

Research Article

## The study of ichnofabrics, depositional environment and paleoenvironment of the Guri Member (Mishan) Formation in the stratigraphy sections of Chahar bisheh, Aghajari and Parsi oil fields, SW Iran

Mehdi Ghanavati<sup>1</sup>, Iraj Maghfouri Moghaddam<sup>2\*</sup>, Seyed Mohsen Aleali<sup>1</sup>, Mehran Arian<sup>1</sup>

1- Department of Earth Sciences, Science and Research Branch, Islamic Azad University (IAU), Tehran, Iran.

2- Department of Geology, sciences Faculty, Lorestan University, Khorram Abad, Iran

**Keywords:** *Guri Member, Mishan Formation, Zagros, Miocene, Ichnofabric.*

### 1- Introduction

The Guri member deposits spread in the south of the Zagros basin (Khuzestan, coastal and interior Fars), and the type section is around 111 meters thickness in the Tange Guri in the southeast of Lar city (Fars zone) (James & Wynd, 1965). The Guri member thickness changes hugely in the Zagros basin and is considered the main gas reservoir in the Sarkhon gas field in the southeast part of the Zagros basin (Rahmani et al., 2010); because of this, stratigraphy and sedimentology of this member are very important. The Guri member is in the lower part of the Mishan formation and is composed of cream to brown limestones with interbedded layers of grey marl (James & Wynd, 1965; Fanati et al., 2014). Except for internal Fars, which Razak formation is the lower boundary of the Guri member; in other areas, this member is overlain by the Gachsaran formation conformably and is overlain by the marly units of Mishan formation gradually (Rahmani et al., 2010; Fanati et al., 2014). Most of the studies on the Guri member have been on the depositional environment, Paleocology and diagenetic processes in the coastal and interior Fars. The conclusions led to the point that the Guri member has been deposited in a carbonate ramp with warm marine conditions (Rahmani et al., 2010; Fanati et al., 2014). So far, there are no studies about the trace fossils and ichnofacies of the Guri member. All biological structures in the sedimentary layers (separated or completely bioturbated with ambiguous trace fossils) are named ichnofabric (Abbasi & Amini, 2006). Since trace fossils are formed during or shortly after sedimentation, they reflect their biological and non-biological conditions. *Thalassinoides suevicus* in the Y, T, cylindrical, arc and question mark-shaped burrows dominate the Guri member layers. *Thalassinoides* are smooth and ungrooved trace fossils, common in the Mesozoic and Cenozoic periods and form by decapod crustacean and thalassinid shrimp in the new sedimentary environment (Myrow, 1995). Therefore, the ongoing research aims at identifying the paleoenvironment based on trace fossils, ichnofabrics, the types of facies and depositional environment of the Guri member in the Dezful embayment (Omidieh, Shahid Rajaei village and Milaton sections) south-west Iran.

### 2- Material and methods

This study contains detailed facies, depositional environment, and paleoenvironment features in 3 stratigraphy sections of the Guri member (Milaton, Omidieh and Shahid Rajaei village sections) Zagros basin, south-west Iran. Milaton, Omidieh, and Shahid Rajaei village thicknesses are 103, 63 and 60 meters,

---

\* Corresponding author: maghfouri.i@lu.ac.ir

DOI: 10.22055/AAG.2021.37676.2229

Received 2021-10-13

Accepted 2021-12-28

respectively. Sampled numbers in these sections, respectively, are 110, 70 and 68 samples. The sections were described based on lithology, sedimentary structures and facies compositions. Around 200 thin sections of the non-weathered layers were prepared and then analyzed by a polarized microscope to define various facies. Textural identification and carbonate classification are also conducted using Dunham (1962) and Embry and Klovan (1971). Facies identification and sedimentary environment interpretation were made using studies such as Avarjani et al. (2015) and Moradi et al. (2018). Droser and Bottjer's (1986) standard cards were used to identify ichnofabric classes.

### 3- Results and discussions

The *Thalassinoides suevicus* is the only known trace fossil in the Guri member in the studied areas. Burrows showed regular branching with Y, T, Question mark (?), arc and cylindrical shapes and were filled with the host sediments (Pemberton et al., 1992). Trace fossils assigned to *Thalassinoides* in new sedimentary environments due to vagile to semi-vagile crustaceans, probably, *Thalassinid* Decapods. In the studied sections, *Portunus* sp. is found among limestone layers.

The bioturbations in the layers are categorized into five ichnofabric classes in the Omidieh section and three ichnofabric classes in the Parsi section, which are equal to standard ichnofabric indexes of 1 to 5. The greater frequency of ichnofabrics in the Omidieh section is due to marked changes in environmental conditions such as depth and oxidation.

*Thalassinoides* frequently are belonged to oxygenated environments in soft but fairly cohesive substrates (El-Sabbagh et al., 2017). The Guri Member fauna includes benthic imperforate foraminifera such as (*Pyrgo* sp., *Dendritina rangi*, and *Miliolids*), benthic perforate foraminifera (*Rotalia viennoti*, *Oprculina complanata*, *Elphidium* sp.) and bivalve, gastropod, Echinoid fragments. *Dendritic rangi* and *Miliolid* assemblage are evidence of a restricted lagoon environment and indicate a variety of very shallow, mesohaline environments and are also common in sand shoal environments with normal salinity (Bassi and Nebelsick, 2010). The association of *Ammonia*, *Elphidium* and bivalve fragments reveals a eutrophic environment with normal marine conditions only exposed to short-term salinity variations (Reuter and Brachert, 2007). The presence of bryozoans and microfossil assemblages with their relatively high diversity in some samples probably indicates that the environmental conditions changed from unstable with salinity fluctuations to more stable and normal salinity (Filipescu et al., 2014). The presence of *Thalassinoides* in the Guri member indicates very shallow and warm marine conditions.

Petrographic analysis and biological association led us to define nine facies deposited in three facies belts: tidal flat, lagoon, and shoal—the flat tidal facies including Anhydrite, mudstone and Fenestrate mudstone (A1, A2, A3). Anhydrite facies (A1) are the shallowest because they settle in the supratidal environment. Mudstone facies (A2) is the shallower facies than Fenestrate mudstone (A3) due to the presence of dolomites. Depositing in a stressful area caused no trace fossils in mudstone facies (A2). On the other hand, fenestrate mudstone facies (A3) has foraminifera and contains only gastropod and bivalve shells and the effects of bioturbation. Restricted lagoon facies are Imperforate foraminifera, bioclast wackestone to grainstone (B1), bioclast pellet wackestone to packstone (B2) and Marl facies (B3). In Imperforate foraminifera, bioclast wackestone to grainstone facies (B1), Textural characteristics and abundant porcelanous foraminifera suggest a medium energy-restricted lagoon nearby a flat tidal environment (Vaziri Moghaddam et al., 2006). Two facies, bioclast pellet wackestone to packstone (B2) and Marl (B3), have the same fauna. Marl facies (B3) deposited farther from the shoreline due to settling in no oxygenated environment. Semi-restricted lagoon facies are composed of foraminifera (perforate and imperforate) bioclast wackestone to packstone (C1) and Bryozoir bioclast wackestone to packstone (C2). Foraminifera (perforate and imperforate) bioclast wackestone to packstone (C1) is characterized by the co-occurrence of imperforate and perforate foraminifera (Vaziri Moghaddam et al., 2010). The co-occurrence of porcelaneous foraminifera and bryozoir fragments in facies (C2) indicates an internal ramp environment (Vaziri Moghaddam et al., 2006). The absence of mud and well-sorted ooid grains in ooid peloid grainstone facies (D1) indicates a shoal environment with high-energy conditions (Hearty et al., 2010).

#### 4- Conclusion

The Guri member of the Mishan formation is composed of 9 facies that are belonged to shoal, lagoon, and flat tidal environments of a carbonate ramp. *Thalassinoides suevicus* is the only known trace fossil in the Guri member of Mishan formation in the studied area. *Thalassinoides suevicus* is present in the Omidieh and Shahid Rajaei sections, but no trace fossil exists in the Milaton section. The bioturbations in the layers are categorized into five ichnofabric classes, equal to standard ichnofabric indexes of 1 to 5. The presence of *Thalassinoides* in the Guri member indicates a very shallow and warm marine condition. The more various shapes of *Thalassinoides suevicus* at the Shahid Rajaei village section (Y, T, question mark, arc and cylindrical shaped burrows) rather than the Omidieh section (most cylindrical burrows) indicate trace makers presented for a longer time and different biological activities such as feeding, escaping and hosting.

#### 5- References

- Abbasi, N., Amini, A., 2006. *Thalassinoides* Ichnofabric from Oligocene Sediments in the Ali Abad Section, Qom Area, Central Iran. *Earth Science* 69 (18), 86-101. <https://doi.org/10.22071/gsj.2009.57542>.
- Avarjani, S., Mahboubi, A., Moussavi Harami, R., Amiri Bakhtiar, H., Brenner, R.L., 2015. Facies, depositional sequences and biostratigraphy of the Oligo-Miocene Asmari Formation in Marun oil field, Zagros Basin, SW Iran. *Palaeo world* 24, 336-358. <https://doi.org/10.1016/j.palwor.2015.04.003>.
- Bassi, D., Nebelsick, J.H., 2010. Components, facies and ramps redefining Upper Oligocene shallow water carbonates using coralline red algae and larger foraminifera, Venetian area, northeast Italy. *Paleoecology, Paleoclimatology, Paleogeography* 295, 258-280. <https://doi.org/10.1016/j.paleo.2010.06.003>.
- Droser, M., Bottjer, D.L., 1986. A semiquantitative field classification of ichnofabrics. *Journal of Sedimentary Petrology* 56, 558-559. <https://doi.org/10.1306/212F89C2-2B24-11D7-8648000102C1865D>.
- Dunham, R.J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: Ham, W.E.(Ed.), *Classification of Carbonate Rocks*. American Association of Petroleum Geologists Memoir 1, pp.108-121. <https://doi.org/10.1306/M1357>.
- El-Sabbagh, A., El-Hedenya, M., Al-Farraj, S., 2017. *Thalassinoides* in the Middle Miocene at Egypt. *Proceedings of Geologists Association* 365, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2017.01.001>.
- Embry, A.F., Klovan, J.E., 1971. A late Devonian reef tract on northeastern Banks Island, NWT. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology* 19, 730-781. <https://doi.org/10.35767/gscpgbull.19.4.730>.
- Fanati, R., Vaziri, S.H., Khaksar, K., Gholamalian, H., 2014. Microfacies and sedimentary environment of the early-middle Miocene deposits (Mishan formation) in south of Iran. *Advances in Environmental Biology* 8, 1031-1039. <https://doi.org/10.22067/sed.facies.v11i2.63240>.
- Filipescu, S., Miclea, A., Gross, M., Harzhauser, M., Zagorsek, K., Jipa, C., 2014. Early Sarmatian paleoenvironments in the easternmost Pannonian Basin (Borod Depression, Romania) revealed by the micropaleontological data. *Geologica Carpathica* 65, 67-81. <https://doi.org/10.2478/geoca-2014-0005>.
- Hearty, P.J., Webster, J.M., Clague, D.A., Kaufman, D.S., Bright, J., Southon, J., Renema, W., 2010. A pulse of ooid formation in Maui Nui (Hawaiian Islands) during Termination I. *Marine Geology* 268, 152-162. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2009.11.007>.
- James, G.A., Wynd, J.G., 1965. Stratigraphic nomenclature of Iranian oil consortium agreement area. *American Association Petroleum Geology* 49 (12), 2182-2245. <https://doi.org/10.1306/A663388A-16C0-11D7-8645000102C1865D>.
- Mohammadkhani, H., Hosseini, M., Sadeghi, A., Pomar, L., 2022. Middle Miocene short-lived Tethyan seaway through the Zagros foreland basin: Facies analysis and paleoenvironmental reconstruction mixed siliciclastic-carbonate deposits of Mishan Formation, Dezful Embayment, SW Iran. *Marine and Petroleum Geology* 32, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2022.105649>.
- Moradi, M., Moussavi Harami, R., Mahboubi, A., Khanehbad, M., 2018. Relationship between depositional facies and reservoir characteristics of the Oligo-Miocene Asmari Formation, Aghajari oil field, SW Iran. *Sedimentary Reservoirs* 28, 248-270. <https://doi.org/10.22059/GEOPE.2018.260775.648401>.

- Myrow, P.M., 1995. Thalassinoides and enigma of Early Paleozoic open-framework burrow systems. *Palaios* 10, 58-74. <https://www.jstor.org/stable/3515007>.
- Rahmani, Z., Vaziri Moghaddam, H., Taheri, A., 2010. Facies distribution and paleoecology of the Guri member of the Mishan formation in Lar area, Fars province, SW Iran. *Iranian Journal of Science & Technology, Transaction A* 34, 36-48. <https://doi.org/10.22099/IJSTS.2010.2193>.
- Reuter, M., Brachert, T.C., 2007. Freshwater discharge and sediment discharge control on growth, ecological structure (early Tortonian, Crete/Greece). *Paleogeography, paleoclimatology, Paleoecology* 25, 308- 328. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103154>.
- Vaziri Moghaddam, H., Kimiagari, M., Taheri, A., 2006. Depositional environment and sequence stratigraphy of the Asmari Formation in SW Iran, Lali Area. *Facies* 52, 41-51. <https://doi.org/10.1007/s10347-005-0018-0>.
- Vaziri Moghaddam, H., Seyrafian, A., Taheri, A., Motiei, H., 2010. Oligocene-Miocene ramp system (Asmari Formation) in the NW of the Zagros basin, Iran, Microfacies, paleoenvironment and depositional sequence. *Revista Mexicana de Ciencias Geologicas* 27(1), 56-71. <https://doi.org/10.1008/s10357-004-0017-0>.

HOW TO CITE THIS ARTICLE:

Ghanavati, M., Maghfouri Moghaddam, I., Alali, S.M., Arian, M., 2023. The study of ichnofabrics, depositional environment and paleoenvironment of the Guri Member (Mishan) Formation in the stratigraphy sections of Chahar bisheh, Aghajari and Parsi oil fields, SW Iran. *Adv. Appl. Geol.* 13(1), 90-117

DOI: 10.22055/AAG.2021.37676.2229

URL: [https://aag.scu.ac.ir/article\\_17487.html](https://aag.scu.ac.ir/article_17487.html)

©2023 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

## مطالعه ایکنوفابریک‌ها، محیط رسوبی و محیط زیست دیرینه بخش گوری در برش‌های چینه شناسی میادین نفتی چهار بیشه، آغاچاری و پارسی، جنوب غرب ایران

مهدی قنواتی

دانشجوی دکترا، گروه علوم زمین، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

ایرج مغفوری مقدم\*

گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

محسن آل علی

گروه علوم زمین، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

مهران آرین

گروه علوم زمین، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

\* maghfouri.i@lu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۷/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۷

### چکیده

بخش گوری سازند میشان به عنوان یکی از مخازن گازی حوضه زاگرس متشکل از سنگ آهک، مارن و انیدریت می‌باشد. به منظور بررسی فسیل‌های اثری، رخساره‌ها و محیط رسوبی بخش گوری سازند میشان در جنوب غرب ایران ۳ برش چینه شناسی میلان در میدان نفتی چهاربیشه، امیدیه در میدان نفتی آغاچاری و برش روستای شهید رجایی در میدان نفتی پارسی مورد بررسی دقیق قرار گرفتند. مطالعه سنگ شناسی و تحلیل مجموعه زیستی بخش گوری منجر به شناسایی ۹ رخساره مربوط به محیط‌های جزر و مدی، لاگون و سد گردید که مربوط به یک رمپ کربناته می‌باشند. کربنات‌های بخش گوری مملو از آثار فسیلی *Thalassinoides suevicus* مربوط به سخت پوستان می‌باشند. این گونه از تالاسینوئیدس‌ها در فرم‌های استوانه‌ای (cylindrical)، T، Y، question mark (به شکل علامت سوال) و کمائی دیده می‌شوند. آشفته‌گی زیستی حاصل از تالاسینوئیدس‌ها در لایه‌های مورد مطالعه به ۵ رده ایکنوفابریک تقسیم بندی می‌شود که معادل شاخص‌های ایکنوفابریکی استاندارد رده ۱ تا ۵ می‌باشند. تنوع ایکنوفابریکها در برش چینه شناسی امیدیه نسبت به برش روستای شهید رجایی بیشتر می‌باشد که به دلیل تغییرات بیشتر در شرایط محیطی مثل عمق و اکسیداسیون در این برش می‌باشد. همچنین حضور تالاسینوئیدس‌ها در بخش گوری نشان دهنده یک محیط دریایی گرم، خیلی کم‌عمق با میزان اکسیژن زیاد می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: بخش گوری، سازند میشان، زاگرس، میوسن، ایکنوفابریک

### ۱- مقدمه

بخش گوری سازند میشان در جنوب حوضه رسوبی زاگرس (خوزستان، فارس داخلی و فارس ساحلی) گسترش یافته است و جوان‌ترین مخزن گازی زاگرس محسوب می‌شود و برش الگوی این بخش در تنگ گوری در جنوب خاور شهرستان لار در زون فارس، به ستبرای ۱۱۱ متر اندازه گیری و گزارش شده است (James and Wynd, 1965).

