

میکروبیواستراتیگرافی و پالئواکولوژی سازند قم در برش گوپلر، جنوب باختر استان زنجان

حمیده نوروزپور*

دانشکده علوم، گروه زمین شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران، صندوق پستی ۳۶۹۷-۱۹۳۹۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۱۳

* hamideh.noroozpour@pnu.ac.ir

چکیده

یک برش چینه‌شناسی به ضخامت ۱۵۵ متر به جهت تعیین ویژگی‌های بیوزوناسیونی و پالئواکولوژیکی نهشته‌های قم در جنوب باختری استان زنجان، ناحیه ساختاری ایران مرکزی انتخاب شده است. بررسی‌های صحرایی نشان می‌دهد سازند قم از سنگ آهک‌های کرم تا قهوه‌ای رنگ نازک تا ضخیم لایه، سنگ آهک ماسه-ای، تناوب شیل و مارن سبز، سنگ آهک ریفی-مرجانی و تناوب مارن سبز و آهک آرژیلیتی تشکیل شده است. براساس مطالعات دیرینه‌شناسی، در مجموع تعداد ۲۴ جنس و ۱۸ گونه شامل ۱۷ جنس و ۹ گونه از فرامینفرای بنتیک و ۷ جنس و ۹ گونه از فرامینفرای پلانکتونیک شناسایی شده است که بر مبنای گسترش چینه-شناسی فرامینفرای، یک بیوزون تجمع‌ی به نام Borelismelocurdicta- Borelismelomelo Assemblage zone به سن بوردیگالین (میوسن پیشین) با قطعیت برای سازند قم تشخیص داده شده است و ۵ متر قاعده‌ای نهشته‌های قم منطبق بر روی سنگ‌های ولکانیکی به سن احتمالی آکیتانین (?) در نظر گرفته شده است. بررسی شواهد پالئواکولوژیکی از جمله فراوانی اجتماعات فسیلی، مورفوتایپ‌ها، نوع دیواره فرامینفرای بنتیک و پلانکتونیک و حضور فراوان مرجان‌های ریف‌ساز با همزیستی جلبک‌ها، دریای قم دارای شوری نرمال و درجه حرارت نیمه گرم تا گرم داشته است. همچنین تغییرات نور در دریای قم عمدتاً در محدوده‌های مزوفوتیک-الیگوفوتیک و آفوتیک بوده است. براساس عمق زیست دیرینه آلوکم‌ها، رسوب‌گذاری سازند قم احتمالاً در یک شلف کربناته در محیط‌های لاگون، سد تا بخش‌های عمیق دریای باز اتفاق افتاده است.

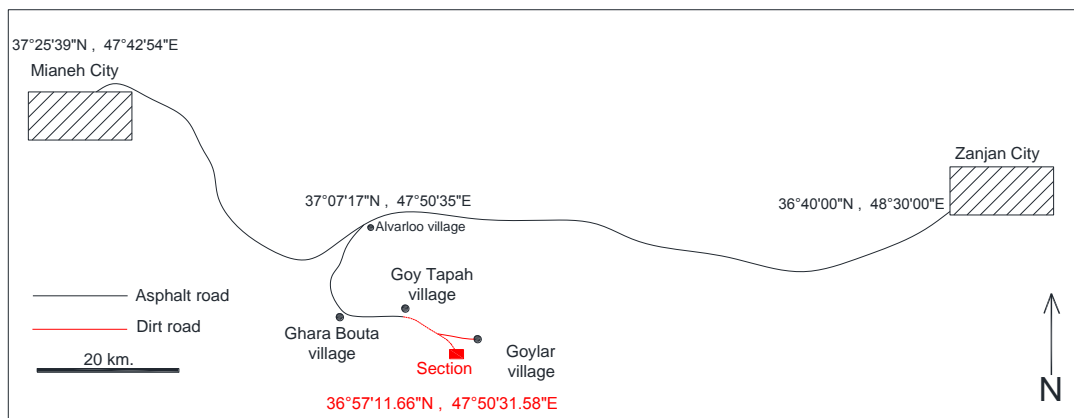
کلمات کلیدی: سازند قم، بیواستراتیگرافی، پالئواکولوژی، میوسن، بوردیگالین

مقدمه

ها، (e) مارن‌های سبز و (f) سنگ آهک. همچنین Aباie و همکاران در سال (۱۹۶۴) سازند قم را در برش تیپ به ده عضو به سن شاتین تا بوردیگالین تقسیم کردند. سرانجام Bozorgnia در سال (۱۹۶۶) سازند قم را به ۹ عضو (a, b, c₁, c₂, c₃, c₄, d, e, f) به سن روپلین تا بوردیگالین تقسیم-بندی کرد که توسط کمیته ملی چینه‌شناسی ایران پذیرفته شد.

همان‌طور که ذکر شد برش چینه‌شناسی گوپلر در جنوب باختری استان زنجان قرار گرفته است. جهت دسترسی به این برش، می‌توان از طریق جاده آسفالته زنجان-میانه، مسیر ۷۰ کیلومتر را به سمت شهرستان میانه طی کرد، سپس می‌بایست به سمت جنوب و به طرف روستاهای قره بوت و گوی تپه تغییر مسیر داد و از طریق راه خاکی به طرف روستای گوپلر و برش مورد مطالعه دسترسی پیدا کرد (شکل ۱). تصویر ماهواره‌ای از برش گوپلر در شکل ۲ نمایش داده شده است. به لحاظ جایگاه زمین‌شناسی، این برش در ناحیه ساختاری ایران مرکزی قرار گرفته است (شکل ۳).

