

فونای شکم‌پایان کفزی و پلاژیک نهشته‌های ائوسن در مناطق سه و زفره (شمال اصفهان)، ایران مرکزی

مرجان خداوردی حسن وند^۱، علی بهرامی^۲، مهدی یزدی^{۳*}، امرالله صفری^۴

۱- دکترای چینه نگاری و دیرینه شناسی، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۲- دانشیار گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۳- استاد گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

۴- دانشیار گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

*پست الکترونیک: meh.yazdi@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۹۷/۶/۲۴

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۲/۱۲

چکیده

در این مطالعه سنگواره‌های متعلق به ۱۵ خانواده از شکم‌پایان ائوسن شامل Cerithiidae, Cancellaridae, Campanilidae, Aprrhaidae, Xenophoridae, Volutomitridae, Turritellidae, Seraphsidae, Rissoida, Neritidae, Naticidae, Limacinidae, Hydrobiidae, Cymatidae, Columbidae و از این تعداد ۱۴ خانواده، ۱۴ جنس و ۳ گونه متعلق به شکم‌پایان کفزی و یک خانواده، ۳ جنس و ۴ گونه متعلق به شکم‌پایان پلاژیک (فقط در منطقه سه) می‌باشند که در هر دو منطقه در لایه‌های کربناته ائوسن پیشین - میانی مشاهده شدند. با توجه به این که پراکندگی شکم‌پایان با عادات تغذیه‌ای آن‌ها کنترل می‌شود که آن هم مستقیماً به تغییرات محیطی مانند میزان آشفته‌گی آب، رسوب‌گذاری، مواد معلق و انرژی آب بستگی دارد و همچنین بررسی روزن‌داران کفزی بزرگ مانند *Discocyclina*, *Nummulites* و *Alveolinidae* که همراه با این شکم‌پایان در رسوبات ائوسن مناطق مورد مطالعه یافت شده‌اند، می‌توان شرایط محیطی دیرینه این نهشته‌ها را چنین تفسیر کرد که این نهشته‌ها در شرایط دریایی گرم و کم‌عمق میان کشندی تا بخش‌های کمی ژرف‌تر یک رمپ میانی تشکیل شده‌اند. بسیاری از این شکم‌پایان در نهشته‌های ائوسن مناطق بسیاری از جمله اروپای شرقی و غربی، آفریقا و مناطقی از آسیا گزارش شده‌اند که نشان‌دهنده تجمع این نهشته‌ها در بخشی از محدوده تیتیس (ایندو-پاسیفیک تا آتلانتیک) است.

واژه‌های کلیدی: ائوسن؛ شکم‌پایان؛ ناودیس سراکه؛ ناودیس باقری؛ سه؛ زفره.

مقدمه

دلیل ایجاد افزایش اثر گلخانه‌ای باعث افزایش عمومی گرمای کره زمین شده است (Bown, 2004) که در ایران و مناطق مورد مطالعه در این پژوهش نیز مشهود است. در این مقطع زمانی، کره زمین تحت تأثیر یک تغییر ناگهانی آب و هوایی قرار گرفت و دمای هوای جهانی به صورت ناگهانی ۵ تا ۱۰ درجه افزایش یافت که به عنوان

در مرز پالئوسن - ائوسن و در ائوسن میانی وقایع مهم آب و هوایی و زمین شناسی به صورت عمومی در سرتاسر زمین رخ داده که باعث افزایش دمای آب‌های عمقی شده و شرایط لازم برای اکسیداسیون متان اتمسفری و تبدیل آن به دی‌اکسید کربن در زمان طولانی‌تری را فراهم آورده و به افزایش این گاز در ائوسن منجر شده است. این پدیده به

(زاهدی، ۱۳۷۰؛ صدری، ۱۳۹۰؛ Khodaverdi Hassan- vand *et al.*, 2016; 2018).

یکی از فراوان‌ترین گروه‌های فسیلی موجود در نهشته‌های ائوسن در مناطق مطالعه شده، شکم‌پایان هستند. شکم‌پایان از نظر تنوع بزرگترین رده جانوری پس از حشرات می‌باشند. رده شکم‌پایان در انواع و اندازه‌های مختلف از میکروسکوپی تا بزرگ شناخته می‌شوند. محدوده حضور شکم‌پایان از کامبرین تا عهدحاضر بوده و بیشتر از هزاران گونه از انواع شکم‌پایان وجود دارد که در محیط‌های دریایی، آب شیرین و خشکی زندگی می‌کنند (Bouchet *et al.*, 2017). این گروه به دلیل فراوانی و تنوعی که در بین جنس‌ها و گونه‌های خود دارند، همچنین عادات غذایی متنوعی که دارند نقش مهمی در بازسازی محیط‌های دیرینه ایفا می‌نمایند (Weimin, 2005؛ Todd, 2001). بنابراین در این پژوهش سعی بر این است تا شکم‌پایان یافت شده در مناطق سُه و زفره به لحاظ توزیع، پراکندگی، رژیم‌های غذایی و شرایط دیرینه بوم‌شناسی محیط زیست‌شان مورد بررسی قرار گیرند. لازم به ذکر است که بیشتر شکم‌پایان یافت شده قالب داخلی هستند و ویژگی‌های پوسته آن‌ها حفظ‌شدگی کمی دارد. به همین دلیل سعی شده است که با توجه به ویژگی‌های ساختاری و ظاهری صدف آن‌ها نظیر نسبت طول به عرض، شکل دهانه صدف، وجود یا نبود سیفون و ... بررسی سیستماتیک صورت گرفته و بیشتر نمونه‌ها در حد جنس و بر اساس نوشته‌های Jeffery & Tracey (1997)؛ Okan & Hoşgör (2009)؛ Caze *et al.* (2010, 2012)؛ Janssen *et al.* (2013) شناسایی شده‌اند.

موقعیت جغرافیایی و چینه‌شناسی مناطق مورد مطالعه

برش مطالعه شده در منطقه سُه در ناودیس سراکه (شمال روستای سُه) در ۱۴۰ کیلومتری شمال غربی اصفهان و برش زفره در غرب روستای زفره در ۷۵ کیلومتری شمال شرق

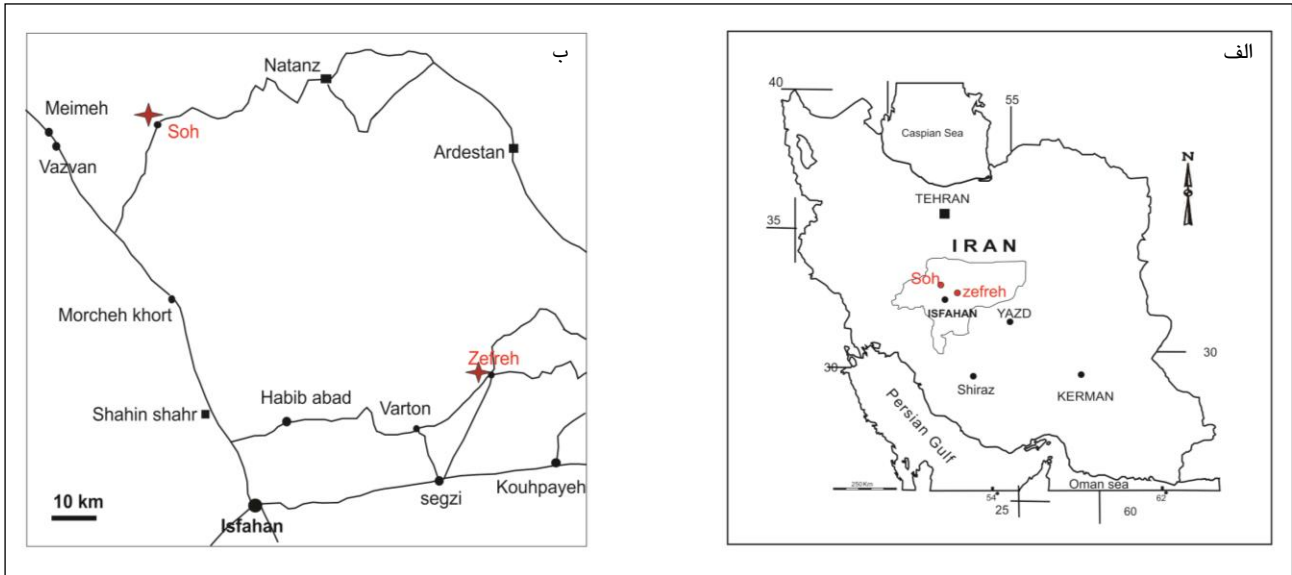
پدیده حداکثر دمای پائوسن - ائوسن^۱ معروف است (Bice & Marotzke, 2002). این افزایش ناگهانی همراه با افزایش دمای آب‌های عمیقی بود که از عرض‌های جنوبی به شمالی در جریان بودند و همچنین با پیش‌روی عمومی و افزایش سطح جهانی آب‌ها نیز همراه بوده است (Bice & Marotzke, 2002). تغییرات گرمایی پائوسن - ائوسن تغییر مهمی در محیط زیست ریززیستاران سطحی و عمقی دریا ایجاد کرده و سبب افزایش غیرمعمول در اندازه پلانکتون‌های سطح آب، افزایش پستانداران و کاهش روزن‌داران کف‌زی مانند *Alveolina* و *Nummulite* با شرایط الیگوتروپی شده است (Hottinger, 1998). در ایران مرکزی، ویژگی‌های سنگی و زیستی ردیف‌های ائوسن تفاوت آشکاری دارد که نشانگر جغرافیای دیرینه متفاوت در گستره ایران مرکزی است. در یک نگاه کلی در مقایسه با پائوسن، دریای ائوسن گسترش و عمق بیشتری داشته است (آقانباتی، ۱۳۸۵).

محیط رسوبی نهشته‌های زمان ائوسن در بخش مرکزی ایران گسترده‌گی بسیار وسیعی دارند که مرز غربی آن کوه‌های زاگرس، مرز شمالی آن رشته کوه‌های البرز و مرز جنوبی آن تا نواحی سیرجان و جنوب کرمان گسترش دارد (حاجیان، ۱۳۷۵). در منطقه اصفهان، نهشته‌های ائوسن عمدتاً به سن لوتسین در دو واحد آذرین - رسوبی رخنمون یافته‌اند که واحد رسوبی در آن شامل تناوبی از کنگلومرا، مارن و سنگ آهک است (زاهدی، ۱۳۷۲). نهشته‌های ائوسن در مناطق سُه و زفره که در این پژوهش مطالعه شده‌اند از تنوع فسیلی بسیار بالای ماکروفسیل‌ها (خارپوستان، دوکفه‌ای، شکم‌پایان، خرچنگ و ...) و میکروفسیل‌هایی چون روزن‌داران، جلبک کاروفیت و استراکدها برخوردارند که سن ائوسن را نشان می‌دهند

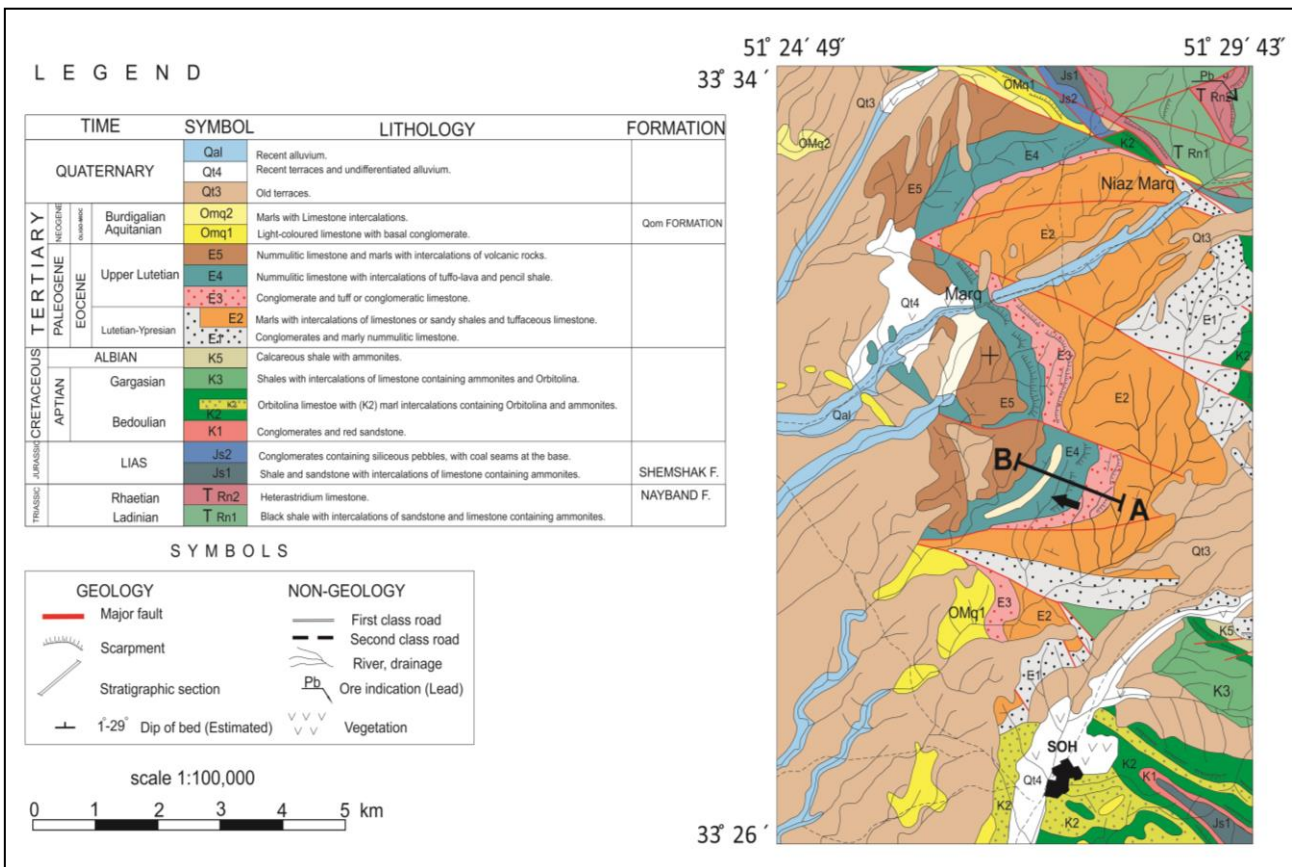
1- Paleocene - Eocene Thermal Maximum

طول شرقی (شکل ۲) و در برش زفره ۳۲° ۵۴، ۳۲' ۳۵ و عرض شمالی و ۴۸' ۵۵، ۵۲° ۱۴ طول شرقی می‌باشد (شکل ۳).

