش حرمت شامل توالی‌های آهکی، سنگ آهک مارنی و مارن به همراه *Idalina sinjarica*, *Ranikothalia*, *Ranikothalia sahani*, *Ranikothalia nuttalli*, *Daviesina langhami*, *Discosyclina sindensis* و *Discosyclina dispansa* دیده می‌شود که سن اواخر تانسین پسین و اوایل ائوسن پیشین (latest Thanetian- earliest Eocene) را نشان می‌دهد. این بخش با زون پلانکتونیک P5 همخوانی دارد (Shahraki Mirzaei 2018).

جدول ۱. مقایسهٔ اجتماعات LBF پالئوسن- ائوسن پیشین در نئوتتیس شرقی و غربی. SBZ (Shallow Benthic Zone) از Serra-Kiel et al. 1998 و Scheibner and Speijer 2009. با توجه به حضور Miscellanids, Ranikothalids, Rotaliids و Glomalveolinids در برش چینه‌نگاری هرمک، مجموعه‌های فونی این ناحیه با بخش نئوتتیس شرقی شباهت و نزدیکی دارد. A: فراوان؛ C: معمولی؛ R: کمیاب.

SBZ	West Tethys LBF assemblages	East Tethys LBF assemblages		Hormak Section (SE of Iran)
	Europe-Africa	India-Tibet	Indus Basin, Pakistan	
SBZ7-SBZ8	Alveolinids (A) Orthophragminids (A) Assilininids (A) Operculinids (A) Nummulites (A)	Alveolinids (C) Orthophragminids (A) Assilininids (C) Operculinids (C) Nummulites (C)	Alveolinids (C) Orthophragminids (A) Assilininids (C) Operculinids (C) Nummulites (C)	Not exposed
SBZ5/6	Alveolinids (A) Orthophragminids (C) Orbitolitids (A) Assilininids (A) Operculinids (A) Nummulites (A) Glomalveolinids (C)	India: Miscellanids (A) Ranikothalids (A) Rotaliids (C) Alveolinids (R) Orthophragminids (C) Assilininids (R) Glomalveolinids (R) Orbitolitids (R) Tibet: Nummulites (A) Alveolinids (A) Orthophragminids (C) Orbitolitids (A)	Miscellanids (A) Ranikothalids (A) Rotaliids (A) Alveolinids (R) Orthophragminids (C) Assilininids (R) Glomalveolinids (R) Orbitolitids (R)	Miscellanids (A) Ranikothalids (A) Rotaliids (A) Miliolids (A) Orthophragminids (A) Assilininids (C)
SBZ4	Rotaliids (C) Miliolids (R) Miscellanids (A) Glomalveolinids (C) Ranikothalids (A) Orthophragminids (A) Assilininids (R)	Rotaliids (A) Miliolids (R) Miscellanids (A) Glomalveolinids (R) Ranikothalids (C) Orthophragminids (R) Orbitoidal form (R)	Rotaliids (A) Miliolids (R) Miscellanids (A) Glomalveolinids (R) Ranikothalids (C) Orthophragminids (R) Orbitoidal form (C)	Rotaliids (A) Miliolids (C) Glomalveolinids (R) Miscellanids (C) Ranikothalids (C) Orthophragminids (A)
SBZ3	Rotaliids (C) Miliolids (C) Miscellanids (C) Glomalveolinids (A) Conical agglutinated forms (C) Ranikothalids (R) Orthophragminids (C)	Rotaliids (A) Miliolids (A) Miscellanids (C) Glomalveolinids (C) Ranikothalids (R) Orbitoidal forms (C)	Rotaliids (A) Miliolids (A) Miscellanids (R-C) Glomalveolinids (C) Conical agglutinated forms (C) Ranikothalids (R) Orbitoidal forms (C)	Not exposed
SBZ1-SBZ2	Rotaliids (C) Miscellanids (C) Bangiana (R)	Rotaliids (R)	Rotaliids (R) Miliolids (R)	Not exposed

مقایسهٔ بیوتاهای کفزی دریایی کم‌عمق برش هرمک با سایر توالی‌های کربناتهٔ تتیس در پالئوسن پسین- ائوسن پیشین

زیست‌چینه‌نگاری برش هرمک با ۴ مرحلهٔ زیستی پلتفرم تتیس مقایسه شده است که در زیر به آنها اشاره می‌شود: مرحلهٔ ۱: تانسین پیشین (بیوزون SBZ3) در برش بررسی شده با مرحلهٔ اول پلتفرم تتیس مرتبط است (Scheibner and Speijer 2008a). بررسی‌ها نشان می‌دهد مرجان‌های انفرادی و کلنی

