

مطالعه بوم‌شناسی دیرینه نهشته‌های ائوسن غرب اهر، بر اساس روزنه‌داران بزرگ کف‌زی

سمیه بهارلویی یانچشمه

استادیار، گروه زمین‌شناسی، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر، ایران

Email: somayehbaharlouie@gmail.com

چکیده

مطالعه حاضر به تجزیه و تحلیل بوم‌شناسی دیرینه توالی ائوسن در منطقه اهر، زون البرز - آذربایجان می‌پردازد. به منظور انجام این مطالعات، برش چینه‌شناسی به ضخامت ۸۰ متر در روستای دایلار، ده کیلومتری غرب اهر انتخاب گردید. بر اساس تنوع فونا در توالی مورد مطالعه و آنالیز رخساره‌ای، میزان شوری آب، دما، مواد مغذی، نوع بستر، عمق و شرایط هیدرودینامیکی آب مورد بحث و بررسی قرار گرفت. بر این اساس به نظر می‌رسد که عوامل داخلی (شوری، دما و...) و عوامل خارجی (فعالیت‌های تکتونیکی) در رشد و گسترش روزنه‌داران بزرگ (LBF) نقش داشته‌اند و حضور فراوان نومولیت‌ها و دیسکوسیکلینا با توجه به مرفولوژی و نوع پوسته بیانگر تشکیل نهشته‌های ائوسن در بخش‌های داخلی و میانی رمپ کربناته دریای باز در منطقه مورد مطالعه است.

کلیدواژه‌ها: بوم‌شناسی دیرینه، روزنه‌داران کف‌زی، ائوسن، اهر

Paleoecological analysis of Eocene deposits of the western Ahar, based on large benthic foraminifera

Somayeh Baharlouei Yancheshmeh

Assistant Professor, Dept. of Geology, Ahar Branch, Islamic Azad University, Ahar, Iran

Email: somayehbaharlouie@gmail.com

Abstract

The present study analyzes the paleoecology of the Eocene sequence in the Ahar region, Alborz-Azerbaijan zone. In order to conduct these studies, a stratigraphic section with a thickness of 80 meters was selected in the village of Daylar, ten kilometers west of Ahar. Based on the faunal diversity in the studied sequence and facies analysis, water salinity, temperature, nutrients, substrate type, depth, and hydrodynamic conditions of the water were discussed and investigated. Accordingly, it seems that internal factors (salinity, temperature, etc.) and external factors (tectonic activities) have been effective in the growth and expansion of large foraminifera (LBF), and the abundant presence of Nummulites and Discocyclina, according to the morphology and type of crust, indicates the formation of Eocene deposits in the inner and middle parts of the open-sea carbonate ramp in the study area.

Keywords: Paleoecology, Benthic foraminifera, Eocene, Ahar

مقدمه

مطالعه روزنه‌داران کف‌زی بزرگ از جمله فاکتورهای مهم به جهت شناسایی محیط دیرینه گذشته محسوب می‌گردد. Kiessling et al. (2003) یادآور می‌شود که دیرینه جغرافیای مساعد به همراه اقلیم گرم منجر به تولید کربنات در مناطقی با عرض جغرافیایی بیش از ۴۵ درجه شمالی شده است که فرامینیفرای بزرگ بنتیک (LBF) و جلبک‌ها، دانه‌های اصلی این رسوب کربناته را تشکیل می‌دهند. در میانه این روزنه‌داران بزرگ، نومولیت‌ها به عنوان موجودات سنگ‌ساز مطرح می‌شوند که تجمع آن‌ها توده‌های سنگی