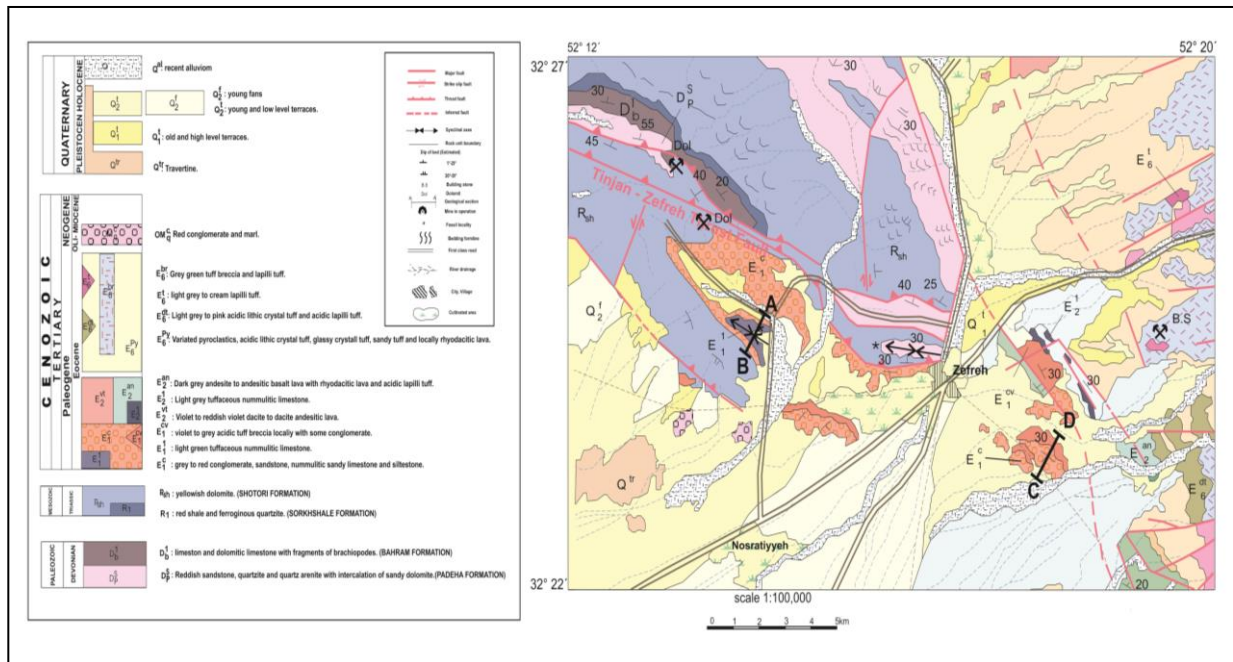
شهر اصفهان در محل ناودیس باقری واقع شده است (شکل ۱). مختصات محل یافت فسیل‌های شکم‌پایان در برش سه ۵۱° ۲۸' ۳۶ عرض شمالی و ۵۱° ۲۷' ۶



شکل ۱: الف) نقشه ایران؛ ب) نقشه راه‌های دستیابی به مناطق مطالعه شده (برگرفته از بختیاری، ۱۳۸۶)



شکل ۲: بخشی از نقشه زمین شناسی (۱:۱۰۰۰۰۰) سه (Zahedi, 1973) که منطقه مطالعاتی سه (ناودیس سراکه) در آن قرار دارد.



شکل ۳: بخشی از نقشه زمین شناسی (۱:۱۰۰۰۰۰) اصفهان (Zahedi, 1978) که منطقه مطالعاتی زفره (ناودیس باقری) در آن قرار دارد.

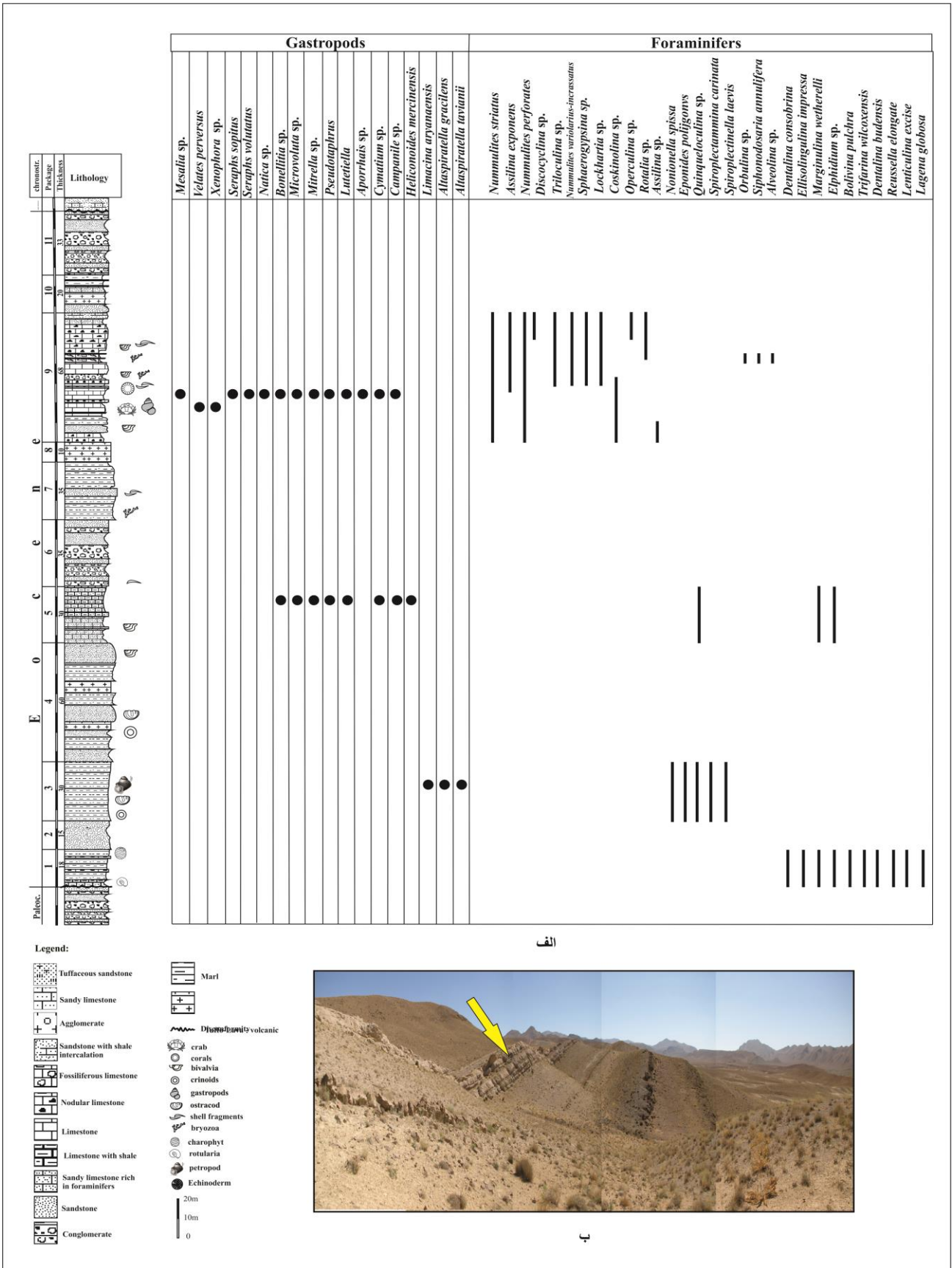
پایان)، کرم‌ها و روزن‌داران است (حاجیان، ۱۳۷۵؛ Khodaverdi Hasan-vand et al., 2018).

پیشینه پژوهش

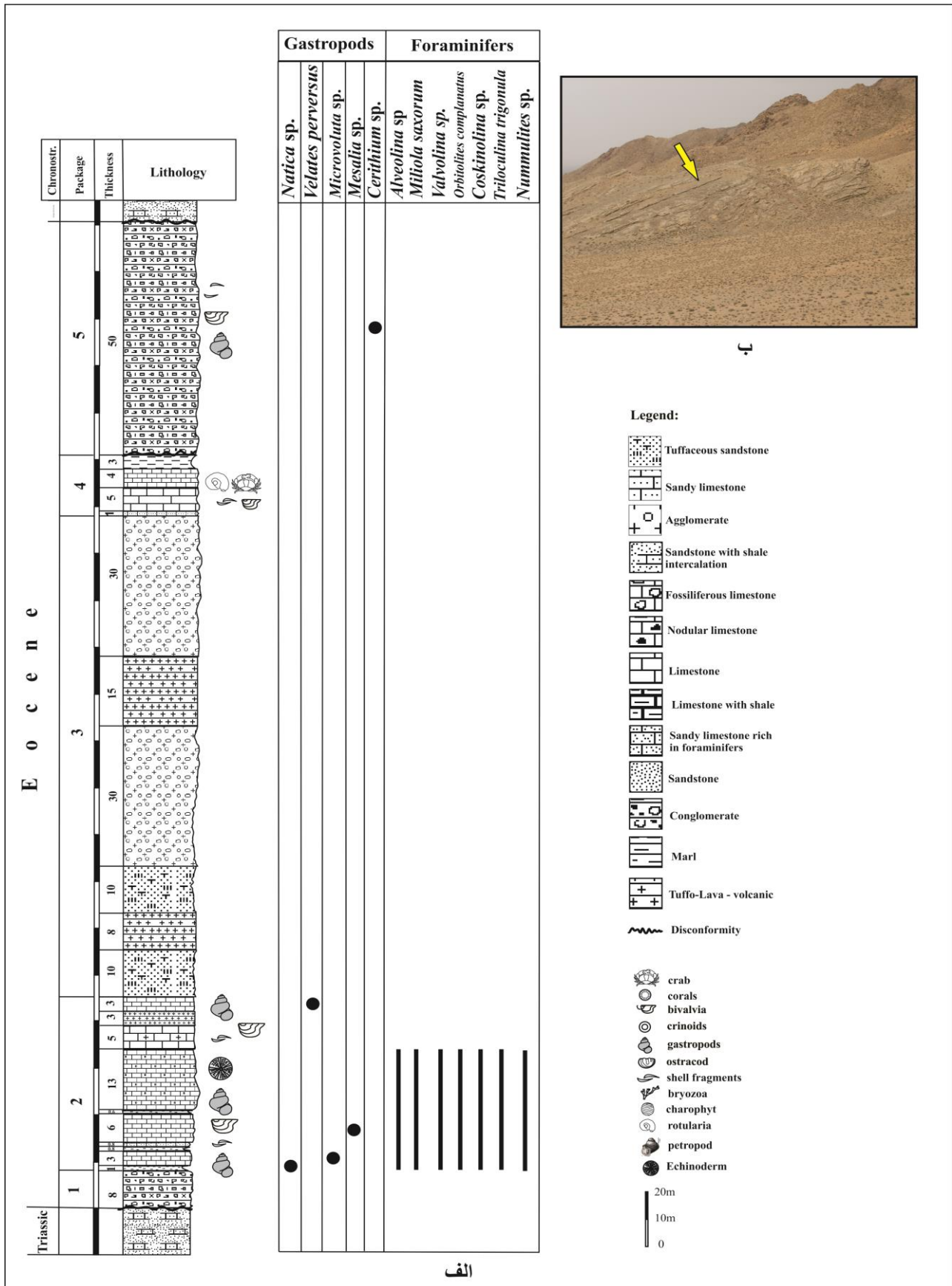
مطالعات پیشین در مورد نهشته‌های ائوسن در منطقه سُه و زفره شامل موارد زیر است:

Gansser (1955) با توجه به نومولیتیدها سن نهشته‌های ائوسن در منطقه سُه را لوتسین گزارش نموده است. زاهدی (۱۳۷۰) اولین بار نهشته‌های ائوسن در منطقه سُه را مطالعه و ضخامت نهشته‌های ائوسن منطقه سُه را بیش از ۱۰۰۰ متر در نظر گرفت و این نهشته‌ها را که همراه با مواد آتش‌فشانی بودند به هفت بخش شامل رسوبات کنگلومرا، سنگ آهک، مارن، ماسه سنگ و توف تقسیم کرد. Zahedi (1973) نقشه زمین شناسی سُه را با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ تهیه کرد. حاجیان (۱۳۷۵) سن واحدهای سنگی منطقه زفره که شامل سنگ‌های آتش‌فشانی آندزیتی و سنگ آهک‌های دارای فسیل‌های *Alveolina*، *Miliolidea* و *Nummulites* بود را ائوسن میانی (لوتسین) تعیین کرد.

نهشته‌های ائوسن در منطقه سُه دارای ۳۴۰ متر ضخامت و شامل ۱۱ بخش است که از تناوب مارن، ماسه سنگ مارنی، سنگ آهک ماسه‌ای، کنگلومرا، سنگ آهک، ماسه سنگ و میان لایه‌های آذرین تشکیل شده است. این نهشته‌ها دارای ماکروفسیل‌هایی چون خارداران، نرم‌تنان (دوکفه‌ای‌ها، ناتیلوئیدها، شکم‌پایان و پتروپیداها)، خرچنگ‌ها، کرم‌های *Rotularia* و بریوزوئرها و میکروفسیل‌هایی چون روزن‌داران، جلبک‌های کاروفیت و استراکد می‌باشند (زاهدی، ۱۳۷۰؛ صدری، ۱۳۹۰؛ Khodaverdi Hasan-vand et al., 2016). با یک ناپیوستگی بر روی رسوبات پالئوسن شامل تناوبی از کنگلومرای قرمز تا قهوه‌ای تیره، ماسه سنگ و سیلت سنگ شامل قطعات *Orbitolina* و نرم‌تنان سیلیسی حمل شده از کرتاسه (در ارتباط با حرکات کوه‌زایی پس از لارامین) قرار گرفته است (شکل ۴). ضخامت برش زفره نیز ۲۱۰ متر است و شامل ۵ بخش است که تناوبی از کنگلومرا، سنگ آهک ماسه‌ای، سنگ آهک خاکستری تا سفید رنگ، مارن، ماسه سنگ شیلی و توف تشکیل شده است (شکل ۵) و دارای فسیل‌های خارداران، نرم‌تنان (دوکفه‌ای‌ها و شکم



شکل ۴: الف) ستون چینه نگاری و محل قرارگیری شکم‌پایان و روزن‌داران در برش سه (ناودیس سراکه؛ ب) توالی نهشته‌های ائوسن در منطقه سه (ناودیس سراکه) دید به سمت شرق (علامت پیکان محل شکم‌پایان را نشان می‌دهد).



شکل ۵: ستون چینه‌شناسی و محل قرارگیری شکم‌پایان و روزن‌داران در برش زفره (ناودیس باقری): (ب) توالی نهشته های ائوسن در منطقه زفره (ناودیس باقری) دید به سمت غرب (علامت پیکان محل شکم‌پایان را نشان می‌دهد).

در محلولی از اسید استیک ۵٪ و آب نگه‌داری و سپس کاملاً گل‌شویی شدند. این نمونه‌ها را پس از خشک شدن از الک‌های مخصوص (۱۸ و ۳۵ مش) عبور داده و به ظروف مخصوص نگه‌داری منتقل کرده و جداسازی میکروفسیل‌ها و شکم‌پایان پلاژیک انجام شد. نمونه‌های جدا شده بر روی استاب با چسب مخصوص چسبانده و در نهایت به وسیله میکروسکپ الکترونی از آن‌ها عکس برداری شد که این کار در مرکز پژوهش متالوژی رازی واقع در کرج انجام شده است. برای تهیه مقاطع نازک نیز نمونه‌های سنگی در کارگاه سنگ‌بری برش داده و آماده شدند.

بحث

در نهشته‌های ائوسن منطقه سه و زفره که در این پژوهش مطالعه شدند، فونای متنوعی از انواع ماکروفسیل‌ها مانند نرم‌تنان، خارپوستان، خرچنگ، کرم‌ها و ... و تعداد زیادی از میکروفسیل‌ها مانند کاروفیت، بریوزوئر، استراکد و روزن‌داران به فراوانی دیده می‌شوند. یکی از فراوان‌ترین ماکروفسیل‌های یافت شده در این مناطق، شکم‌پایان هستند و در میان آن‌ها نیز گونه *Velates perversus* به دلیل فراوانی در هر دو منطقه و همچنین گسترش جغرافیایی زیاد در جهان دارای اهمیت زیادی است که در این مقاله به تأکید به آن پرداخته شده است.

