

## زیست‌چینه‌نگاری، ریزرخساره‌ها و محیط رسوب‌گذاری سازند آسماری در یکی از چاه‌های میدان نفتی مارون و مقایسه آن با سایر نواحی زاگرس

محمد گودرزی<sup>۱</sup>، محمد وحیدی‌نیا<sup>۲\*</sup>، حسن امیری بختیار<sup>۳</sup>، محمدرضا نورایی نژاد<sup>۴</sup>

۱- کارشناس ارشد چینه‌نگاری و دیرینه‌شناسی، گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲- دانشیار گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۳- دکتری زمین‌شناسی، شرکت ملی نفت مناطق نفت‌خیز جنوب، اهواز، ایران

۴- کارشناس ارشد شرکت ملی نفت، مناطق نفت‌خیز جنوب، اهواز، ایران

\*پست الکترونیک: vahidinia@ferdowsi.um.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۸/۵/۱۴

تاریخ دریافت: ۹۷/۵/۲۱

### چکیده

این مطالعه با هدف زیست‌چینه‌نگاری سازند آسماری در یکی از چاه‌های میدان نفتی مارون در پهنه فروافتادگی دزفول و مقایسه آن با برش‌های ماله کوه، چاه میدان نفتی قلعه نار، برش مشکان و برش فیروزآباد و نیز شناسایی ریزرخساره‌ها و محیط‌های رسوبی آن انجام شده است. ضخامت سازند آسماری در چاه مورد مطالعه ۳۷۰/۵ متر بوده و عمدتاً از سنگ آهک، دولومیت، سنگ آهک دولومیتی، ماسه سنگ و شیل آهکی تشکیل شده است. مرز زیرین سازند آسماری در این چاه با سازند پابده و مرز بالایی آن با سازند گچساران به صورت پیوسته می‌باشد. پس از مطالعه ۱۵۰ مقطع نازک میکروسکوپی، تعداد ۴۳ جنس و ۶۱ گونه شناسایی و بر اساس پخش و پراکندگی آنها شش زیست‌زون تجمعی (پنج زیست‌زون و یک زون مبهم) مورد شناسایی قرار گرفت. زیست‌زون‌های شناسایی شده در چاه مورد مطالعه شامل *Globigerina spp.*-*Turborotalia cerroazulensis*-*Hantkenina* Assemblage Zone، *Archaia asmaricus*-*Archaia hensoni*-*Miogypsinoidea*، *Lepidocyclina*-*Operculina*-*Ditrupe* Assemblage Zone، *compalanatus* Assemblage Zone، *Borelis* و *Indeterminate Zone*، *Miogypsina*-*Elphidium sp.14*-*Peneroplis farsensis* Assemblage Zone، *melo curdica*-*Borelis melo melo* Assemblage Zone? مورد مطالعه روپلین، شاتین - بوردیگالین؟ تعیین شده است. مطالعات انجام شده به شناسایی ۱۲ ریزرخساره متعلق به محیط‌های رمپ خارجی، رمپ میانی (بخش دور از ساحل و نزدیک به ساحل)، پشته ماسه‌ای و رمپ داخلی (ریف کومه‌ای، لاگون نیمه محصور، لاگون محصور و پهنه کشندی) منجر شده است. تبدیل تدریجی رخصاره‌ها به هم، نبود ساخت‌های ریزشی و لغزشی و نبود دانه‌های پوشش‌دار شواهدی از رسوب‌گذاری در یک رمپ کربناته از نوع هموکلینال می‌باشند.

**واژه‌های کلیدی:** زاگرس؛ الیگومیوسن؛ میدان نفتی مارون؛ فروافتادگی دزفول؛ زیست‌چینه‌نگاری؛ ریزرخساره؛ رمپ هموکلینال.

### مقدمه

هیدروکربوری (مطالعات گسترده و جامعی بر روی آن انجام شده است. رسوبات پلتفرم کربناته‌ای که سازند

سازند کربناته آسماری جوان‌ترین سنگ مخزن زاگرس است و به دلیل اهمیت اقتصادی آن (تولید مواد

و شناسایی ریزرخساره‌ها، محیط‌های رسوبی و ارائه مدل رسوبی در چاه مورد مطالعه می‌باشند.