بزرگی (Typical bank) را ایجاد می‌کند که حضور آن در سنگ‌ها گاهی به نقش برجسته دیرینه مشهور است. LBF ها از جمله موجوداتی هستند که نسبت به کوچکترین تغییرات محیطی واکنش نشان می‌دهند بنابراین آن‌ها راهنماهای خوبی برای تعیین محیط دیرینه گذشته هستند. از جمله برای تعیین شوری، عمق آب و یا اکسیژن محیط رسوبی که در آن زیست کرده اند. Jorissen et al. (1995) بر این باور است که تعداد LBF ها، ساختار میکروسکوپی آن‌ها، ترکیب و تنوع گونه‌ها، عمدتاً به سطح غذا و اکسیژن بستگی دارد. برش مورد مطالعه نیز سنگ‌های کربناته ائوسن به همراه قطعات پیروکلاستیک حاوی روزندارانی همچون نومولیت، دیسکوسیکلینا، تکتسولاریا، آلئولینا و قطعاتی از نرم‌تنان و اکتینوئیدها می‌باشد. در این تحقیق پالئوآکولوژی توالی ائوسن برش دایلا، ده کیلومتری غرب شهرستان اهر استان آذربایجان شرقی در زون البرز - آذربایجان مورد مطالعه و عوامل کنترل‌کننده توزیع فرامینفرهای بزرگ بنتیک مانند نور، شوری، مواد غذایی، دما در حوضه رسوبی مورد بررسی قرار گرفته است تا از این طریق بتواند به بازسازی شرایط حاکم بر محیط دیرینه منطقه پی برد.

روش مطالعه

جهت انجام این تحقیق، برشی از توالی ائوسن به ضخامت ۸۰ متر، ده کیلومتری غرب شهرستان اهر و ۹۵ کیلومتری شمال شرق تبریز مورد پیمایش و نمونه برداری قرار گرفت. با توجه به شیب لایه‌ها، تغییرات بافت و سنگ‌شناسی لایه‌ها، تعداد ۲۲ نمونه برداشت و از آن‌ها مقطع نازک تهیه گردید. مقاطع در آزمایشگاه فسیل‌شناسی توسط میکروسکوپ نوری و پلاریزاسیون مورد مطالعه قرار گرفتند و با توجه به تنوع فونا، اندازه و شکل پوسته، پارامترهای مؤثر بر توزیع آن‌ها همچون شدت نور، دما، مواد مغذی، نوع بستر و شرایط هیدرودینامیکی آب مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج

فرامینفرهای بزرگ کف‌زی (Large Benthic Foraminifera) که به اختصار LBF خوانده می‌شوند، در مطالعات پالئوآکولوژی از اهمیت بالایی برخوردارند (Beavington- Penney and Racey, 2004). LBF ها عمدتاً جانوران دریایی بنتیک هستند که در محیط‌های گرم و فقیر از مواد غذایی، بخشی از تولید رسوبات کربناته محیط را به عهده دارند. بر اساس بسیاری مطالعات انجام شده همچون (BouDagher-Fadel, 2008) و (M.El. Ayyati (2022) می‌تواند ادعا داشت که روزنداران در اندازه‌ها و اشکال مختلف و در محیط‌های متنوعی زندگی می‌کنند از کم عمق ترین محیط دریایی (نزدیک به ساحل) تا عمیق ترین نقاط دریا و همین LBF ها به همراه جلبک‌ها، نرم‌تنان و مرجان‌ها با همراهی بریوزوآ و خارپوستان تشکیل دهنده دانه‌های رسوبی رمپ کربناته هموکلینا می‌باشند. الگوی توزیع LBF ها توسط مجموعه‌ای از پارامترها همچون دما، بستر، نور، عمق، مواد مغذی، انرژی هیدرودینامیکی و شوری تعیین می‌شود که از میان پارامترهای ذکر شده، نور و مواد غذایی در شلف‌های کم عمق کربناته از بقیه تأثیرگذارترند. در ادامه به بررسی هر یک از این پارامترها پرداخته می‌شود.