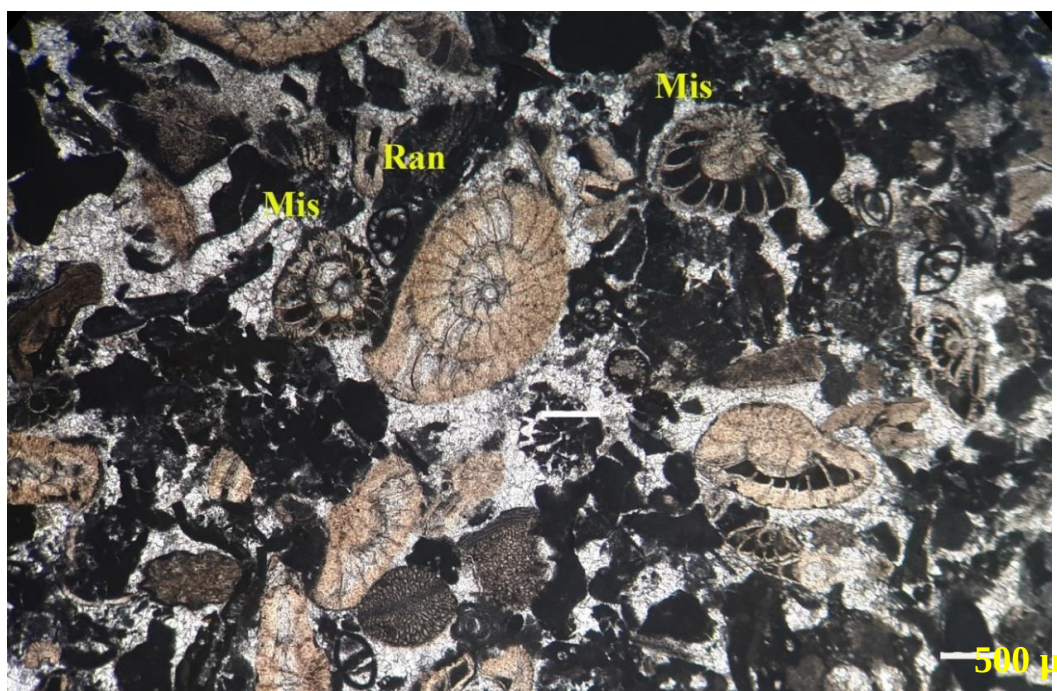
همراه با جلبک‌های مرجانی و روزن‌داران میلیولید و روتالید در محیط‌های کربناته در عرض‌های جغرافیایی پایین تا متوسط غلبه دارند (شکل ۵). به نظر می‌رسد اجتماعات فونی یادشده با حوضهٔ Indus، هند و تبت همخوانی دارد که در آنها LBFها از بیوتاهای غالب با اجتماعات مرجانی- جلبکی (مرجان‌ها و جلبک‌های مرجانی) همراه است (Scheibner and Speijer 2008a, 2008b)؛ (شکل ۸).



شکل ۵- تصویر بعضی از مرجان‌های کلنی و انفرادی برش چینه‌نگاری حرمک مشابه با مرحله اول پلتفرم تیس نشان‌دهنده محیط‌های کربناته در عرض‌های جغرافیایی پایین تا متوسط

جلبکی- مرجانی و ریف‌های مرجانی کومه‌ای دارد که در محیط‌های کربناته عرض‌های جغرافیایی پایین و متوسط به‌صورت پراکنده دیده می‌شوند (برای نمونه شمال غرب هند، شمال غرب سومالی، عمان، مصر، لیبی، پلتفرم آدریاتیک، ریف‌های مرجانی- جلبکی همچنان از بیوتاهای اصلی کربناته در عرض‌های جغرافیایی متوسط است (برای نمونه N.Calcareous Alps, W. Carpathians, Maiella, Ionian Islands, بنگرید به: Scheibner et al. 2008a)؛ (شکل ۸).