### مطالعات پیشین

به دلیل اهمیت سازند آسماری در تولید منابع هیدروکربوری مطالعات جامعی بر روی این سازند در زمینه‌های مختلف سنگ‌شناسی، فسیل‌شناسی، چینه‌نگاری سکانسی، کیفیت مخزنی، مطالعات ریزرخساره و محیط رسوبی انجام شده است که در زیر برخی از مهمترین مطالعات انجام شده ذکر شده است:

Lees (1924) Richardson, (1918) Busk & Mayo Adams & (1933) Thomas, (1948) Wynd, (1965) Seyrafian *et al.*, (1996) Burgeois Laursen *et al.*, (2005) Seyrafian & Mojikhalifeh Ehrenberg *et al.*, (2009) Mossadegh *et al.*, (2009) Van Amirshahkarami *et al.*, (2010) Buchem *et al.*, (2010) Rahmani *et al.*, (2009, 2012) Vaziri-Moghaddam *et al.*, (2006, 2010) Allahkarampour Dill, (2010, 2018) Sadeghi *et al.*, (2012, 2018) Zabih Zoram *et al.*, (2013, 2015) Taheri *et al.*, (2015a,b) Shabafrooz *et al.*, (2017) کلنات و همکاران (۱۳۹۳)، آورجانی و همکاران (۱۳۹۴)، طاهری و همکاران (۱۳۹۴)، ذیحی زوارم و همکاران (۱۳۹۴) و وزیری مقدم و همکاران (۱۳۹۴).

### موقعیت جغرافیایی

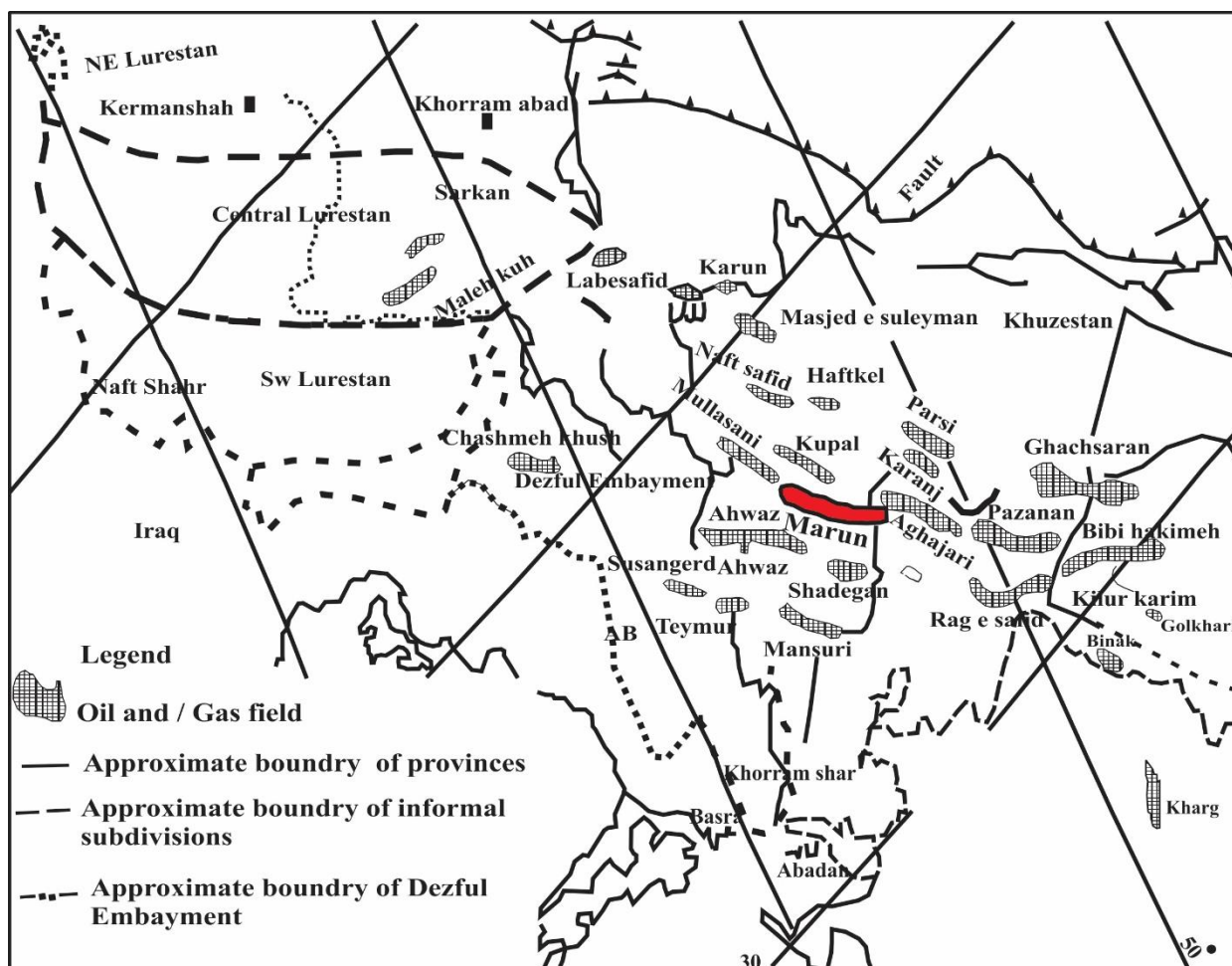
فروافتادگی دزفول بخشی از کمربند چین خورده - رورانده زاگرس است که در جنوب شرقی دزفول و شمال شرقی اهواز قرار دارد (مطیعی، ۱۳۷۲). میدان نفتی مارون در ۴۰ کیلومتری شمال شرق شهرستان اهواز، در جنوب فروافتادگی دزفول شمالی و در میان این ساختمان در امتداد

