



<https://jssr.ui.ac.ir/?lang=en>

Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches

E-ISSN: 2423-8007

Vol. 40, Issue 2, No. 95, Summer 2024, pp 87-112

Received: 05.05.2024 Accepted: 14.07.2024

Research Paper

Biostratigraphy and palaeoecology of Ostracodes of the Members c1 to c4 and e of the Qom Formation in the South of Shurab, Southeast of Qom

Maryam Goodarzi

PhD student of Stratigraphy and Paleontology, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
goodarzi.maryam24@yahoo.com

Abbas Sadeghi* 

Professor of the Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
a-sadeghi@sbu.ac.ir

Mahmoud Jalali

Exploration Directorate, NIOC, Tehran, Iran
m.jalali@gmail.com

Nasrin Hadavandkhani

PhD graduate of Stratigraphy and Paleontology, Faculty of Earth Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
n_hadavand@sbu.ac.ir

Maryam Akhtari

Exploration Directorate, NIOC, Tehran, Iran
akhtari58@gmail.com

Abstract:

In order to study the Qom Formation, the ostracodes of members c1 to c4 and e of this formation were studied in the south Shurab section. The studied strata in this section have a significant abundance and diversity of ostracods. Changes in the abundance and diversity of species in the ostracodes of the studied members show that Member c2 was deposited in a shallower environment compared to the middle and upper part and the base of Member c3. The high abundance of psychrophilic species at the base of Member c4 and the presence of thermophilic forms at the top of Member c4 indicate that the basin was deeper at the time of deposition of the base Member c4 sediments than at its top. Also, the visible changes in the ostracods collection in marly Member e indicate frequent fluctuations in the depth of the environment during the deposition of this member in the studied area. In general, it can be inferred that the environment of members c1 to c4 and e of the Qom Formation was a warm with moderate salinity sea water. In the biostratigraphic studies, 42 species belonging to 36 genera of ostracoda and four biozones have been identified. Based on the biostratigraphic studies, the Chattian age was determined for the sediments of the top of Member b and c1, the Aquitanian for the sediments of members c2 to c4, and the Burdigalian for the sediments of Member e of the Qom Formation in the Shurab section was determined.

Keywords: Qom Formation, Ostracoda, South of Shurab, Biostratigraphy, Palaeoecology

Introduction

The Qom Formation is a significant geological unit due to its hydrocarbon resources, making it a focus of geological studies. This formation in its extensive area in central Iran, within the Sanandaj-Sirjan and Urumieh-Dokhtar zones exhibits remarkable changes both laterally and vertically, making it a subject of geological interest both in terms of surface outcrops and subsurface sections. Diverse fossil contents and significant facies changes have

prompted stratigraphic researchers to investigate the Qom Formation based on its available fossil contents, in order to understand more about this formation, and also solve existing problems and ambiguities, and complete its study chain. In this regard, one of the fossil groups with significant diversity and abundance in the Qom Formation is the ostracods, which has received less attention and few studies have been conducted on it.

The significance of studying the Qom Formation from

*Corresponding author

Goodarzi M. Sadeghi A. Jalali M. Hadavandkhani N. and Akhtari M. (2024). Biostratigraphy and palaeoecology of Ostracodes of the Members c1 to c4 and e of the Qom Formation in the South of Shurab, Southeast of Qom. Journal of Stratigraphy and Sedimentology Researches, 40(2):87-112. <https://doi.org/10.22108/jssr.2024.141330.1286>



2423-8007 / © 2024 University of Isfahan

This is an open access article under the CC BY-NC-ND 4.0 License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



<https://doi.org/10.22108/jssr.2024.141330.1286>

one side and the importance of ostracodes as a useful tool in paleontological studies, particularly for determining the age of different parts of the Qom Formation and identifying its palaeoenvironment, on the other hand, has led this research to deal with biostratigraphic and palaeoecological studies of members c1 to c4 and e of the Qom Formation in the south Shurab section, located southeast of Qom based on ostracod findings in the area.

Material & Methods

In this study, research was conducted in two phases: fieldwork and laboratory work (sample preparation and ostracod identification using a stereomicroscope). A total of 255 samples were collected and examined from members c1 to c4 and e of the Shurab section. Sample preparation by washing method included the use of 35, 70, 80, and 120 mesh sieves. Separation of ostracods from the sediments was performed using a stereomicroscope, which led to the identification of 2685 ostracodes, including 42 species belonging to 36 genera from 12 families and two suborders.

After identifying the ostracodes, their range chart was drawn, and then, - the ages of members c1 to c4 and e of the Qom Formation in the Shurab section were determined along with their biostratigraphic zones. In the palaeoecology study, counting and statistical analysis of ostracod species was done so that the number of species present in each sample was identified separately and the percentage of abundance of each species in relation to the total identified ostracodes was calculated. Finally, the palaeoenvironment of the studied members of the Qom Formation in the south of the Shurab section was predicted based on ostracodes.

Discussion of Results & Conclusions

The Qom Formation with a thickness of 544 meters is outcropped in the Shurab stratigraphic section located in the southeast of Qom. In this section, members c1, c2, c3, c4, and e respectively with thicknesses of 30, 113.5, 13 and 19 meters, and Member e with a thickness of 49.8 meters were subjected to biostratigraphic and palaeoecological studies. Based on the identification of 2685 ostracodes obtained from 255 samples from the mentioned members, while recognizing 42 species belonging to 36 genera from two suborders in the Podocopida order, the following 4 biozones are identified and introduced.

assemblage zone *Cyamocytheridea reversa*- 4-
Cytherella vulgate
assemblage zone *Cytheridea Josephina*-3- *Neonecidea*
gerda
2- *Quadrocytheris symmetrica*- *Actinocythereis*
rosefieldensis assemblage zone
1-*Cytheretta (Flexus) trifurcata* - *Cytherella obesa*
assemblage zone

Among the mentioned biozones, biozone 1 belongs to the

top of Member b, biozones 2 and 3 belong to members c2 to c4, and biozone 4 belongs to Member e. In Member c1, due to the presence of dense limestone facies and the impossibility of separating ostracodes, the biozones were not introduced.

On the basis of the identified biozones and the ostracodes available there, the Aquitanian age for members c2 to c4, and the Burdigalian for Member e is suggested.

For sediments at the top of Member b, based on its existing ostracodes, and for Member c1 based on its stratigraphic position and regional studies, the age of the Chattian was determined.

Palaeoecological studies of the existing ostracodes in the upper sediments of the members b to e, significant changes in abundance and diversity are seen under the influence of changes in depth, temperature and salinity. These changes show that the environment of the formation of the above-mentioned members had significant fluctuations in depth, so that the presence of thermophilic genera belonging to shallow areas, such as *Actinocythereis*, at the top of Member b and the base of Member c2. The genera belonging to deeper areas, such as *Cytheropteron*, in the middle to the end of Member c2 and the marl base of Member c3, indicate the changes in depth from the shallow depth at the top of Member b and the base of Member c2 to a greater depth in the middle part of c2 to the base of c3.

This deepening is also evident at the base of Member c4, so that psychrophilic genera such as *Cytherella*, *Krithe* and *Paracypris* have a significant abundance in this part, while towards the top of Member c4, the abundance of psychrophilic genera decreases and thermophilic genera belonging to shallower environments, such as *Pontocypris*, *Actinocythereis*, *Propontocypris*, increase and generally show a shallowing towards the top of this member.

In Member e, the changes in the abundance and diversity of ostracodes indicate fluctuations in the water depth at the time of the formation of this member, so that at the beginning of Member e, the abundance of thermophilic species indicates the establishment of a shallow environment in the continuation of the evaporative environment of Member d. But this gradually upwards with the increase of the abundance of psychrophilic genera such as *Krithe*, *Cytherella*, and *Paracypris*, and the environment has become deeper. Similarly, in the second half of Member e, as the depth decreased, thermophilic species initially increased, and finally as the depth increased, psychrophilic species became more abundant.

The ostracodes identified in the studied members show that the most abundant during the deposition of the mentioned succession belonged to thermophilic species. Also, the salinity studies show that the most abundant of species in the aforementioned members belong to the species related to the marine environment with normal salinity.

مقاله پژوهشی

بیوستراتیگرافی و پالئواکولوژی استراکدهای بخش‌های c1 تا c4 و سازند قم در جنوب شوراب، جنوب شرق قم

مریم گودرزی، دانشجوی دکتری چینه و فسیل‌شناسی، گروه حوضه‌های رسوبی و نفت، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید

بهشتی، تهران، ایران
goodarzi.maryam24@yahoo.com

عباس صادقی ^{ID} *، استاد، گروه حوضه‌های رسوبی و نفت، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
a-sadeghi@sbu.ac.ir

محمود جلالی، دکتری چینه و فسیل‌شناسی، مدیریت اکتشاف، شرکت ملی نفت ایران، تهران
m. jalali@gmail.com

نسرین هداوند خانی، دکتری چینه و فسیل‌شناسی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
n_hadavand@sbu.ac.ir

مریم اختری، کارشناس ارشد، مدیریت اکتشاف، شرکت ملی نفت ایران، تهران
akhtari58@gmail.com

چکیده

به‌منظور بررسی بیوستراتیگرافی و پالئواکولوژی سازند قم، استراکدهای بخش‌های c1 تا c4 و سازند قم در برش جنوب شوراب، مطالعه شده است. نهشته‌های مطالعه‌شده در این برش، از فراوانی و تنوع درخور توجهی در استراکدها برخوردارند. تغییرات فراوانی و تنوع گونه‌ای در استراکدهای بخش‌های مطالعه‌شده نشان می‌دهد که قاعده بخش c2 در محیط کم‌عمق‌تری نسبت به قسمت میانی و بالایی آن و قاعده بخش c3 نهشته شده است. فراوانی بالای جنس‌های سرمدوست در قاعده بخش c4 و حضور فرم‌های گرمادوست در رأس بخش c4، حاکی از عمق بیشتر حوضه در زمان نهشته‌شدن رسوبات قاعده c4 نسبت به رأس آن بوده است. همچنین تغییرات مشاهده‌شده در مجموعه استراکدهای موجود در بخش مارنی e، حاکی از نوسانات مکرر عمق محیط در زمان شکل‌گیری نهشته‌های بخش e در این ناحیه است. در مجموع با شواهد به دست آمده در این تحقیق، چنین استنباط می‌شود که با وجود نوسانات موجود در شاخص‌هایی چون عمق، درجه حرارت و شوری، محیط تشکیل بخش‌های c1 تا c4 و سازند قم در محدوده مطالعه‌شده، محیطی گرم با شوری متعادل بوده است. در مطالعات بیوستراتیگرافی، ضمن تشخیص ۴۲ گونه متعلق به ۳۶ جنس از استراکدها، چهار زون زیستی شناسایی شده است که براساس آنها سن شاتین برای رسوبات رأس بخش b و بخش c1، اکتانین برای نهشته‌های بخش‌های c2 تا c4 و بوردیگالین برای نهشته‌های بخش e سازند قم در برش شوراب تعیین شد.

کلیدواژه‌ها: سازند قم، استراکد، جنوب شوراب، بیوستراتیگرافی، پالئواکولوژی.

* نویسنده مسئول

گودرزی، مریم؛ صادقی، عباس؛ جلالی، محمود؛ هداوندخانی، نسرین. و اختری، مریم. (۱۴۰۳). بیوستراتیگرافی و پالئواکولوژی استراکدهای بخش‌های c1 تا c4 و سازند قم در جنوب شوراب، جنوب شرق قم. پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی، ۴۰(۲): ۸۷-۱۱۲.

<https://doi.org/10.22108/jssr.2024.141330.1286>



مقدمه

سازند قم، یکی از واحدهای حاوی منابع هیدروکربنی است و اهمیت ویژه‌ای در مطالعات زمین‌شناختی دارد. این سازند در محدوده گسترشی خود در حوالی ایران مرکزی، زون سندج سیرجان و ارومیه- دختر از تغییرات چشمگیری، چه در جهت جانبی و چه در جهت عمودی، برخوردار است و همین تغییرات سبب شده است تا این سازند از جنبه‌های مختلف زمین‌شناسی، چه در رخنمون‌های سطح‌الارضی و چه در برش‌های تحت‌الارضی مطالعه شود. محتویات فسیلی متنوع و تغییرات رخساره‌ای درخور توجه، محققان چینه‌شناسی را بر آن داشته است تا سازند قم را براساس محتویات فسیلی موجود در آن تحقیق شود تا ضمن درک بیشتر این سازند، مسائل و ابهامات موجود و تکمیل زنجیره مطالعاتی آن را رفع کنند. در این راستا استراکدها، یکی از گروه‌های فسیلی است که از تنوع و فراوانی درخور توجهی در سازند قم برخوردار است، کمتر به آن توجه شده و معدود مطالعاتی در این زمینه بر آن انجام شده است که از جمله آنها به، Daneshian and Ramezani Dana 2007, Hadavi 2002, Ehsani et al. 2013, Daneshian and Vadooni 2010, Daneshian and Tarighati 2012, Daneshian and Goodarzi 2017, Daneshian and Akrami 2014 و Daneshian and Kiani 2017 اشاره می‌شود.

اهمیت مطالعاتی سازند قم از یک سو و اهمیت استراکدها به‌عنوان ابزاری مفید در مطالعات چینه‌شناسی و به ویژه تعیین سن بخش‌های مختلف سازند قم و تعیین محیط دیرینه آن از سوی دیگر سبب شده است تا در این تحقیق، بیوستراتیگرافی و پالئوآکولوژی بخش‌های c1 تا c4 و e این سازند در برش جنوب شوراب واقع در جنوب شرق قم بر مبنای استراکدها، مطالعه شود.

پیشینه مطالعاتی

Hadavi 2002 استراکدهای سازند قم را در منطقه دوچاه مطالعه و ۱۹ گونه متعلق به ۱۲ جنس از آنها را شناسایی کرد.

او استراکدهای شناسایی شده را با استراکدهای گزارش شده کریستیک (Kristic 1979) از منطقه‌ای بین راهنیز و شمس‌آباد مقایسه و نتیجه گرفت که شباهت بسیار کمی بین آنها وجود دارد. او بر مبنای استراکدهای یافت‌شده، سن میوسن آغازین تا میانی و یک محیط نزدیک به ساحل تا مردابی را برای عضو e سازند قم پیشنهاد کرد.

