



ORIGINAL RESEARCH PAPER (Marine Science)

## Age Determination of a whale fossil based on microfossil findings in coastal sediments of Negor region, southeastern Iran

Mohyeddin Ahrari Roudi <sup>1\*</sup>, Aziz Ollah Tajvar<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Assistant Professor, Department of Oceanography, Faculty of Marine Science, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran.

<sup>2</sup> Assistant Professor, Department of Oceanography, Faculty of Marine Science, , Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran.

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Received:2022/07/2

Revised: 2023/08/1

Accepted: 2023/06/5

#### Keywords:

whale fossil  
Marl deposits  
Macrofossil  
Microfossil  
Makran Coast

#### \*Corresponding author:

✉ [Ahrari@cmu.ac.ir](mailto:Ahrari@cmu.ac.ir)

orcid : 0000-0003-8231-4625

doi: 10.52547/joc.14.53.7

doi:20.1001.1.15621057.1402.14.53.7.1

### ABSTRACT

**Background and Objectives:** The Makran coastal strip in southeastern Iran is composed of sediment units such as marl, sandstone, and detrital siliceous-carbonatous deposits attributed to the Pleistocene, which formed in a high energy environment and under the influence of wave action. Marl units with a thickness of nearly 8 meters make up the most outcrops in this region and contain different fossilized species of benthic and deep foraminifera. In field studies, remains of a whale fossil were identified in these sediments.

**Methods:** In order to determine the age of the whale fossil, the fossilized remains of the whale and its associated fossils in marl deposits have been used. Fossil samples were collected from different rock units and different layers, and macrofossils were studied by binocular microscope and Scanning Electron Microscope (SEM) was utilized to identify microfossils.

**Findings:** 12 genera and 13 different species of deep and benthic foraminifera with hyaline and porcelain walls were identified. Analysis of these fossils indicates that their age belongs to the Tertiary period. Characteristic microfossils that are used to determine the age of the whale fossils were most abundant in the Middle Miocene to Late Miocene.

**Conclusion:** Based on the studies of the whale fossil and the most index fossils associated with it, such as the species of Textularia, Globizirina, Globurotalia, Nomolite and Microgastropoda, the Middle to Late Miocene (11 to 5 million years ago) is considered for the age of the whale fossil.



NUMBER OF TABLES

1



NUMBER OF FIGURES

6



NUMBER OF REFERENCES

34

## مقاله پژوهشی (علوم دریایی)

# تعیین سن سنگواره نهنگ بر پایه یافته‌های میکروفسیل در رسوبات ساحلی منطقه نگور، جنوب خاوری ایران

م‌حی‌الدین احرارای رودی<sup>\*</sup>، عزیزالله تاج‌ور<sup>۲</sup>

۱- استادیار دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران.

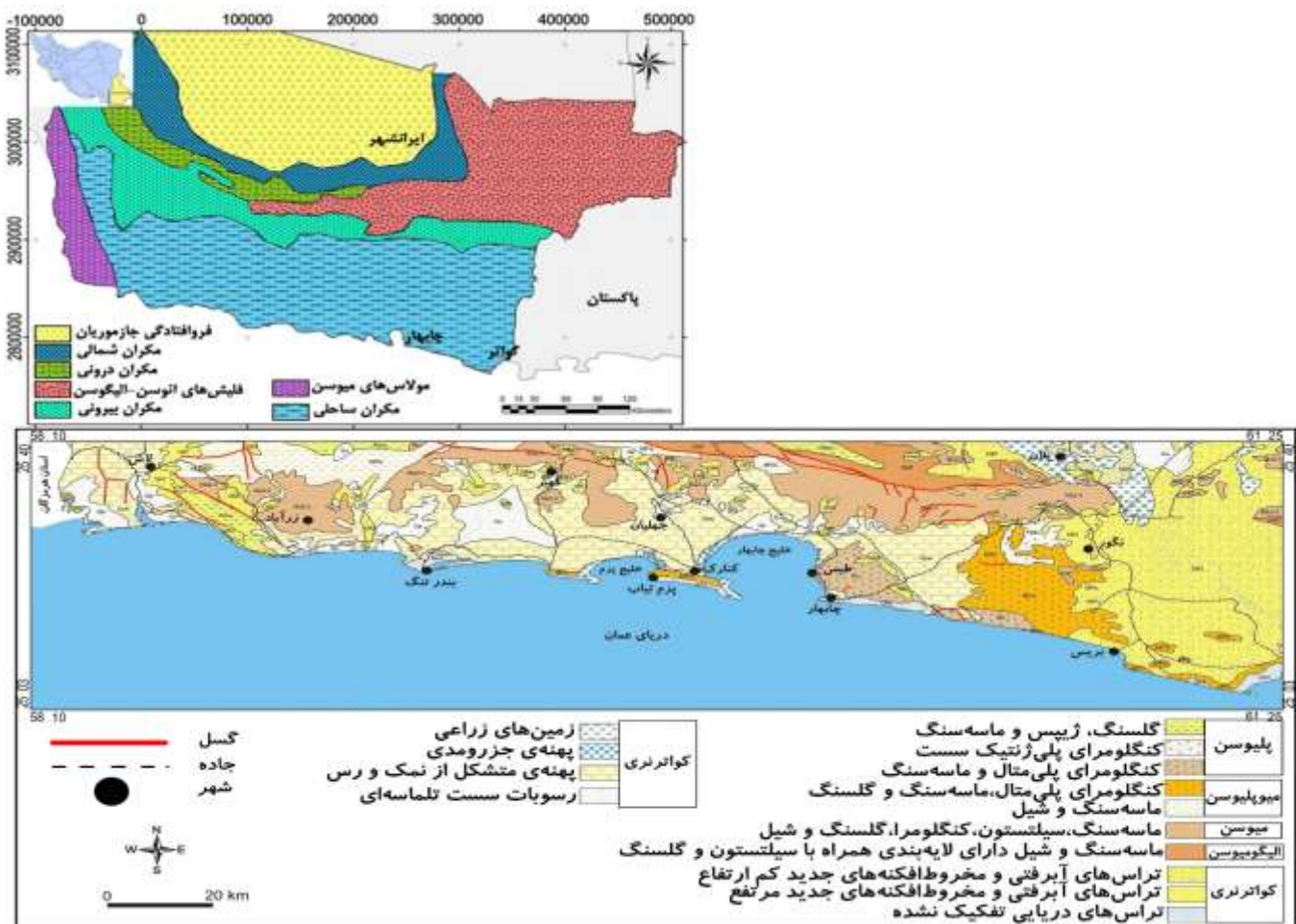
۲- استادیار دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، ایران.