آسماری را تشکیل می‌دهند، شامل تعدادی از بزرگترین ذخایر نفتی در دنیا می‌باشند (Alavi, 2004). این سازند نخستین بار در تنگ گل ترش واقع در کوه آسماری مورد مطالعه قرار گرفت (Richardson, 1924). نام آن از کوه آسماری در جنوب شرقی مسجد سلیمان گرفته شده و برش الگوی آن در منطقه یاد شده ضخامت ۳۱۴ متر دارد که شامل سنگ آهک‌های مقاوم کرم تا قهوه‌ای رنگ با ریخت شناسی کوه ساز همراه با میان لایه‌های جزئی از شیل می‌باشد و به داشتن درزه‌های فراوان شاخص است (Thomas, 1948; James & Wynd, 1965). سازند آسماری در برش‌های کامل خود دارای دو عضو، یکی عضو ماسه سنگی اهواز در جنوب غرب خوزستان و دیگری عضو تبخیری کله‌در لرستان بوده (آقاباتی، ۱۳۸۵) و به لحاظ سنی به سه واحد آسماری پایینی به سن الیگوسن، آسماری میانی به سن میوسن پیشین (آکی‌تاین) و آسماری بالایی به سن میوسن پیشین (بوردیگالین) تقسیم می‌شود، اگرچه این تقسیم بندی در همه جا دیده نمی‌شود. در بیشتر نقاط مرز زیرین سازند آسماری با سازند پابده است، اما در لرستان مرکزی این سازند با سازند کربناتی شهبازان و در فارس داخلی با سازند جهرم به صورت ناپوستگی موازی همبر است. در اکثر نقاط سازند آسماری با سازند تبخیری انیدریتی گچساران پوشیده شده، ولی در فارس داخلی به وسیله سازند رازک پوشیده می‌شود.

مهمترین اهداف مدنظر این پژوهش شامل زیست‌چینه‌نگاری سازند آسماری در چاه مورد مطالعه و بررسی گسترش زیست‌زون‌های موجود بر مبنای نوشته‌های Laursen *et al.* (2009) و Van Buchem *et al.* (2010)، مقایسه زیست‌زون‌های شناسایی شده با زیست‌پهنه‌بندی Wynd & Bourgeois (1965) Adams & (1967) Cahuzac & Poignant (1997)، مقایسه زیست‌چینه‌ای سازند آسماری در این چاه با سایر مناطق همجوار، بررسی

دارد. این میدان از شمال توسط میدان رامین، از جنوب توسط میدان رامشیر، از شرق توسط میدان کوپال و از غرب و شمال غرب توسط میدان‌های اهواز و شادگان محدود شده است (شکل‌های ۱ و ۳).

