

زیست چینه نگاری و پالئواکولوژی سازند آسماری در جنوب غرب فیروزآباد

بهناز کلنات^{۱*}، حسین وزیری مقدم^۲، عزیزالله طاهری^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد چینه شناسی و فسیل شناسی، دانشگاه اصفهان، ایران

۲- عضو هیأت علمی گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان، ایران

۳- عضو هیأت علمی گروه زمین شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه صنعتی شاهرود، ایران

*پست الکترونیک: b_kalanat@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۸۹/۵/۱۶

تاریخ دریافت: ۸۸/۲/۱۱

چکیده

مطالعه پراکندگی روزن داران کفزی در برش مورد مطالعه به شناسایی سه مجموعه زیستی با سن روپلین - شاتین منجر گردید. همچنین برش فیروزآباد با دو برش چاه انجیر (روپلین) و دیل (شاتین - بودیگالین) مورد مقایسه قرار گرفت. کربناتهای الیگوسن پیشین در دو برش چاه انجیر و فیروزآباد در لبه حوضه فورلند زاگرس نهشته شده‌اند. این در حالی است که در آبهای عمیق تر به سمت مرکز حوضه سازند پابده در حال رسوب گذاری بوده است. رسوبات مربوط به میوسن در دو برش چاه انجیر و فیروزآباد دیده نمی‌شوند. این موضوع نشان می‌دهد آفت سطح آب در طی الیگوسن موجب محدود شدن رسوبات دریایی شده و در نتیجه سازند گچساران جانشین سازند آسماری گردیده است. اجتماعات زیستی شناسایی شده نشان می‌دهد رسوب گذاری در برش مورد مطالعه تحت شرایط حاره‌ای و الیگوتروفیک انجام شده که محیطی ایده آل برای شکل گیری مجموعه‌های فتوزوئن است. به نظر می‌رسد گستردگی اجتماعات هتروزوئن در برش فیروزآباد بیش از هر چیز به اکولوژی مرجانهای همزیست‌دار در این زمان مربوط است که قادر به ساختن ساختمانهای مقاوم ریف در برابر امواج نبوده و در زون مزو- الیگوفوتیک می‌زیسته‌اند.

واژه‌های کلیدی: الیگوسن، اجتماعات هتروزوئن، زیست چینه نگاری، سازند آسماری، روزن داران بزرگ کفزی.

مقدمه

رسوبات پلانفرم کربناته‌ای که سازند آسماری را تشکیل می‌دهند، شامل تعدادی از بزرگترین ذخایر نفتی در دنیا می‌باشند (علوی، ۲۰۰۴). برش الگوی این سازند متشکل از ۳۱۴ متر توالی کربناته است. بر اساس پراکندگی روزن‌داران بزرگ بنتیک و چینه نگاری ایزوتوپ استرونیسیم سن روپلین - میوسن پیشین برای این سازند در نظر گرفته شده است (لیز، ۱۹۳۳؛ توماس، ۱۹۴۸؛ جیمز و واینند، ۱۹۶۵؛ واینند، ۱۹۶۵؛ آدامز و بورژوا، ۱۹۶۷؛ اهرنبرگ و همکاران،

سازند آسماری، توالی ضخیمی از سنگهای کربناته الیگو- میوسن است. از آن جایی که سازند آسماری به عنوان سنگ مخزن مواد هیدروکربوری در حوضه رسوبی زاگرس محسوب شده و در پژوهشهای محدودی بر روی این سازند در منطقه فارس صورت گرفته است، شناسایی و بررسی دقیقتر آن بر اساس فونای فسیلی اطلاعات مفید و ارزشمندی را جهت مطالعات و کارهای اکتشافی در این حوضه به دست خواهد داد.

جدول ۲: بیوزوناسیون لارسن و همکاران (۲۰۰۹)

Standard Chronostratigraphy			Biozonation of the Asmari Formation
Age	Epoch	Stage	
20	Miocene	Burdigalian	Borelis melo curdica - Borelis melo melo
		Aquitanian	Indeterminate Miogypsina - Elphidium sp. 14 - Peneroplis farsensis
25	Oligocene	Chatthian	Archaia asmaricus - Archaia hensoni - Miogypsinoidea complanatus
		Rupelian	Nummulites vascus - Nummulites fichtelii
30			Lepidocyclus - Operculina - Ditropa Globigerina - Turborotalia cerroazulensis Hantkenina

هدف مطالعه حاضر بررسی دقیق زیست چینه‌ای و زیست رخساره‌ای بر اساس روزن‌داران بنتیک و سنگ شناسی سازند آسماری در برش فیروزآباد می‌باشد. در این رابطه از روش انطباقی که بین تعیین سن ایزوتوپ استرونسیم و فونای این سازند توسط اهرنبرگ و همکاران (۲۰۰۷) و لارسن و همکاران (۲۰۰۹) صورت گرفته، استفاده شده است.

روش مطالعه

برش مورد مطالعه در ۱۶ کیلومتری جنوب غرب فیروزآباد با مختصات جغرافیایی ۲۸° ۴۷' N و ۵۲° ۲۵' E قرار دارد (شکل ۱). در این برش سازند آسماری جهت انجام مطالعات دقیق دیرینه شناسی مورد اندازه‌گیری و نمونه برداری دقیق و سیستماتیک قرار گرفت و گسترش روزن‌داران و بیوزونهای موجود بررسی و معرفی شد.

در مرحله نخست برش فوق در صحرا مطالعه گردید. با توجه به مشخصات سنگ شناسی و تغییرات رخساره‌ای در این برش بیش از ۱۴۸ نمونه برداشت و از آنها مقطع نازک تهیه شد. این مقاطع از نظر پتروگرافی و دیرینه شناختی برای

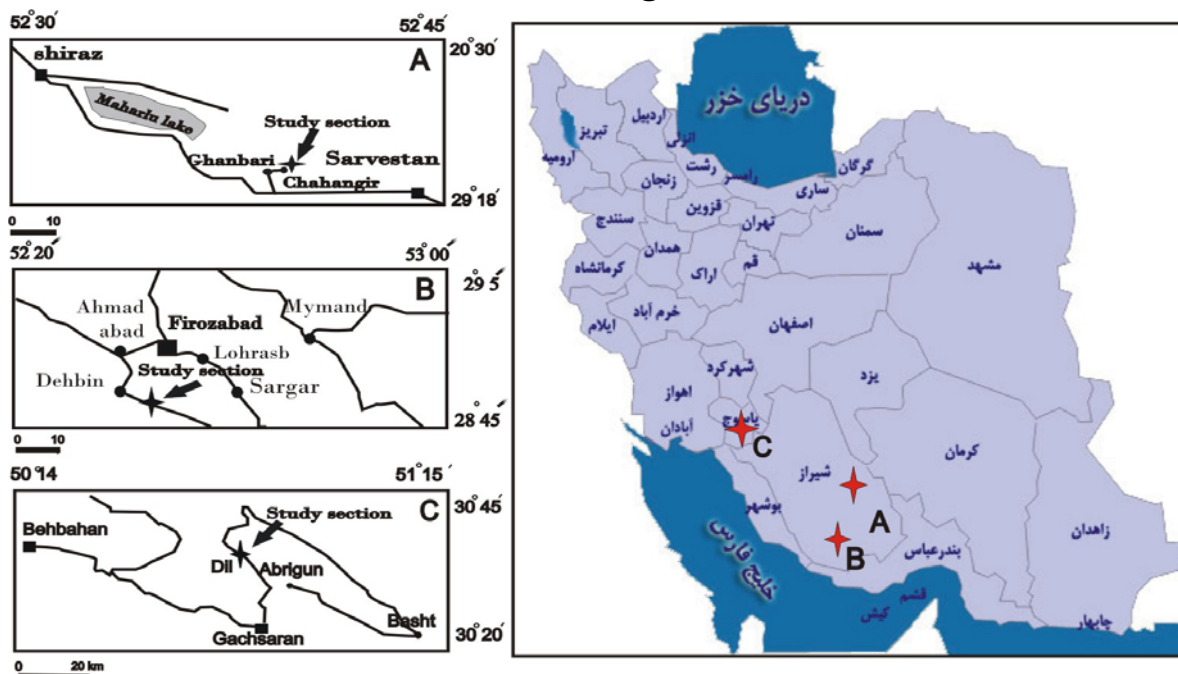
(۲۰۰۷). بیوزونهای سازند آسماری بر اساس گزارشهای منتشر نشده وایند (۱۹۶۵) و آدامز و بورژا (۱۹۶۷) بر مبنای روزن‌داران بنتیک بزرگ است. این بیوزوناسیون به طور وسیعی در اکتشافات نفتی و مطالعات دیگران (صیرفیان و همدانی، ۱۹۹۸؛ صیرفیان، ۲۰۰۰؛ وزیری مقدم و همکاران، ۲۰۰۶؛ امیرشاه کرمی و همکاران، ۲۰۰۷ a و b) مورد استفاده قرار گرفته است. آدامز و بورژا (۱۹۶۷) در تعیین سن سازند آسماری قادر به تفکیک آشکوبهای الیگوسن نبوده‌اند (جدول ۱). اخیراً اهرنبرگ و همکاران (۲۰۰۷) چینه نگاری سازند آسماری را بر اساس ایزوتوپ استرونسیم مورد بازبینی قرار داده و پنج حادثه زیست چینه نگاری را که در تعیین سن و تطابق حایز اهمیت هستند تشخیص داده‌اند. این پنج حادثه عبارتند از:

- ۱- بر اساس تعیین سن ایزوتوپ استرونسیم آخرین پیدایش جنس نومولیتس قبل از انتهای روپلین است.
- ۲- گونه *Spiroclypeus blanckenhorni* به عنوان شاخص شاتین معرفی گردیده است.
- ۳- آخرین حضور جنس آرکیاس نزدیک یا درست بعد از قاعده میوسن است. آدامز و بورژا (۱۹۶۷) برخی از گونه‌های این جنس را شاخص آکیتانین می‌دانند.
- ۴- ظهور جنس میوژپسینا در انتهای زمان شاتین است در حالی که آدامز و بورژا (۱۹۶۷) آن را شاخص میوسن پیشین می‌دانند.
- ۵- گونه *Borelis melo-curdica* شاخص خوبی برای بوردیگالین است.

جدول ۱: بیوزوناسیون آدامز و بورژا (۱۹۶۷)

Biozones	Rock units	Age
<i>Borelis melo-Meandropsina iranica</i>	Upper Asmari	Burdigalian
<i>Elphidium sp. 14 - Miogypsina</i>	Upper middle Asmari	Late Aquitanian
<i>Archaia asmaricus - Archaia hensoni</i>	Lower middle Asmari	Early Aquitanian
<i>Eulepidina - Nephrolepidina - Nummulites</i>	Lower Asmari	Oligocene

میان لایه‌های مارنی واحد بندی شده است. برش برداشت شده در منطقه فیروزآباد، ۱۸۵ متر ضخامت دارد (جدول ۳). مرز سازند آسماری در این برش با دو سازند پایده در زیر و گچساران در رو پیوسته و تدریجی است.



شکل ۱: راههای دسترسی به همراه موقعیت جغرافیایی برشهای چاهانجیر (A)، فیروزآباد (B) و دیل (C)

group, *Nummulites vascus-incrassatus* group, *Operculina complanata*.

این مجموعه مطابق با بیوزون شماره ۱ آدامز و بورژوآ (*Eulepidina - Nephrolepidina - Nummulites*) (۱۹۶۷)، جدول ۱) با سن الیگوسن و بیوزون شماره ۲ لارسن و همکاران (۲۰۰۹، جدول ۲) (*Nummulites vascus - N. fichteli*) با سن روپلین می‌باشد. بر اساس یافته‌های اهرنبرگ و همکاران نیز به علت وجود نومولیتس سن این مجموعه روپلین است.

مجموعه فونی ۲: این مجموعه از ضخامت ۹۴ تا ۱۲۰ متری برش مورد مطالعه معرفی شده و شامل فونای شاخص زیر می‌باشد:

Heterostegina spp., *Lepidocyclina* sp., *Neorotalia viennoti*, *Operculina* sp., *Planorbulina* spp.

تعیین سن نسبی توالی بررسی گردیدند. به طور کلی سازند آسماری از نظر سنگ شناسی یکنواخت و همگن بوده و به همین دلیل تفکیک آن به واحدهای سنگی دشوار است. در این جا سازند آسماری بر اساس ضخامت لایه‌ها و توزیع

زیست چینه نگاری

به منظور تعیین سن نهشته‌های سازند آسماری در برش مورد مطالعه ۱۴۸ مقطع نازک به طور دقیق مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس این مطالعات ۲۰ جنس و ۲۱ گونه شناسایی گردید (شکل ۲).

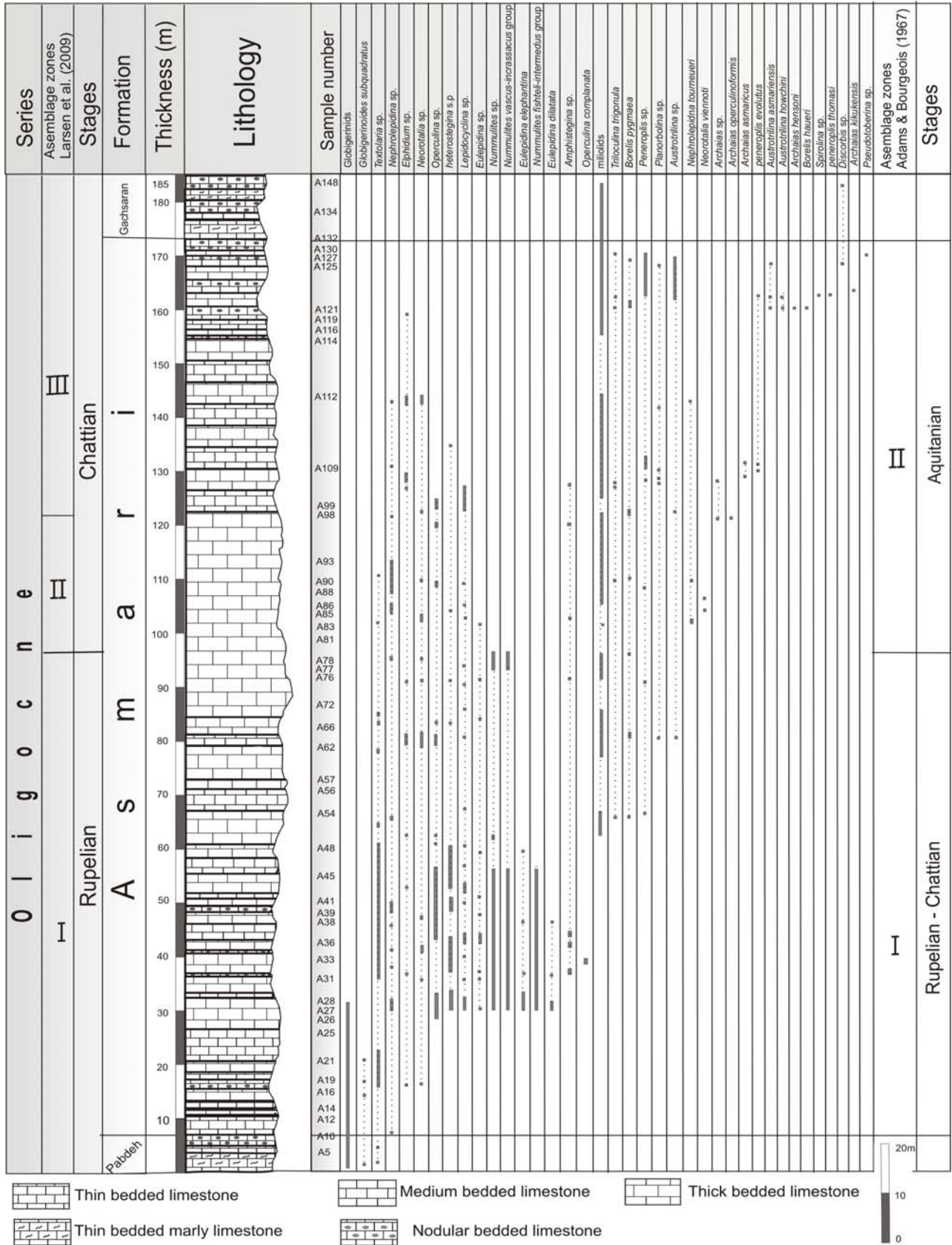
مطالعه برش مورد نظر در مجموع به شناسایی سه مجموعه فونی زیر منجر گردید:

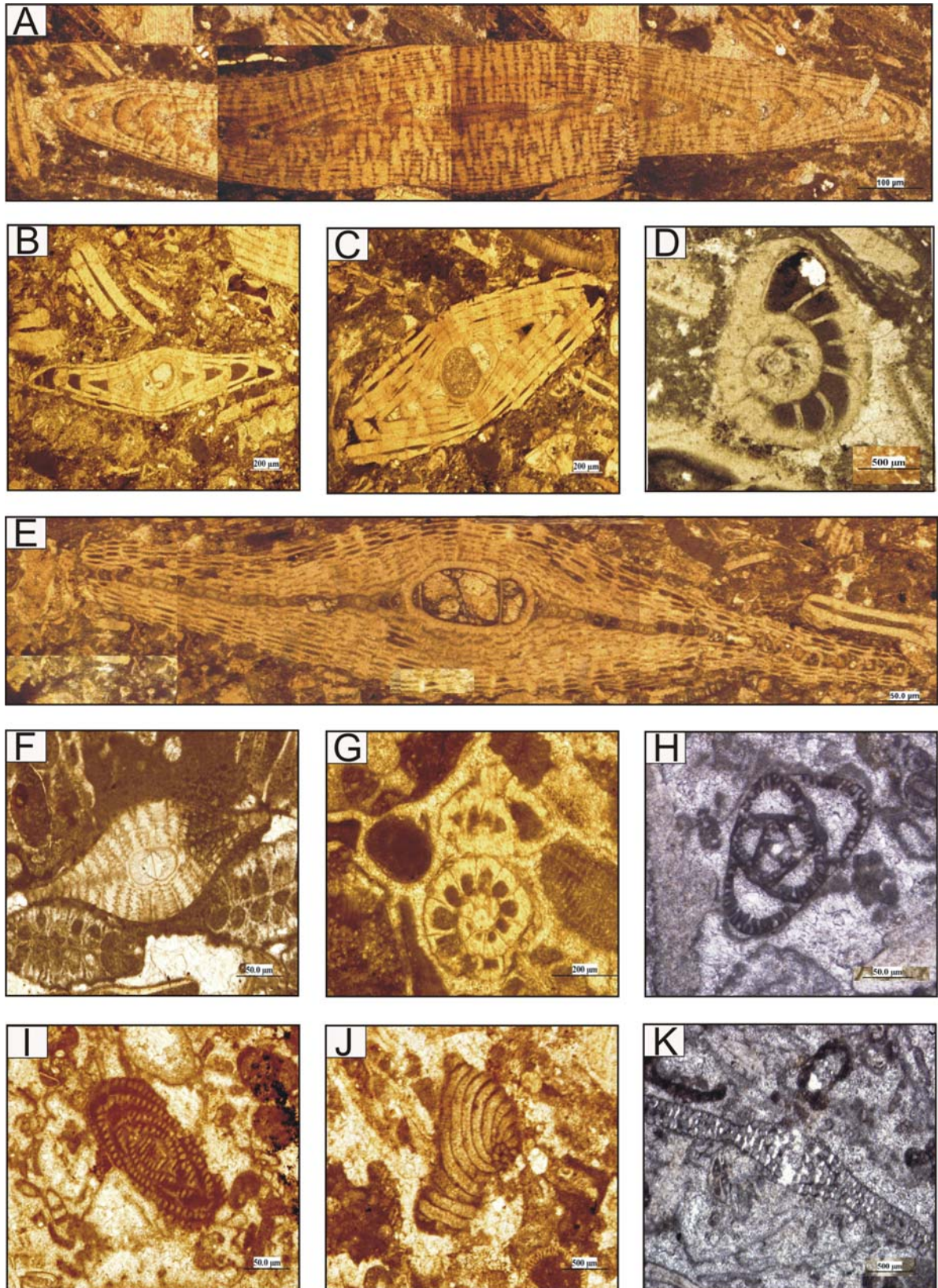
مجموعه فونی ۱: این مجموعه که از قاعده تا ضخامت ۹۴

متری برش وجود دارد شامل فونای زیر می باشد:

Eulepidina dilatata, *Eulepidina elephantina*, *Globigerinids*, *Heterostegina* spp., *Lepidocyclina* sp., *Neorotalia viennoti*, *Nephrolepidina tournoueri*, *Nummulites fichteli-intermedius*

جدول ۳: زیست چینه نگاری سازند آسماری در جنوب غرب فیروزآباد





شکل ۲: برخی فسیلهای موجود در برش مورد مطالعه

A: *Nummulites intermedius* B: *Nummulites vascus* C: *Nummulites fichteli* D: *Operculina complanata* E: *Eulepidina dilatata* F: *Nephrolepidina tournoueri* G: *Neorotalia viennoti* H: *Austrorillina howchini* I: *Borelis pygmaea* J: *Peneroplis evolutus* K: *Archaias hensoni*

همین موضوع احتمال فسیل شدن را در آنها افزایش می دهد (هاتینگر، ۱۹۹۵).

روزن داران، مخصوصاً فرمهای کفزی بزرگ حساسیت زیادی نسبت به تغییرات محیطی از خود نشان می دهند و به دلیل طول زندگی کوتاهشان (اغلب تا چند ماه) به خوبی قادر به ثبت شرایط محیطی در خود می باشند (تالر و هالوک، ۱۹۹۷). به همین دلیل روزن داران ابزار قدرتمندی جهت تفسیر شرایط دیرینه به شمار می آیند. اگرچه تأثیرپذیری روزن داران از شرایط محیطی مختلف (نور، دما، شوری، انرژی آب و ...) تفسیر این شرایط را با مشکل مواجه می سازد، اما به نظر می رسد همه این عوامل به نحوی با تغییر عمق آب در ارتباط هستند، بنابراین می توان تغییر در عمق آب را مهمترین عامل تأثیرگذار بر روی پراکنندگی روزن داران در نظر گرفت.

با توجه به تغییر عمق آب در برش مورد مطالعه، می توان سه گروه مختلف روزن داران با پوسته پورسلانوز، روزن داران با پوسته هیالین و روزن داران پلانکتون را شناسایی کرد.

روزن داران پورسلانوز در قسمتهای کم عمق پلاتفرم گسترش زیادی دارند. در کم عمق ترین بخش، میلیولیدها بسیار فراوان هستند زیرا این فرامینفرها فاقد جلبک همزیست بوده و به راحتی در نقاط کم عمق (که به دلیل کاهش چرخش آب دارای میزان شوری بالا می باشد) زندگی می کنند (مصدق و همکاران، ۲۰۰۹). پوسته بدون منفذ نیز، آنها را در برابر نفوذ زیاد نور محافظت می کند (صادقی و همکاران، ۲۰۰۹). روزن داران بدون منفذ پیچیده ای نظیر آرکیاس و بورلیس دارای جلبک همزیست بوده و به همین سبب قادر به تحمل شوریهای خیلی زیاد نیستند (لی، ۱۹۹۰). این روزن داران نیز به دلیل نفوذ زیاد نور دارای پوسته بدون منفذ هستند ولی عمق زیست آنها اندکی بیشتر است.