سازند قم در نواحی ایران مرکزی، سنج سیرجان و کمان ماگمایی ارومیه - دختر توسط محققان زیادی مورد مطالعه قرار گرفته است. زمان رسوب‌گذاری سازند قم در نواحی مذکور متفاوت بوده است به‌گونه‌ای که در مناطقی از جمله سبزوآران و قم، این پیشروی درالیگوسن پیشین و در آذربایجان در میوسن پیشین بوده است (Aghanabati, 2005). منطقه ایران مرکزی در طول فرورانش صفحه آفریقایی / عربی به صفحه ایران نشأت گرفته و این روند در دوران مزوزوئیک آغاز شده است. این فرورانش منجر به اتصال صفحه ایران به صفحه عربستان و بسته شدن اقیانوس نئوتتیس شده است. از این‌رو، یک کمان ماگمایی و دو حوضه جلو کمانی و پشت کمانی ایجاد شده است که حوضه قم در بخش حوضه پشت کمانی تشکیل شده است (Berberian, 1983). در سال ۱۹۵۵ میلادی، Soder و Furrer (1955) حوضه قم را به شش عضو a تا f تقسیم کردند: (a) سنگ آهک قاعده‌ای، (b) مارن‌های ماسه‌ای، (c) تناوب مارن و سنگ آهک، (d) تبخیری



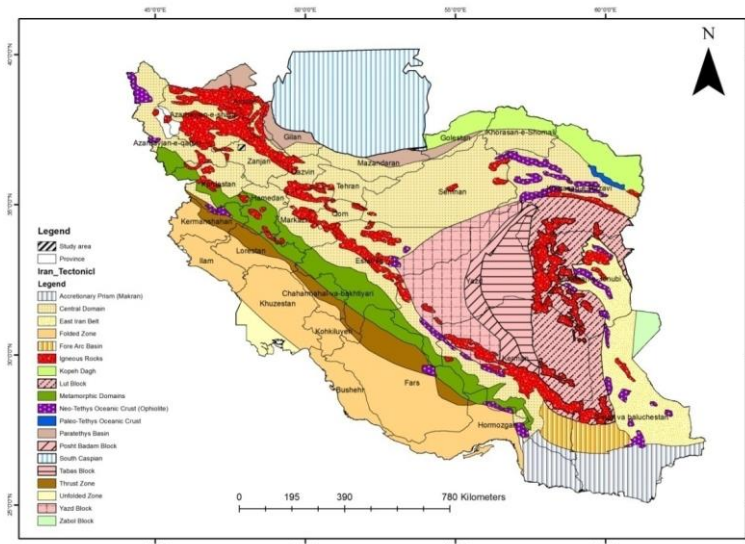
شکل ۱- موقعیت جغرافیایی برش چینه شناسی گویلر.

Fig. 1. Geographical location of the Goylar stratigraphic section.



شکل ۲- تصویر ماهواره‌ای از برش مورد مطالعه (برگرفته از (Satellite Google Earth).

Fig. 2. Satellite image from the studied section (Google Earth).



شکل ۳- جایگاه زمین‌شناسی برش گویلر در ناحیه باختر ایران مرکزی (برگرفته از تقسیمات نواحی ساختاری ایران، 2005، Aghanabati).

Fig. 3. The geological setting of Goylar section at western Central Iran.

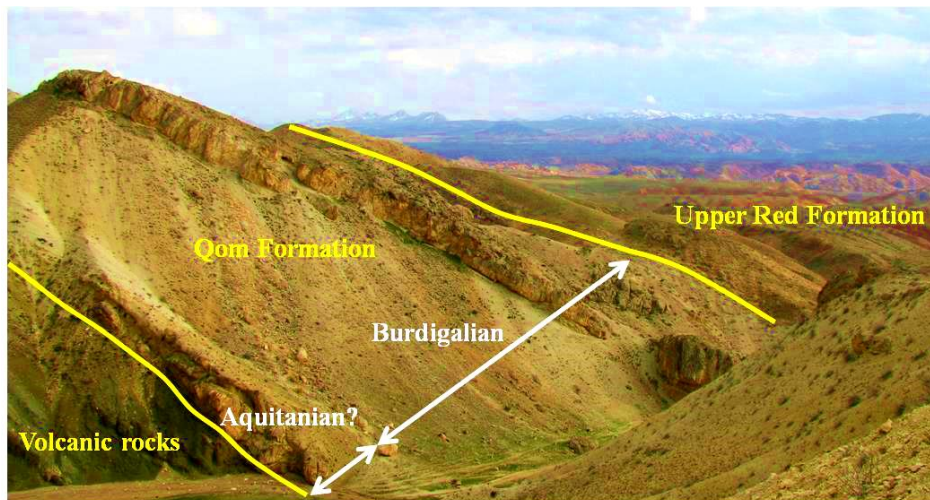
در این محدوده رخنمون ندارد. سازند قم از قاعده شامل: سنگ آهک کرم رنگ ضخیم‌لایه، سنگ آهک کرم روشن نازک تا متوسط لایه هوازده، سنگ آهک ماسه‌ای سفید تا کرم‌رنگ نازک تا متوسط لایه پرفسیل، تناوب شیل و مارن سبز، سنگ آهک قهوه‌ای روشن ضخیم‌لایه پرفسیل،

روش کار

نهبشته‌های قم در برش گویلر به ضخامت ۱۵۵ متر از لحاظ مرز سنگ چینه‌نگاری بر روی سنگ‌های ولکانیکی از جنس توف، بازالت و آندزیت به صورت ناپیوستگی آذرین پی قرار گرفته‌اند. در حقیقت سازند قرمز زیرین