تغییرات ستبرای بخش گوری در حوضه رسوبی زاگرس بسیار زیاد است و از آنجا که این بخش به عنوان یک مخزن گاز اصلی میدان سرخون در جنوب شرق حوضه زاگرس محسوب می‌شود (Rahmani et al., 2010; Mohammadkhani et al., 2022) مطالعه چینه‌نگاری و رسوب شناسی آن دارای اهمیت زیادی می‌باشد. بخش گوری متشکل از سنگ آهک‌های کرم تا قهوه ای رنگ همراه با میان

را ایکنوفابریک گویند (Abbasi and Amini, 2006). بیشتر اثر فسیل‌ها همزمان با رسوبگذاری یا کمی بعد از رسوبگذاری ایجاد می‌شوند و به همین دلیل به خوبی منعکس کننده تأثیر عوامل زیستی و غیر زیستی محیط‌های رسوبی هستند. بخش گوری در منطقه مورد مطالعه دارای یک گونه اثر فسیلی به نام *Thalassinoides suevicus* می‌باشد که در فرم‌های استوانه‌ای (cylindrical)، Y، T، question mark (به شکل علامت سوال) و کمائی دیده می‌شود. تالاسینوئیدس‌ها از فراوانترین آثار فسیلی مزوزوئیک - سنوزوئیک و به شکل صاف (بدون شیار) همراه با انشعابات متعدّداند و در محیط‌های رسوبی عهد حاضر در ارتباط با سخت پوستان ده پا و میگوی تالاسینوئید می‌باشند (Myrow, 1995). هدف از انجام این مطالعه، بررسی محیط زیست دیرینه بر اساس فسیل اثری تالاسینوئیدس، شناسایی ایکنوفابریک‌ها، رخساره‌ها و محیط رسوبی بخش گوری سازند میشان در سه برش چینه‌شناسی میلاتون، امیدیه و روستای شهید رجایی در فرفاقتادگی دزفول (جنوب غرب ایران) است. مطالعه ایکنوفابریک‌ها در بخش گوری سازند میشان تأثیر بسزایی در تفسیر محیط زیست دیرینه خواهد داشت. همچنین نتایج حاصل از تفسیر رخساره‌ها با لحاظ کردن ایکنوفابریک‌های موجود در آن رخساره به تفسیر محیط رسوبی و وضعیت قرارگیری هر رخساره در مدل رسوبی کمک شایانی خواهد کرد.

## ۲- زمین شناسی

توالی رسوبی سازند میشان به عنوان آخرین پیشروی دریایی در حوضه فورلند زاگرس محسوب می‌شود (Motiei, 1993; Mohammadkhani et al., 2022). حوضه فورلند زاگرس یکی از زون‌های زمین‌ساختی مهم ایران و بخشی از کمربند کوهزایی آلپ - هیمالیا با روند شمال غرب - جنوب شرق است که به طول تقریبی ۲۰۰۰ کیلومتر و پهنا ۱۰۰ تا ۳۰۰ کیلومتر از جنوب شرق ترکیه تا تنگه هرمز ایران گسترش دارد (Berberian and King, 1981; Moradi et al., 2018). این کمربند کوهزایی به علت فرورانش اقیانوس نئوتتیس به زیر پلیت ایران و در نتیجه برخورد پلیت عربی با ایران مرکزی شکل گرفته است (Mouthereau et al., 2012). مرز شمالی و شمال شرقی این واحد ساختمانی منطبق با گسل راندگی زاگرس است که آن را از زون سنندج - سیرجان جدا می‌سازد. بخش غربی آن به حوضه بین‌النهرین و شمال شرق پلیت عربی محدود

لایه‌های مارن خاکستری در بخش پائینی سازند میشان قرار دارد (James and Wynd, 1965; Mohammadkhani et al., 2022). به استثنای فارس داخلی که بخش گوری بر روی سازند رازک قرار می‌گیرد؛ در بقیه مناطق مرز زیرین آن بصورت ناگهانی و هم شیب با سازند گچساران و مرز بالایی آن بصورت تدریجی و هم شیب با مارن‌های خاکستری سازند میشان دیده می‌شود (Rahmani et al., 2010; Fanati et al., 2014). در سال‌های اخیر اکثر مطالعات در مورد بخش گوری سازند میشان در مورد محیط رسوبی، پالئواکولوژی و فرآیندهای دیاژنزی فقط در زون‌های فارس داخلی و فارس ساحلی صورت گرفته است که در اکثر موارد مدل رسوبی رمپ کربناته همراه با ته نشست در دریای گرم برای بخش گوری در نظر گرفته شده است (Rahmani et al., 2010; Fanati et al., 2014).

در ایران مطالعات مربوط به ایکنوفابریک تا کنون فقط در چند مورد انجام شده است. در کاملترین تحقیق صورت گرفته Abbasi و Amini (۲۰۰۶) به بررسی ایکنوفابریک تالاسینوئیدس در رسوبات الیگوسن علی آباد قم پرداختند که در نتیجه این مطالعات ۵ نوع ایکنوفابریک و ۲ نوع چرخه کلی زیست آشفته‌گی برای تالاسینوئیدس‌های توالی رسوبی ذکر شده تعیین شد و محیط رسوبی کم‌عمق با میزان اکسیژن بالا برای این فسیل‌های اثری پیشنهاد شد.

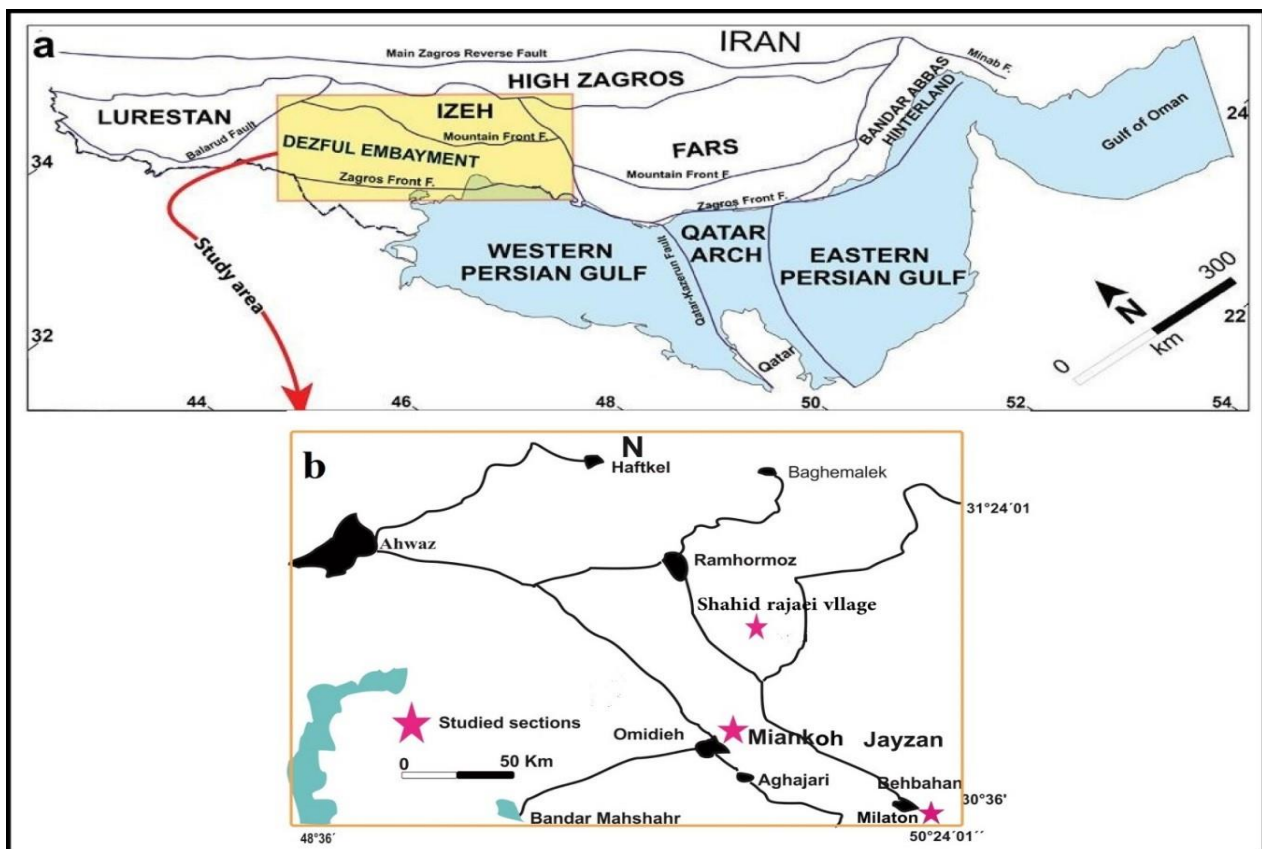
مطالعه خرچنگ‌ها نیز در بخش گوری سازند میشان در ناحیه بندرعباس (فارس ساحلی) صورت گرفت (Heidari et al., 2012) که در نتیجه این مطالعات گونه خرچنگ *Portunus withersi* (Glaessner, 1933) به سن میوسن پیشین گزارش شد. ایشان ریف‌های تکه ای در یک لاگون باز همراه با جریان بالای آب دریا را بعنوان محیط زیست این گونه خرچنگ معرفی کردند. همچنین Abbasi و همکاران (et al., 2013) در برش کنار تخته (فارس ساحلی) ۲ لایه کلیدی دارای خرچنگ گزارش کردند. در نتیجه این مطالعه ۲ جنس و ۲ گونه خرچنگ شناسایی شد که جنس *Demaniahramensis* sp. به سن میوسن پیشین تا میانی به عنوان گونه جدید معرفی شد.

تاکنون در مورد فسیل‌های اثری و ایکنوفابریک‌های بخش گوری هیچ گونه تحقیقی صورت نگرفته است. تمامی ساختها (فابریک‌های) با منشا زیستی در لایه‌های رسوبی شامل آثار فسیلی منفرد و لایه‌های کاملاً زیست آشفته با آثار فسیلی مبهم

۱۶ کیلومتر) از کامبرین تا پلیوستوسن را در خود جای داده است؛ در حالی که در ۲ ناحیه مجاور آن یعنی لرستان و فارس ضخامت رسوبات به ۶ کیلومتر تقلیل می‌یابد.

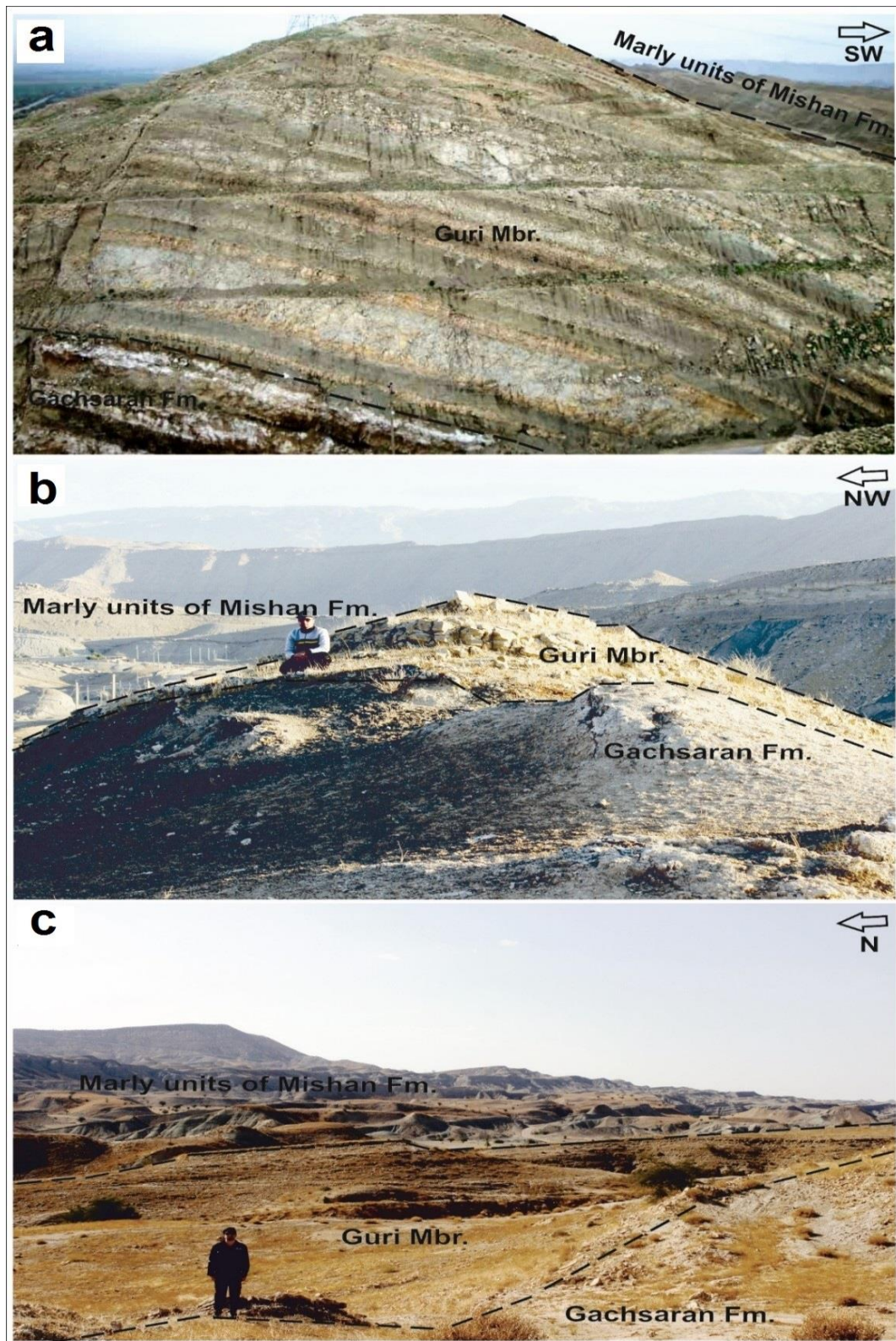
برش امیدیه (واقع شده در ۲ کیلومتر دو جاده امیدیه - میانکوه) با مختصات  $31^{\circ}06'06''$  N و  $49^{\circ}42'44''$  E ، برش روستای شهید رجایی (واقع شده در جاده روستای ابوالفارس به رامهرمز) با مختصات  $31^{\circ}03'41''$  N و  $49^{\circ}17'55''$  E و برش میلان (واقع شده در ۵۰ کیلومتری جنوب شرق شهرستان گچساران، کیلومتر ۱۷ جاده بیدکرز به میلان) با مختصات  $29^{\circ}53'39''$  N و  $51^{\circ}09'11''$  E در زون فرو افتادگی دزفول مورد مطالعه قرار گرفتند (شکل‌های (a, b)).

