

توزیع محیطی اثر مجموعه ها در توالی سنگ آهک گل سفید، سازند آبدراز، کپه داغ

محمود شرفی^۱، مسعود عالی زاده^۲، زکیه عامری^۳، آرام بایت گل^۴

- ۱- استادیار دانشگاه هرمزگان، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
۲- دانشجوی دکتری رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران
۳- دانشجوی دکتری رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی، پژوهشگاه صنعت نفت، تهران، ایران
۴- دانشیار دانشگاه زنجان، گروه زمین شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

*Email: sharafi2262@gmail.com

چکیده

سازند آبدراز در ناحیه ناودیس شیخ متشکل از مارن، گل آهکی سفید و سنگ آهک رسی نازک تا متوسط لایه است که با مرز مشخص بر روی سازند آیتامیر و با مرز تدریجی در زیر سازند آب تلخ قرار دارد. رخساره های این سازند که عمدتاً دانه ریز هستند شامل مادستون فرامینیفر دار (Fa)، وکستون بایوکلاستیک (Fb)، پکستون فرامینیفر و دوکفه ای دار (Fc)، و مارن (Fd) است که در بخش های میانی و بیرونی و حوضه در یک رمپ هم شیب تشکیل شده است. پنج اثرمجموعه شامل تالاسینوئید، تالاسینوئید-اسپنگلیومورفا، تالاسینوئیدس-پلانولیتس-افیومورفا، تالاسینوئید-کندریتس و افیومورفا-پلانولیتس در این رسوبات شناسایی شده است. تنوع و فراوانی اثرفسیل ها، رنج وسیع اندازه آنها و درجه آشفستگی زیستی عمدتاً بالا و پوسته های فسیلی متنوع بیانگر حاکمیت اکولوژی مناسب نسبت به سطح اکسیژن، میزان مواد غذایی و گردش آب در محیط ته نشینی این رسوبات است. علیرغم وجود رخساره های نسبتاً یکسان در توالی مورد مطالعه تغییر شرایط فیزیکی-شیمیایی از جمله ناپایداری بستر، بستر کم اکسیژن تا اکسیژن دار و میزان انرژی در ویژگی های اثرمجموعه ها ناشی از تغییر الگوی رفتاری موجودات حفار ساکن بستر در محیط رسوبی نمایان شده است.

کلیدواژه‌ها: اثر مجموعه‌ها، کپه داغ، سازند آبدراز، محیط رسوبی، اثر فسیل

Enviromental distribution of trace assamblages in the chalky limestone sequences, Abderaz formation, Kopeh Dagh

Mahmood Sharafi¹, Masoud Aalizadeh², Zakiyeh Ameri³, Aram Bayet-goll⁴

1-Assistant professor, Department of Geology, Faculty of Science, University of Hormozgan, Bandarabbas, Iran

2- Ph.D student in Sdimentary and sedimentology rocks, Department of Geology, University of Hormozgan, Bandarabbas, Iran

3-MSc. student in Sdimentary and sedimentology rocks, Department of Geology, University of Hormozgan, Bandarabbas, Iran

4- Aram Bayet-Goll, associate professor, Department of Earth Sciences, Institute for Advanced Studies in Basic Sciences (IASBS), Zanjan, Iran

Email: sharafi2262@gmail.com

Abstract

Abderaz Formation at the Sheikh locality consists of marl and thin to thick-bedded chalky limestone and argillaceous limestone, which sharply overly the Aitamir Formation and overlain by the Abtalkh Formation with a gradational contact. The most facies of this formation are fine-grained including foraminifer mudstone (Fa), bioclastic wackestone (Fb), foraminifer bivalve packstone (Fc) and marl (Fd) which were deposited in the middle- to outer ramp to basin of a homoclinal ramp. Five ichnoassemblages including *Thalassinoides*, *Thalassinoides-Spongliomorpha*, *Thalassinoides-Planolites-Ophiomorpha*, *Thalassinoides-Chondrites* and *Ophiomorpha-Planolites* were identified in these sediments. High abundance and diversity of the trace fossils, variable size range and relatively high bioturbation index as well as high diversity of the fossils suggest a predominance suitable paleoecological condition with respect to the oxygen level, nutrient supply and water circulation in the sedimentary environment. In spite of the relatively homogeneous facies of the studied succession, delicate changes in the ichnoassemblages were occurred in response to the variable physico-chemical condition such as substrate instability, dysoxic to oxic condition, hydrodynamic energy level due to change in lifestyle of the benthic communities of the depositional environment.