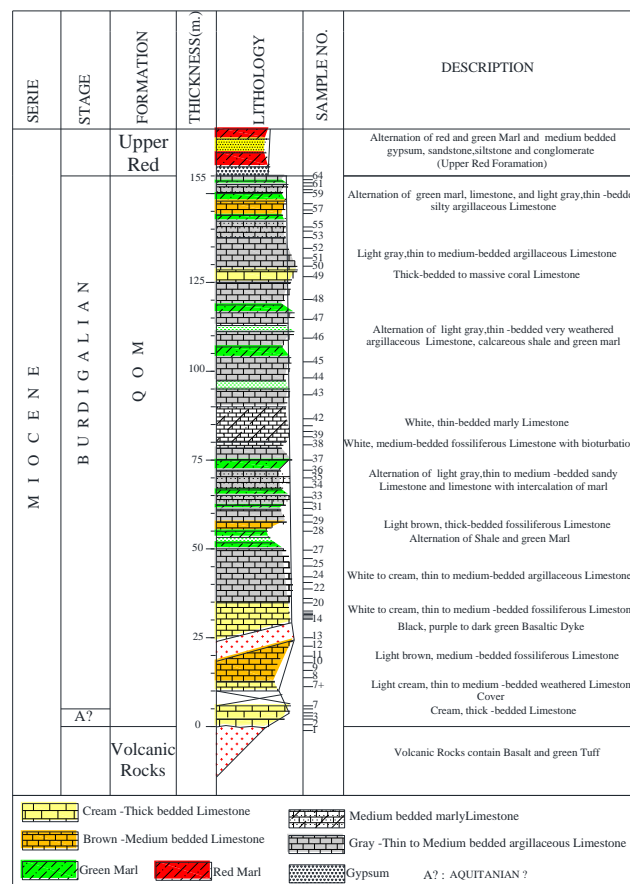
بالایی به صورت ناپیوستگی هم شیب قرار گرفته است. با توجه به خصوصیات سنگی-زیستی، می‌توان این بخش از سازند قم را معادل عضو f از برش تیپ در نظر گرفت. تصویر صحرایی و ستون چینه‌نگاری سازند قم در شکل های ۴ و ۵ ارائه شده‌اند.

تناوب سنگ آهک ماسه‌ای با مارن، سنگ آهک پرفسیل با هندسه آشفته‌گی زیستی، سنگ آهک ریفی-مرجانی، سنگ آهک نازک لایه تا متوسط لایه به رنگ خاکستری روشن و تناوب مارن سبز و آهک آرژیلیتی سیلتی. همچنین یک دایک بازالتی به رنگ سبز تا ارغوانی تیره در درون نهشته‌های قم نفوذ کرده است. بر روی سازند قم نهشته‌های سازند قرمز



شکل ۴- تصویر صحرایی از برش چینه‌شناسی گویلر- نگاه به سوی جنوب خاور.

Fig. 4. The field-photograph from Goylar stratigraphic section, look to the southeast.



شکل ۵- ستون سنگ‌گاری سازند قم در برش گویلر.

Fig. 5. Lithostratigraphy of the Qom Formation in Goylar stratigraphic section.

زیست چینه نگاری

دلیل شباهت فونای سازند قم با سازند آسماری در ناحیه زاگرس، مطالعات زیست چینه نگاری سازند قم عمدتاً براساس بیوزوناسیوهای انجام شده توسط Wynd (۱۹۶۵) و Adams و Bourgeois (۱۹۶۷) برای سازند آسماری انجام گرفته است. Wynd (۱۹۶۵) برای نهشته‌های میوسن حوضه زاگرس، ۲ بیوزون به شرح زیر مشخص کرده است:

Austrotrillina howchini
Peneroplisevolutus assemblage zone # 59
Borelismelocurdica zone # 61

Adams و Bourgeois در سال (۱۹۶۷) نیز برای این نهشته‌ها ۲ بیوزون و ۲ زیرزون به شرح زیر معرفی کرده‌اند:

- 1- *Borelismelo* group - *Meandropsina iranica* Assemblage Zone
- 2- *Miogypsinoides-Archaias-Valvulinid* Assemblage Zone
- 2a- *Elphidium* sp. 14- *Miogypsina* Assemblage Subzone
- 2b- *Archaias asmaricus-Archaiashensoni* Assemblage Subzone

بیوزون شماره ۱ به سن بوردیگالین و بیوزون شماره ۲ را آکیتانین دانسته‌اند. در سال ۲۰۰۷ میلادی، نهشته‌های الیگوسن و میوسن از نظر

ایزوتوپ‌های استرانسیوم توسط Ehrenberg و همکاران در سال (۲۰۰۷) مورد بررسی قرار گرفته است که در نتیجه این مطالعه مرز بین الیگوسن و میوسن در ناحیه زاگرس تغییر قابل ملاحظه‌ای نموده است. Laursen و همکاران (۲۰۰۹) براساس نتایج مطالعه (Ehrenberg et al., 2007) مرز بین الیگوسن و میوسن را بین زون‌های:

- *Archaias asmaricus-Archaiashensoni*
- *Miogypsinoides complanatus* Assemblage zone
- *Miogypsina-Elphidium* sp. 14-
- *Peneroplifarsensis* Assemblage zone

قرار داده‌اند. قبلاً این مرز توسط Wynd (۱۹۶۵) بین زون‌های ۵۷ و ۵۹ و توسط Adams و Bourgeois (۱۹۶۷) بین زون‌های ۲ و ۳ مشخص شده بود (شکل ۶). همچنین Laursen و همکاران (۲۰۰۹) براساس مطالعات ایزوتوپی Ehrenberg و همکاران (۲۰۰۷) ضمن تعیین گسترش چینه‌ای فرامینیفرانتونیک نهشته‌های الیگوسن و میوسن، ۲ بیوزون نیز برای توالی میوسن معرفی نموده‌اند که به شرح ذیل است:

- Miogypsina-Elphidium* sp. 14-
 - Peneroplifarsensis* Assemblage zone
 - Borelismelocurdica-Borelismelomelo* Assemblage zone
- ایشان سن رسوبات بوردیگالین را بر اساس حضور گونه *Borelismelocurdica, Borelismelomelo* تعیین نموده‌اند (شکل ۶).