شدت نور

در آب دریا، شدت نور به شفافیت و عمق آب بستگی دارد. به عبارت دیگر، با افزایش عمق آب، شدت نور کاهش و شفافیت آب افزایش می‌یابد (Hallock, 1987). می‌توان میزان وابستگی به نور را در موجودات به شرح زیر در نظر گرفت؛ ۱- موجودات وابسته به نور مثل؛ جلبک‌ها، مرجان‌ها و روزنداران با پوسته پورسلانوز. ۲- ارگانسیم‌های کمتر وابسته به نور مثل؛ برخی دیگر از جلبک‌ها، اپرکولینا و لپیدوسیکلیناها. ۳- موجودات مستقل از نور مثل؛ بریوزوآها، نرم‌تنان کرینئیدا و اسفنج‌ها. بنابراین گونه‌های مختلف روزنداران بهترین راهنما برای بازسازی شرایط عمقی محیط رسوبی گذشته محسوب می‌شوند. اشکال با پوسته پورسلانوز، موجوداتی وابسته به نور بوده و در محیط کم عمق دریا مثل لاکونه‌های بسته، فراوانند و خیلی به ندرت در آب‌های عمیق یافت می‌شوند. در مقابل، انواع با پوسته هیالین با افزایش عمق آب افزایش می‌یابند. نومولیت‌های با پوسته برآمده و عدسی شکل نیز در شلف کم عمق کربناته و در بخش بالایی ناحیه فوتیک غالب هستند اما انواع با پوسته نازک غالباً در آب‌های عمیق تر متمرکز می‌باشند (Beavington-Penney et al. 2004). تغییر شکل در شکل پوسته نشان‌دهنده کاهش درجه نور در بخش‌های عمیق تر کف دریا است (BouDagher-Fadel, 2008). حضور جلبک قرمز در کنار روزنداران بزرگ نشان‌دهنده رسوب آن‌ها در یک محیط الیگوفوتیک یک رمپ کربناته تحت شرایط گرمسیری تا نیمه گرمسیری است (Pomar, 2001; Brandano & Corda, 2002). LBF هایی مثل نومولیت، هتروسترینا و اپرکولینا نیز منعکس‌کننده شرایط الیگوفوتیک هستند (BouDagher-Fadel, 2008).

دما

دما اثر خود را بر روی موجودات کف‌زی به صورت تأثیر بر عملکرد متابولیک و انحلال CO_2 نشان می‌دهد. کاهش دما باعث کاهش عملکرد متابولیک و در نتیجه کاهش نیاز سیستم ارگانسیم موجود به مواد مغذی می‌شود (Geel, 2000). این نکته قابل

توجه است که هر گروه از موجودات در محدوده دمایی خاص خود زندگی می‌کنند به عنوان مثال بیشتر LBF ها در مناطق استوایی و نیمه استوایی با دمای حدود ۱۸ تا ۲۳ درجه سانتی گراد زندگی می‌کنند (Wilson and Vecsei, 2005) و یا اینکه مجموعه فرامینیفرای پورسلانوز همچون پئروپلیس، آلئولینا ها، مرجازها و جلبک های قرمز متعلق به محیطی استوایی با دمای حدودا ۱۸ تا ۲۲ درجه سانتی گراد می باشند (Wilson and Vecsei 2005). در حالی که روزنداران پلانکتونیک می توانند در آب های با دمای کمتر از ۱۴ درجه سانتی گراد نیز حضور داشته باشند (Geel 2000). حضور LBF ها در سنگ ها نشانگر محیط زیست گرم گذشته است و در مقابل عدم حضورشان به سرما و یا محیط های غنی از مواد غذایی اشاره دارد. البته برخی روزنداران بزرگ نیز می توانند دماهای پایین ۱۰ تا ۱۱ درجه سانتی گراد را نیز تحمل کنند همانند آمفیستزینا و سورتاها در دریای مدیترانه و یا آمفیئوروس و آمفیستزینا در شلف کریناته جنوب غرب استرالیا (Li X et al., 1999). تمامی این شاخصه ها بیانگر آنست که سنگ های اثوسن مطالعه شده با حضور گسترده ی روزنداران بنتیک همچون نومولیت، دیسکوسیکلینا و آلئولینا و همچنین اکینوئید و جلبک ها متعلق به شرایط آب و هوایی گرمسیری هستند.

شوری

این فاکتور تأثیر مستقیمی بر تکامل LBF ها دارد و بنابراین حضور و تمرکز دیسکوسیکلیناها بزرگ و طولیل به همراه نومولیت های بزرگ و محدب در بستر سیلتی و گلی نشانگر آب های دریای کم انرژی با شوری نرمال است (Scheibner et al. 2005) که در برش مورد مطالعه نیز این ویژگی در مورد برخی نومولیت ها دیده می شود. Murray, 2006 بیان می دارد که آلئولیناها، پئروپلیس و اربیتولیناها قادر به تحمل شوری بیش از ۵۰ psu نیستند. حضور همزمان روزنداران همچون بوریس، آرکیاس و پئروپلیس همراه با جلبک های قرمز و مرجازها نشانگر شوری در حدود ۴۲ تا ۵۱ psu می باشد (Mossadegh et al., 2009). حضور فرامینیفرای پورسلانوز همچون پئروپلیدا و میلیولیدا، قطعات صدف نرم تنان عدم حضور روزنداران با پوسته هیالین و یا سایر موجودات مربوط به دریای باز و تنوع کم روزنداران با پوسته آگلوتینه آهکی تأکیدی است بر حاکم شدن آب های خیلی شور در محیطی بسته همچون لاگون در محیط های خیلی شور میلیولیداها در کنار صدف های تخریبی، رخساره غالب هستند (Mossadegh et al. 2009). آسیلیناها بزرگ و کشیده در کف بستر ماسه ای و گلی نرم، شوری طبیعی آب و انرژی کم را نشان می دهد (Scheibner et al., 2007). حضور LBF های با دیواره منفذدار همچون نومولیت ها، اپرکولینا و دیسکوسیکلینا ها منعکس کننده شرایط آب های نرمال با شوری ۳۲ تا ۳۸ psu هستند (Mossadegh et al. 2009).