Keywords: trace assemblages, Kopeh Dagh, Abderaz formation, Depositional environment, trace fossil.

۱-۱ رسوب شناسی

بر اساس پارامترهایی مانند ضخامت، سنگ شناسی، بافت، ساخت های رسوبی، فسیل های غالب به طور کلی رسوبات سازند آبدراز در ناحیه مورد مطالعه در سه مجموعه فلات میانی و بیرونی و حوضه ته نشین شده است (شکل ۲-الف).

۲-۱ مجموعه بخش رمپ میانی

این مجموعه متشکل از وکستون بایو کلاستیک (Fb) و پکستون فرامینیفر و دوکفه ای دار (Fc) و به میزان پراکنده مارن (Fd) و مادستون فرامینیفر دار (Fa) که به صورت لایه های چالکی و چالک مارنی و سنگ آهک های رسی متوسط تا ضخیم لایه شناسایی شده است. سنگ آهک های گل سفید عمدتاً سست بوده و به صورت ندولی مشاهده می شوند. عمده فسیل های این بخش فرامینیفر های بتتیک و پلانکتونیک، خرده های اکتینودرم، بریوزوآ و دوکفه ای مانند اینوسراموس است. بعضاً تجمعات فسیلی با قاعده مشخص و مرز بالای تدریجی در این رسوبات شناسایی شده است. پوسته های فسیلی مانند دوکفه ای و اکتینودرم ها معمولاً درجه بالای خرد شدگی را نشان می دهند و اندازه متغیر نیز دارند. لامیناسیون موازی به صورت پراکنده در این بخش وجود دارد. رسوبات این بخش به طور کلی آشفته گی زیستی متوسط تا شدید را نشان می دهند و به همین دلیل در موارد زیادی لایه های رسوبی به صورت توده ای مشاهده می شوند (Botziolis, C et al., 2022).

۳-۱ مجموعه رمپ بیرونی

این مجموعه شامل رخساره های مادستون فرامینیفر دار (Fa) و مارن (Fd) و بعضاً وکستون بایو کلاست دار (Fb) که به صورت واحد های نسبتاً ضخیم مارن با میان لایه های نازک سنگ آهک گل سفید یا گل سفید مارنی، مارن تا سنگ آهک رسی لامینه ای مشاهده شده و در تناوب با سنگ آهک گل سفید بخش رمپ میانی ظاهر می شوند. آشفته گی های زیستی در این بخش کاملاً متغیر بوده و از لایه های بدون آشفته گی تا لایه های شدید آشفته گی زیستی در تغییر است و به طور کلی آشفته گی های زیستی در این بخش کمتر از مجموعه رمپ میانی است. اندازه خرده های فسیلی به طور آشکاری کوچکتر از بخش مجموعه رمپ میانی بوده و عمدتاً در حد سیلت است (Lebanidze, Z et al., 2024).

۴-۱ حوضه

این رسوبات متشکل از ۱۰۰ متر بخش بالایی سازند آبدراز در برش مورد مطالعه و شامل سنگ آهک های رسی ندولار تا یکنواخت کرم رنگ تا مارن و مادستون های نازک لایه است. پوسته های فسیلی که عمدتاً بسیار دانه ریز هستند شامل فرامینیفر های پلانکتون، آمونیت، سوزن های اکتینودرم و مقادیر بسیار اندک بریوزوآ و براکیوپود. آشفته گی های زیستی در این بخش بسیار پراکنده هستند (Bouchemla, I et al., 2024).