این مجموعه فونی مطابق با بیوزون شماره ۳ لارسن و همکاران (۲۰۰۹، جدول ۲) (*Lepidocyclina-Operculina*) (*Ditrupa*) - به سن روپلین - شاتین است. بر اساس مطالعات اهرنبرگ و همکاران (۲۰۰۷) این مجموعه به علت نداشتن نومولیتس و قرار داشتن در زیر مجموعه فونی ۳ متعلق به قاعده شاتین می باشد. آدامز و بورژوآ (۱۹۶۷، جدول ۱) زون زیستی مستقلی برای این مجموعه فونی معرفی نکرده اند.

مجموعه فونی ۳: این مجموعه از ضخامت ۱۲۰ تا ۱۷۴ متری برش گزارش شده و شامل فونای شاخص زیر است:

Archaias spp., *Austrotrillina* spp., *Borelis pygmaea*, *Eulepidina* sp., *Nephrolepidina* sp., *Operculina* sp., *Peneroplis* spp.

این مجموعه با بیوزون شماره ۴ لارسن و همکاران (۲۰۰۹، جدول ۲) - (*Archaias asmaricus* - *Archaias hensoni*) (*Archaias asmaricus* - *Archaias hensoni*) (*Archaias asmaricus* sub zone) (*Archaias hensoni* - *Archaias asmaricus* sub zone) (*Archaias hensoni* - *Archaias asmaricus* sub zone) آدامز و بورژوآ (۱۹۶۷، جدول ۱) بوده و سن اکتانین پیشین را داراست.

استفاده از روزن داران در تعیین شرایط محیط دیرینه

روزن داران از مهمترین سازندگان کربناته های کم عمق مناطق حاره ای هستند و گاهی بیش از ۸۰٪ حجم رسوبات را در این مناطق تشکیل می دهند. در رسوبات کربناته نریتیک از زمان پالئوزوئیک، روزن داران همواره جزو گروهی از موجودات به شمار آمده اند که اکوسیستم مستقلی نسبت به سایر بیوسیستمها دارند. همچنین روزن داران نقش مؤثری در زنجیره غذایی مهره دارانی نظیر ماهیها بازی نمی کنند و

مگالوسفریک و میکروسفریک از یک گونه هستند (آدامز و بورژوآ، ۱۹۶۷).

علاوه بر این، به دلیل این که در تولید مثل جنسی جلبک همزیست به زیگوت منتقل نمی‌شود، زیگوت میکروسفریک مجبور است جلبک همزیستش را خود پیدا کند. در شرایط نامساعد نوری جلبکها زندگی آزاد پلانکتونی ندارند تا توسط زیگوت جذب شوند. بنابراین تعداد زیاد میکروسفریک همواره بر عمق متوسط نوری دلالت دارد که جلبکهای آزاد در آن یافت می‌شوند (گیل، ۲۰۰۰).

در عمق زیاد و در اعماق زون نوری، اندازه روزن‌داران هیالین دوباره کاهش می‌یابد (نسبت ضخامت/قطر افزایش می‌یابد (هالوک و همکاران، ۱۹۸۶). این کاهش در اندازه به دلیل کاهش فتوسنتز جلبکهای همزیست در شرایط نامساعد نوری است که با تولید مثل غیرجنسی روزن‌دار همراه شده است (بیونگتون - پنی و رسی، ۲۰۰۴). در اعماق زیاد به دلیل کاهش نفوذ نور، دما نیز تا حدی کاهش می‌یابد. کم شدن دمای آب با کاهش سوخت و ساز درونی روزن‌داران که موجوداتی اکتوترمیک هستند همراه است. در نتیجه روزن‌دار به غذای کمتری احتیاج دارد و شرایط مزوتروفی - یوتروفی نسبی ایجاد می‌شود (ماتی و هالوک، ۲۰۰۳). روزن‌داران همزیست‌دار با شرایط الیگوتروفی سازگار شده‌اند و راهبرد k (تعداد فرزندان کم، بلوغ دیررس و پوسته بزرگ) دارند، زیرا زیاد شدن مواد غذایی، با رشد فیتوپلانکتونها و کاهش نفوذ نور در آب همراه است که فتوسنتز جلبک همزیست را مختل کرده و تمایل آن را برای زندگی همزیستی کاهش می‌دهد (بیونگتون - پنی و رسی، ۲۰۰۴). با این وجود بعضی از روزن‌داران کفزی بزرگ نظیر اُپر کولینا و لپیدوسیکلینا در شرایط خاص قادر به تغییر راهبرد زندگی خود به حد واسطی از k و I هستند (کومار و سرسوتی، ۱۹۹۷). به نظر می‌رسد در اعماق زیاد در برش

با افزایش عمق و کاسته شدن از میزان نفوذ نور، کم کم شرایط برای زیست روزن‌داران با پوسته هیالین فراهم می‌شود. عمق زیست روزن‌داران هیالین را می‌توان به سه بخش کم عمق، عمق متوسط و عمیق تقسیم کرد.

در نواحی کم عمق روزن‌داران هیالین با پوسته ضخیم یعنی با نسبت ضخامت به قطر زیاد حضور دارند. این پوسته روزن‌دار را برای تحمل نور و انرژی زیاد محیط سازگار می‌کند (بیونگتون - پنی و رسی، ۲۰۰۴)، اما عاملی که در ایجاد این پوسته ضخیم نقش دارد، کاهش فتوسنتز جلبکهای همزیست در شرایط نامساعد نوری (نور خیلی زیاد و خیلی کم) می‌باشد (بیونگتون - پنی و رسی، ۲۰۰۴).

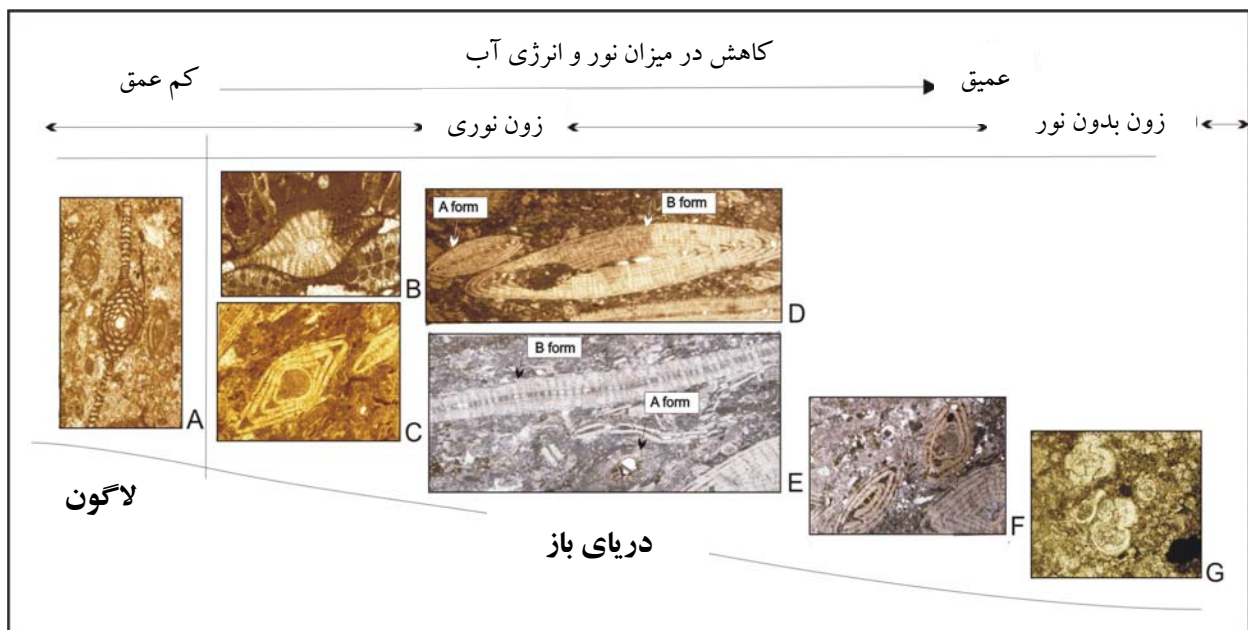
در عمق متوسط پوسته روزن‌داران منفذدار، بزرگ و مسطح و دارای کمترین مقدار ضخامت/قطر است. در این شرایط به علت کاهش میزان نور روزن‌دار سطح خود را برای بیشتر کردن جذب نور افزایش می‌دهد (هالوک و همکاران، ۱۹۸۶). از عواملی که در ایجاد این پوسته بزرگ و مسطح مؤثرند، حداکثر فتوسنتز جلبکهای همزیست در شرایط متوسط نوری و همچنین تولید مثل جنسی روزن‌داران می‌باشد که با ایجاد فرم میکروسفریک (فرم B با پوسته بزرگ و حجره جنینی کوچک) در شکل گیری این پوسته بزرگ نقش دارد. در این عمق به دلیل کاهش انرژی محیط، زیگوت قادر به ادامه حیات خود می‌باشد.