توصیف سیستماتیک شکم‌پایان

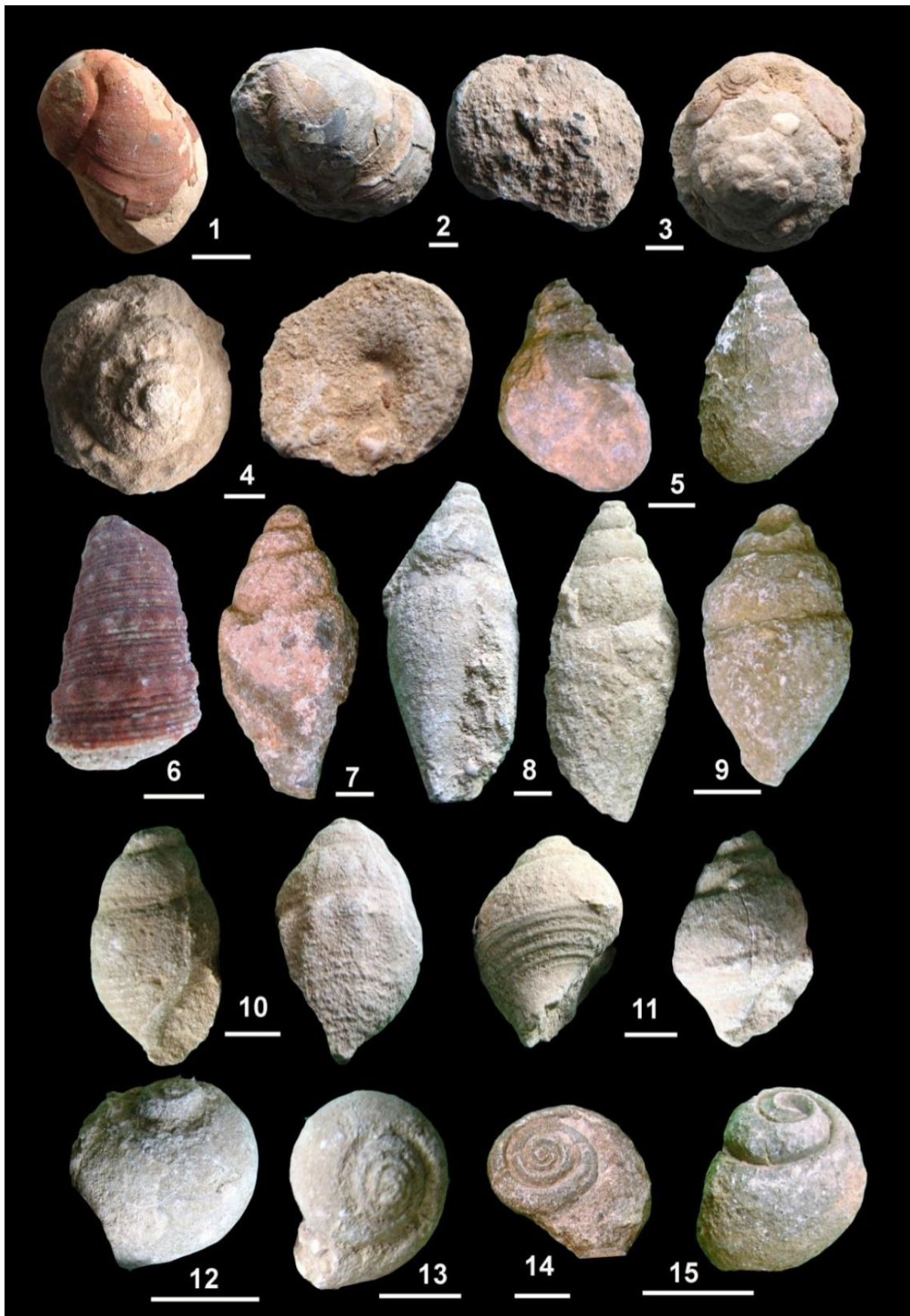
الف) شکم‌پایان کفزی

در بررسی و مطالعه شکم‌پایان یافت شده در منطقه سه و زفره تعداد ۳۰۰ نمونه فسیلی از شکم‌پایان کفزی جمع‌آوری و مطالعه گردید. از این تعداد در مجموع ۱۴ خانواده، ۱۴ جنس و ۳ گونه شناسایی شدند (شکل ۶ و ۷) که به شرح زیر می‌باشند:

مجملی رناتی (۱۳۸۸) محیط رسوبی و رخساره‌های مربوط به پیش‌روی دریای ائوسن در ناحیه سه و زفره را در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود مورد بررسی قرار داده است. صدری (۱۳۹۰) بخشی از رسوبات ائوسن منطقه سه را در قالب پایان‌نامه مطالعه نموده و آن را به شش واحد با سن ایپرسین - لوتسین و بارتونین تقسیم نموده است. Janssen *et al.* (2013) در مقاله‌ای به بررسی و معرفی پتروپدها (شکم‌پایان پلاژیک) در نهشته‌های ائوسن منطقه سه پرداخته‌اند. Khodaverdi Hassan-vand *et al.* (2016) خرچنگ یافت شده از لایه کربناته نهشته‌های ائوسن منطقه سه را مطالعه نمودند و سن ائوسن میانی (لوتسین) را برای آن تعیین کردند. Khodaverdi Hassan-vand *et al.* (2018) کرم‌های *Rotularia* در نهشته‌های ائوسن منطقه زفره و محیط دیرینه آن‌ها را مطالعه کرده‌اند.

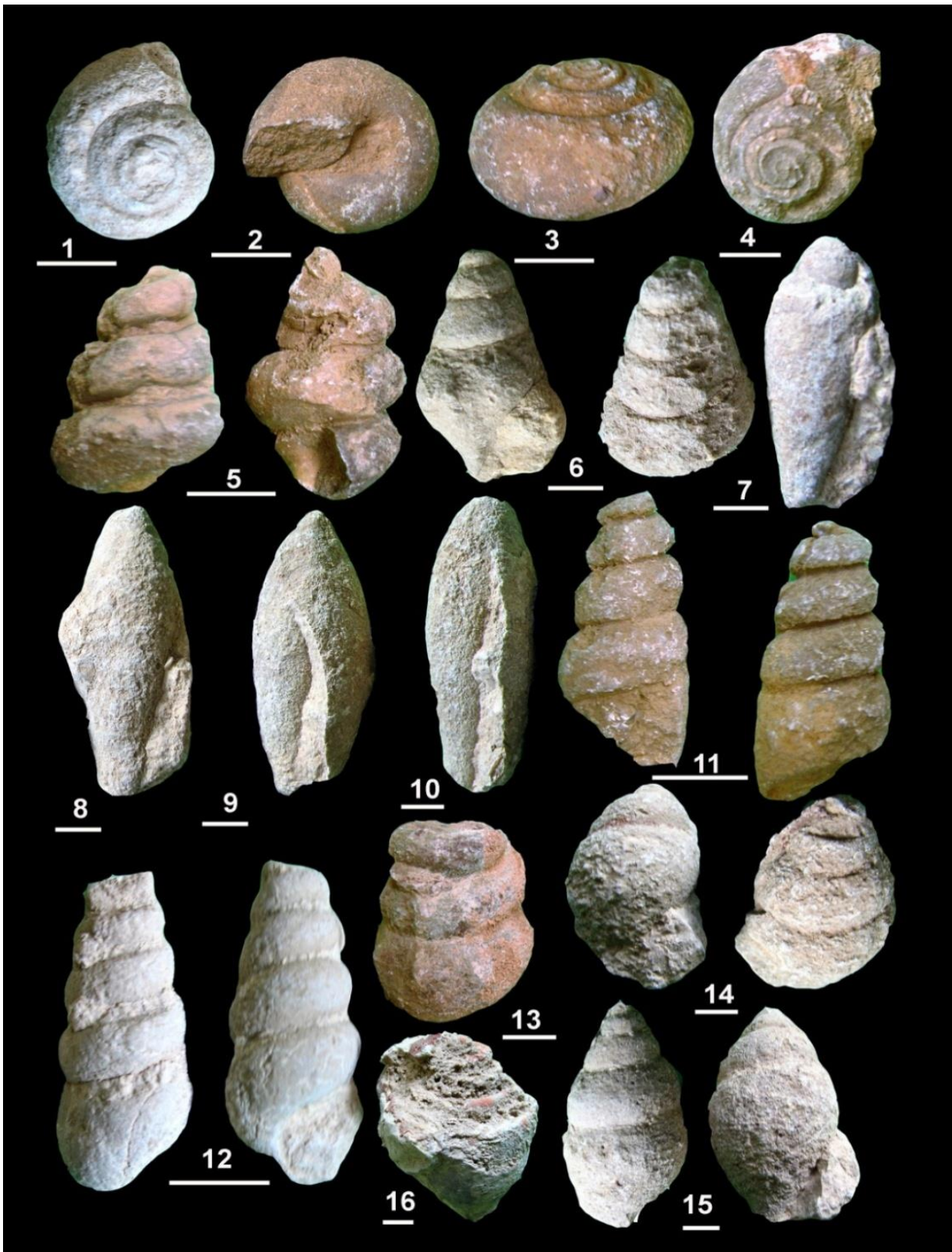
روش مطالعه

برای انجام این پژوهش پس از گردآوری و مطالعه اطلاعات اولیه شامل گزارش‌ها، مقالات، عکس‌های هوایی و نقشه‌های توپوگرافی مناطق مذکور، مطالعات در دو مرحله شامل مطالعات صحرایی و آزمایشگاهی انجام شد. در بخش مطالعات صحرایی ابتدا رخنمون مناسب انتخاب شده و در حدود ۳۰۰ عدد نمونه فسیلی شکم‌پایان از داخل رسوبات جمع‌آوری گردید. به منظور بررسی و مطالعه میکروفسیل‌ها نیز ۲۰۰ عدد نمونه سنگی جهت تهیه مقاطع نازک و تعداد ۵۰ نمونه از بخش‌های عمیق و هوانزده رسوبات نرم که عمدتاً مارن و رس بودند برداشت و جهت بررسی‌های بعدی به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه پس از شست‌وشو و آماده‌سازی، ابعاد نمونه‌های درشت فسیل‌ها اندازه‌گیری و به وسیله دوربین دیجیتال از آن‌ها عکس برداری شد (محل نگه‌داری این نمونه‌ها در موزه دانشگاه اصفهان است). نمونه‌های مارنی به مدت ۲۴ ساعت



شکل ۶: تصاویر شکم‌پایان کفزی یافت شده در مناطق سه و زفره

1-2) *Velates perversus* (Gmelin, 1789), EUC 108373-4, 3-4) *Xenophora* sp., EUC 108375-6, 5) *Lutetiella* sp., EUC 108377, 6) *Cerithium* sp., EUC 108378, 7-8) *Microvoluta* sp., EUC 108379-80, 9-10) *Pseudotaphrus* sp., EUC 108381-2, 11) *Bonellitia* sp., EUC 108383, 12-15) *Natica* sp., EUC 108384-7, Scale bars in all figures 1 cm, 1-4, 8, 10, 11-13 Soh area and 5-7, 9, 14, 15 Zefreh area



شکل ۷: تصاویر شکم‌پایان کفزی یافت شده در مناطق سه و زفره

1-4) *Natica* sp., EUIC 108388-91, 5) *Cymatium* sp., EUIC 108392, 6) *Mitrella* sp., EUIC 108393, 7) *Seraphs sopitus* (Solander in Brander, 1766), EUIC 108394, 8-10) *Seraphs volutatus* (Solander in Brander, 1766), EUIC 108395-7, 11-12) *Mesalia* sp., EUIC 108398-9, 13) *Campanile* sp., EUIC 108400, 14-15) *Pseudotaphrus* sp., EUIC 1083401-2, 16) *Aporrhais* sp., EUIC 108403, Scale bars in all figures 1 cm, 1, 6, 7-10, 12, 14 -16 Soh area and 2-4, 5, 11, 13 Zefreh area

Class: Gastropoda Cuvier, 1797
 Phylum: Mollusca Linnaeus, 1758
 Family: Neritidae Rafinesque, 1815
 Genus: *Velates* Montfort, 1810
 Type Species: *Velates conoideus* de Montfort, 1810, by original designation = *Neritina schmideliana* (Chemnitz 1853) = *Nerita perverse*, Gmelin, 1791.
Velates perverse (Gmelin, 1789) Figs. 6 (1, 2)

To the long synonym list Okan & Hoşgör (2009) p. (10) should be added:
 2009 *Velates perverse* (Gmelin), Okan & Hoşgör: p.21, pl.2, fig. 1-8

توصیف: صدف مخروطی شکل و قاعده نسبتاً بیضی شکل است. پوسته بزرگ و ضخیم است. پیچش‌ها در نزدیک نوک صدف به صورت حلقه‌های منظم می‌باشند. با گسترش ضخامت نمونه، کالوس پوشیده می‌شود و دندان‌های لب داخلی کاهش می‌یابد (این ویژگی *Velates* ائوسن است).
شباهت و ارتباط: چندین گونه دیگر با شباهت زیاد با گونه *Velates perverse* وجود دارد که از آن‌ها می‌توان *Velates balkanicus* Bontscheff, 1896 *Velates noetlingi* Cossmann & Pissaro, و *equinus* 1909 را نام برد. شکل گونه *Velates noetlingi* بیضی‌تر بوده و پیچش کمتری نسبت به این گونه دارد (Cossmann & Pissaro, 1909).
 بیشتر با گونه *Velates perverse* دارد با این تفاوت که لبه بیرونی ضخیم است و حاشیه‌های Abrabral deck ضخیم‌تر پیچیده شده و سطح Deck تحدب کمتری دارد (Bontscheff, 1896). تفاوت گونه *Velates equinus* از گونه *Velates perverse* به دلیل داشتن دندان‌های قوی‌تر و وسیع‌تر در لبه داخلی و پیچش متورم‌تر بدون هیچ اثری از زاویه شانه‌ای می‌باشد (Cossmann & Pissaro, 1910).
دیرینه بوم‌شناسی: از نظر محیط زیست دیرینه و نوع زندگی، جنس‌های *Velates* موجوداتی درون‌زی و معلق خوار هستند که در بسترهای نرم و ماسه‌ای مناطق کم عمق دریاها و گرمسیری زندگی می‌کنند.
تنوع سنی و جغرافیایی *Velates*: بر اساس مطالعات انجام شده در بسیاری از نقاط جهان، گونه *Velates perverse* دارای گسترش وسیع جغرافیایی در محدوده تیس (ایندوپاسیفیک تا آتلانتیک) بوده و در این مناطق با محدوده سنی پالتوسن تا الیگوسن پیشین شناخته می‌شود (جدول‌های ۱ و ۲).

جدول ۱: مقایسه ابعاد جنس *Velates* (به میلی‌متر) از ایران با نمونه‌های اسلوونی، کرواسی، بوسنی و هرزگوین، مجارستان، بلغارستان، فرانسه و ایتالیا (برگرفته از Mikuz, 2006؛ با کمی تغییرات).

Specimens	Width 1 (mm)	Width 2 (mm)	Height (mm)
IRAN	35-96	29-81	18-56
Slovenia	33-80	38-111	20-60
Croatia	18-59	24-77	13-47
Bosnia and Herzegovina	34-60	44-57	25-35
Hungary	39-115	45-170	22-70
Bulgaria	22-44	26-54	15-28
France	30-72	38-92	-
Italy	28-123	33-125	17-79

و *Žažvić* در کرواسی (Dainelli, 1904, 1905, 1915)، نهشته‌های ائوسن (لوتسین)، پریابونین و روپلین در ایتالیا (Malaroda, 1954)، لایه‌های پریابونین (ائوسن پسین) نواحی *Dragozhel* و *Ovčjega* در مقدونیه (Temkova, 1958)، نهشته‌های لوتسین از ناحیه *Velenje* در اسلوونی و

قدیمی‌ترین سنی که تاکنون برای *Velates* در نظر گرفته شده سنومانین - ائوسن است (Cossmann, 1925؛ Keen & Cox, 1960؛ Wood & Saul, 1986). در مناطقی مانند فرانسه، مصر، هند و ایتالیا در لایه‌های ائوسن میانی (لوتسین) (Boussac, 1911)، نواحی *Ostrovica*، *Bribir*،

ائوسن میانی فرانسه، بلژیک، آلمان، ایتالیا، سوئیس، بلغارستان، یوگسلاوی سابق، رومانی و نهشته‌های ائوسن میانی و بالایی مجارستان (Kecskemétiné-Körmeny, 1972)، نهشته‌های پالتوسن هند و پاکستان، نهشته‌های ائوسن پیشین ایتالیا (Veneto)، سومالی، هند و پاکستان، نهشته‌های ائوسن میانی حوضه پاریس، ایتالیا، سومالی، هند، پاکستان، برمه و جاوه، ائوسن بالایی حوضه پاریس، ایتالیا، سومالی، برمه، جاوه و الیگوسن پیشین ایتالیا (Piccoli, 1984; Piccolo et al., 1986)، لایه‌های لوتسین Jurandvor در جزیره Krk کروواسی (Klepač, 2003) و نهشته‌های ائوسن پیشین - میانی ناحیه Çankırı در ترکیه که توسط Okan & Hoşgör (2009) مطالعه و بررسی شده است (جدول ۲).