Daneshian and Ramezani Dana 2007 استراکدهای شناسایی شده سازند قم را در شمال ده نمک واقع در شمال شرق گرمسار، در قالب ۲۳ جنس و گونه متعلق به ۱۱ خانواده و دو زیرراسته معرفی و براساس آنها سن نهشته‌های سازند قم را الیگو- میوسن مشخص کردند. این در حالی است که آنها در همان برش براساس فرامینفرهای شاخص کف زی، سن میوسن (اکیتانین - بوردیگالین) را برای سازند قم تعیین کرده‌اند.

Hosseini et al. 2010 نیز برای اولین بار موفق به معرفی ۱۶ جنس از استراکدهای متعلق به نهشته‌های الیگومیوسن در نواحی سیرجان شدند. جنس‌های معرفی‌شده به پودوکوپیدا و پلاتی‌کوپیدا تعلق دارند. به‌علاوه براساس مطالعات انجام‌شده، محیط‌زیست این استراکدها اکسیژن کافی داشته و سن مارن‌های بخش زیرین مقطع مطالعه‌شده (مقطع بوجان) معادل روپلین- بوردیگالین تعیین شده است.

Daneshian and Vadooni 2010 گسترش چینه‌شناسی استراکدهای عضو e سازند قم در مقطع کوه دو برادر واقع در جنوب شرق شهر قم را بررسی کردند و موفق به شناسایی ۳۵ جنس و ۵۸ گونه استراکد در ۱۱۸ نمونه شدند. از ۳۵ جنس شناسایی‌شده در این پژوهش، ۱۳ جنس برای اولین بار از سازند قم گزارش شدند. آنها بر این اساس سن میوسن پیشین - میانی (بوردیگالین- لانگین) را برای عضو e در برش کوه دو برادر پیشنهاد کردند.

Ehsani et al. 2013 با مطالعه استراکدهای عضو e سازند قم در مقطع کمرکوه موفق به شناسایی ۵۰ جنس و ۱۰۳ گونه از آنها شد و سن میوسن را برای نهشته‌های عضو e این

سازند در برش کمرکوه تعیین کردند.

Daneshian and Tarighati 2012 در مطالعه استراکدهای

عضو e سازند قم در مقطع کوه دوچاه در شمال غرب قم ۱۰۷ گونه متعلق به ۵۳ جنس شناسایی و معرفی کردند که از میان آنها ۳۹ گونه برای اولین بار از سازند قم گزارش شده است. آنها براساس استراکدهای شناسایی شده، سن میوسن پیشین و بوردیگالین را برای نهشته‌های عضو e سازند قم معرفی کردند. Daneshian and Akrami 2014 استراکدهای عضو b سازند قم را در برش چینه‌شناسی کمرکوه معرفی کردند. استراکدهای معرفی شده شامل ۲۱ جنس و گونه متعلق به ۱۵ خانواده از راسته پودوکوپیدا هستند که براساس آنها، سن عضو b در برش کمرکوه میوسن پیشین تعیین شده است.

Daneshian and Goodarzi 2017 در مطالعات

بیوستراتیگرافی و پالئوآکولوژی، استراکدهای عضو e سازند قم در چشمه برون، واقع در غرب قم، سن میوسن پیشین (اکتانیان- بوردیگالین) را برای نهشته‌های عضو مذکور پیشنهاد کردند و محیط تشکیل آن را به دریای گرم با شوری نرمال نسبت دادند.

Daneshian and Kiani 2017 در مطالعات بیوستراتیگرافی

و پالئوآکولوژی استراکدهای عضوهای a و b سازند قم در برش دوچاه، واقع در شمال غرب قم، سن میوسن پیشین را برای نهشته‌های عضوهای a و b سازند قم را در برش مذکور پیشنهاد کردند.

روش مطالعه

در پژوهش حاضر، مطالعات در دو مرحله صحرائی و آزمایشگاهی (آماده‌سازی نمونه‌ها و شناسایی استراکدها با استریومیکروسکوپ) انجام گرفت. در این راستا ۲۵۵ نمونه از نهشته‌های بخش‌های c1 تا c4 و e در برش شوراب برداشت و

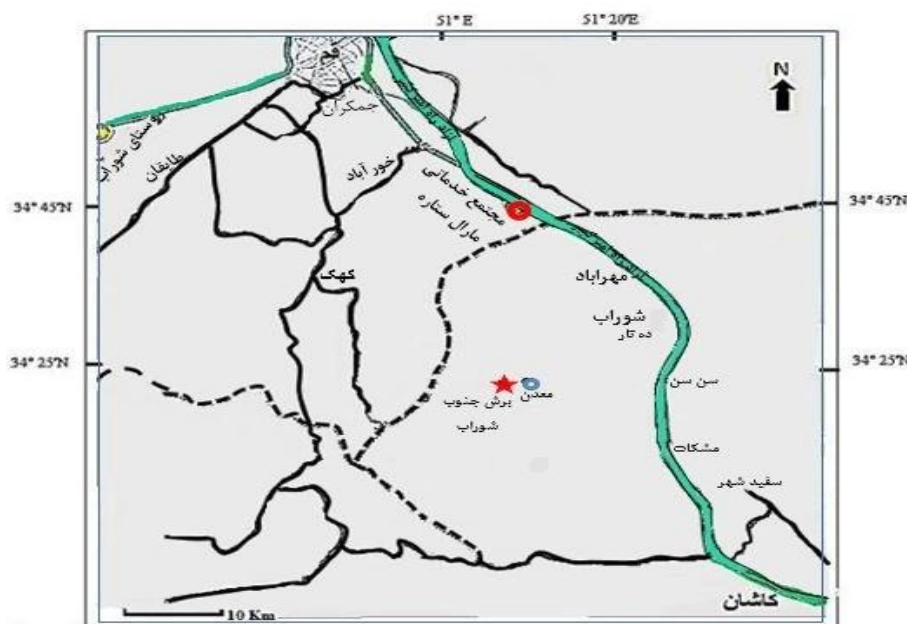
بررسی و مطالعه شد. در آماده‌سازی نمونه‌ها به روش شست‌وشو، از الک‌های ۳۵، ۷۰، ۸۰ و ۱۲۰ مش استفاده شد. جدایش استراکدها از رسوبات با کمک استریومیکروسکوپ انجام و تعداد ۲۶۸۵ استراکد شامل ۴۲ گونه متعلق به ۳۶ جنس از ۱۲ خانواده و دو زیر راسته شناسایی شد.

در شناسایی استراکدها از منابعی چون (Khosla, 1978), Hartmann (2012), Van Morkhoven (1963), Treatise Eglinton (2019), Manica (2015), Perçin (Moore 1961), Gross (2006), Perçin Paçal (2011) استفاده شد.

پس از شناسایی استراکدها، رنج چارت آنها ترسیم و سپس ضمن زون‌بندی زیستی آنها سن بخش‌های c1 تا c4 و e سازند قم در برش شوراب تعیین شد. در مطالعه پالئوآکولوژی نیز، شمارش و آنالیز آماری گونه‌های استراکد انجام شد، به نحوی که تعداد گونه‌های موجود در هر نمونه به‌طور مجزا شناسایی و درصد فراوانی هر گونه نسبت به کل استراکدهای شناسایی شده محاسبه شد. در نهایت محیط دیرینه بخش‌های مطالعه‌شده سازند قم در برش جنوب شوراب بر مبنای استراکدها پیش‌بینی شد.

موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی

این برش در ۴۸ کیلومتری جنوب شرق قم، به مختصات قاعده‌ای ۱۶/۱" ۳۴°۲۴' عرض شمالی و ۵۱°۰۹' ۱/۲" طول شرقی انتخاب شده است. مناسب‌ترین مسیر برای دسترسی به برش مذکور، آزادراه امیرکبیر است. از این آزادراه پس از ۲۳ کیلومتر به سمت کاشان، مجتمع رفاهی مارال ستاره قرار دارد که پس از ۲ کیلومتر از این مجتمع، جاده فرعی در غرب بزرگراه جدا و به معدن فلدسپات منتهی می‌شود. برش مطالعه‌شده در ۲۰۰ متری غرب معدن مذکور قرار دارد.



شکل ۱- راه‌های دسترسی به برش جنوب شوراب، جنوب شرق قم (Google Earth)

Fig 1- Access roads to the south of Shurab, southeast of Qom (Google Earth)

چینه‌شناسی برش شوراب

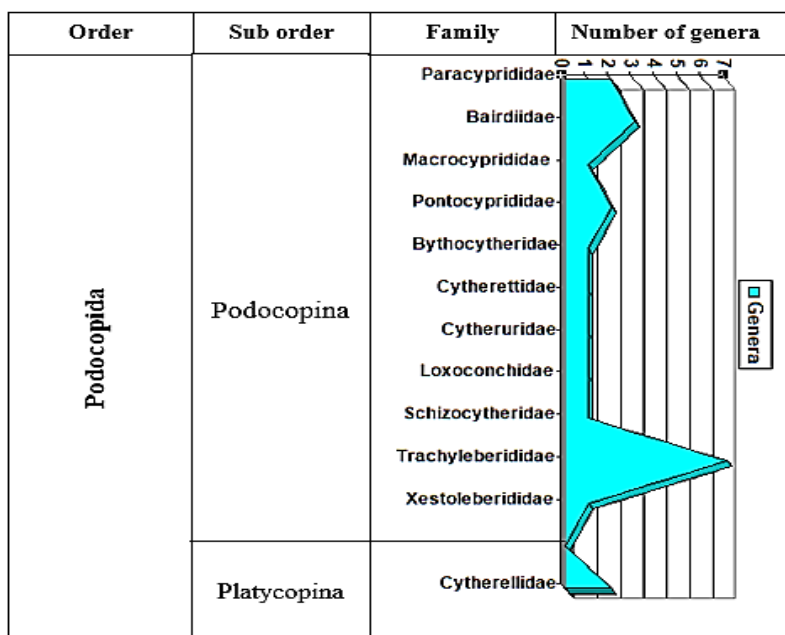
سازند قم در برش شوراب، ۵۴۴ متر ضخامت دارد و از بخش‌های a, b, c1, c2, c3, c4, d, e, f و g تشکیل شده است. مرز زیرین آن با سازند سرخ زیرین ناپیوسته فرسایشی و مرز بالایی آن با سازند سرخ بالایی هم‌شیب و همراه با تغییرات قاطع در سنگ‌شناسی است. بخش‌های c1 تا c4 در این برش ۱۷۵/۵ متر ضخامت دارد و از لحاظ سنگ‌شناسی، به‌طور عمده شامل مارن با میان‌لایه‌های آهک مارنی، شیل (c1 و c2) و آهک (c3 و c4) است. بخش e نیز ۴۹/۸ متر ضخامت دارد و از لحاظ سنگ‌شناسی به‌طور عمده از مارن تشکیل شده است. شایان ذکر است در مطالعات اولیه فورر و سودر (Furrer and Soder 1955)، سازند قم به ۶ بخش a, b, c, d, e, f تقسیم شد؛ اما در مطالعات بعدی که اشتوکلین (Stocklin 1971) و سودر (Soder 1959) انجام دادند، بخش c در قالب چهار بخش c1, c2, c3, c4 معرفی شد که در نهایت همراه با دو بخش بی‌نام در قاعده و بخش g در رأس، با کمیته چینه‌شناسی کشور به رسمیت شناخته شد. بر همین اساس در

این پژوهش نیز، به تأسی از تقسیمات جدید بخش c در قالب چهار بخش c1, c2, c3, c4 معرفی می‌شود. ضخامت بخش‌های c1, c2, c3, c4 در برش مطالعه‌شده به ترتیب ۳۰، ۱۱۳/۵، ۱۳ و ۱۹ متر است.

بحث

الف- زیست چینه‌نگاری

براساس استراکدا در برش مطالعه‌شده e و c4 تا c1- زون‌بندی زیستی بخش‌های به‌منظور شناسایی استراکدها و زون‌بندی زیستی بخش‌های c1 تا c4 و e، سازند قم در برش شوراب ۲۵۵ نمونه برداشت شد. در ۲۶۸۵ استراکد به دست آمده از نمونه‌های مذکور، ضمن تشخیص ۴۲ گونه متعلق به ۳۶ جنس از ۱۲ خانواده و دو زیرراسته در راسته Podocopida (شکل ۲)، ۴ زون زیستی محلی شناسایی شد که ۳ زون زیستی به قسمت رأسی بخش b و بخش‌های c2 تا c4 و ۱ زون زیستی به بخش e تعلق دارد (شکل‌های ۳ و ۴).



شکل ۲- تنوع استراکدا در خانواده‌های مختلف شناسایی شده در برش شوراب، جنوب شرق قم

Fig 2- The diversity of ostracoda in different families identified in Shurab section, southeast of Qom

وجودداشتن استراکدهای شاخص زمان اکتانین به شاتین نسبت داده می‌شود.

Not Zone

در بخش c1 به ضخامت ۳۰ متر، به دلیل داشتن ماهیت کربناته متراکم و نبود امکان جدایش استراکدها از سنگ‌های این توالی، امکان مطالعه و زون‌بندی استراکدها میسر نشد؛ اما براساس قرارگیری این واحد در بین دو زون زیستی ۱ با سن شاتین و زون زیستی ۲ با سن اکتانین و با توجه به مطالعات ناحیه‌ای و به‌ویژه در محدوده مطالعه‌شده نظیر برش جمکران (Yazdi-Moghadam 2019) و نواحی شرق قم-گرمسار (برش‌های ابردژ، ده نمک، چاه تلخه ۱ و سیاه کوه) که سن شاتین پسین براساس زون فرامینیفری SBZ23 از زون‌بندی زیستی حوضه تبتیس (Chuzac & Poignant 1997) برای بخش c1 معرفی شده است (Jalali 2017) بنابراین سن این واحد به شاتین پسین نسبت داده می‌شود.

2- *Quadrocytheris symmetric-* *Actinocythereis rosefieldensis* assemblage zone

این زون تجمع‌ی که ۳۰ متر از قاعده بخش c2 را در برش مطالعه‌شده به خود اختصاص داده است، براساس مجموعه همزیست موجود در آن تعریف شده است، برخی از

مطابق شکل ۲، در بین خانواده‌ها، بیشترین جنس‌ها متعلق به خانواده Trachyleberidae و در درجه بعد مربوط به خانواده‌های Bairdiidae, Paracypridae, Cytherellidae و Pontocypridae است. همچنین کم‌ترین جنس‌ها و گونه‌ها متعلق به خانواده‌های Bythocytheridae, Xestoleberidae, Cytherettidae, Macrocypridae, Schizocytheridae و Loxoconchidae هستند.