می‌شود. این حوضه از نظر پیشینه زمین‌شناسی به چندین بخش تفکیک می‌شود که یکی از آنها فرو افتادگی دزفول است (Motiei, 1993; Avarjani et al., 2015; Moradi et al., 2018). بخش فروافتادگی دزفول از دیدگاه اقتصادی اهمیت زیادی دارد؛ بطوریکه اکثر مخازن نفتی کشورمان در این زون قرار گرفته‌اند. فرو افتادگی دزفول با ضخامت زیادتر رسوبات ترشیری نسبت به پلاتفرم فارس و ناحیه لرستان مشخص می‌شود. این منطقه بر اثر عملکرد دو گسل پی سنگی بالا رود (گسل چپ گرد) و کازرون (گسل راست گرد) در پیرامون نسبت به ۲ ناحیه لرستان و فارس دچار فرونشینی شده است؛ که نتیجه آن ایجاد گرابن عظیمی در این منطقه است. در حد بین دو گسل مذکور حوض‌های با فرونشست (Subsidence) شدید ایجاد شده که ضخامت عظیمی از رسوبات (حدود ۱۴ تا



شکل ۱- (a) موقعیت ناحیه مورد مطالعه در حوضه زاگرس و (b) نقشه موقعیت برش‌های مورد مطالعه

Fig. 1. (a) Location map of the study area in the Zagros basin, and (b) Location map of the studied sections



شکل ۲- مرزهای زیرین و بالایی بخش گوری در برش‌های چینه شناسی ناحیه مورد مطالعه (a) برش چینه شناسی امیدیه، (b) برش چینه شناسی روستای شهید رجایی و (c) برش چینه شناسی میلان

Fig. 2. Lower and upper boundaries of the Guri member at the studied area; (a) Omidieh stratigraphy section, (b) Shahid Rajaee village stratigraphy section, and (c) Milaton stratigraphy section



### ۳- روش مطالعه

جهت انجام مطالعه رخساره‌ها، محیط رسوبی و ایکنوفابریک‌های بخش گوری سازند میشان ۳ برش چینه شناسی میلان، امیدیه و روستای شهید رجایی در فروافتادگی دزفول انتخاب شدند. از برش چینه شناسی میلان به ضخامت ۱۰۳ متر ۱۱۰ نمونه، برش چینه شناسی امیدیه به ضخامت ۶۳ متر ۷۰ نمونه و برش چینه شناسی روستای شهید رجایی به ضخامت ۶۰ متر ۶۸ نمونه برداشت گردید. در مجموع ۲۰۰ مقطع نازک میکروسکوپی از این نمونه‌ها تهیه شد. این مقاطع نازک بوسیله میکروسکوپ پلاریزان جهت شناسایی سنگواره‌ها و رخساره‌های رسوبی مختلف مورد مطالعه قرار گرفتند. برای طبقه بندی سنگ‌های کربناته و شناسایی بافت آنها از روش دانهام (Dunham, 1962) و امبری و کلوان (Embry and Klovan, 1971) استفاده شد. شناسایی رخساره‌ها و تفسیر محیط رسوبی مربوطه با استفاده از مطالعات انجام شده در این زمینه نظیر (Moradi et al., 2018; Avarjani et al., 2015) انجام گرفت. همچنین جهت شناسایی ایکنوفابریکها از مدل‌های استاندارد ارائه شده توسط دروسر و باتجر (Droser and Bottjer, 1986) استفاده شد.

### ۴- نتایج و بحث

#### ۴-۱- تالاسینوئیدس

تالاسینوئیدس‌ها متشکل از شبکه نسبتاً افقی با شیارهای عمودی هستند. شیارها در برش‌های متقاطع بصورت دایروی و بیضوی و انشعابات آنها Y و T شکل هستند و بطور معمول دارای توسعه یا برآمدگی پیازی شکل در محل اتصالات هستند. عدم پر شدگی در تالاسینوئیدس‌ها رایج است؛ هر چند می‌توانند به طور فعال پر شوند (Bromley, 1967; Knaust, 2017) در بعضی موارد جنس رسوبات پر کننده بارو با رسوبات میزبان همسان است که می‌تواند در اثر باروینگ مجدد توسط دیگر جانوران اثر ساز مثل chondrites باشد (Knaust, 2017). باروها صاف هستند و بوسیله اغلب رسوبات ماس‌های و بطور کمتر رسوبات گلی پر می‌شوند. تالاسینوئیدس‌ها جزء فسیل‌های اثری نسبتاً بزرگ محسوب می‌شوند بطوریکه شبکه آنها می‌تواند حجمی بیش از یک متر مکعب را بپوشاند؛ هر چند قطر بارو آنها می‌تواند از چند میلی‌متر تا چندین سانتی‌متر برسد (به طور متوسط

قطر باروها یک سانتی‌متر است). سیستم باروهای مرتبط حتی در مواردی می‌تواند تا چندین متر به درون زیر لایه‌ها نفوذ کند (Kennedy, 1967; Knaust, 2017).

تالاسینوئیدس در یک محدوده وسیع از لایه‌های نرم تا سخت ظاهر می‌شود و در گل سنگ، ماسه سنگ، سیلتستون، کنگلومرا، سنگ آهک و دولومیت گزارش شده است. این اثر فسیل همچنین می‌تواند با لایه‌های سخت سنگی شده (Hard ground) همراه شود (Knaust, 2017).

میگوهای تولید کننده (سازنده) تالاسینوئیدس بطور اولیه معلق خوارند و سیستم کانال‌های بسیار وسیعی به منظور سکونت حفر می‌کنند. بسیاری از تالاسینوئیدس‌ها بطور همزمان ممکن است معلق خوار و رسوب خوار باشند. بعضی دیگر از تالاسینوئیدس‌ها علف‌های دریایی و دیگر مواد ارگانیکی را جمع کرده و در اتاقک‌های کانال‌ها ذخیره و نگهداری می‌کنند (Griffis and Suchanek, 1991). تالاسینوئیدس‌های که توسط میگوهای عهد حاضر تولید می‌شوند در محیط‌های کم‌عمق دریایی مثل ساحل، دلتا و غیره دیده می‌شوند (Nickell and Atkinson, 1995). آنها می‌توانند در محیط‌های با تغییرات شوری شدید مثل دلتا-های مخروطی و مجموعه estuarine یافت شوند که به علت توانایی موجودات اثر ساز تالاسینوئیدس در تحمل نوسانات شدید شوری در محیط‌های مختلف است (Myrow, 1995; El-Sabbagh et al., 2017). تالاسینوئیدس‌ها یک جزء سازنده رایج ایکنوفاسیس کروزینا به ویژه در لایه‌های چسبیده هستند (Abbasi and Amini, 2006).

در برش‌های چینه شناسی امیدیه و روستای شهید رجایی گونه *Thalassinoides suevicus* به فراوانی یافت می‌شود. در برش چینه شناسی میلان به دلیل وجود شرایط پر تنش در ناحیه جزر و مدی (El-Sabbagh et al., 2017) و به تبع آن عدم شرایط مناسب برای زیست موجودات تالاسینوئیدس ساز، این آثار فسیلی به وسیله امواج از بین رفته اند. ویژگی‌های ریخت شناسی این گونه در برش‌های چینه شناسی امیدیه و روستای شهید رجایی به شرح زیر می‌باشد (شکل‌های a, b, c, d):

۱- آنها عمدتاً بصورت باروهای نسبتاً افقی با انشعابات تقریباً منظم و دارای سطح صاف هستند.

۲- باروها به شکل دهلیزهای لوله‌ای (استوانه‌ای) با

رخنمون یافته است. افق سوم در قسمت میانی بخش گوری به ضخامت ۲/۵ متر قرار دارد و از ۲۹/۵ متری شروع شده و تا ۳۲ متری ادامه دارد و دارای شکل‌های استوانه‌ای و شیار-های عمودی است. افق چهارم به ضخامت ۱ متر مربوط به متر ۳۵ می‌باشد. در این افق میزان شیارهای عمودی رخنمون یافته بیشتر از حالت لوله‌ای (استوانه‌ای) است. افق پنجم در قسمت میانی به سمت بالای بخش گوری قرار دارد و به ضخامت یک متر متعلق به متر ۴۴ می‌باشد و به شکل لوله‌ای (استوانه‌ای) است. افق ششم مجدداً در قسمت میانی به سمت بالای بخش گوری قرار دارد و به ضخامت یک متر متعلق به متر ۴۷ می‌باشد و به شکل لوله‌ای (استوانه‌ای) دیده می‌شود. افق هفتم در قسمت بالای بخش گوری قرار دارد و به ضخامت یک متر متعلق به متر ۵۳ می‌باشد و مجدداً به شکل استوانه‌ای (لوله‌ای) می‌باشد. افق هشتم در قسمت بالای بخش گوری قرار دارد و به ضخامت یک متر متعلق به متر ۵۷ می‌باشد و به شکل لوله‌ای (استوانه‌ای) می‌باشد. افق نهم در بالاترین قسمت بخش گوری قرار دارد و به ضخامت چهار متر متعلق به مترهای ۵۹ تا ۶۲ می‌باشد و به شکل‌های لوله‌ای (استوانه‌ای) و به ندرت Y شکل است و رخنمون شیارهای عمودی در این افق قابل مشاهده است و برابر با حالت‌های لوله‌ای یا استوانه‌ای است.

#### ۴-۱-۳- الگوی پراکندگی (Rieth, 1932) *Thalassinoides suevicus* در برش چینه شناسی

##### روستای شهید رجایی

برش چینه شناسی روستای شهید رجایی دارای یک افق ۱۳ متری از *Thalassinoides suevicus* (Rieth, 1932) در میانه بخش گوری به سمت بالای این بخش (متر ۳۰ تا ۴۳) می‌باشد که غالباً این گونه به شکل‌های Y، T و لوله‌ای (استوانه‌ای) و به ندرت دارای شکل‌های علامت سوال (؟) و کمائی شکل می‌باشد. شیارهای عمودی رخنمون یافته نیز به مقدار کم مشاهده می‌شوند. اشکال Y و T شکل تقریباً به میزان برابر دیده می‌شوند (شکل ۳c).

انشعابات Y شکل و T شکل و اشکالی دیگر شبیه شکل علامت سوال (؟) و کمان مانند می‌باشند.

۳- دارای قطری برابر با ۸ تا ۲۰ میلی متر و طول باروها بین ۲۰ تا ۱۶۰ میلی متر است.

۴- قطر لوله‌ها (باروها) در طول باروها تقریباً ثابت است.

۵- اشکال بدون انشعاب (استوانه‌ای) فراوانترین اند، انشعابات Y شکل و T شکل تقریباً برابرند و شکل‌های شبیه علامت سوال (؟) و کمائی شکل فراوانی کمی دارند.

۶- برآمدگی‌های پیازی شکل در محل انشعابات و یا در طول باروها دیده می‌شود.

۷- ستبرای لوله‌ها (باروها) در طول آنها ثابت است.

۸- شبکه تقریباً منظمی از لوله‌ها (باروها) را فراهم ساخته اند.

۹- فاقد دیواره بودن و عدم وجود حالت کاملاً افقی از خصوصیات این گونه در توالی‌های مورد نظر است.

۱۰- جنس رسوبات پرکننده باروها با رسوبات میزبان همسان است.

توزیع پراکندگی (Rieth, 1932) *Thalassinoides suevicus* از قاعده به سمت بالا در دو برش حاوی این گونه به شرح ذیل است:

#### ۴-۱-۲- الگوی پراکندگی (Rieth, 1932) *Thalassinoides suevicus* در برش چینه شناسی امیدیه

این گونه در ۹ افق جداگانه در قاعده، قسمت میانی و قسمت بالایی بخش گوری در برش امیدیه ظاهر می‌شود. در افق اول (به ضخامت ۸/۵ متر) این گونه از ۶ متر بالاتر از قاعده بخش گوری شروع شده و تا ۱۴/۵ متری ادامه دارد و شکل آنها بصورت استوانه‌ای (لوله‌ای) همراه با رخنمون شیارهای عمودی است. این افق فاقد انشعابات Y و T شکل است. افق دوم در قسمت میانی بخش گوری به ضخامت ۱ متر قرار دارد و متر ۲۶ را بطور کامل احاطه کرده و به شکل استوانه-ای (لوله‌ای) با میزان برابر نسبت به حفره‌های عمودی



شکل ۳- فرم‌های متنوع از *Thalassinoides suevicus* (Rieth, 1932) در فروافتادگی دزفول (a) شکل Y، (b) شکل استوانه‌ای، (c) اشکال T، Y، استوانه‌ای و (d) اشکال Y و استوانه‌ای

Fig. 3. *Thalassinoides suevicus* in the Dezful embayment, (a) Y shape, (b) Cylindrical, (c) T, Y and cylindrical, and (d) Y and cylindrical shapes

شدگی ضعیف در قسمت‌های کم‌عمق ناحیه ساب تایدال دیده می‌شود (Pemberton et al., 1992). این شرایط به طور معمول از سطوح انرژی متوسط پایین تر از کمترین حد عمق تاثیر امواج عادی تا قاعده امواج طوفانی متغیر است (Pemberton et al., 1992). آنالیز تالاسینوئیدس‌های بخش گوری نشان می‌دهد که این فسیل‌های اثری در رخساره‌های مربوط به آب‌های کم‌عمق به فراوانی یافت می‌شوند. در بخش گوری، اثر فسیلی *Thalassinoides suevicus* همراه با روزن‌داران کف زی پورسلانوز مانند (*Miliolid*, *Dendritina* rangi)، روزن‌داران کفزی منفذدار *Ammonia*, *Elphidium*، خرده‌های دو کفه‌ای، گاستروپود و اکیونوئید دیده می‌شود. بطور کلی تجمع میلیولیدها و *Dendritina rangi* نشانه محیط لاگون محدود بوده و منعکس کننده محیط‌های با شوری

۴-۱-۳- محیط زیست دیرینه بر مبنای فسیل‌های اثری گونه *Thalassinoides suevicus* (Rieth, 1932) در بخش گوری سازند میشان در فروافتادگی دزفول باعث درجات متفاوت زیست آشفستگی شده است. توالی رسوبی بخش گوری حاوی جنس *Portunus* sp. در سنگ آهک‌های برش‌های چینه شناسی امیدیه و روستای شهید رجایی می‌باشد که به دلیل سقوط این خرچنگ‌ها به دلیل فرسایش از دیواره‌های آهکی شناسایی موقعیت دقیق آنها در توالی رسوبی بخش گوری امکانپذیر نمی‌باشد (شکل ۴). این گونه خرچنگ را می‌توان یکی از سازندگان فسیل‌های اثری *Thalassinoides suevicus* در بخش گوری دانست. تالاسینوئیدس‌ها به عنوان عضوی از ایکنوفاسیس کروزیانا محسوب می‌شوند. ایکنوفاسیس کروزیانا غالباً در زیر لایه‌های گلی (چسبنده) غیر متراکم با جور

دریایی کم عمق مثل اینتر تایدال و غیره می باشد. بر طبق تحقیقات انجام شده آشفتگی زیستی فراوان و یکپارچه نشان دهنده وجود غذا، شوری نرمال و آب دریای غنی از اکسیژن است (Bromley and Frey, 1974). آنها علت این مورد را یک نرخ آشفتگی نسبتاً ثابت یا یک محدوده زمانی کلنی شدن طولانی تر توسط موجودات اثر ساز عنوان کردند. به این دلیل آشفتگی زیستی با ضخامت زیاد و یکپارچه در بخش میانی برش روستای شهید رجایی (به ضخامت ۱۵ متر متوالی) می تواند به دلیل وجود غذای فراوان، شوری نرمال برای موجودات تالاسینوئیدس ساز و آب دریای غنی از اکسیژن باشد. در بخش گوری سازند میشان دو برش چینه شناسی امیدیه و روستای شهید رجایی دارای فسیل های اثری تالاسینوئیدس هستند، اما هیچ نشانه ای از تالاسینوئیدس در برش میلان و وجود ندارد. این تغییرات در وقوع و یا توزیع تالاسینوئیدس می تواند حاکی از تغییرات ناگهانی در پارامترهای محیطی مثل عمق (ساب تایدال تا اینتر تایدال)، خصوصیات لایه های زیرین، شوری، اکسیژن و وجود شرایط پرتنش در حوضه رسوبی برای زیست موجودات اثر ساز باشد که شرایط مساعد یا غیر مساعد را برای حضور این موجودات اثر ساز مهیا می کنند (El-Sabbagh et al., 2017). در برش میلان به دلیل شرایط پرتنش محیط جزر و مدی به احتمال زیاد این آثار فسیلی به وسیله امواج از بین رفته اند. محیط نسبتاً غنی از اکسید آهن در زمان توسعه تالاسینوئیدس ها می تواند دلیل اصلی فراوانی اثر فسیل ها در بخش گوری سازند میشان در فروافتادگی دزفول باشد. در برش گوری امیدیه تالاسینوئیدس ها در ۹ افق تالاسینوئیدسی مختلف وجود دارند، که می تواند ناشی از رسوبگذاری با سرعت پایین (Whicher et al., 2016) در زمان تشکیل بخش گوری امیدیه باشد. کانال های تالاسینوئیدس ها در برش امیدیه اغلب از نوع ساده (استوانه ای و لوله ای) شکل هستند که نشان دهنده این مطلب است که موجودات تالاسینوئیدس ساز مدت زمان کمتری رسوبات را احاطه کرده اند؛ در حالی که کانال های برش روستای شهید رجایی که پیچیدگی بیشتر و تنوع ظاهری بالاتری دارند و در اشکال Y, T, ? و کمانی و استوانه ای دیده می شوند شواهدی است که موجودات تالاسینوئیدس ساز برای فعالیت های متنوع تر زیستی مثل تغذیه، لانه گزینی و فرار در مدت زمان بیشتری این حفره ها را ایجاد کرده اند (El-Sabbagh et al., 2017).