Family: Xenophoridae
Genus: *Xenophora* Fischer, 1807
Xenophora sp. Figs. 6 (3-4)

توصیف: این جنس به حلزون جمع‌آوری کننده معروف است به دلیل این که پوسته و صدف موجودات دیگر را به خود می‌چسباند. صدف آن مخروطی شکل و کوتاه با تعداد پیچش‌های کم (سه تا چهار پیچش) است. قاعده‌ای دایره‌ای شکل دارد که تعداد زیادی فسیل نومولیت بر روی سطح آن چسبیده است.

دیرینه بوم‌شناسی: این جنس از شکم‌پایان کفزی در مناطق کم‌عمق و نیمه‌گرمسیری بر روی بسترهای سخت و صخره‌ای زندگی می‌کند و از مواد آلی موجود در رسوبات برای تغذیه استفاده می‌کند.

Family: Hydrobiidae
Genus: *Lutetiella* Kadolsky, 2015
Type species: *Lutetiella hartkopfi* Kadolsky, 2015
Lutetiella sp. Fig. 6 (5)

توصیف: پوسته مخروطی تا تخم مرغی شکل و دارای پنج دور پیچش است. دهانه بیضی شکل و نسبتاً بزرگ می‌باشد.

بوسنی هرزگوین (Pavlovec, 1959)، لایه‌های ضخیم ائوسن در ناحیه Roncá در استان Veneto ایتالیا (Pinna, 1989)، نهشته‌های ائوسن میانی در نواحی Majevisa, Tribistovo, Konjovac, Zahumlje و Lukavac در بوسنی و هرزگوین و لایه‌های پریابونین Nugla و Vinjani در بوسنی و هرزگوین و Zagorje در کرواسی (Soklić, 2001) نمونه‌هایی از جنس *Velates* گزارش شده است. همچنین نمونه‌های بسیار بزرگی از این جنس در نهشته‌های ائوسن (Dudar, Gánt) مجارستان (Strausz, 1966) یافت شده است.

جدول ۲: جدول پراکندگی چینه‌شناسی و جغرافیایی گونه *Velates perversus* در مناطق مطالعه شده در اصفهان (ایران مرکزی) و سایر نقاط جهان (برگرفته از Okan & Hoşgör, 2009؛ با کمی تغییرات).

Age	EOCENE				OLIGOCENE		Region
	PALEOCENE LATE	EARLY	MIDDLE	LATE	EARLY		
S. ENGLAND							ATLANTIC WEST
FRANCE Loire, Paris basin Vigny							
N. ITALY Venetian Piedmont Basin							
SLOVENIA							
DINARIC CARBONATE PLATFORM							
ROMANIA Cluj Basin Porsesti							TETHYS
HUNGARY							
BULGARIA							
TURKEY Haymana polatli Basin Cankiri Basin NW Malatya							
N. AFRICA							INDO-PACIFIC
ARMENIA							
INDIA Shimla Hills state							
PAKISTAN Quetta-Shahrig Sind Area							
QATAR							
Stage	SELANDIAN	THANETIAN	YPRESIAN	LUTETIAN	BARTONIAN	PRIABONIAN	RUPELIAN

گونه *Velates perversus* از نهشته‌های ائوسن پیشین نواحی Sables de Cuisse and The highest Ypres و Saint Gobain در فرانسه (Wenz, 1938)، نهشته‌های

دیرینه بوم‌شناسی: منبع تغذیه برای این شکم‌پا مواد موجود در رسوبات است و عمدتاً از دیاتومه‌ها، جلبک‌ها و روزن‌داران برای تغذیه استفاده می‌کند و بر روی ماسه‌های آب‌های کم‌عمق زندگی می‌کند.

Family: Cancellaridae
Genus: *Bonellitia* Jousseaume 1887
Bonellitia sp. Figs. 6 (11)

توصیف: صدف در این جنس از شکم‌پایان مخروطی شکل است و دارای حدود ۴ پیچش می‌باشد و دهانه‌ای بیضی شکل دارد که حدود ۱/۲ طول صدف را به خود اختصاص داده است. کانال سیفون کوتاه بوده و در ادامه دهانه دیده می‌شود. بر روی پوسته خطوط عرضی دیده می‌شوند که بر روی پیچش آخر کاملاً مشخص هستند.

دیرینه بوم‌شناسی: این جنس در محیط‌های کم‌عمق دریایی به صورت سطحی‌زی زندگی می‌کند و گوشت‌خوار است.

Family: Naticidae
Genus: *Natica* Scopoli, 1777
Natica sp. Figs. 6, (12-15); Figs. 7 (1-4)

توصیف: در این جنس صدف برجسته، مخروطی شکل و کوتاه است و تعداد پیچش‌ها کم می‌باشد. دهانه هولوستومات (کامل و بدون مجرای سیفونی) است.

مقایسه: شباهت این جنس با *Ampulina* Féruassaca, 1822 در این است که هر دو جنس مخروطی شکل و دارای پیچش‌های کم هستند با این تفاوت که در *Natica* صدف کوتاه‌تر است، پیچش‌ها فاصله بیشتری دارند، دهانه کوچک و در انتهای آخرین پیچش قرار دارد، اما در *Ampulina* Féruassaca, 1822 صدف بلندتر بوده و پیچش‌ها چسبیده به هم و در نوک صدف قرار دارند و بیشترین بخش صدف مربوط به پیچش آخر است و دهانه بسیار بزرگ و در حدود ۲/۳ طول صدف را دربرمی‌گیرد.

این جنس برای اولین بار توسط Kadolsky (2015) از ائوسن میانی (لوتسین) حوضه پاریس گزارش شده است. **دیرینه بوم‌شناسی:** در محیط‌های کم‌عمق دریایی در بسترهای گلی و ماسه‌ای، در بین علف‌های دریایی به صورت سطحی‌زی زندگی می‌کند و علف‌خوار بوده و از خرده‌های جلبک‌ها و دیاتومه‌ها تغذیه می‌کند.

Family: Cerithiidae
Genus: *Cerithium* Bruguiere, 1789
Cerithium sp. Fig. 6 (6)

توصیف: دارای پوسته‌ای مخروطی شکل با پیچش‌های زیاد است. بر روی سطح پوسته خطوط عرضی و لانول‌ها مشخص هستند که به صورت متناوب (شش خط عرضی یک ردیف خطوط هلالی شکل یا همان لانول) دیده می‌شوند.

دیرینه بوم‌شناسی: این جنس برونزی و علف‌خوار است و از دیاتومه‌ها و ریزجلبک‌ها تغذیه می‌کند و در محیط‌های کم‌عمق و جذر و مدی زندگی می‌کند.

Family: Volutomitridae
Genus: *Microvoluta* Angas, 1877
Microvoluta sp. Figs. 6 (7-8)

توصیف: این جنس دارای پوسته بلند و تا حدودی دوکی شکل است که ۴ پیچش در بالای آن دارد و دهانه کشیده و باریک و لبه بیرونی صاف است.

دیرینه بوم‌شناسی: در بسترهای ماسه‌ای و گلی اعماق مختلف می‌تواند زندگی کند و سطحی‌زی و گوشت‌خوار است.

Family: Rissoidae
Genus: *Pseudotaphrus* Cossmann, 1888
Pseudotaphrus sp. Figs. 6 (9-10); Figs. 7 (14-15)

توصیف: این جنس صدفی مخروطی شکل کوتاه با دهانه بیضوی شکل دارد که دارای کالوس مشخص است و بر روی سطح پوسته خطوط عرضی وجود داشته و بر روی سطح پشتی صدف آثار لانول‌ها دیده می‌شود.

Type species - *Terebellum convolutum* Lamarck, 1802
(= *Bulla volutata* Solander in Brander, 1766) by
original designation. Lutetian, Paris Basin.
Seraphs sopitus (Solander in Brander, 1766)

Fig. 7 (7)

To the long synonym list Caze *et al.*, (2010) p. (428)
should be added:

2010 *Seraphs sopitus* Caze *et al.*, 60, figs 6F, G; 9

2012 *Seraphs sopitus* Caze *et al.*, 56, pl.3: E

توصیف: پوسته دو کی شکل با قله‌ای^۲ کوتاه است. این جنس فاقد نوک است. دهانه بلند و باریک و کالوس در لبه داخلی نازک و به ندرت حفظ شده است. ستونک^۳ عمدتاً مستقیم می‌باشد، اما در نزدیک قاعده به سمت عقب خم شده است. لبه بیرونی دهانه بسیار نازک است و ضخامتی ندارد و سینوس در تمام طول نمای جانبی است. سوراخ سیفون در سطح پشتی صدف عمدتاً عمیق است و سطح صدف هیچ شیار و تزئینی ندارد.

Seraphs volutatus (Solander in Brander, 1766)

Figs. 7 (8-10)

To the long synonym list Caze *et al.*, (2010) p. (426)
should be added:

2010 *Seraphs volutatus* Caze *et al.*, 60, figs 5A, B, E;
6A-E; 7; 8

2012 *Seraphs volutatus* Caze *et al.*, 56, pl.14: F

توصیف: در این گونه پوسته دو کی شکل و تا حدی متورم است، با قله‌ای کوتاه و بدون نوک که کمی نوک تیز شده است. دهانه بلند و باریک و کالوس در لبه داخلی نازک و به ندرت حفظ شده است. ستونک عمدتاً در نزدیک قاعده مستقیم یا در موارد کم به سمت عقب خم شده است. لبه بیرونی بسیار نازک و بدون هیچ ضخامتی است و سینوس در تمام طول صدف تا قله کشیده شده است. سوراخ سیفون در سطح پشتی صدف کمی عمیق است و سطح صدف هیچ شیار و تزئینی ندارد.

مقایسه: شباهت این گونه با گونه *Seraphs sopitus* در داشتن دهانه بلند، باریک و نازک است و در هر دو گونه کالوس نازک و به ندرت حفظ شده است. تفاوت آن‌ها نیز

دیرینه بوم‌شناسی: در اعماق مختلف محیط‌های دریایی در بسترهای ماسه‌ای به صورت درون‌زی زندگی می‌کند و شکارچی و گوشت‌خوار است.

Family: Cymatidae

Genus: *Cymatium* Röding, 1798

Type species - By subsequent designation (Dall & Bartsch, 1904) *Murex femorale* Linnaeus, 1758

Cymatium sp. Fig. 7 (5)

توصیف: این جنس صدفی مخروطی شکل دارد، با بیش از چهار پیچش که پیچش‌ها باز شونده هستند. این پیچش‌ها توسط خط درزی عمیق از هم جدا می‌شوند. در قاعده صدف سیفون مشخص است و دارای دهانه‌ای کوچک گرد تا بیضی شکل می‌باشد.

دیرینه بوم‌شناسی: این جنس برون‌زی و از شکارچیان گوشت‌خوار است که از خارپوستان تغذیه می‌کند و در بسترهای ماسه‌ای محیط‌های کم عمق دریایی زندگی می‌کند.

Family: Columbellidae

Genus: *Mitrella* Risso, 1826

Mitrella sp. Fig. 7 (6)

توصیف: صدف در این جنس دو کی شکل با سه پیچش در بالای آن است و دارای دهانه‌ای تقریباً بیضی شکل است که به یک کانال کوچک منتهی می‌شود.

مقایسه: این نمونه شبیه به گونه (Gaskoin, 1852) *Mitrella leucostoma* (عهد حاضر، جنوب استرالیا) است با این تفاوت که پیچش‌ها به اندازه آن مخروطی نیست و کمی کوتاه‌تر است.

دیرینه بوم‌شناسی: اکثر آن‌ها بر روی بسترهای سخت و جلبک‌ها زندگی می‌کنند، اما برخی از آن‌ها بر روی شن و ماسه نرم می‌خزند و برون‌زی و گوشت‌خوار هستند.

Family: Seraphsidae

Genus: *Seraphs* Montfort, 1810

2- Apex

3- Columella

توصیف: شکل کلی صدف مخروطی شکل و نسبتاً بلند است که دارای حدود ۶ پیچش و دهانه بیضی شکل است که از یک طرف با یک سری زوائد کشیده شده است.

دیرینه بوم‌شناسی: در بسترهای ماسه‌ای و گلی مناطق کم عمق دریا به صورت نیمه درون‌زی زندگی می‌کند و همه چیزخوار است و کمی قابلیت جابه‌جایی دارد.

بررسی‌های آماری بر روی این شکم‌پایان نشان می‌دهد که در مجموع در منطقه سُه ۲۸ درصد شکم‌پایان متعلق به خانواده Neritidae، ۱۶/۵ درصد Naticidae، ۱۶/۵ درصد Seraphsidae، ۱۱ درصد Turrnellidae، ۵/۵ درصد Cancellaridae، ۵/۵ درصد Aprrhaidae، ۵/۵ درصد Xenophoridae، ۳ درصد Volutomitridae، ۳ درصد Rissoidae و ۵/۵ درصد سایر خانواده‌ها هستند. در منطقه زفره نیز ۵۵/۵ درصد Neritidae، ۲۲ درصد Naticidae، ۵/۵ درصد Volutomitridae، ۵/۵ درصد Campanilidae، ۴/۵ درصد Turrnellidae و ۷ درصد دیگر شامل سایر خانواده‌های شکم‌پایان است (شکل ۸).

ب) شکم‌پایان پلاژیک

این گروه از شکم‌پایان که با عنوان پتروپدها یا پروانه‌های دریایی نیز نامیده می‌شوند جزو شکم‌پایان شناور یا پلاژیک در آب دریاها هستند که عمدتاً در اعماق کم‌تر از ۲۵ متر و در مناطق گرمسیری تا قطبی می‌توانند زندگی کنند. امروزه شمار زیادی از آنها در سواحل شرقی استرالیا یافت می‌شوند (Parra-Flores & Gasca, 2009). در این مطالعه پتروپدها فقط در منطقه سُه یافت شده‌اند (شکل ۹).

Family: Limacinidae

Genus: *Limacina* Bosc, 1817

Limacina aaryanaensis (Janssen et al., 2013),

Fig. 9 (1)

2013 *Limacina aaryanaensis* Janssen et al., Fig. 12 (1)

2013 *Limacina aaryanaensis* sp. Nov, Janssen et al., p. 30, fig 10-11.

در این است که در این گونه قله کمی نوک تیزتر است، ستونک عمدتاً مستقیم و سوراخ سیفون در سطح پشتی کم عمق‌تر است (Caze et al., 2010).

دیرینه بوم‌شناسی: این جنس از شکم‌پایان برون‌زی و علف‌خوار بوده و در میان ماسه‌های دریایی بین پیچ ریف‌ها و علف‌ها زندگی می‌کند.

Family: Turritellidae

Genus: *Mesalia* Gray, 1847

Mesalia sp. Figs. 7 (11-12)

توصیف: دارای پوسته مخروطی نسبتاً بلند با حدود ۵ پیچش و دهانه کوچک بیضی شکل است. در عهد حاضر، در یرتغال، جنوب غربی اسپانیا، جزایر قناری، سنگال و دریای اژه (ترکیه) نیز زندگی می‌کند.

دیرینه بوم‌شناسی: در محیط‌های کم عمق، در میان بسترهای ماسه‌ای زندگی می‌کند، برون‌زی و تعلیق‌خوار است و دارای قابلیت جابه‌جایی است.

Family: Campanilidae

Genus: *Campanile* (Bayle) Fischer 1884

Type species: *Cerithium leve* Quoy ve Gaimard 1834

(= *Cerithium symbolicum* Iredale, 1917)

Campanile sp. Fig. 7 (13)

توصیف: پوسته مخروطی شکل و بلند است و پیچش‌های زیاد با خط درز مشخص از هم جدا می‌شوند. روی سطح صدف لائول‌ها به خوبی نمایان هستند.

دیرینه بوم‌شناسی: در محیط‌های دریایی از ساحل تا نواحی عمیق زندگی می‌کند. سطحی‌زی و علف‌خوار است و نمونه‌های امروزی در استرالیا زندگی می‌کنند.