Previous studies				Standard Chronostratigraphy			
Age interpretation		Wynd (1965)	Adams & Bourgeois (1967)	Laursen et al., (2009)	Age interpretation		Age (ma)
SERIE	STAGE				STAGE	SERIE	
MIOCENE	BURDIGALIAN	<i>Borelis melo cordica</i> Zone #61	<i>Borelis melo cordica - Meandropsina iranica</i> Assemblage Zone	<i>Borelis melocurdica - Borelis melo melo</i> Assemblage Zone	BURDIGALIAN	MIOCENE	20
	AQUITANIAN	<i>Austrotrillina howchini - Peneroplifarsensis</i> Assemblage Zone #59	<i>Elphidium</i> sp.14- <i>Miogypsina</i> Assemblage Subzone <i>Archaias asmaricus - Archaias hensoni</i> - Assemblage Subzone	<i>Miogypsina - Elphidium</i> sp.14 - <i>Peneroplifarsensis</i> - Assemblage Zone Indeterminate	AQUITANIAN		23.03
OLIGOCENE	OLIGOCENE UNDIVIDED	<i>Archaias operculiniformis</i> Zone # 58 <i>Lepidocyclina - Operculina - Dürupa</i> Assemblage Zone # 56	<i>Euphratipina - Euphratipina - Nummulites</i> Assemblage Zone <i>Globigerina</i> spp. Assemblage Zone (Wynd, 1965)	<i>Lepidocyclina - Operculina - Dürupa</i> Assemblage Zone <i>Archaias asmaricus - Archaias hensoni - Miogypsinoides complanatus</i> Assemblage Zone <i>Nummulites vasculus - Nummulites fichteli</i> Assemblage Zone <i>Globigerina - Turborotalia cerroazulensis - Hankenina</i> Assemblage Zone	CHATTIAN	OLIGOCENE	25
		<i>Globigerina</i> spp. Assemblage Zone # 55			RUPELIAN		30
							33.9

شکل ۶- بیوزوناسیون نهشته‌های الیگوسن و میوسن حوضه زاگرس.

Fig. 6. The Oligocene -Miocene biozonation of Zagros Basin.

مطالعات (Tappan and Loeblich, 1988) و جهت شناسایی جنس و گونه‌های فرامینیفرای پلانکتونیک از منابعی همچون:

Furrer and Soder (1955); Bozorgnia (1966); Blow (1969); Bolli and Saunders (1985); Kennett and

زیست چینه نگاری سازند قم در برش گوپلر

در مجموع تعداد ۶۴ مقطع نازک از نمونه‌های سخت سازند قم در برش گوپلر جمع‌آوری و تهیه شده است. جهت شناسایی فرامینیفرای بنتیک از

Assemblage Zone به سن بوردیگالین (میوسن پیشین) به ضخامت ۱۵۰ متر با قطعیت برای سازند قم تشخیص داده شده است. گونه *Borelismelocurdica* در ۵ متر قاعده‌ای سازند قم در برش گویلر مشاهده نشده است. بنابراین ۵ متر قاعده‌ای نهشته‌های قم منطبق بر روی سنگ‌های ولکانیکی (مرز چینه‌شناسی پایینی سازند قم) به سن آکیتانین (؟) در نظر گرفته شده است. فرامینفرای پلانکتونیک شناسایی شده براساس منابع مذکور سن میوسن پیشین را تأیید می‌کنند و در حقیقت ضخامت قابل توجهی از بیوزون *Borelismelocurdica*-*Borelismelomelo* Assemblage zone را شامل می‌شوند. به لحاظ پالئوبیوژئوگرافی، زون تجمعی مذکور معادل زون # 61 *Borelismelocurdica*zone (Wynd ۱۹۶۵)، زون شماره ۱ Adams و Bourgeois (۱۹۶۷) به نام *Borelismelo* group - *Meandropsinairanica* Assemblage Zone در حوضه زاگرس و همچنین معادل زون *Borelismelocurdica*-*Miogypsina* (Pognant و Cahuzac ۱۹۹۷) در حوضه اروپا است.

Srinivasan (1983); Iaccarino and Premoli-Silva (2005); Wilson (2005); Wade et al., (2011).

استفاده گردیده است. براین اساس در مجموع تعداد ۲۴ جنس و ۱۸ گونه شامل ۱۷ جنس و ۹ گونه از فرامینفرای بنتیک:

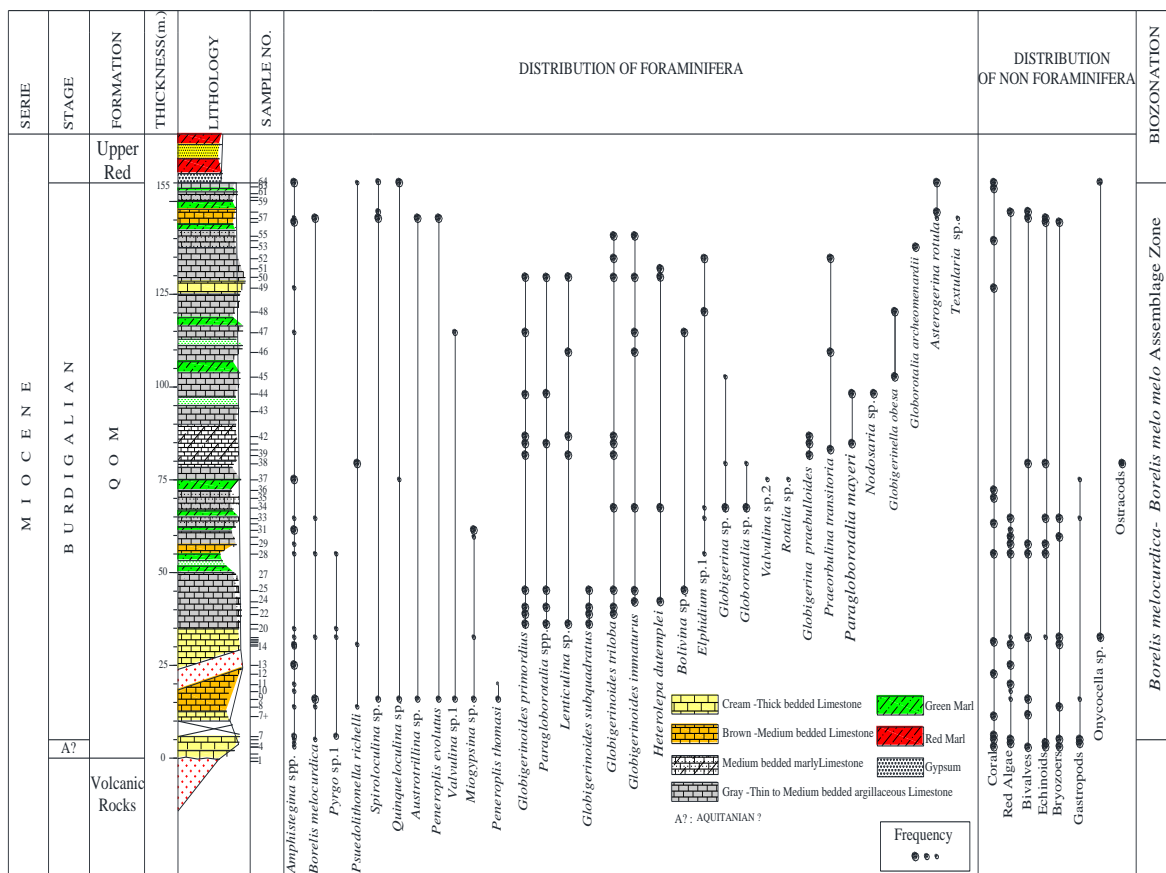
Borelis melocurdica, *Psuedoilthonella richelli*, *Peneroplis evolutus*, *Peneroplis thomasi*, *Heterolopa dutemplei*, *Asterigerina rotula*, *Valvulina sp.1*, *Valvulina sp.2*, *Pyrgo sp.1*, *Amphisteginasp.*, *Spiroloculina sp.*, *Quinqueloculina sp.*, *Austrotrillinasp.*, *Miogypsinasp.*, *Lenticulinasp.*, *Elphidiumsp.1*, *Rotaliasp.*, *Nodosariasp.*, *Textularia sp.*

