

اهمیت خارپوستان در تفسیر شرایط رسوب‌گذاری دریایی دیرینه با تاکید بر اکتینوئیدهای میوسن

امیرحسین رحیمی‌نژاد*^۱ و حامد زندمقدم^۲

۱- استادیار گروه اکولوژی، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان، کرمان

۲- دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه شهید باهنر، کرمان

نویسنده مسئول: mrrahiminejad7@gmail.com

نوع مقاله: پژوهشی

پذیرش: ۹۹/۲/۱۶

دریافت: ۹۸/۱۲/۲۰

چکیده

این مقاله، اهمیت مطالعه صدف‌های خارپوستان به خصوص کلیپ‌آستروئیدها، در تفسیر شرایط رسوب‌گذاری و محیط دیرینه‌ای دریایی و تا حدودی شرایط دیاژنزی را نشان می‌دهد. در بین انواع مختلف خارپوستان، کلیپ‌آستروئیدها یکی از شاخص‌ترین نمونه‌هایی هستند که اهمیت فراوانی در تفسیر شرایط رسوبی محیط‌های دریایی دیرینه و بالاخص در زمان الیگوسن و میوسن دارند. بر اساس فابریک رسوبی کلیپ‌آستروئیدها در نهشته‌های رسوبی کربناته، ماسه‌سنگی و کنگلومرایی (تجمعات روی هم انباشته شده صدف‌ها و میزان تراکم صدف‌ها در نهشته‌ها و جهت‌یافتگی صدف‌ها نسبت به سطوح لایه‌بندی)، مورفولوژی‌های گوناگون صدف‌های کلیپ‌آستروئیدها و هم‌چنین نوع و میزان شواهد تافونومی موجود بر روی صدف اکتینوئیدها، موارد زیر قابل تعیین و تفسیر هستند: ۱- نوع بسترهای رسوبی، ۲- میزان انرژی آب و شرایط هیدرودینامیکی، ۳- میزان جابجایی و حمل‌شدگی، ۴- میزان فرآیندهای توفانی و غربالی، ۵- وجود و شدت رخدادهای حمل و نقل مجدد، ۶- وجود همزمان منابع مختلف غذایی و دانه‌های رسوبی مختلف و ۷- اعمال فشار طبقات فوقانی در رسوبات در طی دیاژنزی بر اساس نوع و میزان شواهد تافونومی موجود بر روی صدف اکتینوئیدها.

واژه‌های کلیدی: اکتینوئید، کلیپ‌آستروئید، دیرینه‌شناسی، رسوب‌شناسی، محیط‌رسوبی

۱- پیشگفتار

شامل جنس‌های *Clypeaster Amphiope*، *Fibularia Echinocyamus*، *Parascutella*، *Scutella* و *Parmulechinus* می‌باشند (نبلسیک و کروه، ۲۰۰۲؛ مانکاسو و نبلسیک، ۲۰۱۵). لازم به ذکر است که فسیل‌های سنوزوییک کلیپ‌آستروئیدها، هم از نهشته‌های کربناته و هم از نهشته‌های سیلیسی آواری (ماسه‌سنگ و کنگلومرای الیگومیکتیک) گزارش شده‌اند (کروه و نبلسیک، ۲۰۰۳؛ مانکاسو و نبلسیک، ۲۰۱۵، ۲۰۱۷). هدف از انجام این مقاله، انعکاس اهمیت بررسی و مطالعه صدف‌های خارپوستان به خصوص کلیپ‌آستروئیدها در تفسیر شرایط رسوب‌گذاری در محیط‌های دیرینه‌ای دریایی و تا حدودی شرایط دیاژنزی می‌باشد.

۲- بحث

به طور کلی، ویژگی‌های ریخت‌شناسی و اسکلتی صدف خارپوستان به ویژه اکتینوئیدها (مانند شکل کلی و پروفایل صدف‌ها، توپرکل‌ها و خارها، شکل و طرح منافذ آمبولاکری و سایر خصوصیات ظاهری)، فابریک رسوبی