Family: Aporrhaidae

Genus: *Aporrhais* Da Costa, 1778

Type species: *Aporrhais quadrifidus* Da Costa, 1778 =

Strombus pespelecani Linneus, 1758

Aporrhais sp. Fig. 7 (16)

Altaspiratella bearnensis (Curry, 1982) و *Altaspiratella tavianii* *Altaspiratella multispira* و *Altaspiratella gracilens* می‌باشند و همه آن‌ها با یک پوسته مخروطی بلند و نبود ناف مشخص می‌شوند. *Altaspiratella multispira* خیلی باریک‌تر از گونه فعلی است. با وجود این که گونه‌هایی مانند *Altaspiratella bearnensis* و *Altaspiratella elongatoidea* به این گونه نزدیک تر هستند، اما تفاوت‌های واضحی وجود دارد. در هر دو گونه زاویه رأسی گسترده‌تر است. پیچش‌ها به سرعت در قطر و ارتفاع با یک خط درز مشخص افزایش می‌یابند و در نتیجه دهانه بزرگ‌تر است. این گونه‌ها در اصل از سنگ‌های ایپرسین گزارش شده‌اند. گونه *Altaspiratella gracilens* در واقع مطابقت بیشتری با گونه مورد مطالعه دارد، اگرچه نمی‌توان اثبات کرد که هر دو دارای وضعیت دهانی یکسان هستند (در *Altaspiratella gracilens* لبه دهانی پهن‌تر است). *Altaspiratella tavianii* به دلیل داشتن پیچش‌های بازشونده از این گونه متمایز می‌باشد. *Altaspiratella gracilens* برای اولین بار از تگزاس و لوئیزیانا (آمریکا) به سن ایپرسین بالایی - لوتسین (اتوسن) گزارش شده است (Hodgkinson et al., 1992).

Genus: *Heliconoides* d'Orbigny, 1835

Type species-*Heliconoides inflata* (d'Orbigny, 1834), by subsequent designation of Adams & Adams (1858) (Recent)

Heliconoides mercinensis (Watelet & Lefèvre, 1885) Figs. 9 (4-9)

To the long synonym list Janssen et al., (2013) p. (29) should be added:

Limacina mercinensis (Watelet & Lefèvre, 1885) Janssen et al., 2013, p. 29, fig 9

این نمونه که دارای شکل غیر معمول است به نظر می‌رسد که تاکنون به جز در ناحیه سُه (Janssen et al., 2013) مشابه آن در جای دیگری گزارش نشده است و اگرچه فرم کشیده پوسته نشان‌دهنده جنس *Altaspiratella* است شبیه به گونه‌هایی مانند *Altaspiratella bearnensis*، *Altaspiratella elongatoidea* و *Altaspiratella gracilens* که شکل باریک و مارپیچی نشان می‌دهند (Cahuzac & Janssen, 2011؛ Janssen & Peijnenburg, 2013). این گونه‌ها با هم این تصور را به وجود می‌آورند که توسعه مخروط پوسته که به افزایش مارپیچ بیشتر منجر می‌شود باعث روند تکاملی Limacinoidea-Limacinae شده است. با وجود این تناقض به نظر می‌رسد این گونه به گونه (Godwin-1882) *Camptoceratops priscus* (Austen, 1882) که ظاهراً مربوط به ایپرسین است، شباهت بیشتری دارد.

Altaspiratella gracilens Hodgkinson in

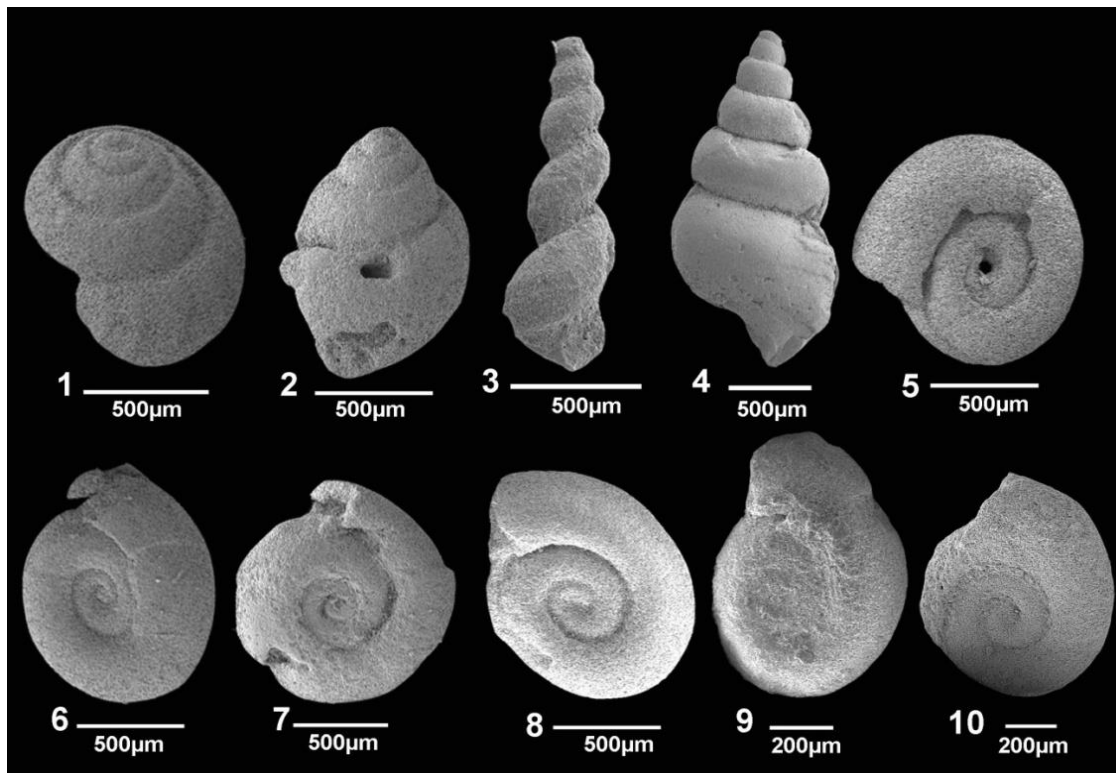
Hodgkinson, Garvie & Bé, 1992, Fig. 9 (3)

1992 *Altaspiratella gracilens* Hodgkinson, Hodgkinson in Hodgkinson, Garvie & Bé, p. 14, pl. 1, figs 4, 5

2013 *Altaspiratella gracilens* Hodgkinson, Janssen et al., p. 28, fig 5

توصیف: شکل پوسته مخروطی بلند می‌باشد و طول آن حدود ۲/۵ برابر عرض آن است. تعداد ۵ پیچش با خط درزی عمیق از هم جدا شده‌اند. دارای دهانه‌ای نسبتاً کوچک است که در ادامه آخرین پیچش قرار دارد و فاقد بخش نافی است.

مقایسه: تا به امروز، پنج گونه متعلق به جنس *Altaspiratella* مورد مطالعه و توجه قرار گرفته است که شامل *Altaspiratella elongatoidea* (Aldrich, 1887) و



شکل ۹: شکم‌پایان پلاژیک (پتروپیدا) منطقه سه

1) *Limacina aaryanaensis* (Janssen et al., 2013), 2) *Altaspiratella tavianii* (Janssen et al., 2013), 3) *Altaspiratella gracilens* (Hodgkinson in Hodgkinson, Garvie & Bé, 1992), 4-10) *Heliconoides mercinensis* (Watelet & Lefèvre, 1885), soh area

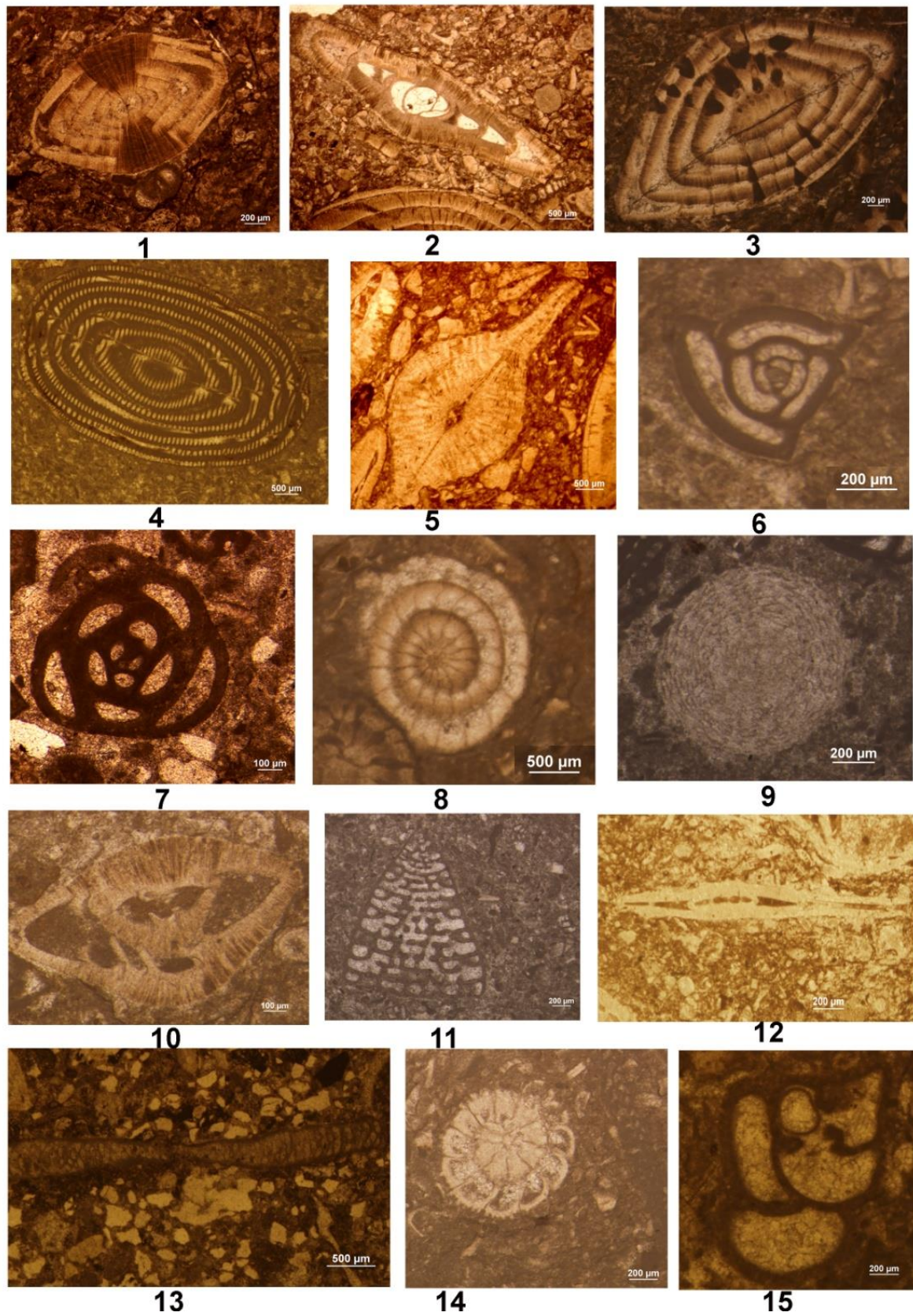
کرم‌های *Rotularia spirulaea* به سن ائوسن میانی (Khodaverdi, 2016) در برش سه، کرم‌های *Rotularia spirulaea* به سن ائوسن میانی (Khodaverdi, 2018) در برش زفره، شکم‌پایان شناور یا پتروپیدا (Janssen et al., 2013) به سن ائوسن پیشین - میانی در برش سه و همچنین فراوانی گونه *Velates perversus* از شکم‌پایان کفزی در هر دو منطقه که مطابق با (Okan & Hoşgör, 2009) سن ائوسن پیشین - میانی را دارند، در این مطالعه نیز همین سن در مورد نهشته‌های مطالعه شده در منطقه سه و زفره در نظر گرفته می‌شود.

دیرینه بوم‌شناسی: علاوه بر شکم‌پایان، روزن‌داران نیز یکی از فونای مهم یافت شده در مناطق سه و زفره هستند (شکل ۱۰ و ۱۱) که از مهم‌ترین آن‌ها در تعیین محیط دیرینه می‌توان به *Discocyclus*, *Asselina*, *Alveolina*, *Orbitolites* و *Operculina*, *Nummulites*, *Miliolidea* اشاره کرد.

توصیف: این جنس دارای پوسته‌ای چپ‌گرد با پیچش صفحه‌ای می‌باشد که ۳/۵ دور پیچش منظم دارد. پیچش اولیه بدون برآمدگی است و سطح رأسی تحدب کمی دارد. دهانه گرد و در جلوی آخرین پیچش قرار گرفته است. بخش نافی گسترده و کم عمق می‌باشد.

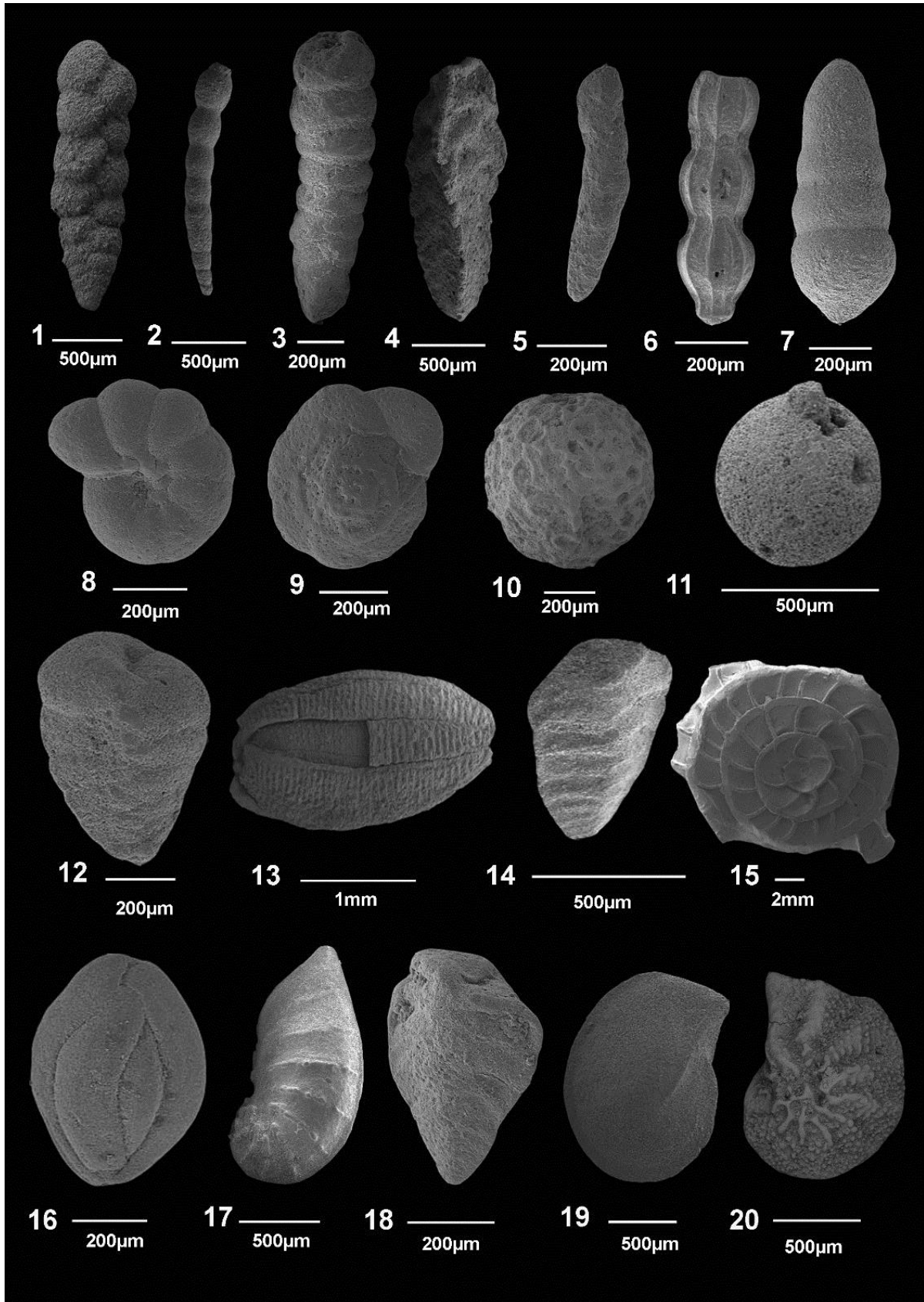
گسترش جغرافیایی: این گونه قدیمی‌ترین گونه شناخته شده از پتروپیدا در پالئوسن بالایی آمریکا است و شبیه به پتروپیداها یافت شده در ایپرسین پیشین حوضه دریای شمال (انگلستان) و ائوسن پیشین دانمارک می‌باشد. در اصل این گونه از ایپرسین حوضه پاریس معرفی شده است و از بخش‌هایی از ایپرسین روتردام در هلند، لوتسین پیشین دانمارک و ایپرسین ازبکستان نیز گزارش شده است (Janssen et al., 2007, 2010, 2011).