متوسط یا مزو هالین (mesohaline) و کم عمق است (Bassi and Nebelsick, 2010). تجمع الفیدیوم، آمونیا و دو کفه ای مشخص کننده محیط یوتروفیک با شرایط دریایی نرمال است (Reuter and Brachert, 2007). حضور همزمان بریوزوآها با تجمعات میکروفسیلی با تنوع نسبتاً زیادشان در بعضی نمونه ها ممکن است نشان دهد که شرایط محیطی از وضعیت نیمه پایدار با نوسانات شوری به شرایط پایدارتر و شوری نرمال تغییر کرده است (Filipescu et al., 2014).

در برش امیدیه، افق های دارای اثر فسیلی تالاسینوئیدس بسیار بیشتر از برش روستای شهید رجایی است که نشان دهنده شرایط بیولوژیکی بهتر می باشد (Abbasi and Amini, 2006). باروهای ایجاد شده بوسیله خرچنگ ها در بخش گوری در برش های مورد مطالعه با نوع ۵ از باروهای (Griffis and Suchanek, 1991) مطابقت دارد. باروهای نوع ۵ متشکل از یک یا چند لوله U و T شکل با دهانه های جمع شونده منتهی به شیارهای متورم می باشند. بر خلاف باروهای نوع ۶ که در مرجان ها و اسفنج ها ایجاد و ساخته می شوند، باروهای نوع ۵ در رسوبات نرم ایجاد می شوند. باروهای نوع ۵ حداقل دارای ۲ دهانه (بازشدگی) سطحی، یک تیوب U شکل ارتباط دهنده آنها و اغلب یک شیار نسبتاً کوتاه منشعب شونده به سمت پایین هستند. دیواره (سطح) باروها معمولاً سخت و نرم و متشکل از رسوبات دانه ریز هستند. در باروهای نوع ۵ به نظر می رسد تغذیه از طریق فیلتر کردن آب نخستین مکانیزم برای به دست آوردن غذا می باشد. لوله های کوتا و U شکل نوع ۵ مسیر های موثری برای جریان یک سو (هم جهت) را فراهم می کنند (Griffis and Suchanek, 1991). موجودات تالاسینوئیدس ساز برای زنده ماندن در مقابل وقایع فرسایشی قادرند حفره هایی به عمق نزدیک به ۲ متر در رسوبات مختلف ایجاد کنند (Dworschak and Rodrigues, 1997). تالاسینوئیدس ها به وفور وابسته به محیط های پر اکسیژن در زیر لایه های نسبتاً چسبنده اند (Bromley, 1996) و سنگ آهک های بخش گوری میشان به شدت رسی، نسبتاً چسبنده و دارای اکسید آهن هستند که این موضوع تشکیل تالاسینوئیدس های بخش گوری در محیط های دارای اکسیژن را تایید می کند. وجود اکسید آهن و لامیناسیون بعنوان ساخت رسوبی شاخص مناطق جزر و مدی در این ریف های تکه ای (patch reef) که دارای این گونه از تالاسینوئیدس هستند، نشان دهنده محیط های



شکل ۴- خرچنگ *Portunus sp.* در ناحیه مورد مطالعه  
Fig. 4. *Portunus sp.* (Glaessner, 1933) at the studied area

درصد) است. شامل سنگ آهک کرم تا خاکستری می‌باشد و اکسید آهن به طور بخشی در آن دیده می‌شود. مرز زیرین و بالایی این توالی به صورت مشخص دیده می‌شود. باروهای لوله-ای و بدون انشعاب و شافت‌های تقریباً عمود بر لایه بندی بصورت پراکنده و برابر دیده می‌شوند که به مقدار خیلی کم حالت اولیه لایه‌ها و چینه‌ها را به هم ریخته اند. قطر باروها حدود ۸/۵ میلی متر و طول ۵۳ میلی متر دارند و روند میزان و درصد زیست آشفته‌گی در اینجا از پایین به بالای لایه ثابت است. باروها سطوح لایه بندی را قطع نکرده اند. محدوده این ایکنوفابریک متر از ۲۶ از توالی رسوبی امیدیه - میانکوه است. ضخامت این ایکنوفابریک ۱ متر است که ۱/۵۸ درصد توالی مورد مطالعه را به خود اختصاص می‌دهد. دارای شاخص ایکنوفابریکی دو رده بندی (Droser and Bottjer, 1986) و شاخص زیست آشفته‌گی شماره یک و دو BI1 و BI2 در رده بندی‌های صورت گرفته توسط (Taylor and Goldring, 1993) و (Reineck, 1963) است.

#### ۴-۲-۳- ایکنوفابریک شماره سه بخش گوری

این ایکنوفابریک دارای زیست آشفته‌گی حدود ۲۰ تا ۴۰ درصد می‌باشد که در محدوده زیست آشفته‌گی ایکنوفابریک شماره سه (۱۰ تا ۴۰ درصد) است. شامل سنگ آهک کرم تا خاکستری رنگ می‌باشد. در برش امیدیه - میانکوه مرز زیرین و بالایی آن به صورت مشخص و در برش روستای شهید رجایی بصورت مرز تدریجی دیده می‌شود و دارای اکسید آهن فراوان می‌باشد. در

#### ۴-۲-۱- ایکنوفابریک‌های بخش گوری سازند میشان در فروافتادگی دزفول

در مطالعات صورت گرفته در بخش گوری سازند میشان در فروافتادگی دزفول ۵ نوع ایکنوفابریک بر مبنای ایکنوفابریک‌های استاندارد (Droser and Bottjer, 1986) تشخیص داده شد که به شرح ذیل می‌باشند:

#### ۴-۲-۱- ایکنوفابریک شماره یک بخش گوری

این ایکنوفابریک فاقد هر گونه اثر فسیل و زیست آشفته‌گی است. شامل سنگ آهک و سنگ آهک‌های مارنی کرم تا خاکستری، مارن و مارن‌های آهکی خاکستری تا سبز می‌باشد. ساخت لامیناسیون به طور محلی در سنگ آهکها و وجود رگه‌های ژیبس در مارن‌ها دیده می‌شود. مرز زیرین و بالایی این توالی‌ها اغلب به صورت مشخص دیده می‌شود. ضخامت این ایکنوفابریک ۴۶ متر، برابر ۷۳ درصد توالی برش امیدیه - میانکوه و ۴۷ متر برابر ۷۸ درصد برش روستای شهید رجایی را به خود اختصاص می‌دهد. دارای شاخص ایکنوفابریکی شماره یک بر اساس رده بندی ارائه شده توسط (Droser and Bottjer, 1986) و شاخص زیست آشفته‌گی شماره صفر (BI0) در رده بندی ارائه شده توسط (Taylor and Goldring, 1993) و (Reineck, 1963) است.

#### ۴-۲-۲- ایکنوفابریک شماره دو بخش گوری

این ایکنوفابریک دارای زیست آشفته‌گی حدود ۲ درصد می‌باشد که در محدوده زیست آشفته‌گی ایکنوفابریک شماره دو (۱ تا ۱۰

را به خود اختصاص می‌دهد. همچنین این ایکنوفابریک در برش روستای شهید رجایی ۵ متر (معادل ۸ درصد) را شامل می‌شود. دارای شاخص ایکنوفابریکی شماره چهار رده بندی (Droser and Bottjer, 1986) و شاخص زیست آشفستگی شماره چهار (BI4) در رده بندی (Taylor and Goldring, 1993) و (Reineck, 1963) است.

#### ۴-۲-۵- ایکنوفابریک شماره پنج بخش گوری

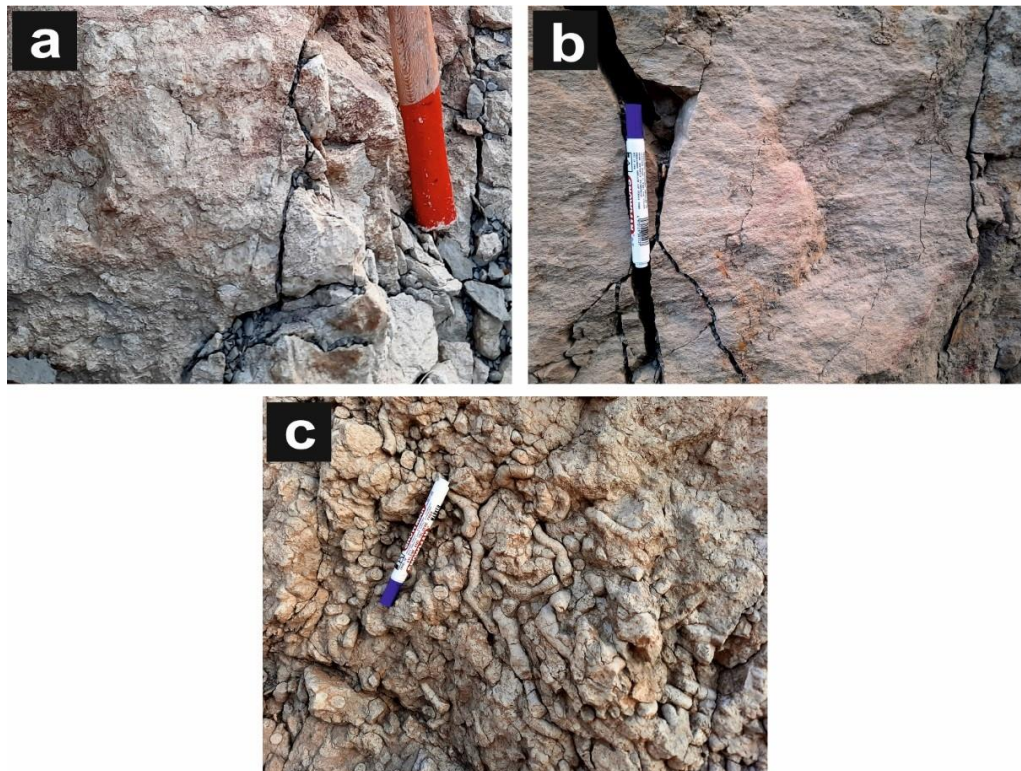
از لحاظ زیست آشفستگی بالاترین میزان را در میان کل این مجموعه رسوبی ارائه می‌دهد. این ایکنوفابریک دارای زیست آشفستگی حدود ۶۱ تا ۹۰ درصد می‌باشد که در محدوده زیست آشفستگی ایکنوفابریک شماره پنج (بیش از ۶۰ درصد) است. لایه‌های رسوبی مملو از دهلیزهای فراوان متراکم است و سطوح لایه بندی به دلیل تراکم زیاد باروها مشخص نیست. لایه‌های رسوبی آن شامل سنگ آهک کرم رنگ می‌باشد. مرز زیرین این توالی به صورت مشخص (sharp) دیده می‌شود و در مقابل مرز بالایی آن بصورت تدریجی است. باروهای Y شکل با برآمدگی پیزی در انشعابات در این توالی به ندرت دیده می‌شود. باروهای لوله‌ای (استوانه‌ای) با برآمدگی پیزی در قسمت میانی و بدون انشعاب و شافت‌های نسبتاً عمودی بطور برابر دیده می‌شوند که تا حد بسیار زیادی حالت اولیه لایه‌ها و چینه‌ها و فابریک اولیه را محو کرده‌اند. قطر باروها در اینجا حدود ۱۵ میلی‌متر و طول بین ۸۰ تا ۱۵۰ میلی‌متر دارند و روند میزان و درصد زیست آشفستگی در اینجا در ابتدا (۶۱ تا ۶۵ درصد زیست آشفستگی) ولی در ادامه روند افزایشی (۷۰ درصد) می‌شود. در انتهای توالی رسوبی این ایکنوفابریک روند افزایشی زیست آشفستگی ادامه یافته و این میزان به (۸۰ تا ۹۰ درصد) میرسد. محدوده این ایکنوفابریک مترای ۵۹ تا ۶۲ از توالی رسوبی امیدیه - میانکوه است. ضخامت این ایکنوفابریک ۴ متر است که ۶/۳۴ درصد توالی مورد مطالعه را به خود اختصاص می‌دهد. دارای شاخص ایکنوفابریکی شماره پنج رده بندی (Droser and Bottjer, 1986) و شاخص زیست آشفستگی شماره پنج (BI5) در رده بندی (Taylor and Goldring, 1993) و (Reineck, 1963) است.

ایکنوفابریک‌های مربوط به لایه‌های مختلف در ستون‌های چینه شناسی و پراکندگی رخساره‌ای برش‌های چینه شناسی ناحیه مورد مطالعه آورده شده است (شکل‌های ۷، ۸ و ۹).

برش امیدیه - میانکوه دارای باروهای لوله‌ای با برآمدگی‌های پیزی شکل در قسمت میانی و بدون انشعاب اند و شافت‌های فراوانتر از لوله‌ها (باروها) که تقریباً عمود بر لایه بندی دیده می‌شوند وجود دارند که به مقدار متوسط حالت اولیه لایه‌ها و چینه‌ها را به هم ریخته‌اند. در برش روستای شهید رجایی باروها بصورت شافت‌های عمود بر لایه و همچنین فرم‌های متعدد استوانه‌ای، Y، T و کمانی شکل دیده می‌شوند. قطر باروها در اینجا ۵ تا ۲۰ میلی‌متر و طول بین ۶۱ تا ۱۳۲ میلی‌متر دارند. باروها سطوح لایه بندی را قطع نکرده‌اند. ضخامت این ایکنوفابریک ۷/۵ متر در برش امیدیه - میانکوه است که ۱۱/۹ درصد توالی مورد مطالعه را به خود اختصاص می‌دهد. همچنین در برش روستای شهید رجایی ۸ متر (معادل ۱۳ درصد) توالی را شامل می‌شود. دارای شاخص ایکنوفابریکی شماره سه رده بندی (Droser and Bottjer, 1986) و شاخص زیست آشفستگی شماره سه (BI3) در رده بندی (Taylor and Goldring, 1993) و (Reineck, 1963) است.