مرحله ۲: برش بررسی‌شده در تانسین پسین (بیوزون SBZ4) معادل مرحله دوم پلتفرم تیس است (Scheibner and Speijer 2008a). در این مرحله رخساره‌های تحت غلبه LBF ها با سایر مکان‌های تیس در عرض‌های جغرافیایی پایین از قبیل شمال شرق هند (Jauhri and Agarwal 2001; Jauhri et al. 2006; Tewari et al. 2010)، تبت و منطقه Galala در مصر قابل مقایسه هستند (Scheibner and Speijer 2008a). برش حرمک رخساره‌های LBF دار از جمله جنس‌های *Ranikothalia* Miscellaneous (شکل ۶)، خرده‌های مخلوط

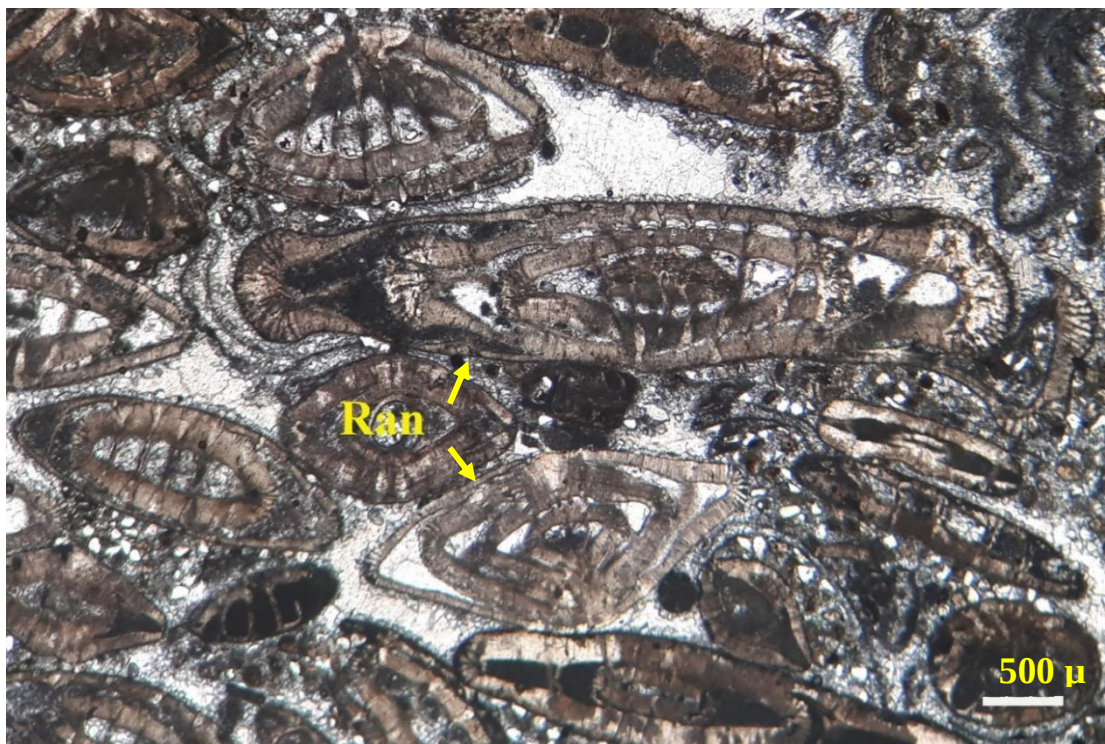


شکل ۶- تصاویر میکروسکوپی از LBFهای بیوزون SBZ4 در برش چینه‌نگاری حریمک مشابه با مرحله دوم پلتفرم تتیس

Mis.: *Miscellanea*, Ran.: *Ranikothalia*

مرحله ۳: ایلردین پیشین (بیوزون‌های SBZ5/6) در برش بررسی شده با قاعدهٔ اوایل اثوسن پیشین و مرحله سوم پلتفرم تتیسی قابل انطباق است (Scheibner and Speijer 2008a). در قلمرو تتیس، این دوره با غلبهٔ وسیع LBFهای محیط‌های کربناته کم‌عمق دریایی و کاهش شدید جوامع مرجانی در عرض‌های جغرافیایی پایین-متوسط، با محیط‌های کربناته تقریباً عقیم یا با مرجان‌های پراکنده قابل شناسایی است (Scheibner and Speijer 2008a, 2009b)؛ (شکل ۷). در طول این مدت جهش سریع آلئولینا، نومولیتس و اوریبتولیتیدا در پلتفرم‌های داخلی-میانی جایگزین انواع اجتماعات LBFهای اواخر پالئوسن پسین (برای نمونه *Miscellanea* و *Ranikothalia*) (بازگشت روزن داران بزرگ، LBF از Orue-