استنباط سن قدیمه: با توجه به حضور خرچنگ *Retrocypoda almelai* به سن ائوسن میانی (Khodaverdi, 2016)



شکل ۱۰: میکروفسیل‌های روزن‌داران در منطقه سئ و زفره

1) *Nummulites striatus*, 2) *Assilina exponens*, 3) *Nummulites perforates*, 4) *Alveolina* sp., 5) *Discocyclina* sp., 6) *Triloculina trigonula*, 7) *Miliola saxorum*, 8) *Nummulites variolarius-incrassatus*, 9) *Sphaerogypsina* sp., 10) *Lockhartia* sp., 11) *Coskinolina* sp., 12) *Operculina* sp., 13) *Orbitolites complanatus*, 14) *Rotalia* sp. and 15) *Valvolina* sp.



شکل ۱۱: روزن‌داران در منطقه سه

- 1) *Bolivina pulchra*, 2) *Dentalina budensis*, 3) *Siphonodosaria annulifera*, 4) *Trifarina wilcoxensis*, 5) *Dentalina consobrina*, 6) *Nodosaria lalejugata*
 7) *Ellisolingulina impressa*, 8) *Nonionella spissa*, 9) *Eponides polijgonvs*, 10) *Sphaerogypsina globula*, 11) *Lagena globosa*, 12) *Spiroplectinella laevis*, 13) *Alveolina* sp., 14) *Reussella elongate*, 15) *Assilina* sp., 16) *Quinqueloculina* sp., 17) *Marginulina wetherelli*, 18) *Spiroplectamina carinata*, 19) *Lenticulina excise* and 20) *Elphidium* sp.

گونه‌های خود دارند، نقش مهمی در بازسازی محیط‌های دیرینه دارند. شکم‌پایان از نظر نوع زندگی به دو گروه کف‌زی و شناور (پلاژیک) تقسیم می‌شوند. آن‌ها همچنین عادت‌ها و رژیم‌های غذایی متنوعی دارند (Todd, 2001؛ Harzhauser et al., 2003b؛ Weimin, 2005) و بر این اساس در پنج گروه شامل علف‌خواران، گوشت‌خواران، رسوب‌خواران، معلق‌خواران و همه‌چیزخواران جای گرفته‌اند (جدول ۳). توزیع، پراکندگی و تنوع گروه‌های تغذیه‌ای در یک بوم‌سازگان، تا حد زیادی با کنترل عوامل محیطی مانند میزان آشفستگی آب (Stanton & Todd, 1976؛ Weimin, 2005)، تنوع و فراوانی مواد غذایی، آهنگ رسوب‌گذاری، جریان‌ات توریدایتی، شوری، اکسیژن محلول (Latal et al., 2006) و میزان سختی بستر در ارتباط است (Stanton & Todd, 1976؛ Mandic et al., 2002). گروه‌های تغذیه‌ای شکم‌پایان علاوه بر نشان دادن نحوه زندگی، نمایانگر شرایط محیطی مانند آشفستگی آب، فراشارش، جریان آب دریا، باروری اولیه و نیز زیرمحیط‌های رسوبی است (Todd, 2001؛ Weimin, 2005؛ Zuschin et al., 2009). بنابراین، با توجه به موارد بیان شده، می‌توان بر اساس تفکیک شکم‌پایان شناسایی شده در رسوبات دریایی ائوسن در مناطق سُه و زفره، محیط‌های دیرینه آن‌ها را تعیین و تفسیر کرد.

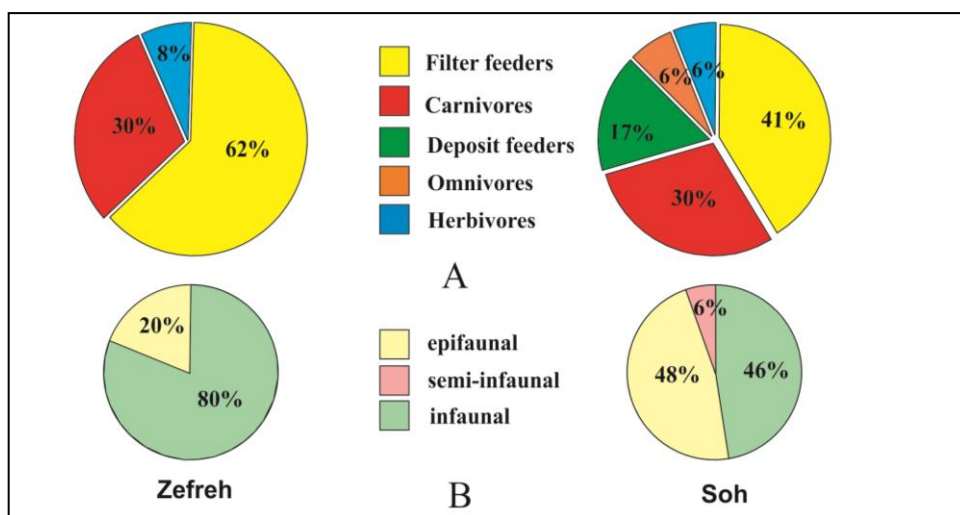
با توجه به بررسی‌های آماری انجام شده و تعداد شکم‌پایان یافت شده در منطقه سُه، صرف نظر از انواع شناور، از لحاظ نوع زندگی، ۴۸ درصد شکم‌پایان کف‌زی سطحی‌زی، ۴۶ درصد درون‌زی و ۶ درصد نیمه درون‌زی هستند. این در حالی است که در منطقه زفره ۸۰ درصد درون‌زی و ۲۰ درصد سطح‌زی هستند (شکل ۱۲A). در منطقه سُه شکم‌پایان کف‌زی از نظر نوع تغذیه ۴۱ درصد معلق‌خوار، ۳۰ درصد گوشت‌خوار، ۱۷ درصد علف‌خوار، ۶ درصد رسوب‌خوار و ۶ درصد همه چیزخوار هستند.

در مورد تعیین محیط دیرینه به کمک روزن‌داران محققان مطالعات زیادی انجام داده‌اند. به عنوان مثال، Beavington-Penney et al. (2006) معتقد هستند که اندازه و شکل *Nummulites* به طور مشخص در ارتباط با نوع محیط رسوبی است، به گونه‌ای که *Nummulites* کشیده و درشت مربوط به بخش‌های دور از ساحل و آب‌های عمیق‌تر بوده و نشان‌دهنده افزایش میزان فضای قابل رسوب‌گذاری می‌باشد و همچنین *Miliolidea* و *Alveolinida* بیشتر در قسمت‌های کم‌عمق حوضه زندگی می‌کنند (Beavington-Penney & Racey, 2004). در واقع وجود روزن‌داران کف‌زی *Alveolina* معرف بخش رمپ داخلی در پلاتفرم کربناته می‌باشد (Papazzoni et al., 2006) و همراهی *Alveolina* با *Orbitolina* نشان‌دهنده یک محیط نسبتاً آشفته و کم‌عمق است (Reiss & Hottinger, 1984). از طرف دیگر بر اساس مطالعات انجام شده توسط Sinclair et al. (1998) بر روی رسوبات ائوسن ناحیه آلپ فرانسه، رخساره *Operculina* مربوط به بخش پایینی رمپ میانی و زیر خط اثر امواج تفسیر شده است. رخساره *Discocyclina* توسط محققان زیادی مطالعه شده و نظرات متفاوتی ارائه نموده‌اند به طوری که Geel (2000) این رخساره را متعلق به آب‌های عمیق‌تر از رخساره *Asselina* ولی کم‌عمق‌تر از رخساره *Operculina* دانسته است. همچنین به عقیده Loucks et al. (1998) شکل‌های بیضوی *Discocyclina* مربوط به رمپ درونی و بالای خط اثر امواج و شکل‌های کشیده و مسطح مربوط به رمپ میانی تا خارجی است. Racey (1994) نیز با مطالعه نهشته‌های سازند Seeb در عمان به سن ائوسن میانی، حضور انواع مختلف *Nummulite* به همراه *Asselina*، *Alveolina* و *Discocyclina* را در ارتباط با رمپ میانی در نظر گرفته است.

شکم‌پایان نیز به دلیل فراوانی و تنوعی که در بین جنس‌ها و

جدول ۳: جدول فراوانی، نوع تغذیه و نوع زندگی شکم‌پایان یافت شده در مناطق مطالعه شده (برگرفته از Jeffery & Tracey, 1997)

Ecology	Locality		Trophic habits					life style
	Soh	Zefreh	Herbivores	Carnivores	Omnivores	Filter feeders	Deposit feeders	
<i>Mesalia sp.</i>	> 20	4				●		Mobile Epifaunal
<i>Velates perversus</i>	>50	>50				●		Infaunal
<i>Xenophora sp.</i>	5						●	Epifaunal
<i>Seraphs sopitus</i>	20		●					Epifaunal
<i>Seraphs volutatus</i>	10		●					Epifaunal
<i>Natica sp.</i>	30	20		●				Infaunal
<i>Bonellitia sp.</i>	10	1		●				Epifaunal
<i>Microvoluta sp.</i>	10	5		●				Epifaunal
<i>Mitrella sp.</i>	2			●				Epifaunal
<i>Cerithium sp.</i>		1	●					Epifaunal
<i>Lutetiella sp.</i>		1	●					Epifaunal
<i>Aporrhais sp.</i>	> 10				●			Semi-Infaunal
<i>Cymatium sp.</i>		1		●				Epifaunal
<i>Campanile sp.</i>		5	●					Epifaunal
<i>Pseudotaphrus sp.</i>	5						●	Epifaunal
<i>Heliconoides mercinensis</i>	*				●			Nektonic
<i>Limacina aryanensis</i>	*				●			Nektonic
<i>Altaspiratella gracilens</i>	*				●			Nektonic
<i>Altaspiratella tavianii</i>	*				●			Nektonic



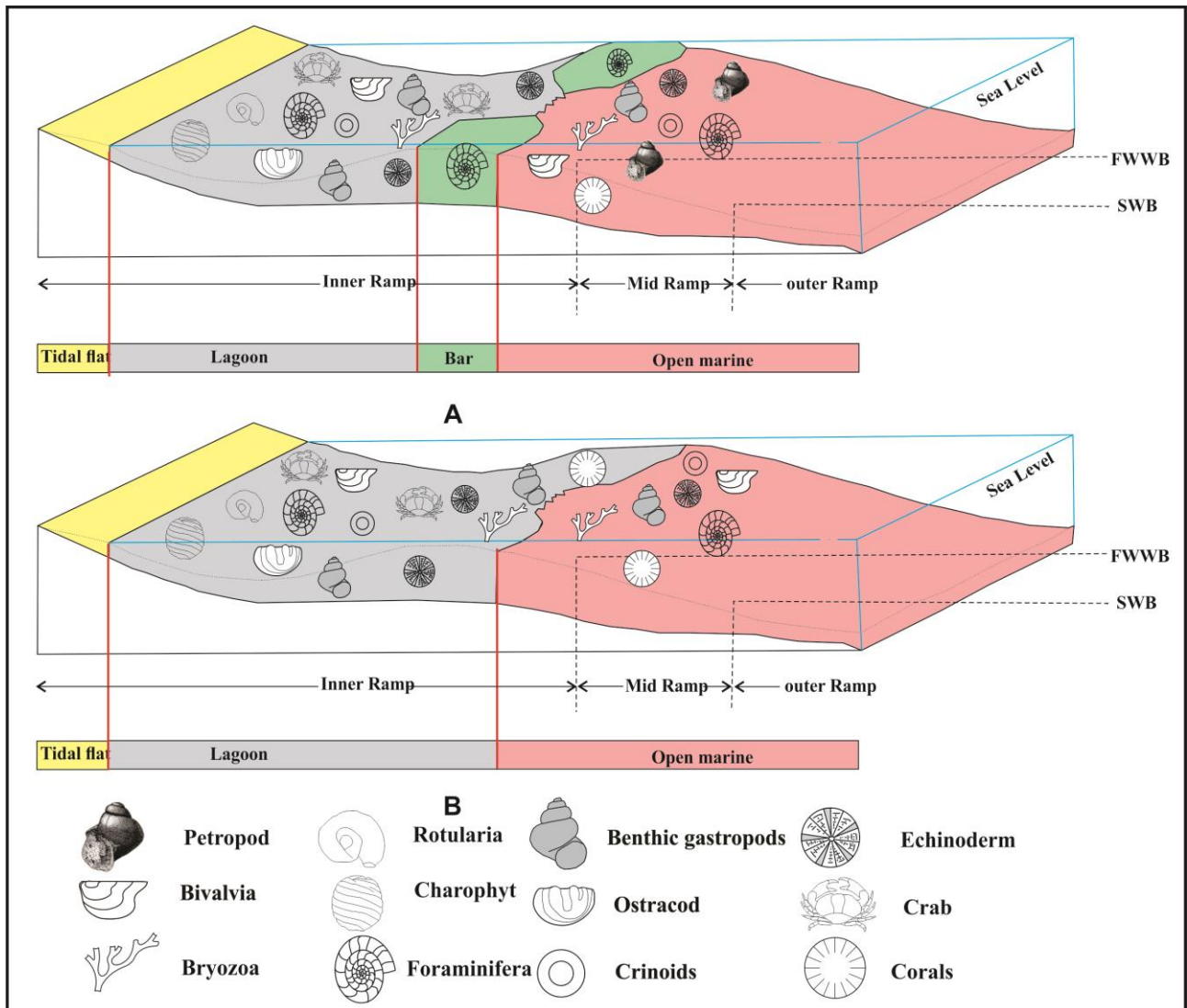
شکل ۱۲: درصد فراوانی شکم‌پایان کفزی در مناطق مطالعه شده بر اساس نوع تغذیه؛ درصد فراوانی شکم‌پایان کفزی در مناطق مطالعه شده بر اساس نوع زندگی

با در نظر گرفتن تنوع رژیم‌های تغذیه‌ای شکم‌پایان در رسوبات ائوسن مناطق مورد مطالعه، می‌توان چنین تفسیر کرد که در زمان رسوب‌گذاری، شرایط محیطی در چندین مرحله نوسان داشته است. بدین صورت که با افزایش

در منطقه زفره شکم‌پایان رسوب‌خوار و همه چیزخوار یافت نشدند و از نظر نوع تغذیه ۶۲ درصد معلق‌خوار، ۳۰ درصد گوشت‌خوار و ۸ درصد علف‌خوار هستند (شکل ۱۲B).

حوضه، شرایط مساعد برای رشد و گسترش سایر شکم‌پایان فراهم می‌شود و انواع شکم‌پایان علف‌خوار و گوشت‌خوار در قسمت‌های میانی و عمیق‌تر لاگون ساحلی یا بخش‌های کم عمق رمپ میانی گسترش می‌یابند (Dodd & Stanton, 1982). بنابراین با توجه به فراوانی حضور شکم‌پایان و روزن‌داران در مناطق سُه و زفره و ذکر موارد بالا چنین به نظر می‌رسد که این رسوبات در بخش‌های پرانرژی‌تر میان کشندی (اینترتایدال) تا بخش‌های میانی و ژرف‌تر یک پهنه کم نور (الیگوفوتیک) در یک رمپ میانی نهشته شده‌اند (شکل ۱۳).