و ۷ جنس و ۹ گونه از فرامینفرای پلانکتونیک شامل:

Globigerinoidesprimordius, *Globigerinoides subquadratus*, *Globigerinoides triloba*, *Globigerinoides immaturus*, *Paragloborotalia mayeri*, *Paragloborotaliasp.*, *Globigerina praebulloides*, *Globigerina sp.*, *Globigerinella obesa*, *Globorotalia archeomenardii*, *Globorotalia sp.*, *Praeorbulina transitoria*, *Bolivinasp.*

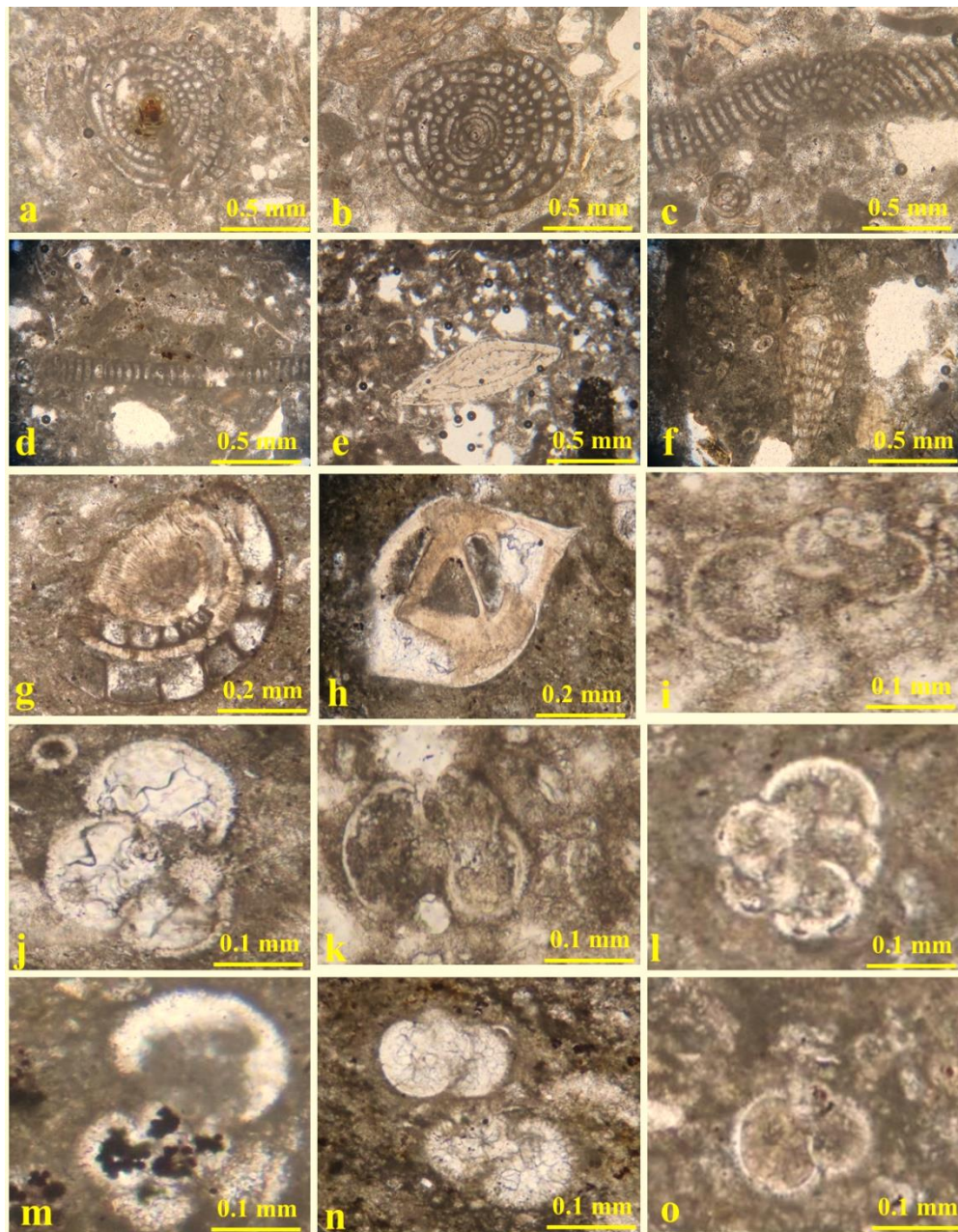
شناسایی شده است. بر مبنای گسترش چینه‌شناسی فرامینفرای (شکل

۷) و اولین ظهور گونه شاخص *Borelis melocurdica*. یک بیوزون تجمعی به نام *Borelismelocurdica*-*Borelismelomelo*



شکل ۷- گسترش چینه‌شناسی فرامینفرای و بیوزوناسیون سازند قم در برش گویلر.

Fig. 7. Stratigraphic distribution of foraminifera and biozonation of Qom Formation, Goylar section.



شکل ۸- تصویر برخی از فرامینیفرای شناسایی شده از سازند قم در برش گویلر.