در زیر، زون‌های زیستی مذکور معرفی می‌شود.

1- *Cytheretta (Flexus) trifurcate* - *Cytherella obesa* assemblage zone:

این زون تجمع‌ی براساس مجموعه همزیست زیر در رأس بخش b از سازند قم تعریف شده است. با توجه به اینکه در این تحقیق فقط ۸ متر از رسوبات رأس بخش b مطالعه شده است، بنابراین مرز زیرین این زون زیستی را باید در بقیه بخش b جست‌وجو کرد.

مجموعه همزیست زیر در این زون زیستی شناسایی شده است:

Cytherella obesa, *Costa edwardsi*, *Miocyprides ovalis*, *Paracypris pandyai*, *Ruggieria aff dorukae*, *Macrocypris decora*, *Cytheretta (Flexus) trifurcate*, *Xestoleberis* sp., *Cytherella* sp., *paracypris* sp., *Krithe* sp.

سن این زون زیستی براساس مجموعه همزیست فوق و

برخی از جنس و گونه‌های موجود در آن
Disopontocypris schwejer, *Cnestocythere truncate*
Cytheretta, cf. *semipunctata*, *Cytherella* sp.,
paracypris sp. نیز، در این زون وجود دارد.

استراکدهای زیر در این زون زیستی شناسایی شده است.

Ruggieria aff *dorukae*, *Paracypris pandyai*,
Macrocypris decora- *Cytheretta (Flexus) trifurcate*,
Actinocythereis rosefieldensis- *Cnestocythere truncate*-
Quadrocytheris symmetric, *Grinioneis haidingeri*-
Cletocythereis cf. *rastromarginata*, *Cytherella*
protuberans, *Propontocypris herdmanni*, *Bairdoppilata*
rajnathi, *Bairdoppilata* sp. cf. *B. subdeltoidea*,
Paranesidea gajensi, *Bythoceratina nealei*,
Loxoconcha punctatella, *Cythereidea Josephina*,
Neonecidea gerda, *Cytheretta* cf. *semipunctata*,
Platella parapunctata, *Sagmatocythere raiai*,
Disopontocypris schwejer, *Pijenborchala* sp.,
Ruggieria sp., *Cytheropteron* sp., *Bosquina* sp.,
Cytherella sp.1, *Pontocypris* sp. *Echinocythereis* sp.,
Xestoleberis sp., *Cytherella* sp. *Neocauides* sp.,
Hermanites sp., *paracypris* sp., *Krithe* sp.

حضور گونه‌های *Cythereidea Josephina* و *Neonecidea*

که *gerda* شاخص زمان اکتانین‌اند و ظهور و انقراضشان در
این زمان اتفاق افتاده است، سن اکتانین را برای بایوزون
مذکور محرز می‌کند.

Barren Zone

در برش مطالعه‌شده بر بخش c4، بخش d سازند قم با
ضخامت ۲۰ متر قرار گرفته است. این بخش به دلیل داشتن
رخساره تبخیری فاقد هر گونه فسیلی است و بر همین اساس
به عنوان زون تهی Barren Zone معرفی شده است. این بخش
که از یک طرف بر بخش c4 با سن اکتانین و از طرف دیگر
در زیر بخش e با سن بوردیگالین قرار گرفته است، در
مطالعات ناحیه‌ای به قاعده بوردیگالین نسبت داده شده است
(Jalali 2017 and Yazdi-Moghadam 2019)

4- *Cytherella vulgate* - *Cyamocytheridea reversa* *assemblage zone*

این زون تجمعی که تمام بخش e سازند قم در برش
مطالعه‌شده را با ضخامت ۴۸/۵ متر به خود اختصاص داده
است، براساس مجموعه همزیست زیر و به‌ویژه حضور
گونه‌های *Actinocythereis* و *Cyamocytheridea reversa*
levinsoni شاخص بوردیگالین و *Cytherella vulgate*
شاخص بوردیگالین - پلیستوسن زیرین تعریف شده است.
مجموعه همزیست زیر در این زون زیستی شناسایی شده

استراکدهای موجود در این زون، استراکدهایی‌اند که ظهور
آنها در اکتانین و انقراض آنها در بوردیگالین یا اشکوب‌های
جوان‌تر اتفاق افتاده است، به‌جز گونه *Quadrocytheris*
symmetric که ظهور و انقراض آن در اکتانین رخ داده و بر
همین اساس، سن این زون اکتانین تعیین شده است. مرز
زیرین و بالایی آن منطبق با شروع و خاتمه مجموعه
همزیست موجود در آن است.

استراکدهای زیر در این زون زیستی شناسایی شده است.

Ruggieria aff *dorukae*, *Paracypris pandyai*,
Macrocypris decora, *Cytheretta (Flexus) trifurcate*,
Actinocythereis rosefieldensis, *Cnestocythere truncate*,
Quadrocytheris symmetric, *Grinioneis haidingeri*,
Cletocythereis cf. *rastromarginata*, *Cytherella*
protuberans, *Xestoleberis* sp., *Cytherella* sp.,
Neocauides sp., *Hermanites* sp., *paracypris* sp., *Krithe*
sp.

این زون تجمعی از لحاظ سنی هم‌ارز با زون زیستی

گامودی (Gammudi 1990) با عنوان *Pokornyella deformis*
minor total Range zone از لیبی با سن اکتانین است.

Barren Zone

در حد فاصل زون زیستی ۲ و زون زیستی ۳، ۲۵/۵ متر،
رخساره تبخیری متعلق به میانه بخش c2 وجود دارد که فاقد
هر گونه فسیل است و به همین علت با عنوان زون تهی
معرفی شده است. سن این ضخامت از بخش c2، به دلیل
موقعیت چینه‌شناسی آن، که در بین دو زون زیستی ۲ و ۳ با
سن اکتانین قرار گرفته است، اکتانین مشخص شده است.

3- *Neonecidea gerda* - *Cythereidea Josephina* *assemblage zone*

این زون تجمعی ۹۰ متر از سازند قم در برش مطالعه‌شده را
متشکل از ۵۸ متر از رأس بخش c2 و تمام بخش‌های c3 و
c4 به ترتیب با ضخامت‌های ۱۳ و ۱۹ متر به خود اختصاص
داده و براساس مجموعه همزیست معرفی شده در زیر و به
ویژه حضور گونه‌های *Cythereidea Josephina* و
Neonecidea gerda، که شاخص زمان اکتانین‌اند، تعریف
شده است. مرز زیرین و بالایی آن نیز، با شروع و خاتمه
مجموعه همزیست موجود در آن منطبق است.

این زون تجمعی از لحاظ سنی هم‌ارز با زون زیستی

گامودی (Gammudi 1990) با عنوان *Pokornyella deformis*
minor total Range zone از لیبی با سن اکتانین است و

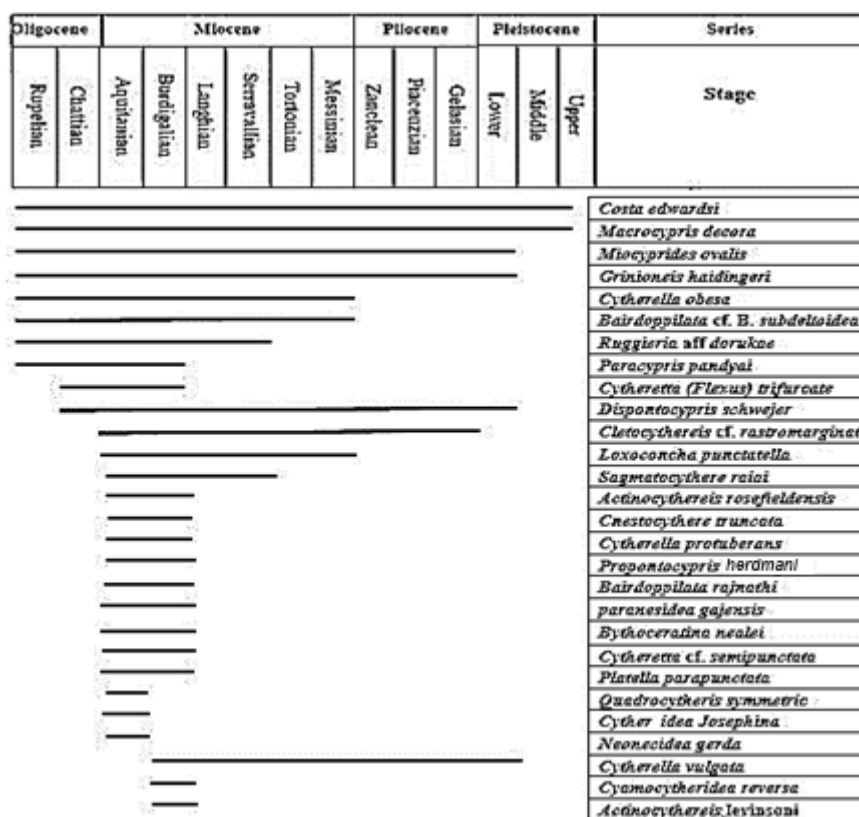
است.

زیستی 1 KBZ از زون‌بندی تانگلو (Tunoglu 2001) با عنوان Taxon Range Zone *Cytherella triestina* از حوضه کزایا (Kasaba Basin) در ترکیه با سن بوردیگالین. در زون زیستی تانگلو، گونه‌هایی نظیر *Bairdia subdeltoidea*, *Cyamocytheridea reversa* وجود دارد که در زود زیستی ۴ نیز حضور دارند. این زون از لحاظ سنی نیز هم‌ارز با زون تجمعی عمار محامد (Gammudi 1990) از لیبی با عنوان *Aurila soummamensis* با سن بوردیگالین است که حاوی استراکدهای مشترکی نظیر گونه‌های *Disopontocypris schwejer*, *Cnestocythere truncate*, *Cytheretta* cf. *semipunctata*, *Cytherella* sp. *paracypris* sp. زیستی است. همچنین این زون زیستی از نظر سنی با زون‌های تجمعی معرفی‌شده طریقتی (Tarighati 2012) در برش دو چاه قم، با عناوین *Neomonoceratina assemblage zone* و *helvetica* و *Paijenborchella* sp. *assemblage zone* با سن بوردیگالین هم‌ارز است.

Cyamocytheridea reversa, *Cytherella vulgata*, *Actinocythereis levinsoni*, *Ruggieria* aff. *dorukae*, *Paracypris pandyai*, *Macrocypris decora*, *Cytheretta* (*Flexus*) *trifurcate*, *Actinocythereis rosefieldensis*, *Cnestocythere truncate*, *Grinioneis haidingeri*, *Cletocythereis* cf. *rastrmarginata*, *Cytherella protuberans*, *Propontocypris herdmanni*, *Bairdoppilata rajnathi*, *Bairdoppilata* sp. cf. *B. subdeltoidea*, *Paranesidea gajensi*, *Bythoceratina nealei*, *Loxoconcha punctatella*, *Cytheretta* cf. *semipunctata*, *Platella parapunctata*, *Sigmatocythere raiai*, *Disopontocypris schwejer*, *Pijenborchala* sp., *Ruggieria* sp., *Cytheropteron* sp., *Boscutina* sp., *Cytherella* sp.1, *Pontocypris* sp., *Echinocythereis* sp., *Xestoleberis* sp., *Cytherella* sp., *Neocauides* sp., *Hermanites* sp., *paracypris* sp., *Krithe* sp., *Cyprideis* sp.

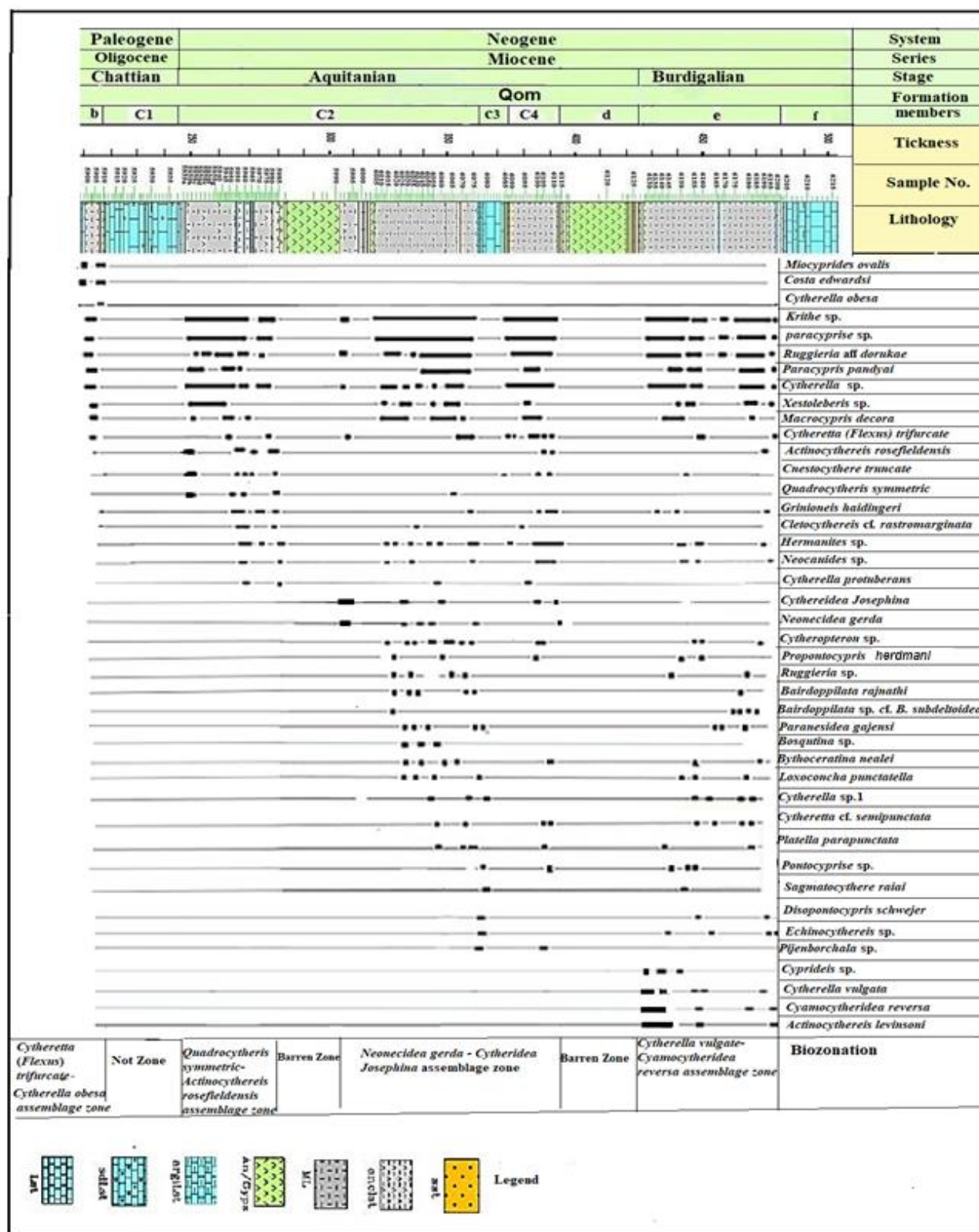
سن این زون زیستی براساس مجموعه همزیست فوق و به ویژه حضور گونه‌های شاخص بوردیگالین چون *Actinocythereis levinsoni* و *Cyamocytheridea reversa* بوردیگالین تعیین شده است.