اطلاعات مقاله	چکیده
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۴/۱۱ تاریخ بازبینی: ۱۴۰۲/۵/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۱۵	<p><b>پیشینه و اهداف:</b> نوار ساحلی مکران در جنوب خاوری ایران، از واحدهای رسوبی مارن، ماسه‌سنگ و نهشته‌های آواری سیلیسی-کربناته منتسب به پلیستوسن تشکیل شده که در محیطی سرشار از انرژی و تحت تاثیر امواج شکل گرفته‌اند. واحدهای مارنی با ستبرای نزدیک به ۸ متر بیشترین برونزد را در منطقه داشته و دارای سنگواره‌های متعددی از گونه‌های مختلف روزن‌داران ژرف و کفزی هستند. در بررسی‌های صحرائی، بقایای سنگواره نهنگ در این رسوبات شناسایی شد.</p> <p><b>روش‌ها:</b> به منظور تعیین سن سنگواره نهنگ، از بقایای فسیل شده نهنگ و سنگواره‌های همراه آن در نهشته‌های مارنی استفاده شده است. نمونه‌های فسیل از واحدهای سنگی مختلف و لایه‌های متفاوت جمع‌آوری شده و مطالعات فسیل‌شناسی به وسیله میکروسکوپ چشمی (برای ماکروفسیل‌ها) و میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) (برای میکروفسیل‌ها) انجام گرفته است.</p> <p><b>یافته‌ها:</b> تعداد ۱۲ جنس و ۱۳ گونه‌ی مختلف از روزن‌داران ژرف و کفزی با دیواره هیالین و پرسلانوز شناسایی شدند. تجزیه و تحلیل این فسیل‌ها حاکی از آن است که محدوده‌ی سنی آنها دوره ترشیری را در بر می‌گیرد. میکروفسیل‌های شاخصی که از آنها برای تعیین سن فسیل نهنگ استفاده شده است، بیشترین فراوانی را در دوره میوسن میانی تا میوسن پسین داشته‌اند.</p> <p><b>نتیجه‌گیری:</b> بر مبنای نتایج حاصل از فسیل‌شناسی سنگواره نهنگ و نیز شاخص‌ترین سنگواره‌های همراه آن مانند گونه‌های <i>Textularia</i>، <i>Globizirina</i>، <i>Nomolite</i>، <i>Globurotalia</i> و <i>Microgastropoda</i> سن میوسن میانی تا پسین (۱۱ تا ۵ میلیون سال قبل) برای سنگواره نهنگ در نظر گرفته شده است.</p>
<b>واژگان کلیدی:</b> فسیل نهنگ نهشته‌های مارنی ماکروفسیل میکروفسیل سواحل مکران	
<sup>*</sup> نویسنده مسئول ✉Ahrari@cmu.ac.ir orcid:0000-0003-8231-4625 doi: 10.52547/joc.14.53.7 dor:dor:20.1001.1.15621057.1402.14.53.7.1	

مقدمه

متحمل نشده‌اند. این بخش از منشور برافزایشی مکران از پلیوستوسن میانی به بعد دچار بالاآمدگی شده که در نتیجه آن گسل‌های نرمال در بخش‌های ساحلی شکل گرفته‌اند. با فاصله گرفتن از نوار ساحلی و گذر از پادگانه‌های آبرفتی، واحدهای سنگی منطقه مورد مطالعه شامل مارن، ماسه سنگ و مخلوط سیلیسی-تخریبی و کربناته هستند که در این بین واحدهای مارن و ماسه‌سنگ بیشترین برونزد را داشته و با وجود اینکه واحد مارنی در برابر فرسایش مقاوم‌چندانی ندارد، ارتفاعات منطقه را تشکیل داده است (۶). بقایای فسیلی و پوسته‌های صدف نرم‌تنان به وفور در داخل این نهشته‌ها دیده می‌شوند. در بخشی از این نهشته‌های مارن، بقایای اسکلتی از سنگواره نهنگ مشاهده گردید که به علت مقاومت کم نهشته‌های مارنی دربرگیرنده‌ی آن بسیار شکننده است. در پژوهش پیش رو، به منظور تعیین سن نسبی سنگواره نهنگ از ماکروفسیل‌ها و میکروفسیل‌هایی که همراه با بقایای سنگواره نهنگ در رسوبات مارنی برجای مانده بودند، استفاده شده است.

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش در بخش ساحلی منشور برافزایشی مکران واقع شده است. (۱) بر این باور است بخش اعظم نهشته‌های منشور برافزایشی مکران منشأ قاره‌ای داشته و تنها حاوی مقادیر اندکی رسوبات به نسبت محیط ژرف است که بر روی پوسته اقیانوسی نهشته شده است. از شمال به جنوب سن رسوبات کاهش پیدا کرده و بخش‌های ساحلی این منشور از رسوبات و پادگانه‌های آبرفتی کوتاه‌تر پایانی تشکیل شده است (۲، ۳، ۴). منشور برافزایشی مکران از چهار واحد زمین‌ساختی اصلی تشکیل شده که به وسیله راندگی‌های بزرگ از هم جدا شده‌اند؛ این واحدها از جنوب به شمال و از جدید به قدیم به ترتیب عبارتند از: مکران ساحلی، مکران بیرونی، مکرانی درونی و مکران شمالی (۲)(۳)(۵). منطقه مورد مطالعه در بخش مکران ساحلی قرار دارد (شکل ۱، الف). مکران ساحلی بیشتر از نهشته‌های جوان‌تر از میوسن پایانی تشکیل شده است. این نهشته‌ها که بیشتر به صورت پادگانه‌های آبرفتی هستند، دگرشکلی چندانی را



شکل ۱: الف) واحدهای اصلی زمین‌ساختی منشور برافزایشی مکران، ب) نقشه زمین‌شناسی سواحل مکران (برگرفته از نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ چاپهار) (۹)

## روش پژوهش

## ۱. زمین‌شناسی و چینه‌شناسی منطقه

در منطقه مورد مطالعه، بیشترین برونزد متعلق به واحدهای سنگی مارن، ماسه‌سنگ و کنگلومرا است. همانگونه که آشکار است، واحدهای سنگی از تنوع سنگ‌شناسی چندانی برخوردار نیستند (شکل ۱، ب)، اما شواهد صحرایی نشان می‌دهد تغییرات رخساره‌ای در آنها شدید است (۷). در ادامه این واحدهای سنگی از قدیم به جدید مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

**واحد مارن:** این واحد که در برخی نوشته‌ها و نقشه‌ها از آن به عنوان گلسنگ نیز یاد شده است (۸)، بیشترین برونزد را در منطقه مورد مطالعه داشته و همراه آن میان لایه‌های کنگلومرا و ماسه‌سنگ نیز دیده می‌شود. ستبرای واحد مارنی متغیر بوده و در بخش‌های نزدیک به ساحل پیرامون ۵ متر است که با فاصله گرفتن از خط ساحلی افزایش پیدا کرده و به بیش از ۳۰ متر هم می‌رسد (شکل ۲، الف). بر اساس نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ چاپهار، سن این واحد مربوط به اواخر میوسن تا پلیستوسن بوده و قدیمی‌ترین واحد سنگی در منطقه مورد مطالعه است (۹). رنگ این واحد خاکستری روشن تا سفید متمایل به سبز بوده و در اثر فرسایش سطوحی نرم و شیاردار در آنها شکل گرفته‌اند که منظره‌ای منحصر به فرد را به وجود آورده است. این سیمای زمین‌شناختی سبب گردیده تا واژه‌هایی مانند کوه‌های میناتور و یا کوه‌های مریخی به واحدهای مارنی اطلاق گردد. از آنجائیکه این فرسایش سطحی بوده و ژرفای تأثیر آن اندک است، مارن‌ها در اعماق به سنگی به نسبت سخت تبدیل شده‌اند. هرچند این واحد به مارن معروف است، اما خصوصیات کانی‌شناسی آن در حد واسط بین گلسنگ و سیلتستون است (۹). رگه‌ها و رگچه‌های بی‌شماری ژیبس در این واحد سنگی شکل گرفته‌اند که پهنای آنها بین ۵ تا ۲۰ سانتیمتر متغیر است (شکل ۲، ب).

**واحد پادگانه‌های آبرفتی:** این نهشته‌ها در دو بخش بیشترین برونزد و پراکندگی را دارند؛ بخش نخست، همراه با نهشته‌های پهنه‌ی بین جذرومدی است که از پراکندگی بسیار اندکی برخوردار

بوده و نسبت به نوع دوم جدیدتر هستند. بخش دوم که کفه‌های به نسبت همواری را شکل داده، در نتیجه رسوب‌گذاری خرده‌های آواری حاصل از فرسایش ارتفاعات تشکیل شده است. این بخش گاهی مخروط افکنه‌های کم ارتفاع را نیز می‌سازد. در این حالت دانه‌بندی آن نسبت به سایر نهشته‌ها ریزتر بوده و به نظر می‌رسد از فرسایش واحدهای مارن، سیلت- مارن و مارن ماسه‌ای نرم موجود در منطقه منشأ گرفته است.