مرحله ۴: با توجه به نبود نهشته‌های ایلردین میانی، جوامع زیستی مربوط به بیوزون‌های SBZ7-SBZ8 (برای نمونه

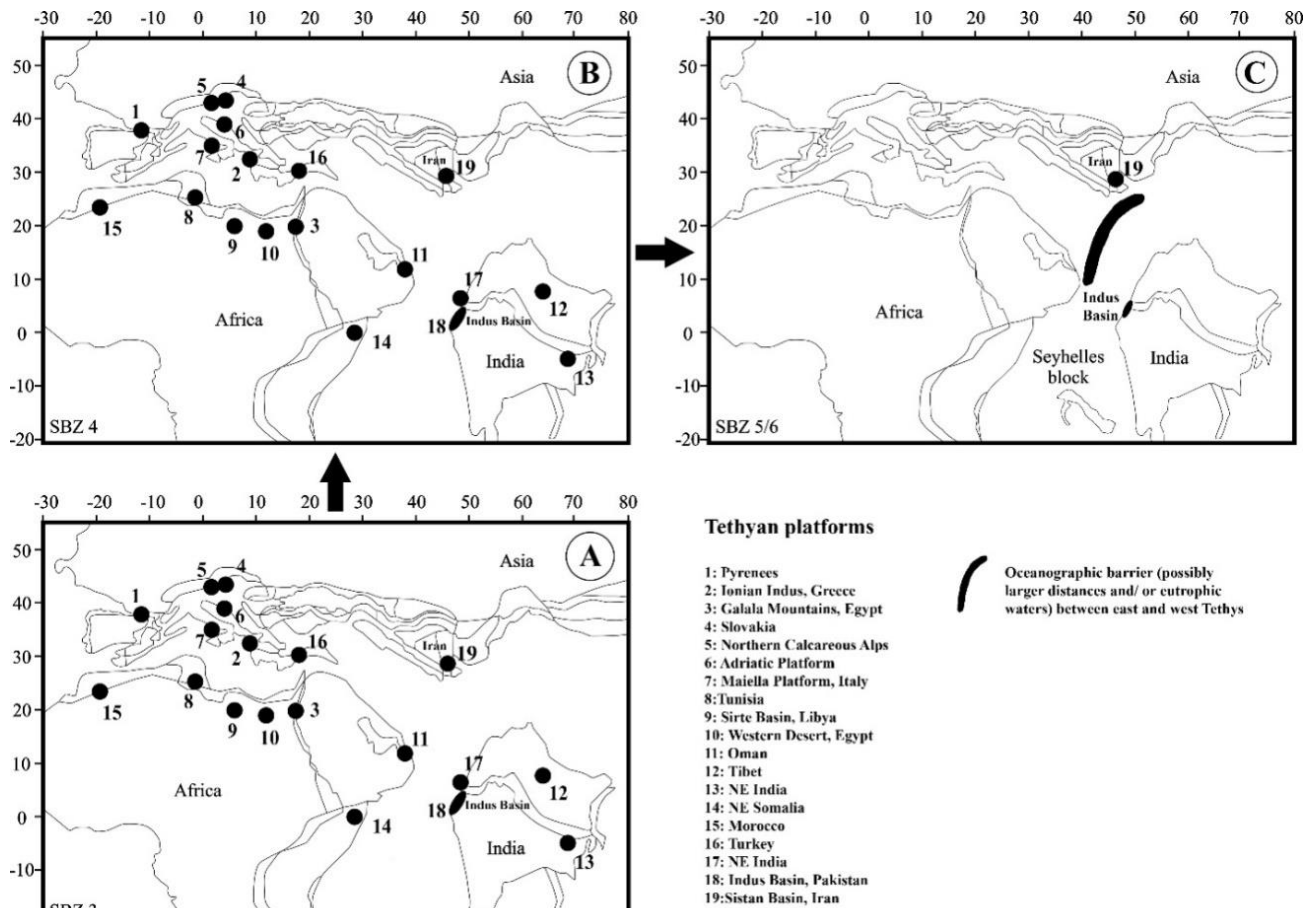


شکل ۷. تصویر میکروسکوپی SBZ5/6 در برش چینه‌نگاری حریمک مشابه مرحله سوم پلتفرم تتیس

Ran.: *Ranikothalia*

رخنمون ندارد و دیده نمی‌شود (شکل ۸).