البته در بیشتر مواقع فرم میکروسفریک به تنهایی قادر به تولید مثل جنسی نیست و با تولید مثل غیرجنسی فرم مگالوسفریکی (A2) ایجاد می‌کند که قدرت تولید مثل جنسی را دارد. بنابراین در زندگی روزن‌داران اعماق متوسط تناوبی از تولید مثل جنسی و غیرجنسی (همراهی فرمهای A2, B) مشاهده می‌شود (بیونگتون - پنی و رسی، ۲۰۰۴). به عنوان مثال در برش مورد مطالعه در *Nummulites intermedius* و *Nummulites fichtel* عمق متوسط یافت می‌شوند که به ترتیب شکلهای

مورد مطالعه، قبلاً توسط هالوک (۱۹۸۶) در آمفیستریناها و توسط بیوینگتون (۲۰۰۴) در نومولیتیده‌ها مشاهده شده است. در عمیق‌ترین بخش پلاتفرم و در زیر زون نوری، روزن‌داران کفزی وابسته به همزیست نوری غایب هستند و تنها روزن‌داران پلانکتون و روزن‌داران فاقد همزیستی نظیر تکستولاریا حضور دارند. شکل ۳ روند مشاهده شده در تغییر روزن‌داران را در برش مورد مطالعه نمایش می‌دهد.

مورد مطالعه با ایجاد شرایط پر غذایی نسبی روزن‌داران راهبرد زندگی خود را تغییر داده‌اند، به این ترتیب دارای تولید مثل غیرجنسی، فرزندان زیاد، بلوغ زود رس و پوسته کوچک هستند.

روند مشاهده شده در اندازه پوسته روزن‌داران بزرگ کفزی (کاهش، سپس افزایش ضخامت/قطر) در برش



شکل ۳: روند تغییر روزن‌داران با افزایش عمق در برش مورد مطالعه
A: روزن‌داران پورسلانوز، B و C: روزن‌داران هیالین (A form)، D و E: روزن‌داران هیالین (A-B form)،
F: روزن‌داران هیالین (A form)، G: روزن‌داران پلانکتون

PH آب دریا، نوع پی لایه و نیز روندهای زیست شناختی و تکاملی تشکیل می‌شوند. بر این اساس می‌توان از رخساره‌های تشکیل شده به عنوان نمایه‌هایی از شرایط محیطی زمان تشکیلشان استفاده کرد (پومار و همکاران، ۲۰۰۴). این رخساره‌ها که در نواحی حاره‌ای تا غیر حاره‌ای تشکیل می‌شوند به تشکیل انواع گوناگونی از اجتماعات کربناته منجر می‌شوند.

جیمز (۱۹۹۷) بر اساس میزان وابستگی موجودات تولید کننده کربنات به نور، دو اجتماع فتوزوئن و هتروزوئن را

شناسایی اجتماعات کربناته موجود در سازند آسماری در برش فیروزآباد

به طور کلی تمرکز و همراهی دانه‌های کربناته (اجزای اسکلتی و غیر اسکلتی) باعث تشکیل اجتماعات کربناته می‌شود. با ورود مواد آواری به درون حوضه از تشکیل اجتماعات کربناته کاسته می‌شود (فلوگل، ۲۰۰۴) دانه‌های اسکلتی در رخساره‌های دریا‌های کم عمق تحت تأثیر عوامل گوناگونی مانند دما، میزان مواد مغذی، انرژی هیدرودینامیکی آب، شفافیت، عمق بستر، شوری، میزان اکسیژن محلول، غلظت CO_2 و میزان Ca^{++} ، نسبت Mg/Ca ،

در برش مورد مطالعه سه نوع اجتماع کربناته به شرح زیر شناسایی گردید:

۱- اجتماع روزن‌داران کوچک و بزرگ بدون منفذ مانند میلیولید، آرکیاس، پنروپلیس، بورلیس و... به همراه پوسته‌های دو کفه‌ای که با مقدار ناچیزی استراکد، گاستروپود و قطعات اکتینودرم که در قسمتهای کم عمق و در بخش بالایی برش مورد مطالعه حضور دارند.

۲- در بخش میانی برش مورد مطالعه بریوزئرها گسترش قابل توجهی یافته‌اند و به همراه آنها تعداد کمی از روزن‌داران منفذدار نظیر لپیدوسیکلینا و نومولیتیده و گاهی روزن‌دارانی با پوسته بدون منفذ نیز یافت می‌شود.

۳- اجتماع سوم شامل تعداد زیادی از روزن‌داران کفزی (در بعضی نقاط مقطع منفذدار و در بعضی نقاط منفذدار و بدون منفذ) است که به همراه آن جلبک قرمز، اکتینوئید، قطعات مرجان و بریوزوآ نیز یافت می‌شود.

همه اجتماعات شناسایی شده در برش مورد مطالعه هتروزوئن می‌باشند، اما علت تشکیل این اجتماعات هتروزوئن چیست؟ برای درک بهتر این موضوع لازم است شرایط رسوب‌گذاری سازند آسماری در زمان تشکیل آن (الیگوسن) بررسی شود.

یکی از دلایل تشکیل اجتماعات هتروزوئن آب و هوای سرد و عرضهای بالای جغرافیایی می‌باشد. آب و هوای منطقه را می‌توان با توجه به حضور گونه‌هایی از جلبک قرمز و روزن‌داران بزرگ، بازسازی عرضهای جغرافیایی گذشته و اطلاعات ایزوتوپی اکسیژن مشخص نمود (پومار و همکاران، ۲۰۰۴).

روزن‌داران کفزی بزرگ الیگوسن نظیر لپیدوسیکلینا، آرکیاس و بورلیس شاخص آب و هوای حاره‌ای می‌باشند (براناندانو و همکاران، ۲۰۰۴). این روزن‌داران میزبان جلبکهای همزیست هستند. سرمای هوا گرچه فتوسنتز همزیستها را دچار اشکال نمی‌کند اما رشد و تولید مثل آنها

تعیین کرده است. این اجتماعات در دریا‌های عهد حاضر بر اساس عرض جغرافیایی و چرخش آب دریا پراکنده شده‌اند (ماتی و هالوک، ۲۰۰۳).