خارپوستان یکی از مهم‌ترین بی‌مهره‌گان و اجزا اسکلتی موجود در محیط‌های دریایی الیگوسن و میوسن محسوب می‌شوند (کروه و نبلسیک، ۲۰۱۰). در بین گروه‌های خارپوستان الیگوسن و میوسن، صدف اکتینوئیدها پتانسیل حفظ‌شدگی بهتری را دارند و در تجزیه و تحلیل شرایط محیطی دیرینه اهمیت بیش‌تری دارند (کروه و هارس هازر، ۱۹۹۹؛ کروه و نبلسیک، ۲۰۱۰؛ مانکاسو و نبلسیک، ۲۰۱۵، ۲۰۱۷). سه گروه اکتینوئیدی موجود در نهشته‌های الیگوسن- میوسن شامل موارد زیر می‌باشند (کروه و نبلسیک، ۲۰۱۰): ۱- اکتینوئیدهای منظم به طور شعاعی متقارن (*Diadematoidea*, *Echinacea*)، ۲- اکتینوئیدهای نامنظم اسپاتانگوبیدا (*Cidaroida*) که عموماً دارای کرنا با دیواره‌های ضخیم و آمبولاکرای فرورفته می‌باشند و ۳- اکتینوئیدهای نامنظم دیسکی شکل و مسطح با کرنا‌ی ضخیم (کلیپ‌آستروئیدها) (کروه و نبلسیک، ۲۰۱۰). فراوان‌ترین کلیپ‌آستروئیدها در محیط‌های رسوبی الیگوسن- میوسن،

آن‌ها در نهشته‌ها و هم‌چنین پتانسیل و میزان حفظ‌شدگی و نیز خصوصیات تافونومیکی‌شان، در تفسیر شرایط رسوب‌گذاری و محیط دیرینه‌ای دریایی، مانند انرژی آب، عمق، نوع بستر، میزان تنوع و فراوانی منابع غذایی حائز اهمیت هستند (نبلسیک، ۱۹۹۹؛ مانکاسو و نبلسیک، ۲۰۱۶). در این تحقیق، تفسیر شرایط محیط‌های رسوبی دریایی دیرینه با توجه به این موارد و با تاکید بر روی کلیپ‌آستروئیدهای میوسن، به شرح زیر ارائه می‌گردد:

۲-۱- مورفولوژی صدف

بر اساس مطالعات انجام شده توسط مانکازو و نبلسیک (۲۰۱۵ و ۲۰۱۷)، جنس کلیپ‌آستر^۱ بر اساس ویژگی‌ها و ساختارهای ظاهری و مورفولوژیکی صدف، شامل فرم‌های زیر می‌باشد: ۱- فرم‌های متورم و گنبدی شکل و ضخیم که سطح شکمی صدفشان عمدتاً مسطح بوده و در آن حفره اینفوندیبولوم^۲ به صورت وسیع و عمیق می‌باشد. طرح دور صدف در این فرم از کلیپ‌آسترها به صورت پنج ضلعی تا نیمه پنج ضلعی و به ندرت نیمه‌مدور می‌باشد. پتال‌ها در این فرم از کلیپ‌آسترها به صورت مرتفع، مستقیم و طویل هستند. ۲- فرم‌های مسطح و فرورفته و نازک که سطح شکمی صدفشان مسطح تا کمی مقعر بوده و در آن حفره اینفوندیبولوم وسیع و کم عمق می‌باشد. طرح دور صدف در این فرم از کلیپ‌آسترها به شکل نیمه پنج ضلعی تا نیمه مدور می‌باشد. پتال‌ها در این فرم از کلیپ‌آسترها به صورت مستقیم و کوتاه تا طویل می‌باشند. ۳- فرم‌های نیمه متورم و نیمه ضخیم (حدواسط بین فرم‌های ۱ و ۲) که سطح شکمی صدفشان مسطح بوده و در آن حفره اینفوندیبولوم کم عمق و کوچک تا به طور ملایم وسیع است. طرح دور صدف در این فرم از کلیپ‌آسترها به شکل پنج ضلعی تا نیمه پنج ضلعی است. پتال‌ها در این فرم از کلیپ‌آسترها به صورت مرتفع، مستقیم، وسیع و نسبتاً بلند هستند. بر اساس مطالعات متعدد انجام شده بر روی فسیل‌های میوسن کلیپ‌آستروئیدها در نهشته‌های ماسه‌سنگی و کنگلومرایی در حوضه مدیترانه‌ای (کمپفر و اووت، ۱۹۹۵؛ نرائودیو و همکاران، ۲۰۰۱؛ مانکاسو و نبلسیک،

۲-۲- فابریک رسوبی

فابریک رسوبی یا نحوه قرارگیری کلیپ‌آستروئیدها، شامل تجمعات روی هم انباشته شده^۳ صدف‌ها، میزان تراکم صدف‌ها و جهت‌یافتگی آن‌ها نسبت به سطوح لایه‌بندی در نهشته‌ها یا رسوبات است که بعد از مرگشان در رسوبات یا نهشته‌ها شکل می‌گیرند (کیدول و همکاران، ۱۹۸۶؛ کیدول و هولاند، ۱۹۹۱) (شکل ۱). مطالعات و بررسی‌های انجام شده بر روی کلیپ‌آستروئیدهای میوسن در نهشته‌های کنگلومرایی و ماسه‌سنگی در نواحی مدیترانه‌ای (بلاوشتگوی و همکاران، ۲۰۱۲، ۲۰۱۳؛ مانکاسو و نبلسیک، ۲۰۱۳، ۲۰۱۵، ۲۰۱۶، ۲۰۱۷) نشان می‌دهند که کلیپ‌آستروئیدهایی که صدف‌هایشان در