Racey 1995; Hottinger 1997, 2001; Geel 2000; Nebelsick et al. 2005; Adabi et al. 2008) در حوضه و برش بررسی شده



شکل ۸- تکامل بیوتاهای کربنات‌های دریایی کم‌عمق نئوتتیس در پالتوسن پسین- انوسن پیشین (اصلاح‌شده از Scheibner and Speijer 2008a). بازسازی پالئوژئوگرافیک برای اشکال A-C براساس کار Hay et al. 1999 با اطلاعات اضافه از Smith et al. 1994. و برای شکل C اطلاعات از Gaetani and Garzanti 1991 و Gingerich et al. 1997: بیوزون‌های کفزی کم‌عمق).

نتیجه‌گیری

دیده نمی‌شود و در بیوزون‌های SBZ3 و SBZ4 در دو حوضه نئوتتیس شرقی و غربی وجود دارد. در بیوزون‌های SBZ5/6 و SBZ7/8 این گروه در حوضه نئوتتیس غربی ناپدید می‌شود، اما در نئوتتیس شرقی در بیوزون‌های SBZ5/6 فقط در ناحیه هند- تبت، پاکستان و برش حرملک مشاهده شده است و پس از آن ناپدید می‌شود.

• با بررسی الگوهای پخش و انتشار جغرافیایی *Miscellanea miscella* به نظر می‌رسد این گونه بومی بخش

• با توجه به بررسی جنس‌های *Miscellanea* در برش حرملک، چهار گونه از این جنس شامل *Miscellanea juliettae*, *Miscellanea miscella*, *Miscellanites minutus* و *Miscellanites primitivus* شناسایی شده که براساس بررسی‌های انجام‌شده در نئوتتیس شرقی و غربی، *Miscellaniedae* برای نخستین‌بار در بیوزون‌های SBZ1 و SBZ2 در نئوتتیس غربی ظاهر شده است؛ در حالی که در نئوتتیس شرقی

- Ahmad S. Jalal W. Ali F. Hanif M. Ullah Z. Khan S. Ali A. U. Jan I. and Rehman K. 2015. Using larger benthic foraminifera for the paleogeographic reconstruction of Neo-Tethys during Paleogene. *Journal of Arabian Geosciences*, 8:5095-5110.
- 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.
- Baceta J.I. Pujalte V. and Bernaola G. 2005. Paleocene coralgal reefs of the western Pyrenean basin, northern Spain: new evidence supporting an earliest Paleogene recovery of the reefal ecosystems: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 224: 117-143.
- BouDagher-Fadel M.K. 2008. The Cenozoic larger foraminifera: The Palaeogene. In: BouDagher-Fadel MK. (Ed.) *Evolution and geological significance of larger benthic foraminifera, Developments in Palaeontology and Stratigraphy*, Elsevier, Amsterdam, 21: 297-418.
- Davies L. M. 1937. Extent of the Ranikot Sea: *Nature*, 139: 414-415.
- Drobne K. 1977. Alvéolines paléogènes de la Slovénie et de l'Istrie: *Schweizerische Paläontologische Abhandlungen*, 99: 1-132.
- d'Archiac E.J.A. and Haime J. 1853. Description des animaux fossiles du groupenummulitique de l'Inde. Gide et Baudry, Paris, 373 p.
- Fadakar A. 2018. Microfacies, sedimentary environments and sequence stratigraphy of Eocene deposits in north of Zahedan, Hormak area, Padagi section, MSc thesis, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, 157 p.
- Gaetani M. and Garzanti E. 1991. Multicyclic history of the northern India continental margin (northwestern Himalaya). *The American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 75: 1427-1446.
- Geel T. 2000. Recognition of stratigraphic sequences in carbonate platform and slope deposits: empirical models based on microfacies analysis of Palaeogene deposits in southeastern Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 155: 211-238.
- Gingerich P.D. Abbas S.G. and Arif M. 1997. Early Eocene Ouetacyon parachai (Condylarthra) from the Ghazij Formation of Baluchistan (Pakistan): Oldest Cenozoic land mammal from South Asia. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 17:629-637.
- Gorgij M.N. and Shahraki Mirzaei S. 2019. *Micropaleontology and systematic*
- نئوتتیس شرقی است. احتمالاً در ایلردین پیشین افراد متعلق به یکی از گونه‌های قدیمی تر *Miscellanea* در طول تانسین پدیدار شده که به منطقه نئوتتیس شرقی مهاجرت کرده است. نبود آن در بخش‌های اروپایی به نظر می‌رسد ناشی از نبود آشیانه‌های اکولوژیکی اشغال‌نشده است. تنوع زیاد روزن‌داران بزرگ در ایلردین پیشین موجب ایجاد رقابت شدید *Miscellanea miscella* شده و از کلنی‌شدن آنها در فلات‌های قاره‌ای جلوگیری کرده است.
- در پالئوسن پسین حوضه نئوتتیس شرقی غلبه بیشتر با روزن‌داران و در حوضه نئوتتیس غربی غلبه با ریف‌های مرجانی- جلبکی است. با توجه به جنس‌های روزن‌داران شناسایی شده در توالی‌های آهکی- مارنی برش حرمک، این منطقه نزدیکی زیادی با بخش نئوتتیس شرقی (حوضه Indus، هند- تبت و پاکستان) دارد که ناشی از برخورد اولیه صفحه هندوستان با اوراسیا و از بین رفتن سدهای جغرافیای زیستی بین نئوتتیس شرقی و غربی در بالاترین بخش پالئوسن و پایین‌ترین بخش ائوسن است.