این زون تجمعی معادل است با بخش میانی زون



شکل ۳- گونه‌های شناسایی‌شده در برش مطالعه‌شده و گسترش زمانی آنها در محدوده تیس

Fig 3- The species identified in the studied section and their temporal distribution in the Tethys range



شکل ۴- گسترش چینه‌شناسی استراکدهای بخش c1 تا c4 و e سازند قم در برش جنوب شوراب

Fig 4- Stratigraphic expansion of the c1 to c4 and e members ostracodes of the Qom formation in the south section of Shurab

ب- محیط دیرینه بخش‌های c1 تا c4 و e در برش جنوب

شوراب

استراکدا به‌طور گسترده در محیط‌های آبی متنوع اعم از محیط‌های شور، لب‌شور و شیرین زندگی می‌کنند و توزیع و فراوانی آنها به‌طور درخور توجهی به متغیرهای محیطی نظیر دما، شوری، میزان اکسیژن، PH، میزان مواد مغذی، عمق آب و ماهیت بستر وابسته است. آنها به تنش‌های محیطی حساس بوده و عوامل محیطی به‌عنوان شاخص‌های مهم در رشد و

توزیع آنها محسوب می‌شوند. تأثیرپذیری استراکدها از عوامل محیطی سبب شده است تا این گروه از میکروفسیل‌ها ابزار مفیدی در بازسازی محیط‌های دیرینه به کار گرفته شوند.

با توجه به اینکه بخش‌های c1 تا c4 و e سازند قم از فراوانی درخور توجهی در استراکدها برخوردارند، بنابراین در این پژوهش با استفاده از آنها محیط دیرینه بخش‌های مذکور تفسیر شده است. جدول ۱ شرایط بوم‌شناختی تعدادی از جنس‌های شناسایی شده در برش مطالعه‌شده را نشان می‌دهد.

جدول ۱- شرایط بوم‌شناختی تعدادی از جنس‌های مهم استراکد در برش مطالعه‌شده

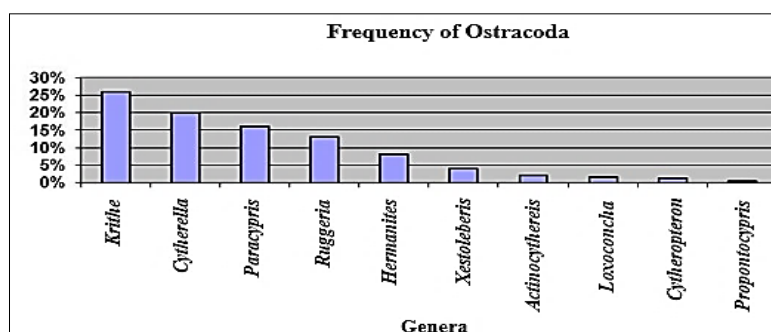
Table 1- Ecological conditions of a number of important ostracoda genera in the study section

Genus	Ecology
Genus <i>Krithe</i> Brady, Crosskey & Robertson 1874	Variable depth (Cronin et al. 2005) -deep sea environment ranging from 400-500 m (Peypouquet et al. 1975)
Genus <i>paracypris</i> Sars 1866	- open, shallow marine environment (Benson 1964; and Rosenfeld and Raab 1974)-deep sea environment ranging from 400-500 m (Peypouquet et al. 1986) (Cronin et al. 2005)
Genus <i>Cytherella</i> Jones 1849	Variable depth (Cronin et al. 2005) -open, shallow marine environment (Benson 1961; and Rosenfeld and Raab 1974) -deep sea environment ranging from 400-500 m (Peypouquet et al. 1975)
Genus <i>Xestoleberis</i> Sars 1866	-very shallow environment with brackish conditions (Cronin et al. 2005)
Genus <i>Loxoconcha</i> Sars 1866	-very shallow environment with brackish conditions (Cronin et al. 2005)
Genus <i>Propontocypris</i> , Sylvester-Bradley 1947	-shallow water environment (Maddocks 1964)
Genus <i>Pontocypris</i> Sars 1866	-neritic marine environment (Maddocks 1964)
Genus <i>Cytheropteron</i> Sars 1866	-neritic marine environment (Shahin 2000)
Genus <i>Actinocythereis</i> Puri 1953	Innear-shore to shallow marine environments (Nishath et al. 2017)

آنالیز آماری

در مطالعات انجام‌شده بر استراکدهای بخش‌های c1 تا c4 و e سازند قم در برش شوراب، از مجموع ۲۶۸۵ استراکد به دست آمده، یک راسته (Podocopida) دو زیرراسته

(Podocopina و Platycopina)، ۱۲ خانواده و ۴۲ گونه متعلق به ۳۶ جنس شناسایی شدند که بیشترین فراوانی مربوط به جنس‌های *Ruggeria*, *Hermanites*, *Paracypris*, *Krithe*, *Cytherella* است (شکل ۵).



شکل ۵- نمودار فراوانی استراکدها در برش شوراب، جنوب شرق قم

Fig 5- Ostracoda abundance diagram in Shurab section, southeast of Qom

تغییرات عمق تغییر می‌کند و با تغییرات در جانوران و تنوع گونه‌های استراکد موازی می‌شوند که در ادامه این عوامل بررسی می‌شود.

الف) تغییرات عمق

تغییرات عمق در حوضه رسوبی سازند قم، در هنگام رسوب‌گذاری بخش‌های c1 تا c4 و e این سازند کاملاً مشهود است، به نحوی که جنس *Actinocythereis* از نمونه ۳۹ در قاعده بخش c2، ظاهر می‌شود و فراوانی آن تا نمونه ۸۲ در میانه بخش c2، افزایش می‌یابد. مطالعات اکولوژیکی مربوط به گونه‌های زنده جنس *Actinocythereis* نشان می‌دهد که این جنس در محیط‌های دریایی نزدیک به ساحل و کم‌عمق به‌خوبی رشد و توسعه پیدا می‌کند (Bate 1971; Paik 1977). جنس *Cytheropteron* در قسمت میانی بخش c2 از نمونه ۱۱۵ ظهور پیدا می‌کند و تا نمونه ۱۷۵ حضور دارد و فراوانی آن افزایش می‌یابد. جنس *Cytheropteron* در تمام اعماق دریا‌های امروزی ساکن است و گونه‌های مربوط به آب‌های عمیق آن عموماً دارای پوسته‌ای نازک و صاف‌اند (Van Morkhoven 1963). در این رسوبات، این جنس دارای پوسته نازک با سطح صاف و بدون تزئینات است که حضور آن حاکی از محیط آبی عمیق و آرام در قسمت میانی تا انتهای بخش c2 است. در بخش c4 نیز، در ۱۵ نمونه ابتدایی، حضور فراوان جنس‌های معرف محیط‌های عمیق مانند *krithe*

همان‌طور که در شکل‌های ۵، ۶ دیده می‌شود، تنوع و فراوانی استراکدها روند یکسانی ندارد و از ۰/۵ در *Propontocypris* sp. تا بیش از ۲۵ درصد در جنس *Krithe* sp. متغیر است. این تغییرات ناشی از تغییر عوامل محیطی بوده است که از مهم‌ترین آنها به نوسانات آب، شوری و دما به شرح زیر اشاره می‌شود (اشکال ۶ و ۷ و ۸).

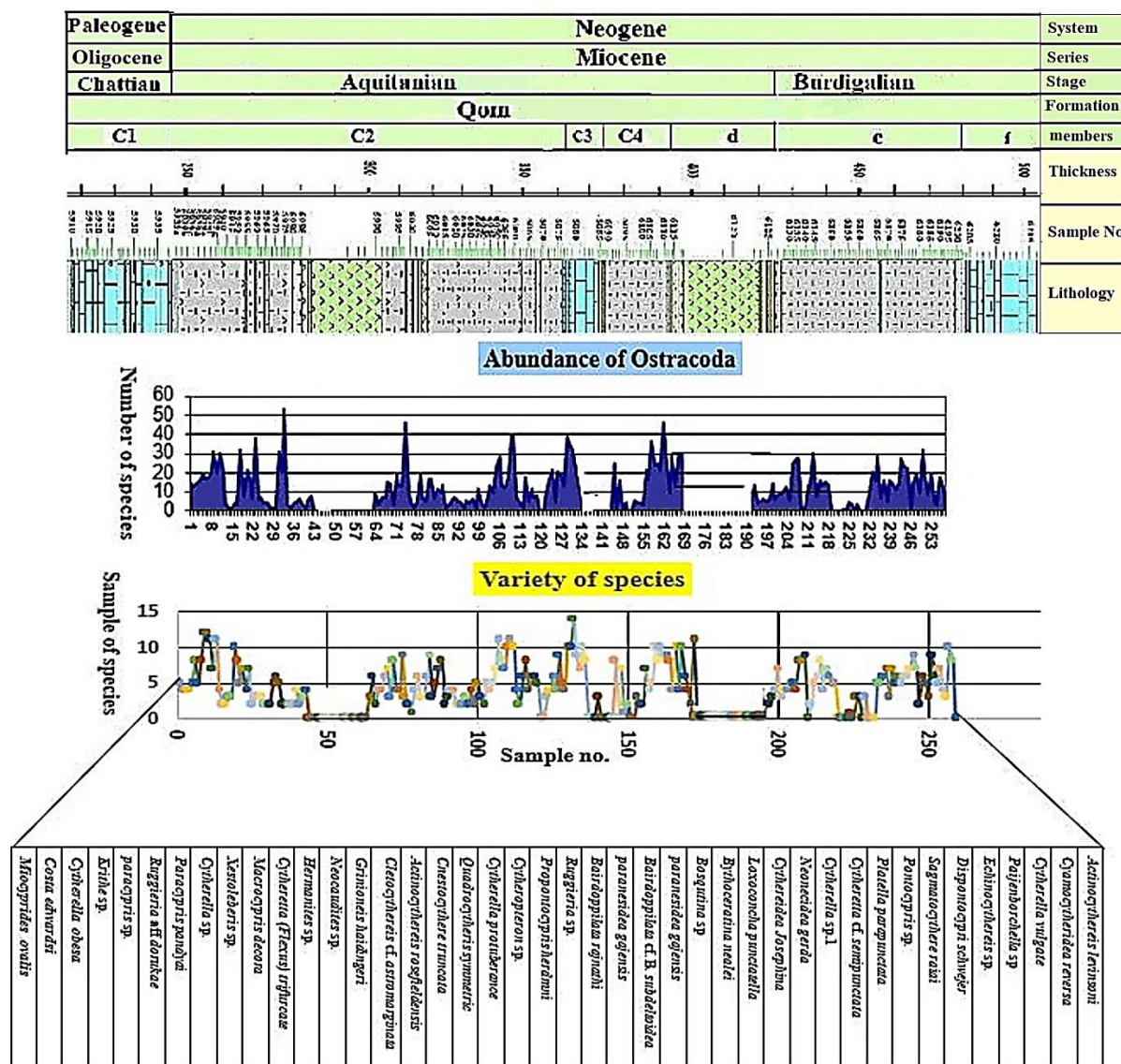
مقایسه و تحلیل نمودار فراوانی با تنوع استراکدا (شکل ۶)، نشان می‌دهد فراوانی استراکدها در طول برش، به‌طور کلی دارای نوسانات درخور توجهی است و به شکل متناوب فراوانی تغییر می‌کند و همچنین ارزیابی‌ها حاکی از آن است که گونه‌های استراکد تحت تأثیر عمق، دما و سطح شوری تنوع بسیار متغیری پیدا می‌کنند و با نمودار فراوانی، رابطه معنی‌داری را نشان می‌دهند، به نحوی که در قسمت‌هایی از برش، برخی گونه‌ها به دلیل قابلیت تحمل شرایط اکولوژیکی مختلف و سازش با متغیرهای محیطی، طیف وسیع‌تری از محیط‌زیست را به خود اختصاص می‌دهند و در نتیجه توزیع و فراوانی گسترده‌تری نیز دارند و از طرفی تکامل گسترده در شرایط پایدار، به‌ویژه یک منبع تغذیه پایدار، احتمالاً در گذشته نیز باعث افزایش تنوع استراکدا می‌شد. البته دیگر عوامل محیطی از جمله عمق نیز بر تنوع و فراوانی استراکدا تأثیرگذارند. اگرچه عمق به خودی خود بر توزیع استراکد تأثیر نمی‌گذارد، ولی تعدادی از عوامل مهم اکولوژیکی از جمله فشار هیدرواستاتیک، دما، شوری و اکسیژن محلول با

دارد. افزایش فراوانی و تنوع استراکدهای متعلق به نواحی نسبتاً عمیق در ۲۰ متری رسوبات رأس بخش e در برش مطالعه‌شده نیز، نشانگر عمیق‌ترشدن محیط در زمان نهشته‌شدن این رسوبات است.