اجتماع فتوزوئن در عرضهای پایین جغرافیایی (شرایط حاره‌ای و نیمه حاره‌ای) در محدوده دمایی بین $18-27^{\circ}\text{C}$ در شرایط الیگوتروپی تا کمی مزوتروپی حضور دارند (ویلسون و وکسی، ۲۰۰۵). اجزای اصلی اجتماع فتوزوئن شامل ارگانیسیمهای وابسته به نور مانند مرجانهای هرما تیپیک، روزن‌داران کفزی دارای همزیست جلبکی، جلبک قرمز کورالیناسه‌آ، دانه‌های غیراسکلتی مانند اووئید و پلوئید و تعداد کمی از موجودات غیروابسته به نور می‌باشند (فلوگل، ۲۰۰۴).

اجتماع هتروزوئن در عرضهای بالای جغرافیایی (نواحی معتدل و سرد قطبی) تا نواحی نیمه حاره‌ای در محدوده دمایی کمتر از 20°C در شرایط مزوتروپی تا یوتروپی حضور دارند (ویلسون و وکسی، ۲۰۰۵). در اجتماع هتروزوئن منابع غذایی از طریق بالا آمدن آب اقیانوس و ورود مواد آواری خشکی تأمین می‌شود. اجزای آنها شامل ارگانیسیمهای غیر وابسته به نور مانند بریوزوئر، اکتینوئید، دو کفه‌ای و جلبک قرمز کورالیناسه‌آ می‌باشند (فلوگل، ۲۰۰۴)، ولی هر اجتماع هتروزوئنی نشان دهنده رسوب‌گذاری در آبهای سرد نیست (پومار و همکاران، ۲۰۰۴). با وجود این که هر یک از این اجتماعات به عرضهای جغرافیایی خاصی محدودند، اما ممکن است با تغییر در عوامل کنترلی آنها (شوری، دما، میزان مواد مغذی و...) در دیگر عرضهای جغرافیایی نیز یافت گردند. به طور مثال اجتماعات کربناته هتروزوئن با این که بیشتر در عرضهای بالای جغرافیایی (شرایط معتدل و قطبی) یافت می‌شوند ممکن است به علت ورود مواد غذایی فراوان در شرایط حاره‌ای نیز یافت گردند (پومار و همکاران، ۲۰۰۴).

بخش بالایی برش فیروزآباد (اجتماع ۱) از حد نرمال بیشتر است و می‌تواند از ایجاد اجتماعات فتوزوئن جلوگیری کند. مهمترین عامل در عدم گسترش اجتماعات فتوزوئن (مانند مرجانه‌های ریف ساز) در زمان پالئوژن، در منطقه مورد مطالعه فاکتورهای اکولوژیکی می‌باشد. عوامل اکولوژیکی نقش مهمی را در ایجاد اجتماعات فتوزوئن بازی می‌کنند. امروزه مرجانه‌های زوکسانتلا در شرایط نور زیاد زندگی می‌کنند اما همین مرجانه‌ها تا انتهای میوسن ریف تشکیل نمی‌دادند و در قسمتهای میانی و پایینی زون نوری زندگی می‌کردند (پومار و هالوک، ۲۰۰۷؛ براندانو و همکاران، ۲۰۰۹).

این مشخصه با سکونت گاههای امروزی مرجانه‌های همزیست دار شاخه‌ای مغایرت دارد. تا زمان پیش از اواخر میوسن که دمای جهانی تا حدودی بالاتر بوده است، زون مزو-الیگوفوتیک سکونت گاه مناسب برای مرجانه‌های همزیست دار بوده است (پومار و هالوک، ۲۰۰۷). این ویژگی مرجانه‌ها در جلوگیری از ایجاد اجتماعات فتوزوئن مهم به نظر می‌رسد.

مشابه چنین اجتماع کربناته‌ای با شرایط نیمه حاره‌ای توسط براندانو و همکاران (۲۰۰۹) از بخش آتارد منطقه مالتا (جزیره مالتا بخشی از رمپ کربناته متعلق به الیگوسن - میوسن حاشیه قاره‌ای آفریقا است که در زمان رسوب گذاری در عرض جغرافیایی حدود ۳۰ درجه شمالی و در شرایط مشابه سازند آسماری نهشته شده است) گزارش شده است. این کربناته‌های هتروزوئن با وجود شرایط گرمسیری، با فراوانی روزن‌داران کف زی بزرگ، جلبک قرمز و کمیابی مرجانه‌ها مشخص می‌گردد. در سازند آسماری در ناحیه مورد مطالعه قطعات مرجان کمیاب بوده و قادر به ایجاد ساختمان ریفی مقاوم در مقابل امواج نبوده‌اند. در نتیجه عدم فراوانی مرجانه‌ها در بخش بالایی زون نوری و فقدان ریف مقاوم در

را متوقف می‌سازد و در نهایت جلبک درون میزبان می‌میرد (کاسویک، ۲۰۰۴). بازسازی عرضهای جغرافیایی دیرینه نیز نشان می‌دهد ایران در زمان الیگوسن حدوداً در عرض جغرافیایی ۲۵° شمالی (حاره‌ای) قرار داشته است (حیدری، ۲۰۰۸). در نهایت بر اساس اطلاعات به دست آمده از ایزوتوپ اکسیژن، منحنی آب و هوای جهانی حاکی از یک سرد شدگی است که تا انتهای الیگوسن ادامه یافته و با گسترش سریع صفحات یخی در اقیانوس منجمد شمالی همراه بوده است (پومار و هالوک، ۲۰۰۸)، اما با توجه به قرارگیری ایران در عرضهای جغرافیایی پایین به نظر نمی‌رسد این سرما تأثیر چندانی بر روی اجتماعات موجود در برش مورد مطالعه داشته باشد.

وجود مواد غذایی زیاد در آب عامل دیگری است که می‌تواند از ایجاد اجتماعات فتوزوئن جلوگیری کند. افزایش مواد غذایی با کدر کردن آب از تشکیل کلنیهای مرجان جلوگیری می‌کند. از نشانه‌های ازدیاد مواد غذایی، افزایش فرآیندهای میکروبی شدن و فرسایش زیستی و همچنین ازدیاد موجودات هتروتروفی نظیر بربوزوآست که برای زندگی احتیاج به نور خورشید ندارند (مک‌گورن، ۲۰۰۰؛ براندانو و کوردا، ۲۰۰۲).