References

- Accordi G. Carbone F. and Pignatti J.S. 1998. Depositional history of a Paleogene carbonate ramp (Western Cephalonia, Ionian Islands, Greece): *Geologica Romana*, 34: 131-205.
- Adabi M.H. Zohdi A. Ghabeishavi A. and Amiri-Bakhtiyar H. 2008. Applications of nummulitids and other larger benthic foraminifera in depositional environment and sequence stratigraphy: An example from the Eocene deposits in Zagros Basin, SW Iran. *Facies*, 54: 499-512.
- Adams C.G. 1970. A reconstruction of the East Indian Letter Classification of the Tertiary. *Bulletin of the British Museum (Natural History). Geology*, 19: 87-137.
- Afzal J. Williams M. and Aldridge R.J. 2009. Revised stratigraphy of the lower Cenozoic succession of the Greater Indus Basin in Pakistan. *Journal of Micropaleontology*, 28:7-23.
- 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.

- Hottinger L. 2014. Paleogene larger Rotaliids Foraminifera from the Western and Central Neotethys, Springer, Berlin, 191.
- Hottinger L. and Drobne K. 1988. Tertiary alveolinids: problem linked to the conception of species. *Revue de Paleobiol. Spec.* 2 (Benthos 86): 665-681.
- Hottinger L. and Schaub H. 1961. División en pisos del Paleoceno y del Eoceno. Introducción a los pisos Ilerdiense y Biarritziense. *Notas y Com. Inst. Geol. Y Min. España*, 61: 199-234.
- Hottinger L. Sameeni J. and Butt A.A. 1998. Emendation of *Alveolina vredenburgi* Davies and Pinfold 1937 from the Surghar Range, Pakistan. *Dela SAZU, Ljubljana*, 34(2): 155-163.
- <http://www.odsn.de/odsn/services/paleomap/paleomap.html>.
- Jauhri A.K. 1998. *Miscellanea peender*, 1935 (Foraminiferida) from the south shilling region, N.E. Iran. *Journal of the Palaeontological Society of India*, 43: 73-83.
- Jauhri A.K. and Agarwal K.K. 2001. Early Palaeogene in the south Shillong Plateau, NE India: local biostratigraphic signals of global tectonic and oceanic changes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 168: 187-203.
- Jauhri A.K. Misra P.K. Kishore S. and Singh S.K. 2006. 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: 51-61.
- 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.
- Kureshy A.A. 1978. Tertiary larger foraminiferal zones of Pakistan. *Revista Española de Micropaleontología*, X, 467-483.
- Kuss J. and Leppig U. 1989. The early Tertiary (Middle- Late Paleocene) limestones from the western Gulf of Suez, Egypt - *Neues Jahrbuch Geologie und paläontologie, Abhandlungen*, Stuttgart, Band 177, Heft 3: 289-332.
- Loeblich A.R. and Tappan H. 1987. Foraminiferal genera and their classification - Van Nostrand Reinhold, New York, 1, 970; 2, 212, 847 pls.
- Leppig U. 1988. Structural analysis and taxonomic revision of *Miscellanea*, Paleocene larger foraminifera. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, Basel, 81, 689-721.
- determination of *Miscellaneidae* family in the middle Paleocene-lower Eocene deposits in north of Zahedan, Padagi stratigraphic section, *Journal of Stratigraphic and Sedimentologic Research*, Isfahan University, 3, 76: 79-98.
- Green O.R. Searle M.P. Corfield R.I. and Corfield R.M. 2008. Cretaceous-Tertiary carbonate platform evolution and the age of the India-Asia collision along the Ladakh Himalaya (Northwest India). *The Journal of Geology*, 116: 331-353.
- Hanzawa S. 1937. Notes on some interesting Cretaceous and Tertiary foraminifera from the West Indies - *Journal of Paleontology*, Tulsa, 11: 110-117.
- Hay W.W. DeConto R. Wold C.N. Wilson K.M. Voigt S. Schulz M. Wold- Rossby A. Dullo W.C. Ronov A.B. Balukhovskiy A.N. and Soeding E. 1999. Alternative global Cretaceous paleogeography, In: Barrera E. and Johnson C. (Eds.), *The evolution of Cretaceous ocean/climate systems: Geological Society of America Special Paper* 332: 1-47.
- Hottinger L. 1960. Über Eocäne und Paleozäne Alveolinen: *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 53: 265-283.
- Hottinger L. 1971. Larger foraminifera common to Mediterranean and Indian Paleocene and Eocene formations *Ann. Inst. Geol. Publ. Hung-* 54: 145-151.
- Hottinger L. 1983. Processes determining the distribution of larger foraminifera in space and time. *Utrecht Micropal. Bull.*, 30, 239-253.
- Hottinger L. 1994. Distribution of living larger foraminifera NW of Sesoko-Jima, Okinawa, Japan: P.S.Z.N. I: Marine Ecology, 15: 291-334.
- Hottinger L. 1997. Shallow benthic foraminiferal assemblages as signals for depth of their deposition and their limitations. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 168: 491-505.
- Hottinger L. 1998. Shallow benthic foraminifera at the Paleocene- Eocene boundary: *Strata*, ser. 1: 9, 61-64.
- Hottinger L. 2001. Learning from the past? In: Box E. and Pignatti J. (Eds.) *The Living World*. Academic Press, San Diego, 4: 449-477.
- Hottinger L. 2007. Revision of the foraminiferal genus *Globoreticulina* Rahaghi, 1978, and of its associated fauna of larger foraminifera from the late Middle Eocene of Iran: *Carnets de Géologie, Notebooks on Geology*, Brest, Article 2007, 06 (CG2007_A06), 51 p.
- 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.