آشفته‌گی و پرانرژی‌تر شدن آب (همزمان با پس‌روی آب دریا) و نیز کاهش آهنگ رسوب‌گذاری، شکم‌پایان معلق خوار گسترش یافته‌اند (معلق‌خواران معرف پرانرژی‌ترین بخش‌های محیط به ویژه پهنه‌های میان کشندی می‌باشند) (Dodd & Stanton, 1982). سپس با بالا آمدن سطح آب، ورود مواد آواری به حوضه قطع شده است، آهنگ رسوب‌گذاری به تدریج افزایش یافته و خرده‌های ریزگیاهی و سایر مواد حمل شده، شروع به ته‌نشینی در کف بستر می‌کنند و بدین ترتیب با افزایش میزان رسوب‌گذاری در محیط، شرایط آرام و کم انرژی تر آب، افزایش ژرفا و فراوانی مواد آلی ریز در بستر



شکل ۱۳: مدل پیشنهادی محیط زیست دیرینه نهشته‌های اتوسن در دو منطقه (A سُه، B) زفره

نتیجه‌گیری

با مطالعه شکم‌پایان یافت شده از نهشته‌های ائوسن در دو منطقه سه در شمال غرب و زفره در شمال شرق اصفهان، در مجموع ۱۴ خانواده Campanilidae, Aprrhaidae, Cancellaridae, Columbelloidae, Cerithiidae, Neritidae, Naticidae, Hydrobiidae, Cymatidae, Rissoida, Turritellidae, Seraphsidae, Xenophoridae و Volutomitridae ۱۴ جنس *Cerithium*, *Campanile*, *Bonellitia*, *Aporrhais*, *Microvoluta*, *Mesalia*, *Lutetiella*, *Cymatium*, *Velates*, *Seraphs*, *Pseudotaphrus*, *Natica*, *Mittrella* و *Xenophora* و ۳ گونه *Seraphs sopitus*, *Seraphs* و *Velatus perversus* از انواع شکم‌پایان کفزی در هر دو منطقه و همچنین خانواده Limacinidae از شکم‌پایان بلاژیک شامل ۳ جنس *Altaspiratella* و *Limacina* و *Heliconoides* و ۴ گونه *Altaspiratella*, *Heliconoides*, *Altaspiratella gracilens tavianii* و *Limacina aaryanaensis* و *mercinensis* در منطقه سه شناسایی و معرفی شدند که سن آنها ائوسن پیشین - میانی می‌باشد. همچنین در هر دو منطقه سه و زفره بیشترین فراوانی شکم‌پایان کفزی متعلق به گونه *Velatus perversus* از خانواده Neritidae می‌باشد. حضور خانواده‌ها و جنس‌های یکسان در هر دو منطقه بیانگر شرایط زیست محیطی یکسان

در زمان تشکیل رسوبات ائوسن در مناطق مورد نظر می‌باشد. با بررسی شرایط زندگی شکم‌پایان این مناطق که بیشتر درون‌زی و سطحی‌زی هستند و همچنین رژیم تغذیه‌ای آنها که شامل انواع معلق‌خوار، علف‌خوار و گوشت‌خوار می‌باشند و با ذکر این نکته که معلق‌خواران معرف حداکثر انرژی محیط و حداقل نرخ رسوب‌گذاری می‌باشند و شرایط محیطی آشفته و پر انرژی (میان‌کشدی) را نشان می‌دهند و انواع دیگر (علف‌خواران و گوشت‌خواران) بیانگر شرایط محیطی آرام و کم انرژی با نرخ رسوب‌گذاری بالا (بخش‌های میانی و عمیق‌تر لاگون تا بخش‌های کم عمق رمپ میانی) می‌باشند و نیز با در نظر گرفتن سایر فونای یافت شده همراه آنها به خصوص روزن‌داران کفزی بزرگ مانند *Miliolidea*, *Discocyclina*, *Asselina*, *Alveolina* و *Operculina* و *Orbitolina*، برای محیط دیرینه هر دو منطقه، بستری نرم و ماسه‌ای، محیطی گرمسیری و کم عمق (میان‌کشدی) تا کمی عمیق‌تر (رمپ میانی) پیشنهاد می‌شود.

سپاس‌گزاری

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از معاونت پژوهشی دانشگاه اصفهان بابت حمایت‌های مالی و معنوی در انجام این پژوهش تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

- آقاباتی، ع.، ۱۳۸۵. زمین‌شناسی ایران. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ص.
- بختیاری، س.، ۱۳۸۶. اطلس راه‌های ایران با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰. مؤسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی، ۳۰۵ص.
- حاجیان، ج.، ۱۳۷۵. زمین‌شناسی ایران: پالتوسن - ائوسن در ایران. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۴۶۰ص.
- زاهدی، م.، ۱۳۷۰. شرح نقشه زمین‌شناسی چهار گوش کاشان مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۹۸ص.

- صدری، ص.، ۱۳۹۰. زیست‌چینه‌نگاری و سنگ‌چینه‌نگاری رسوبات ائوسن در شمال غرب اصفهان سنکلینال منطقه سُه (بر اساس ماکروفسیل و میکروفسیل). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان، ۱۰۹ص.
- مجملی رنانی، م.، ۱۳۸۸. محیط‌های رسوبی و رخساره‌های مربوط به پیش‌روی دریای ائوسن در شمال و شمال شرق اصفهان (مناطق سُه و زفره). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان، ۲۰۰ص.
- Adams, A., & Adams, A., 1858. The genera of recent Mollusca 2. *John Van Voorst*, London, 1-68.
- Aldrich, T.H., 1887. Notes on Tertiary fossils, with descriptions of new species. *The Journal of the Cincinnati Society of Natural History*, 10 (2): 78-83.
- Angas, G.F., 1877. Descriptions of one genus and twenty-five species of marine shells from New South Wales. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 45: 171-194.
- Beavington-Penney, S.J., & Racey, A., 2004. Ecology of extant nummulitids and other larger benthic foraminifera: applications in palaeoenvironmental analysis. *Earth-Science Reviews*, 67: 219-265.
- Beavington-Penney, S.J., Wright, V.P., & Racey, A., 2006. The Middle Eocene Seeb formation of Oman: an investigation of acyclicity, stratigraphic completeness and accumulation rates in shallow marine carbonate settings. *Journal of Sedimentary Research*, 76: 1137-1161.
- Bice, K.L., & Marotzke, J., 2002. Could changing ocean circulation have destabilized methane hydrate at the Paleocene-Eocene boundary?. *Palaeoceanography*, 17: 431-541.
- Bontscheff, S., 1896-1897. Das Tertiärbecken von Haskovo (Bulgarien). *Jahrbuch der Kaiserlich Königlichen Geologischen Reichsanstalt*, 46: 310-384.
- Bosc, L.A.G., 1817. Limacine. *Nouveau Dictionnaire d'Histoire naturelle*, 18: 1-42.
- Bouchet, P., Rocroi, J.P., Hausdorf, B., Kaim, A., Kano, Y., Nützel, A., Parkhaev, p., Schrödl, M., & Strong, E.E., 2017. Revised Classification, nomenclator and typification of gastropod and monoplacophoran families. *Malacologia*, 61 (1-2): 1-526.
- Boussac, J., 1911. Études paléontologiques sur le Nummulitique Alpin. *Mémoires pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France*, 1-438.
- Bown, G.J., & Kochpl, D., 2004. A humid climate state during the Paleocene-Eocene thermal maximum. *Journal of Biology and Nature*, 432: 495-499.
- Bruguière, J.G., 1789. Encyclopedie méthodique ou par ordre de matières. *Histoire naturelle des vers*, Pancoucke, Paris, 1: 1-344.
- Cahuzac, B., & Janssen, A.W., 2011. Eocene to Miocene holoplanktonic Mollusca (Gastropoda) of the Aquitaine Basin, southwest France. *Scripta Geologica*, 141: 1-193.
- Caze, B., Merle, D., Pacaud, J.M., & Saint Martin, J.P., 2010. First systematic study using the variability of the residual colour patterns: the case of the Paleogene Seraphsidae (Mollusca, Gastropoda, Stromboidea). *Geodiversitas*, 32 (3): 417-477.
- Caze, B., Merle, D., Saint Martin, J.P., & Pacaud, J.M., 2012. Les mollusques éocènes se dévoilent sous ultraviolet. In: Les coquillages de l'Éocène du Bassin parisien, un trésor inestimable vieux de plusieurs dizaines de millions d'années. *Fossiles, hors-série*, III, 1-56.
- Cossmann, M., 1888. Catalogue illustré des coquilles fossiles de l'Éocène des environs de Paris. *Annales de la Société royale malacologique de Belgique*, 23: 3-324.
- Cossmann, M., & Pissarro, G., 1904-1913. Iconographie complete des Coquilles fossiles de l'Éocène des Environs de Paris. Tome 2, Scaphopodes, Gastropodes, Brachiopodes, Céphalopodes et supplément, Paris, 1-65.
- Cossmann, M., 1925. Essais de paleoconchologie comparee. *Press Universitaires de France*, Paris, 13: 1-345.
- Curry, D., 1965. The English Palaeogene pteropods. *Proceedings of the Malacological Society of London*, 36: 357-371.
- Curry, D., 1982. Pteropodes éocènes de la tuilerie de Gan (Pyrénées-Atlantiques) et de quelques autres localités du SW, de la France. *Cahiers de Micropaléontologie*, 4 (1981): 35-44.

- Cuvier, G., 1797. Tableau élémentaire de l'histoire naturelle des animaux. *Paris*, 1-710.
- Da Costa, E.M., 1778. *Historia Naturalis Testaceorum Britanniae* or, the British Conchology. *London*, 1- 254.
- Dainelli, G., 1904. La fauna eocenica di Bribir in Dalmazia, Parte prima, *Palaeontographia Italica. Memoir Paleontology*, 10: 141-170.
- Dainelli, G., 1905. La fauna eocenica di Bribir in Dalmazia, Parte seconda, *Palaeontographia Italica. Memoir Paleontology*, 11: 135-226.
- Dainelli, G., 1915. L'Eocene Friulano Monografia geologica e paleontologica. *Memorie geografiche*, 1-721.
- Dall, W.H., & Bartsch, P., 1904. Synopsis of the genera, subgenera and sections of the family Pyramidellidae. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 17: 1-16.
- Fakhari, M., Axen, G.J., Horton, B.K., Hassanzadeh, J., & Amini, A., 2008. Revised age of proximal deposits in the Zagros Foreland Basin and implications for Cenozoic evolution of the High Zagros. *Tectonophysics*, 451 (1-4): 170-185.
- Férussac, A.E.de., 1822. Tableaux systématiques des animaux mollusques. *Bertrand*, Paris, 1-111.
- Fischer, G., 1807. *Museum Demidoff*, ou, Catalogue systématique et raisonné des curiosités de la nature et de l'art: données à l'Université Impériale de Moscou par son excellence Monsieur Paul de Demidoff. *Moscow: Imprimerie de Université Impériale de Moscou*, 3: 1-330.
- Fischer, P., 1884. Manuel de conchyliologie et de paleontology conchiliologique, ou histoire naturelle des mollusques vivants et fossils. *Savy*, Paris, 609-688.
- Gaskoin, J.S., 1852. Descriptions of twenty species of Collumbellae and one species of Cypraea. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 1851 (219): 2-14.
- 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.
- Gmelin, J.F., 1789. *Carola a Linné Systema Naturae. Leipzig* - G. E. Beer, 1 (3): 1033-1516.
- Gmelin, J.F., 1791. *Systema Naturae per Regna Tria Naturae, Secundum Classes, Ordines, Genera, Species, cum Characteribus, Differentiis, Synonymis. Locis*. 6, Lyon, 3021-3910.
- Godwin-Austen, H.H., 1882. On a fossil species of Camptoceras, a freshwater mollusk from the Eocene of Sheerness-on-Sea. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, 38: 218-221.
- Gray, J.E., 1847. A list of the genera of Recent Mollusca, their synonyms and types. *Proceedings of the Zoological Society of London*, 15: 229-239.
- Harzhauser, M., Daxner-Höck, G., Boon-Kriskoiz, E., Coric, S., Mandic, O., Miklas-Tempfer, P., Roetzel, R., Rögl, F., Schultz, O., Spezzaferri, S., Ziegler, R., & Zorn, I., 2003 b. Paleoecology and biostratigraphy of the Gaiendorf Formation (lower Middle Miocene, Lower Badenian, Austria). *Annalen des Naturhistorischen Museums Wien*, 104: 45-76.
- Hodgkinson, K.A., Garvie, C.L., & Bé, A.W.H., 1992. Eocene euthecosomatous Pteropoda (Gastropoda) of the Gulf and eastern Coasts of North America. *Bulletins of American Paleontology*, 103 (341): 5-62.
- Hottinger, L., 1998. Shallow benthic foraminifera at the Paleocene-Eocene boundary. *Strata*, 9: 61-64.
- Iredale, T., 1917. More Molluscan name-changes, generic and specific. *Proceedings of The Malacological Society of London*, 12: 322-330.
- Janssen, A.W., Schnetler, K.I., & Heilmann-Clausen, C., 2007. Notes on the systematics, morphology and biostratigraphy of fossil holoplanktonic Mollusca 19. Pteropods (Gastropoda, Euthecosomata) from the Eocene Lillebælt Clay Formation (Denmark, Jylland). *Basteria*, 71: 157-168
- Janssen, A.W., 2010. Pteropods (Mollusca, Euthecosomata) from the early Eocene of Rotterdam (the Netherlands). *Scripta Geologica Special Issue*, 7: 161-175.
- Janssen, A.W., King, C., & Steurbaut, E., 2011. Notes on the systematics, morphology and biostratigraphy of fossil holoplanktonic Mollusca 21. Early and middle Eocene (Ypresian-Lutetian) holoplanktonic Mollusca (Gastropoda) from Uzbekistan. *Basteria*, 75: 71-93.

- Janssen, A.W., & Peijnenburg, K.T.C.A., 2013. Holoplanktonic Mollusca: development in the Mediterranean Basin during the last 30 Ma and their future. *In: Goffredo, S., & Dubinsky, Z., (eds.), The Mediterranean Sea: Its history and present challenges. Springer, 341-362.*
- Janssen, A.W., Jagt, J.W.M., Yazdi, M., Bahrami, A., & Sadri, S., 2013. Early-middle Eocene faunal assemblages from the Soh area, north-central Iran, 1. Introduction and pteropods (Mollusca, Gastropoda, Thecosomata). *Cainozoic Research, 10* (1-2): 23-34.
- Janssen, A.W., Sessa, J.A., & Thomas, E., 2016. Pteropoda (Mollusca, Gastropoda, and Thecosomata) from the Paleocene-Eocene Thermal Maximum (United States Atlantic Coastal Plain). *Palaeontologia Electronica, 19* (3.47A): 1-26.
- Janssen, A.W., & Peijnenburg, K.T.C.A., 2017. An overview of the fossil record of Pteropoda (Mollusca, Gastropoda and Heterobranchia). *Cainozoic Research, 17* (1): 3-10.
- Jeffery, P., & Tracey, S., 1997. The Early Eocene London Clay Formation mollusc fauna of the former Bursledon Brickworks, Lower Swanwick, Hampshire. *Tertiary Research, 17*: 75-137.
- Jousseume, F., 1887. Mollusques nouveaux de la République de l'Equateur. *Bulletin de la Société zoologique de Franc, 12*: 165-186.
- Kadolsky, D., 2015. *Lutetiella*, a new genus of hydrobioids from the Middle Eocene (Lutetian) of the Upper Rhine Graben and Paris Basin (Mollusca: Gastropoda: Rissooidea s. lat.). *Geologica saxonica, 61* (1): 35-51.
- Keen, A.M., & Cox, L.R., 1960. Neritidae. *In: Moore, R.C., (ed.), Treatise on Invertebrate Paleontology, Mollusca I, part I. Geological Society of America and Kansas University Press, Lawrence, 1279-1285.*
- Khodaverdi Hassan-vand, M., Bahrami, A., Yazdi, M., Ossó, A., Safari, A., Martínez, J.L., & Vega, F.J., 2016. Occurrence of Retrocypoda almelai Via Boada, 1959 (Decapoda: Retroplumidae) in the Eocene of Central Iran. *Paleontología Mexicana, 5*: 21-31.
- Khodaverdi Hassan-vand, M., Kočí, T., Bahrami, A., Yazdi, M., & Safari, A., 2018. The serpulid polychaete *Rotularia spirulaea* (Lamarck, 1818) from the Eocene of Isfahan (Iran) and its palaeoecological implication. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie-Abhandlungen, 1-20.*
- Klepač, K., 2003. Puževi-Gastropoda. *In: Klepač, V.K., (ed.), Fosilna fauna otoka Krka, atlas (Fossil fauna of the island of Krk, Atlas). Prirodoslovni muzej Rijeka, 269-365.*
- Korobkov, I.A., 1966. Krylonogie (Mollusca Pteropoda) paleogenovykh otlozhenij juga S.S.S.R. *Voprosy Paleontologii, 5*: 71-92.
- Lamarck, J.B.DE., 1802. Suite des Mémoires sur les fossiles des environs de Paris. *Annales du Muséum d'Histoire naturelle, 1*: 383-391
- Latal, C., Piller, W.E., & Harzhauser, M., 2006. Small-scaled environmental changes: indications from stable isotopes of gastropods (Early Miocene, Korneuburg Basin, Austria). *International Journal of Earth Sciences, 95*: 95-106.
- Linnaeus, C., 1758. Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis 1 (editio decima, reformata). *Holmiae (Salvii): 1-824.*
- Loucks, R.G., Moody, R.T.J., Bellis, J.K., & Brown, A.A., 1998. Regional depositional setting and pore network systems of the El Garia Formation (Metlaoui Group, lower Eocene), offshore Tunisia. *In: MacGregor, D.S., Moody, R.T.J., & Clark-Lowes, D.D., (eds.), Petroleum Geology of North Africa. Geological Society Special Publication, 132: 355-374.*
- Malaroda, R., 1954. Il Luteziano di Monte Postale (Lessini medi). *Memorie degli Istituti di Geologia e Mineralogia dell'Università di Padova, 19* (1955-1956): 3-107.
- Mandic, O., Harzhauser, M., Spezzaferri, S., & Zuschen, M., 2002. The paleoenvironment of an early Middle Miocene Paratethys sequence in NE Austria with special emphasis on paleoecology of mollusks and foraminifera. *Geobios, Mémoire spécial, 24*: 193-205.
- Montfort, D.De., 1810. Conchyliologie systématique, et classification méthodique des coquilles off rant leurs figures, leur arrangement générique, leurs descriptions caractéristiques, leurs noms, ainsi que leur synonymie en plusieurs langues. Tome second: coquilles univalves, non cloisonnées. *Schoell, Paris, 1-676.*