¹ Clypeaster

² infundibulum

³ clusters

فرایندهای پراثری شامل توفان^۴ در محیط‌رسوبی دریایی کم عمق است (شکل ۱ج). طبق بررسی‌های کلیپ آستروئیدهای میوسن نواحی مدیترانه‌ای (نلسیک و کروه، ۲۰۰۲؛ کروه و نلسیک، ۲۰۱۰؛ بلائوشتگوی و همکاران، ۲۰۱۲؛ مانکاسو و نلسیک، ۲۰۱۵) طبقات و افق‌های چینه‌ای غنی از تجمعات کلیپ‌آستروئیدها (میزان بالای تراکم صدف‌ها در نهشته‌ها) حاکی از عملکرد فرایندهای تجمعی مانند توفان و غربالی^۵ و رخدادهای جابجایی و حمل و نقل مجدد^۶ در محیط‌های دریای کم عمق می‌باشند (شکل ۱پ). چنین فابریک‌های رسوبی در نهشته‌های کربناته میوسن سازند قم در برش چاهریسه در ایران مرکزی نیز مشاهده شده است (شکل‌های ۱ و ۲) که می‌توانند گویای شرایط مشابهی با حوضه مدیترانه‌ای باشند.

درون نهشته‌های رسوبی به صورت موازی نسبت به سطح لایه‌بندی و سطوح پستی^۱ آن‌ها رو به بالا قرار گرفتند (در همان وضعیت در حال زندگی)، حاکی از شرایط هیدرودینامیکی پایدار و سرعت پایین حمل و جابجایی و عدم رخداد حمل و نقل مجدد^۲ زیاد رسوبات و صدف بی‌مهرگان در محیط دریایی با انرژی متوسط تا کم می‌باشند (شکل ۱ث). این در حالی است که اگر صدف‌های کلیپ‌آستروئیدها نسبت به سطح لایه‌بندی مایل، عمودی و نامنظم قرار بگیرند، شرایط پراثری و هم‌چنین رخداد دوره‌های متعددی از فرایندهای حمل و نقل مجدد و جابجایی^۳ در یک محیط رسوبی دریایی را نشان می‌دهند (شکل ۱ت). لازم به ذکر است که وجود تجمعات روی هم انباشته شده صدف‌های کلیپ آستروئیدها در کنگلومراها و ماسه‌سنگ‌های میوسن در نواحی مدیترانه‌ای (بلائوشتگوی و همکاران، ۲۰۱۲) مؤید

جدول ۱. تفسیر شرایط رسوب‌گذاری و محیط دیرینه‌ای محیط‌های دریایی بر اساس ویژگی‌های و ساختارهای ظاهری و مورفولوژیکی صدف کلیپ‌آستروئیدها، با ذکر مثال‌هایی از میوسن

سن	تفسیر شرایط رسوب‌گذاری و محیط دیرینه‌ای	مورفولوژی‌های مختلف صدف کلیپ آستروئیدها	ناحیه مطالعه شده	محققین
میوسن پیشین	محیط رو به ساحل (<i>Shoreface</i>) و پراثری	تجمع فراوانی از جنس <i>Parascutella</i> با صدف بسیار مسطح	مصر / حوضه مدیترانه‌ای	کروه و نلسیک (۲۰۰۳)
	۱- وجود همزمان منابع مختلف غذایی یا دانه‌های رسوبی مختلف. ۲- بسترهای رسوبی متفاوت و ۳- عمق‌های متفاوت حفاری در رسوبات	حضور همزمان فرم‌های مختلف کلیپ آسترها (<i>Clypeaster</i>) و یا کلیپ آستروئیدها		
میوسن پیشین- میانی	۱- وجود همزمان منابع مختلف غذایی یا دانه‌های رسوبی مختلف. ۲- بسترهای رسوبی متفاوت و ۳- عمق‌های متفاوت حفاری در رسوبات	حضور همزمان فرم‌های مختلف کلیپ آسترها (<i>Clypeaster</i>) و یا کلیپ آستروئیدها	ایتالیا / حوضه مدیترانه‌ای	مانکاسو و نلسیک (۲۰۱۵)
میوسن پیشین	۱- وجود رسوبات دانه ریز و ۲- محیط‌های ساب لیتورال بیرونی با انرژی متوسط تا کم آب	کلیپ‌آسترها (<i>Clypeaster</i>) با صدف‌های مسطح و فرورفته و نازک	ایتالیا / حوضه مدیترانه‌ای	مانکاسو و نلسیک (۲۰۱۷)
	محیط‌های لیتورال تا ساب لیتورال داخلی با انرژی متوسط تا زیاد	کلیپ‌آسترها (<i>Clypeaster</i>) با صدف‌های ضخیم و متورم		
میوسن پیشین	۱- وجود همزمان منابع مختلف غذایی. ۲- بسترهای رسوبی متفاوت و ۳- عمق‌های متفاوت حفاری در رسوبات	حضور همزمان فرم‌های مختلف کلیپ آستروئیدها	ایران مرکزی / سازند قم / برش چاهریسه	این مقاله
	آب‌های پراثری تا انرژی متوسط محیط‌های شول و دریای باز کم عمق	کلیپ‌آسترها (<i>Clypeaster</i>) با صدف‌های ضخیم و متورم		