مواد مغذی

LBF ها تحت شرایط زیستی پایدار، فقیر از مواد مغذی و الیگوتروفیک زندگی می کنند. این موجودات در شرایط فراوانی مواد غذایی هیچ واکنش رقابتی از خود نشان نمی دهند (Hallock 1985). روزنداران با دیواره پورسلانوز همچون میلیولیداها که محصور به لاگون های بسته می باشند بیانگر زیست در شرایطی با مقادیر کم مواد غذایی هستند (Samankassou 2002). رسوبات غنی از LBF نشان دهنده شرایط الیگوتروفیک هستند و عمدتاً با جلبک های آهکی و مرجازها تحت شرایط ضعیفی از نظر مواد غذایی همراهند. حضور اربیتولینا، میلیولیداها و اپرکولینا نیز بیانگر شرایط مزوتروفی تا الیگوتروفی است.

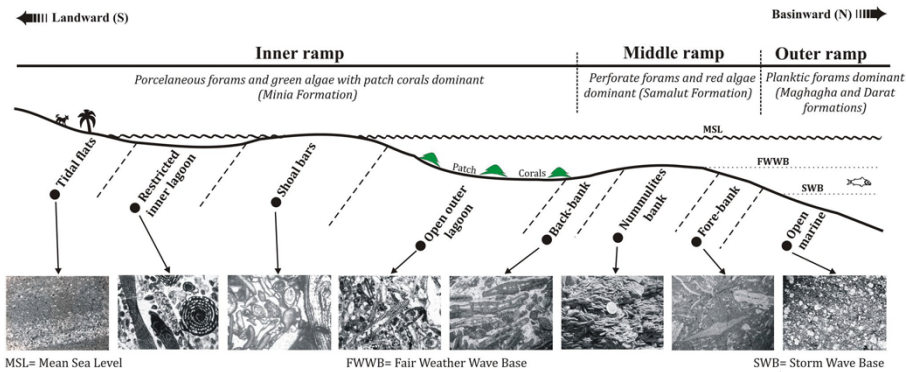
بستر زیست

نومولیت ها دارای اشکال متنوعی هستند که برگرفته از ویژگی های مربوط به تولیدمثل و شرایط محیطی همچون بستر و انرژی هیدرودینامیکی آب است که البته این فاکتورها تأثیر مستقیم بر ضخامت، اندازه و شکل پوسته آنها دارد (Cosovic et al. 2004). فرامینیفرای با پوسته پورسلانوز در بستری با پایداری نسبتاً کم در شلف کریناته کم عمق زندگی می کنند (Geel 2000). اپرکولیناها در محیط پشت سد نومولیتی (back-bank) در بستری نرم ساکن هستند. در حالیکه هتروستزیناها ترجیحاً بر روی رسوبات سخت زندگی می کنند (BouDagher-Fadel, 2008). به طور کلی حضور بیوتا نشانگر بستری گلی و دانه ریز است و این تفسیر متعلق به غلبه و حاکمیت اکینوئیدها و دوکفه ای های حفار در محیط گلی پشت سد نومولیتی (back-bank) می باشد. علاوه بر این آرکیاس، هتروستزینا و اپرکولینا می توانند در محیط هایی با هجوم ۴۰ درصدی از مواد تخریبی زندگی کنند اما در صورت افزایش بیشتر آواری ها، کاهش تعداد آنها چشمگیر خواهد بود و این در حالیست که میوزیسیناها کمتر تحت تأثیر آواری ها قرار می گیرند (Kumar and Saraswati 1997). Brasier, 1975 اشاره دارد بر اینکه اشکال مخروطی با پوسته ضخیم از LBF ها زندگی بر روی رسوبات دانه درشت تر و در مقابل اشکال با پوسته تخت، زندگی بر بستر نرم را ترجیح می دهند.