Fig. 8. Foraminifera microphotograph of Qom Formation, Goylar section.

(a-b) *Borelismelocurdica*, Equatorial section, (c) *Peneroplisevolutus*, Axial section, (d) *Peneroplisthomasi*, Axial section, (e) *Amphisteginasp.*, Axial section, (f) *Miogypsinasp.*, Axial section, (g) *Heterolopadutemplei*, Equatorial section, (h) *Lenticulina* sp., Axial section, (i) *Globigerinoidestriloba*, Axial section, (j) *Globigerinapraebulloides*, Equatorial section, (k) *Globigerinoidesprimordius*, Axial section, (l) *Paragloborotaliamayeri*, Equatorial section, (m) *Globigerinellaobesa*, Equatorial section, (n) *Globigerinoidesimmaturus*, Axial section, and (o) *Praeorbulinatransitoria*, Axial section.

پالئوآکولوژی سازند قم در برش گویلر

مشخص شده‌اند (شکل ۹). این نمودارها کمک می‌کنند که اجتماعات فسیلی شناسایی شوند. تجمع فونای ریفی شامل مرجان‌ها، بریوزوئرها و جلبک‌های قرمز به وفور (۳۹ درصد از کل) در برش گویلر مشاهده می‌شوند (شکل ۹). فونای ریفی معمولاً در آب با شوری نرمال، نور یوفوتیک، عمق آب تا ۹۰ متر و درجه حرارت ۲۵-۳۶ درجه سانتی‌گراد رشد می‌کنند (Flügel, 2004; Murray, 1973; Al-saad and Ibrahim, 2002) (جدول ۱). مجموعه مرجان‌ها عموماً به صورت پشته‌های سدی بر

فرامینیفرای بنتیک برای مطالعه پالئوآکولوژی مناسب‌تر از گونه‌های پلانکتونیک می‌باشند زیرا گونه‌های پلانکتونیک چه در زمان زیست و چه در زمان مرگ در محدوده جغرافیایی وسیعی منتشر می‌شوند (Boggs, 1987). در برش مورد مطالعه، پس از شناسایی محتوای فسیلی موجود در مقاطع نازک، جنس‌ها و گونه‌های موجود برای هر مقطع نازک شمارش شدند و بر اساس فراوانی و همچنین براساس تنوع دیواره، تفکیک و

1973; Murray, 2004) (جدول ۱). وجود جنس‌های دیگر با پوسته پورسلانوز (بدون منفذ) از جمله:

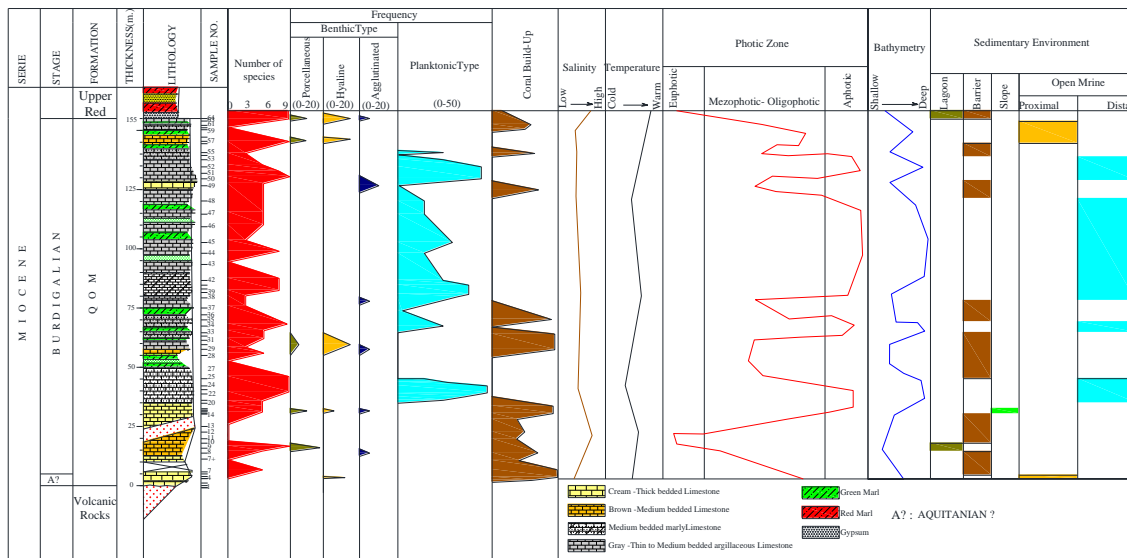
Quinqueloculina, Pyrgo, Peneroplis, Spiroloculina

نشانگر محیط رسوبی لاگون با درجه شوری هیپرسالین، عمق تا ۳۵ متر، درجه حرارت ۱۸ تا ۳۵ سانتی گراد و با نور زیاد (Euphotic) است (Flugel, 2004; Murray, 1973). در تجمعات جنس و گونه‌های با پوسته هیالین و مورفولوژی کوچک مانند جنس‌های *Amphistegina* و *Astrogerina* محیط رسوبی مربوط به بخش‌های کم عمق دریای باز (Proximal Open Marine)، شوری نرمال دریا، حرارت ۲۶ درجه سانتی‌گراد و عمق تا ۴۵ متر پیشنهاد شده است (جدول ۱) (Geel, 2000). در اجتماعات اندک به میزان ۵ درصد، حضور فونای با پوسته هیالین و پورسلانوز می‌تواند نشان‌دهنده محیط رسوبی شیب قاره (Slope) با شوری نرمال، حرارت ۲۶ درجه سانتی‌گراد و عمق تا ۴۰ متر باشد (Geel, 2000; Buxton and Pedley 1989). بنابراین با توجه به مطالعات پالئوکولوژیکی، احتمالاً پلتفرمدریای قم در برش گوپلر، با توجه به عمق زیست دیرینه فسیل‌ها و وفور فونای ریفی، از نوع یک شلف کربناته شامل محیط‌های رسوبی لاگون، محیط سد در حاشیه شلف کربناته تا بخش عمیق دریای باز باشد. لیکن با تحلیل‌های رخساره‌ای می‌توان دقیق‌تر محیط رسوبی سازند قم را مشخص نمود (شکل ۱۰).