¹ aboral surface

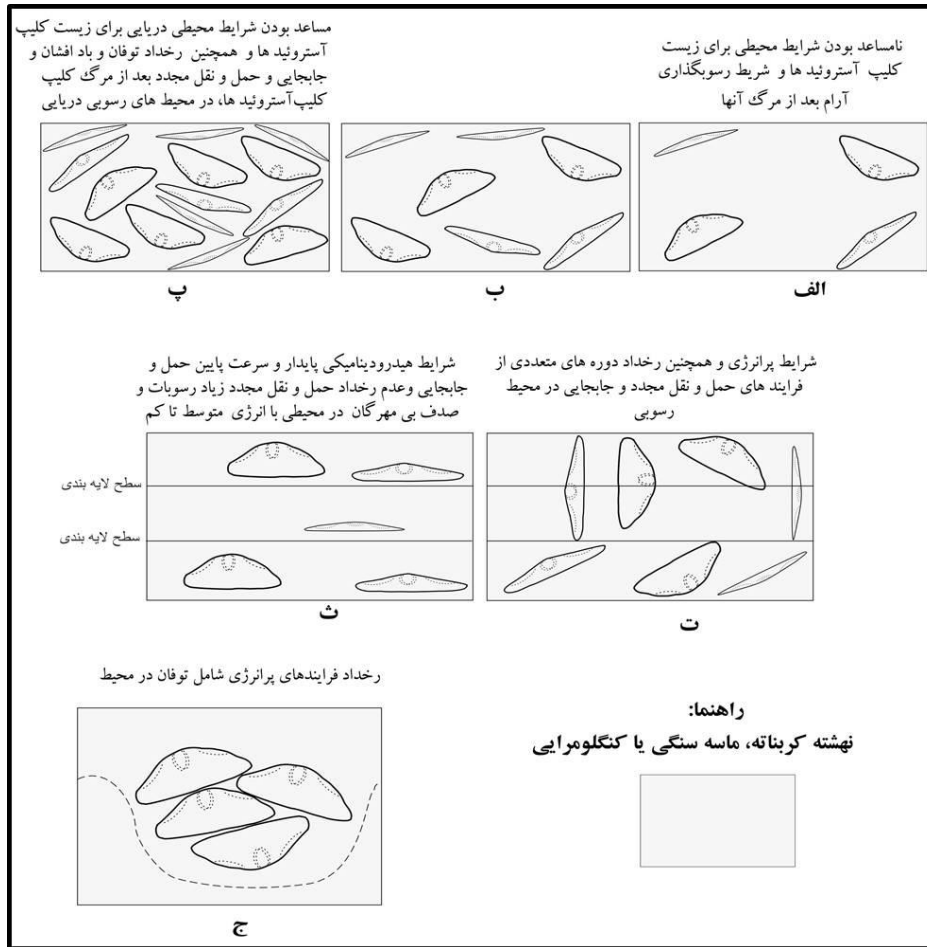
² reworking

³ multiple reworking and transportation

⁴ storm

⁵ tempestite and winnowing

⁶ transportation and reworking



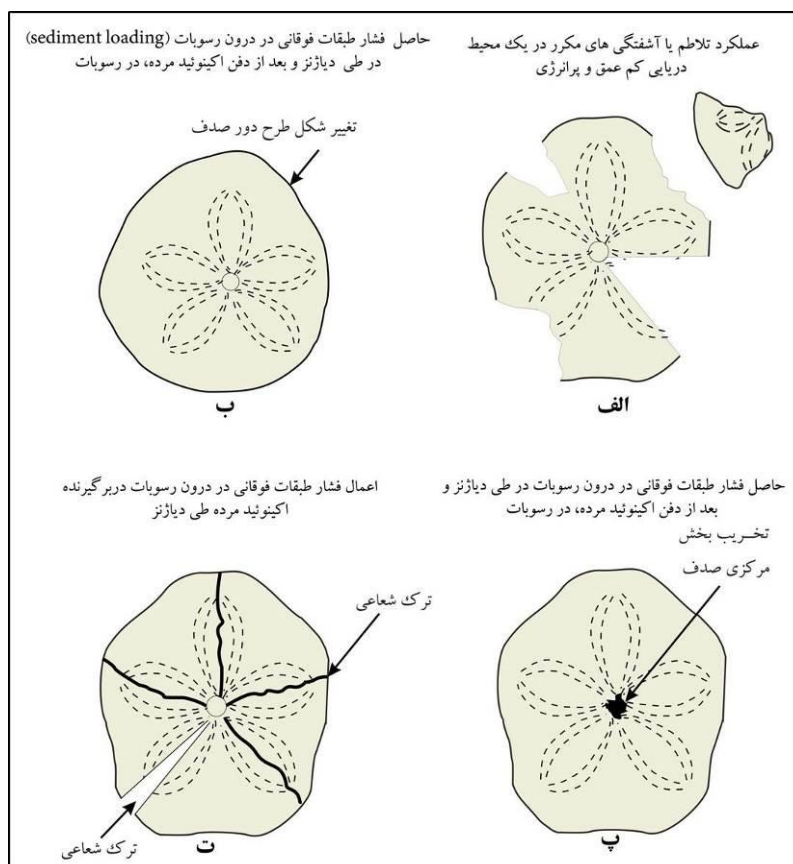
شکل ۱. الف: تراکم بسیار کم فسیل کلیپ آستروئیدها (پراکنده) در نهشته‌های رسوبی (سنگ‌های کربناته، ماسه‌سنگ یا کنگلومرا)، ب: تراکم کم فسیل کلیپ آستروئیدها (پراکنده) در نهشته‌های رسوبی (سنگ‌های کربناته، ماسه‌سنگ یا کنگلومرا)، پ: تراکم بالای فسیل کلیپ آستروئیدها (متراکم فشرده) در نهشته‌های رسوبی (سنگ‌های کربناته، ماسه‌سنگ یا کنگلومرا)، ت: مایل، عمودی و نامنظم قرار گرفتن صدف‌های کلیپ آستروئیدها در نهشته‌های رسوبی (سنگ‌های کربناته، ماسه‌سنگ یا کنگلومرا) (بعد از دفن در رسوبات) نسبت به سطح لایه‌بندی، ث: کلیپ آستروئیدهایی که صدف‌هایشان در درون نهشته‌های رسوبی (سنگ‌های کربناته، ماسه‌سنگ یا کنگلومرا) به صورت موازی نسبت به سطح لایه‌بندی و سطوح پستی (*aboral surface*) آن‌ها روی به بالا قرار گرفتند (در همان وضعیت در حال زندگی)، ج: وجود تجمعات روی هم انباشته شده (*clusters*) صدف‌های کلیپ آستروئیدها در نهشته‌ها و سنگ‌های رسوبی (سنگ‌های کربناته، ماسه‌سنگ یا کنگلومرا).



شکل ۲. پراکندگی نامنظم صدف‌های کلیپ آستروئیدها نسبت به سطح لایه‌بندی (با فلش مشخص شده‌اند) در نهشته‌های میوسن کربناته سازند قم در ایران مرکزی. این فابریک رسوبی نشان‌دهنده شرایط پراثرزی و همچنین رخداد دوره‌های متعددی از فرایندهای حمل و نقل مجدد و جابجایی در یک محیط رسوبی دریایی می‌باشد.