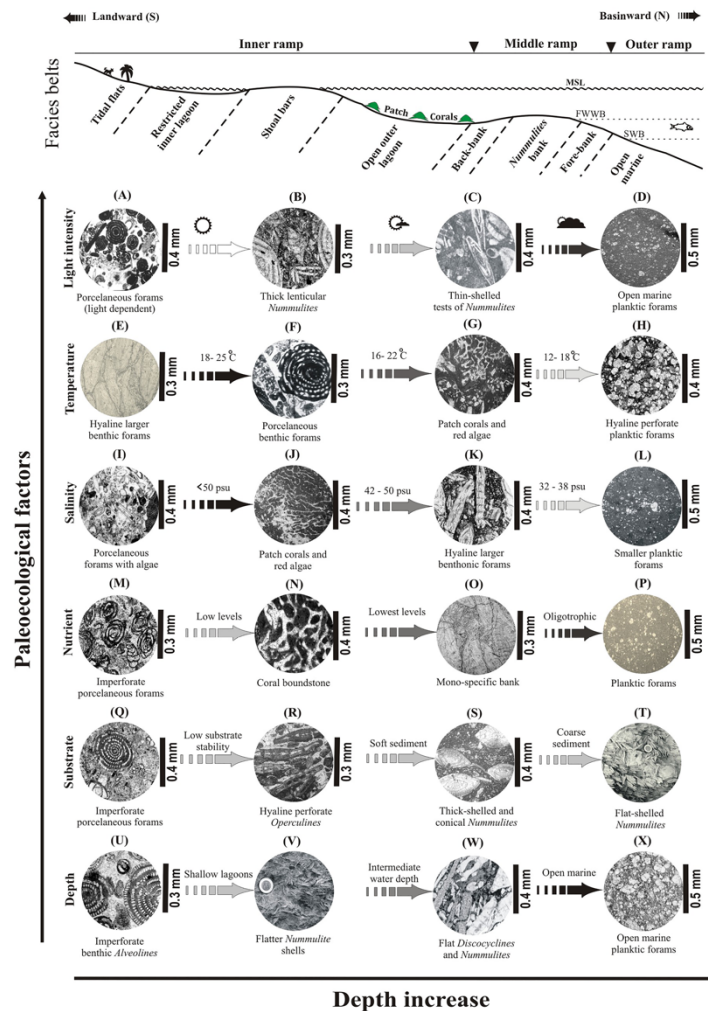
عمق و رفتار هیدرودینامیکی آب

تغییرات در عمق آب می‌تواند بر تغییرات محیطی همچون نرخ رسوبگذاری، تلاطم، شدت نور، تنوع ارگانیسم ها، انرژی هیدرودینامیکی آب و اکسیژن محلول در آب تأثیر بگذارد (Leckie and Olson 2003). روزه‌داران بزرگ (LBF) به دلیل حساسیت به عمق آب، از گذشته تا کنون به منظور بازسازی عمق دیرینه محیط رسوبی استفاده می‌شده‌اند. آلئولیناها و میوژپسیناها از آب های بسیار کم عمق دوری می‌جسته‌اند و زندگی در محیط های دور از انرژی امواج اقیانوسی را ترجیح می‌داده‌اند و بنابراین به طور مشخص و متداولی در بخش های عمیق تر لاگون های محصور زندگی می‌کرده‌اند (Murray 2006). برخی LBF ها همچون بورلیس، آرکیاس و پئروپلیس مشخصه محیط های استوایی با آب های کم عمق و عمقی کمتر از ۳۰ متر هستند (Brandano et al. 2009a). پوسته برخی LBF ها مانند نومولیت و دیسکوسیکلینا با افزایش عمق آب بر روی رمپ کربناته و کاهش شدت نور، نازک تر و تخت تر می‌شود و این بیانگر وابستگی مورفولوژی به گرادیان عمق می‌باشد (Pechoux 1995). نومولیت ها در محیط های پر انرژی، دیواره های ضخیم تر و در محیط کم انرژی و عمیق تر دیواره های نازکتری دارند. نومولیت های متوسط تا بزرگ عدسی تا گلوبولی تمایل دارند که محیط حدواسط را اشغال کنند (Racy, 2001). به طور کلی فرامینفرای منفذ دار همچون نومولیت، اپرکولینا، میوژپسینا و آمفیسترینا در محیط های استوایی و نیمه استوایی تا عمق ۴۰ تا ۷۰ متری فراوان هستند (Hottinger 1997). رفتار هیدرودینامیکی LBF ها که به تراکم، اندازه و شکل آن‌ها وابسته است، عامل اصلی به جهت کنترل حمل و نقل آن‌ها محسوب می‌گردد (BouDagher-Fadel 2008). بسته به انرژی هیدرودینامیکی آب، پوسته برخی روزه‌داران ضخیم و به صورت لایه لایه و برخی دیگر به صورت اشکال مخروطی رشد می‌کنند. زندگی نومولیت ها به صورت همزیستی با ریز جلبک ها بیانگر شرایط آرام آب و دور از قلمروهای روشن سطح آب می‌باشد چرا که به دلیل داشتن پوسته های تخت در شرایط پرتلاطم و آشفته آبی، به راحتی آسیب می‌بینند و در حالت کلی می‌توان گفت؛ روزه‌داران با دیواره پورسلانوز که موجوداتی وابسته به نور هستند، در اعماق کم فراوان هستند و با افزایش عمق، از تعدادشان کاسته می‌شود و در مقابل بر تعداد روزه‌داران با پوسته هیالین افزوده می‌شود. فرامینفرها با پوسته هیالین در اعماق کم یعنی در بخش پایینی زون نوردار فوقانی، عدسی شکل، ضخیم و متورم و با افزایش عمق، پوسته ها صدفی شکل و نازکتر می‌شوند (Beavington- Penney & Racy., 2004).

