

## نهشته های میو- پلیوسن در جزیره قشم (حوضه زاگرس) و منطقه میناب (حوضه مکران)

فرشته مهدی پور حسکوئی<sup>۱</sup>، علی بهرامی<sup>۲\*</sup>، مهدی یزدی<sup>۳</sup>

- ۱- دانشجوی دکتری چینه شناسی و فسیل شناسی، گروه زمین شناسی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران  
۲- دانشیار چینه شناسی و فسیل شناسی گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران  
۳- استاد چینه شناسی و فسیل شناسی گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران  
\*a.bahrami@sci.ui.ac.ir

دریافت آبان ۱۴۰۳، پذیرش اسفند ۱۴۰۳

### چکیده

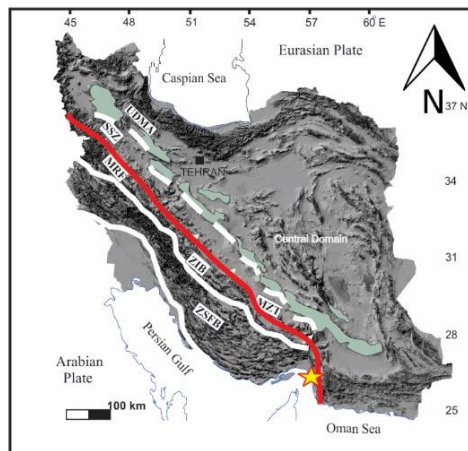
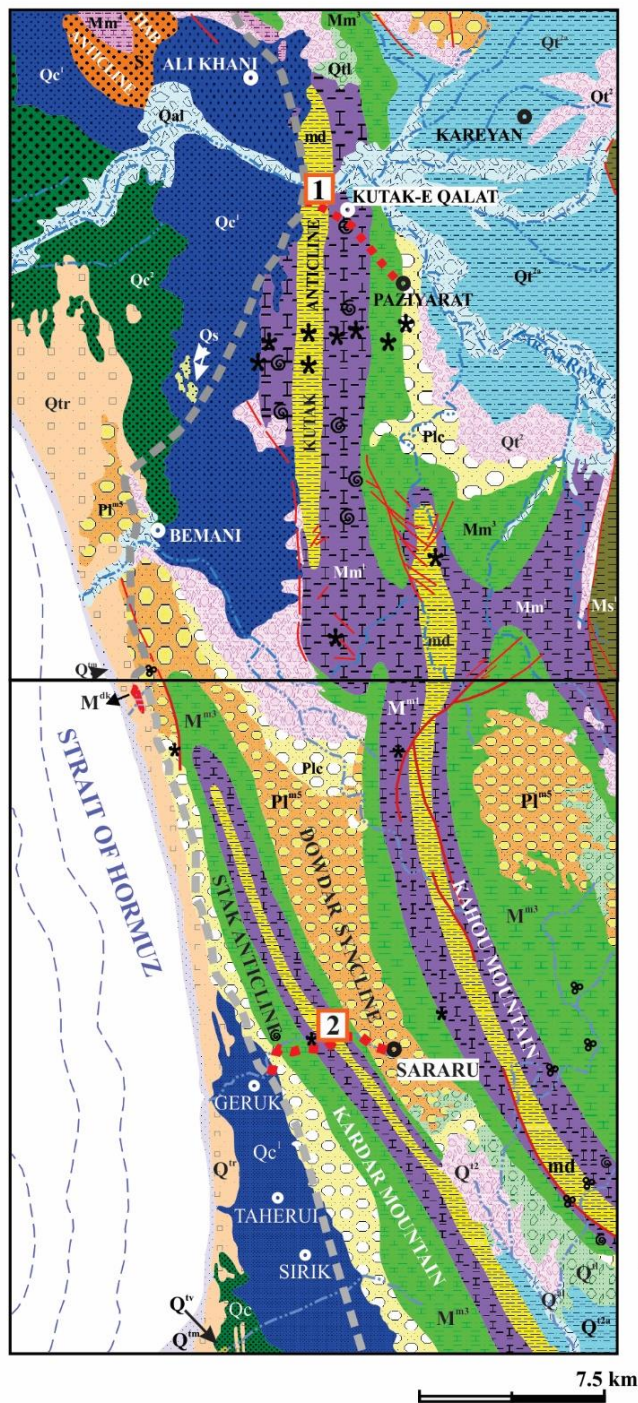
در این پژوهش رسوبات دریایی میو- پلیوسن در دو منطقه قشم و میناب، به لحاظ شرایط دیرینه محیطی، حدود سنی و آثار تافونومی مورد مطالعه قرار گرفته اند. رخنمون های دیرستان و کندالو در جزیره قشم و دو رخنمون بمانی و سیریک در منطقه میناب (بخش بالایی سازند میشان) دارای شباهت های رسوبی و زیستی هستند. در هر چهار رخنمون تجمع حجم عظیمی از اویسترها در رسوبات مارنی و آهکی به همراه دیگر موجودات مانند بالانویدها، مرجانها، بریوزوئرها، استراکودا، فرامینیفرها و غیره رخنمون دارند. حضور فرامینیفر *Bolivina spathulata* در نهشته های رخنمون بمانی بیانگر سنی در حدود اواخر مسینین (اواخر میوسن) در محیط دریایی کم اکسیژن در محدوده لبه شلف و بالای اسلوب، برای رخنمون بمانی می باشد، اما بر اساس فرامینیفرهای لایه های رخنمون سیریک، محدوده سنی آن احتمالاً متعلق به لانژین تا مسینین و قدیمی تر از لایه های رخنمون بمانی می باشد. فراوانی موجودات پوشاننده (انکراسترهایی مانند بریوزوئرها) در رخنمون دیرستان و بمانی بیانگر محیط های دریایی کم عمق و مغذی، با انرژی کم و سرعت رسوبگذاری پایین هستند. از سوی دیگر، حضور مرجانها و اویستردها (خصوصاً گونه *Hyotissa hyotis*)، به همراه فرامینیفرهایی مانند *Textularia agglutinans* و *Elphidium* و میلیولیدها در رخنمون دیرستان می تواند نشان دهنده محیط شلف داخلی و یا محیط پلاتفرم کربناته مرجانی با اکسیژن بالا متصل به آب های آزاد باشد که در محدوده سنی پس از لانژین تا پیش از عقب نشینی کامل دریا در زمان کوهزایی پاسادانین در منطقه دیرستان جزیره قشم باشد. حضور اویستردهای با فرم های کشیده و پوسته های ستبر، مانند گونه *Crassostrea gryphoides* با آثار فرسایش زیستی از نوع تریپانیتس بیانگر محیط رسوبی پرانرژی با نرخ رسوبگذاری بالا، از جمله محیط های مصب رودخانه ای تحت تأثیر جزر و مد دریا در محدوده سنی معادل با رسوبات دیرستان می باشد.

کلید واژه ها: سازند میشان، آثار تافونومیک، مکران، میناب، جزیره قشم.

## ۱- مقدمه

رسوبات دریایی میوسن به پلیوسن در منطقه قشم و میناب، به منظور بررسی تفاوت و شباهت به لحاظ دیرینه محیطی، حدود سنی و آثار تافونومی مورد مطالعه قرار گرفتند. تافونومی علمی است که به قوانین و شرایط موجود در هنگام دفن موجودات می پردازد و روشی را نشان می دهد که در آن فسیل ها حفظ می شوند به طوریکه می توانند به درک شرایط اقلیمی و محیطی گذشته کمک کنند [۹]. همچنین کاربرد دوکفه ای ها در مطالعات تافونومیک نتایج معنی داری را به همراه دارد، به طور مثال، شناپدر-استورز و همکاران (۲۰۰۸) مطالعه ای را بر اساس آثار تافونومی به صورت مقایسه ای بین گونه های دوکفه ای مختلف، منتخب از تجمع توده های پوسته های محیط جزر و مدی عهد حاضر انجام داده و پیشنهاد دادند که نتایج مقایسه تافونومی مابین تاکساها و پروفیل های رسوبی مختلف می تواند به تفاوت های معنی داری مابین تاکساها و پروفیل ها پردازد [۵۲]. گرچه در این مطالعه به حضور تمامی تاکساهای یافت شده در رسوبات مورد مطالعه توجه شده و هر کدام از آن ها به عنوان یک شاخصه دیرینه اکولوژیکی تفسیر می شوند، اما آثار تافونومیک یافت شده در مناطق مورد مطالعه، تنها بر روی دوکفه ای ها، به خصوص دوکفه ای های اویسترید مشاهده شدند.

به طور کلی، بخشی از نواحی مورد مطالعه، بر اساس مطالعات تکتونیکی در واقع ناحیه هرمز خوانده می شود که ناشی از نیروهای فشارشی صفحه عربستان به صفحه اورازیا، با یک ساختار منحنی شکل، راندگی اصلی زاگرس و راندگی پیشانی مکران را بهم متصل کرده و کمر بند کوه های زاگرس و مکران با یک روند شمال-شمال غربی به هم پیوسته شده اند [۵۲]. از نقطه نظر چینه شناسی، در غرب حوضه مکران بیشتر از شیل و ماسه سنگ تشکیل شد [۱۶] و در حوضه زاگرس، عمدتاً رسوبات کربناته هستند [۵]. در جنوب خاوری حوضه زاگرس، مانند شمال بندرعباس و جزیره قشم عضو سنگ آهک گوری از سازند میشان از سنگ آهک مارنی با پوسته های اویسترها تشکیل شده اند [۴]. در مقاله حاضر به بررسی دو رخنمون دیرستان و کندالو در جزیره قشم و دو رخنمون بمانی و سیریک در منطقه میناب پرداخته شده است (شکل ۱ و شکل ۲). این افق استرا دار در سازند میشان در مناطق کنار تخته (جاده کازرون)، بوشهر، جنوب غرب مکران (منطقه میناب- سیریک در هرمزگان) و در مناطق چاهریسه و دلیجان در ایران مرکزی نیز دیده می شوند [۲]. میزان رسوبات کربناته در جزیره قشم بیشتر می باشند که متعلق به بخش بالایی سازند میشان هستند و میان لایه هایی از مارن های فسیل دار دارند. این مارن های فسیل دار معمولاً در مناطق اطراف سیریک در نزدیکی جاده میناب به سمت روستای سرارو و نیز به سمت روستای کوتک کلات، دارای افق های اوسترا دار می باشند. در منطقه مکران، نهشته های میوسن- پلیوسن، بیشتر رخسارهای آواری دارد. نهشته های میوسن مکران در حوضه رسوبی نهشته شده اند که به سمت جنوب و باختر ژرفای کمتری داشته و از شمال نیز محدود به خشکی بوده است. این نهشته ها که در محیط های نریٹیک نهشته شده اند از خاور گسل میناب تا مرز پاکستان رخنمون دارند [۱، ۴۰]. منطقه مکران و جزیره قشم، تاکنون در زمینه شرایط دیرینه محیطی، دیرینه جغرافیایی مورد بررسی قرار نگرفته اند یا اینکه بصورت محدود مطالعه گردیده اند. [۲، ۳، ۵، ۱۵، ۴۸].