۲۰۰۰) نشان می‌دهند که خرد شدن زیاد صدف اکینوئیدها و فراوانی قطعات آن‌ها در رسوبات ناشی از عملکرد تلاطم یا آشفته‌گی‌های مکرر در یک محیط دریایی کم‌عمق و پرنرژی بوده است (شکل ۳ الف) و اینکه حفظ‌شدگی زیاد سطوح صدف‌های اکینوئیدها و همچنین خرد شدن اندک آن‌ها گواهی بر عدم انتقال شدید و حمل و نقل مجدد در یک محیط دریایی با انرژی متوسط می‌باشد (بلائوشتگوی و همکاران، ۲۰۱۲؛ مانکاسو و نبلسیک، ۲۰۱۳). همچنین بر اساس پژوهش‌های صورت گرفته در حوضه مدیترانه‌ای (مانکاسو و نبلسیک، ۲۰۱۳؛ رحمان و همکاران، ۲۰۱۵؛ مانکاسو و نبلسیک، ۲۰۱۷)، تغییر شکل طرح دور صدف، تخریب بخش مرکزی صدف و وجود ترک‌های شعاعی بر روی صدف کلیپ‌آستروئیدها در نهشته‌های ماسه‌سنگی و کنگلومرایی نشان‌دهنده فشار طبقات فوقانی در رسوبات بر روی صدف خارپوستان مزبور بعد از رسوب‌گذاری (در طی دیاژنز) و بعد از دفن اکینوئیدهای مرده در رسوبات می‌باشد (شکل ۳ ب-ت).

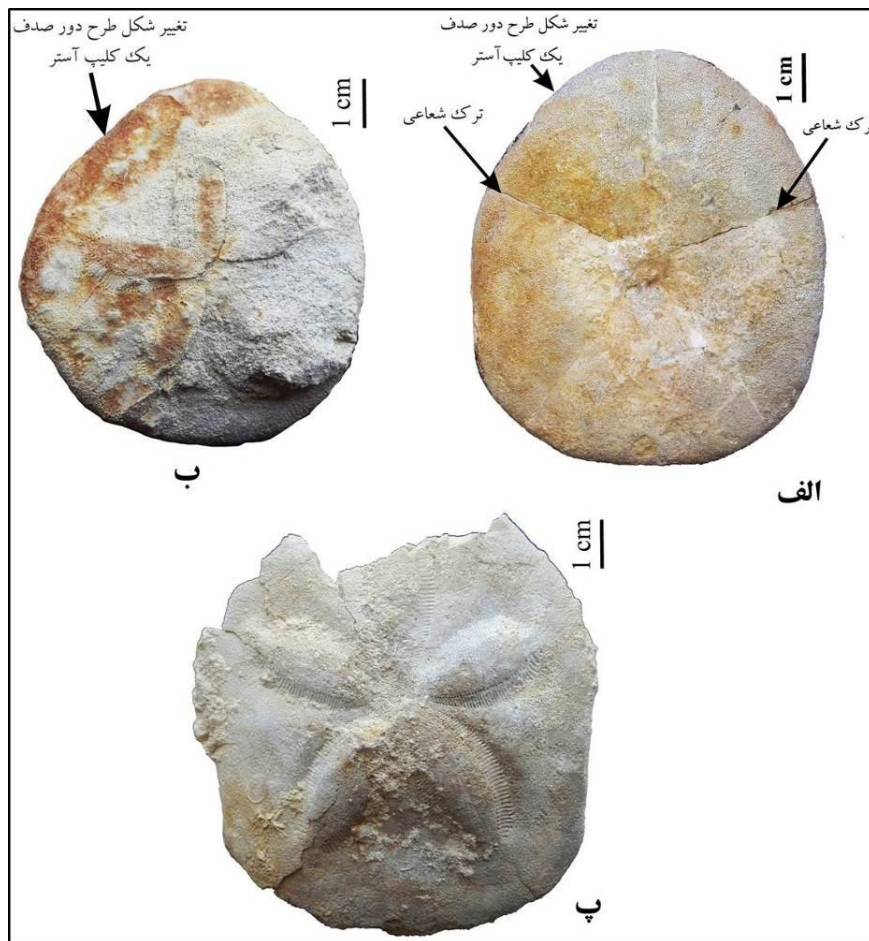
۲-۳- آثار تافونومی بر روی صدف کلیپ‌آستروئیدها به طور کلی فرآیندهای تافونومیک متعددی بر روی صدف اکینوئیدها بعد از مرگشان تاثیر گذار است و شامل فرآیندهای ۱- بایواستراتینومی (*biostratinomy*) (شامل فرسایش زیستی، زیست موجودات دیگر بر روی صدف اکینوئیدها، خوردگی، سایش، قطعه قطعه شدن صدف و جدا شدگی خارها و پلیت‌های صدف) و ۲- فرآیندهای دیاژنزی (بعد از رسوب‌گذاری) می‌باشند (مانکاسو و نبلسیک، ۲۰۱۵). فرآیندهای بایواستراتینومی، صدف اکینوئیدها را هنگامی که بر روی بستر دریا هستند تحت تاثیر قرار می‌دهند در حالی که فرآیندهای دیاژنزی، صدف اکینوئیدها را بعد از دفن در رسوبات تحت تاثیر قرار می‌دهند و سبب ترک خوردگی شعاعی، تغییر شکل طرح دور صدف و تخریب بخش مرکزی صدف اکینوئیدها به خصوص کلیپ‌آستروئیدها می‌شوند (نبلسیک، ۱۹۹۹ و ۲۰۰۸). بررسی‌های انجام شده بر روی فون‌های میوسن کلیپ‌آستروئیدها در کنگلومراها و ماسه‌سنگ‌های نواحی مدیترانه‌ای (مانکاسو و نبلسیک، ۲۰۱۳؛ نبلسیک و باسی،