#### ۴-۲-۴- ایکنوفابریک شماره چهار بخش گوری

این ایکنوفابریک دارای زیست آشفستگی حدود ۴۰ تا ۶۰ درصد می‌باشد که دقیقاً در محدوده زیست آشفستگی ایکنوفابریک شماره چهار (۴۰ تا ۶۰ درصد) است. لایه‌های رسوبی مملو از وجود اثر فسیل تالاسینوئیدس بوده و تالاسینوئیدس سطوح لایه بندی را قطع کرده است. لایه‌های رسوبی آن شامل سنگ آهک خاکستری و کرم رنگ می‌باشد. در برش‌های امیدیه - میانکوه و روستای شهید رجایی مرز زیرین و بالایی این توالی به صورت تدریجی دیده می‌شود. در برش امیدیه - میانکوه باروهای لوله‌ای بدون انشعاب اند و شافت‌های نسبتاً عمودی بیشتر از لوله‌ها (باروها) دیده می‌شوند که به مقدار زیاد حالت اولیه لایه‌ها و چینه‌ها را به هم ریخته‌اند. در برش روستای شهید رجایی تالاسینوئیدس‌ها در این ایکنوفابریک (توالی) دارای بیشترین تنوع از لحاظ ظاهری هستند و دارای اشکال Y و T شکل، لوله‌ای بدون انشعاب، علامت سوال (?)، کمانی و شافت‌های عمودی می‌باشند که به مقدار زیاد حالت اولیه لایه‌ها و چینه‌ها را به هم ریخته‌اند و همچنین اکسید آهن فراوان دیده می‌شود. قطر باروها در اینجا حدود ۱۶-۱۱ میلی‌متر و طول ۱۵۰-۴۴ میلی‌متر دارند. در برش امیدیه - میانکوه ضخامت این ایکنوفابریک ۸/۵ متر است که ۱۳/۴۹ درصد توالی مورد مطالعه



شکل ۵- ساختارهای رسوبی در بخش گوری ناحیه مورد مطالعه (a) لایه‌های رسوبی دارای اکسید آهن فراوان، (b) لامیناسیون و (c) زیست آشفستگی

Fig. 5. Sedimentary structures of the Guri member at the studied area (a) High iron oxide in the sedimentary layers, and (b) Lamination (c) Bioturbation

#### تفسیر:

وجود رخساره انیدریت در برش چینه شناسی میلان نشان می‌دهد برش میلان به علت نزدیکتر بودن به خط ساحلی دارای این رخساره می‌باشد. این رخساره به علت تشکیل شدن در حوضچه‌های بسته ناحیه بالای جزر و مدی کم‌عمق‌ترین رخساره را تشکیل می‌دهد. وجود سولفات کلسیم (انیدریت) خالص نشان دهنده رسوبگذاری در حوضچه‌های بسته با شوری بالا می‌باشد. این شاخصه‌ها معمولاً در نواحی بالای جزر و مدی و تاییدال مارش‌ها دیده می‌شود. (Varren, 1989).

#### رخساره (A2) مادستون

##### توصیف:

این رخساره از سنگ آهک توده‌ای کرم رنگ تشکیل شده است و به دلیل عدم حضور فسیل‌های اثری دارای ایکنوفابریک شماره یک می‌باشد. مطالعه میکروسکوپی و رنگ آمیزی تعدادی از مقاطع نازک توسط محلول آلپزارین قرمز نشان می‌دهد که بخش‌های زیادی از این رخساره تحت تاثیر فرآیند دولومیتی

#### ۳-۴ - رخساره‌های رسوبی بخش گوری در فرو افتادگی

##### دزفول

ویژگی‌های رخساره‌های رسوبی بخش گوری بر طبق لیتولوژی، محتویات فسیلی و ساختارهای رسوبی برش‌های امیدیه، روستای شهید رجایی و میلان تعیین شدند. این مجموعه‌های رخساره‌ای به محیط رمپ داخلی (زیر محیط‌های جزر و مدی، لاگون و سد) نسبت داده شده‌اند.

#### A- رخساره‌های جزر و مدی

##### رخساره (A1) انیدریت

##### توصیف:

این رخساره که فقط در بخش میانی برش میلان دیده می‌شود شامل انیدریت‌های سفید تا شیری رنگ می‌باشد که در دو توالی با ضخامت‌های ۱ متر و ۷۵ سانتی متر دیده می‌شود. این رخساره در تناوب با مارن‌های خاکستری بالا و پایین خود قرار دارد. این رخساره دارای ایکنوفابریک شماره یک است (شکل ۶a).

بیولوژیکی برای ایجاد فسیل‌های اثری می‌باشد (Abbasi and Amini, 2006). تخلخل فنسترال محصول انقباض و انبساط و خارج شدن هوا در طول فرآیند سیلابی شدن (flooding) است. این تخلخل ممکن است توسط حفره‌های شکل گرفته به وسیله بعضی از ارگانسیم‌های بارو ساز (Flügel, 2010; Avarjani et al., 2015) تشکیل گردد. حباب‌های گاز تشکیل شده به وسیله فرآیند فرسایش‌های زیستی و تجزیه ارگانیکی (Shinn, 1983) و تبلور مجدد انتخابی از دلایل اصلی تشکیل تخلخل یا فابریک فنسترال می‌باشند. در این رخساره، شکل گیری تخلخل‌های فنسترال می‌تواند در اثر حفره‌های شکل گرفته توسط ارگانسیم‌های بارو ساز باشد. وجود اکسید آهن دلیل تایید کننده وجود اکسیژن کافی برای حضور موجودات تالاسینوئیدس ساز می‌باشد (Myrow, 1995; El-Sabbagh et al., 2017). این رخساره به دلیل عدم حضور دولومیت (دولومیتی شدن) نسبت به رخساره قبل (b) در فاصله بیشتری از خط ساحلی تشکیل می‌شود. وجود تخلخل فنسترال نشان دهنده رسوبگذاری این رخساره در محیط جزر و مدی است (Flügel, 2010).

### **B- رخساره‌های لاگون محدود (Restricted lagoon facies):**

**رخساره (B1) وکستون/گرینستون حاوی روزنداران بدون منفذ و بیوکلاست**

توصیف:

این رخساره از سنگ آهک‌های توده‌ای کرم تا خاکستری رنگ تشکیل شده و در برش چینه شناسی امیدیه دارای ایکنوفابریک‌های شماره چهار و یک (در توالی‌های فاقد فسیل-های اثری)، در برش چینه شناسی روستای شهید رجایی دارای ایکنوفابریک‌های شماره سه و یک (در توالی‌های فاقد فسیل‌های اثری) و در برش چینه شناسی میلانئون در محدوده ایکنوفابریک شماره یک به دلیل عدم حضور فسیل‌های اثری در کل توالی رسوبی است. دارای روزنداران بدون منفذ پورسلانوز مانند *Miliolid*, *Dendritina rangi*, *Heterilina* و *Quinqueloculina* در یک زمینه وکستون تا گرینستون است. دیگر اجزاء ارگانیکی این رخساره شامل خرده‌های دو کفه‌ای هستند که بسیار کمیاب هستند. روزنداران بدون منفذ در این رخساره حدود ۲۷ درصد و خرده‌های دو کفه‌ای کمتر از ۳

شدن قرار گرفته اند. در این رخساره تبخیری‌های ریز بلور رویت می‌شوند. میزان تبخیری‌های ریز بلور در این رخساره حدود ۵ درصد است (شکل ۶b).

تفسیر:

علت عدم وجود فسیل‌های اثری در این رخساره مربوط به شرایط پر تنش در عمق بسیار کم آب و به تبع آن عدم شرایط مناسب برای زیست موجودات زنده می‌باشد (El-Sabbagh et al., 2017). حضور دولومیت‌های ریز بلور و عدم حضور ارگانسیم‌های مربوط به محیط لاگون (Flügel, 2010) تایید کننده رسوبگذاری این رخساره در محیط جزر و مدی هستند. این دولومیت‌ها به دلیل جانشینی اولیه یا همزمان رسوبات کربناته که در محیط جزر و مدی ته نشست و رسوب کرده اند شکل می‌گیرند (Avarjani et al., 2015).

### **رخساره (A3) مادستون دارای تخلخل فنسترال**

توصیف:

این رخساره متشکل از سنگ آهک‌های توده‌ای کرم تا خاکستری رنگ و دارای ساخت لامیناسیون می‌باشد (شکل ۶b). این رخساره در برش چینه شناسی امیدیه دارای ایکنوفابریک‌های شماره چهار و یک (در توالی‌های فاقد فسیل-های اثری)، در برش چینه شناسی روستای شهید رجایی دارای ایکنوفابریک‌های شماره سه و چهار و یک (در توالی‌های فاقد فسیل اثری) و در برش چینه شناسی میلانئون در محدوده ایکنوفابریک شماره یک به دلیل عدم حضور فسیل‌های اثری در کل توالی رسوبی است. ویژگی اصلی این رخساره مادستونی وجود تخلخل‌های فنسترال فراوان و توسعه یافته است. اندازه تخلخل‌ها از ۰/۲۵ تا ۱/۲ میلی متر متغیر است. این رخساره مادستونی دارای مقداری بسیار کم (کمتر از ۱۰ درصد) خرده-های اسکلتی مانند صدف گاستروپود و دو کفه‌ای و روزندارانی مانند میلیولید، الفیدیوم و غیره است. همچنین اکسید آهن در قسمت‌هایی از این رخساره مشاهده می‌شود (شکل ۶c).

تفسیر:

در کل برش چینه شناسی میلانئون و بخش‌هایی از توالی‌های رسوبی امیدیه و روستای شهید رجایی به علت شرایط پر تنش محدوده جزر و مدی، آثار فسیلی بوسیله امواج از بین رفته است (El-Sabbagh et al., 2017). ایکنوفابریک‌های درجه سه و چهار به ترتیب نشان دهنده شرایط تقریباً مساعد و مساعد



درصد هستند. همچنین اکسید آهن در این رخساره دیده می-شود (شکل d۶).

تفسیر:

در توالی‌هایی که شرایط فیزیکی، شیمیایی و زیستی (عمق، اکسیداسیون و ...) بطور حد واسط و نه به طور کامل مهیا بوده است تجمع و حضور موجودات تالاسینوئیدس ساز منجر به ایجاد ایکنوفابریک ۳ و با مساعدتر شدن شرایط به تدریج ایکنوفابریک‌های با درجات بالاتر (ایکنوفابریک چهار و ...) در لایه‌های رسوبی به وجود می آید. (Abbasi and Amini, 2006) وجود ایکنوفابریک شماره یک در بعضی توالی‌های رسوبی این رخساره می‌تواند به دلایلی مثل وجود شرایط نا آرام و نامساعد جهت زیست موجودات اثر ساز و یا حفظ آثار فسیلی مرتبط مانند امواج موجود در محیط باشد (Myrow, 1995; Abbasi and Amini, 2006). شرایط محیطی بسته و محدود بوسیله عدم حضور ارگانسیم‌های دریایی نرمال و در مقابل فراوانی ارگانسیم‌های محیط‌های محدود مانند روزنداران پورسلانوز (بدون منفذ) مثل میلیولید و *Dendritina* مشخص می‌شود (Avarjani et al., 2015). میلیولیدها در تنوعی از محیط‌های خیلی کم‌عمق، تحت اشباع از نمک و فوق اشباع از نمک یافت می‌شوند (Braisier, 1975a, b) و به عنوان شاخصی برای محیط لاگون محدود محسوب می‌شوند (Brandano et al., 2002). ویژگی‌های بافتی (وکستون تا گرینستون) و وجود روزنداران بدون منفذ (پورسلانوز) فراوان، یک لاگون محدود با انرژی متوسط در مجاورت محیط جزر و مدی (Vaziri Moghaddam et al., 2010) را پیشنهاد می‌کند. وجود اکسید آهن نیز از شواهد تایید کننده عمق کم و اکسیداسیون کافی جهت حضور موجودات سازنده آثار فسیلی تالاسینوئیدس می‌باشد (Myrow, 1995; El-Sabbagh et al., 2017).

**رخساره (B2) وکستون/پکستون حاوی خرده‌های بیوکلاستی و پلوئید**

توصیف:

شاخصه اصلی این رخساره وجود ماکروفسیل‌های بسیار فراوان مثل دو کفه‌ای و گاستروپود در سنگ آهک‌های توده‌ای کرم تا خاکستری رنگ می‌باشد. در محل برش‌های چینه شناسی وجود اکسید آهن فراوان در بعضی از قسمت‌های این رخساره دیده

می‌شود (شکل a۵). در برش چینه شناسی امیدیه دارای ایکنوفابریک‌های شماره پنج و یک (در توالی‌های فاقد فسیل-های اثری)، در برش چینه شناسی روستای شهید رجایی دارای ایکنوفابریک‌های شماره چهار و یک (در توالی‌های فاقد فسیل-های اثری) و در برش چینه شناسی میلانئون دارای ایکنوفابریک شماره یک است. زمینه این رخساره وکستون تا پکستونی است و علاوه بر نرم‌تنان فراوان مانند دو کفه‌ای و گاستروپود، دارای روزنداران بدون منفذ از خانواده میلیولیده (*Pyrgo*, *Triloculina tricarinata*, *Miliola*) نیز است. در این رخساره اجزاء اصلی تشکیل دهنده به ترتیب فراوانی عبارتند از: خرده‌های دو کفه‌ای و گاستروپود (۴۰ درصد)، پلوئید (۱۰ درصد)، روزنداران بدون منفذ (۵ تا ۱۰ درصد). اندازه پلوئیدها (۷۰ تا ۱۵۰ میلی متر است (شکل e۶).

تفسیر:

ناپایداری و تغییر مداوم شرایط فیزیکی، شیمیایی و زیستی جهت فعالیت موجودات اثر ساز، بصورت حداکثر در این رخساره در برش‌های چینه شناسی امیدیه و روستای شهید رجایی دیده می‌شود. بطوری که در این رخساره در هر دو برش ابتدا هیچ فعالیت و حضوری از این موجودات اثر ساز مشاهده نشده (ایکنوفابریک ۱) اما در ادامه موجودات اثر ساز با فراوانی بسیار ظاهر شده و ایکنوفابریک‌های شماره چهار و پنج را به وجود می‌آورند (Abbasi and Amini, 2006). وجود اکسید آهن فراوان تایید کننده شرایط بسیار مناسب زیستی برای موجودات اثر ساز، زیست آشفستگی زیاد و ایجاد ایکنوفابریک‌های درجات ۴ و ۵ می‌باشد که در توالی‌های دارای اکسید آهن فراوان دیده می‌شود (Myrow, 1995; Abbasi and Amini, 2006). این رخساره احتمالاً در یک لاگون کم‌عمق محدود مربوط به محیط رمپ داخلی با شوری بالا و انرژی پایین بر پایه شواهد زیر ته نشست شده است: ۱- حضور ارگانسیم‌های وابسته به نور مثل دوکفه‌ای‌ها نشان دهنده رسوبگذاری در یک محیط نفوذ پذیر به نور، با آب شفاف و با احتمال عمق کمتر از ۵۰ متر در حوضه رسوبی می‌باشد (Scholle and Ulmer-Scholle, 2003; Moradi et al., 2018). ۲- حضور پلوئیدها نشانه ته نشست در آب‌های کم‌عمق محدود با شوری بالا، انرژی پایین و ارتباط کم با دریای باز است (Tucker, 2001; Moradi et al., 2018).

### رخساره (B3) مارن

#### توصیف:

این رخساره با مارن‌های خاکستری و خاکستری سبز و همچنین مارن‌های آهکی خاکستری رنگ فاقد هر گونه لایه بندی شناخته می‌شود. این رخساره در همه برش‌های چینه شناسی مورد مطالعه دارای ایکنوفابریک شماره یک می‌باشد. اجزاء اصلی این رخساره ماکروفسیل‌هایی مثل گاستروپود و دو کفه‌ای و همچنین روزنداران بدون منفذ مثل میلیولا هستند. این رخساره در برش‌های چینه شناسی امیدیه و روستای شهید رجایی در تناوب با آهک‌های کرم و خاکستری رنگ و در برش چینه شناسی میلان‌تون در تناوب با انیدریت‌های سفید و شیری رنگ و آهک‌های کرم و خاکستری رنگ قرار دارد (شکل f۶).

#### تفسیر:

تالاسینوئیدس‌ها بطور معمول بعنوان شاخص محیط اکسیدان و یک شاخص اکسیداسیون مهم در الگوهای اکسیداسیونی دیرینه محسوب می‌شوند و این الگوهای مذکور بسیار حائز اهمیتند (El-Sabbagh et al., 2017). به همین دلیل در مارن‌های خاکستری و خاکستری سبز به دلیل رسوبگذاری در شرایط احیایی به هیچ وجه اثری از تالاسینوئیدس‌ها دیده نمی‌شود. وجود رنگ خاکستری و خاکستری سبز (تیره) در این مارن‌ها که محیط احیایی را جلوه گر می‌سازد و نیز وجود گاستروپودها، دو کفه‌ای‌ها و میلیولا در این رخساره از نشانه‌های رسوبگذاری در محیط لاگونی هستند. با توجه به وجود فونای مشابه در رخساره‌های e (وکستون/پکستون حاوی خرده‌های بیوکلاستی و پلوئید) و f (مارن)، رخساره مارن (f) به دلیل تشکیل در محیط کاملا احیایی (عدم وجود اکسید آهن در آن) می‌تواند در فاصله بیشتری نسبت به خط ساحلی تشکیل شده باشد.