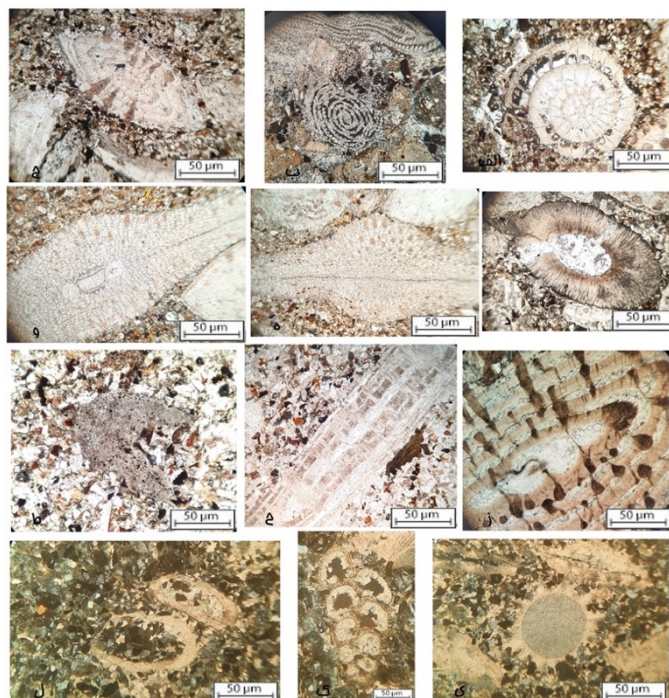
علاوه بر عوامل بررسی شده همچون شدت نور، دما، شوری، مواد مغذی، بستر و عمق و رفتار هیدرودینامیکی آب، مورد دیگری که می‌تواند راهنمایی شاخص برای شرایط زیست روزه‌داران محسوب گردد، نوع مگاسفریک و میکروسفریک بودن پوسته موجودات است. فرامینفرها در چرخه زندگی خود دو مرحله تولید مثل جنسی و غیرجنسی دارند که حاصل آن دو شکلی پوسته آن‌هاست. پوسته فرم A که حاصل تولید مثل غیرجنسی است و به علت داشتن حجره جنینی بزرگتر این پوسته را مگاسفریک می‌گویند. خاستگاه پوسته A آب های کم عمق است و به عقیده Beavington et al., 2005، تعداد فرم A در آب های کم عمق خیلی بیشتر از فرم B است و فرم A دارای عمر کوتاهتری نسبت به فرم B است. پوسته نوع B حاصل تولید مثل جنسی است که به علت داشتن حجره جنینی کوچکتر به آن نوع میکروسفریک می‌گویند. خاستگاه پوسته B آب های عمیق تر با شرایط پایدار است. بر اساس عوامل بررسی شده در بالا و تأثیر اکولوژیکی آن‌ها بر طبقه بندی مکانی و زمانی موجودات از جمله؛ روزه‌داران جلبک های آهکی، شکم پایان دو کفه ای ها، خارپوستان و بریوزوآها جدولی مربوط به توزیع روزه‌داران در بخش های مختلف محیط رسوبی توسط M.El. Ayyati (2022) ترسیم شده است که در اشکال ۱ و ۲ آورده شده است. با توجه به مطالعه میکروفاسیس نمونه های برداشت شده و تنوع فونا از نظر شکل، اندازه و نوع پوسته (شکل ۳)، به نظر می‌رسد نهشته های ائوسن در منطقه مورد مطالعه در محیط رمپ کربناته داخلی تا میانی (Inner- Middle ramp) تشکیل شده است.