**واحد ماسه بادی:** این نهشته‌های ساحلی و ماسه بادی که جدیدترین واحد در منطقه مورد مطالعه محسوب می‌شوند؛ هم‌اکنون در حال شکل‌گیری هستند. این نهشته‌ها که بیشتر در بخش‌های نزدیک به خط ساحلی پراکنده شده‌اند، به صورت تپه‌های ماسه‌ای سست دیده می‌شوند.

## ۲. روش انجام پژوهش

در حین بازدید صحرایی، آثار و بقایای سنگواره نهنگ و فسیل‌های همراه آن در نهشته‌های مارنی شناسایی گردید. سپس برای تعیین سن این رسوبات به کمک مجموعه فسیل‌های همراه نمونه‌برداری از بخش‌های مختلف و لایه‌های متفاوتی صورت پذیرفت. نمونه‌های جمع‌آوری شده به محیط آزمایشگاه جهت مطالعات بعدی منتقل شد. در این مرحله، از مجموع تعداد ۸۵ نمونه برداشت شده، ۶۲ مقطع نازک تهیه و برای هر کدام از مقاطع، درصد فراوانی هر یک از اجزای تشکیل دهنده اصلی و فرعی با استفاده از فلوچارت مقایسه‌ای (۱۰) تخمین زده شده است. در مرحله‌ی بعد، تعداد ۲۳ نمونه جهت مطالعات میکروفسیل انتخاب شد. پس از جدایش اجزای مختلف و فسیل‌های موجود در این نمونه‌ها، این مجموعه فسیلی، در داخل ظروف مخصوص به مدت یک هفته در داخل آب مقطر و سپس به مدت ۲۴ ساعت به وسیله آب اکسیژنه نگهداری شده‌اند. سپس نمونه‌های مورد اشاره از الک‌هایی با اندازه‌ی چشمه‌های ۵۰، ۷۰ و ۱۰۰ مش عبور داده و پس از خشک شدن نمونه‌ها، مطالعات فسیل‌شناسی به وسیله میکروسکوپ چشمی (برای ماکروفسیل‌ها) و میکروسکوپ الکترونی روبشی SEM (برای میکروفسیل‌ها) انجام گرفته است (۱۱، ۱۲).

الف



ب



ب

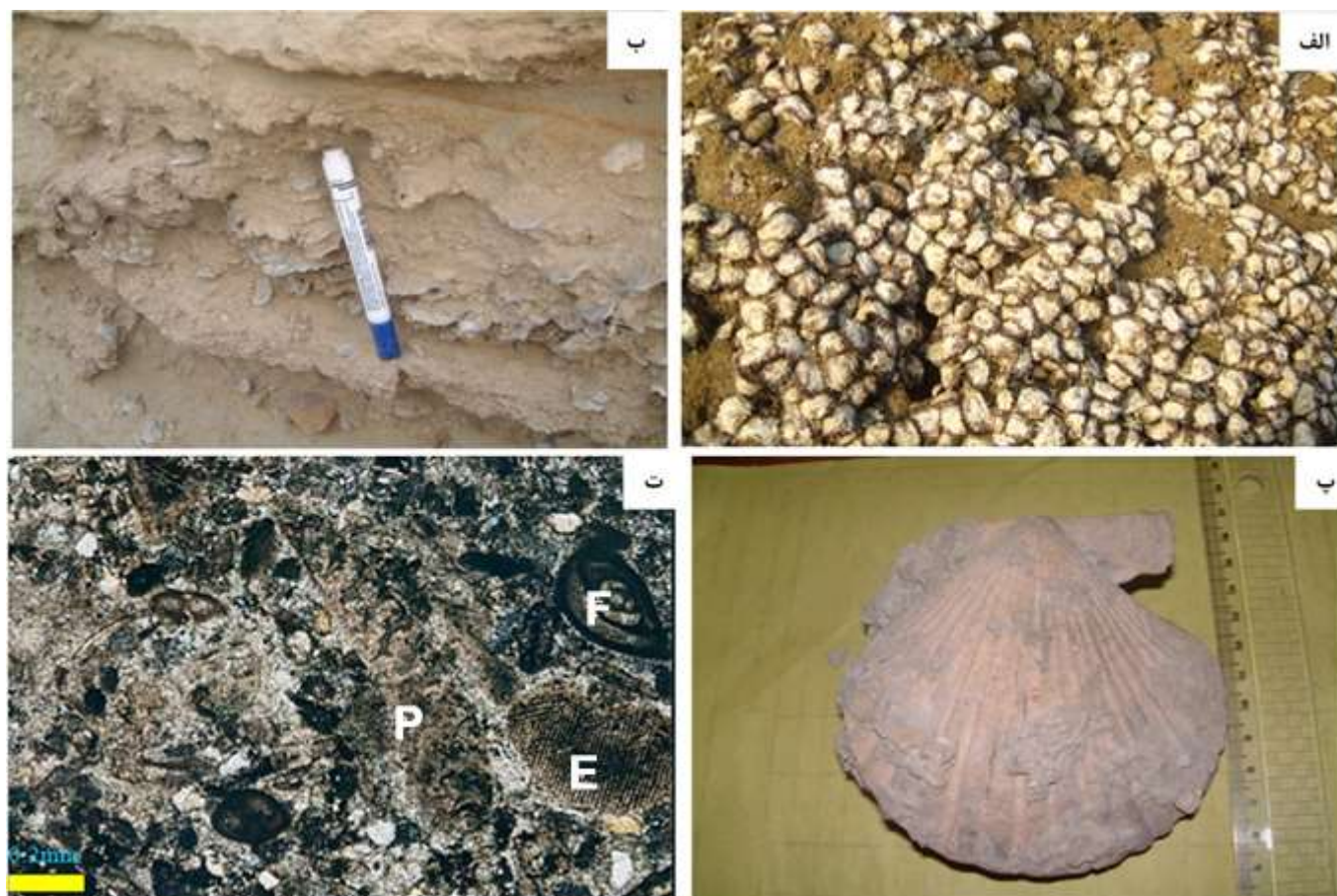


شکل ۲: تصاویر صحرایی از واحدهای سنگی منطقه مورد مطالعه: الف) واحدهای مرتفع نهشته‌های مارن در جنوب نگور، ب) میان لایه‌های ژیبس در نهشته‌های مارن، پ) میان لایه دارای بقایای صدف اویستر در نهشته‌های مارن

## نتایج و بحث

بیشتر از نوع پلاژیک بوده و گونه‌هایی از *Globigerina*، *Globotruncana* و *Globorotalia* فراوانی بیشتری دارند. البته گونه‌های کفزی مانند *Textularia*، *Lenticulinad*، *Nonion* و *Cibicides* نیز در نهشته‌های مارنی حفظ شده‌اند. به منظور تعیین سن سنگواره نهنگ شناسایی شده در این نهشته‌های مارنی، از مطالعات میکروسکوپی برای ماکروفسیل‌ها و استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) برای بررسی میکروفسیل‌های همراه با سنگواره نهنگ کمک گرفته شده است.