- Sander N.J. 2012. Paleontologic and stratigraphic overview of the Paleogene in eastern Saudi Arabia. *Carnets de Géologie (Notebooks on Geology)*, 53-92.
- Schaub H. 1981. Nummulites et Assilines de la Téthys paléogène. Taxinomie, phylogénèse et biostratigraphie: *Schweizer Paläontologische Abhandlungen*, 104: 1–236.
- Scheibner C. Speijer R.P. and Marzouk A.M. 2005. Larger foraminiferal turnover during the Paleocene/Eocene thermal maximum and paleoclimatic control on the evolution of platform ecosystems. *Geology*. 33:493-496.
- Scheibner C. Rasser M.W. and Mutti M. 2007. The Campo section (Pyrenees, Spain) revisited: Implications for changing benthic carbonate assemblages across the Paleocene-Eocene boundary: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 248:145–168.
- Scheibner C. and Speijer R.P. 2008a. Late Paleocene-early Eocene Tethyan carbonate platform evolution-A response to long and short-term paleoclimatic change. *Earth-Science Reviews*, 90: 71-102.
- Scheibner C. and Speijer R.P. 2008b. Decline of coral reefs during late Paleocene to early Eocene global warming. *Earth*, 3:19-26.
- Scheibner C. and Speijer R.P. 2009. Recalibration of the Tethyan shallow benthic zonation across the Paleocene-Eocene boundary: the Egyptian record. *Geol. Acta*. 7:195-214.
- Sewall J.O. Huber M. and Sloan L.C. 2004. A method for using a fully coupled climate system model to generate detailed surface boundary conditions for paleoclimate modeling investigations, an early Paleogene example; *Global Planet Change* 43: 173–182.
- Serra-Kiel J. Hottinger L. Caus E. Drobne K. Ferrández 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.
- Shahraki Mirzaei S. 2018. Biostratigraphy and systematic determination of Eocene large benthic foraminiferas in north of Zahedan, Hormak area, Padagi section, MSc. thesis, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, 189 p.
- Sirel E. 1972. Systematic study of new species of the genera *Fabularia* and *Kathina* from Paleocena. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, Ankara, c. 15: 277-249. 8 Pls.
- Sirel E. 1997. The species of *Miscellanea* Pfender, 1935 (Foraminiferida) in the Thenetian-Ilerdian
- Leppig U. 1988a. *Miscellanea*, structure and stratigraphic distribution. *Revue de Paleobiol. Spec.* 2 (Benthos 86): 691-694.
- Leppig U. 1988b. Structural analysis and taxonomic revision of *Miscellanea*, Palaeocene larger foraminifera. *Eclog. Geol. Helv.* 81(3): 689-721.
- Manouchehri M. 1990. Geological Map of Kuh-e-Doposhti, 1:100000, Geological Survey and Mineralogical Explorations of Iran.
- Mathur N.S. Juyal K.P. and Kumar K. 2009. 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: 45-68.
- Moezzinasab R. Gorgij M.N. and Bakhshi Mohebbi M.R. 2018. Systematic paleontology of Alveolinids in the Hormak continental-clastic red formation, southeastern of Iran, north of Zahedan, *Journal of Geosciences, Geological Survey and Mineral Explorations of Iran*, 28: 229- 336.
- Nebelsick J.H. Rasswer M. and Bassi D. 2005. Facies dynamic in Eocene to Oligocene Circumalpine carbonates. *Facies*, 51: 197- p. 216.
- Orue- Etxebarria X. Pujalte V. Bernalola 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.
- Racey A. 1995. Lithostratigraphy and larger foraminiferal (nummulitid) biostratigraphy of the Tertiary of Northern Oman. *Micropaleontology*, 41: 1-123.
- Rahaghi A. 1978. Paleogene biostratigraphy of some parts of Iran. National Iranian Oil Company, Geological Laboratories, Tehran, Publication 7: 82. 41 pls.
- Rahaghi A. 1983. Stratigraphy and faunal assemblage of Paleocene-Lower Eocene in Iran. National Iranian Oil Company, Geological Laboratories, Teheran, Publication, 10: 73 - 49.
- Samanta B.K. Bandopadhyay K.P. and Lahiri A. 1990. The occurrence of Nummulites Lamarck (Foraminiferida) in the Middle Eocene Harudi Formation and Fulra Limestone of Cutch, Gujarat, Western India. *Bulletin of Geological Mining and Metallurgical Society of India*, 55:1-66.
- Sander N.J. 1962. Aperçu paléontologique et stratigraphique du Paléogène en Arabie Séoudite orientale: *Revue de Micropaléontologie*, 5: 3- 40.