روی لبه یک پلتفرم کربناته تشکیل می‌شوند (Flugel, 2004; Murray 1973; Al-saad and Ibrahim 2002). فرامینیفرای پلانکتونیک در بخش میانی تا بالایی از سازند قم در برش گوپلر توزیع یافته‌اند. عمدتاً عمق‌سنجی فرامینیفرای پلانکتونیک براساس مورفولوژی (مورفوتایپ) آنهاست. به‌گونه‌ای که صدف‌های تک ردیفی و ترکواسپیرال با حجرات کروی در عمق تا ۵۰ متر، صدف ترکواسپیرال با حجرات فشرده و کارن ابتدایی یا حجرات کروی با صدف بزرگ در عمق ۵۰ تا ۱۰۰ متر، صدف ترکواسپیرال با حجرات فشرده و کارن قوی یا صدف با کارن قوی و حجرات مسطح - محدب در عمق بیش از ۱۰۰ متر زیست می‌کند (Keller, 1999). بر این اساس و با توجه مورفولوژی فونای شناسایی شده، تغییرات عمق دیرینه فونای پلانکتونیک در برش مورد مطالعه ۵۰ تا ۱۰۰ متر تعیین شده است. بنابراین می‌توان گفت تجمعات فونا پلانکتونیک (۴۹ درصد از کل) در محیط رسوبی دریای باز (Distal Open Marine)، نور آفوتیک (Aphotic)، شوری و درجه حرارت کم قرار داشته‌اند (Flugel, 2004; Murray, 1973) (شکل ۹). تغییرات ناگهانی عمق آب (Bathymetry) برای دریای میوسن پیشین (بوردیگالین) با توجه به منابع مذکور در شکل ۹ تعیین شده است. اجتماعات فرامینیفرای با پوسته پورسلانوز، ۷ درصد از کل مجموعه فسیلی سازند قم را در برش مورد مطالعه شامل می‌شوند. حضور گونه *Borelismelocuridica* نشانگر کم عمق بودن حوضه است (Flugel, 2004).

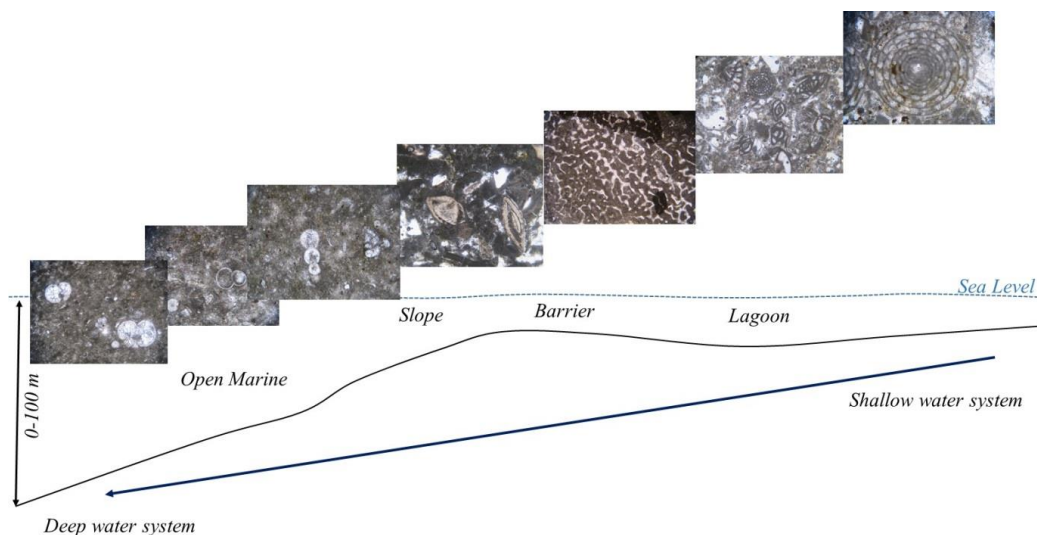
جدول ۱- مشخصات پالئوکولوژی برخی از فرامینیفرای فونای ریفی (Flugel, 2004; Murray 1973; Al-saad and Ibrahim, 2002).
Table.1. Paleocological characteristics of some fauna (Flugel, 2004; Murray, 1973; Al-saad and Ibrahim, 2002).

Fossil	Environment	Depth(m)	Salinity	Temperature (Santi grade)
Borelis	Lagoon	0-35	Normal-Hypersaline	25-35
Peneroplis	Lagoon	0-35	Hypersaline	18-27
Triloculina	Lagoon	0-40	Normal-Hypersaline	Moderate - tropical
Quinqueloculina	Lagoon	0-40	Normal-Hypersaline	Moderate - Subtropical
Amphistegina	Open Marine	5-45	Normal	26
Astergerina	Open Marine	0-45	Normal	Tropical - Subtropical
Elphidium	Platform	0-50	Normal-Hypersaline	≥15
Pyrgo	Platform	0-50	Normal	Moderate
Rotalia	Platform	0-50	Normal-Hypersaline	14-25
Textularia	Platform	40-50	Normal	Polar - Equatorial
algae	Reef	0-50	Normal	25-35
bryozoan	Reef	0-50	Normal	Polar - Equatorial
coral	Reef	0-90	Normal	25-36
Bigenerina	Open Marine	≥100	Normal	Cold



شکل ۹- تغییرات پالئوآکولوژیکی فونا در سازند قم در برش گویلر.

Fig. 9. Paleocological variation of Fauna in Qom Formation, Goylar section.



شکل ۱۰- تغییرات عمق آب دریای میوسن پیشین (بوردیگالین)، برش گویلر.

Fig. 10. Early Miocene (Burdigalian) marine bathymetry system, Goylar section.