### C – رخساره‌های لاگون نیمه محدود (Semi restricted lagoon facies)

#### رخساره (C1) وکستون/پکستون حاوی روزنداران (منفذ دار و بدون منفذ) و بیوکلاست

#### توصیف:

ویژگی بارز این رخساره حضور همزمان روزنداران منفذار فراوان و متنوع (*Rotalia* و *Ammonia*, *Elphidium*) و بدون منفذ (*Miliolid* و *Pyrgo*) در سنگ آهک‌های توده‌ای کرم تا

خاکستری رنگ است. این رخساره در برش چینه شناسی امیدیه دارای ایکنوفابریک‌های سه، چهار، پنج و یک، در برش چینه شناسی روستای شهید رجایی دارای ایکنوفابریک‌های سه و یک و در برش چینه شناسی میلان‌تون دارای ایکنوفابریک یک می‌باشد. روزنداران منفذ دار ۱۵ درصد، روزنداران بدون منفذ ۵ تا ۱۰ درصد، گاستروپودا ۵ درصد و خرده‌های دو کفه‌ای ۱۰ درصد در این رخساره را تشکیل می‌دهند. ذرات تخریبی کوارتز نیمه زاویه دار در اندازه سیلت در بعضی از قسمت‌های این رخساره دیده می‌شود (شکل g۶).

#### تفسیر:

وجود ایکنوفابریک‌های بسیار متنوع (زیست آشفته‌گی‌های با اندازه‌های متفاوت) در یک رخساره می‌تواند حاکی از تغییرات ناگهانی در پارامترهای محیطی مثل عمق، خصوصیات لایه‌های زیرین به لحاظ استحکام، میزان شوری و اکسیژن باشد که شرایط مساعد، حد واسط یا غیر مساعد را برای حضور این موجودات اثر ساز مهیا می‌کنند (El-Sabbagh et al., 2017). حضور همزمان ارگانسیم‌های نرمال دریایی مثل خانواده روتالیده و ارگانسیم‌های شاخص محیط لاگون مثل خانواده میلیولیده در کنار هم می‌تواند نشان دهنده لاگون نیمه محدود مرتبط با دریای باز در یک رمپ داخلی باشد (Taheri et al., 2015; Avarjani et al., 2008). علت نیمه محدود بودن و ارتباط لاگون با دریای باز به عدم شکل گیری سد کربناته پیوسته، محدود کننده و متمایز کننده (ریف) در حوضه رسوبگذاری مرتبط است (Ahmad et al., 2006). با توجه به اینکه ذرات سیلت در رخساره ای دور از ساحل و به صورت منقطع فقط در این رخساره دیده می‌شوند احتمالاً عامل انتقال آنها باد است.

### رخساره (C2) وکستون/پکستون حاوی بریوزوا و بیوکلاست

#### توصیف:

این رخساره از سنگ آهک‌های توده‌ای کرم تا خاکستری رنگ با بافت وکستون و پکستون تشکیل شده است. این رخساره در برش چینه شناسی امیدیه دارای ایکنوفابریک‌های شماره دو و پنج و در برش‌های چینه شناسی روستای شهید رجایی و میلان‌تون دارای ایکنوفابریک شماره یک می‌باشد. اجزای اصلی تشکیل دهنده این رخساره بریوزواها، روزنداران منفذاری مانند *Operculina* sp.، روزنداران بدون منفذ مانند *Miliolid*،

می‌شود (Myrow, 1995; El-Sabbagh et al., 2017).  
 ائیدهای با فابریک هم مرکز (concentric) نشان دهنده آب-  
 های کم عمق دارای انرژی متوسط تا بالا هستند. جور شدگی  
 خوب و بافت دانه پشتیبان و نبود گل آهکی مهمترین ویژگی-  
 های این رخساره است که رسوبگذاری در یک محیط پر انرژی  
 بالای سطح اساس امواج (Mahboubi et al., 2006; )  
 (Avarjani et al., 2015) را تایید می کند. رسوبات با ویژگی-  
 های مشابه این رخساره در زاگرس برای ته نشست در محیط  
 سد (shoal) تفسیر شده است که از آن جمله می توان به  
 (Avarjani et al., 2015) اشاره کرد.

#### ۴-۴- مدل رسوبی بخش گوری سازند میشان در ناحیه مورد مطالعه

همانطور که در شکل ۱۰ مشاهده می‌شود مدل رسوبی بخش  
 گوری در فروافتادگی دزفول با توجه به عدم تشکیل سد کربناته  
 پیوسته و متمایز کننده (ریف) (Ahmad et al., 2006; )  
 (Avarjani et al., 2015) و نیز تبدیل تدریجی رخساره‌ها به  
 هم از نوع رمپ کربناته می‌باشد. بر اساس آنالیز رخساره‌های  
 رسوبی و قرارگیری رخساره‌های عمودی و افقی در سه برش  
 چینه شناسی امیدیه، روستای شهید رجایی و میلان در  
 فروافتادگی دزفول، ۳ زیر محیط رسوبی اصلی مربوط به رمپ  
 داخلی شامل زیر محیط‌های جزر و مدی، لاگون و سد (shoal)  
 تشخیص داده شد (شکل‌های ۷، ۸، ۹). محیط جزر و مدی با  
 سه رخساره انیدریت، مادستون و مادستون دارای تخلخل  
 فنسترال (a, b, c) مشخص می‌شود. رخساره انیدریت (a) فقط  
 در برش چینه شناسی میلان دیده می‌شود و نشان می‌دهد  
 برش چینه شناسی میلان به علت نزدیکتر بودن به خط  
 ساحلی دارای این رخساره می‌باشد. این رخساره به علت تشکیل  
 شدن در حوضچه‌های بسته ناحیه بالای جزر و مدی کم عمق  
 ترین رخساره را تشکیل می‌دهد. رخساره مادستون (b) با توجه  
 به عدم حضور آثار زیست آشفستگی و به تبع آن عدم شرایط  
 مناسب برای زیست موجودات زنده و همچنین دولومیتی شدن،  
 نسبت به رخساره مادستون دارای تخلخل فنسترال (c) به خط  
 ساحلی نزدیکتر است. زیرا شرایط پر تنش و عمق کم آب باعث  
 نهشته شدن چنین رخساره‌های می‌شود و هرچه به سمت دریا  
 حرکت کنیم، شرایط برای زیست موجودات و افزایش تنوع آن‌ها  
 مهیا تر شده و در رخساره مادستون دارای تخلخل فنسترال (c)،

خرده‌های جلبک قرمز و دو کفه‌ای می‌باشد. بریوزوئرها با ۱۲  
 درصد، روزنداران منفذدار ۱۰ درصد، روزنداران بدون منفذ  
 ۱۰ درصد، خرده‌های جلبک قرمز ۵ درصد و پلسی پود ۳ درصد  
 اجزاء زیستی این رخساره را تشکیل می دهند (شکل ۱۶).

#### تفسیر:

ایکونوفابریک شماره دو نشان دهنده شرایط زیستی و فیزیکی  
 شیمیایی ضعیف و ایکونوفابریک شماره پنج نمایانگر وجود  
 شرایط بسیار مساعد برای حضور و فعالیت موجودات  
 تالاسینوئیدس ساز می‌باشد (Abbasi and Amini, 2006).  
 عدم حضور فسیل‌های اثری تالاسینوئیدس در این رخساره در  
 برش‌های چینه شناسی روستای شهید رجایی و میلان نیز  
 می‌تواند به دلیل تغییرات شرایط زیستی و فیزیکی شیمیایی در  
 حوضه رسوبی باشد. حضور همزمان خرده‌های بریوزوا و  
 روزنداران بدون منفذ (پورسلانوز) مشخص کننده محیط رمپ  
 داخلی است (Vaziri Moghaddam et al., 2006). همچنین  
 حضور همزمان ارگانسیم‌های نرمال دریایی (جلبک قرمز) و  
 ارگانسیم‌های محیط محدود و بسته رسوبگذاری در محیط رمپ  
 داخلی را تایید می کند (Taheri et al., 2008). با توجه به  
 حضور همزمان فونای مربوط به دریای باز و لاگون این رخساره  
 در محیط لاگون نیمه محدود تشکیل شده است.

#### D- رخساره محیط سدی (Shoal)

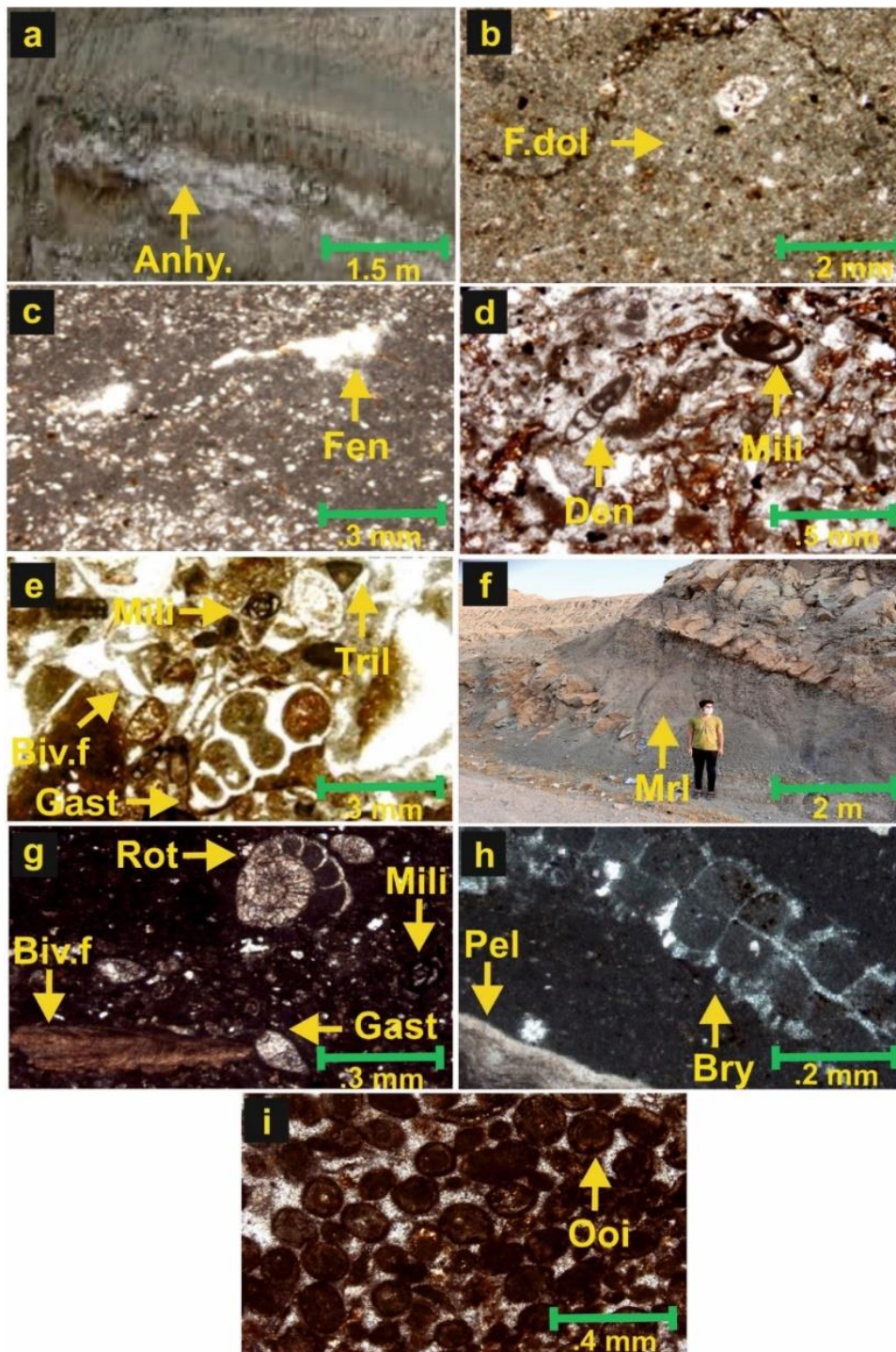
##### رخساره (D1) گرینستون ائیدی/پلوئیدی

#### توصیف:

این رخساره از سنگ آهک توده‌ای کرم رنگ تشکیل شده است  
 و در محدوده ایکونوفابریک شماره یک قرار دارد. این رخساره  
 بوسیله حضور فراوان ائیدها همراه با پلوئیدها از دیگر رخساره‌ها  
 متمایز می‌شود. اندازه ائیدها از ۱۵۴ میکرون تا ۴۳۷ میکرون  
 تغییر می کند و ۴۰ درصد این رخساره را شامل می‌شوند. اندازه  
 پلوئیدها از ۳۱ تا ۱۷۳ میکرون متغیر است و ۵ درصد این  
 رخساره را در بر می گیرند. بافت این رخساره گرینستون است  
 و ائیدها جورشدگی متوسط تا خوب دارند. ائیدها دارای فابریک  
 هم مرکز (Concentric fabric) هستند (شکل ۱۶).

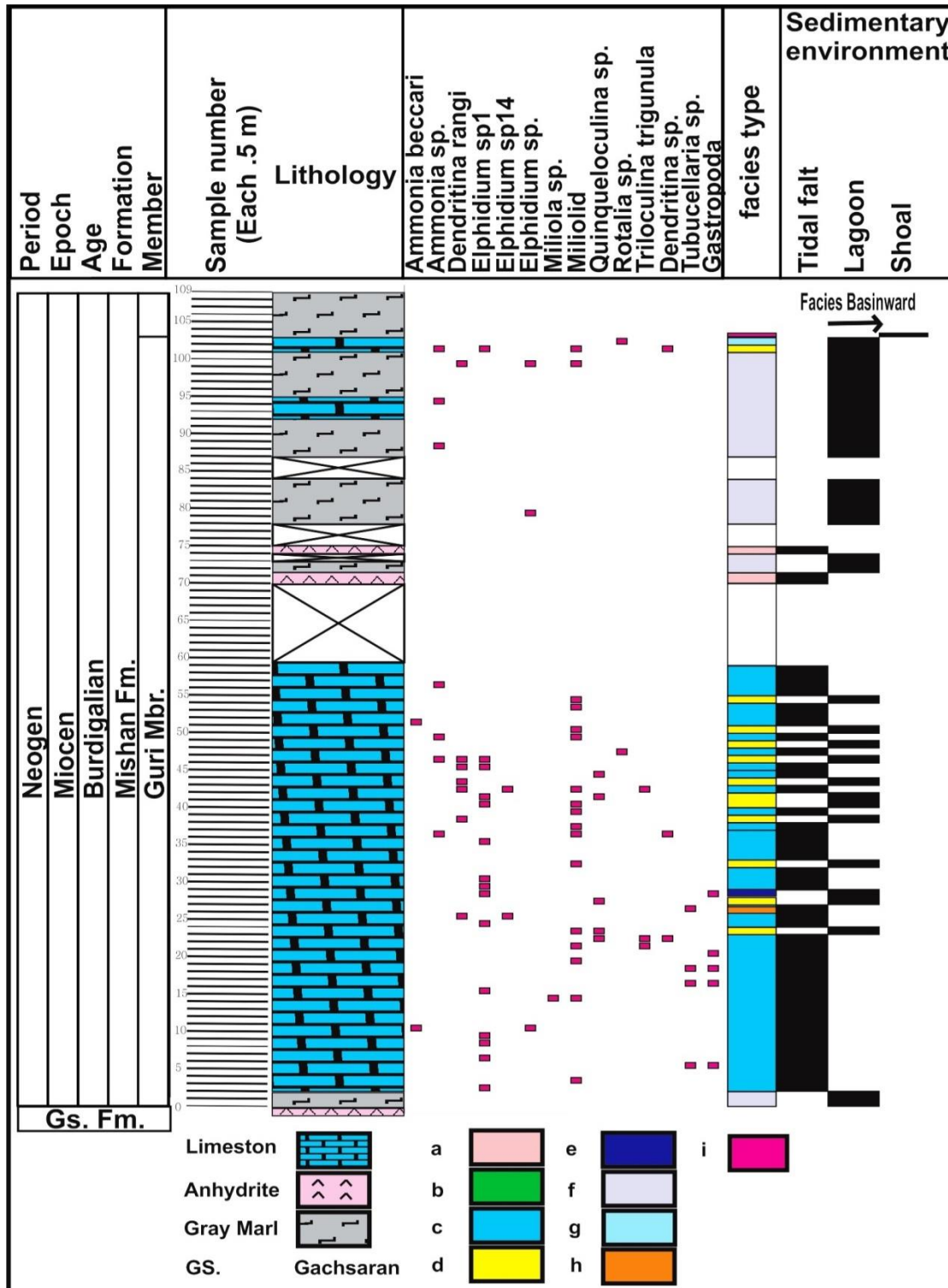
#### تفسیر:

وجود شرایط پر تنش و انرژی بالای محیط به عنوان عاملی  
 بازدارنده برای تشکیل فسیل‌های اثری تالاسینوئیدس محسوب

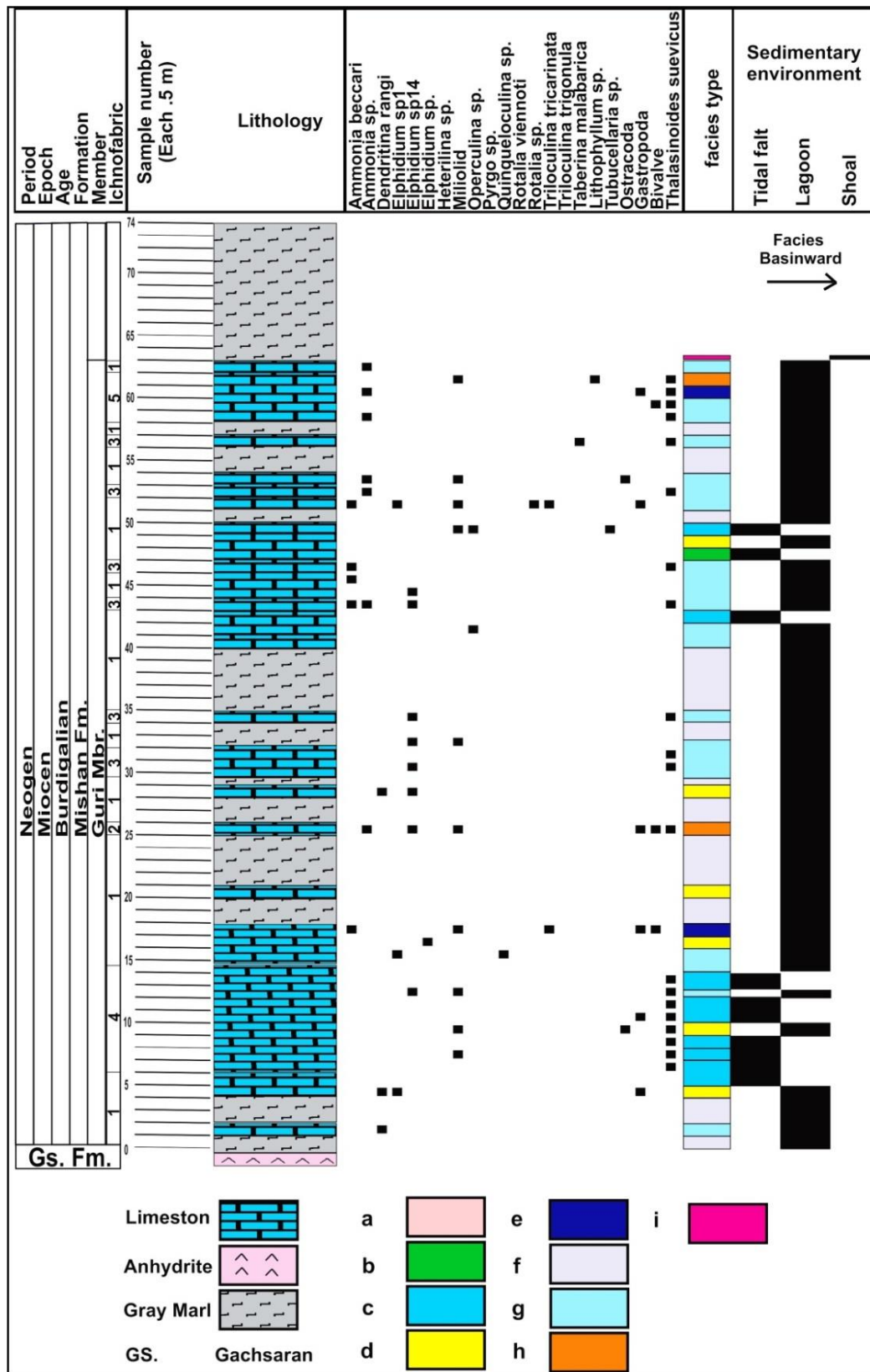


شکل ۶- رخساره‌های بخش گوری در ناحیه مورد مطالعه: (a) انیدریت، (b) مادستون، (c) مادستون دارای تخلخل فنسترال (d) وکستون/اگرینستون حاوی روزنداران بدون منفذ و بیوکلاست، (e) وکستون/پکستون حاوی خرده‌های بیوکلاستی و پلوئید، (f) مارن، (g) وکستون/پکستون حاوی روزنداران منفذ دار و بدون منفذ و بیوکلاست، (h) وکستون/پکستون حاوی بریوزوا و بیوکلاست و (i) گرینستون ائیدی/پلوئیدی

Fig. 6. Facies of the Guri member at the studied area. (a) anhydrite, (b) mudstone, (c) Fenestrate mudstone, (d) Imperforate foraminifera, bioclast wackestone to grainstone, (e) Bioclast, pelloid wackestone to packstone, (f) Marl, (g) Foraminifera Perforate and imperforate bioclast wackestone to packstone, (h) Bryozoair bioclast wackestone to packstone, and (i) Ooid pelloid grainstone.

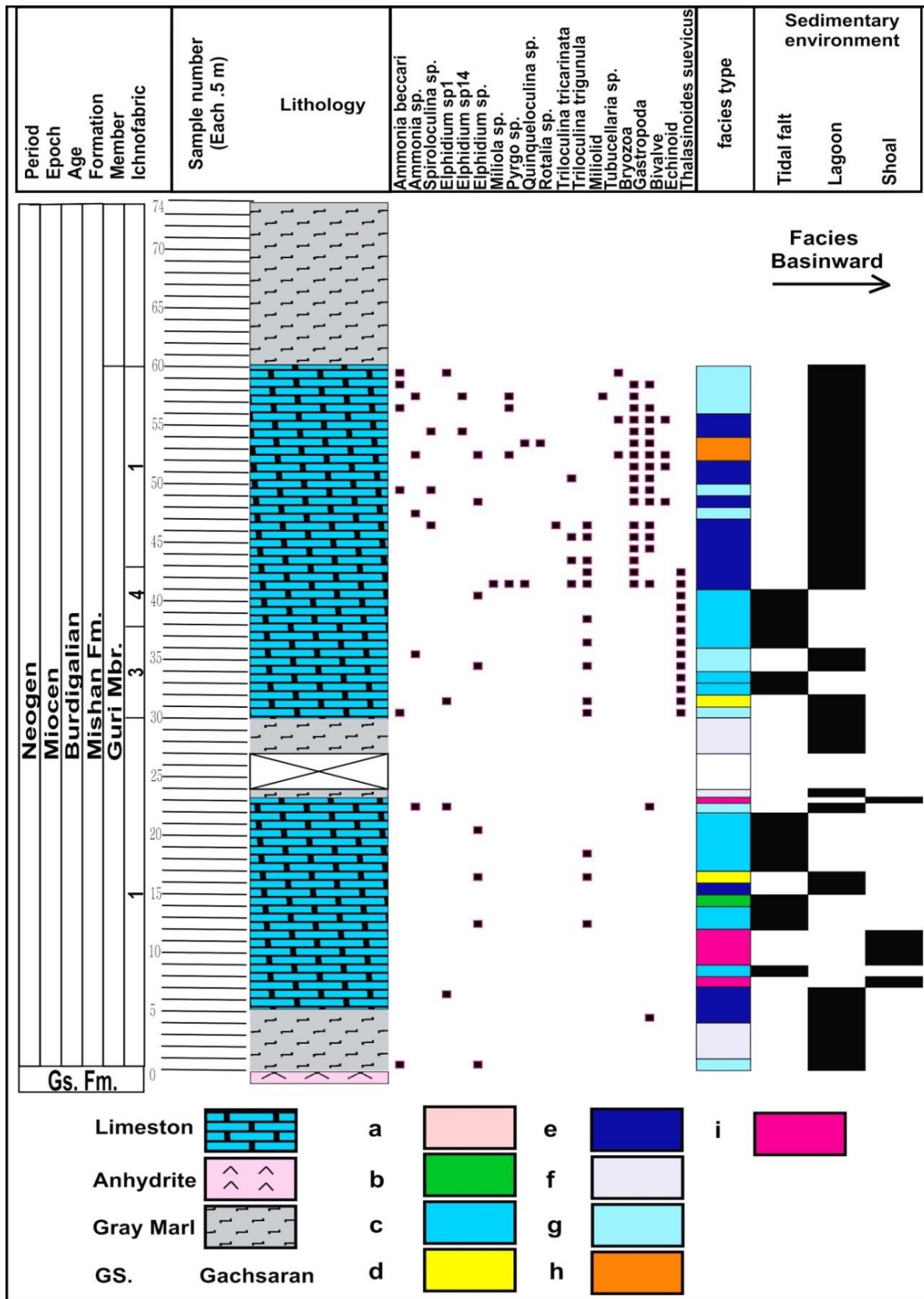


شکل ۷- ستون چینه شناسی و پراکندگی رخساره ای بخش گوری در برش میلان  
 Fig. 7. Stratigraphy column and facies distribution of the Guri member at the Milaton section



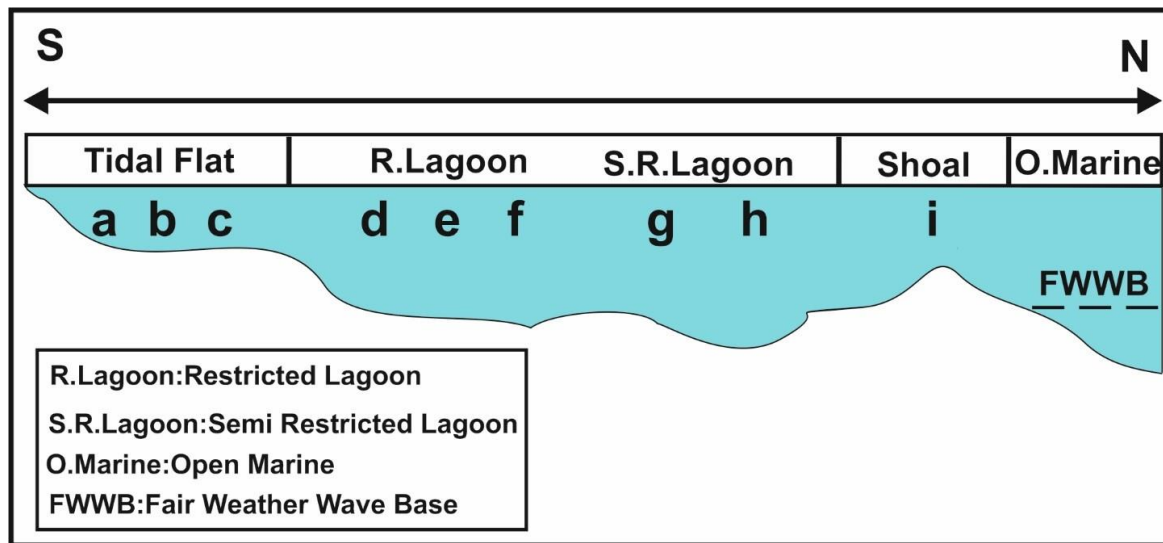
شکل ۸- ستون چینه شناسی و پراکندگی رخساره ای بخش گوری در برش امیدیه

Fig. 8. Stratigraphy column and facies distribution of the Guri member at the Omidieh section



شکل ۹- ستون چینه شناسی و پراکندگی رخساره ای بخش گوری در برش روستای شهید رجایی

Fig. 9. Stratigraphy column and facies distribution of the Guri member at the Shahid Rajaei section



شکل ۱۰- نحوه توزیع رخساره‌ها در مدل محیط رسوبی بخش گوری در ناحیه مورد مطالعه  
Fig. 10. Distribution style of facies in depositional model of the Guri member at the studied area

نهشته شده است و به همین دلیل می‌تواند در فاصله بیشتری از خط ساحلی تشکیل شده باشد. اولین رخساره لاگون نیمه محدود رخساره وکستون/پکستون حاوی روزنداران (منفذدار و بدون منفذ) و بیوکلاست (g) با تنوع بسیار فراوان روزنداران منفذدار و بدون منفذ کف زی مشخص می‌شود (Avarjani et al., 2015). در ادامه رخساره‌های محیط لاگون نیمه محدود، رخساره وکستون/پکستون حاوی بریوزوآ و بیوکلاست (h) با داشتن ارگانیسم‌های نرمال دریایی مثل جلبک قرمز و بریوزوآ، رسوبگذاری در فاصله بیشتر از خط ساحلی نسبت به رخساره قبل (g) را نشان می‌دهد. رخساره محیط سدی با گرینستون ائیدی پلوئیدی (i) بوسیله عدم حضور گل کربناته و دانه‌های ائید با جورشدگی متوسط تا خوب و ائیدهای با فابریک هم مرکز (concentric) مشخص می‌شود که نشان دهنده شرایط رسوبگذاری این رخساره در محیط با انرژی متوسط تا بالاست (Hearty et al., 2010). لازم به ذکر است که در برش چینه شناسی میلان به علت شرایط پر تنش محدوده جزر و مدی آثار فسیلی بوسیله امواج از بین رفته است؛ در حالی که دو برش چینه شناسی امیدیه و روستای شهید رجایی دارای توالی-های متعدد دارای آثار فسیلی تالاسینوئیدس (زیست آشفستگی) (شکل ۵c) به علت وجود شرایط مناسب جهت زیست موجودات تالاسینوئیدس ساز مانند عمق مناسب و

صدف‌های دو کفه‌ای و گاستروپود دیده می‌شود. رخساره-های لاگون محدود شامل رخساره وکستون/گرینستون حاوی روزنداران بدون منفذ و بیوکلاست (d)، رخساره وکستون/پکستون حاوی خرده‌های اسکلتی و پلوئید (e) و رخساره مارن (f) است. رخساره وکستون/گرینستون حاوی روزنداران بدون منفذ و بیوکلاست (d) در یک لاگون محدود از رمپ داخلی به دلیل تنوع کم فونای اسکلتی و فراوانی روزنداران بدون منفذ مانند میلیولیدها و *Dendritina rangi* نهشته می‌شود (Romero et al., 2002). ویژگی‌های بافتی (وکستون تا گرینستون) و وجود روزنداران بدون منفذ (پورسلانوز) فراوان، یک لاگون محدود با انرژی متوسط در مجاورت محیط جزر و مدی را پیشنهاد می‌کند (Vaziri Moghaddam et al., 2010). حضور نسبتاً فراوان پلوئیدها در رخساره وکستون/پکستون حاوی خرده‌های اسکلتی و پلوئید (e) به عنوان شاخصی برای ته نشست در آب‌های کم-عمق محدود با شوری بالا، انرژی پایین و ارتباط کم با دریای باز است (Tucker, 2001). این رخساره همچنین حاوی اکسید آهن فراوان، نرم‌تنانی مثل دو کفه‌ای و گاستروپود و همچنین میلیولید است. رخساره مارن (f) شامل مارن‌های خاکستری و خاکستری سبز رنگ، با وجود فونای مشابه با رخساره وکستون/پکستون حاوی خرده‌های اسکلتی و پلوئید (e)، حتماً در یک محیط آبی دور از اکسیژن (محیط احیایی)



رجایی پیچیدگی بیشتر و تنوع ظاهری بالاتری دارند و در اشکال T,Y ، ؟، کمانی و استوانه‌ای شکل دیده می‌شوند که نشان‌دهنده این است که موجودات تالاسینوئیدس ساز در برش روستای شهید رجایی مدت زمان بیشتری نسبت به برش چینه شناسی امیدیه رسوبات را احاطه کرده و برای فعالیت‌های متنوع تر زیستی مثل تغذیه، لانه سازی و فرار این حفره‌ها را ایجاد کرده‌اند.