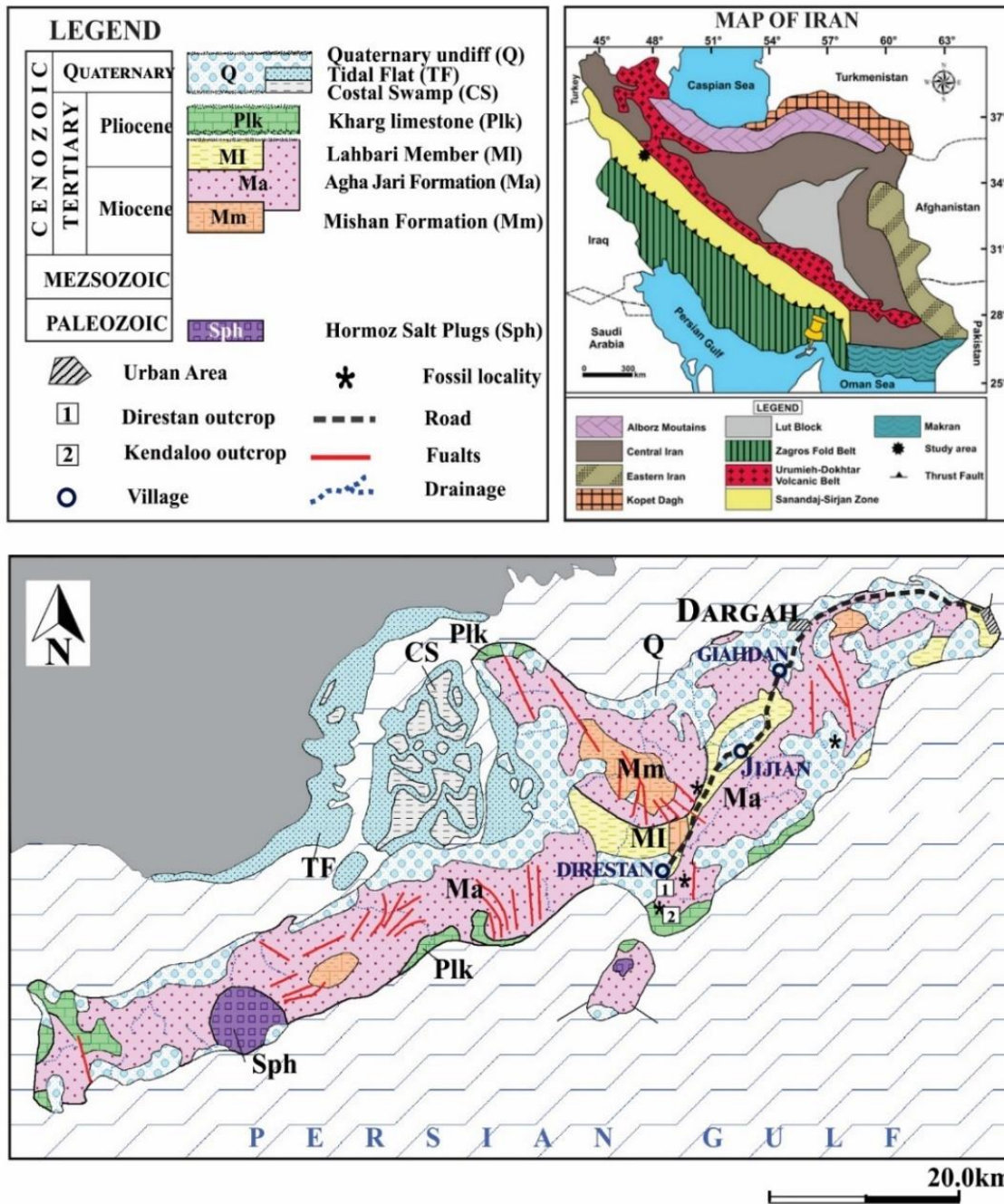
MRF - Main recent Fault SSZ - Sanandaj - Sirjan Zone  
ZSFB - Zagros simply folded belt ZIB - Zagros imbricate belt  
UDMA - Uromyeh - Dokhtar metamorphic arc MZT - Main Zagros Thrust

### LEGEND

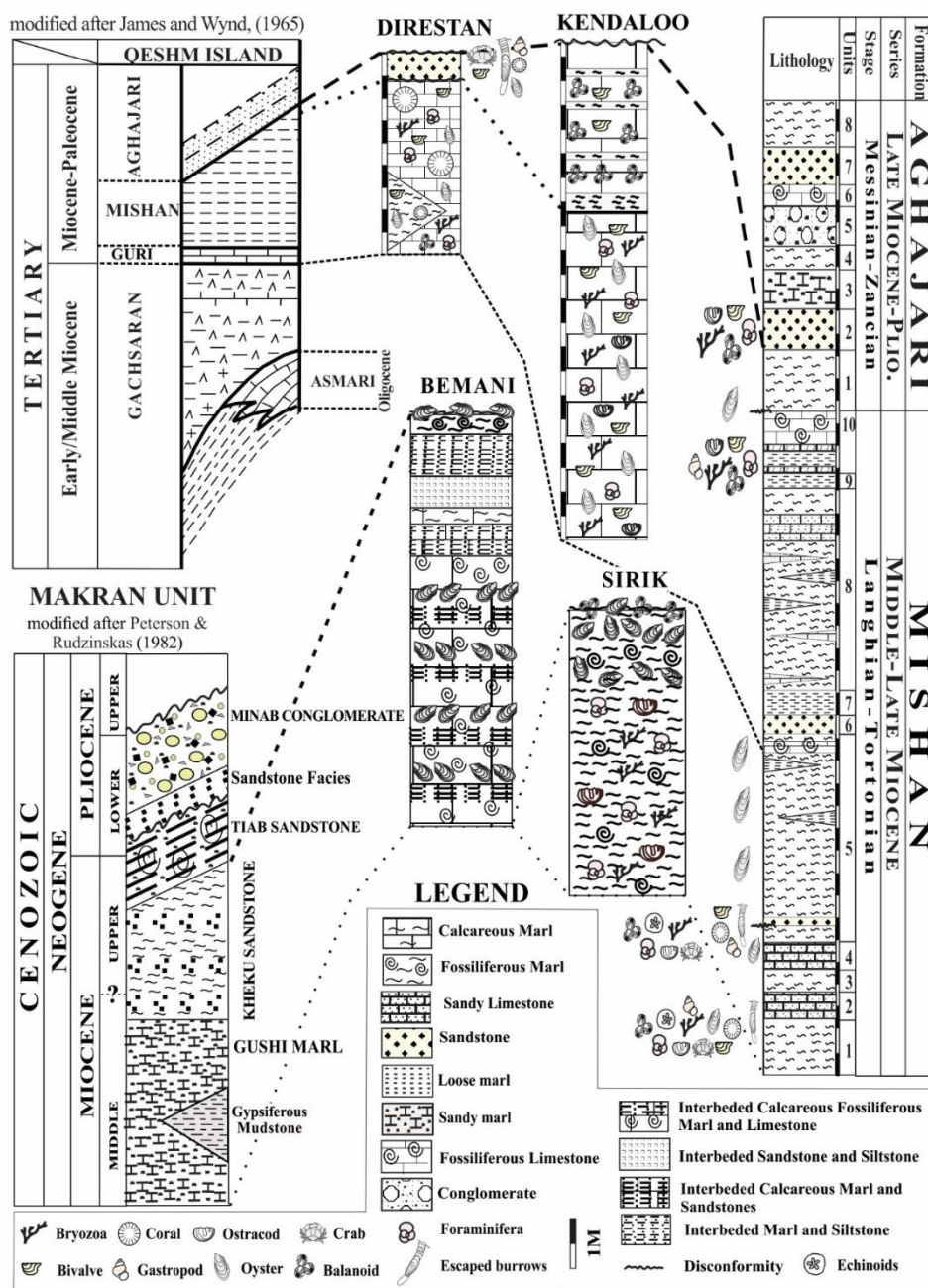
CENOZOIC	QUATERNARY	
	LOWER	UPPER
CENOZOIC	QUATERNARY	Q <sup>al</sup> River channel alluvium
		Q <sup>ts</sup> Q <sup>tm</sup> Q <sup>tr</sup> Intertidal muddy flats
	MIOCENE	Q <sup>2a</sup> Q <sup>2c</sup> Low level costal plain land
		Q <sup>2b</sup> Q <sup>2c</sup> High level costal plain land
		Q <sup>t2</sup> Low level piedmont fan and valley terrace deposits
		Q <sup>t1</sup> High level piedmont fan and valley terrace deposits
	MIOCENE	P <sup>bk</sup> Bakhtyari Formation, Conglomerate and sandy and marly conglomerate.
		P <sup>m5</sup> Polymictic conglomerate, pebble beds and coarse grained, red-brown sandstone. Sandstone facies
	MIOCENE	M <sup>m4</sup> TIAB SANDSTONE Red-brown sandstone, fissile mudstone and beach limestone.
		M <sup>m3</sup> KHEKU SANDSTONE Thinly bedded siltstone and sandstone with mudstone, limestone & minor pebble conglomerate
M <sup>m</sup> GUSHI MARL Gypsiferous and calcareous marl, with interbedded siltstone and sandstone.		
M <sup>md</sup> Mudstone - gypsiferous mudstone with minor siltstone and sandstone		
1 Bemani outcrop 2 Sirik outcrop ● Village/Town * Fossil locality in general ⊗ Microfossil locality ⊙ Macrofossil locality		
River/Drainage ..... Byroad --- Main Road — Fault, position definite - - - Fault, position approximate ⇄ Strike-slip Fault		

شکل ۱: نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه در نزدیکی شهرستان میناب، هرمزگان، ایران (با اندکی تغییر [۴۹])، که در آن رخنمون بمانی و سیریک به ترتیب با شماره‌های ۱ و ۲ نشان داده شده‌اند.





شکل ۲: نقشه زمین شناسی جزیره قشم، خلیج فارس، ایران (با کمی تغییر بعد از [۲۰])، که در آن رخنمون دیرستان و کندالو به ترتیب با شماره های ۱ و ۲ نشان داده شده اند.



شکل ۳: ستون چینه‌ای ترسیم شده از معادل سازی تمامی لایه‌ها و رخنمون‌های مورد مطالعه با استفاده از [۴۹] و [۲۱].

## ۲- موقعیت زمین‌شناسی

در این مطالعه چهار رخنمون در استان هرمزگان، که به طور رسمی جزو بخش جنوبی پهنه ساختاری-رسوبی زاگرس محسوب می‌شود، مورد مطالعه قرار گرفتند، و در نتیجه این مطالعات یک برش رسوبی کامل از تمامی آن‌ها ارائه گردید (شکل ۳)، در منطقه میناب رخنمون‌ها عبارتند از رخنمون سیریک (شکل ۴-۱)، در مسیر بین روستای سرارو و شهر سیریک که از توابع شهرستان میناب محسوب می‌شوند، با مختصات جغرافیایی  $26^{\circ}37'00''$  شمالی و  $57^{\circ}08'01''$  شرقی قرار دارد. در