- sediments of Turkey. *Revue de Paléobiologie*, Genève, 16(1): 77-99.
- Sirel E. 1981. Bolkarina, new genus (Foraminiferida) and some associated species from the Thanetian limestone (Central Turkey): *Eclogae Geol. Helv*, 74/1: 75-95.
- Sigal J. 1952. Ordre des Foraminifera. In: Piveteau J. (Ed.) - *Traité de paléontologie*. Tome I. Masson, Paris, 133-301.
- Smith A.G. Smith D.G. and Funnell B.M. 1994. *Atlas of Mesozoic and Cenozoic Coastlines*. Cambridge University Press, 1-112.
- Smout A.H. 1954. Lower Tertiary foraminifera of the Qatar Peninsula. *Bulletin of the British Museum (Natural History)*, 9: 1-80.
- Tewari V.C. Kumar K. Lokho K. and Siddaiah N.S. 2010. Lakadong limestone: Paleocene- Eocene boundary carbonates sedimentation in Meghalaya, northeastern India. *Current Science*, 98: 88-95.
- Turnsek D. and Drobne K. 1998. Paleocene corals from the northern Adriatic platform, In: Hottinger L. and Drobne K. (Eds.), *Paleogene Shallow Benthos of the Tethys 2: Dela-Opera SAZU 4*, Razprave, Slovenian Academy of Science and Arts, Ljubljana, 129–154.
- Wan X.Q. Jansa L.F. and Sarti M. 2002. Cretaceous and Paleogene boundary strata in southern Tibet and their implication for the India-Eurasia collision: *Lethaia*, 35: 131–146.
- Zachos J.C. Pagani M. Sloan L. Thomas E. and Billups K. 2001. Trends, rhythms and aberrations in global climate 65 Ma to present; *Science*, 292: 686-693.
- Zamagni J. Mutti M. Košir A. 2008. Evolution of shallow benthic communities during the Late Paleocene- earliest Eocene transition in the Northern Tethys (SW Slovenia). *Facies*, 54: 25-43.
- 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.