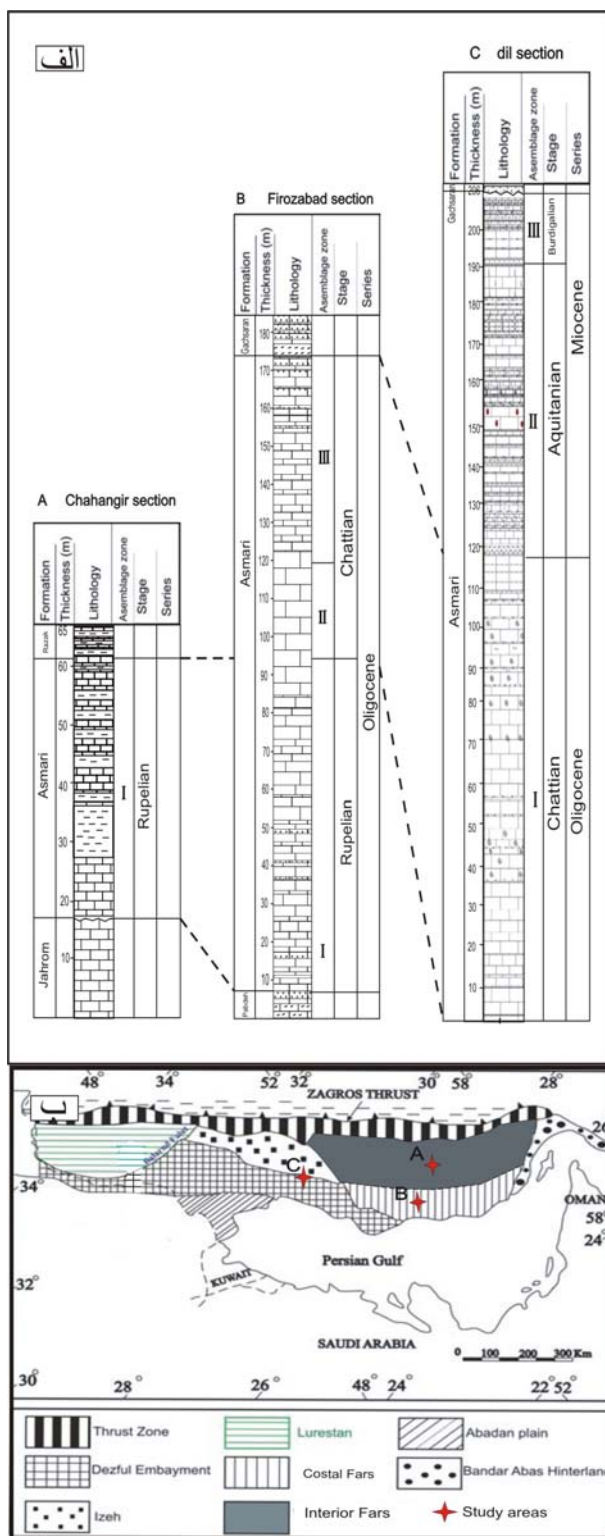
در بخش میانی از برش مورد مطالعه (اجتماع ۲) کاهش قابل توجه تعداد روزن‌داران کفزی بزرگ، ازدیاد بربوزوئرها و همچنین افزایش میزان فرسایش زیستی در جلبکهای قرمز حاکی از شرایط پُرغذایی است، اما در سایر نقاط برش (اجتماعات ۳ و ۱) فراوانی روزن‌داران بزرگ کفزی نشان دهنده شرایط الیگوتروفی است.

بعضی از عوامل محلی نظیر شوری زیاد نیز از جمله دلایلی است که می‌تواند از رشد مرجانه‌های ریف ساز و ایجاد اجتماعات فتوزوئن جلوگیری کند چرا که مرجانه‌ها برای رشد نیاز به شوری نرمال دریایی دارند. این عامل تنها در

مقایسه سازند آسماری در سه برش چاه انجیر (فارس داخلی)، فیروزآباد (فارس ساحلی) و دیل (فروفتادگی دزفول)

مقایسه سازند آسماری در برشهای چاه انجیر (سعیدی اور تا کند و همکاران، ۱۳۸۷)، فیروزآباد و دیل (الله کرم پور دیل و همکاران، ۱۳۸۷) حاکی از یک عمیق شدگی به سمت مرکز حوضه می باشد (شکل ۴). برش چاه انجیر در قسمتهای کم عمق و در لبه حوضه فورلند زاگرس نهشته شده است. مرز زیرین سازند آسماری در این برش با سازند جهرم و به صورت ناپیوسته می باشد (وقفه رسوبی حاصل از فاز پیرنه به این ناپیوستگی منجر شده است). سازند آسماری در این برش ضخامت کمی داشته (۴۱/۵ متر) و سن آن به دلیل وجود زون (*Nummulites vascus* - *N. fichteli*) (لارسن و همکاران، ۲۰۰۹) منحصر به روپلین می باشد (سعیدی اور تا کند و همکاران، ۱۳۸۷). بعد از روپلین به دلیل پس روی آب، سازند رازک جانشین سازند آسماری می شود. نزدیک بودن محل تشکیل برش چاه انجیر به تراس زاگرس (فارس داخلی) باعث تشکیل آواریهای حاصل از تخریب ارتفاعات در سازند رازک شده است. برش فیروزآباد در فاصله بیشتری نسبت به لبه حوضه زاگرس و در فارس ساحلی نهشته شده است. در مرز زیرین این برش سازند پلاژیک پابده جانشین سازند جهرم شده و سازند آسماری در این برش ضخامت بیشتری نسبت به برش چاه انجیر داراست. همچنین وقفه رسوبی حاصل از فاز پیرنه که در برش چاه انجیر دیده می شود در این برش وجود ندارد. رسوب گذاری سازند آسماری در این برش تا شاتین ادامه پیدا می کند و سپس با پس روی آب و کم عمق شدن حوضه، سازند گچساران، سازند آسماری را می پوشاند (دور بودن این برش نسبت به تراس زاگرس و عدم ورود آواریهها به حوضه موجب تشکیل سازند گچساران به جای رازک شده است).

برابر امواج، توسعه اجتماع هتروزوئن را در ناحیه مورد مطالعه سبب شده است.



شکل ۴: الف) مقایسه برشهای چاه انجیر (A)، فیروزآباد (B) و دیل (C). ب) موقعیت این سه برش در حوضه زاگرس

۲۰ جنس و ۲۱ گونه از روزن‌داران در برش مورد مطالعه شناسایی شد. بر این اساس و با استفاده از بیوزوناسیون آدامز و بورژوآ (۱۹۶۷) دو زون زیستی با سن الیگوسن - میوسن پیشین (اکیتانین پیشین) و با استفاده از بیوزوناسیون لارسن و همکاران (۲۰۰۹)، سه زون زیستی با سن الیگوسن (روپلین - شاتین) تفکیک گردید. بر اساس مطالعات پالئوآکولوژی روند تغییر روزن‌داران در برش مورد مطالعه با افزایش عمق به این ترتیب است که روزن‌داران پورسلانوز در کم عمق - ترین قسمت برش، روزن‌داران هیالین که در اعماق کم و زیاد دارای پوسته محذب و در اعماق متوسط دارای پوسته مسطح و کشیده می‌باشند و روزن‌داران پلانکتون که در عمیق‌ترین بخش برش فراوان هستند. با توجه به اجتماعات کربناته موجود در برش مورد مطالعه و همچنین بازسازی عرضهای جغرافیایی دیرینه، سازند آسماری در ناحیه مورد مطالعه در شرایط حاره‌ای و تحت رژیم الیگوتروفی و تا حدی مزوتروفی نهشته شده است که محیطی مناسب جهت شکل‌گیری اجتماعات فتوزوئن به شمار می‌رود، اما شرایط اکولوژی مرجانه‌های همزیست‌دار در این زمان (عدم تشکیل ریف) موجب گسترش اجتماعات هتروزوئن در برش فیروزآباد شده است.

در برش دیل با نزدیکتر شدن به قسمتهای مرکزی حوضه، به دلیل عمق بیشتر آب، رسوب گذاری سازند پابده تا شاتین ادامه می‌یابد. سپس سازند آسماری به طور تدریجی بر روی آن قرار گرفته و تا بوردیگالین به رسوب گذاری خود ادامه می‌دهد (وجود زونهای زیستی - *Archaia asmaricus* - *Archaia hensoni* - *Miogypsinoides complanatus* - *Borelis melo curdica* - *Borelis melo melo* - *Miogypsina* - *Elphidium* sp. 14 - *Peneroplis farsensis* (لارسن و همکاران، ۲۰۰۹) سن شاتین - بوردیگالین را برای سازند آسماری در برش دیل تعیین نموده است) و در نهایت سازند گچساران در این برش جانشین سازند آسماری می‌گردد (الله کرم پور دیل و همکاران، ۱۳۸۷).