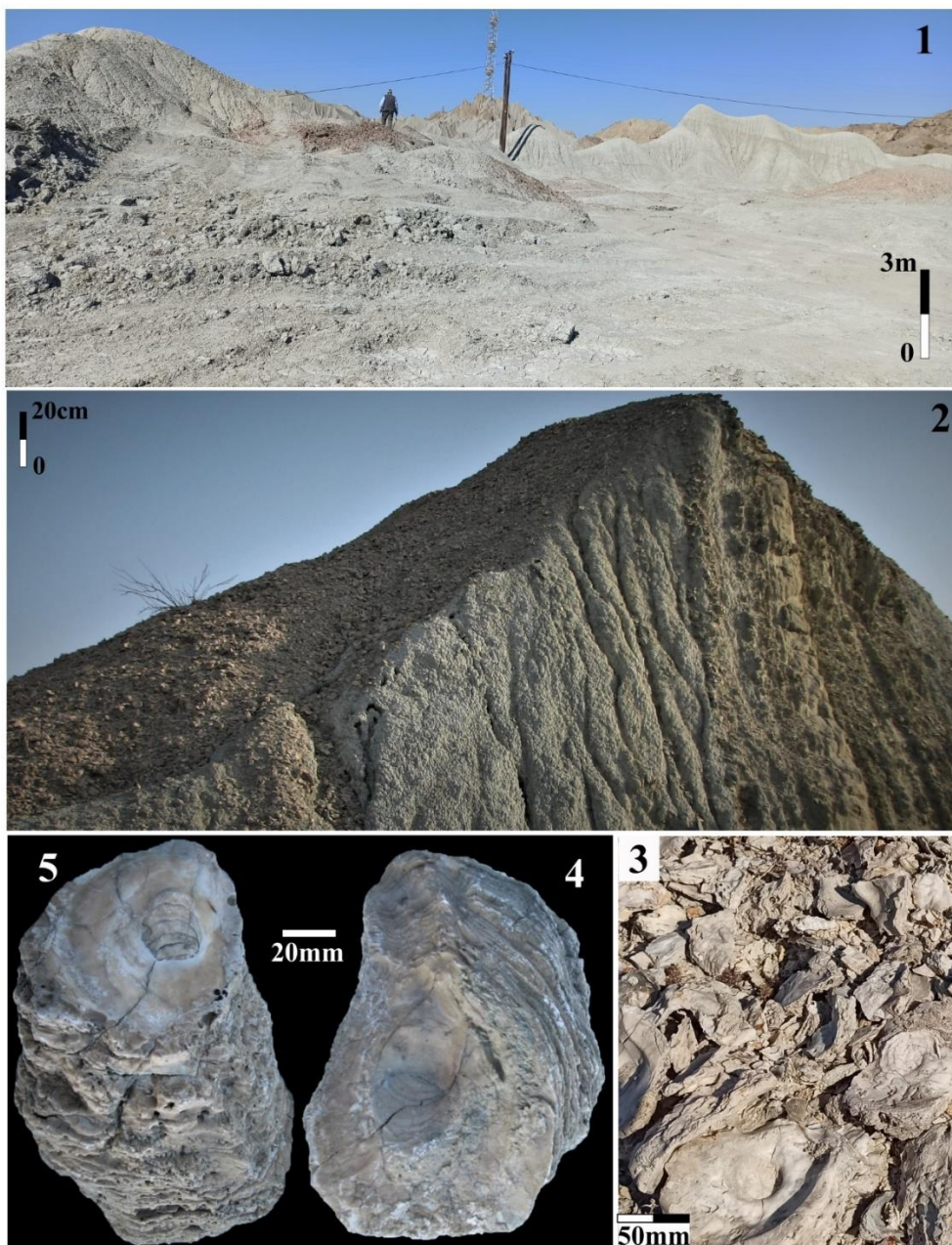
این رخنمون رسوبات نرم و سست مارنی به رنگ خاکستری تیره تا حدود ۱۰ متری جاده ادامه دارند و مابین این رسوبات یک لایه قطور غنی از اویسترها به صورت تپه‌هایی از صدف (اویستر بار) دیده می‌شوند که در بالاتر از ۱۰ متر از جاده تبدیل به لایه‌های بالانوییددار می‌شوند. رخنمون بمانی (شکل ۴-۲)، که در جاده میناب به سمت روستای بمانی، در نزدیکی روستای کوتک کلات با مختصات جغرافیایی "۴۲' ۵۵" ۲۶° شمالی و "۵۷° ۰۷' ۲۵" شرقی واقع شده است (شکل ۱)، اما در کنار جاده میناب نیز می‌توان امتداد لایه‌های این رخنمون را با فاصله ۱۰۰ تا ۲۰۰ متری از جاده در محلی در امتداد محور آنتی کلاین دنبال کرد. در امتداد این لایه‌ها همانند محل رخنمون اصلی کنار جاده روستای کوتک کلات، اویستر بارها که لایه‌هایی به شکل تپه‌هایی حدوداً ۳ متر عرض و ۵ متر ارتفاع هستند را قابل مشاهده می‌باشند. در رخنمون بمانی اویستر بارهای عظیم با ارتفاع حدود ۱۰ متر یا بیشتر وجود دارد و در این رخنمون به غیر از سنگواره صدف‌های اویسترید، آثار ایکنوفسیل‌ها بر روی رسوبات آهکی میان لایه‌ای رسوبات مارنی به ندرت یافت می‌شوند. در این رخنمون لایه‌های آهکی سخت به همراه لایه‌های مارنی و لایه‌های مملو از اویسترها به صورت ممتد و متناوب مرتباً تکرار شده‌اند. نمونه‌های مورد مطالعه از منطقه میناب- سیریک در این مقاله از مارن‌هایی موسوم به "گوشی مارل" از واحد چینه شناسی "مکران" برداشته شده‌اند. مک کال (۲۰۰۲) سن میوسن پسین را برای این مارن‌ها پیشنهاد داده است [۳۰] و عنوان کرده که این نهشته‌ها در بخش غربی ورقه ۱:۲۵۰۰۰۰ میناب و طاهرویی برونزد دارند (شکل ۱). واحد "گوشی مارل" توسط "ماسه‌سنگ خکو" در منطقه میناب و طاهرویی پوشیده شده و متشکل از مارن‌های گچی و آهکی، دارای میان لایه‌های سیلستون و ماسه‌سنگ می‌باشد. به لحاظ ساختاری، چهارگوش طاهروئی (ناحیه مورد مطالعه در منطقه میناب) نیز، مقهور الگوهای کلی تکنونیک اوج فاز کوهزائی آلپی در میانه میوسن است [۴۹].

رخنمون‌ها در جزیره قشم عبارتند از رخنمون دیرستان (شکل ۵-۱)، در جنوب روستای دیرستان با مختصات جغرافیایی "۱۴' ۴۴" ۲۶° شمالی و "۰۷' ۵۶" ۵۵° شرقی، و رخنمون کندالو (شکل ۶-۱)، که در نزدیکی سه راهی بین اسکله کندالو-روستای دیرستان و روستای شیب دراز با مختصات جغرافیایی "۴۲' ۴۱" ۲۶° شمالی و "۳۱' ۵۵" ۵۵° شرقی قرار دارد (شکل ۲). در رخنمون کندالو از فاصله ۳ متری از جاده لایه‌های توده‌ای از اویسترها به رنگ سفید (اویستر بار) آغاز می‌شود، و تا چندین متر لایه رسوبات آواری آهکی با اویسترهای دارای اندازه‌های تقریباً بزرگ یافت می‌شود (شکل ۶-۶). این اویسترها بسیار شبیه به اویسترهای نزدیک به جاده میناب-بمانی می‌باشند (شکل ۴-۳).

در رخنمون دیرستان، بخش مارنی بالایی سازند میشان با یک ناپیوستگی موازی در زیر یک لایه طوفانی قرار گرفته‌اند، که در این منطقه به عنوان شروع سازند آغاجاری در نظر گرفته شده است. در این رخنمون بقایای زیستی خوب حفظ شده‌ای از بی‌مهرگان متنوع خصوصاً بریوزوئرها که به سن میوسن میانی، اشکوب لانژین از حوضه پاراتتیس نیز گزارش شده اند [۵۱]، حضور دارند. پرست و همکاران (۱۳۹۹) بر این باورند که این نهشته‌ها همزمان با قبل از کوهزایی پاسادانین نهشته شده و وجود بقایای خوب فسیل شده دوکفه‌ای‌ها به ویژه پکتن‌ها و کالامیس‌ها به همراه مرجانها (شکل ۵-۲) در افق‌های بعد از افق استرا دار در دیرستان حاکی از حضور سواحل ماسه‌ای و نزدیک به ساحل را در منطقه دیرستان در زمان میوسن پسین را



نشان می‌دهد [۲]. همچنین، وجود لایه غنی از بالانوس به همراه دوکفه‌ای‌ها، بریوزوئرها، خارپوستان و قطعات خرچنگ‌ها قبل از شروع آغاچاری را تأییدی بر یک چرخه رسوبی کم عمق شونده در اواخر میوسن و قبل از شکل‌گیری منطقه یا کوهزایی آلپی می‌دانند [۲]. در این رخنمون دو افق از بخش بالایی سازند میشان و یک افق از سازند آغاچاری مطالعه گردیده اند و مرجان‌های کلنی، انفرادی شاخی شکل، دوکفه‌ای حفر از فولادها به راحتی قابل مشاهده می‌باشند (شکل ۵-۴).



شکل ۴: تصاویری از رخنمون‌های منطقه میناب، استان هرمزگان، ایران. ۱- رخنمون سیریک از نمای رو به شمال غربی؛ ۲- رخنمون بمانی از نمای رو به جنوب شرقی؛ ۳- نمایی بسته از اویستر بار در نزدیکی جاده میناب-سیریک؛ ۴- ۵- یک نمونه *Ostrea lamellosa* (Brocchi, 1814) از رخنمون سیریک. ۴: نمای داخلی کفه چپ؛ ۵: نمای خارجی کفه چپ (OS-MS9)؛ نمونه کاملاً فرسوده و شکسته شده است که می‌تواند بیانگر حمل پس از مرگ در یک محیط پرانرژی باشد.

## ۴- روش مطالعه

در این مطالعه با استفاده از نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ طاهروی، میناب و بندرعباس و با انتخاب نقاط اصلی در چندین بازدید صحرایی نمونه‌ها برداشت و به آزمایشگاه انتقال داده شدند. پس از شستشوی نمونه‌ها، با استفاده از میکروسکوپ پلاریزان، سطوح داخلی و خارجی دوکفه‌ای‌ها به منظور بررسی آثار تافونومی مورد مطالعه قرار گرفته و سپس با استفاده از میکروسکوپ بینوکولار دیجیتال در آزمایشگاه ترموکرونومتری گروه زمین‌شناسی دانشگاه اصفهان از این آثار عکسبرداری شد. نمونه میکروفسیل‌های مورد مطالعه نیز، پس از شستشوی رسوبات، با دقت جداسازی، شناسایی، و شماره‌گذاری شده، سپس بر روی استاب قرار گرفت و با استفاده از روش SEM از آنها عکسبرداری شد. در شماره‌گذاری نمونه‌ها علائم اختصاری برای مکان‌ها میناب (M)، قشم (Q)، دیرستان (D)، کندالو (K)، بمانی (B)، سیریک (MS) و برای اویستریدها (OS)، پکتیدها (PC)، کلامیدها (CL)، مرجان‌ها (Cr)، بریوزوئرها (Br)، و برای فرامینیفرها (Frm) می‌باشد. تمامی این نمونه‌ها در دانشگاه اصفهان، دانشکده علوم، موزه گروه زمین‌شناسی نگهداری می‌شوند.

## ۵- بحث

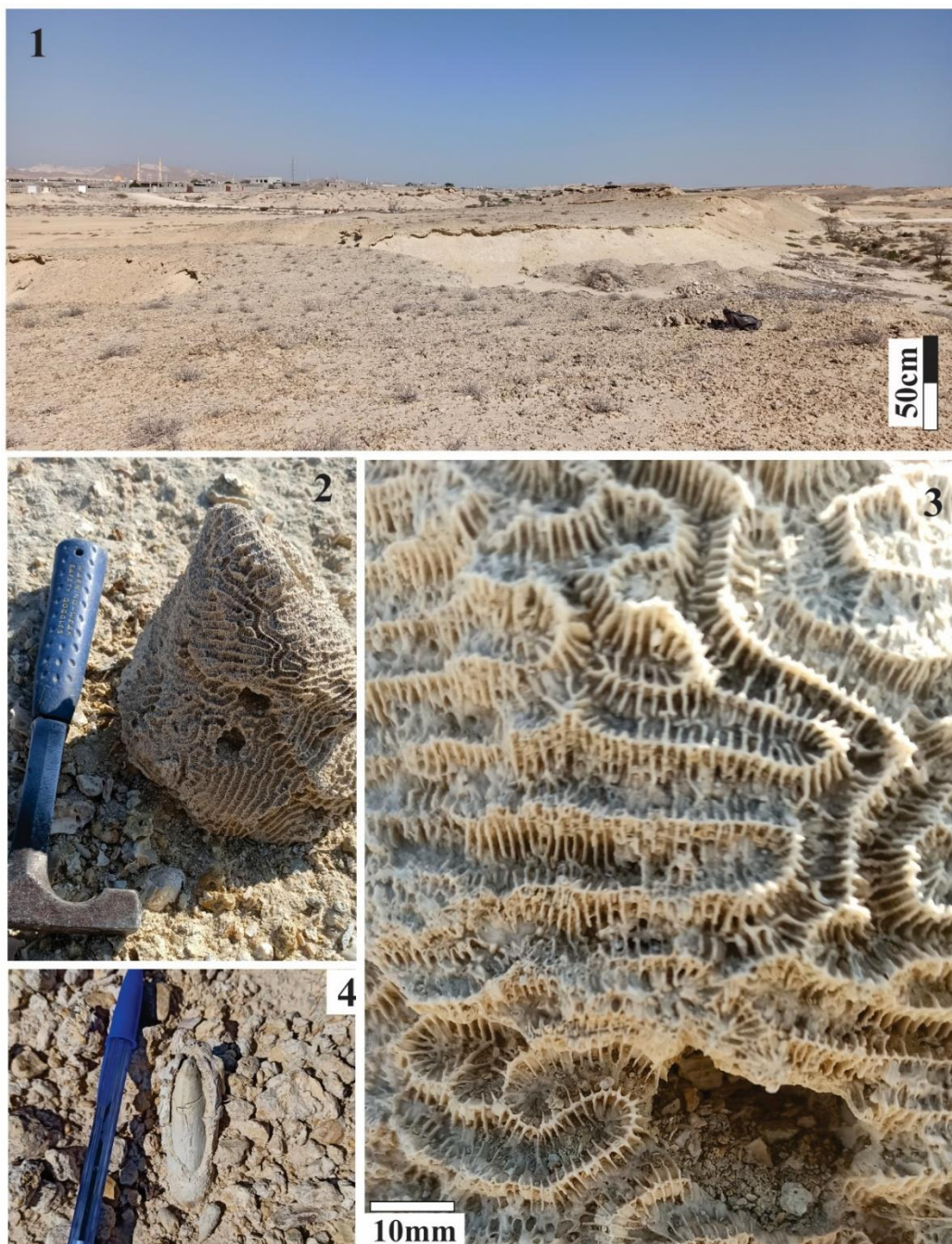
زندگی یک موجود زنده توسط طیف وسیعی از فرآیندهای فیزیولوژیکی کنترل می‌شود. این‌ها معمولاً فقط تحت در محدوده نسبتاً مشخص از شرایط محیطی می‌توانند زندگی کنند و هر موجود زنده ویژگی‌های خاص در برابر عواملی مانند اکسیژن، دما و شوری دارد [۹]. این جایگاه محدوده اکولوژیکی آن است که توسط پارامترهای فیزیکی و بیولوژیکی چندگانه کنترل می‌شود و شرایط خاصی را در فضای اکولوژیکی برای آن گونه مشخص می‌کند [۹].