شکل ۱: راه های دسترسی به منطقه مورد مطالعه

۲. بحث

۲-۱ اثر مجموعه ها

۲-۱-۱ اثر مجموعه تالاسینوئید

این اثر مجموعه در رسوبات متناوب سنگ آهک رسی متوسط تا ضخیم لایه با میان لایه های نازک مارن (رخساره های Fb, Fc, Fd) از مجموعه رمپ میانی مشاهده شده است. از ویژگی های شاخص میتوان به حفاری های منفرد با عمق نفوذ کم مانند تالاسینوئیدس، پلانولیتس و پالئوفیکوس و به میزان اندک افیومورفا اشاره نمود که حاصل فعالیت های موجودات سخت پوست و کرم های متحرک تغذیه کننده از رسوبات و رفتار اقامتی است. اندازه حفاری ها عمدتاً بزرگ و درجه آشفستگی زیستی ۵-۶ است. بعضی از این آشفستگی های زیستی به حالت لکه ای مشاهده شده است (شکل ۲-ح و خ).

۲-۱-۲ اثر مجموعه تالاسینوئید-اسپنگلیومورفا

این اثر مجموعه در بخش پایین رسوبات متناوب سنگ گل آهکی سفید و مارن-سنگ آهک رسی (رخساره های Fa, Fd) با سنگ آهک بایوکلستیک (Fb, Fc) در مجموعه رمپ میانی شناسایی شده است. شبکه های حفاری شاخه ای بزرگ از جمله *T. paradoxicus*، *T. suevicus* و *Spongeliomorpha isp* به میزان فراوان در این مجموعه شناسایی شده است. درجه آشفستگی زیستی ۵-۶ بوده و به طرف بالا به اثر مجموعه *Th-Pl-Oph* تبدیل می شود. اثر فسیل ها به صورت شبکه های عمودی و افقی با حاشیه واضح و طول ۲۰-۵۰ سانتیمتر و قطر لوله های ۲-۷ سانتیمتر مشاهده شده اند.

۲-۱-۳ اثر مجموعه تالاسینوئیدس-پلانولیتس-افیومورفا

این اثر مجموعه در مجموعه متناوب مارن لامینه ای-گل آهکی سفید نازک تا متوسط لایه (Fa-Fc) مشاهده شده است. اثر فسیل های این مجموعه شامل تالاسینوئیدس، پالئوفیکوس، پلانولیتس، افیومورفا، *Teichichnus isp*، تانیدیوم است و درجه آشفستگی زیستی بین ۰-۲ در لایه های مارنی و ۵-۶ در لایه های گل آهکی سفید تغییر می کند. محتوای فسیلی شامل اینوسراموس، اکینودرم و فرامینیفر های پلانکتونیک است. این اثر مجموعه به صورت کلونی های منفرد با عمق حفاری کم تا زیاد و حاصل فعالیت موجودات معلق خوار و رسوب خوار است. تالاسینوئید اثر فسیل غالب در این مجموعه بوده و به صورت سه بعدی حفظ شده در سطح و زیر لایه مشاهده شده است (شکل ۲-ث و ج).

۲-۱-۴ اثر مجموعه تالاسینوئید-کندریتس

این اثر مجموعه در قسمت میانه/بالایی عضو بالایی سازند آبدراز یافت می شود و شامل تناوب مارن و مارن آهکی (Fa, Fd) است و همراه با اثر مجموعه *Oph-Pl* از مجموعه رمپ بیرونی شناسایی شده است (شکل ۲-پ). درجه آشفستگی زیستی ۰-۲ و تنوع اثر فسیل ها کاهش شدید نشان می دهد. این اثر مجموعه معمولاً بین ۳ تا ۱۵ متر ضخامت دارد و به صورت ساختار های رسوب خواری ساده با عمق حفاری عمیق در زیر لایه (کندریتس و زئوفیکوس) و حفاری های مرتبط با رفتار چریدن با عمق نفوذ متوسط (اسکولسیا) در زیر لایه حفظ شده اند. معمول ترین اثر فسیل کندریتس به صورت دندریتی و با شاخه های کمی انحنادار با ضخامت ۰٫۱-۰٫۳ است (شکل ۲-ت).