در منطقه مورد مطالعه، گونه‌های مختلفی از دوکفه‌ای‌ها و گاستروپودها با فراوانی بالا در واحدهای مارنی مشاهده شد (شکل ۲، پ). در این منطقه شرایط به گونه‌ای است که در نهشته‌های سیلیسی - تخریبی و کربناته (پادگانه‌های دریایی) در حال حاضر نیز فرایند مدفون شدن بقایای جانوری و فسیل شدن آن‌ها صورت گرفته و به ویژه پوسته‌های نرم‌تنان در حال فسیل شدن است (شکل ۳، الف). افزون بر ماکروفسیل‌ها، تنوع بسیار زیادی از میکروفسیل‌ها نیز در نهشته‌های مارن دیده می‌شود. روزن‌داران موجود در این نهشته‌ها

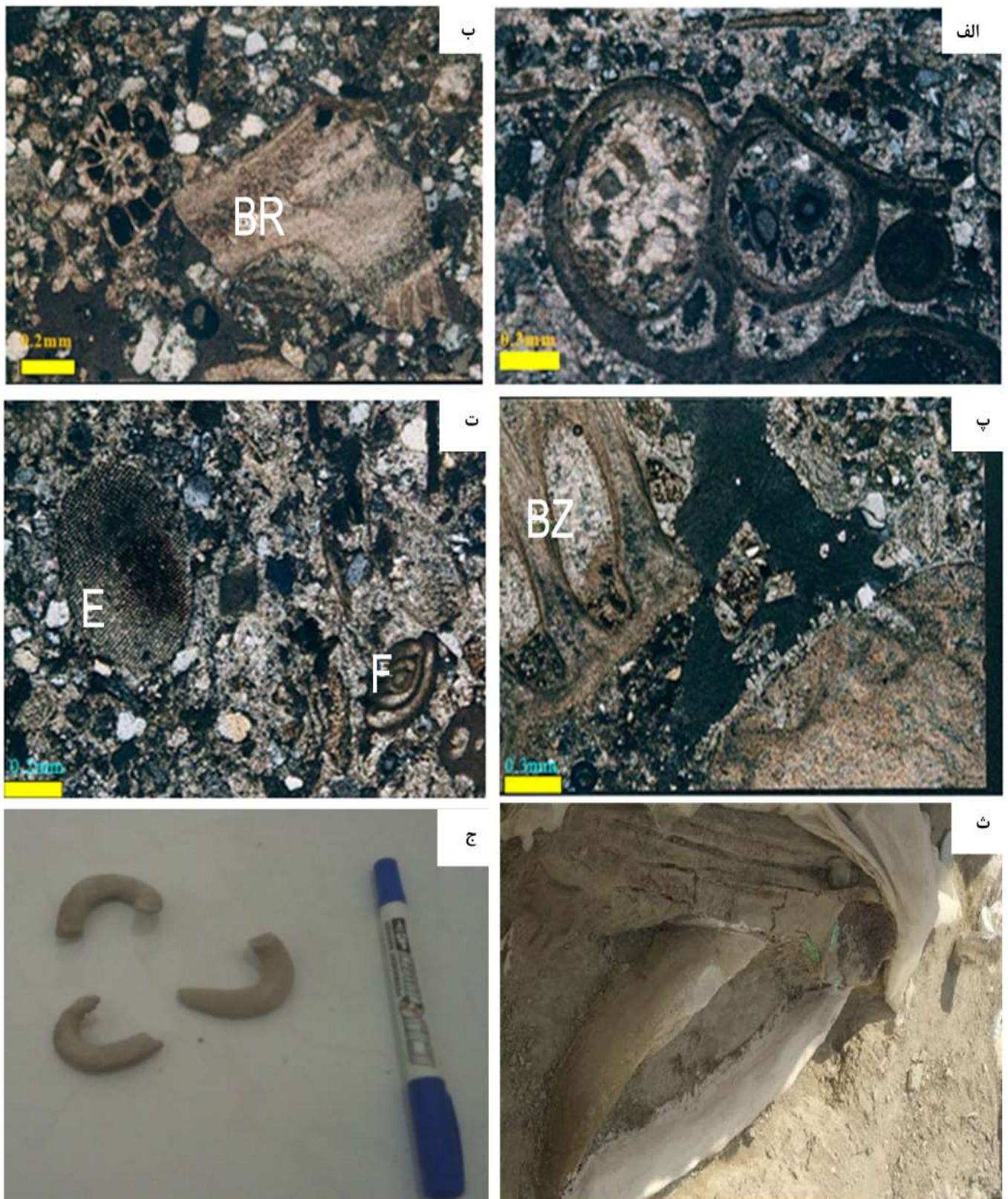


شکل ۳: الف) صدف‌های دوکفه‌ای از گروه نرم‌تنان در حال فسیل شدن، ب) فسیل دوکفه‌ای (لایه شاخص) و فسیل یکتن همراه با نهشته‌های مارنی، پ) فسیل دوکفه‌ای *Carolinapecten eboreus* (pecten) که به طور کامل حفظ شده است، ت) تصویر میکروسکوپی دوکفه‌ای، خارپوست و روزن‌داران. تصویر (ت) در نور پلاریزه متقاطع (XPL). علائم اختصاری عبارتند از: دوکفه‌ای (P)، خارپوست (E) و روزن‌داران (F).

### ۱. ماکروفسیل

مورد بررسی از ۱/۱ تا ۲/۵ میلی‌متر متغیر است (شکل ۴، ب). اکتینودرم‌ها یکی دیگر از فسیل‌هایی است که به سبب داشتن بلورهای منفرد و خاموشی یکنواخت در زیر میکروسکوپ، قابل تشخیص هستند. خرده‌های اسکلتی اکتینودرم در رخساره‌های مورد مطالعه، متعلق به رده‌ی اکتینوئیدها بوده و در اندازه‌های ۰/۶ تا ۱/۲ میلی‌متر هستند (شکل ۴، پ، ت). یکی از شاخصه‌های مهمی که در بین نهشته‌هایی که سنگواره نهنگ در آن‌ها حفظ شده است، دیده می‌شود، قالب فسیل شده‌ی فضولات نهنگ است که همراه با نهشته‌های مارنی در کنار سایر ماکروفسیل‌ها مشاهده شد (شکل ۴، ج، ث). به سبب مدفون شدن اسکلت نهنگ درون نهشته‌های مارن و ماهیت بسیار ناپایدار این جنس از رسوبات، امکان احیای فسیل مورد اشاره وجود نداشت. اما شواهد و آثار برجای مانده نشان می‌داد اسکلت نهنگ نزدیک به ۸۶۵ سانتی‌متر درازا و حدود ۴۸ سانتی‌متر پهنا داشته است.

از فراوان‌ترین ماکروفسیل‌های حفظ شده در نهشته‌های مارن که ارتباط نزدیکی با سنگواره نهنگ داشتند، می‌توان به بقایای فسیلی دوکفه‌ای‌ها و گاستروپودها اشاره کرد (شکل ۳، ب، پ). اندازه خرده‌های فسیلی دوکفه‌ای‌ها یافت شده در مقاطع نازک مورد مطالعه بین ۰/۳ تا بیشتر از ۲ میلی‌متر است (شکل ۳، پ). خرده‌های اسکلتی گاستروپودها به سبب پیچش خاصی که دارند، به سهولت در مطالعات میکروسکوپی قابل تشخیص هستند. این دسته از ماکروفسیل‌ها با فراوانی کمتر و در اندازه‌های بین ۱/۵ تا ۲/۲ میلی‌متر در بیشتر واحدهای سنگی منطقه مورد مطالعه شناسایی شده‌اند (شکل ۳، ت). در مقاطع نازک مورد مطالعه، درازای اسکلت براکیوپودها بین ۰/۹ تا ۲ میلی‌متر اندازه‌گیری شده است (شکل ۴، الف). یکی از ویژگی‌های شاخص فسیل بریوزا، حجره حجره بودن اسکلت آن‌ها است؛ این ویژگی نیز کمک می‌کند در مطالعات میکروسکوپی به راحتی قابل تشخیص باشند. اندازه این دسته از ماکروفسیل‌ها در مقاطع نازک



شکل ۴: تصاویر میکروسکوپی و ماکروسکوپی از ماکروفسیل‌های منطقه مورد مطالعه: الف) تصویر میکروسکوپی گاستروپودا، ب) تصویر میکروسکوپی براکیوپودا، پ) تصویر میکروسکوپی بریوزوآ که بر روی آن حشرات اسکلتی آشکار است، ت) تصویر میکروسکوپی اسکلت خارپوست، ث) بخشی از اسکلت سنگواره نهنگ در بین نهشته‌های مارن، ج) قالب حفظ شده از فضولات نهنگ در نهشته‌های مارن. تصاویر الف، ب، پ و ت) در نور پلاریزه متقاطع (XPL) گرفته شده است. علائم اختصاری عبارتند از: براکیوپودا (BR)، خارپوست (E) و بریوزوآ (BZ).