شکل ۱- نمودار شماتیک از گسترش فونا در حوضه ائوسن آغازین - میانی و محل تجمع نومولیت ها در توالی دره نیل و سینا (M. El Ayyat, 2022)



شکل ۲- اثرات مکانی-زمانی پارامترهای مختلف دیرینه اکولوژیکی و محیطی بر توزیع روزدارا: و جلبک ها (M. El Ayyat, 2022)



شکل ۳- فونای مربوط به نهشته های اتوسن در برش مورد مطالعه (برش دایلا؛ الف، ج، ز و ح- نومولیت؛ ب- الوئولینا؛ ه و و- دیسکوسیکلینا؛ د و ط- جلبک؛ ی- اکتینوئید؛ ک- تکتولاریا؛ ل- دیتروپا

نتیجه گیری

توزیع فونا و حضور فراوان روزنداران و جلبک ها در نهشته های مورد مطالعه از نظر زیست محیطی و پارامترهای مرتبط همچون نور، دما، شوری، مواد مغذی، نوع بستر، عمق و شرایط هیدرودینامیکی آب به نواحی گرمسیری و نیمه گرمسیری اشاره دارد. اساسا LBF ها در شرایط استوایی و نیمه استوایی در دمای ۲۵-۱۸ درجه سانتی گراد شکوفا می شوند. حضور فرامینیفرای بزرگ به همراه جلبک ها در سنگ های مورد بررسی نشان دهنده شرایط مزو تا الیکوتروفیک است. اشکال مختلف با پوسته پورسلانوز اغلب بسترهای ناپایدار مناطق کم عمق و اپرکولیناها اغلب رسوبات نرم را ترجیح می دهند. حضور اکتینوئیدها و دوکفه ای های حفار در سنگ های مورد مطالعه اغلب بیانگر محیط پشت سد (back bank) با بستر گلی است. روزنداران بزرگ با پوسته های مخروطی اغلب رسوبات دانه درشت و اشکال تخت رسوبات نرم را برای زندگی ترجیح می دهند. به نظر می رسد که هر دو عوامل داخلی (شوری، دما، عمق و...) و خارجی (فعالیت های تکتونیکی منطقه) در رشد و توزیع روزنداران بزرگ در دریای اتوسن محدوده مورد مطالعه نقش اساسی داشته است و فراوانی فرامینیفرا با پوسته منفذدار همچون نومولیت ها و دیسکوسیکلیناها با توجه به تنوع، مرفولوژی و جنس پوسته بیانگر محیط دریای باز (رمپ داخلی و میانی) است.

منابع

- Beavington-Penney SJ, Racey A., 2004, Ecology of extant nummulitids and other larger benthic foraminifera: Applications in palaeoenvironmental analysis, DOI: 10.1016/j.earscirev.2004.02.005
- Beavington-Penney SJ, Wright V. P., Racey A., 2005, Sediment production and dispersal on foraminifera-dominated early Tertiary ramps: The Eocene El Garia Formation, Tunisia, DOI: [10.1111/j.1365-3091.2005.00709.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2005.00709.x)
- Beavington-Penney SJ, Wright VP, Woelkerling W (2004) Recognizing macrophyte-vegetated environments in the rock record: a new criterion using 'hooked' forms of crustose coralline red algae. Sed Geol 166:1-9