- Okan, Y., & Hoşgör, İ., 2009. Early Eocene (Middle-Late Cuisian) molluscs assemblage from the harpactocarcinid beds, in the Yoncali Formation of the Cankiri Basin, Central Anatolia, and implications for Tethys paleogeography. *Geological Bulletin of Turkey*, 52: 1-30.
- Orbigny, A.d., 1834-1847. Voyage dans l'Amérique Méridionale. *Pitois-Levrault, Ve. Levrault* in Paris, Strasbourg, 3 (3): 1-758.
- Papazzoni, C.A., & Trevisani, E., 2006. Facies analysis, palaeoenvironmental reconstruction, and biostratigraphy of the 'Pesciara di Bolca' (Verona, northern Italy): an early Eocene Fossil- Lagerstätte. *Palaeogeogr, Palaeoclimatol, Palaeoecology*, 242: 21-35.
- Parra-Flores, A., & Gasca, R., 2009. Distribution of pteropods (Mollusca: Gastropoda: Thecosomata) in surface waters (0-100 m) of the Western Caribbean Sea (winter, 2007). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 44 (3): 647-662.
- Pavlovec, R., 1959. Zgornjeocenska favna iz okolice Drniča. Razprave 4. *Razreda SAZU, Ljubljana*, 5: 349-416.
- Phipps, C.J., 1774. A voyage towards the North Pole undertaken by his Majesty's Command 1773. *London (Bowyer, W., & Nichols, J.,)*, 1-253.
- Piccoli, G., 1984. Cenozoic molluscan associations of Mediterranean and south-east Asia: a comparison. *Memoir Science Geology, Memoir Ist. Geology Mineralia*, University Padova, 36: 499-521.
- Piccoli, G., Sartori, S., & Franchino, A., 1986. Mathematical model of the migration of Cenozoic benthic molluscs in the Tethyan belt. *Memoir Science Geology, Memoir Ist. Geology Mineralia*, University Padova, 38: 207-244.
- Pinna, G., 1989. Il Grande Libro dei Fossili. *Biblioteca Universale Rizzoli*, Milano, 1-381.
- Quoy, G.R.C., & Gaimard, J.P., 1834. Voyage de decouvertes de la Corvette l'Astrolabe 3. *Zoologic, J. Tatu*, Paris, 1-366.
- Racey, A., 1994. Biostratigraphy and palaeobiogeographic significance of Tertiary nummulitids (foraminifera) from northern Oman. In: Simmons, M.D., (ed.), *Micropalaeontology and Hydrocarbon Exploration in the Middle East. Chapman and Hall*, London, 343-370.
- Rafinesque, C.S., 1815. Analyse de la nature, ou tableau de l'univers et les corps organises. *Palermo*, 1-224.
- Reiss, Z., & Hottinger, L., 1984. The Gulf of Aqaba. Ecological micropaleontology. (Ecological Studies, 50). *Springer-Verlag*, New York, 1-354.
- Risso, A., 1826. Histoire naturelle des principales productions de l'Europe Méridionale et particulièrement de celles des environs de Nice et des Alpes Maritimes. Paris, *Levrault*, 1: 1-448.
- Röding, P.F., 1798. Museum Boltenianum sive Catalogus cimeliorum e tribus regnis naturae quae olim collegerat Joa. Fried. Bolten M. D. p. d. Pars secunda continens Conchyliia sive Testacea univalvia, bivalvia et multivalvia, 1-148.
- Scopoli, G.A., 1777. Introductio ad historiam naturalem, sistens genera lapidum, plantarum et animalium hactenus detecta, caracteribus essentialibus donata, in tribus divisa, subinde ad leges naturae. *Pragu*, 1-506.
- Sinclair, H.D., Sayer, Z.R., & Tucker, M.E., 1998. Carbonate sedimentation during early foreland basin subsidence: the Eocene succession of the French Alps. In: Wright, V.P., & Burchette, T.P., (eds.), *Carbonate Ramps. Geological Society of London Special Publication*, 149: 205-227.
- Soklić, I., 2001. Fossilna flora i fauna Bosne i Hercegovine. *Djela, Sarajevo*, 1-585.
- Solander, D.C., 1766. Descriptiones Specierum. In: Brander, G., (ed.), *Fossilia Hantoniensia collecta, et in Musaeo Britannico deposita. London*, 9-43.
- Stanton, R.J., & Todd, J.R., 1976. The application of trophic structure of fossil communities in paleoenvironmental reconstruction. *Lethaia*, 9: 327- 342.
- Strausz, L., 1966. Dudari eocén csigák. (Die Eozängastropoden von Dudar in Ungarn). *Geologica Hungarica, Series Palaeontological, Budapestini*, 33: 1-199.
- Temkova, V., 1958. Paleontološka obrabotka na faunata vo Tikveškiot basen i okolinata (urgon, priabon, neogen i pleistocen). *Trudovi geology, zavod N. R. Makedonija*, 1957-1958, Skopje, 6: 93-126.
- Todd, J.A., 2001. Molluscan life habitates databases, in: *Neogene marine biota of tropical America*.

- Watelet, A., & Lefèvre, T., 1885. Note sur des ptéropodes du genre Spirialis découverts dans le Bassin de Paris. *Annales de la Société malacologique de Belgique*, 15 (for 1880): 100-103.
- Weimin, F., 2005. Microgastropod trophic structure of the Yongshu reef, South China Sea, since the late Pleistocene in relation to paleoenvironment. *Journal of Asian earth sciences*, 25: 291- 300.
- Wenz, W., 1938. Gastropoda Handbuch der Paläozoologie. In: Schindewolf, O.H., (ed.), Band 6, Teil 1: Allgemeiner Teil und Prosobranchia. *Gebrüder Borntraeger*, Berlin, 1-1639.
- Wood, A.J.C., & Saul, L.R., 1986. New Neritidae from southwestern North America. *Journal of Paleontology*, 60: 636-655.
- Zahedi, M., 1973. Geological map of the Soh area: *Geological Survey of Iran*, Tehran, no. 27, 1/100,000.
- Zahedi, M., 1978. Geological map of the Isfahan: *Geological Survey of Iran*, Tehran, 1/100,000.
- Zuschin, M., Janssen, R., & Baal, C., 2009. Gastropods and their habitats from the northern Red Sea (Egypt: Safaga) Part 1: Patellogastropoda, Vetigastropoda and Cycloneritimorpha. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien* 111A, 73-158.

Benthic and Planktonic Gastropods from Eocene deposits in the Soh and Zefreh areas, north of Isfahan, central Iran

Khodaverdi Hasan-vand, M.¹, Bahrami, A.², Yazdi, M.^{3*}, Safari, A.⁴

1-Ph.D. Student in Paleontology and Stratigraphy, Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran

2-Associate Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran

3-Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran

4-Assistant Professor, Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran

E-mail: meh.yazdi@gmail.com

Introduction

In the Paleocene-Eocene boundary, major climate and geological events have occurred throughout the world (PETM), which has led to an increase in deep water temperatures and has caused significant changes in the marine Organisms environment (Bown & Kochpl, 2004). The Eocene deposits in the central Iran extends very wide from the western border of the Zagros Mountains, in to the the northern border of the Alborz Mountains and its southern border extends to the Sirjan and southern Kerman areas (Hajjii, 1996). In Isfahan basin, the age of Eocene deposits are predominantly lutetian, the sedimentary unit including periodic conglomerate, marl and limestone (Zahedi, 1991). Eocene deposits at the Soh and Zefreh areas consist of the macrofossils such as bivalves, gastropods, crab, and microfossils such as foraminifera, charophyte and ostracod (Zahedi, 1991; Sadri, 2011; Khodaverdi Hassan-vand *et al.*, 2016, 2018). This research is focused on the systematic paleontology and paleoecology of the gastropods.

Materials and Methods

In order to study of the gastropods from the Soh and Zefreh areas (central Iran), 300 fossils samples were collected and classified based on the shape of shells and their external and internal structural characteristics, e.g.: ratio of length to width, apertural shape and existence or absence of siphonale canal. In addition, to study the paleoecology and palaeoenvironment of these areas, 200 thin sections and also 50 marl samples were prepared and processed.

Discussion

Gastropods are one of the most abundant macrofossils found in the Eocene deposits in the Soh and Zefreh areas. In this research, 15 families from gastropods, consisting of 14 families (Aporrhaidae, Campanilidae, Cancellaridae, Cerithiidae, Columbelloidae, Cymatidae, Naticidae, Neritidae, Rissoida, Seraphsidae, Turritellidae, Volutomitridae and Xenophoridae), including 14 genera (*Aporrhais*, *Bonellitia*, *Campanile*, *Cerithium*, *Cymatium*, *Lutetiella*, *Mesalia*, *Microvoluta*, *Mitrella*, *Natica*, *Pseudotaphrus*, *Seraphs*, *Velates* and *Xenophora*) and 3 species (*Seraphs Sopotus*, *Seraphs volutatus* and *Velates perversus*) from Benthic gastropods, also, 1 family (Limacinidae), from pelagic gastropods (pteropoda) including 3 genera (*Altaspiratella*, *Heliconoides* and *Limacina*) and 4 species (*Altaspiratella gracilens*, *Altaspiratella tavianii*, *Heliconoid mercinensis* and *Limacina aryanensis*) were identified. In addition to the gastropods, large benthic foraminifers are one of the most important microfossils that can be found in the Soh and Zefreh areas. The presence of large benthic foraminifers such as, *Alveolina*, *Discocyclina*, *Nummulites* and *Miliolida* can help to determine the palaeoenvironmental analysis of the deposits (Reiss & Hottinger, 1984; Racey, 1994; Loucks *et al.*, 1998; Geel, 2000; Beavington-Penney & Racey, 2004; Beavington-Penney *et al.*, 2006; Papazzoni *et al.*, 2006).

Conclusion

Many of the identified gastropods have been reported from the Eocene deposits of other Eocene outcrops in the world, e.g.; Eastern and Western Europe, Africa and parts of Asia that shows these areas were part of the Tethys (Indopacific-Atlantic). According to, the distribution of gastropods the paleo environments is been controlled by trophic habitats that directly depend on the environmental changes such as water turbulence,

sedimentation and suspension rates and water energy and also the presences of large benthic foraminifers (*Alveolina*, *Discocyclina*, *Nummulites* and *Miliolida*) interpret a shallow marine with a higher energy.

Keywords: Eocene; Gastropoda; Bagheri Syncline; Sarake Syncline; Soh; Zefreh.

References

- Beavington-Penney, S.J., & Racey, A., 2004. Ecology of extant nummulitids and other larger benthic foraminifera: applications in palaeoenvironmental analysis. *Earth-Science Reviews*, 67: 219-265.
- Beavington-Penney, S.J., Wright, V.P., & Racey, A., 2006. The Middle Eocene Seeb formation of Oman: an investigation of acyclicity, stratigraphic completeness and accumulation rates in shallow marine carbonate settings. *Journal of Sedimentary Research*, 76: 1137-1161.
- Bown, G.J., & Kochpl, D., 2004. A humid climate state during the Paleocene-Eocene thermal maximum. *Journal of Biology and Nature*, 432: 495-499.
- 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.
- Hajjii, J., 1996. Geology of Iran, Paleocene-Eocene in Iran. Ministry of Mines and Metals. *Geological Survey of Iran*, 1-460.
- Khodaverdi Hassan-vand, M., Bahrami, A., Yazdi, M., Ossó, A., Safari, A., Martínez, J.L., & Vega, F.J., 2016. Occurrence of Retrocyprina almelai Via Boada, 1959 (Decapoda: Retroplumidae) in the Eocene of Central Iran. *Paleontología Mexicana*, 5: 21-31.
- Khodaverdi Hassan-vand, M., Kočí, T., Bahrami, A., Yazdi, M., & Safari, A., 2018. The serpulid polychaete *Rotularia spirulaea* (Lamarck, 1818) from the Eocene of Isfahan (Iran) and its palaeoecological implication. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie-Abhandlungen*, 1-20.
- Loucks, R.G., Moody, R.T.J., Bellis, J.K., & Brown, A.A., 1998. Regional depositional setting and pore network systems of the El Garia Formation (Metlaoui Group, lower Eocene), offshore Tunisia. In: MacGregor, D.S., Moody, R.T.J., & Clark-Lowes, D.D., (eds.), *Petroleum Geology of North Africa. Geological Society Special Publication*, 132: 355-374.
- Papazzoni, C.A., & Trevisani, E., 2006. Facies analysis, palaeoenvironmental reconstruction, and biostratigraphy of the 'Pesciara di Bolca' (Verona, northern Italy): an early Eocene Fossil- Lagerstätte. *Palaeogeogr, Palaeoclimatol, Palaeoecology*, 242: 21-35.
- Racey, A., 1994. Biostratigraphy and palaeobiogeographic significance of Tertiary nummulitids (foraminifera) from northern Oman. In: Simmons, M.D., (ed.), *Micropalaeontology and Hydrocarbon Exploration in the Middle East. Chapman and Hall*, London, 343-370.
- Reiss, Z., & Hottinger, L., 1984. The Gulf of Aqaba. Ecological micropaleontology. (Ecological Studies, 50). *Springer-Verlag*, New York, 1-354.
- Risso, A., 1826. Histoire naturelle des principales productions de l'Europe Méridionale et particulièrement de celles des environs de Nice et des Alpes Maritimes. Paris, *Levrault*, 1: 1-448.
- Sadri, P., 2011. Biostratigraphy and stratigraphy of Eocene sediments in the northwest of Esfahan, syncline of Soh area, (based on macrofossil and microfossils). *M.Sc. thesis, Isfahan University*, 1-109.
- Zahedi, M., 1991. A description of the geological map of Kashan (1: 250000). *Geological Survey of Iran*, 1-98.