ب) تغییرات دما

در میان استراکدها، برخی از گونه‌ها به‌طور گسترده‌ای *eurhythmic* هستند، در حالی که برخی دیگر به محدوده دمایی باریکی محدود می‌شوند. گونه‌های سرمادوست (*psychrospheric*) معمولاً در اعماق زیاد و گونه‌های گرمادوست (*thermophilic*) در آب‌های کم‌عمق دریایی حضور دارند (شکل ۸). مجموعه‌های کم‌عمق استراکد دریایی در عرض‌های جغرافیایی پایین، به‌طور درخور توجهی از نظر طبقه‌بندی، تنوع بیشتری نسبت به عرض‌های جغرافیایی بالا دارند. براساس نظر Alvarez-Zarikian 2008 برخی از استراکدا مشخصه آب‌های گرم‌اند و معمولاً در بخش‌هایی از حوضه که عمق کم‌تری دارند، استراکدهای گرمادوست فراوانی بیشتری دارند، در حالی که جنس‌های سرمادوست مانند *Cytherella* و *krithe* در بخش‌های عمیق‌تر حوضه فراوان‌ترند. در برش شوراب درصد فراوانی جنس‌های گرمادوست، در جدول ۲ نشان داده شده است.

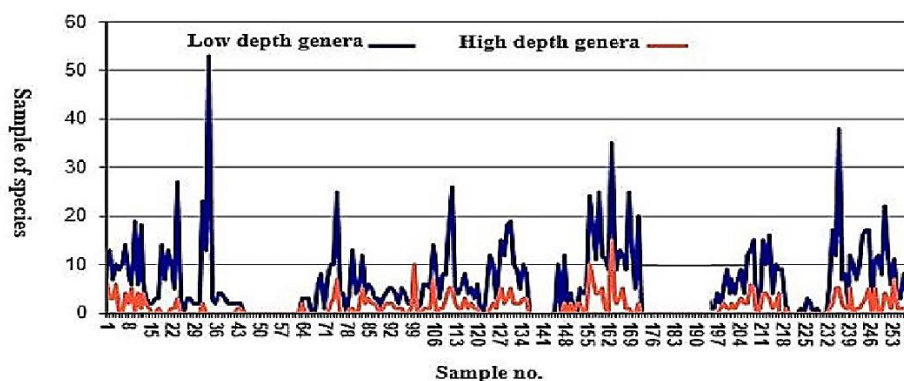
paracypris و *Cytherella*، بیانگر محیط آبی عمیق‌اند (Ikeya 1992) که در ادامه به‌سمت رأس بخش c4 کاهش فراوانی گونه‌*Pandya paracypris* و حضور مجدد جنس *Actinocythereis* و حضور جنس‌های *Pontocypris* و *Propontocypris* متعلق به محیط آبی کم‌عمق و پرانرژی در نزدیکی ساحل (Maddocks 1964)، حاکی از کم‌عمق‌شدگی محیط در بخش پایانی c4 است. همچنین وجود جنس *Xestoleberis* متعلق به محیط شلف میانی/شلف بیرونی (Pezelj et al. 2007)، در نمونه‌های ۱۱ تا ۱۵ بخش c4 آغاز کم‌عمق‌شدگی را در این قسمت از بخش c4 نشان می‌دهد. وجود درصد کم فراوانی و تنوع استراکدها در ۵ نمونه قاعده بخش مارنی e، حاکی از تداوم استقرار شرایط کم‌عمق در ادامه بخش تبخیری d است که به‌دنبال آن با پیشروی دریا، عمق محیط به‌تدریج افزایش یافته و محیط مناسبی را برای استراکدهای نواحی عمیق‌تر نظیر *paracypris*, *Cytherella*, *krithe* فراهم کرده است. از نمونه شماره ۳۰ (۱۰ متری بخش e)، مجدداً با کم‌عمق‌ترشدن محیط، علاوه بر کاهش میزان فراوانی و تنوع استراکدهای مذکور، گونه‌های متعلق به محیط‌های کم‌عمق‌تر نظیر *Actinocythereis*, *Propontocypris*, *Loxoconcha*, *Pontocypris* ظاهر شده‌اند که بر کم‌عمق‌شدن محیط در این قسمت از بخش e دلالت



شکل ۶- روند تغییرات فراوانی و تنوع استراکدا در برش شوراب، جنوب شرق قم

Fig 6- The trend of changes in abundance and diversity of ostracoda in Shurab section, southeast of Qom

Paleogene	Neogene						System
Oligocene	Miocene						Series
Chattian	Aquitainian			Burdigalian			Stage
Qom							Formation
C1	C2	C3	C4	d	c	f	members
<							



شکل ۷ - نمودار تغییرات عمق براساس استراکدا در برش شوراب، جنوب شرق قم

Fig 7- Chart of depth changes based on ostracoda in Shurab section, southeast of Qom

جدول ۲- درصد فراوانی استراکدا شاخص آب‌های گرم در برش شوراب، جنوب شرق قم

Table 2- Ostracoda abundance percentage indicating hot water in Shurab section, southeast of Qom

Frequency	Species
13%	<i>Ruggieria</i>
8%	<i>Hermanites</i>
4%	<i>Xestoleberise</i>
1.5%	<i>Pontocyprise</i>
1%	<i>Bairdoppilata</i>

است و بخش‌های مطالعه‌شده نیز بیشتر در نواحی کم‌عمق تشکیل شده‌اند، بنابراین درصد فراوانی گونه‌های گرم‌دوست (thermophilic) نسبت به گونه‌های سرمادوست (psychrospheric) بیشتر است.

ج) تغییرات شوری

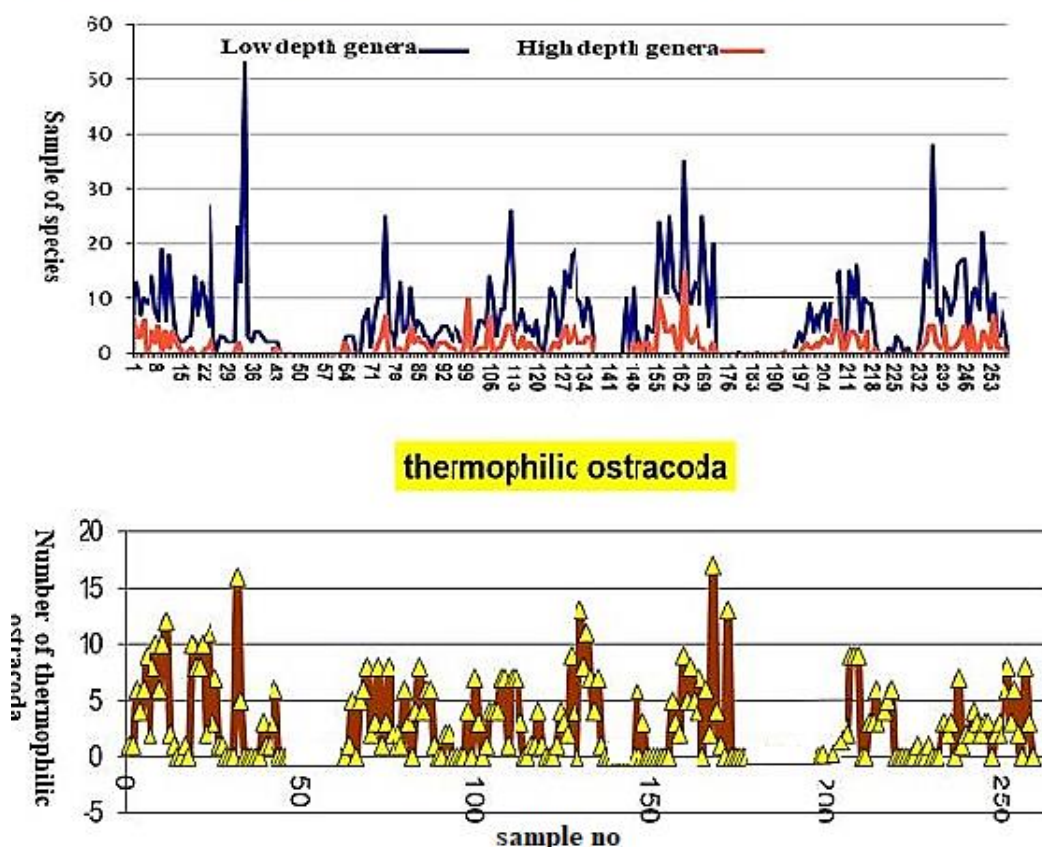
شوری اساسی‌ترین عامل تعیین‌کننده توزیع استراکدهاست؛ زیرا تأثیر تعیین‌کننده‌ای بر فیزیولوژی ارگانیسم دارد؛ به‌طور مثال، روزنفلد و وسپر (1977: Rosenfeld & Vesper) طی پژوهش‌های خود دریافتند که شکل کانال‌های منفذی طبیعی، در جنس *Cyprideis*، منعکس‌کننده میزان شوری آب‌هایی

حضور استراکدها در محیط‌های کم‌عمق به‌واسطه وجود نور، شرایط غذایی، اکسیژن و عوامل مشابه دارای فراوانی بیشترند و به‌سمت محیط عمیق‌تر به‌طور معمول کمیاب‌ترند. از طرف دیگر با افزایش عمق پایداری، شرایط محیطی افزایش پیدا می‌کند، در حالی که سطح انرژی محیط کاهش می‌یابد. افزایش عمق با کاهش اندازه دانه‌های رسوب، نفوذ نور و پوشش گیاهی همراه خواهد بود (2005: Cronin et al.). بر اساس مطالعات انجام‌شده (شکل ۸)، دمای آب در طول توالی رسوبات مطالعه‌شده در حال تغییر است که به فصول و عمق آب در طول زمان بستگی دارد. با توجه به اینکه دما در بخش‌های کم‌عمق حوضه نسبت به بخش‌های عمیق‌تر بیشتر

دریایی و آب شیرین دوام می‌آورند. بیشترین فراوانی گونه‌های استراکدا در این برش، مربوط به نمونه‌هایی است که براساس نظر باسیونی و لوگر (Bassiouni & Luger 1990) مربوط به شوری معمولی‌اند (جدول ۳).

است که در آن زندگی می‌کردند، به‌نحوی که در شوری کم، نسبت بالایی از منافذِ مُدور توسعه یافتند، در حالی که با افزایش شوری، نسبتِ منافذ کشیده و نامنظم افزایش یافته است. طبقه‌بندی مجموعه‌های آب شیرین از مجموعه‌های دریایی متمایزند و گونه‌های کمی به‌سختی در هر دو محیط

Paleogene	Neogene							System
Oligocene	Miocene							Series
Chattian	Aquitanian			Burdigalian				Stage
Qom								Formation
C1	C2		C3	C4	d	e	f	members
								Thickness
0	10	20	30	40	50	60	70	Sample No.
0100	0101	0102	0103	0104	0105	0106	0107	Lithology



شکل ۸- روند تغییرات دمایی استراکدا با توجه به عمق در برش شوراب، جنوب شرق قم

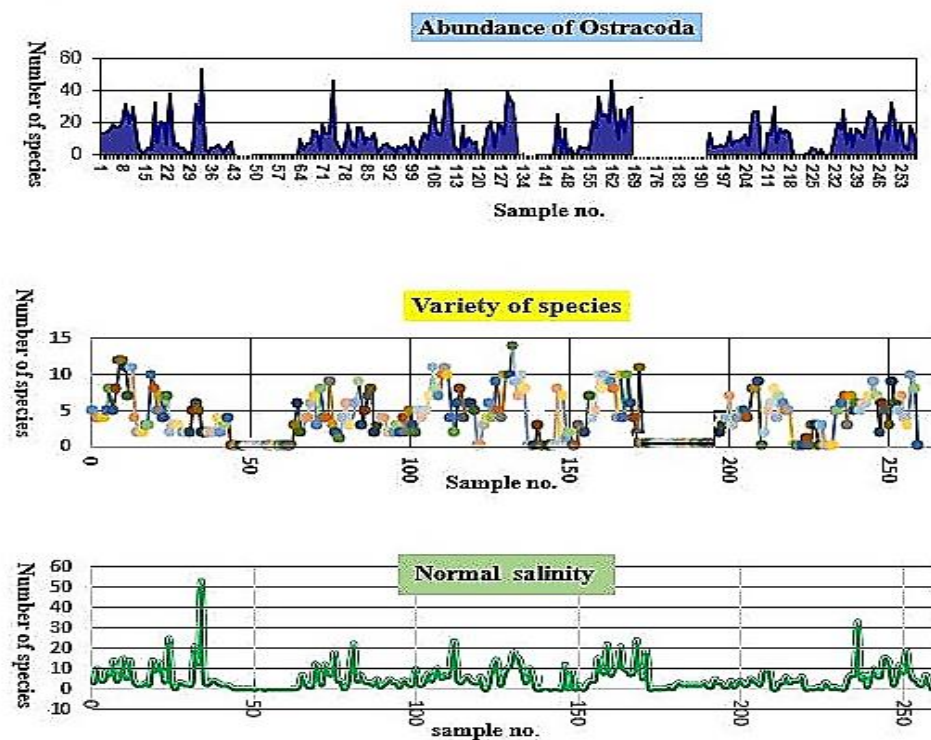
Fig 8- The trend of ostracoda temperature changes according to the depth in Shurab section, southeast of Qom

جدول ۳- درصد فراوانی استراکدا مربوط به محیط دریایی با شوری معمولی در برش شوراب، جنوب شرق قم

Table 3- The percentage of ostracoda abundance related to the marine environment with normal salinity in the Shurab section, southeast of Qom

Frequency	Species
22%	<i>krithe</i>
20%	<i>Cytherella</i>
16%	<i>Paracypris</i>
13%	<i>Ruggieria</i>
8%	<i>Hermanites</i>
4%	<i>Xestoleberise</i>
2%	<i>Loxoconcha</i>

Paleogene	Neogene						System	
Oligocene	Miocene						Series	
Chattian	Aquitainian			Burdigalian			Stage	
Qom							Formation	
C1	C2		C3	C4	d	e	f	members
							Thickness	
							Sample No.	
							Lithology	



شکل ۹- روند تغییرات شوری استراکدا نسبت به تنوع و فراوانی در برش شوراب، جنوب شرق قم

Fig 9- The trend of changes in ostracoda salinity in relation to diversity and abundance in Shurab section, southeast of Qom

تأثیرگذارمهم بر تنوع گونه‌های استراکد توجه داشت و به همبستگی مثبت بین گونه‌های استراکد و شوری اشاره نموده است.