- Boudagher-Fadel M (2008) Evolution and geological significance of larger benthic foraminifera. In: Wignall P (ed) *Developments in paleontology and stratigraphy*. Elsevier, Amsterdam, p 540
- Brandano M, Corda L (2002) Nutrients, sea level and tectonics: constraints for the facies architecture of a Miocene carbonate ramp in central Italy. *Terra Nova* 14:257–262
- Brandano M, Frezza V, Tomassetti L, Pedley M, Matteucci R (2009a) Facies analysis and paleoenvironmental interpretation of the Late Oligocene Attard Member (Lower Coralline limestone formation), Malta. *Sedimentology* 56(4):1138–1158
- Brasier M (1975) Ecology of recent sediment-dwelling and phytal foraminifera from the lagoons of Barbuda, West Indies. *Jou Foram Res* 5:42–46
- Cosovic V, Drobne K, Moro A (2004) Paleoenvironmental model for Eocene foraminiferal limestones of the Adriatic carbonate platform (Istrian Peninsula). *Facies* 50(1):61–75
- Geel T (2000) Recognition of stratigraphic sequences in carbonate platform and slope deposits: empirical models based on microfacies analysis of Paleogene deposits in southeastern Spain. *Paleo-3* 155:211–238
- Hallock P (1987) Fluctuations in the trophic resource continuum: a factor in global diversity cycles. *Paleo-3* 2(5):457–471
- Hallock P (1985) Why are larger foraminifera large? *Paleobiology* 11:195–208
- Hottinger L (1997) “Foraminifera operculiniformes”. *Memoires du Museum National D’histoire Naturelle, Nouvelle Serie, Serie C, Science de la Terre*. Tome XL. p. 151, 66 pls, 57 figs, Paris
- Jorissen F, Stigter H, Widmark JG (1995) A conceptual model explaining benthic foraminiferal microhabitats. *Mar Microp* 26:3–15
- Kiessling W, Flugel E, Golonka J (2003) Patterns of Phanerozoic carbonate platform sedimentation. *Lethaia* 36:195–226
- Kumar A, Saraswati B (1997) Response of larger foraminifera to mixed carbonate-siliciclastic environments: an example from the Oligocene- Miocene sequence of Kutch, India. *Paleo-3* 136:53–65
- Leckie R, Olson H (2003) Foraminifera as proxies for sea-level change on siliciclastic margins. *SEPM Special Publication* 75:1–19
- Li X, Liu W, Wang Y, Zhu Q (1999) The tectonic evolution and metallogenesis in Tethys of the Nujiang-Lancangjing-Jingsajing area, southwestern China. Geological Publishing House, Beijing, pp 1–276 (in Chinese)
- M. El Ayyat A., 2022, Paleoenvironmental reconstruction, paleoecology and sequence stratigraphy of some Nummulites buildups in Egypt, *Journal of Carbonates and Evaporites*, 37-60
- Mossadegh Z, Haig D, Allan T, Adabi M, Sadeghi A (2009) Salinity changes during Late Oligocene to Early Miocene Asmari Formation deposition, Zagros Mountains, Iran. *Paleo-3* 272:17–36
- Murray J (2006) Ecology and applications of benthic foraminifera. Cambridge University Press, Cambridge, p 426
- Pecheux M (1995) Ecomorphology of recent large foraminifera, Operculina ammonoides. *Geobios* 28:529–566
- Pomar L (2001) Ecological control of sedimentary accommodation: Evolution from a carbonate ramp to rimmed shelf, Upper Miocene, Balearic Islands. *Paleo* 75:249–272
- Racey A (2001) A review of Eocene Nummulite accumulations: structure, formation and reservoir potential. *Jou Pet Geo* 24:79–100
- Samankassou E (2002) Cool-water carbonates in a paleoequatorial shallow-water environment: The paradox of the Auernig cyclic sediments (Upper Pennsylvanian, Carnic Alps, Austria-Italy) and its implications. *Geology* 30(7):655–658
- Scheibner C, Rasser M, Mutti M (2007) Facies changes across the Paleocene-Eocene boundary: the Campo section (Pyrenees, Spain) revisited. *Paleo-3* 248:145–168
- Scheibner C, Speijer R, Marzouk A (2005) Turnover of larger foraminifera during the Paleocene-Eocene thermal maximum and paleoclimatic control on the evolution of platform ecosystems. *Geology* 33(6):493–496
- Wilson M, Vecsei A (2005) The apparent paradox of abundant foramol facies in low latitudes: their environmental significance and effect on platform development. *Earth Sci Rev* 69:133–168