## ۲. میکروفسیل

برای مطالعه و شناسایی میکروفسیل‌های منطقه مورد مطالعه از میکروسکوپ پلاریزان و میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) زیرراسته *Textularia*:

جنس *Textularia* در زمره‌ی زیر خانواده *Textularinia* است و مهمترین ویژگی این جنس فشردگی آشکار حجره‌های دو ردیفی آن است که سبب ایجاد خط درزهای زیگموئیدال در اسکت آهکی آن شده است. دهانه ساده و قرارگیری آن در آخرین حجره از دیگر شاخصه‌های بارز این جنس است. گونه‌های *Textularia angusta* و *Textularia virgata* از فراوان‌ترین نمونه‌های شناسایی شده در مقاطع نازک مورد مطالعه هستند (شکل ۵، الف).

زیر راسته *Milliolina*:

خانواده *Miliolide*، از روخانواده *Miliolacea* است. جنس *Miliola* که شاخص گستره‌ی سنی ائوسن است، از جمله میکروفسیل‌های فراوان در مقاطع مورد مطالعه است. افزون بر این، جنس *Quinqueloculina* که به لحاظ شکل ظاهری شباهت زیادی به جنس *Miliola* دارد، با این تفاوت که برخلاف *Miliola* که دهانه غربالی شکل دارد، *Quinqueloculina* دارای دهانه انتهایی و پوسته پیچیده و حجره‌های واقع در پنج جهت مختلف بوده و طول هر حجره برابر نصف هر پیچ و زاویه هر حجره با حجره مجاور، پیرامون ۷۲ درجه است (شکل ۵، ب).

زیر راسته *Rotaliina*:

خانواده *Nummulitide*، جزء روخانواده *Rotaliacea* هستند. زیر گونه‌هایی مانند *Nummulites* و *Assilina* در بیشتر مقاطع نازک دیده شد (شکل ۵، پ). البته در *Nummulites* پیچش از نوع اینولوت و دارای نظم از داخل به خارج است، ولی در *Assilina* پیچش از نوع اولوت است. محدوده‌ی سنی این دو جنس از پالئوسن تا هولوسن گزارش شده است (۱۴). خانواده *Globorotalide*، از روخانواده *Globigerinacea* است. جنس صدف آن از نوع آهک هیالین منفذ دار بوده و دهانه اصلی حاشیه‌ای و در قاعده آخرین حجره قرار دارد. دهانه‌های فرعی آن به صورت خط درز شکل

استفاده شده است. این میکروفسیل‌ها بر مبنای رده‌بندی (۱۳)، به ترتیب از زیرراسته تا جنس و گونه به شرح ذیل تفکیک شده‌اند:

گرفته‌اند. گونه *Globorotalia menardii*، در نمونه‌های منطقه مورد مطالعه مشاهده شده است (شکل ۵، ت). خانواده *Globigerinacea* نیز وابسته به رو خانواده *Globigerinacea* هستند. گونه‌هایی از جنس *Globigerinoides* و *Globigerina* در بیشتر مقاطع نازک مورد مطالعه، حضور دارند (شکل ۵، ث).

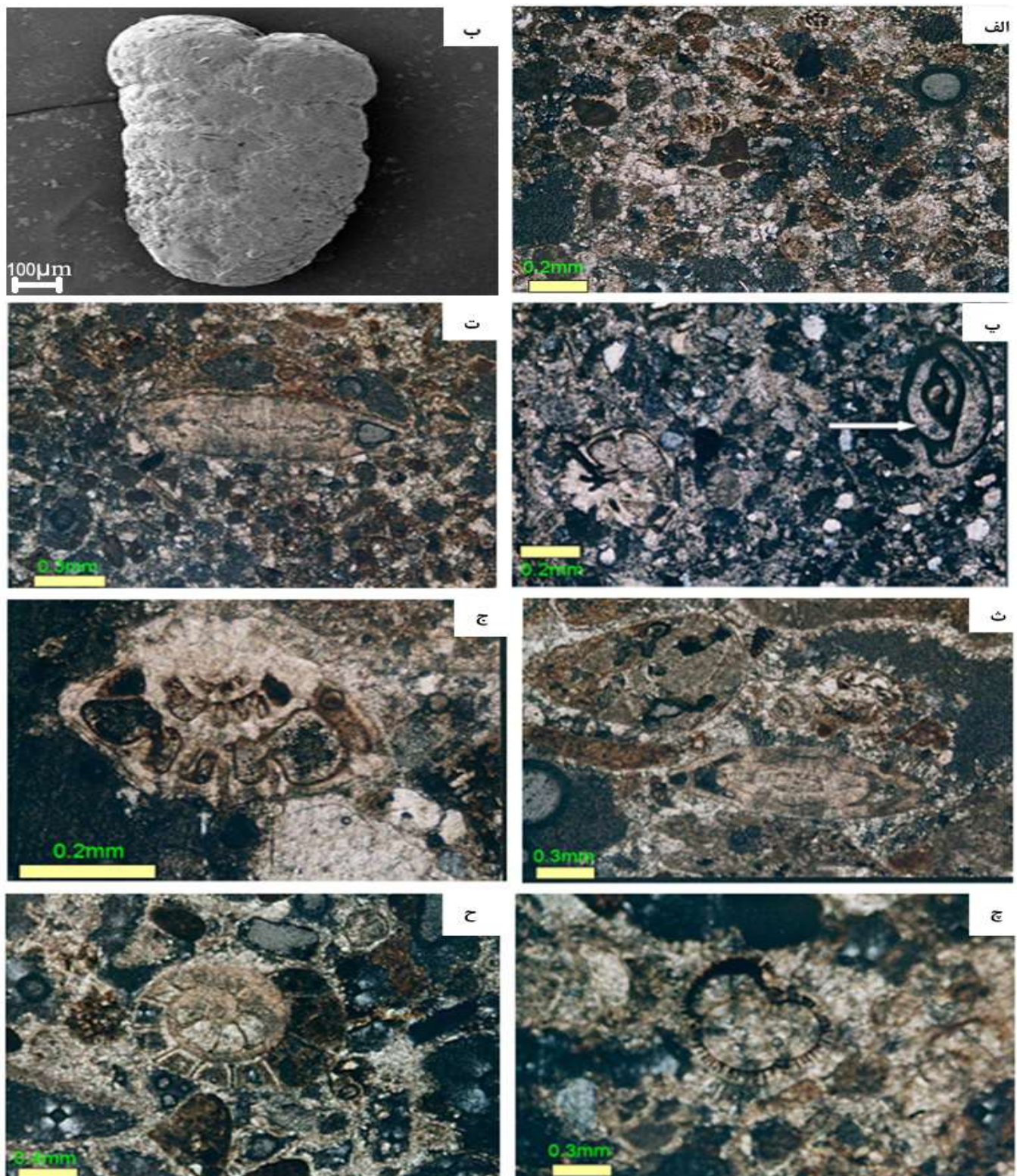
در خانواده *globotruncana*، پوسته دارای پیچش تروکوسپیرال، حجره‌ها کروی شکل تا زاویه‌دار و حاشیه‌ی آنها تیز یا به صورت مژرس است. جنس صدف آهکی هیالین با منافذ ظریف، خطوط درز در سطح پشتی برجسته و در سطح دهانه‌ای همسطح یا فرورفته بوده، دهانه اصلی در محل ناف و بیشتر به وسیله یک صفحه نازک پوشیده می‌شود و دهانه‌های فرعی آن‌ها نیز در زیر یا حاشیه پیکر جاندار قرار دارد (۱۵). محدوده سنی این خانواده کرتاسه پسین گزارش شده است (۱۴).