تاق‌دیس‌های آجاجاری و رامین قرار گرفته است. شکل ساختمانی مارون برگرفته از میدان تنشی کلی زاگرس است. این میدان در افق آسماری دارای ۶۷/۵ کیلومتر طول و به طور متوسط ۵/۵ کیلومتر عرض می‌باشد و در بیشترین حالت ۷ کیلومتر و در کمترین حالت ۳/۵ کیلومتر عرض



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی میادین نفتی جنوب غرب ایران که در آن میدان نفتی مارون با چند ضلعی قرمز رنگ مشخص گردیده است (برگرفته از نورایی نژاد و امیری بختیار، ۱۳۹۷).

## روش مطالعه

به منظور انجام این پژوهش تعداد ۱۵۰ مقطع نازک (عمدتاً مغزه‌های حفاری) از نظر دیرینه‌شناسی، شناسایی آلوک‌ها و تعیین ریزرخساره‌ها به طور دقیق مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش چاه مورد مطالعه با برش‌های چینه‌شناسی ماله‌کوه (محمدی و همکاران، ۱۳۹۴)، چاه میدان نفتی قلعه‌نار (ذبیحی زوارم و همکاران، ۱۳۹۴)،

برش مشکان (صادقی و همکاران، ۱۳۹۳) و برش فیروزآباد (کلنات و همکاران، ۱۳۸۹) مقایسه شده است. برای شناسایی میکروفسیل‌های موجود از منابعی مانند Adams & Bourgeois (1967) و Loeblich & Tappan (1988) و Boudagher-Fadel (2008) و مقالات مرتبط دیگر استفاده شد. جهت زیست پهنه‌بندی و تشخیص زیست‌زون‌ها، از الگوی معرفی شده توسط Laursen et al.

(2007) با استفاده از روش چینه‌نگاری ایزوتوپ استرانسیوم، پنج حادثه زیستی بر اساس فسیل‌های شاخص در سازند آسماری مشخص کردند، ضمن این که آخرین حضور جنس *Nummulites* را قبل از پایان روپلین، شاتین، آخرین حضور جنس *Archaias* را نزدیک یا درست بعد از قاعده میوسن، اولین حضور جنس *Borelis* را در زمان شاتین پسین و گونه *Borelis melo curdica* را شاخص خوبی برای آشکوب بوردیگالین معرفی کردند. (Laurson et al. 2009) با استفاده از داده‌های ایزوتوپ استرانسیوم زون‌بندی جدیدی را ارائه دادند و هفت زیست‌زون متشکل از شش زیست‌زون و یک زون مبهم را معرفی کردند (جدول ۲). (Van Buchem et al. 2010) مطالعه جامع‌تری بر روی سازند آسماری به ویژه در نواحی نفت خیز انجام داده و زیست‌پهنه‌بندی ارائه شده توسط (Laurson et al. 2009) را تأیید نمودند.

(2009) و (Van Buchem et al. 2010) استفاده شد. برای شناسایی و تفسیر ریزرخساره‌ها نیز از Buxton & Pedley (1989)، Wilson (1975)، Geel (2000)، Flügel (2010) و جهت نام‌گذاری و طبقه‌بندی سنگ‌ها از Dunham (1962) و Klován & Embry (1971) استفاده شد.

### زیست چینه‌نگاری

زیست چینه‌نگاری سازند آسماری توسط Wynd (1965) و Adams & Bourgeois (1967) ارائه شد، ولی به دلیل این که ایشان نتوانستند دو آشکوب روپلین و شاتین را از هم تفکیک کنند، مجدداً مورد بازنگری قرار گرفت (جدول ۱). Cahuzac & Poignant (1997) بر مبنای روزن‌داران کف‌زی بزرگ در رسوبات الیگوسن بالایی و میوسن زیرین حوضه اروپا زون‌بندی جدیدی را ارائه داده که بعضاً با برخی از زون‌بندی‌های زیستی ارائه شده قبلی می‌توانست قابل انطباق باشد (جدول ۱). Ehrenberg et al.