#### سپاسگزاری

سپاسگزاری ویژه از سرکار خانم طاهره شجاع به جهت کمک‌های فراوان در انجام مراحل تحقیق و راهنمایی ایشان در ترجمه چکیده مبسوط دارم. تشکر ویژه از آقای مهندس احسان اقبالپور جهت انتخاب تمامی برش‌های چینه شناسی و راهنمایی‌های با ارزش، دکتر نصرالله عباسی استاد دانشگاه زنجان برای شناسایی دقیق فسیل‌های اثری و ارسال مقالات مربوطه، آقایان احمد قنواتی، ایوب شجاع و هادی قنواتی جهت کمک‌های فراوان در نمونه برداری، دکتر حسین محمد خانی، دکتر شهرام آورجانی، دکتر محمد رضا طاهری، دکتر مصطفی مرادی، مهندس محمد رضا زاکرزاده و مهندس رضا سامانی زادگان جهت راهنمایی‌ها و کمک‌های همیشگی شان داشته باشم.

اکسیداسیون کافی هستند (El- Myrow, 1995; Sabbagh et al., 2017).

#### ۵- نتیجه گیری

بخش گوری سازند میشان در زون فروافتادگی دزفول از ۹ رخساره متعلق به زیر محیط‌های جزر و مدی، لاگون و سد متعلق به یک رمپ کربناته تشکیل شده است. فسیل‌های اثری تالاسینوئیدس تنها آثار فسیلی یافت شده در بخش گوری سازند میشان در برش‌های چینه شناسی مطالعه شده هستند. در بخش گوری سازند میشان، دو برش چینه شناسی امیدیه و روستای شهید رجایی دارای فسیل‌های اثری تالاسینوئیدس هستند؛ اما هیچ نشانه‌ای از تالاسینوئیدس در برش چینه شناسی میلانین وجود ندارد. آشفستگی زیستی حاصل از تالاسینوئیدس‌ها در لایه‌های مورد مطالعه به ۵ رده ایکنوفابریک تقسیم بندی می‌شود که با شاخص‌های ایکنوفابریکی استاندارد رده ۱ تا ۵ مطابقت دارند. مطالعات محیط زیست دیرینه این تالاسینوئیدس‌ها نشان دهنده یک محیط دریایی گرم و خیلی کم‌عمق می‌باشد. کانال‌های تالاسینوئیدس‌ها در برش چینه-شناسی امیدیه اغلب از نوع ساده (استوانه‌ای و لوله‌ای) شکل هستند در حالی که در برش چینه شناسی روستای شهید

#### مراجع

- Abbasi, N., Amini, A., 2006. Thalassinoides Ichnofabric from Oligocene Sediments in the Ali Abad Section, Qom Area, Central Iran. *Earth Science* 69 (18), 86-101. <https://doi.org/10.22071/gsj.2009.57542>.
- Abbasi, P., Yazdi, M., Bahrami, A., 2013. The first report of crustaceans (crabs) with Miocene age from Mishan Formation located in Kanartakhteh section (Coastal Farsan). 7<sup>th</sup> Symposium of Iraniontology Paleology Society, Isfahan University.
- Adams, T.D., Bourgeois, F., 1967. Asmari Biostratigraphy. Iranian Oil Operating Companies, Geological and Exploration Deviation, Report 1074, p. 59.
- Ahmad, A.H.M., Bhat, G.M., Azim Khan, M.H., 2006. Depositional environments and diagenesis of the Kuldhar and Keera Dome Carbonates (Late Bathonian-Early Callovian) of Western India. *Journal of Asian Earth Sciences* 27, 765-778. <https://doi.org/10.1016/j.jseae.2005.06.013>.
- Avarjani, S., Mahboubi, A., Moussavi Harami, R., Amiri Bakhtiar, H., Brenner, R.L., 2015. Facies, depositional sequences and biostratigraphy of the Oligo-Miocene Asmari Formation in Marun oil field, Zagros Basin, SW Iran. *Palaeo world* 24, 336-358. <https://doi.org/10.1016/j.palwor.2015.04.003>.
- Bassi, D., Nebelsick, J.H., 2010. Components, facies and ramps redefining Upper Oligocene shallow water carbonates using coralline red algae and larger foraminifera, Venetian area, northeast Italy. *Paleoecology, Paleoclimatology, Paleoecology* 295, 258-280. <https://doi.org/10.1016/j.paleo.2010.06.003>.
- Berberian, M., King, G.C.P., 1981. Towards a paleogeography and tectonic evolution of Iran. *Canadian Journal of Earth Sciences* 18, 210-265. <https://doi.org/10.1139/e81-019>.
- Brandano, M., Corda, L., 2002. Nutrients, sea level and tectonics constraints for the facies architecture of a ramp in central Italy. *Terra Nova* 4, 257-262. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3121.2000.00419.x>.

- Braisier, M.D., 1975a. Ecology of recent sediment-dwelling and phytal foraminifera from the lagoons of Barbuda, West Indies. *Journal of foraminiferal research* 5 (1), 42-61. <https://doi.org/10.2113/gsjfr.5.1.42>.
- Braisier, M.D., 1975b. The Ecology and distribution of recent foraminifera from the reefs and shoals around Barbuda, Indies. *Journal of foraminiferal research* 5 (3), 193-210. <https://doi.org/10.2113/gsjfr.5.3.193>.
- Bromley, R.G., 1967. Some observations on burrows of thalassinidean Crustacea in chalk hardgrounds. *Geological Society* 123, 157-177. <https://doi.org/10.1144/gsjgs.123.1.0157>.
- Bromley, R.G., 1991. Zoophycos: strip mine, refuse dump, cache or sewage farm? *Lethaia* 24, 460-462. <https://doi.org/10.1111/j.1502-3931.1991.tb01501.x>
- Bromley, R.G., Frey, R.W., 1974. Redescription of Thalassinoides, Ophiomorpha and Spongeliomorpha. *Bulletin Geological Society* 23, 311-335. <https://doi.org/10.1080/10420940.2021.2017921>.
- Bromley, R.G., 1996. Trace fossils: biology, taphonomy and applications. Chapman and Hall, London, p. 361.
- Droser, M., Bottjer, D.L., 1986. A semiquantitative field classification of ichnofabrics. *Journal of Sedimentary Petrology* 56, 558-559. <https://doi.org/10.1306/212F89C2-2B24-11D7-8648000102C1865D>.
- Dunham, R.J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: Ham, W.E., (Ed.), *Classification of Carbonate Rocks*. American Association of Petroleum Geologists Memoir 1, pp.108-121. <https://doi.org/10.1306/M1357>.
- Dworschak, P.C., Rodrigues, S.A., 1997. A modern analogue for Gyrolithes: burrows of the thalassinidean shrimp *Axianassa australis*. *Lethaia* 30, 41-52. <https://doi.org/10.1111/j.1502-3931.1997.tb00443.x>.
- El-Sabbagh, A., El-Hedenya, M., Al-Farraj, S., 2017. Thalassinoides in the Middle Miocene at Egypt. *Proceedings of Geologists Association* 365, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2017.01.001>.
- Embry, A.F., Klován, J.E., 1971. A late Devonian reef tract on northeastern Banks Island, NWT. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology* 19, 730-781. <https://doi.org/10.35767/gscpgbull.19.4.730>.
- Fanati, R., Vaziri, S.H., Khaksar, K., Gholamalain, H., 2014. Microfacies and sedimentary environment of the early-middle Miocene deposits (Mishan formation) in south of Iran. *Advances in Environmental Biology* 8, 1031-1039. <https://doi.org/10.22067/sed.facies.v11i2.63240>.
- Filipescu, S., Miclea, A., Gross, M., Harzhauser, M., Zagorsek, K., Jipa, C., 2014. Early Sarmatian paleoenvironments in the easternmost Pannonian Basin (Borod Depression, Romania) revealed by the micropaleontological data. *Geologica Carpathica* 65, 67-81. <https://doi.org/10.2478/geoca-2014-0005>.
- Flügel, E., 2010. *Microfacies of Carbonate Rocks, Analysis, Interpretation and Application*, 2nd edition. Springer-Heidelberg, p. 976.
- Griffis, R.B., Suchanek, T.H., 1991. A model of burrow architecture and trophic modes in thalassinidean shrimp. *Marine Ecology* 79, 171-183. <https://doi.org/10.1007/BF00300000>.
- Glaessner, M.F., 1933. New Tertiary crabs in the collection of the British museum. *Annals and magazine of natural history* 12, 1-28. <https://doi.org/10.1080/00222933308673747>.
- Hearty, P.J., Webster, J.M., Clague, D.A., Kaufman, D.S., Bright, J., Southon, J., Renema, W., 2010. A pulse of ooid formation in Maui Nui (Hawaiian Islands) during Termination I. *Marine Geology* 268, 152-162. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2009.11.007>.
- Heidari, A., Feldmann, R.M., Moussavi Harami, R., 2012. Miocene decapod crustacean from the Guri Member of the Mishan Formation, Bandar-Abbas, Southern Iran. *Bulletin of the Mizunami Fossil Museum* 38, 1-7. <https://doi.org/10.1127/0077-7749/2012/0247>.
- James, G.A., Wynd, J.G., 1965. Stratigraphic nomenclature of Iranian oil consortium agreement area. *American Association Petroleum Geology* 49 (12), 2182-2245. <https://doi.org/10.1306/A663388A-16C0-11D7-8645000102C1865D>.
- Mouthereau, F., Lacombe, O., Verges, J., 2012. Building the Zagros collisional orogeny: Timing, strain distribution and the dynamics of Arabia/Eurasia Plate convergence. *Tectonophysics* 532, 27-60. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2012.01.022>.
- Kennedy, W.J., 1967. Burrows and surface traces from the Lower chalk of southern England. *Geological magazine* 15, 127-167. <https://doi.org/10.1017/S0016756800052699>.
- Knaust, D., 2017. *Atlas of trace fossils in well core, appearance, taxonomy and interpretation*. Springer international publishing, p. 680.

- Mahboubi, A., Moussavi Harami, R., Mansouri Daneshvar, P., Nadjafi, M., Brenner, L., 2006. Upper Maastrichtian depositional environments and sea level history of the Kopet-Dagh Intracontinental Basin, Kalat Formation, NE Iran. *Facies* 52, 237-248. <https://doi.org/10.1007/s10347-005-0034-0>.
- Mohammadkhani, H., Hosseini, M., Sadeghi, A., Pomar, L., 2022. Middle Miocene short-lived Tethyan seaway through the Zagros foreland basin: Facies analysis and paleoenvironmental reconstruction mixed siliciclastic-carbonate deposits of Mishan Formation, Dezful Embayment, SW Iran. *Marine and Petroleum Geology* 32, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2022.105649>.
- Moradi, M., Moussavi Harami, R., Mahboubi, A., Khanehbad, M., 2018. Relationship between depositional facies and reservoir characteristics of the Oligo-Miocene Asmari Formation, Aghajari oil field, SW Iran. *Sedimentary Reservoirs* 28, 248-270. <https://doi.org/10.22059/GEOPE.2018.260775.648401>.
- Motiei, H., 1993. Stratigraphy of Zagros in Treatise of geology of Iran. Iran Geological Survey. p. 547.
- Myrow, P.M., 1995. Thalassinoides and enigma of Early Paleozoic open-framework burrow systems. *Palaios* 10, 58-74. <https://www.jstor.org/stable/3515007>.
- Nickel, L.A., Atkinson, R.J.A., 1995. Functional morphology of burrows and trophic modes of three thalassinidean shrimp species and a new approach to the classification of thalassinidean burrow morphology. *Marine Ecology* 128, 181-197. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2028.1979.tb00257.x>.
- Pemberton, S.G., Mac-Eachern, J.A., Frey, R.W., 1992. Trace fossil facies models: environmental and allostratigraphic significance. In: Walker, R.G., James, N.P. (Eds.), *Facies Models*. Geological Association Canada Geotext 1, pp. 47-72. <https://doi.org/10.22059/GEOPE.2018.260775.648402>.
- Rahmani, Z., Vaziri Moghaddam, H., Taheri, A., 2010. Facies distribution and paleoecology of the Guri member of the Mishan formation in Lar area, Fars province, SW Iran. *Iranian Journal of Science & Technology, Transaction A* 34, 36-48. <https://doi.org/10.22099/IJSTS.2010.2193>.
- Reineck, H.E., 1963. Sedimentgefüge im Bereich der südlichen Nordsee. *Abhandlungen der Senckenbergische Naturforschische Gesellschaft* 505, 1-138. <https://lib.ugent.be/catalog/rug01:001693377>.
- Rieth, A., 1932. Neue Funde spongiomorpher Fucoiden aus Jura Schwabens. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie* 19, 257-294. <https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2017.01.001>.
- Reuter, M., Brachert, T.C., 2007. Freshwater discharge and sediment discharge control on growth, ecological structure (early Tortonian, Crete/Greece). *Paleogeography, paleoclimatology, Paleoecology* 25, 308-328. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103154>.
- Romero, J., Caus, E., Rosell, J., 2002. A model for the palaeoenvironmental distribution of larger foraminifera of the South Pyrenean basin (NE Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 179 (1), 43-56. [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(01\)00406-0](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(01)00406-0).
- Scholle, P.A., Ulmer-Scholle, D.S., 2003. *A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grains, Textures*. American Association of Petroleum Geology, Memoir 77. <https://doi.org/10.1306/M77973>.
- Shinn, E.A., 1983. Birdseyes, fenestrate, shrinkage pores and loferites: A reevaluation. *Sediment Petrology* 53, 619-628. <https://doi.org/10.1016/j.petro.2017.01.001>.
- Taheri, A., Vaziri Moghaddam, H., Seyrafian, A., 2008. Relationships between foraminiferal assemblages and depositional sequences in Jahrum Formation, Ardal area (Zagros Basin, SW Iran). *Historical Biology* 20, 191-201. <https://doi.org/10.1080/08912960802571575>.
- Taylor, A., Goldring, R., 1993. Description and analysis of bioturbation and ichnofabric. *Journal of Geological Society* 150, 141-148. <https://doi.org/10.1144/gsjgs.150.1.0141>.
- Tucker, M.E., 2001. *Sedimentary Petrology*, 3rd edition. Blackwell, Oxford, p. 260.
- Varren, J.k., 1989. *Evaporites sedimentology: importance in hydrocarbon accumulation*. Springer, p. 360.
- Vaziri Moghaddam, H., Kimiagari, M., Taheri, A., 2006. Depositional environment and sequence stratigraphy of the Asmari Formation in SW Iran, Lali Area. *Facies* 52, 41-51. <https://doi.org/10.1007/s10347-005-0018-0>.
- Vaziri Moghaddam, H., Seyrafian, A., Taheri, A., Motiei, H., 2010. Oligocene-Miocene ramp system (Asmari Formation) in the NW of the Zagros basin, Iran, Microfacies, paleoenvironment and depositional sequence. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 27(1), 56-71. <https://doi.org/10.1008/s10357-004-0017-0>.

- Whicher, J., Collins, J.S.H., Chandler, R.B., Dodge, M., Davey, S., 2016. The fossil macrurous Crustacean *Glyphea* from within *Thalassinoides* burrows of Frogden Quarry. Osborne, Dorset, U.K. Proceedings of the Geologists 420, Association 127, 189-195. <https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2015.12.007>.
- Yazdi, M., Bahrami, A., Abbasi, P., Sadegi, R., Vegga, F.G., 2013. Miocen brachyuran crustacean from Konar-Takhteh and Ahram sections, southwestern Iran. Boletin de la sociedad geologica Mexicana 2, 225-233. <https://doi.org/10.18268/BSGM2013v65n2a4>.