خانواده *Cibicidide*، از روخانواده *Orbitoidacea* است. گونه *Cibicides altispirs* از این خانواده در برخی از مقاطع مورد مطالعه حضور دارد (شکل ۵، ج). خانواده *Nonionidae*، جزو روخانواده *Cassidulinacea* است. گونه‌هایی از جنس *Astrononion* و جنس *Nonion* از این خانواده در تعدادی از نمونه‌های مورد مطالعه مشاهده شده است (شکل ۵، چ). این دو جنس در محدوده سنی میوسن میانی تا پسین فراوان بوده‌اند (۱۴).

خانواده *Rotalidea*، جزو روخانواده *Rotaliacea* است و دارای پوسته تروکوسپیرال کوتاه و دیواره آهکی منفذدار هستند. گونه *Ammonia globasa* از این خانواده با سن پلیوسن در بیشتر نمونه‌های گرفته شده از منطقه مورد مطالعه دیده می‌شود (شکل ۵، ح).

خانواده *Nodosariidae*، از روخانواده *Nodosariacea* هستند. گونه *Lenticulina danvillensis* در برخی از مقاطع نازک مورد مطالعه وجود دارد (شکل ۵، ح). این گونه در دوره زمانی میوسن بیشترین فراوانی را داشته است (۱۶).





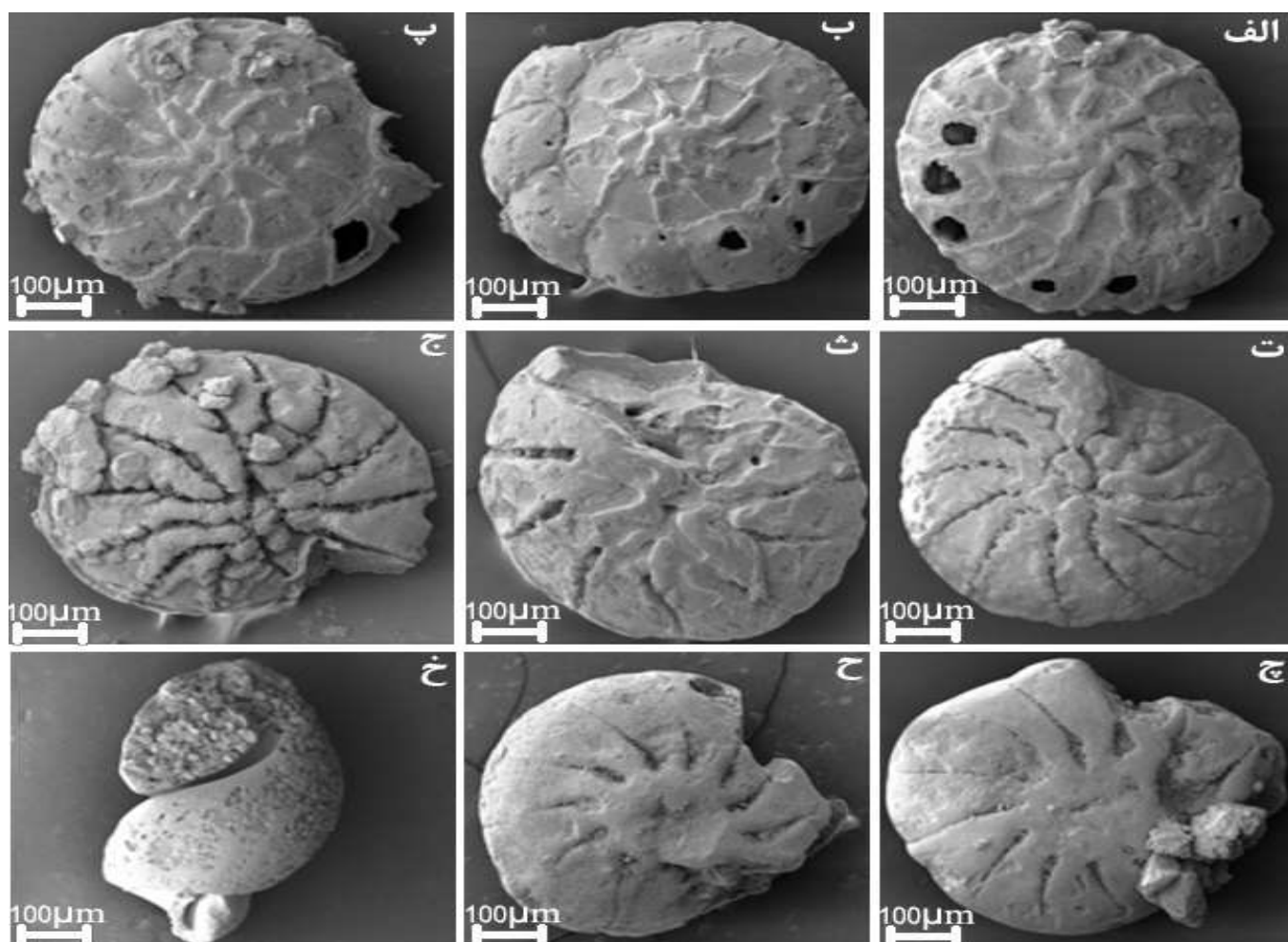
شکل ۵: تصاویر SEM و میکروسکوپ از میکروفسیل های منطقه مورد مطالعه: الف) گونه *Textularia angusta*، گستره سنی پلیوسن (۱۷)، ب) گونه *Textularia virgata*، گستره سن میوسن (۱۷)، پ) گونه *Quinqueloculina contorata*، گستره سنی میوسن (۱۴)، ت) گونه *Assilina ammonoides*، گستره سنی میوسن (۱۴)، ث) گونه *Nummolites willcoxi*، گستره سنی ائوسن (۱۴)، ج) گونه *Globorotalia menardii*، گستره سنی میوسن پسین (۱۴)، چ) گونه *Globigerina bulloides*، محدوده سن میوسن میانی - پسین (۱۴)، ح) گونه *Ammonia globasa*، گستره سنی پلیوسن (۱۶). تصاویر (الف، پ، ت، ث، ج، چ، ح) در نور پلاریزه متقاطع (XPL) گرفته شده است. تصویر (ب) به وسیله میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) تهیه شده است.

با توجه به فراوان‌ترین فسیل‌های شاخص شناسایی شده در نهشته‌های رسوبی دربرگیرنده‌ی فسیل نهنگ، مانند *Lenticulina danvillensis*, *Nonion costiferum*, *Astrononion tumidum*, *Cibicides altispira*, *Globotruncana*, *Assilina*, *ammonoides* و *Textularia virgata* که گستره سنی آن‌ها میوسن میانی تا میوسن پسین است، سن نسبی نهشته‌های رسوبی دربرگیرنده‌ی فسیل نهنگ، بازنگری شده و به همراه سن نسبی سنگواره نهنگ میوسن میانی تا پسین برای آن‌ها پیشنهاد می‌شود. همچنین با توجه به نهشته‌های رسوبی همراه و دربرگیرنده‌ی فسیل مورد اشاره، محیط دریایی به نسبت کم ژرفا برای تدفین فسیل نهنگ در نظر گرفته می‌شود. نهشته‌های فراوان مارن همراه با میان لایه‌های ماسه‌سنگ و لایه‌های فراوان تبخیری ژپس همگی نشان از محیط رسوبگذاری کم ژرفا دارند.