برخی از عواملی که نقش مهمی در تعیین حدود جایگاه ویژه یک گونه دارند را عوامل محدودکننده می‌گویند که عبارتند از، ۱- میزان اکسیژن که ارتباط مستقیم با عمق آب دارد، مثلاً محیط‌های کم عمق به دلیل آشفتنگی آب دارای اکسیژن بیشتری هستند. جانوران کفزی صدف‌دار مانند دوکفه‌ای‌ها، گاستروپودها و... به شدت به میزان اکسیژن حساس هستند و با کاهش سطح اکسیژن، تنوع خود را کاهش داده و در رخساره‌های بی‌اکسیژن به ندرت یافت می‌شوند. ۲- دمای محیط، که یکی از فراگیرترین تأثیرات بر توزیع موجودات است زیرا ارتباط مستقیم با میزان نور و موقعیت جغرافیایی محیط دارد، معمولاً اکثر بی‌مهرگان دریایی در محدوده دمایی ۱,۷- تا ۳۰ درجه سانتیگراد زندگی می‌کنند. ۳- میزان شوری، که به اتصال یا عدم اتصال به آب‌های آزاد بستگی دارد، زیرا بیشتر آب‌های اقیانوس‌ها دارای سطوح نسبتاً یکنواختی از شوری هستند که اکثر جانوران دریایی به خوبی با آن سازگار هستند.

بیشتر اقیانوس‌ها و دریاها دارای آب دریا با شوری در محدوده ۳۰-۴۰ پی پی ام (بخش در هزار نمک‌های محلول در آب دریا) هستند، که تنوع جانوران عموماً در این محدوده در بالاترین حد است و با شوری بیشتر یا کمتر این تنوع و حضور جانوران مختلف کاهش می‌یابد. ۴- مواد مغذی که مهمترین آن‌ها نیتروژن و فسفر هستند و در شرایطی که جریانات توربیدیتی

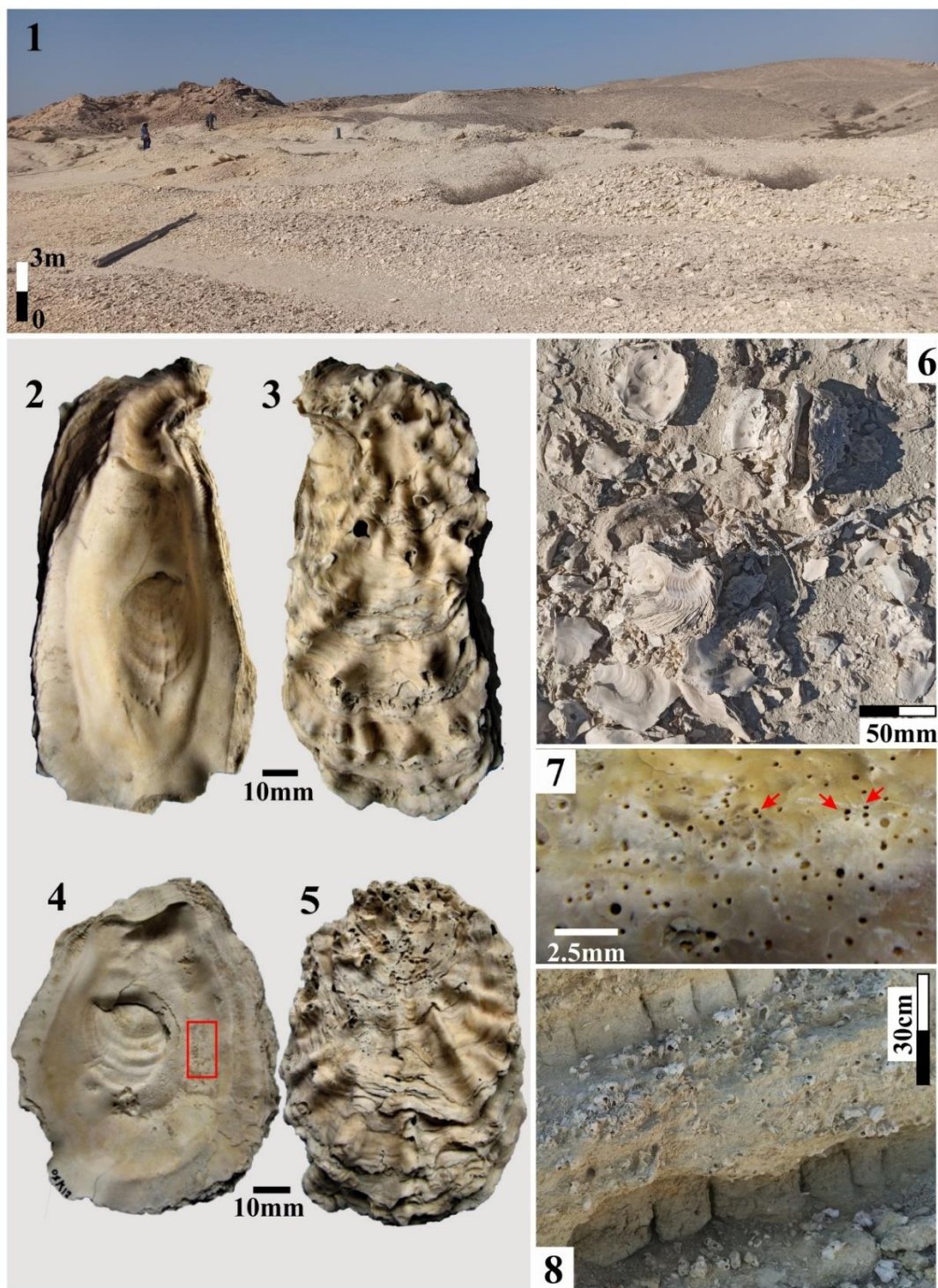


و آشفته، یا معمولاً بالا آمدگی سطح بستر ناشی از ناآرامی های تکتونیکی وجود دارد، عرضه مواد مغذی زیاد است و سطوح بالایی از تولید جدید و تراکم زیستی وجود دارد [۹].



شکل ۵: تصاویری از رخنمون دیرستان، جزیره قشم، استان هرمزگان، ایران. ۱- رخنمون دیرستان از نمای رو به شرق تا شمال شرقی. توجه داشته باشید توپوگرافی رخنمون یادآور منطقه ریف مرجانی است با توجه به اینکه توده های کلی مرجانی به صورت پتچ ریف فقط در امتداد این لایه یافت می شوند؛ ۲- نمای کلی کلی مرجان *Platygyra daedalea* (Ellis and Solander, 1786)؛ ۳- نمایی بسته از که کورالیت ها تکی یا چندگانه (D-Cr-1). ۴- نمایی بسته از یک نمونه قالب داخلی از یک دوکفه ای فولادید که در حفره درون رسوبات به دام افتاده و دفن شده بوده است.

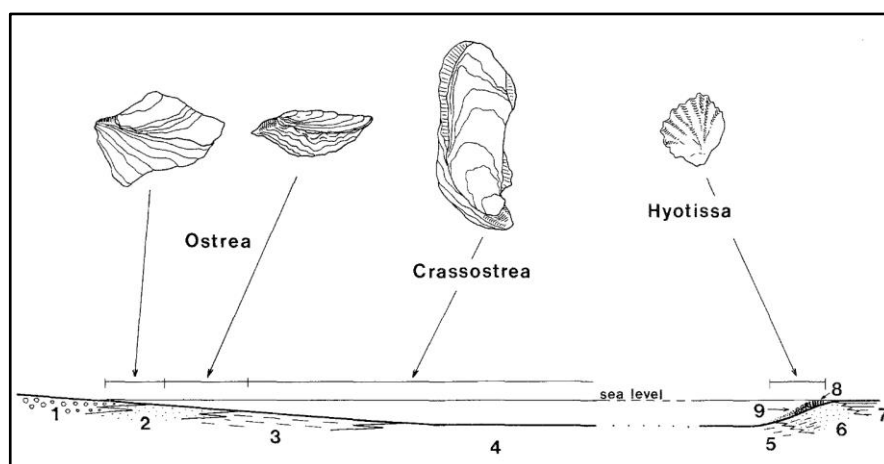




شکل ۶: تصاویری از رخنمون کندالو، جزیره قشم، استان هرمزگان، ایران. ۱- رخنمون کندالو از نمای رو به شمال غربی؛ ۲-۳ *Crassostrea gryphoides* (Schlotheim, 1813)؛ ۴: نمای داخلی کفه چپ؛ ۵: نمای خارجی کفه چپ (OSK28)؛ ۴-۵ *Hyotissa virleti* (Deshayes, 1900). ۶: نمای داخلی کفه راست (نمای بسته داخل مستطیل قرمز را در شکل ۷ ببینید)؛ ۵: نمای خارجی کفه راست (OSK12)؛ ۶- نمایی بسته از لایه رسوبات آواری آهکی به صورت خرده صدف‌های اویسترید (اویستر بار)؛ ۷- نمایی بسته از شکل ۴ که در آن آثار فرسایش زیستی به صورت عدد هشت انگلیسی (فلش‌های قرمز)، بیانگر ایکنوجنس *Trypanites* (Mägdefrau, 1932) قابل مشاهده هستند؛ ۸- نمایی بسته از لایه‌های متناوب مارن و مارن آهکی بالانوییدار که به طور مستقیم در بالای لایه رسوبات آهکی آواری (اویستر بار) نهشته شده‌اند.

## ۵-۱- اویستریداها

دوکفه‌ای‌ها اویسترید معمولاً به صورت طیفی از انواع ایستاده<sup>۱</sup> تا خوابیده در رسوبات دیده می‌شوند (شکل ۷) که این مورد بازتابی از کاهش نرخ رسوبگذاری حوضه در طی دوران زندگی آن‌هاست [۲۷، ۴۵، ۴۶]. به گونه‌ای که فرم‌های کشیده با پوسته‌های به نسبت ستر که به صورت عمود درون رسوبات قرار گرفته، و در محیط‌های با نرخ رسوبگذاری بالا و پراثری دیده می‌شوند (مانند *Crassostrea gryphoides* در محیط مصب رودخانه‌ای). فرم‌های فنجان‌ی شکل بزرگ با پوسته‌های ستر که به صورت خوابیده و آزاد روی کف بستر زیست می‌کنند نشانگر محیط‌های با نرخ رسوبگذاری کم و انرژی پایین تر هستند (مانند *Hyotissa hyotis* در محیط‌های مرجانی). با افزایش ژرفا و در پی آن کاهش بیشتر نرخ رسوبگذاری و انرژی محیط، به تدریج فرم‌های فنجان‌ی شکل کوچک و در پایان انواع مسطح با پوسته‌های نازک تر نمود می‌یابند [۴]. به طور کلی، در رخنمون دیرستان توده‌های مرجانی به صورت پچ ریف‌ها، با حضور تنها یک گونه کلنی مرجان *Platygyra daedalea* (به سن میوسن تا عهدحاضر) در کنار پوسته صدف اویسترید گونه *Hyotissa hyotis* (Linnaeus) می‌تواند نشان دهنده محیط پلاتفرم کربناته مرجانی باشد. این مرجان بار از میوسن مکران ایران توسط مک کال ۱۹۹۴ گزارش شده [۲۹، ۵۳] و در دریا‌های امروزی مانند خلیج فارس [۲۴] اندونزی و ایندوسیفیک زیست می‌کند [۶۱، ۵۵].