جدول ۱: مدل بایوزوناسیون ارائه شده توسط Wynd (1965)، Adams and Bourgeois (1967) و Cahuzac and Poignant (1997)

Age	No.	Wynd (1965)	Adams & Bourgeois (1967)		Cahuzac & Poignant (1997)		
		Biozone	No.	Assemblage Zone	No.	Assemblage Zone	
Miocene	Burdigalian	61	<i>Borelis melo curdica</i>	1	<i>Borelis melo curdica</i> <i>Meandropsina iranica</i>	Sb25	<i>Borelis melo curdica</i> <i>Miogypsina</i>
	Aquitanian	59	<i>Austrotrilina howchini</i> <i>Peneroplis evolutus</i>	2a	<i>Elphidume</i> sp. 14 <i>Miogypsina</i>	Sb24	<i>Austrotrilina howchini</i> <i>Miogypsina</i> <i>Miogypsinoidea deharti</i>
2b				<i>Archaias asmaricus</i> <i>Archaias hensoni</i>			
Oligocene	Chattian	58	<i>Archaias</i> <i>Operculiniformis</i>	3	<i>Eulepidina</i> <i>Nephrolepidina</i> <i>Nummulites vascus</i>	Sb23	<i>Miogypsinoidea</i> <i>Eulepidina</i>
		57	<i>Nummulites</i> <i>intermedius</i> <i>Nummulites vascus</i>			Sb22	<i>Nummulites vascus</i> <i>Nummulites fichteli</i> <i>Eulepidina</i>
	Rupelian	56	<i>Lepidocyclina</i> - <i>Operculina</i> - <i>Ditroupa</i>	4	<i>Globigerina</i> spp.	Sb22A	<i>Eulepidina forosoides</i>
		55	<i>Globigerina</i> spp.			Sb21	<i>Nummulites vascus</i> <i>Nummulites fichteli</i>

جدول ۲: ستون استاندارد زمان چینهای و الگوی زیست پهنه بندی ارائه شده در نوشته Laursen et al. (2009) همراه با زیست‌زون‌های شناسایی شده در این پژوهش

Standard Chronostratigraphy			Biozonation of the Asmari Formation	In this study
Age	Epoch	Stage		
20	Miocene	Burdigaliane	<i>Borelis melo curdica</i> - <i>Borelis melo melo</i>	<i>Borelis melo curdica</i> - <i>Borelis melo melo</i> Assemblage zone ??
		Aquitanian	<i>Miogypsina</i> - <i>Eliphidium</i> . sp 14- <i>P. farsensis</i>	Indeterminate zone. <i>Miogypsina</i> - <i>Eliphidium</i> . sp 14- <i>P. farsensis</i> Assemblage zone
25	Oligocene	Chattian	<i>Archaias asmaricus</i> - <i>Archaias.hensoni</i> - <i>M.complanata</i> .	<i>Archaias.asmaricus</i> - <i>Archaias.hensoni</i> - <i>M.complanatus</i> Assemblage zone
		Rupelian	<i>N.Vascus</i> - <i>N.fichteli</i> / <i>Lepidocyclus</i> - <i>Operculina</i> - <i>Ditrupa</i>	<i>Lepidocyclus</i> - <i>Operculina</i> - <i>Ditrupa</i> Assmblage zone
30			<i>Globigerina</i> spp - <i>Turborotalia cerroazulensis</i> - <i>Hantkenina</i>	<i>Globigerina</i> spp - <i>Turborotalia cerroazulensis</i> <i>Hantkenina</i> Assemblage zone

*Hantkenina* sp., *Haplophragmium* sp., *Lenticulina* sp., *Orbulinoides* sp., *Striate uvigerinid*, *Textularia* sp., *Triloculina tricarinata*, *Triloculina trigonula*, *Turborotalia bowerz*, *Turborotalia griffinea*, *Turborotalia pseudoampliapertura*, *Turborotalia* sp., *Uvigerina* sp.