جوانتر شدن سن قاعده و رأس سازند آسماری به سمت نقاط عمیقتر حوضه زاگرس را مطالعات سایر محققان نیز تأیید می‌کند. به طور مثال برش تیپ سازند آسماری که در مرکز حوضه زاگرس قرار دارد با سن میوسن پیشین و به صورت تدریجی بر روی سازند پابده قرار می‌گیرد (جیمز و واینند، ۱۹۶۵). این موضوع نشان می‌دهد تا قبل از میوسن پیشین به دلیل عمیق بودن حوضه سازند پابده در حال رسوب گذاری بوده است.

نتیجه‌گیری

با مطالعه سازند آسماری در جنوب غرب فیروزآباد نتایج زیر حاصل شد:

منابع

- الله کرم پور دیل، م.، صیرفیان، ع.، وزیری مقدم، ح. و امیری بختیار، ح.، ۱۳۸۷. زیست چینه نگاری سازند آسماری در یال شمالی تاقدیس کوه دیل در شمال گچساران، دوازدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، اهواز.
- سعیدی اوتاکنده، م.، آقانباتی، ع.، وزیری مقدم، ح. و پرتوآذر، ح.، ۱۳۸۷. زیست چینه نگاری نهشته های سازند آسماری در جنوب باختری ایران، دوازدهمین همایش انجمن زمین شناسی ایران، اهواز.
- بختیاری، س.، ۱۳۸۴. اطلس راههای ایران با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰۰. مؤسسه جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی. ۲۸۸ص.

- Adams, T.D., and Bourgeois, F., 1967. Asmari Biostratigraphy: Geological and Exploration, IOOC Report, 1074, (unpublished).
- Alavi, M., 2004. Regional stratigraphy of the Zagros fold-thrust belt of Iran and its proforeland evolution. *American Journal of Science*, 304: 1-20.
- Amirshahkarami, M., Vaziri-Moghaddam, H., and Taheri, A., 2007a. Paleoenvironmental model and sequence stratigraphy of the Asmari Formation in Southwest Iran: *Historical Biology*, 19: 173-183.
- Amirshahkarami, M., Vaziri-Moghaddam, H., and Taheri, A., 2007b. Sedimentary facies and sequence stratigraphy of the Asmari Formation at the Chaman-bolbol: Zagros Basin, Iran, *Journal of Asian Earth Sciences*, 29: 947-959.
- Biavington-Peny, S.G., and Racey, A., 2004. Ecology of extant Nummulitids and other large Foraminifera: Application in paleoenvironmental analyses, *Earth-Science Reviews*, 67: 219-265.
- Brandano, M., and Corda, L., 2002. Nutrients, Sea level and tectonic: Constraints for the facies architecture of Miocene carbonate ramp in central Italy, *Blackwell Science*, 14(4): 257-262.
- Brandano, M., Frezza, V., Tomassetti, L., and Cuffaro, M., 2009. Heterozoan carbonates in oligotrophic tropical waters: The Attard member of the Lower coralline limestone Formation (Upper Oligocene, Malta), *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 272: 1-10.
- Cosovic, V., Drobne, K., and Moro, A., 2004. Paleoenvironmental model for Eocene foraminiferal limestone of the Adriatic carbonate platform, *Facies*, 50: 61-75.
- Ehrenberg, S.N., Pickard, N. A.H., Laursen, G.V., Monibi, S., and Mossadegh, Z. K., 2007. Strontium isotope stratigraphy of the Asmari Formation (Oligocene-Lower Miocene), SW Iran, *Journal of Petroleum Geology*, 30: 102-128.
- Flügel, E., 2004. *Microfacies of carbonate rocks*. Springer, Berlin, 976 p.
- Geel, T., 2000. Recognition of stratigraphic sequence in carbonate platform and slope deposits, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 155: 211-238.
- Hallock, P., Forward, L.B., and Hansen, J., 1986. Influence of environment on the test shape of *Amphistegina*, *Journal of Foraminiferal Research*, 16(3): 224-231.
- Heydari, E., 2008. Tectonics versus eustatic control on supersequences of the Zagros Mountains of Iran, *Tectonophysics*, 451: 56-70.
- Hottinger, L., 1997. Shallow benthic foraminifera assemblages as signals for depth of their deposition and their limitation, *Bull. Soc. Geol. Fr.*, 4: 491-505.
- James, N.P., 1997. The cool-water carbonate depositional realm. In: James N.P., Clarke, J. (Eds), *Cool-water Carbonates*. Soc. Econ. Paleont. Mineral. Spec. Publ., 56: 1-20.
- James, G.A., and Wynd, J.G., 1965. Stratigraphic nomenclature of Iranian Oil Consortium, agreement area, *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 49: 2118-2245.
- Kumar, A., and Saraswati, P.K., 1997. Response of larger foraminifera environments: An example for the Oligocene-Miocene sequence of Kutch, India, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 136: 53-65.
- Lee, J.J., 1990. Fine structure of rodophycean porphyridium *Purpureum* in situ in *Peneroplis pertusus* and *P. asicularis*, *J. Foramin. Res.*, 20: 162-169.
- Lees, G.M., 1993. Reservoir rocks of Persian oil fields, *AAPG Bulletin*, 17: 224-240.
- Laursen, G.V., Monibi, S., Allan, T.L., Pickard, N.A.H., Hosseiny, A., Vincent, B., Hamon, Y., Van Buchem, F.S.H., Moallemi, A., and Driullion, G., 2009. The Asmari Formation revisited: Changed stratigraphic allocation and new biozonation, First international petroleum conference & exhibition, Shiraz, Iran.
- McGowan, B., and Li, Q., 2000. Evolutionary palaeoecology of Cretaceous foraminifera: Thethys, South Australasia, *Historical Biology*, 15: 3-27.
- Mossadegh, Z.K., Haig, D.W., Allan, T., Adabi, M.H., and Sadeghi, A., 2009. Salinity changes during Late Oligocene to Early Miocene Asmari formation deposition, Zagros mountains, Iran, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 272: 17-36.
- Mutti, M., and Hallock, P., 2003. Carbonate system along nutrient and temperature gradient: Some sedimentological and geochemical constraints, *Earth-Science*, 92: 465-475.

- Pomar, L., Brandano, M., Westphal, H., 2004. Environmental factors influencing skeletal grain sediment association: A critical review of Miocene examples from western Mediterranean, *Sedimentology*, 51: 627-651.
- Pomar, L., and Hallock, P., 2008. Carbonate factories: A conundrum in sedimentary Geology, *Earth-Science Reviewers*, 87: 134- 169.
- Sadeghi, R., Vaziri-Moghadam, H., and Taheri, A., 2009. Biostratigraphy and palaeoecology of Oligo-Miocene succession in Fars and Khuzestan areas (Zagros Basin, SW Iran), *Historical Biology*, in press.
- Seyrafian, A., 2000. Microfacies and depositional environment of Upper Asmari Formation at Dehdez area (a correlation across central Zagros Basin), *Carbonates and Evaporates*, 15(2): 121-129.
- Seyrafian, A., and Hamedani, A., 1998. Microfacies and depositional environment of the Upper Asmari Formation (Burdigalian), North - Central Zagros basin, Iran, *N. Jb. Geol. Paleont. Abh*, 210(2): 129-141.
- Thomas, A.N., 1948. The Asmari limestone of southwest Iran, ALOC Report 706. Unpublished.
- Toler, S.K., and Hallock, P., 1998. Shell malformation in stressed *Amphistegina* population, relation to biomineralization and palaeoenvironmental potential, *Marine Micropalaeontology*, 34: 107-115.
- Vaziri - Moghaddam, H., Kimiagari, M., and Taheri, A., 2006. Depositional environment and sequence stratigraphy of the Oligocene - Miocene Asmari Formation in SW Iran, *Springer-Verlage*, 52: 41-51.
- Wilson, M.E.J., and Vecsei, A., 2005. The apparent paradox of abundant foramol facies in low latitudes, their invironmental significance and effect on platform development, *Earth Sci. Rev*, 69: 133-168.