مهمترین نمونه‌های میکروفسیل که به وسیله‌ی میکروسکوپ پلاریزان تشخیص آن‌ها ممکن نبود و از دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) برای تشخیص و شناسایی آن‌ها استفاده شده است، در جدول ۱ آورده شده است. از شاخص‌ترین گونه‌های میکروفسیل که بیشترین فراوانی را در نمونه‌های مورد مطالعه داشتند، می‌توان به گونه *Globotruncana stuarti*، با محدوده‌ی سنی میوسن (۱۸)، گونه *Globotruncana stuarti*، با بیشترین فراوانی در میوسن (۱۸)، گونه *Globotruncana stuarti*، با گستره‌ی سنی میوسن (۱۸) گونه *Cibicides altispira*، با محدوده سنی میوسن میانی-پسین (۱۹)، گونه *Astrononion tumidum*، با سن میوسن میانی تا پسین (۲۰)، گونه *Nonion costiferum*، دارای سن میوسن میانی (۲۱)، گونه *Lenticulina danvillensis*، با بیشترین فراوانی در میوسن (۲۲)، گونه *Lenticulina danvillensis*، با سن میوسن اشاره کرد (۲۲).

جدول ۱: مشخصات میکروفسیل‌های مورد مطالعه شامل راسته، زیرراسته، جنس، گونه و محدوده سنی آن‌ها

Fossils Types	Order / Suborder	Genus / Species	Fossils range	Reference
Microfossil	Textularia	Textularia angusta	Pliocene	(۲۳)
	Textularia	Textularia virgata	Miocene	(۲۴)
	Milliolina	Quinqueloculina contorata	Miocene	(۲۵)
	Rotaliida	Assilina ammonoides	Miocene	(۲۷)
	Rotaliida	Nummolites willcoxi	Eocene	(۲۷)
	Rotaliida	Globorotalia menardii	Late Miocene	(۲۵)
	Rotaliida	Globigerina bulloides	Middle - Late Miocene	(۲۶)
	Rotaliida	Ammonia globasa	Pliocene	(۲۸)(۲۹)
	Rotaliida	Globotruncana stuarti	Miocene	(۳۰)(۳۱)
	Rotaliida	Cibicides altispira	Middle - Late Miocene	(۳۱)
	Rotaliida	Astrononion tumidum	Middle - Late Miocene	(۳۲)
	Rotaliida	Nonion costiferum	Middle - Late Miocene	(۲۱)
	Lenticulinae	Lenticulina danvillensis	Miocene	(۲۲)
	Caenogastropoda	Microgastropoda	Miocene	(۳۳)(۳۴)



شکل ۶: تصاویر SEM میکروفسیل‌های منطقه مورد مطالعه: الف) گونه *Globotruncana stuarti*، سن میوسن (۱۸)، ب) گونه *Globotruncana*، سن میوسن (۱۸)، پ) گونه *Globotruncana stuarti*، سن میوسن (۱۸)، ت) گونه *Cibicides altispira*، سن میوسن میانی - پسین (۱۹)، ث) گونه *Astronion tumidum*، سن میوسن میانی تا پسین (۲۰)، ج) گونه *Nonion costiferum*، سن میوسن میانی (۲۱)، چ) گونه *Lenticulina danvillensis*، سن میوسن (۲۲)، ح) گونه *Lenticulina danvillensis*، سن میوسن (۲۲)، خ) جنس *Microgastropoda*، سن میوسن (۲۲).

نشان‌دهنده‌ی سن نسبی میوسن میانی تا پسین (۱۱ تا ۵ میلیون سال قبل) برای سنگواره نهنگ است.

### نتیجه‌گیری

نوار ساحلی بخش‌های خاوری خلیج چابهار بیشتر از سه واحد سنگی شامل مارن، ماسه‌سنگ و سنگ‌آهک‌های صدفی (لوماشل) تشکیل شده است. پادگانه‌های دریایی به عنوان جوان‌ترین نهشته‌های منطقه نیز همراه با این واحدهای سنگی در بیشتر نقاط دیده می‌شوند. مارن‌ها، قدیمی‌ترین واحدهای سنگی منطقه هستند که در برگرفته‌ی فسیل‌های متفاوت در اندازه‌های مختلف از ماکروفسیل تا میکروفسیل می‌باشند. به منظور تعیین سن نسبی این واحدهای سنگی و فسیل نهنگ شناسایی شده (بخش‌هایی از فسیل نهنگ و فضولات آن) در بین لایه‌های آن، از مطالعات دیرینه‌شناسی فسیل‌ها (میکروفسیل و ماکروفسیل) استفاده شد. بررسی ارتباط واحدهای سنگی با یکدیگر و تطابق سنی فسیل‌ها و نهشته‌های رسوبی

### مشارکت نویسندگان

در انجام این پژوهش نویسنده اول ۵۰ درصد و نویسنده دوم نیز ۵۰ درصد همکاری داشته‌اند.

### تشکر و قدردانی (اختیاری)

شایسته است مراتب تشکر و قدردانی خود را از مسئولین محترم گروه زمین‌شناسی دانشگاه فردوسی مشهد به جهت همکاری در مطالعات میکروسکوپی و تهیه تصاویر SEM اعلام داریم.

### تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

- Springer Science & Business Media. (634 pages).  
<https://www.books.google.com>
- [11]. Wade, B. S., Pearson, P. N., Berggren, W. A., Pälike, H., (2011). Review and revision of Cenozoic tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and calibration to the geomagnetism polarity and astronomical time scale. *Earth Sci. Rev.*, 104: 111 – 142. (31 pages).  
<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2010.09.003>
- [12]. Zheng, J., Martínez-Cabrera, H.I., (2013). Wood anatomical correlates with theoretical conductivity and wood density across China: evolutionary evidence of the functional differentiation of axial and radial parenchyma. *Ann. Bot.*, 112(5): 927-935. (8 pages).  
<https://doi.org/10.1093/aob/mct153>
- [13]. Howard, A., Martin, B., (2013). *Microfossils*. Wiley-Blackwell; 2nd edition (622 pages).  
<https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=ULlUKMwizAC&oi=fnd&pg=PT9&dq=microfossils+armstrong&ots=zVYa0Oq7iX&sig=LyJ4ZOyOjnOpNgDWPKNZMDhHVW0#v=onepage&q=microfossils%20armstrong&f=false>
- [14]. d'Orbigny, A. D., (1839). *Foraminifères*. A. Bertrand (224 pages).  
<https://www.books.google.com>
- [15]. Haq, B. U., Boersma, A., (Eds.). (1998). *Introduction to marine micropaleontology*. Elsevier. (376 pages).  
<https://www.books.google.com>
- [16]. Asano, K. (1944). Hanzawaia, a new genus of foraminifera, from the Pliocene of Japan. *The Journal of the Geological Society of Japan*, 51, 97-98. (2 pages).  
<https://doi.org/10.2517/prpsj.9.273>
- [17]. Cushman, J. A., Edwards, P. G., (1937). Astrononion a new genus of the foraminifera, and its species. *Contributions from the Cushman laboratory for foraminiferal research*, 13(1), 29-36. (7 pages).  
<https://doi.org/10.1080/00222935408651787>
- [18]. Risso, A., (1826). *Histoire naturelle des principales productions de l'Europe méridionale et particulièrement de celles des environs de Nice et des Alpes Maritimes* (Vol. 3). F.-G. Levrault. (476 pages).  
<https://www.books.google.com>
- [19]. Cushman, J. A., Applin, E. R., (1926). Texas Jackson Foraminifera. *AAPG Bulletin*, 10(2), 154-189. (35 pages).
- [1]. McCall, G. J., (2002). A summary of the geology of the Iranian Makran. Geological Society, London, Special Publications., 195(1): 147-204 (57 pages).  
<https://doi.org/10.1144/GSL.SP.2002.195.01.10>
- [2]. Dolati, A., (2010). Stratigraphy, structural geology and low-temperature thermochronology across the Makran accretionary wedge in Iran. [Ph.D. thesis]. Swiss Institute of Technology (ETH) (370 pages).  
<https://doi.org/10.3929/ethz-a-006226348>
- [3]. Haghypour, N., Burg, J.P., Kober, F., Zeilinger, G., Ivy-Ochs, S., Kubik, P.W., et al., (2013). Rate of crustal shortening and non-Coulomb behavior of an active accretionary wedge: The folded fluvial terraces in Makran (SE, Iran). *Earth Planet. Sci. Lett.*, 355: 187-198 (11 pages).  
<https://doi.org/10.1016/j.epsl.2012.09.001>
- [4]. Burg, J.-P., (2018). Geology of the onshore Makran accretionary wedge: Synthesis and tectonic interpretation. *Earth Sci. Rev.*, 185: 1210-1231 (10 pages).  
<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.09.011>
- [5]. Burg, J. P., Dolati, A., Bernoulli, D., Smit, J. (2013). Structural style of the Makran Tertiary accretionary complex in SE-Iran. In *Lithosphere dynamics and sedimentary basins: The Arabian Plate and analogues*. Springer, Berlin, Heidelberg: 239-259 (20 pages).  
[https://DOI:10.1007/978-3-642-30609-9\\_12](https://DOI:10.1007/978-3-642-30609-9_12)
- [6]. Ahrari-Roudi, M., Mousavi-Harami, R., Nadjafi, M., Mahboobi, A., (2006) Age review and depositional History interpretation Coastal Sediments of east Chabahar, 10th Geological Society IRAN. (10 pages), Persian.  
<http://joc.inio.ac.ir/article-1-576-fa.html>
- [7]. Bazzi, A. O., Boomeri, M., Rezaei, H., (2014). Sedimentary and Geochemical Characterization of the Sediments of the Coast and Bed of Govatr Gulf, Southeastern Iran. *joc*. 5 (18): 99-110 (12 pages), Persian.  
<http://joc.inio.ac.ir/article-1-576-fa.html>
- [8]. Al-Naggar, Hamzeh, M. A., Mahmudi Gharai, M. H., Baskaleh, G., (2014). Geochemical Investigation on the Sources and Influences of Heavy Metal Pollution in Fishing Harbours of Ramin and Beris. *joc*. 5 (17): 21-31 (10 pages), Persian.  
<http://joc.inio.ac.ir/article-1-516-fa.html>
- [9]. Samadian, M. R., Jafarian, M. B., (1996). Geological map of Chabahar, scale 1:100000. Geological Survey of Iran, Persian.
- [10]. Flügel, E. (2012). *Microfacies analysis of limestones*.