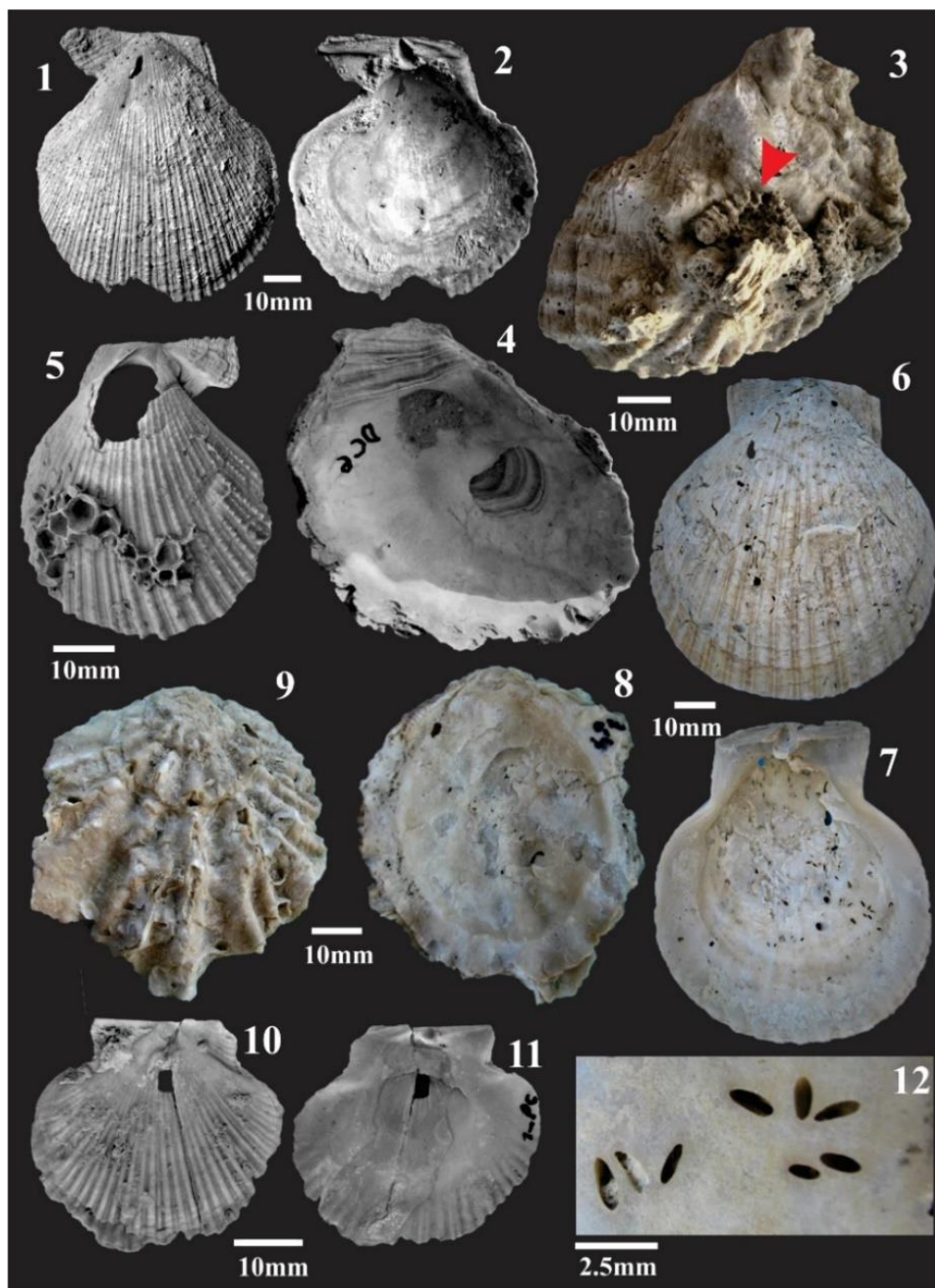
شکل ۷: پراکنندگی جنس‌های غالب اویستریداها در بخش داخلی فن دلنا تا درون حوضه (سمت چپ) و در یک پتچ ریف بر روی یک دلنا (راست)، در زمان تورنوین بالایی منطقه آلمانزورا کوریدور. ۱- زون داخلی فن دلنا؛ ۲- زون میانی فن دلنا؛ ۳- زون بیرونی فن دلنا؛ ۴- درون حوضه؛ ۵- پرودلنا؛ ۶- جلوی دلنا؛ ۷- دشت دلنا؛ ۸- مرکز ریف؛ ۹- ریف تالوسی. فاقد مقیاس [۲۲].

## ۵-۲- پکتینیداها

تنها رخنمون از بین چهار رخنمون مورد مطالعه که دارای دوکفه‌ای‌های پکتینید می‌باشد (شکل ۸)، رخنمون دیرستان است که به ترتیب دربردارنده جنس‌های ذیل بوده و محیط دیرینه پیشنهاد شده برای آن‌ها بدین شرح است [۴۵]: ۱) جنس آرگوپکتین: در دریا‌های گرمسیری، نیمه گرمسیری و معتدل گرم زیست می‌کند [۱۹]. سرتاسر میوسن تا هولوسن. ۲) جنس کلامیس: برخی از گونه‌های کلامیس دارای بیسوس [۶۲]، و برخی از آن‌ها قادر به شنا هستند. آن‌ها در زیر صخره‌ها و شکاف سنگ‌ها،



از مناطق جزر و مدی تا عمق ۱۵۴۰ متر یافت می‌شوند [۶]. کلامیس و اسفنج رابطه اکولوژیکی و همزیستی دارند، اسفنج از پوسته کلامیس به عنوان بستر و تکیه‌گاه برای رشد استفاده می‌کند (انکراستر)، و کلامیس از جریان آب ثابتی که تاژک اسفنج‌ها برای معلق خواری ایجاد می‌کنند، به جهت تنفس و دفع، و از ذراتی که قبلاً توسط اسفنج از جریان خارج نشده‌اند به عنوان غذا استفاده می‌کند، در نتیجه کلامیس‌های پوشیده با اسفنج‌ها از سایرین بزرگتر می‌باشند [۸]. تریاس تا هولوسن. (۳) جنس فلابلی پکتن: که برخی گونه‌های آن با جنس پکتن تفاوت چندانی ندارند و از اوراسیا، جنوب شرقی و غرب آمریکا، همچنین از پاناما گزارش شده‌اند. سرتاسر میوسن تا هولوسن [۴۵].



**1-2-** *Chalamys actinodes* (Sowerby, 1846), **1:** external view of the left valve; **2:** internal view of the same valve (D1CL20). **3-4-** *Cubitostrea frondosa* (Eichwald, 1830), **3:** external view of the left valve; **4:** internal view of the same valve (DC2-OS6). **5-** *Chalamys varia* (Linné, 1758), external view of the left valve (1-CLD). **6-7-** *Argopecten gratus* (del Rio, 1992), **6:** external view of the right valve; **7:** internal view of the same valve (D1PC16). **8-9-** *Hyotissa hyotis* (Linnæus 1758), **8:** internal view of the left valve; **9:** external view of the same valve (DC2-OS5). **10-11-** *Flabellipecten piramidesensis* (Ihering, 1907), **10:** external view of the right valve; **11:** internal view of the same valve (1-PCD). **12-** *Rogerella* (Saint-Seine, 1951), close up view of figure 7.

شکل ۸: ۳- در سطح خارجی اویستر آثار تکیه‌گاه<sup>۱</sup> آن که احتمالاً یک کلنی مرجانی بوده است به همراه بقایای مرجان (فلش قرمز) قابل مشاهده هستند. این آثار به عنوان اثرفسیل‌های همزمان با زیست موجودات شناخته می‌شوند و میتوانند بیانگر محیط زیست موجود باشند، ۵- آثار بالانویدها بر روی سطح صدف نشانه فرسایش و جابجایی پس از مرگ<sup>۲</sup> می‌باشد، و با توجه به اینکه کفه چپ است می‌توان احتمال داد که مدت زمانی پس از مرگ بالانویدها از پوسته به عنوان تکیه‌پاه بهره برده‌اند، ۱۲- حفرات ایکونوجنوس *Rogerella* به عنوان یک عامل زیست فرساینده<sup>۳</sup> در هر دو سطح پوسته دوکفه‌ای‌های نازک قابل مشاهده هستند و مسلماً همزمان با زمان زیست موجود بر روی پوسته حفر نشده و اثرفسیل پس از مرگ موجود هستند، و اگر به همراه آثار شکستگی یا قطعه قطعه شدگی<sup>۴</sup> و جداشدگی دوکفه<sup>۵</sup> یافت شوند بیانگر محیط زیست موجود نیستند.

### ۳-۵- بریوزوئرها

بریوزوئرها اغلب موجودات بنتیک و حساس به شوری آب می‌باشند، از اینرو از فسیل‌های رخساره‌ای به شمار می‌روند. آن‌ها اساساً در مناطق شلف دریاها تا اعماق ۲۰۰ متری و مخصوصاً در محیط‌های ساب ریفی گسترش دارند. اگرچه شرایط ایده‌آل و مناسب برای زندگی آن‌ها اعماق ۱۰ تا ۸۰ متری می‌باشد، اما در منطقه آبیسال و در درازگودال‌ها در عمق ۸۲۰۰ متری نیز مشاهده شده‌اند [۱۱]. از بین گونه‌های شناسایی شده از رسوبات آهکی رخنمون‌های کندالو گونه *Tervia irregularis* محدوده اعماق ۶۰ تا ۳۰۰ متر و از بین بریوزوئرها شناسایی شده از رسوبات واحد "مارل گوشه" گونه *Margaretta cereoides* محدوده اعماق بین ۱۰ تا ۴۵ متر را ترجیح می‌دهند [۴۳]. (شکل ۹).

### ۶-۵- فرامینیفرها

*Elphidium* یکی از انواع جنس‌های شناخته شده‌ای است که تحت شرایط با شوری زیاد و اشباع از نمک شکوفا می‌شوند [۴۸، ۱۳]، که این مسلماً نشانه‌ای از حضور این جنس در محیط‌هایی است که ارتباط با دریاهای آزاد مسدود بوده است [۳۸]. همچنین، *Elphidium* و *Ammonia* همراه با *Cyprideis* از جمله تاکس‌هایی هستند که می‌توانند در سطوح پایین اکسیژن که در تالاب‌ها یا دهانه رودخانه‌ها وجود دارد، زنده بمانند و تکثیر شوند [۲۶، ۳۲، ۳۸]. میلیولیدها و *Ammonia beccari* از جمله فرامینیفرهایی هستند که به عنوان تاکس‌های محیط‌های کم عمق با شوری زیاد شناخته شده‌اند خصوصاً اگر همراه با *Elphidium* و *Cyprideis* یافت شوند [۱۲، ۴۶، ۵۰، ۶۴]. سعیدووا (۲۰۱۰) چندین مطالعه را در مورد پراکنش روزن داران در خلیج فارس را مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه رسید که *Quinqueloculina*، *Asterorotalia* و *Textularia* حضور در مناطقی با حداقل دبی رودخانه را ترجیح می‌دهند، درحالی‌که جوامع دربردارنده جنس‌های *Nonion* و *Cancris* در مناطقی مابین لایه‌های آب گرم که تحت تأثیر دبی رودخانه و محل ته‌نشست رسوبات آواری هستند، یافت می‌شوند [۷، ۵۴]. *Bolivina spathulate* یکی از گونه‌های بنتیک شاخص اواخر اشکوب مسینین پیشین است که متعلق به شرایط دریایی کم اکسیژن و خاص لبه شلف و بالای اسلپ می‌باشد [۲۳، ۴۶، ۵۰، ۵۱].