نتیجه گیری

Zone به سن بوردیگالین (میوسن پیشین) و ضخامت ۱۵۰ متر برای سازند قم تعیین شده است. بررسی خصوصیات پالئوآکولوژیکی اجتماعات فسیلی از جمله مورفوتایپ، و نوع دیواره فرامینیفرای بنتیک و پلانکتونیک و حضور فراوان مرجان‌های ریف‌ساز با همزیستی جلبک‌ها، نشان داد که دریای قم دارای شوری نرمال و درجه حرارت نیمه گرم تا گرم داشته است. همچنین تغییرات نور در دریای قم بیشتر در محدوده های مزوفوتیک-لیگوفوتیک و آفوتیک بوده است. با توجه به عمق زیست دیرینه فسیل‌ها براساس منابع مذکور و وفور فونای ریفی، پلتفرم دریای قم احتمالاً از نوع یک شلف کربناته شامل محیط‌های رسوبی لاگون، سد و بخش عمیق دریای باز باشد. لیکن با تحلیل‌های رخساره‌ای می‌توان دقیق‌تر محیط رسوبی سازند قم را مشخص نمود.

یک برش چینه‌شناسی به ضخامت ۱۵۵ متر به جهت بررسی‌های بیواستراتیگرافی و پالئوآکولوژیکی سازند قم در شمال باختر ناحیه ساختاری ایران مرکزی (جنوب باختری استان زنجان) انتخاب شد. به لحاظ بررسی‌های سنگ چینه‌نگاری، سازند قم شامل سنگ آهک‌های نازک تا ضخیم لایه، سنگ آهک ماسه ای، تناوب شیل و مارن سبز، سنگ آهک ریفی-مرجانی و تناوب مارن سبز و آهک آرژیلیتی است. مطالعات دیرینه شناسی نشان داد که ۵ متر قاعده ای سازند قم (مرز چینه‌شناسی زیرین با سنگ‌های ولکانیکی) احتمالاً سن آکیتانین؟ دارند و براساس اولین ظهور گونه *Borelismelocurdica*، یک بیوزون تجمعی به نام *Borelismelocurdica*- *Borelismelomelo* Assemblage

منابع

- Adams, T.D., Bourgeois, F., 1967. Asmari biostratigraphy Iran, Oil Operation Company, Geological Exploration. Report No. 1074, 1–37.
- Aghanabati, A., 2005. Geological of Iran. Geological survey of Iran, 560.
- Al-Saad, H., Ibrahim, M., 2002. Stratigraphy micropaleontology and Palaeoecology of the Miocene Damam Formation Qatar. *Geo Arabia* 7(1), 9-28.
- Blow, W., H., 1969. Late Middle Eocene to recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. In: Bronnimann P, Renz H H, eds. *Proceedings of the First International Conference on Planktonic Microfossils*. Leiden: E. J. Brill, 199–421.
- Boggs, S., 1987. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy* by Sam Boggs. Longman Higher Education.
- Bolli, H., M., Saunders, J. B., 1985. Oligocene to Holocene low latitude planktic foraminifera. In: Bolli H M, Saunders J B, Perch-Nielson K, eds. *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press, 155–262
- Bozorgnia, F., 1966. Qum Formation stratigraphy of the Central Basin of Iran and its intercontinental position. *Bull Iran Pet Inst* 24, 69–75.
- Buxton, M.W.N., Pedley, H.M., 1989. A Standardized Model for Tethyan Tertiary Carbonates Ramps. *Journal of the Geological Society* 146, 746-748.
- Cahuzac, 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 (2), 155-169.
- Ehrenberg, S.N, Pickard, N.A., Laursen, G.V., Monibi, S., Mossadegh, Z.K., Svånå, T.A., Aqrawi, A.A.M., McArthur, J.M., Thirlwall, M.F., 2007. Strontium isotope stratigraphy of the Asmari Formation (Oligocene-Lower Miocene), SW Iran. *Petroleum Geology* 30(2), 107–128.
- Flügel, E., 2004. *Carbonate sedimentary rocks*: Berlin, Springer, p. 976.
- Furrer, M.A., Soder, P., A., 1955. The Oligo–Miocene marine Formation in the Qom region (Central Iran). In: *Proceedings of 4th World Petrology Congress*. Roma, section I/A/5, 267–277.
- Geel, T., 2000. Recognition of stratigraphic sequences in carbonate platform and slope deposits: empirical models based on microfacies analysis of paleogene deposits in southeastern Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 155, 211-238.
- Iaccarino, A., Premoli-Silva, M., 2005. *Practical Manual of Oligocene to Middle Miocene Planktonic Foraminifera*, International School on Planktonic Foraminifera, 4th course, 14e18 February. University of Perugia Press, Perugia.
- Keller, G., 1999. The Cretaceous-Tertiary Mass extinction in planktonic foraminifera: Biotic Constrains for Catastrophe theories. New York, London, p. 49-83.
- Kennett, J., M., Srinivasan, M., S., 1983. *Neogene Planktonic Foraminifera: A Phylogenetic Atlas*. Pennsylvania: Hutchinson Ross publishing Company, p. 1–263.
- Laursen, G. V., Monibi, S., Allan, T. L., Pickard, N. A., Hosseiney, A., Vincent, B., Hamon, Y., Van Buchem, F. H., Moallemi, A., Driullion, G. 2009. The Asmari Formation revisited: changed stratigraphic allocation and new biozonation. 1st International Petroleum Conference and Exhibition, Shiraz, Iran, p. 4–6.
- Loeblich, A., R., Tappan, J., H., 1988. *Foraminiferal genera and their classification*. Van Nostrand Reinhold Company, p. 1–869.
- Murray, J.W., 1973. *Distribution and Ecology of Living Benthic Foraminifera*. Longman Scientific & Technical, London, p. 397.
- Wade, B.S., Pearson, P.N., Berggren, W.A., Pälike, H., 2011. Review and revision of Cenozoic tropical planktonic foraminiferal biostratigraphy and calibration to the geomagnetic polarity and astronomical time scale. *Earth Science Review* 104 (1-3), 111–142.
- Wilson, B., 2005. Planktonic foraminiferal biostratigraphy and paleoecology of the Brasso Formation (Middle Miocene) at St. Fabien Quarry, Trinidad, West Indies. *Caribbean Journal of Science* 4, 797–803.
- Wynd, J., 1965. Biofacies of the Iranian consortium agreement area. Iranian Oil Offshore Company Report No. 1082.