<https://www.jstor.org/stable/1298961>

[27]. d'Orbigny, A. D., (1826). Tableau méthodique de la classe des Céphalopodes. In Annales des Sciences Naturelles. Series, 1: 96-314 **(218 pages)**.

[28]. Van Voorthuysen, J. H., (1950). The quantitative distribution of the Plio-Pleistocene foraminifera of a boring at the Hague (Netherlands). Mededelingen van de Geologische Stichting. Haarlem.

[29]. Yabe, H., Asano, K., (1937). New occurrence of Rotaliatina in the Pliocene of Java. Transactions and proceedings of the Palaeontological Society of Japan, 7: 326-328 **(2 pages)**.

[30]. Almogi-Labin, A., Reiss, Z., Caron, M., (1986). Senonian Globotruncanidae from Israel. Eclogae Geologicae Helvetiae, 79(3): 849-895 **(46 pages)**.

<http://pascalfrancis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=8003866>

[31]. Cushman, J. A., Applin, E. R., (1936). Texas Jackson Foraminifera. AAPG Bulletin, 10(2): 154-189 **(35 pages)**.

<https://doi.org/10.1306/3D93270D-16B1-11D7-8645000102C1865D>

[32]. Cushman, J. A., Ellisor, A. C., (1945). The foraminiferal fauna of the Anahuac Formation. Journal of Paleontology: 545-572 **(27 pages)**.

<https://www.jstor.org/stable/1299203>

[33]. LOEBLICH JR, A. R., Tappa, H., (1964). Foraminiferal facts, fallacies, and frontiers. Geol. Soc. Am. Bull., 75(5): 367-392 **(25 pages)**.

[https://doi.org/10.1130/00167606\(1964\)75\[367:FFFAF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/00167606(1964)75[367:FFFAF]2.0.CO;2)

[34]. Layton, K. K., Middelfart, P. U., Tataric, N. J., Wilson, N. G., (2019). Erecting a new family for Spirostyliferina, a truncatelloidean microgastropod, and further insights into truncatelloidean phylogeny. Zoologica Scripta, 48(6): 727-744 **(17 pages)**.

<https://doi.org/10.1111/zsc.12374>

<https://doi.org/10.1306/3D93270D-16B1-11D7-8645000102C1865D>

[20]. Cushman, J. A., Edwards, P. G., (1937). Astrononion a new genus of the foraminifera, and its species. Contributions from the Cushman laboratory for foraminiferal research, 13(1), 29-36 **(7 pages)**.

[21]. von Fichtel, L., von Moll, J. P. C., (1803). Testacea microscopica aliaque minuta ex generibus argonauta et nautilus ad naturam delineata et descripta a Leopoldo a Fichtel et Jo. Paulo Carolo a Moll: Cum 24 tabulis æri incis. In der Camesinischen buchhandlung **(123 pages)**.

<https://www.books.google.com>

[22]. Lamarck, J. B., (1804). Suite des mémoires sur les fossiles des environs de Paris. In Annales de Museum National d'Histoire Naturelle, 5: 28-36 **(8 pages)**.

<https://cir.nii.ac.jp/crid/1573668924004532352>

[23]. Cushman, J. A., (1936). Some new species of Elphidium and related genera. Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research, 12(4), 78-89. **(11 pages)**.

[24]. Cushman, J. A., (1927). An outline of a reclassification of foraminifera. Contributions from the Cushman laboratory for foraminiferal research, 3. **(105 pages)**.

[25]. d'Orbigny, A., (1846). Foraminifères fossiles du bassin tertiaire de Vienne: découverts par le chevalier Joseph de Hauer. Gide et Comp.. **(302 pages)**.

[https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=HT1wZj8PmIMC&oi=fnd&pg=PA2&dq=25.+Orbigny,+d%E2%80%99+A.1\(1846\)+Foraminiferes+fossils+du+bassin+tertraire+de+vienne\(Austriche\)+Gide+et+comp,pavis,+312p.+&ots=dPRH15ZPXR&sig=MAIfpJ4gvOVhft\\_w2dVW\\_w3t98w#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=HT1wZj8PmIMC&oi=fnd&pg=PA2&dq=25.+Orbigny,+d%E2%80%99+A.1(1846)+Foraminiferes+fossils+du+bassin+tertraire+de+vienne(Austriche)+Gide+et+comp,pavis,+312p.+&ots=dPRH15ZPXR&sig=MAIfpJ4gvOVhft_w2dVW_w3t98w#v=onepage&q&f=false)

[26]. Thalmann, H. E., (1941). Bibliography and index to new genera, species, and varieties of Foraminifera for the years 1937 and 1938. J. Paleontol: 629-690. **(61 pages)**.

<https://doi.org/10.1111/zsc.12374>

AUTHOR(S) BIOSKETCHES

**Ahrari, M.**, Assistant Professor, Department of Oceanography, Faculty of Marine Science, Chabahar Maritime University, Chabahar, Iran.

✉ Ahrari@cmu.ac.ir

 0000-0003-8231-4625

**Tajvar, A.O.**, Assistant Professor, Department of Oceanography, Faculty of Marine Science, Chabahar Maritime University Chabahar, Iran.

✉ Tajvar@cmu.ac.ir

 0000-0001-8231-4625

این قسمت توسط نشریه تکمیل می‌گردد:

HOW TO CITE THIS ARTICLE



 <http://doi.org/10.52547/joc.14.53.7>

 <http://joc.inio.ac.ir/article-1-1722-fa.html>

 <https://orcid.org/0000-0003-8231-4625>

COPYRIGHTS



©2021 The author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.