۲-۱-۵ اثر مجموعه افیومورفا-پلانولیتس

این اثر مجموعه عمدتاً شامل لوله های عمودی و افقی *Ophiomorpha isp* و *Thalassinoides isp* بوده و درجه آشفستگی زیستی ضعیف تا متوسط (BI=1-4) است. این اثر مجموعه فقط با وکستون/پیکستون بیوکلستیک (Fb, Fc)، مارن سبز (Fd) و مادستون آهکی (Fa) در پایین ترین قسمت عضو بالایی سازند آبدراز مرتبط است (شکل ۲-چ). این اثر مجموعه نشان دهنده حفاری های سطحی تا عمیق بوده و از تنوع اثر فسیلی نسبتاً بالا برخوردار است. تشکیل دهنده های اصلی این اثر مجموعه شامل حفاری های شاخه ای حفظ شده در زیر و درون لایه هستند که شاخص موجودات تغذیه کننده از داخل رسوب و مواد معلق است. پوسته های فسیلی شامل دوکفه ای، براکیوپود، اکینودرم و آمونیت های خرد و ساییده شده است (شکل ۲-ب).

۲-۲ محیط رسوبی

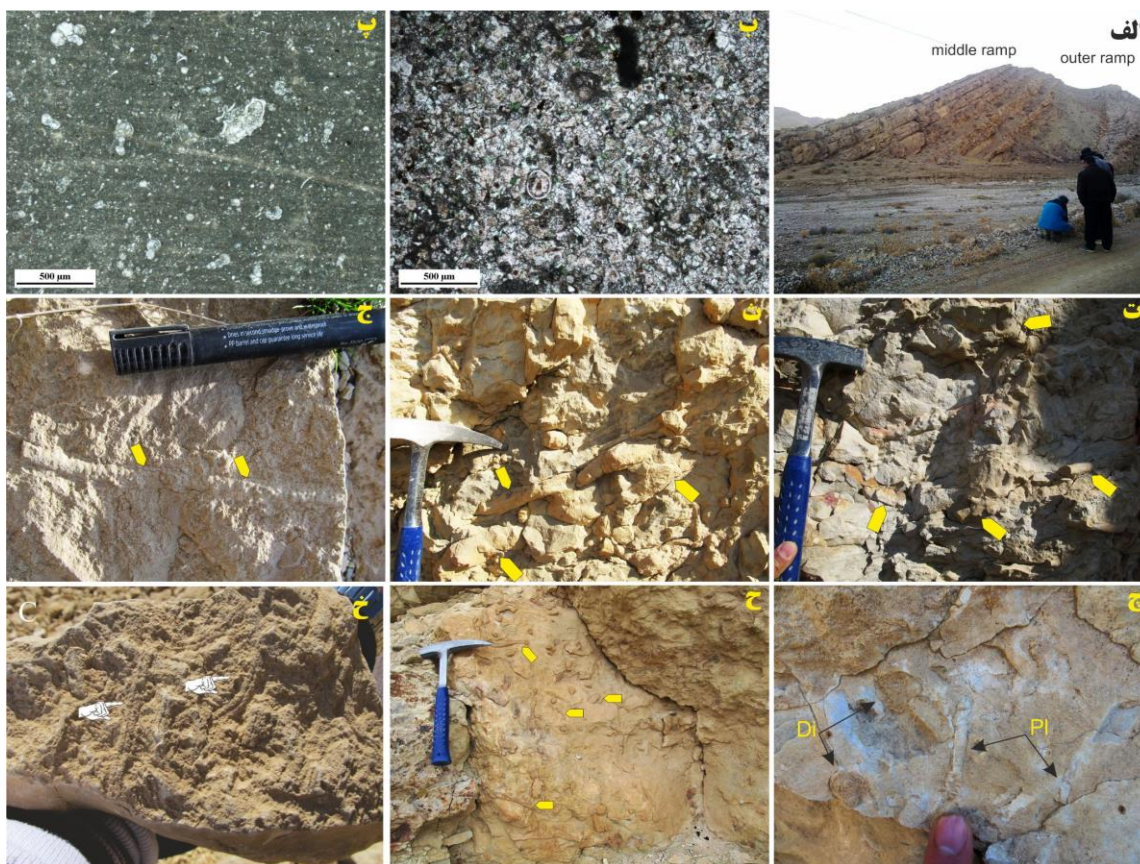
با توجه به ویژگی های شناسایی شده در رسوبات سازند آبدراز در ناحیه مورد مطالعه میتوان بیان داشت که این رسوبات در یک رمپ کربناته و متشکل از رمپ میانی و بیرونی و حوضه تشکیل شده است. مجموعه رمپ میانی که با رخساره های دانه درشت تر و دانه پشتیبان تا گل پشتیبان مانند پکستون فرامینفر و دوکفه ای دار (Fc) و وکستون بایوکلاستیک (Fb) مشخص می شود بیانگر ته نشینی در یک موقعیت با انرژی متوسط-زیاد با دوره های آرامش موقتی (رخساره های Fa-Fd) است.