مطابق شکل ۹ یک همبستگی مثبت بین شوری، تنوع گونه‌ها و تعداد فردی گونه‌ها در این مطالعه مشاهده شده است، شایان ذکر است که (Horne 2000) به شوری به عنوان یک عامل

نتیجه

سازند قم با ضخامت ۵۴۴ متر، در برش چینه‌شناسی شوراب واقع در جنوب شرق قم برونزد دارد. در این برش بخش‌های c1, c2, c3, c4 و e به ترتیب با ضخامت‌های ۳۰، ۱۱۳/۵، ۱۳، ۱۹ متر و بخش e با ضخامت ۴۹/۸ متر، براساس استراکدها در زیست چینه‌نگاری و پالئوآکولوژی مطالعه شده است. بر ساس شناسایی ۲۶۸۵ استراکد به دست آمده از ۲۵۵ نمونه از بخش‌های مذکور، ضمن تشخیص ۴۲ گونه متعلق به ۳۶ جنس از دو زیرراسته در راسته Podocopida، ۴ زون زیستی زیر شناسایی و معرفی می‌شود.

- 4- assemblage zone *Cyamocytheridea reversa Cytherella vulgate*
- 3- assemblage zone *Cytheridea Josephina Neonecidea gerda* 3-
- 2- *Quadrocytheris symmetric- Actinocythereis rosefieldensis* assemblage zone
- 1- *Cytheretta (Flexus) trifurcate - Cytherella obesa* assemblage zone

از زون‌های زیستی مذکور، زون زیستی ۱ به رأس بخش b و زون‌های زیستی ۲ و ۳ به بخش‌های c2 تا c4 و زون زیستی ۴ به بخش e تعلق دارد. در بخش c1 به دلیل وجود رخساره آهکی متراکم و نبود امکان جدایش استراکدها زون زیستی معرفی نشد.

براساس زون‌های زیستی شناسایی‌شده مذکور و استراکدهای موجود در آنها، برای بخش‌های c2 تا c4 سن اکی تانین و برای بخش e سن بوردیگالین پیشنهاد می‌شود.

برای رسوبات رأس بخش b براساس استراکدهای موجود در آن و برای بخش c1 ساس موقعیت چینه‌شناسی و مطالعات ناحیه‌ای، سن شاتین مشخص شد.

در مطالعات پالئوآکولوژی، استراکدهای موجود در رسوبات، رأس بخش b تا e تغییرات فراوانی و تنوع درخور توجهی تحت تأثیر تغییرات عمق، دما و شوری دیده می‌شود. این تغییرات نشان می‌دهد که محیط شکل‌گیری بخش‌های مذکور از نوسانات درخور توجهی در عمق برخوردار بوده‌اند، به‌طوری که حضور جنس‌های گرمادوست متعلق به نواحی

کم‌عمق نظیر *Actinocythereis* در رأس بخش b و قاعده بخش c2 و جنس‌های متعلق به نواحی عمیق‌تر نظیر *Cytheropteron* در قسمت‌های میانی تا انتهایی بخش c2 و قاعده مارنی بخش c3 حاکی از تغییرات عمق از عمق کم در رأس بخش b و قاعده بخش c2 به سمت عمق بیشتر در بخش میانی c2 تا قاعده c3 است.

این عمیق‌شدگی همچنان در قاعده بخش c4 نیز مشهود است، به‌طوری که جنس‌های سرمادوست نظیر *Cytherella*, *Krithe* و *Paracypris* در این قسمت از فراوانی درخور توجهی برخوردار می‌شوند، در حالی که به سمت رأس بخش c4 فراوانی سرمادوست کاهش یافته و جنس‌های گرمادوست متعلق به محیط‌های کم‌عمق‌تر نظیر جنس‌های *Pontocypris*, *Propontocypris*, *Actinocythereis* افزایش می‌یابد و در مجموع یک کم‌عمق‌شدگی را به سمت رأس این بخش نشان می‌دهد.

در بخش e نیز تغییرات فراوان و تنوع استراکدها حاکی از نوسانات عمق محیط در زمان شکل‌گیری این بخش است، به طوری که در ابتدای بخش e، فراوانی جنس‌های گرمادوست، نشانگر استقرار محیط کم‌عمق در ادامه محیط تبخیری بخش d است، اما به سمت بالا رفته و با افزایش فراوانی جنس‌های سرمادوست نظیر *Cytherella*, *Krithe* و *Paracypris* محیط عمیق‌تر شده است. در نیمه دوم بخش e نیز ابتدا با کاهش عمق جنس‌های گرمادوست و در انتهای آن با افزایش عمق، جنس‌های سرمادوست فراوان شده‌اند.

استراکدهای شناسایی‌شده در بخش‌های مطالعه‌شده نشان می‌دهد بیشترین فراوانی در طول نهشت‌شدن توالی مذکور متعلق به گونه‌های گرمادوست بوده است. همچنین مطالعات شوری نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی گونه‌ها در بخش‌های مذکور، متعلق به گونه‌های مربوط به محیط دریایی با شوری معمولی است.

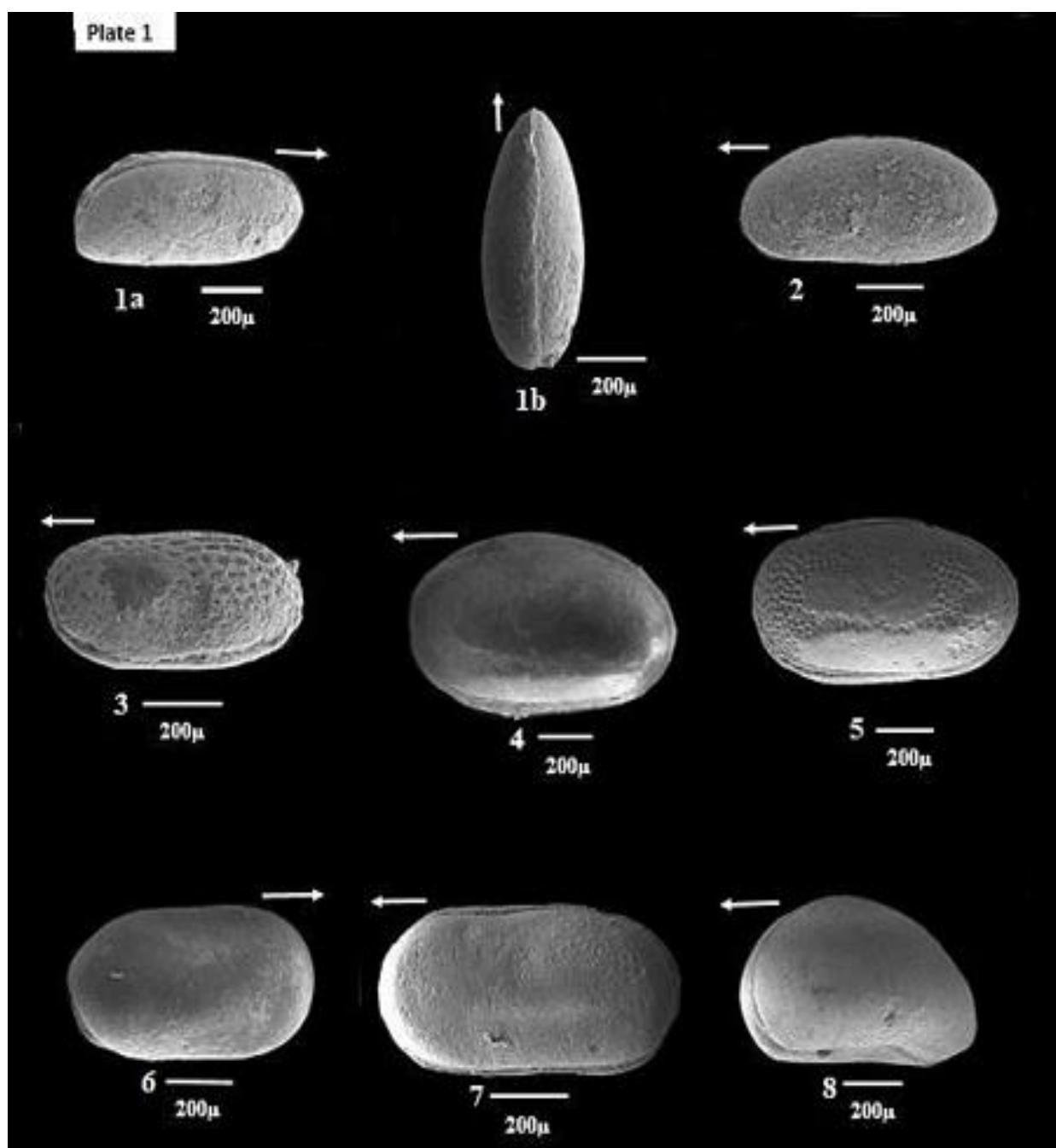


Plate1- Fig. 1: *Krithe* sp., a) Right valve, b) Dorsal view Sample No. Sh.5950 Fig. 2: *Disopontocypris schwejeri* Van Den Bold 1966, Left valve, Sample No.Sh.6153 Fig.3: *Cytheretta* cf. *semipunctata* Bornemann, 1885, Left valve, Sample No.Sh.6101 Fig.4: *Cytherella* sp., Left valve, Sample No. Sh. 5952 Fig.5: *Cytherella* sp.1, Left valve, Sample No.Sh.6187 Fig.6: *Cytherella protuberans* Lyubimova, Guha and Mohan, 1960, Right valve, Sample No. Sh.6052 Fig.7: *Cytherella vulgata* Ruggieri 1962, Left valve Sample No.Sh.6150 Fig.8: *Xestoleberis* sp., Left valve, Sample No.Sh.6009

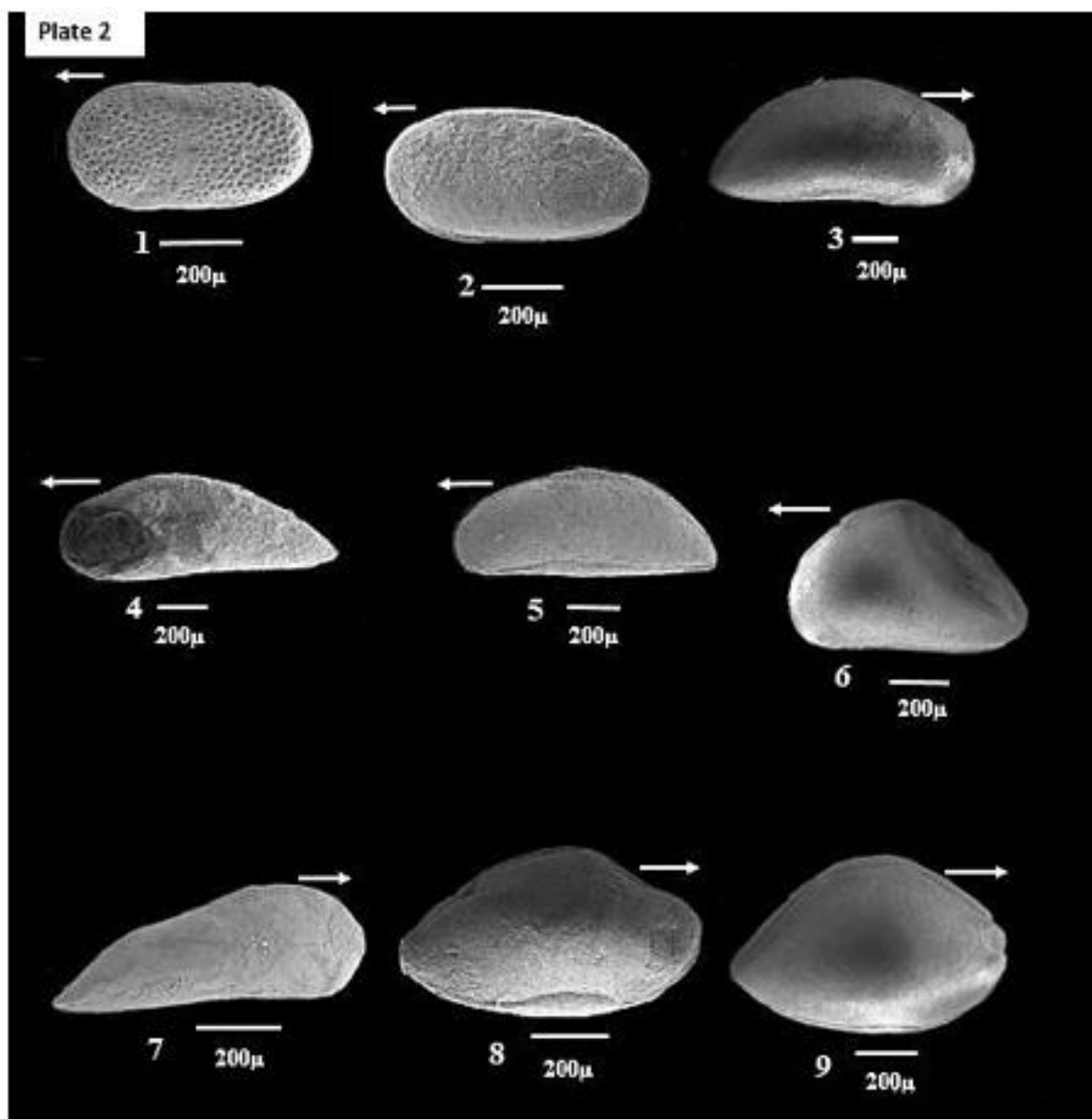


Plate 2- Fig1: *Platella parapunctata* Whatley & Downing 1983, Left valve, Sample No. Sh.6070 Fig. 2: *Cyamocytheridea reversa* Egger, 1858, Left valve Sample No. Sh.6151 Fig3: *Paracypris* sp. Right valve, Sample No.Sh.6152 Fig4: *Paracypris pandyai* Khosla 1978, Left valve, Sample No.Sh.5950 Fig5: *Macrocypris decora* Brady 1866, Left valve, Sample No.Sh.6097 Fig6: *Propontocypris herdmani* Scott, 1905, Left valve Sample No. Sh.6150 Fig7: *pontocypris* sp., Right valve, Sample No.Sh.6160 Fig8: *Bairdoppilate rajanathi*, Teweri and Tandon 1960, Right valve Sample No.Sh.6014 Fig9: *paranesidea gajensis* Khosla, 1979, Right valve, Sample No.Sh. 6072