## ۵-۷- آثار تافونومیک

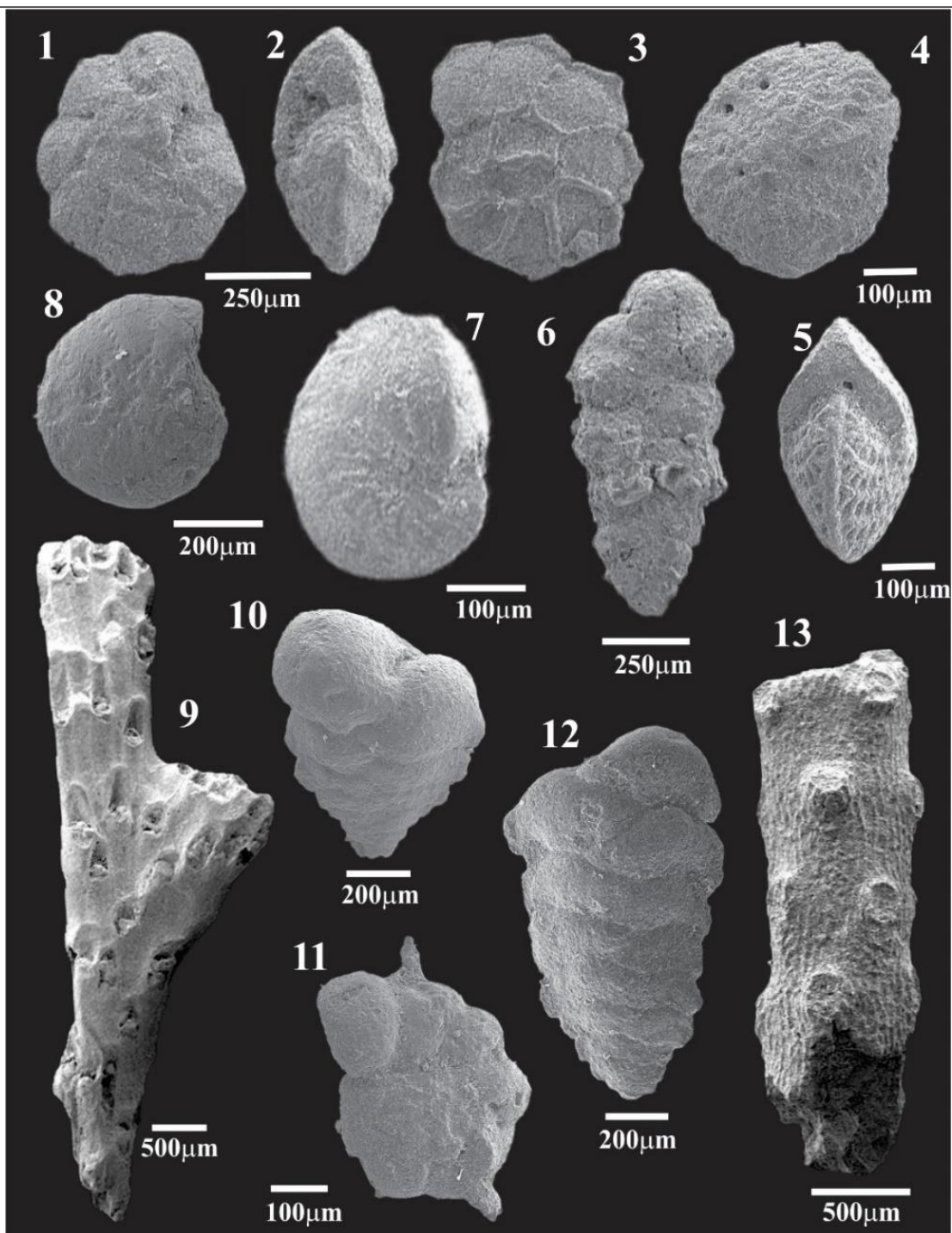
میزان بالای حضور انکراسترها و بیوارودر (زیست فرساینده‌ها) بیانگر نرخ رسوبگذاری کم، میزان تولید بالای مواد مغذی، به همراه انرژی بالای آب است [۱۴]. از آثار تافونومیک (شکل ۱۰) در نمونه‌های مورد مطالعه می‌توان به موجودات حفار، که همان زیست فرساینده‌ها هستند و موجوداتی اشاره کرد که بر روی بسترهای سخت رشد می‌کنند مانند بریوزوئرها (شکل ۱۱). در اکثر نمونه‌های مورد مطالعه (به غیر از نمونه‌های دیرستان)، می‌توان ایکنوجنس *Trypanites* را مشاهده کرد. تریپانیتس (به سن کامبرین-عهد حاضر)، سوراخ‌های ساده و بدون انشعاب حفر شده در یک بستر سخت هستند که به وسیله یک دهانه به شکل (۸)، به سطح می‌رسند [۱۰].

کرم‌های نوع حلقوی پلی چیت<sup>۱</sup> یا ماشوره‌تباران<sup>۲</sup>، موجودات زیست فرساینده‌ای هستند که اثر فسیل‌های تریپانیت را ایجاد می‌کنند [۵۹]. رخساره‌های تریپانیت مشخصه مصب‌ها [۱۸] و سواحل سنگی سیستم‌های سیلیسی آواری کم‌عمق دریایی [۱۷] و سکوه‌های کربناته که اغلب در محیط‌های جزر و مدی و بین جزر و مدی قرار دارند [۲۵، ۳۵] هستند و البته گاهی اوقات هم به وقوع پیشروی سطح دریا اشاره دارند [۵۹].

حضور ایکنوجنس *Etnobia* که ناشی از فعالیت اسفنج‌های حفار است (شکل ۱۰-۶)، نیازمند آب‌های آرام با تولید مواد مغذی بالا و سوسپانسیون مناسب برای معلق‌خواران است زیرا این اسفنج به شدت حساس به انرژی امواج بوده و سریعاً ناشی از شستشوی امواج از محیط حذف می‌شود. ایکنوجنس *Rogarella* (شکل ۸-۱۱) آثار زیست فرساینده ناشی از فعالیت‌های بارنکل‌ها و نشانگر محیط با انرژی و سوسپانسیون بالا است [۵۹].

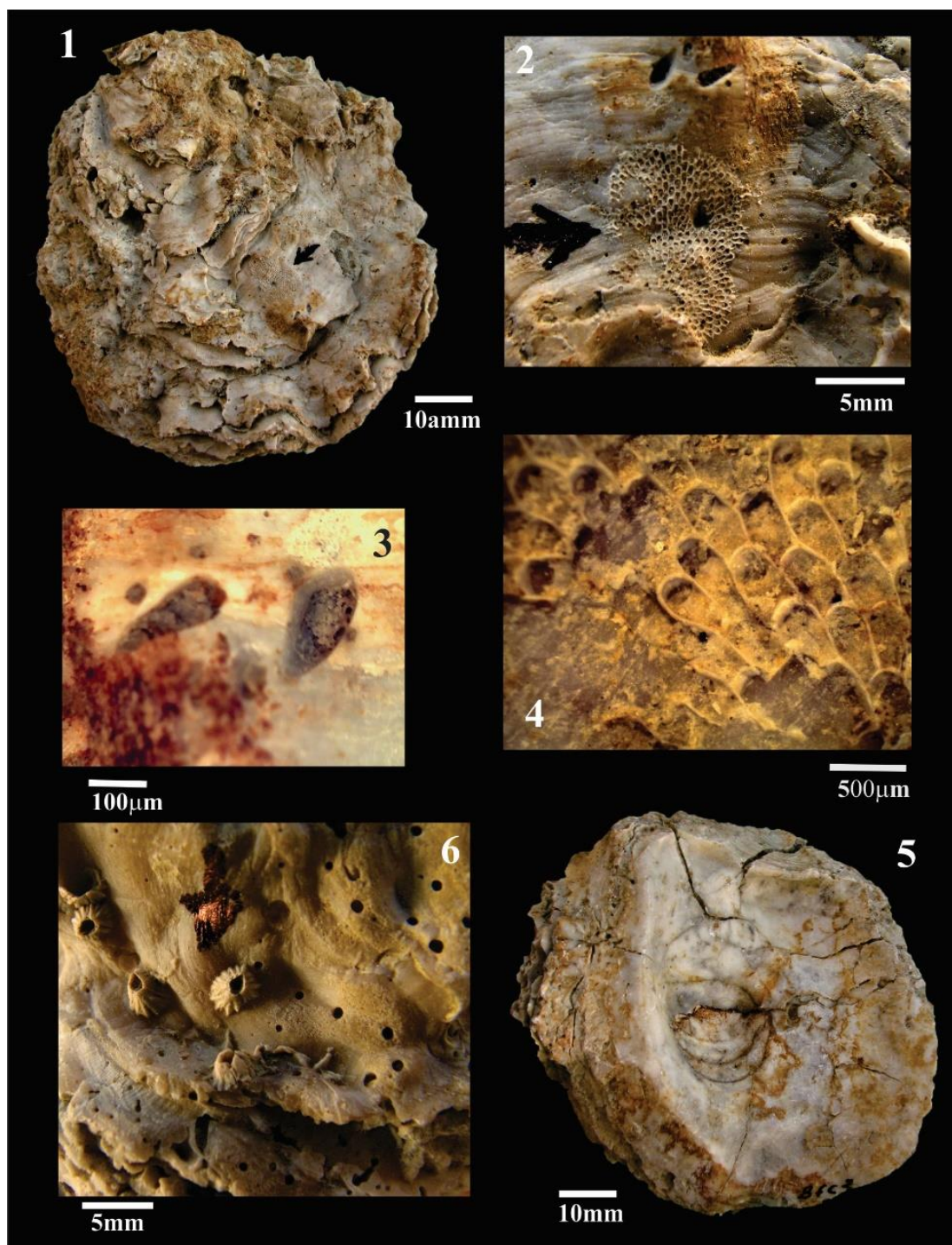
هر گونه آثار زیست فرساینده از هر موجودی بیانگر حضور آن موجود و نتیجه‌گیری یکسان است. حضور بالانویدها یا اسفنج‌ها یا آثار یافت شده از آن‌ها نتیجه‌گیری یکسانی دارد. مثل رد پای یک انسان که بیانگر عبور او از محل مورد نظر است. به طور مثال اگر یک دوکفه‌ای حفار (فولادید) یک بستر سخت را حفر کند و همراه با آن دفن شود یا از محیط شسته و خارج شود در هر دو حالت سوراخ حفر شده یک فرسایش زیستی ناشی از موجود حفار بوده است (شکل ۱۱-۳ و شکل ۱۱-۴).





شکل ۹: نمونه میکروفسیل‌های ایزوله شناسایی شده از فرامینیفرها و بریوزوئرهاى میناب و جزیره قشم.

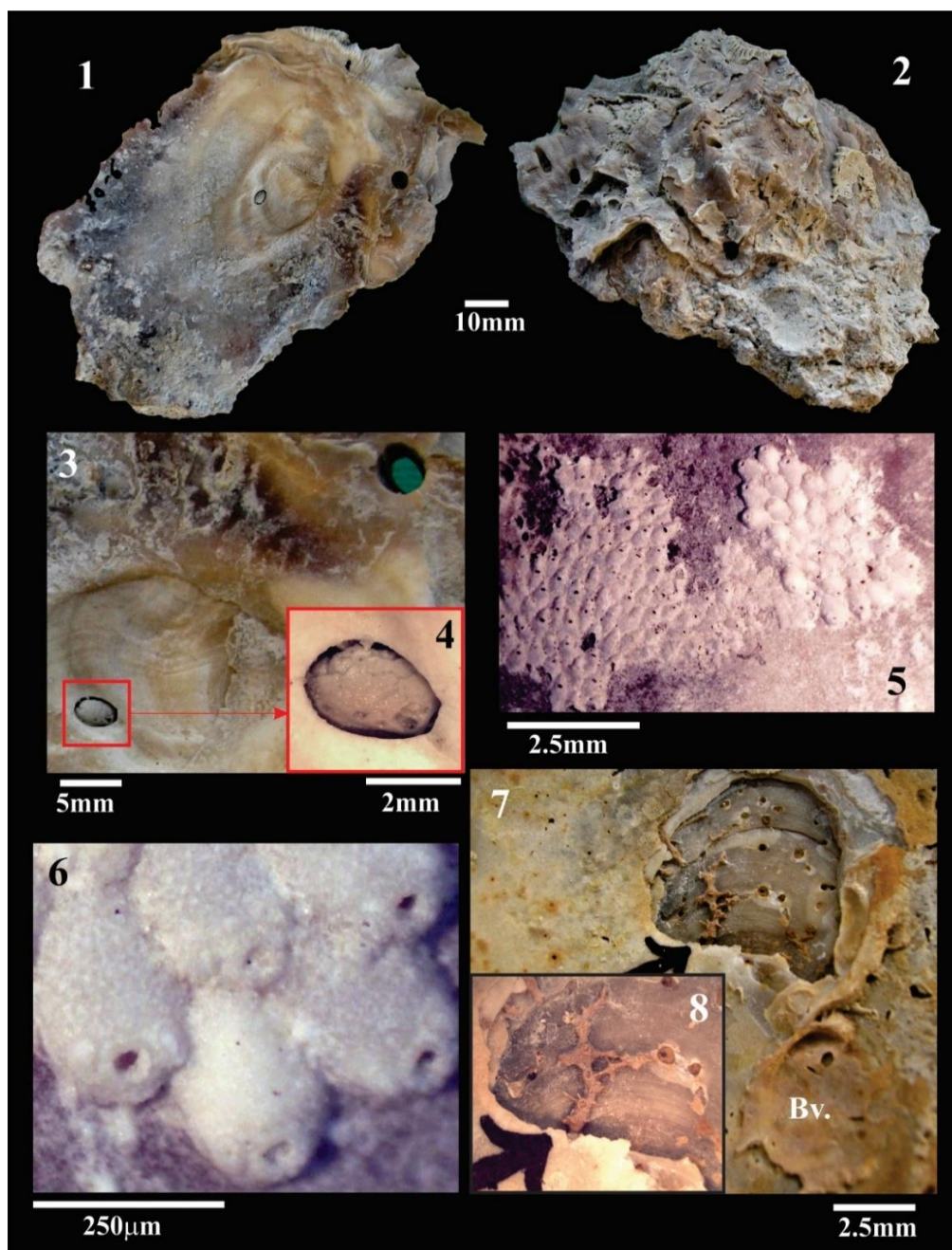
1-3- *Asterorotalia dentata* (Parker and Jones, 1865); **1**: umbilical view (K-Frm-1), **2**: apertural view (D-Frm-1), **3**: spiral view (B-Frm-1). **4-5**- *Elphidium crispum* (Linnaeus, 1758), **4**: dorsal view (D-Frm-2), **5**: apertural view (K-Frm-3). **6**- *Textularia agglutinans* (d'Orbigny, 1839), lateral view (D-Frm-3). **7**- *Nonion commune* (d'Orbigny, 1846), lateral view (B-Frm-2). **8**- *Elphidium excavatum* (Terquem, 1875), dorsal view (B-Frm-3). **9**- *Tervia* cf. *irregularis* (Meneghini, 1844), general view (KQ-Br-10). **10**- *Textulariopsis indistincta* (Akimets, 1961), lateral view (K-Frm-2). **11**- *Asterorotalia pulchella* (d'Orbigny, 1846), dorsal view (B-Frm-4). **12**- *Bolivina spathulata* (Williamson, 1858), dentellata type, lateral view (B-Frm-5). **13**- *Margaretta* cf. *cereoides* (Ellis & Solander, 1786), general view (BM-Br-5).