شکل ۳. الف: قطعه قطعه شدن یا شکستگی زیاد صدف اکینوئیدها و فراوانی قطعات آن‌ها در رسوبات (سنگ‌های کربناته، ماسه‌سنگ یا کنگلومرا)، ب: تغییر شکل طرح دور صدف یک کلیپ‌آستروئید (در اینجا یک کلیپ‌آستر)، پ: تخریب بخش مرکزی صدف یک کلیپ‌آستروئید (در اینجا یک کلیپ‌آستر)، ت: وجود ترک‌های شعاعی بر روی صدف کلیپ‌آستروئیدها (در اینجا یک کلیپ‌آستر).

شناسایی شده در نواحی مدیترانه‌ای، به چشم می‌خورد (شکل‌های ۳ و ۴) که شرایط رسوب‌گذاری و محیط دیرینه‌ای مشابهی را نشان می‌دهند.

لازم به ذکر است که بر روی صدف‌های کلیپ آستروئیدهای میوسن در نهشته‌های کریناته سازند قم در برش چهریسه در ایران مرکزی، مشابه آثار تافونومیکی



شکل ۴. آثاری از فرآیندهای تافونومیکی بر روی صدف‌هایی از سه نمونه مختلف از جنس کلیپ‌آستر در نهشته‌های میوسن کریناته سازند قم در برش چهریسه در ایران مرکزی، الف: تغییر شکل طرح دور صدف و وجود ترک‌های شعاعی بر روی صدف کلیپ‌آستر نشان دهنده اعمال فشار طبقات فوقانی در رسوبات (*sediment loading*)، بر روی صدف مزبور بعد از رسوب‌گذاری (در طی دیاژنز) و بعد از دفن خاریوست مرده در رسوبات می‌باشد. ب: تغییر شکل طرح دور صدف یک کلیپ‌آستر دیگر، پ: قطعه قطعه شدن یا شکستگی زیاد صدف یک کلیپ‌آستر در طی باقی ماندن صدف موجود بر روی بستر دریا.

۳- نتیجه‌گیری

دیرینه‌ای فراوانی به خصوص برای محیط‌های دریایی کم عمق الیگوسن و میوسن دارند. مورفولوژی‌های متنوع صدف‌های کلیپ‌آستروئیدها همراه با میزان و نوع آثار تافونومی بر روی صدف‌هایشان و نیز فابریک رسوبی‌شان (تجمعات روی هم انباشته شده صدف‌ها و میزان تراکم صدف‌ها در نهشته‌ها و جهت‌یافتگی صدف‌ها نسبت به سطوح لایه‌بندی) در نهشته‌ها و رسوبات، در بازسازی شرایط محیط دیرینه‌ای (به خصوص در الیگوسن و میوسن) مانند میزان انرژی آب، وجود همزمان منابع مختلف غذایی و دانه‌های رسوبی مختلف در محیط، نوع

به طور کلی مطالعات متعدد و زیادی بر روی سیستماتیک و ریخت‌شناسی خارپوستان سنوزویک به خصوص کلیپ‌آستروئیدها انجام شده است ولی بررسی‌های کمتری بر روی شرایط محیط دیرینه‌ای این گروه از بی‌مهرگان دریایی انجام شده است. در این مقاله، به بررسی اهمیت اکینوئیدها در تفسیر شرایط محیط‌های رسوبی دیرینه دریایی پرداخته شده است. در بین گروه‌های مختلف اکینوئیدها، کلیپ‌آستروئیدها یکی از شاخص‌ترین فون‌هایی می‌باشند که اهمیت محیط

- Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 374: 173-186.
- Mancosu, A. and Nebelsick, J. H (2015) *The Origin and Paleocology of Clypeasteroid Assemblages from different Shelf settings of the Miocene of Sardinia, Italy. Palaios*, 30: 373-387.
- Mancosu, A. and Nebelsick, J. H (2016) *Echinoid assemblages from the early Miocene of Funtanazza (Sardinia): A tool for reconstructing depositional environments along a shelf gradient. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 454: 139-160.
- Mancosu, A. and Nebelsick, J. H (2017) *Ecomorphological and taphonomic gradients in clypeasteroid-dominated echinoid assemblages along a mixed siliciclastic-carbonate shelf from the early Miocene of northern Sardinia, Italy. Acta Palaeontologica Polonica*, 62 (3): 627-646.
- Nebelsick, J. H (1999) *Taphonomy of Clypeaster fragments: preservation and taphofacies. Lethaia*, 32: 241-252.
- Nebelsick, J. H (2008) *Taphonomy of irregular echinoid Clypeaster humilis from the Red Sea: implications for taxonomic resolution along taphonomic grades, in: Ausich, W.I., and Webster, G. D. (eds.), Echinoderm Paleobiology: Bloomington, Indiana University, p. 115-128.*
- Nebelsick, J. H. and Bassi, D (2000) *Diversity, growth forms and taphonomy: key factors controlling the fabric of coralline algae dominated shelf carbonates, in: Insalaco, E., Skelton, P.W., Palmer, T.J. (Eds.), Carbonate Platform Systems: components and interactions. Geological Society, London, Special Publications*, 178: 89-107.
- Nebelsick, J. H. and Kroh, A (2002) *The stormy path from life to death assemblages: the formation and preservation of mass accumulation of fossil sand dollars. Palaios*, 17: 378-393.
- Néraudeau, D., Goubert, E., Lacour, J. M. and Rouchy, J. M (2001) *Changing biodiversity of Mediterranean irregular echinoids from the Messinian to present-day. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 175: 43-60.
- Rahman, I. A., Belaústegui, Z., Zamora, S., Nebelsick, J. H, Domènech, R. and Martinell, J (2015) *Miocene Clypeaster from Valencia (E Spain): Insights into the taphonomy and ichnology of bioeroded echinoids using X-ray micro-tomography. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 438: 168-179.
- بسترهای رسوبی، شرایط هیدرودینامیکی، میزان جابجایی و حمل‌شدگی، میزان فرآیندهای تجمعی مانند توفان و غربالگری و رخداد حمل و نقل مجدد و نیز بازسازی اعمال فشار طبقات فوقانی در رسوبات در طی دیاژنز، حائز اهمیت می‌باشند.
- ### منابع
- Belaústegui, Z., Gibert, J. M. De., Nebelsick, J. H., Domènech, R. and Martinell, J (2013) *Clypeasteroid tests as a benthic island for gastrochaenid bivalve colonization: evidence from the middle Miocene of Tarragona (NE Spain). Palaeontology*, 56: 783-796.
- Belaústegui, Z., Nebelsick, J. H., De Gibert, J. M., Domènech, R. and Martinell, J (2012) *A taphonomic approach to the genetic interpretation of clypeasteroid accumulations from the Miocene of Tarragona, NE Spain. Lethaia*, 45 (4): 548-565.
- Kampfer, S. and Ott, J (1995) *Nutrition and feeding preferences in the Caribbean echinoid Clypeaster rosaceus (Echinodermata: Echinoidea), in: Eleftherion, A., Ansell, A.D. and Smith, C.J. (Eds.), Biology and Ecology of Shallow Coastal Waters. Proceedings of the 28th European Marine Biology Symposium, Fredensborg, Denmark, Olsen and Olsen*, 309-313.
- Kidwell, S. M. and Holland, S. M (1991) *Field description of coarse bioclastic fabric. Palaios*, 6: 426-434.
- Kidwell, S. M., Fürsich, F. T. and Aigner, T (1986) *Conceptual framework for analysis of fossil concentrations. Palaios*, 1: 228-238.
- Kroh, A. and Harzhauser, M (1999) *An echinoderm fauna from the Lower Miocene of Austria: Paleocology and implications for Central Paratethys paleobiogeography. Annalen des naturhistorischen Museums in Wien, Serie A*, 101: 145-191.
- Kroh, A. and Nebelsick, J. H (2003) *Echinoid assemblages as a tool for palaeoenvironmental reconstruction— an example from the Early Miocene of Egypt. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 201: 157-177.
- Kroh, A. and Nebelsick, J. H (2010) *Echinoderms and Oligo-Miocene Carbonate Systems: Potential applications in sedimentology and environmental reconstruction. International Association of Sedimentologists, Special publication*, 42: 201-228.
- Mancosu, A. and Nebelsick, J. H (2013) *Multiple routes to mass accumulations of clypeasteroid echinoids: a comparative analysis of Miocene echinoid beds of Sardinia. Palaeogeography,*