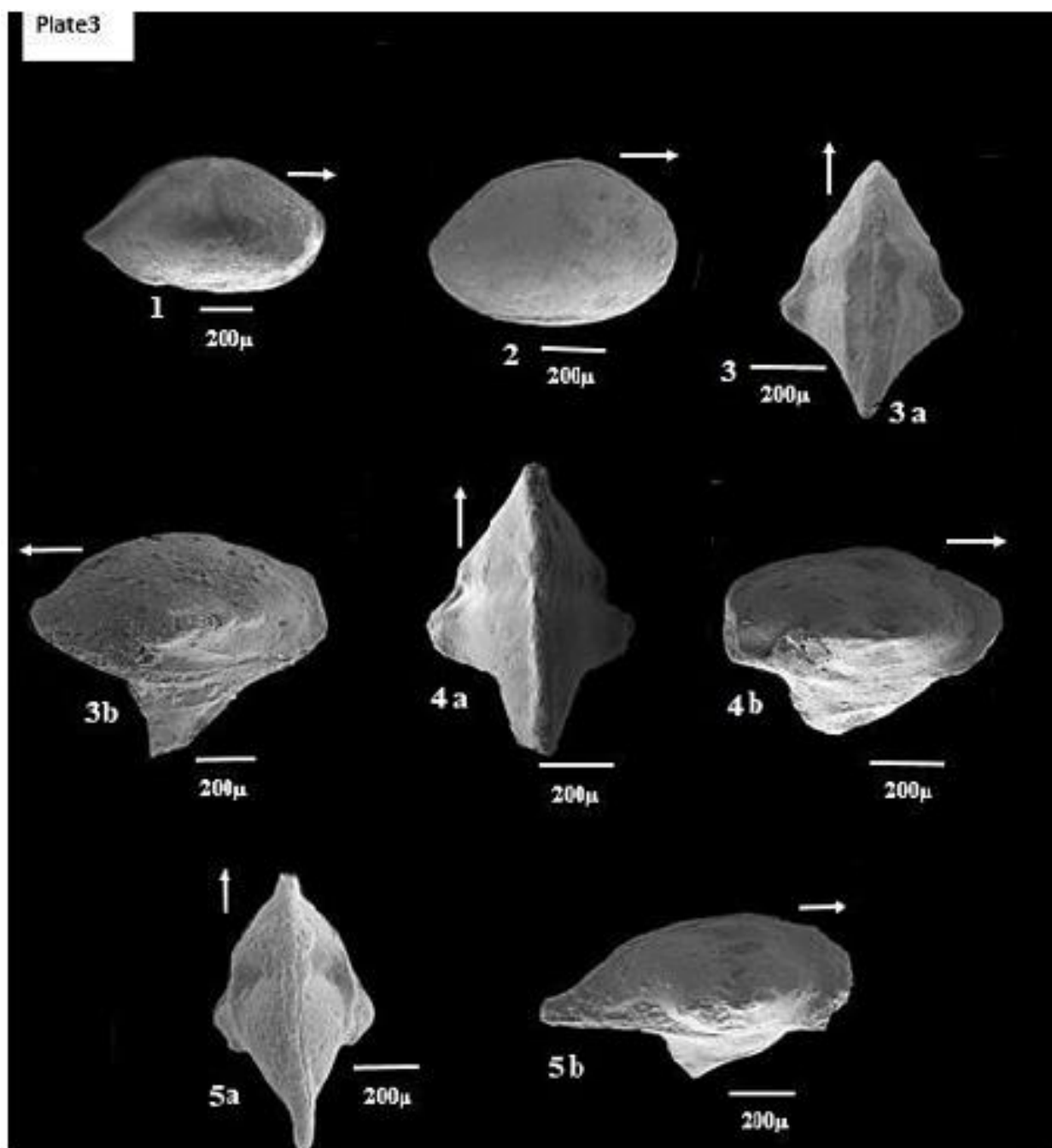


Plate 3- Fig 1: *Neonecidea gerda* Maddocks 1969, Right valve Sample No Sh. 6027 Fig2: *Bairdoppilata* sp. cf. *B. subdeltoidea* (Münster), Right valve Sample No.Sh.6184, Fig3: *Bythoceratina nealei* Khosla & Nagori 1989,a) Dorsal view b) Right valve, Sample No.Sh. 6050, Fig4: *Cytheropteron* sp. a) Dorsal view b) Left valve, Sample No.Sh.6195 Fig5: *Pijenborchala* sp. a) Dorsal view b) Right valve, Sample No.Sh. 6072

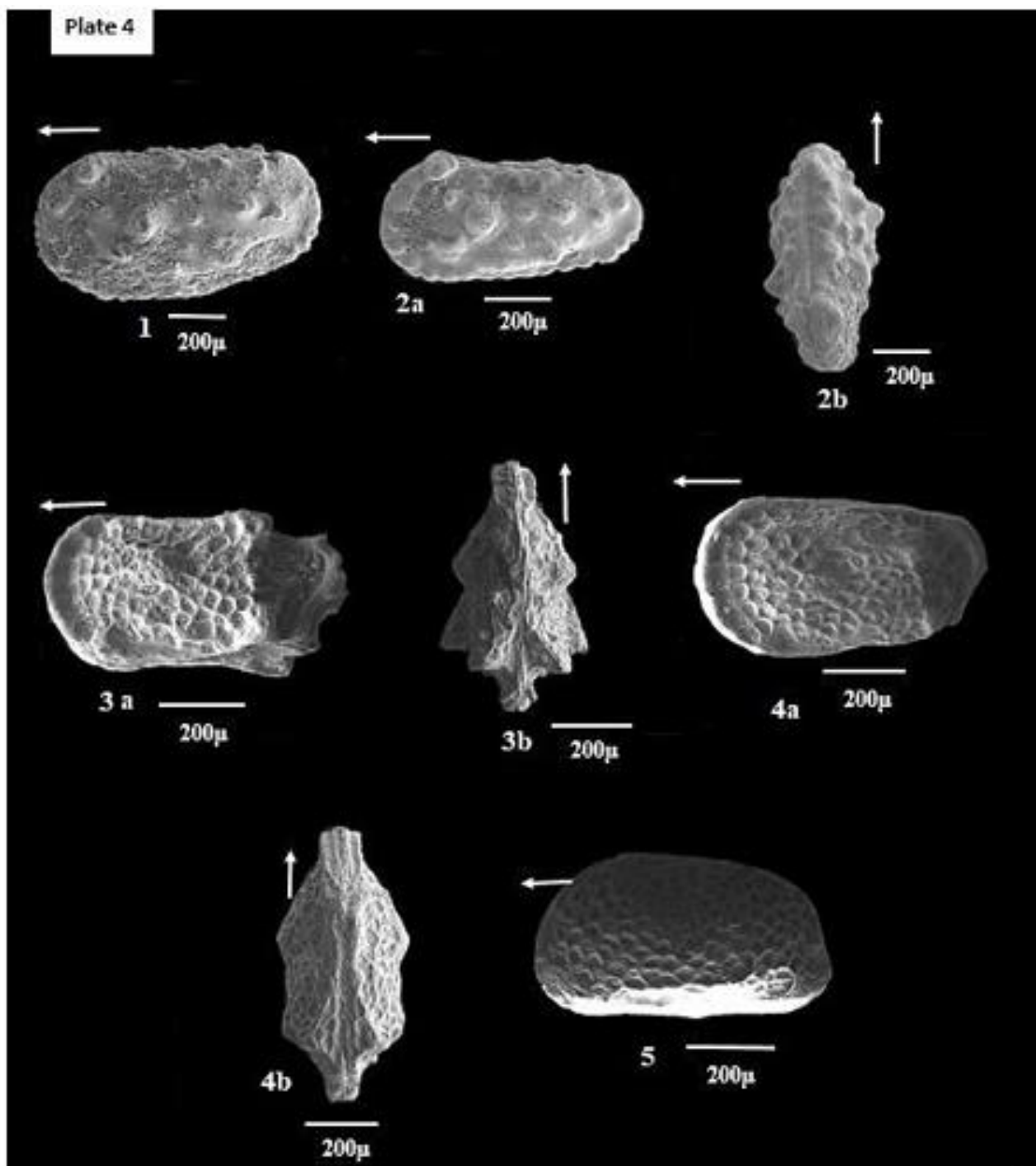


Plate4- Fig 1: *Actinocythereis rosefieldensis* Howe and Law, 1963, Left valve, Sample No.Sh.5964 Fig2: *Actinocythereis levinsoni* Bhatia & Mandwal 1960, a) Left valve b) Dorsal view, Sample No.Sh.6200 Fig3: *Grinioneis haidingeri* Reuss, 1850 a) Left valve b) Dorsal view, Sample No.Sh.6108 Fig 4: *Hermanites* sp. a) Left valve b) Dorsal view, Sample No.Sh.6198, Fig5: *Quadrocytheris symmetric* Hornibrook, 1952, Left valve, Sample No.Sh.5953

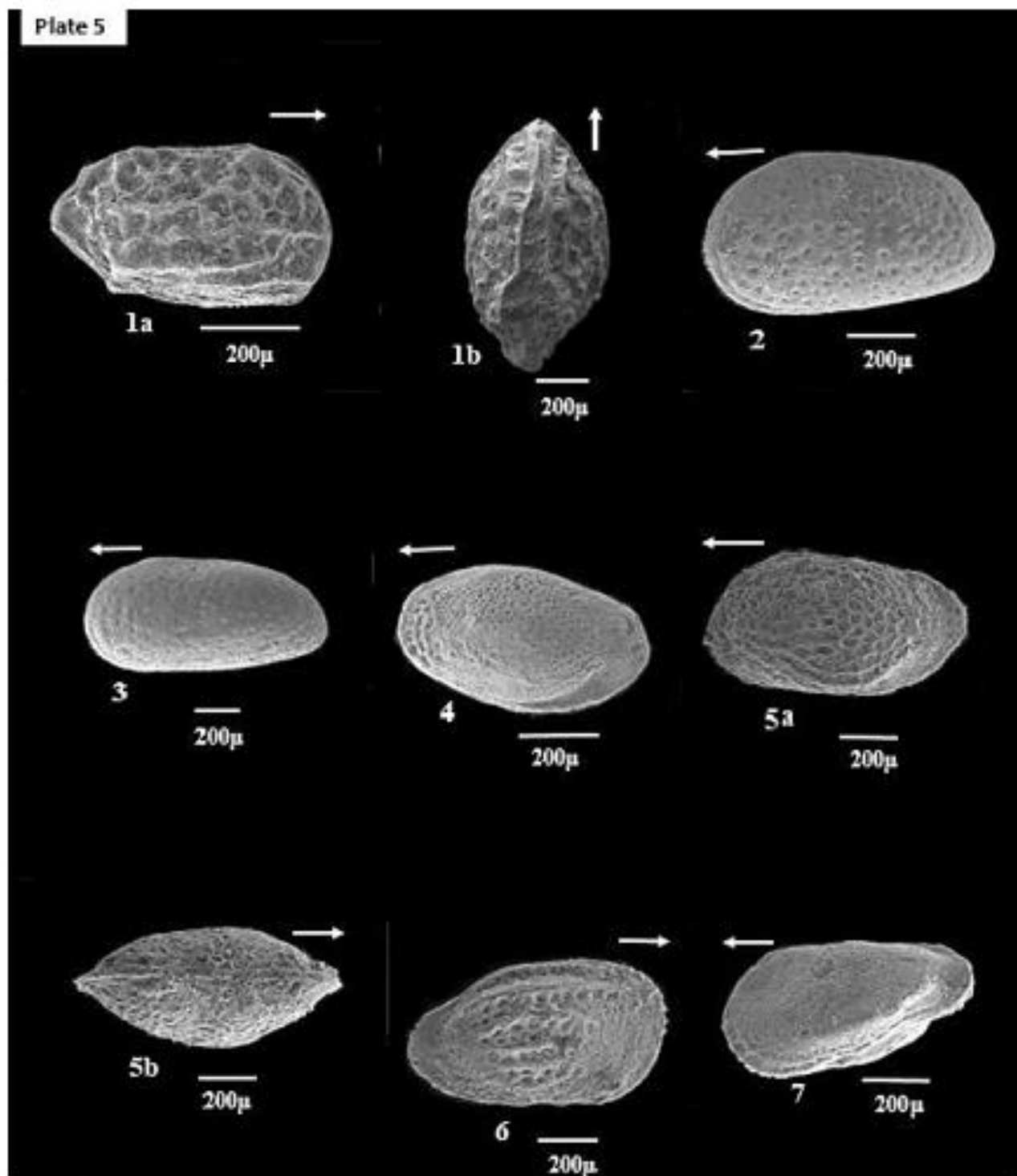


Plate 5- Fig 1: *Cnestocythere truncata* Reuss, 1850, a) Right valve b) Dorsal view, Sample No.Sh.6106 Fig2: *Cytheridea josephinae* Kollmann 1960, Left valve, Sample No.Sh.6151 Fig3: *Cyprideis* sp. Left valve, Sample No.Sh.6144 Fig 4: *Loxoconcha punctatella* Reuss, 1850 Left valve, Sample No.Sh.6183, Fig5: *Sagmatocythere raiai* Aiello & Szczechura, 2004, a) Left valve b) Dorsal view Sample No.Sh.6153 Fig 6: *Ruggieria* aff *dorukae* Bassiouni, 1979, Right valve, Sample No.Sh.5950 Fig7: *Ruggieria* sp., Left valve, Sample No.Sh.6050