شکل ۱۰: آثار تافونومیک بر روی یک نمونه اویسترید برداشت شده از رخنمون بمانی، میناب (گوشی مارل).

1, 5- *Hyotissa hyotis* (Linnæus 1758), 1: external view of the left valve; 5: internal view of the same valve (B-OS2). 2- close up of figure 1, for closer look at Taphonomy features. 3- close up of figure 2, display two acutely parabolic holes of *Gastrochaenolites torpedo* (Kelly and Bromley, 1984). 4- close up of figure 2, showing an encrusting colony of a Cheilostomat Bryozoa, *Steginoporella* (Smitt, 1873). 6- close up of the external view of another oyster *Hyotissa virleti* (Deshayes, 1900), exhibiting balanoid barnacles as encruster organism and ichnospecies *Etnobia geometrica* (Bromley and D'Alessandro, 1984; B-OS4).





**1-2- *Cubitostrea* sp.**, **1**: internal view of the left valve; **2**: external view of the same valve (DC2-OS9). **3**- close up of figure 1, display two boreholes with and without bioeroder fauna. **4**- close up of figure 3, showing a pholadid bivalve recorded in its borehole. **5**- close up of figure 1, showing two encrusting colonies of Cheilostomat Bryozoans. **6**- close up of figure 5, exhibiting, a close look at encrusting colony of *Microporella* sp. **7**- close up of internal valve of another *Cubitostrea* sp., appear remain of a bivalve shell in early stages as encruster organism and ichnospecies *Etnobia geometrica* (Bromley and D'Alessandro; DC2-OS1). **8**- close up of figure 7, display remain of drilling sponge, produce ichnospecies *Etnobia* (black arrow).

**شکل ۱۱:** آثار تافونومیک بر روی یک نمونه اویسترید برداشت شده از رخنمون دیرستان (عضو آهک گوری). توجه داشته باشید هیچگونه آثار فرسایش، شکستگی، و قطعه قطعه شدن در دوکفه‌ای اویستر دیده نمی‌شود و نمونه بریوزوئرها، اسفنج حفار (تولید کننده ایکنوجنس *Etnobia*) و حتی دوکفه‌ای حفار فولادید در محل خود احتمال به صورت درجا ثبت شده‌اند.



## ۶- نتیجه گیری

بر اساس گونه‌ها و آثار تانونومیک یافته شده در رخنمون کندالو احتمالاً رسوبات این رخنمون متعلق به محیط شلف کربناته در نزدیکی مصب رودخانه‌ای بوده درحالیکه حضور فونا و آثار فرسایش زیستی در رخنمون دیرستان بیانگر محیط داخلی تا میانی شلف کربناته و احتمالاً ریف مرجانی در محلی رو به دریای باز بوده است. از سوی دیگر، فرامینفرهای یافت شده در این رخنمون از هر دو نوع بتتیک و پلانکتونیک بوده‌اند گرچه تعداد نمونه‌های پلانکتونیک انگشت شمار می‌باشند، این موارد در کنار حضور پوسته‌های بالانویید به میزان بالا به همراه آثار فرسایش زیستی نوع تریپانیتس می‌تواند نشان‌دهنده محیطی مصب رودخانه تحت تاثیر جزر و مد دریا در رخنمون کندالو باشد. اکثر نمونه فسیل‌های یافت شده از رخنمون کندالو و دیرستان معمولاً از میوسن خصوصاً اشکوب لانژین<sup>۱</sup> گزارش شده‌اند. درحالیکه در رخنمون بمانی (بخشی از گوشه مارل)، حضور فرامینفرهایی که از اواخر میوسن (اشکوب میسینین<sup>۲</sup>) گزارش شده‌اند، بیانگر جوانتر بودن این لایه‌هاست. به لحاظ دیرینه محیطی نمونه‌های رخنمون سیریک و بمانی احتمالاً متعلق به محیط‌های متفاوتی پیش و پس از مرگ بوده‌اند، بدین معنا که حضور فرامینفرها بیانگر شرایط دریایی کم اکسیژن، تالاب‌ها یا مناطق کم عمق شلف داخلی تا میانی هستند، درحالیکه اویستریداها و آثار تانونومیک بر روی آن‌ها بیانگر دو نوع محیط پارانرژی تحت تاثیر امواج و هم محیط کم انرژی و تاثیر کم امواج می‌باشند. بر اساس فرامینفرها و مطالعات انجام شده بر روی لایه‌های رخنمون سیریک، محدوده سنی آن احتمالاً متعلق به پس از لانژین تا پیش از میسینین و قدیمی‌تر از لایه‌های رخنمون بمانی می‌باشند. محدوده سنی پس از لانژین تا پیش از عقب نشینی کامل دریا در زمان کوهزایی پاسادانین برای رخنمون‌های دیرستان جزیره قشم محتمل است.

## ۷- سپاسگزاری

نویسندگان از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه اصفهان و گروه زمین‌شناسی دانشگاه اصفهان بجهت حمایت‌های مالی، علمی و لجستیکی قدردانی می‌نمایند.

## منابع

- [۱] آقاباتی، ع.، ۱۳۸۳، زمین‌شناسی ایران: سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶ صفحه.
- [۲] پرست، ع.، یزدی، م.، بهرامی، ع.، ۱۳۹۹، اولین گزارش از سکانس کم عمق‌شونده میوسن پسین (سازند میشان به آغاچاری) در منطقه دیرستان جزیره قشم بر اساس حضور ماکروفسیل‌های جانوری: مجموعه مقالات سیزدهمین همایش انجمن دیرینه‌شناسی ایران، صفحه ۷-۱.
- [۳] حسنی، م.، و حسینی پور، ف.، و دریسی، م.، ۱۳۹۳، چینه‌شناسی، دیرینه‌شناسی و دیرینه بوم‌شناسی نهشته‌های تشکیل‌دهنده دره ستاره‌ها در جزیره قشم: نشریه علمی پژوهشی دیرینه‌شناسی، صفحه ۳۴-۱۹.
- [۴] حسینی پور، ف.، حسنی م. ج.، داستانپور م.، ۱۳۹۳، اویسترهای سنگ آهک گوری (میوسن پیشین) در شمال بندرعباس، ناحیه زاده محمود، جنوب خاوری حوضه زاگرس: نشریه علوم زمین، انتشارات سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، صفحه ۱۱۰-۱۰۱.

[۵] فاندی، م.، یزدی، م.، جانسون، ک.، ۱۳۹۵، سیستماتیک و پالئوآکولوژی مرجان های میوسن منطقه ی بشاگرد در حوضه مکران: رساله دکتری رشته زمین شناسی چینه شناسی و فسیل شناسی، دانشگاه اصفهان، ۲۲۶ صفحه.

- [6] ABBOTT, R.T., 1974, American Seashells: *New York, Van Nostrand Reinhold*, 663.
- [7] AMAO, A.O., KAMINSKI, M.A., Asgharian Rostami, M., Gharaie, M.H.M., Lak, R. and Frontalini, F., 2018, Distribution of benthic foraminifera along the Iranian coast: *Marine Biodiversity*, 49, 933-946.
- [8] BEU, A.G., 1965, Ecologic variation of *Chlamys dieffenbachi* (Reeve) (Mollusca, Lamellibrachia): *Royal Society of New Zealand Transactions, Zoology*, 7, 93-96.
- [9] BRENCHLEY, P.J. and HARPER, D.A.T., 1999, Palaeoecology: Ecosystems, Environments and Evolution. Chemical Rubber Company, CRC Press, 432.
- [10] BROMLEY, R.G., 1972, On some ichnotaxa in hard substrates, with a redefinition of Trypanites: *Palaontologische Zeitschrift*, 46, 93-98.
- [11] BOARDMAN, R.S., CHEETHAM, A.H. and ROWELL, A.J., 1987, Fossil Invertebrates. Blackwell Scientific Publication, 713.
- [12] DEBENAY, J.P., BA, M., LY, A., and SY, I., 1987, Les écosystèmes paraliques du Sénégal. Description, répartition des peuplements de foraminifères benthiques: *Revue de Paléobiologie*, 6, 229-55.
- [13] DECKKER, P., de, CHIVAS, A.R. and J.M.G., SHELLEY, 1988, Paleoenvironment of the Messinian Mediterranean 'Lago Mare' from strontium and magnesium in ostracode shells: *Palaios*, 3, 352-358.
- [14] EL-HEDENY, M., 2007, Encrustation and bioerosion on Middle Miocene bivalve shells and echinoid skeletons: paleoenvironmental implications: *Revue de Paléobiologie*, 26, 381-389.
- [15] GHAEDI, M., YAZDI, M., JOHNSON, K., 2016, Paleoenvironmental conditions of Early Miocene corals, western Makran, Iran: *Arabian Journal of Geosciences*, 9, 1-686.
- [16] GHAEDI, M., YAZDI, M., MOHAMMADI, E., and BAHRAMI, A. 2022, Ichnological analysis of the Miocene marine deposits of Makran (SE Iran): implication for paleoenvironmental interpretations: *Carbonates and Evaporites*, 37, 1-15. DOI: 10.1007/s13146-022-00798-x
- [17] GIBERT, J.M., de, DOMENECH, R., MARTINELL, J., 2012, Rocky shorelines, In: KNAUST, D., BROMLEY, R.G., (Eds.) Trace Fossils as Indicators of Sedimentary Environments. *Developments in Sedimentology*, 64, 441-462.
- [18] GINGRAS, M.K., MACEACHERN J.A., DASHTGARD, S.E., ZONNEVELD, J.P., SCHOENGUT, J., RANGER, M.J. and PEMBERTON, S.G., 2012, Estuaries. In: KNAUST, D. and BROMLEY, R.G., (Eds.) Trace fossils as indicators of sedimentary environments, *Developments in Sedimentology*, 64, 463-505.
- [19] HERTLEIN, L.G., 1969, Family Pectinidae Rafinesque, 1815, In: MOORE, R.C., (Eds.) Treatise on Invertebrate Paleontology, Part N, Mollusca 6 Bivalvia: *Geological Society of America, Boulder, and University of Kansas Press, Lawrence*, 1, N348-N373.
- [20] HUBER, H., 1977, Geological Map of Iran (scale 1:1 000 000), with explanatory notes. National Iranian Oil Company, Tehran, Iran.
- [21] JAMES, G.A., and WYND, J.G., 1965, stratigraphic nomenclature of Iranian oil consortium agreement area: *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 49, 2182-2245.
- [22] JIMENEZ, A.P., JUAN, C. and BRAGA, J.M.M., 1991, Oyster distribution in the upper tortonian of the Almanzora Corridor (Almeria, S.E. Spain): *Geobios*, 24, 725-734.
- [23] JORISSEN, F.J., 1987, The distribution of benthic foraminifera in the Adriatic Sea: *Marine Micropaleontology*, 12, 21-49.
- [24] KAVOUSI, J., and REZAI, H., 2011, Coral lesions around some Iranian Islands in the Persian Gulf: Galaxea, *Journal of Coral Reef Studies*, 13, 5-6. DOI:10.3755/galaxea.13.5
- [25] KNAUST, D., CURRAN, H.A. and DRONOV, A.V., 2012, Shallow-marine carbonates, In: KNAUST, D. and BROMLEY, R.G., (Eds.) Trace fossils as indicators of sedimentary environments, *Developments in Sedimentology*, 64, 705-750.
- [26] LUTZE, G.F., 1965, Zur Foraminiferen-Fauna der Ostsee: *Meyniana*, 15, 75-142.
- [27] MAHDIPOUR, F., BAHRAMI, A., and YAZDI, M., VAZIRI MOGHADDAM, H., VEGA, F., BITNER, A., 2024, First report of the bivalve *Placuna placenta* (Linnaeus, 1758) from the Late Miocene-Early Pliocene

strata of the Minab region and Qeshm Island, Persian Gulf, Southern Iran: Paleocology, Systematic and Taphonomy: *Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches*, **40**, in Press, DOI: **10.22108/jssr.2024.142783.1297**