این موقعیت رسوبی به طور مشخص تحت تاثیر امواج طوفانی قرار داشته که منجر به شکل گیری تجمعات فسیلی با مرز زیرین مشخص به عنوان رخساره های طوفانی و پوسته های فسیلی با درجات بالای خرد شدگی شده است. عملکرد امواج طوفانی منجر به ایجاد گردش در توده آب و تامین اکسیژن شده و شرایط را برای فعالیت موجودات فراهم آورده و منجر به توسعه قابل توجه آشفستگی های زیستی شده است (شکل ۲- ح و خ).

این تفسیر با وجود تنوع اثر فسیل ها و به ویژه تعداد فراوان افیومورفا نودوزا خوب حفظ شده تاکید می شود. بهبود شرایط نسبت به سطح اکسیژن و گردش آب با توسعه اثر مجموعه های Th و $Th-Pl-Oph$ و افزایش درجه آشفستگی زیستی و اندازه حفاری ها و عمق نفوذ آنها استناد می شود. توسعه اثر مجموعه $Oph-Pl$ که شامل ترکیبی از اثرهای شاخص رسوب خوار (Pl) و معلق خوار (Oph) بیانگر وجود مواد غذایی در توده آب و بستر رسوبی و یک شرایط انرژی متوسط-بالا در موقعیت رمپ میانی است که منجر به حالت تعلیق مواد غذایی میشده است. تنوع بالای پوسته های فسیلی در این بخش سطح مناسب اکسیژن و مواد غذایی فراوان را تاکید می کند.

در بخش رمپ بیرونی با کاهش میزان انرژی و کاهش گردش آب، رخساره ها عمدتاً دانه ریز و گل پشتیبان و از میزان فراوانی و تنوع پوسته های فسیلی و شدت آشفستگی های زیستی به وضوح کاسته شده است که این به دلیل کاهش سطح اکسیژن و کاهش وجود مواد غذایی در بستر رسوبی بوده است. این شرایط منجر به توسعه موجودات سازگار با شرایط کم اکسیژن گردیده که با اثر فسیل های کندریتس در مجموعه $Th-Ch$ مشخص می شود. این اثر فسیل ها عمدتاً حفاری های عمیق با اندازه های کوچک هستند که متناسب با شرایط کم اکسیژن ایجاد شده است.

عمیق ترین بخش حوضه که عمدتاً از رخساره های مارن و آهک های رسی (Fd, Fa) تشکیل یافته بیانگر کاهش قابل توجه نرخ رسوب گذاری و ته نشینی غالب رسوبات از حالت تعلیق است بطوریکه سکون طولانی مدت آب و کاهش تامین مواد غذایی و سطح اکسیژن شاید نامساعدی را برای موجودات بنتیک فراهم می آورده است. به همین دلیل رخسار های این بخش عمدتاً از فرامینفرهای پلانکتون تشکیل شده و آشفستگی های زیستی بسیار اندک هستند.