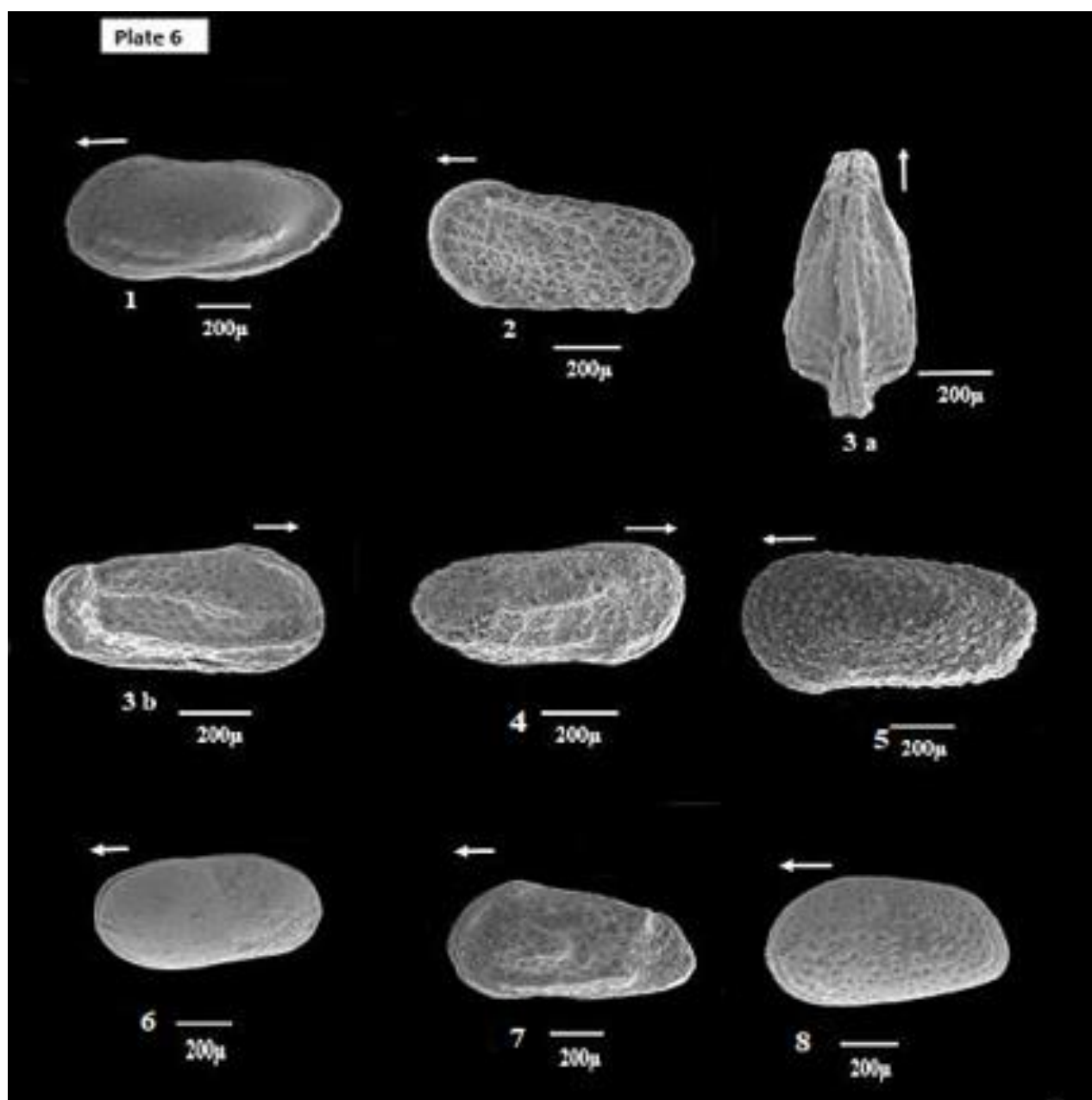


Plate 6- Fig 1: *Bosqutina* sp., Left valve, Sample No.Sh.6013 Fig2: *Cletocythereis* cf. *rastromarginata* Brady, 1880, Left valve, Sample No.Sh.6086 Fig3: *Cytheretta* (*Flexus*) *trifurcata* Lyubimova & Guha 1960, a) Dorsal view b) Right valve Sample No.Sh.6160 Fig 4: *Neocaudites* sp, Right valve, Sample No.Sh.6072, Fig5: *Echinocythereis* sp., Left valve Sample No.Sh.6158 Fig 6: *Miocyprides ovalis* Khalaf, 1993, Right valve, Sample No.Sh.5903 Fig7: *costa edwardsi* Roemer, 1838, Left valve, Sample No.Sh.5905 Fig8: *Cytherella obesa* Jones, Kirkby & Brady, 1884 Left valve, Sample No.Sh.5908

References

- Alvarez-Zarikian C.A. Soter S. and Katsonopoulou D. 2008. Recurrent submergence and uplift in the area of ancient Helike, Gulf of Corinth, Greece: microfaunal and archaeological evidence. *Journal of Coastal Research*, 24(1A): 110–125.
- Bassiouni M. A. A. and Luger P. 1990. Maastrichtian to Early Eocene ostracoda from southern Egypt. *Paleontology, Paleoecology, Paleobiography and Biostratigraphy. Berliner Geowissenschaftlichen. Abhandlungen, Berlin*, 24(2): 755-928.
- Bate R. H. 1971. The distribution of recent ostracoda in the Abu Dhabi Lagoon, Persian Gulf. *Paléocéologie des Ostracodes, Colloque Pau (1970), Centre Rech. Bull Rech Pau-SNPA*, 5: 239-259.
- Benson R. H. 1964. Recent marine podocopid and platycopid ostracodes of the Pacific. *Publ. Staz. Zool., Napoli*, 33: 387-420.
- Benson R.H. 1961. Ecology of Ostracode Assemblage. In: Moore, R.C., Ed., *Treatise on Invertebrate Paleontology. Pt. Q, Arthropoda*, 3: 56-63.
- Brady G. S. Crosskey H. W. and Robertson D. 1874. A monograph of the post-Tertiary Entomostraca of Scotland including species from England and Ireland. *Paleont. Soc. London*, p 274.
- Cahuzac P.B. & Poignant A. 1997. An attempt of biozonation of the European basin, by means of larger neritic foraminifera. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 168: 155-169.
- Cronin T.M. Kamiya T. Dwyer G.S. Belkin H. Vann C.D. Schwede S. and Wagner R. 2005. Ecology and shell chemistry of *Loxoconcha matagordensis*. *Palaeogeogr, Palaeoclimatol, Palaeoecol*, 225(1-4): 14– 67.
- Daneshian J. and Akrami Z. 2014. A report of ostracoda from the Qom Formation, b Member in northwest Qom. In: the 32nd National and 1st International Geoscience Congress Fundamental Geology, Mashhad, Iran, p. 264. [In Persian].
- Daneshian J. and Ramezani Dana L. 2007. Early Miocene benthic foraminifera and biostratigraphy of the Qom Formation, Deh Namak, Central Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, 29:844–858.
- Daneshian J. and Goodarzi M. 2017. Biostratigraphy and paleoecology of the e Member of Qom Formation based on ostracoda at Cheshmeh Boroun section, West Qom. *Iranian Journal of Geology*, 44:35-54. [In Persian].
- Daneshian J. and Kiani M. 2017. Role of Kriteh species of ostracods in studying of a Member of Qom Formation, The 35th Symposium on Geosciences, Geological survey of Iran, Tehran, Iran. [In Persian].
- Daneshian J. and Tarighati M. 2012. Miocene Ostracods from Dochah section in northwest Qom. In: the 6th Symposium of Iranian paleontological Society, Jolfa, Iran. P. 57. [In Persian].
- Daneshian J. and Vadooni S. 2010. First report of ostracoda from e Member of the Qom Formation in Kuh-e-Dobaradar, southeast Qom. 14th Symposium of Geological society of Iran, Uroumieh, Iran. [In Persian].
- Ehsani N. Yassini I. Mostafavi N. and Daneshian J. 2013. Miocene ostracods from e Member of Qom Formation in Kamar Kuh stratigraphic section, West of Qom. *Naturalista sicil* 113-121. [In Persian].
- Eglington C. 2019. Marine ostracoda (Crustacea) from the Late Oligocene Gellibrand Marl, Otway Basin, Victoria, Australia. *Proceedings of the Royal Society of Victoria*, 131(2): 53-73.
- Furrer M. A. and Soder P. A. 1955. The Oligo-Miocene Marine Formation in the Qom region (Central Iran), *Proc. 4th World Petrol. Conger. Rom, Sect. I/A/5*, 267-277.
- Gammudi A.M. 1990. Biostratigraphy and ostracoda faunas of the Miocene Marada Formation of the eastern Sirt Basin, Libya, Thesis: Summary: VI.
- Gross M. 2006. Mittelmiozane Ostracoden aus dem Wiener Becken (Badenium/Sarmatium, Österreich), Dissertation Karl-Franzens-Universität Graz, 1– 334.
- Hadavi F. 2002. Study of ostracoda and Lithology of Qom Formation in Douch section, 21th geosciences symposium, Geological Survey of Iran, 49-46. [In Persian].
- Hartmann G. and Köhl C. 2012. Zur Variabilität der Oberflächensornamente der Schalen lebender Ostracoden-Populationen. *Mitt hamb. zool. Mus. Inst*, 75: 221–223.
- Horne D.J. and Martens K., 2000, *Evolutionary biology and ecology of ostracoda*, Volume 148 of *Developments in Hydrobiology*, Springer Science & Business Media, p 64, 71.
- Hosseini-pour F. Vaziri M. R. and Hassani M.J. 2010. Oligo-Miocene ostracoda and their paleoecology in the Bujan area, Sirjan. *Sedimentary Facies*, 2:163-172. [In Persian].
- Ikeya N. and Suzuki C. 1992. Distributional patterns of modern ostracodes off Shimane Peninsula, southwestern Japan Sea. *Reports of the faculty of Science, Schizuoka University*, 26: 91-137.
- Jalali M. 2017. Lithostratigraphy, biostratigraphy and sequence stratigraphy of Qom Formation in east Qom-Garmmsar area (Central Iran Basin). PhD thesis Shahid Beheshti University, Tehran, Iran, 39: 83-102. [In Persian].
- Jones T.R. 1849. A Monograph of the Entomostraca of the Cretaceous Formation of England. *Mon. Palaeontogr. SOC.London*.

- Khosla S.C. 1978. Lower Miocene ostracoda from Jamnagar and Porbandar Districts, Gujarat, India. *Micropaleontology*, 24(3): 251-290
- Krstic N. 1979. Ostracoda of the Lower Miocene in the area between Shams Abad and Rahniz, Iran, *Annales géologiques des Pays helléniques*. Athens Tome Hors Serie Fase 11: 673-697.
- Maddocks R. F. 1964. Recent ostracodes of the family Pontocyprididae chiefly from the Indian Ocean. *Smithsonian contr. Zool*, 7:1-56.
- Manica R. 2015. A New species of Trachyleberididae (Ostracoda, Crustacea) from the Early Miocene of the Pelotas Basin, Southernmost Brazil. *Ameghiniana*, 53: 52-57.
- Moore R.C. 1961. Ostracoda. In: Moore, R.C. (Eds.), *Treatise on Invertebrate Paleontology*. Part Q. Arthropoda 3: Crustacea. Geological Society of America and University of Kansas Press, Lawrence, Kansas, ch 1: 1-99.
- Nishath N. M. Hussain S. M. Neelavnnan K. Thejasino S. Saalim S. and Rajkumar A. 2017. Ostracod biodiversity from shelf to slope oceanic conditions, off central Bay of Bangal, India. *Paleogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology*, 483: 70- 82.
- Paik K.Ho. 1977. Regionale Untersuchungen Zur Verteilung der Ostracodenim Persischen Golf und im Golf, von Oman. "Meteor" Forsch. Ergenbnisse, Reihe C, 28: 37-76. 17.
- Perçin Paçal F. 2011. The ecology of the ostracoda (Crustacea) species obtained from the coasts of Iskenderun Bay (Eastern Mediterranean Sea). *Institute of Experimental Medicine Research, Department of Genetics*, 17(2):127-144.
- Peypouquet J.P. 1975. Les variations des caractres morphologique internes chez les ostracodes des genres *Krithe* et *Parakrithe*: relation possible avec la teneur en O₂, dissout dans l'eau. *Znst. Gkol. Aquitaine*, 81-88.
- Peypouquet J.P. Grousset F. and Mourguiart P. 1986. Paleooceanography of the Mesogean Sea based on ostracods of northern Tunisian continental shelf between the Late Cretaceous and Early Paleogene. *Geologisches Ronschau, Stuttgart*, 75(1): 159-174.
- Pezelj D. Sremac J. and Sokač A. 2007. Paleoecology of the Late Badenian foraminifera and ostracoda from the SW Central Paratethys (Medvednica Mt., Croatia). *Geologia Croatia*, 60(2): 139-150.
- Puri H.S. 1953. The ostracode genus *Trachyleberis* and its ally *Actinocythereis*. *Am. Midland Naturalist*, 49(1): 171-185.
- Rosenfeld A. and Vesper B. 1977. The variability of the sieve pores in recent and fossil species of *Cyprideis torosa* (Jones, 1850), as an indicator for salinity and palaeosalinity. In: Löffler, H. & Danielopol, D. (eds) *Aspects of Ecology and Zoogeography of Recent and Fossil Ostracoda*. Dr W. Junk b.v., The Hague, 55-67.
- Rosenfeld A. & Raab M. 1974. Cenomanian-Turonian Ostracodes from the Judea Group in Israel. *Bull. tieol. Surv. Israel, Jerusalem*, 62: 1-64
- Tarighati M. 2012. Stratigraphic distribution of ostracoda in the Qom Formation at Kuh-e- Dochah, northwest Qom. Kharazmi University, Tehran, Iran. Thesis, p 93
- Tietze E. 1875. Ein Ausflug nach dem Siahkuh (Schwarzer Berg) in Persian, *Mitt. Ges. Wien*, 18(8): 257-267.
- Sars G.O. 1866. Oversigt af Norges marine ostracodes. *Norske Videnskaps-Akademiens Forhandlinger*, 1865: P 1-130.
- Shahin, A. 2000. Albian Ostracodes from Northern Sinai, Egypt. The second International Conference on Basic Sciences and Advanced Technology (BSAT-II), November, 5-7, Assiut University. p 129-156.
- Soder P. A. 1959. Detailed investigations on the marine formation of Qom, unpubl. 2 Report: N.I.O.C. Gr., No. 185: 58
- Stocklin J. and Sotudehnia A. 1971. Stratigraphical Lexicon of Iran, Min. Ind.Min., Geol.Sur. Iran. Part 1: Central, North and East Iran. Geological Survey of Iran, Report No. 18: 376.
- Sylvester-Bradley 1974. Proceedings of the Geologists. Association, 91(1): 4-8.
- Tunoglu C. 2001. Burdigalian-Langhian (Miocene) ostracod biostratigraphy and chronostratigraphy of the Kasaba Basin (KAS/ANTALYA), SW Turkey. *Geologica Carpathica*, 52(4): 247-258.
- Van Morkhoven F.P.C.M. 1963. Post – Paleozoic Ostracoda: Their Morphology, Taxonomy and Economic Use, Generic Descriptions. Elsevier Publishing, Amsterdam. vol II, 478 p.
- Yazdi-Moghadam M. 2019. Biostratigraphy and lithostratigraphy of the Oligo-Miocene marine deposits (Qom Formation) in an area from south of Qom to north of Khoy. PhD thesi Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. [In Persian].