[28] MAHDIPOUR, F., BAHRAMI A., YAZDI, A., VEGA, F., 2024, Review of Mio-Pliocene pectinids and ostracods from Minab region and Qeshm Island, Persian Gulf, southern Iran: *boletín de la sociedad geológica Mexicana*, **77(1)**, in Press DOI: <http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2023v77n1a>

[29] HADI, M., CONSORTI, L., BAHRAMI, A., PARANDAVAR, M. and KHORRAMDEL, S., 2024, *Journal of Palaeogeography* 13(1), 54-79. <https://doi.org/10.1016/j.jop.2023.11.002>

[30] HADI, M., BAHRAMI, A., LESS, G., CONOSORTI, L., PARANDAVAR, 2024, Biostratigraphy of the Eocene shallow-water succession of the south Sabzevar area (Central Iran) based on larger benthic foraminifera and calcareous nannofossils: *Micropaleontology*, **70(2)**, 171-196.

[31] GARASSINO, A., BAHRAMI, A., YAZDI, M., VEGA, F.J., 2014, Report on decapod crustaceans from the Eocene of Zagros Basin, Iran: *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie – Abhandlungen*, **274(1)**, 43-54. DOI: **10.1127/njgpa/2014/0442**

[32] HYZNY, M., BAHRAMI, A., YAZDI, M., TORABI, H., 2021, Decapod crustaceans from the lower Miocene Qom Formation of the Isfahan area, Central Iran: *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, **73(3)**, 1-14. <https://doi.org/10.18268/bsgm2021v73n3a140521>

[33] BAHRAMI, A., OSSO, A., YAZDI, M., and ANSARI, H., 2023, Oligocene crabs (Decapoda: Brachyura) from the Asmari Formation in Yasuj area (SW Iran); *Acta Geologica Polonica*, DOI: 10.24425/agp-201X-000X

[34] BITNER, A., BAHRAMI, A., SANI JOSHEGHANI, M., YAZDI, M., and ZAGORSEK, K., 2023., New records of brachiopods from the Lower Miocene deposits of the Qom; Formation of the Isfahan province, Central Iran: *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, **75(2)**, 1-10.

[35] OSSO, A., BAHRAMI, A., YAZDI, M., and MOHAMMADREZAEI, A., 2023, Presence of Zanthopsis M' Coy, 1849 (Crustacea: Decapoda: Brachyura) in the Early Eocene of Iran, and comments on the different species and/or morphotypes and their palaeobiogeography: *Annales de Paléontologie* **109**, 102597-102604. <https://doi.org/10.1016/j.annpal.2023.102597>

[36] GHAEDI, M., YAZDI, M., MOHAMMADI, E., and BAHRAMI, A., 2022, Ichnological analysis of the Miocene marine deposits of Makran (SE Iran): implication for paleoenvironmental interpretations: *Carbonates and Evaporites*, 37-51 <https://doi.org/10.1007/s13146-022-00798-x>.

[37] Rahimi nejad, A., Yazdi, M., Bahrami, A., 2020, Palaeoenvironments and taphonomy of clypeasteroids in Miocene carbonates of the Esfahan–Sirjan Basin, central Iran: *Facies*, **66(14)**, DOI: 10.1007/s10347-020-00598-6.

[38] Pedramara, A., Zagorsek, K., Maria Bitner, M. A., Yazdi, M., Bahrami, A., Maleki, Z., 2019, Bryozoans and brachiopods from the Lower Miocene deposits of the Qom Formation in North-East Isfahan (Central Iran): *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie – Abhandlungen*, **294(2)**, 229-250.

[39] MACHALSKI, M., 1998, Oyster life positions and shell beds from the Upper Jurassic of Poland: *Acta Palaeontologica Polonica*, **43**, 609–634.

[40] MCCALL, G., 1985a, Explanatory Text of the Fannuj Quadrangle Map 1:250,000, Geological Quadrangle K14. Geological Survey of Iran, Tehran.

[41] MCCALL, J., ROSEN, B. and DARREL, J., 1994, Carbonate deposition in accretionary prism settings: Early Miocene coral limestones and corals of the Makran Mountain Range in southern Iran: *Facies*, **31**, 141–177.

[42] MCCALL, G.J., 2002, A summary of the geology of the Iranian Makran: *Geological Society, London, Special Publications*, **195**, 147-204.

[43] MOISSETTE, P., CORNEE, J.J., MANNAI-TAYECH, B., RABHI, M., ANDRE, J.P., KOSKERIDOU, E., and MEON, H., 2010, The western edge of the Mediterranean Pelagian Platform: A Messinian mixed siliciclastic–carbonate ramp in northern Tunisia: *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **285**, 85–103.

[44] MOODLEY, L., 1990, Southern North Sea seafloor and subsurface distribution of living benthic foraminifera: *Netherlands Journal of Sea Research*, **27**, 57-71.



- [45] MOORE, E.J., 1984, Tertiary marine pelecypods of California and Baja California: Propeamussiidae and Pectinidae, *Geological Survey Professional Papers*, **1228-B**, B1-B112.
- [46] MURRAY, J.W, 1973, Distribution and ecology of living benthic foraminiferids. Heinemann Educational Books, London, 274.
- [47] NAIMI, M.N., VINNO, O. and CHERIF, A., 2021, Bioerosion in *Ostrea lamellosa* shells from the Messinian of the Tafna basin (NW Algeria): *Carnets Geol., Madrid*, **21**, 127-135.
- [48] NOURADINI, M., ASHOURI, A.R., YAZDI, M. and RAHIMINEJAD, A.H., 2019, Palaeoecology and distribution of upper Oligocene–lower Miocene foraminifera in the Qom Formation, the Bagher-Abad section, NE Isfahan, Central Iran: *Carbonates and Evaporites*, **34**, 563-579.
- [49] PETERSON L.W. and RUDZINSKAS K.K., 1982, (Cartography): explanatory text of the Taherui quadrangle map 1:250000. Geological Survey of Iran, Tehran.
- [50] POEL, H.M., van de., 1992, Foraminiferal biostratigraphy and palaeoenvironments of the Miocene-Pliocene Carboneras-Nijar Basin (SE Spain): *Scripta Geology*, **102**, 1-32.
- [51] PUJOS, M., 1976, Ecologie des foraminifères benthiques et des thécamoebiens de la Gironde et du plateau continental Sud-Gascogne. Application à la connaissance du Quaternaire Terminal de la région Ouest-Gironde, Doctor's Thesis University of Bordeaux, 274.
- [52] REGARD, V., HATZFELD, D., MOLINARO, M., AUBOURG, C., BAYER, R. and et al., 2010, The transition between Makran subduction and the Zagros collision: recent advances in its structure and Active deformation: *Geological Society of London, Special Publication*, **330**, 41–64.  
DOI: 10.1144/SP330.4hal-00356532
- [53] REUTER, M., BOSELLINI, F.R., BUDD, A.F. and et al, 2019, High coral reef connectivity across the Indian Ocean is revealed 6–7 Ma ago by a turbid-water scleractinian assemblage from Tanzania (Eastern Africa): *Coral Reefs*, **38**, 1023–1037. DOI:10.1007/s00338-019-01830-8
- [54] SAIDOVA K.M., 2010, Benthic foraminifer communities of the Persian Gulf: *Oceanology*, **50**, 61–66.
- [55] SAW, J.V.M., HUNTER, A.W., JOHNSON, K.G. and ABDUL RAHMAN, A.H.B., 2018, Pliocene corals from the Togopi Formation of the Dent Peninsula, Sabah, northeastern Borneo, Malaysia. *Alcheringa: An Australasian Journal of Palaeontology*, **43**, 291–319.
- [56] SCHNEIDER-STORZ, B., NEBELSICK, J. H., WEHRMAM, A., and FEDEROLF, C. M. J. 2008, Comparative taphonomy of three bivalve species from a mass shell accumulation in the intertidal regime of North Sea tidal flats: *Facies*, **54**, 461–478. DOI:10.1007/s10347-008-0152-6
- [57] SEILACHER, A., 1984, Constructional morphology of bivalves: evolutionary pathways in primary versus secondary soft-bottom dwellers: *Palaeontology*, **27**, 207–237.
- [58] STENZEL, H.B., 1971, *Oysters*: In: MOORE, R.C., (Eds.) 1971, Treatise on invertebrate paleontology, Part N, Mollusca 6, Bivalvia 3. *Geological Society of America, Boulder, and University of Kansas Pres, Lawrence*, **3**, N953-N12241.
- [59] TAYLOR, J.D. and WILSON, M.A., 2003, Palaeoecology and evolution of marine hard substrate communities: *Earth-Science Reviews*, **62**, 1-103.
- [60] TRUC, G., 1980, Paléoécologie des séries à évaporites: *Bulletin des Centres de Recherches Exploration - Production Elf-Aquitaine*, **4**, 367-369.
- [61] VERON, J.E.N., TURAK, E. and DEVANTIER, L.M., 2000, Family Faviidae: In: VERON, J.E.N., (Eds.) 2000, Corals of the World. *Australian Institute of Marine Science, Townsville*, 85-269.
- [62] YONGE, C.M., 1962, On the primitive significance of the byssus in the bivalvia and its effects in evolution: *Marine Biological Association of the United Kingdom Journal*, **42**, 113-125.
- [63] ZÁGORŠEK, K., 2010, Bryozoa from the Langhian (Miocene) of the Czech Republic: *Acta Musei Nationalis Pragae, (B)*, **66**, 1-255.
- [64] ZANINETTI, L., 1982, Les foraminifères des marais salants du Salin-de-Giraud (Sud de la France): milieu de vie et transport dans le salin; comparaison avec les microfaunes marines: *Géologie Méditerranéenne*, **9**, 447-470.

# Mio-Pliocene strata in Qeshm Island (Zagros Basin) and Minab Region (Makran Basin): Paleoecology and Taphonomy

Fereshteh M. Haskouei<sup>1</sup>, Ali Bahrami<sup>2\*</sup> and Mehdi Yazdi<sup>3</sup>

1, 2, 3- Department of Geology, Faculty of Sciences, University of Isfahan, POB. 81746-73441, Isfahan, I.R.  
Iran: haskouei@gmail.com; a.bahrami@sci.ui.ac.ir; Meh.yazdi@gmail.com

\*a.bahrami@sci.ui.ac.ir

Received: September 2023, Accepted: August 2024

## Abstract

Marine deposits of Mio-Pliocene in Qeshm Island and Minab region studied in terms of depositional paleoenvironment, and taphonomic features. Direstan and Kendaloo outcrops from Qeshm Island and Bemani and Sirik outcrops from Minab region (Gushi Marl), have huge number of oyster bars, along with balanoids, corals, bryozoans, ostracoda, foraminifera, etc. *Bolivina spathulata* from Bemani assemblages shows a low-oxygen marine environment of the shelf edge and upper slope around the late early Messinian (late Miocene), while Sirik outcrop, shows tidal to intertidal environments of Langhian time interval. The abundance of encrusting organisms (such as bryozoans) in Direstan and Bemani outcrops indicate shallow and nutritious marine environment with low energy and low sedimentation rate. Corals and ostreids (*Hyotissa hyotis*) with *Textularia agglutinans*, *Elphidium* and miliolids in the Direstan outcrop, indicate the inner shelf platforms with high oxygen connected to open marine environments. In Kendaloo, *Crassostrea gryphoides* and ichnogenus of *Trypanites*, indicate a high sedimentation rate of river estuary environments under the influence of tidal and intertidal flats.

**Keywords:** Mishan Formation, Minab, Qeshm Island, Makran Taphonomic features.