شکل ۲: الف: نمای باز بخش میانی سازند آبدراز متشکل از مارن های رمپ بیرونی و سنگ آهک های متوسط-ضخیم لایه رمپ میانی، ب: رخساره وکستون-پکستون بایوکلاستیک حاوی خرده های فسیلی از مجموعه رمپ میانی، پ: رخساره مادستون حاوی فرامینیفر های پلانکتون از مجموعه رمپ بیرونی، ت: اثر فسیل تالاسینوئید در اندازه بزرگ در اثر مجموعه Th رمپ میانی، ث و ج: اثر فسیل های تالاسینوئید در اندازه بزرگ و افیومورفا نودوزا در اثر مجموعه Th-Pl-Oph در رمپ میانی، چ: اثر فسیل های دیپلوکراتریون (Di) و پلانولیتس (Pl) در اثر مجموعه Oph-Pl رمپ میانی، ح و خ: اثر فسیل های تالاسینوئید با اندازه نسبتاً کوچکتر و اسکولسیا در اثر مجموعه Th-Ch در رمپ بیرونی.

۳. نتیجه‌گیری

سازند آبدراز به ضخامت ۲۶۵ متر در ناحیه ناودیس شیخ بر روی سازند آیتامیر و با مرز تدریجی در زیر سازند آب تلخ قرار دارد. سنگ شناسی این سازند متشکل از مارن، گل آهکی سفید و سنگ آهک رسی نازک تا متوسط لایه است. در توالی مورد مطالعه رخساره‌های مادستون فرامینفر دار (Fa)، وکستون بایو کلاستیک (Fb)، پکستون فرامینفر و دوکفه‌ای دار (Fc) و مارن (Fd) شناسایی شده است که در موقعیت‌های میانی و بیرونی و حوضه در یک رمپ هم شیب تشکیل شده است. پنج اثرمجموعه شامل تالاسینوئید، تالاسینوئید-اسپنگلیو مورفا، تالاسینوئیدس-پلانولیتس-افیو مورفا، تالاسینوئید-کندریتس و افیو مورفا-پلانولیتس در این رسوبات شناسایی شده است. تنوع و فراوانی اثرفسیل‌ها، تغییر قابل توجه اندازه آنها و درجه آشفستگی زیستی عمدتاً بالا و پوسته‌های فسیلی متنوع بیانگر حاکمیت شرایط زیست مناسب نسبت به سطح اکسیژن، میزان مواد غذایی و گردش آب در محیط ته نشینی به ویژه در رمپ میانی است. علیرغم وجود رخساره‌های نسبتاً یکسان در توالی مورد مطالعه تغییرات اثرمجموعه‌ها که ناشی از تغییر الگوی رفتاری و سبک زندگی موجودات بسترزی در واکنش به تغییرات شرایط فیزیکو-شیمیایی از جمله ناپایداری بستر، بستر کم اکسیژن تا اکسیژن دار و سطح انرژی هیدرولیکی قابل مشاهده است.

۴. منابع

- Botziolis, C., Maravelis, A., Uchman, A., Zelilidis, A., 2022- Trace fossils from Upper Eocene to Lower Oligocene deep-sea deposits of the foreland Pindos Basin, western Greece,. Conference: 16th International Congress of the Geological Society of Greece At: Patras, Greece Volume: Bulletin of the Geological Society of Greece, Sp. Publ. 10
- Bouchemla, I., Benyoucef, M., Belhadji, M., Amine, Z.M., Chachour, A., 2024- Trace fossil association related to the Upper Miocene transgression cycle in the Lower Chelif Basin, NW Algeria. Journal of African Earth Sciences 222(1)DOI: 10.1016/j.jafrearsci.2024.105489
- Lebanidze, Z., Uchman, A., Beridze, T., Chagelishvili, R., Lobzhanidze, K., Kobakhidze, N., Khutsishvili, S., Makadze, D., Khundadze, N., 2024- New location of trace fossils in the middle eocene (lutetian) volcanogenic-sedimentary series of the Achara-trialeleti fold-and-thrust belt (Georgia): preliminary study results. Proceedings of Al. Janelidze Institute of Geology of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, No 136, DOI: 10.52340/pajig.2024.136.07