این زیست‌زون هم‌ارز با زیست‌زون شماره ۵۵ در نوشته Wynd (1965) و زیست‌زون شماره ۴ در نوشته Adams & Bourgeois (1967) می‌باشد. سن این بایوزن بر اساس نوشته Wynd (1965) الیگوسن - میوسن و بر اساس نوشته Adams & Bourgeois (1967) ائوسن پسین - الیگوسن و میوسن پیشین می‌باشد. بر اساس مطالعات Laursen et al. (2009) و Van Buchem et al. (2010) نیز سن این زیست‌زون مربوط به ابتدای الیگوسن پیشین (روپلین) است.

## 2. *Lepidocyclus* - *Operculina* - *Ditrupa* Assemblage Zone

ضخامت این زیست‌زون تجمعی ۱۲۹/۵ متر بوده و در بین اعماق ۳۶۳۰/۵ تا ۳۵۰۱ متری قرار دارد. شروع این زیست‌زون بر مبنای اولین حضور *Operculina complanata* و *Lepidocyclus* sp. و انتهای آن با اولین ظهور *Miogypsinoides complanatus* و *Spiroclypeous blankenhorni* مشخص می‌شود.

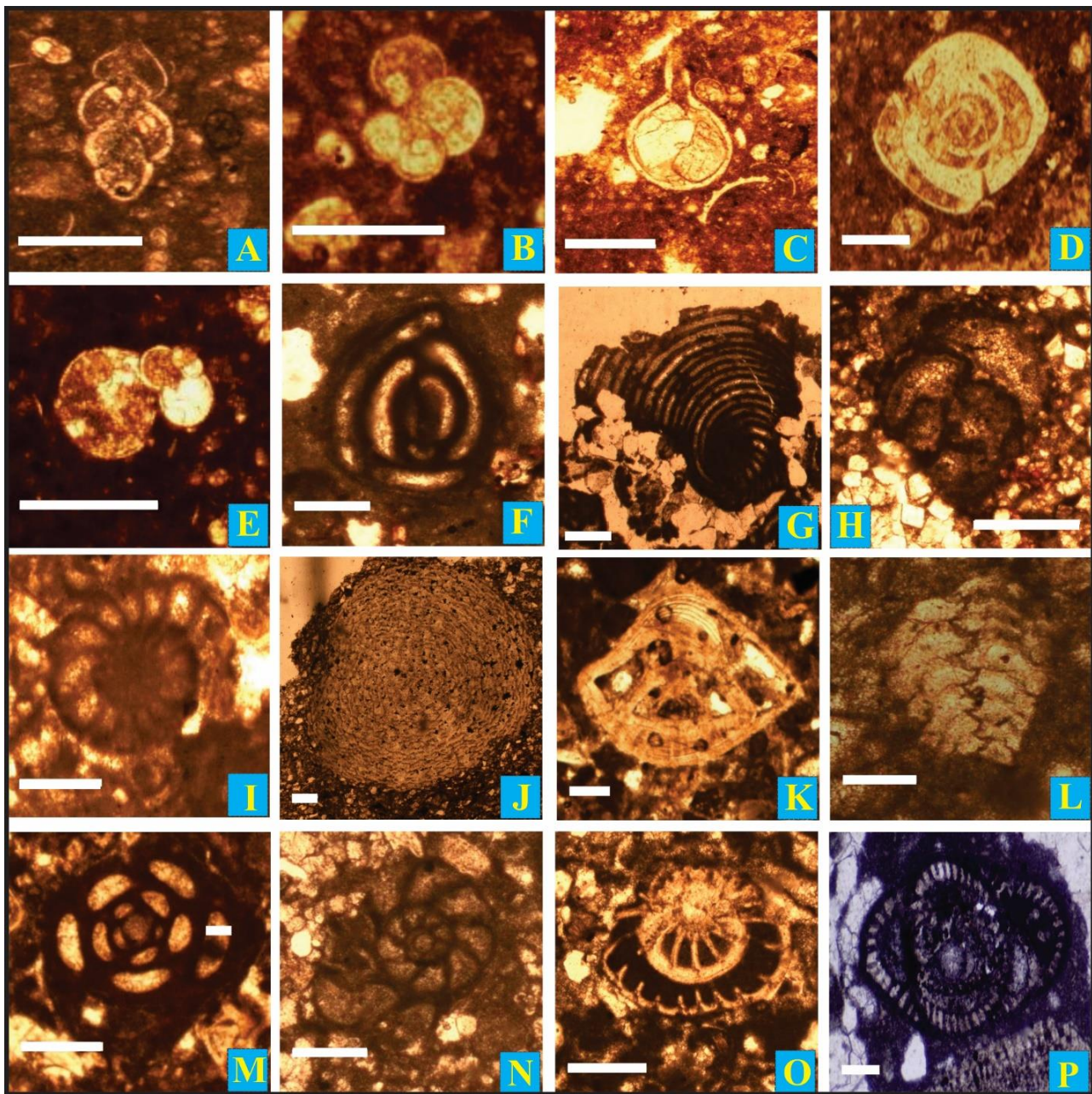
در پژوهش حاضر، تعداد ۴۳ جنس و ۶۱ گونه از روزن‌داران کفزی و پلانکتون شناسایی شد (پلیت‌های ۱ و ۲) و بر اساس پراکنده‌گی عمودی آنها پنج زیست‌زون تجمعی و یک‌زون مبهم شناسایی گردید (جدول ۲ و شکل ۲). با این توضیح، زیست‌زون‌های شناسایی شده در این پژوهش به شرح زیر هستند:

### 1. *Globigerina* spp. - *Turborotalia cerroazulensis* - *Hantkenina* Assemblage zone

این زیست‌زون ۷۶ متر ضخامت داشته و در بین اعماق ۳۷۰۶/۵ تا ۳۶۳۰/۵ متری قرار دارد. در این زیست‌زون فسیل *Globigerina* spp. فراوان و غالب بوده و انقراض *Turborotalia cerroazulensis* در این زیست‌زون صورت می‌گیرد. این زیست‌زون تجمعی مربوط به انتهای سازند پابده می‌باشد و با پیدایش فراوان *Globigerina* spp. مشخص می‌شود. سن این زیست‌زون الیگوسن پیشین (روپلین) است (Laursen et al., 2009) و فسیل‌های همراه آن عبارتند از:

*Catapsydrax dissimilis*, *Ditrupa* sp., *Eoglobigerina eobulloides*, *Eouvigerina khuzestanika*, *Globanomalina ehrenbergi*, *Globanomalina* sp., *Globigerina ciperoensis fariasi*, *Globigerina* sp., *Globanomalina imitata*,

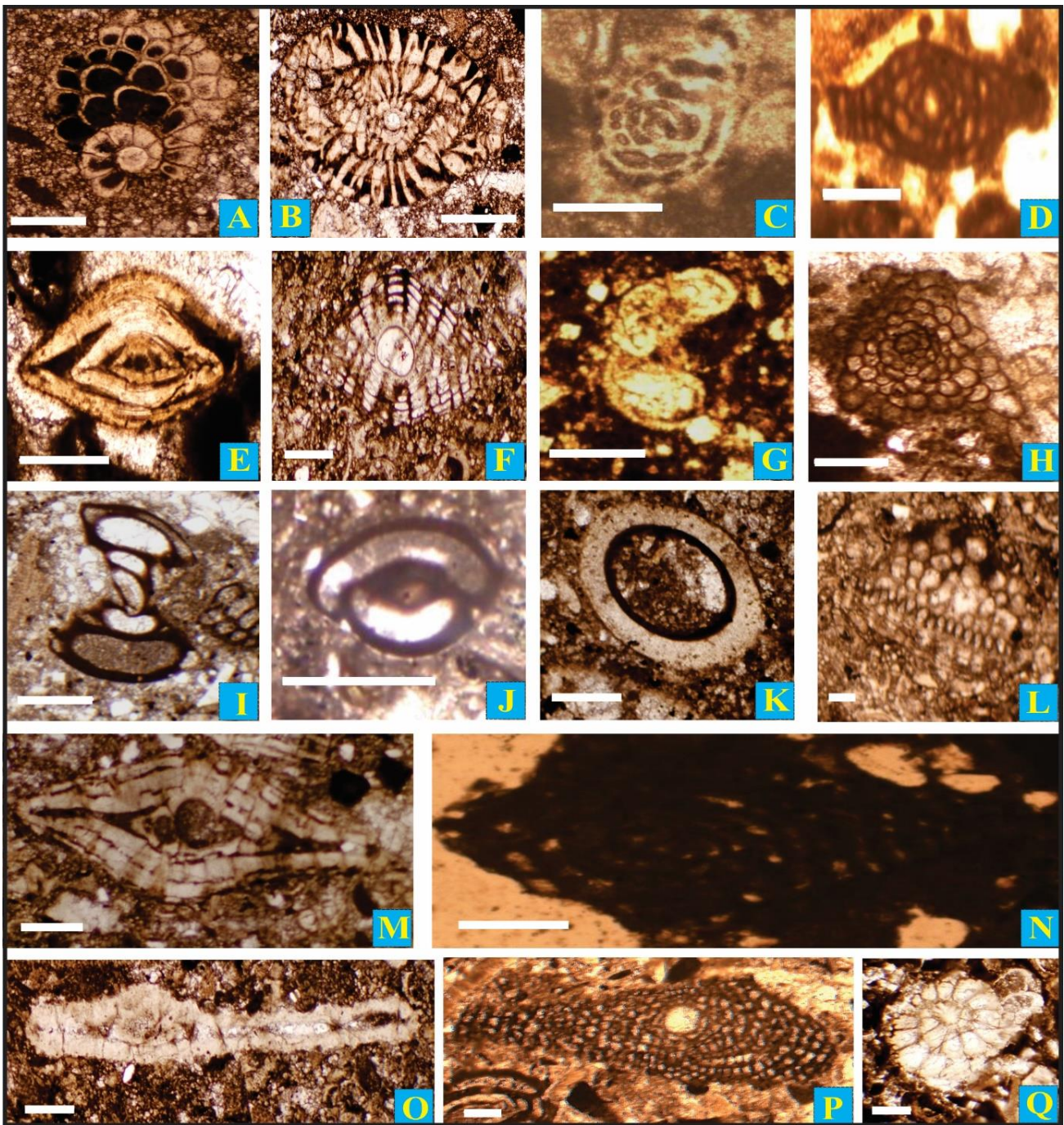




**Plate 1**

A) *Eouvigerina khuzestanika* (Axial section; -3703 m, scale bar: 77 mm); B) *Catapsydrax dissimilis* (Transverse section; -3703 m, scale bar: 77 mm); C) *Hankenina* sp. (Oblique section; -3705.5 m, scale bar: 77 mm); D) *Lenticulina* sp. (Axial section; -3705.5 m, scale bar: 77 mm); E) *Turborotalita boweri* (Axial section; -3701 m, scale bar: 77 mm); F) *Triloculina trigonula* (Transverse section; -3332 m, scale bar: 52 mm); G) *Peneroplis evolutus* (Transverse section; -3459 m, scale bar: 52 mm); H) *Valvulina* sp. (Axial section; -3398 m, scale bar: 52 mm); I) *Peneroplis farsensis* (Transverse section; -3421 m, scale bar: 52 mm); J) *Sphaerogypsina globula* (Equatorial Section; -3467 m, scale bar: 52 mm); K) *Asterigerina rotula* (Axial Section; -3396 m, scale bar: 52 mm); L) *Reussella spinulosa* (Axial section; -3395 m, scale bar: 52 mm); M) *Quinqueloculina* sp. (Transverse section; -3336 m, scale bar: 52 mm); N) *Dendritina rangi* (Transverse section; -3364 m, scale bar: 52 mm); O) *Elphidimm* sp. 14 (Transverse section; -3332 m, scale bar: 77 mm); P) *Austrotrillina howchini* (Transverse section; -3486 m, scale bar: 23 mm).

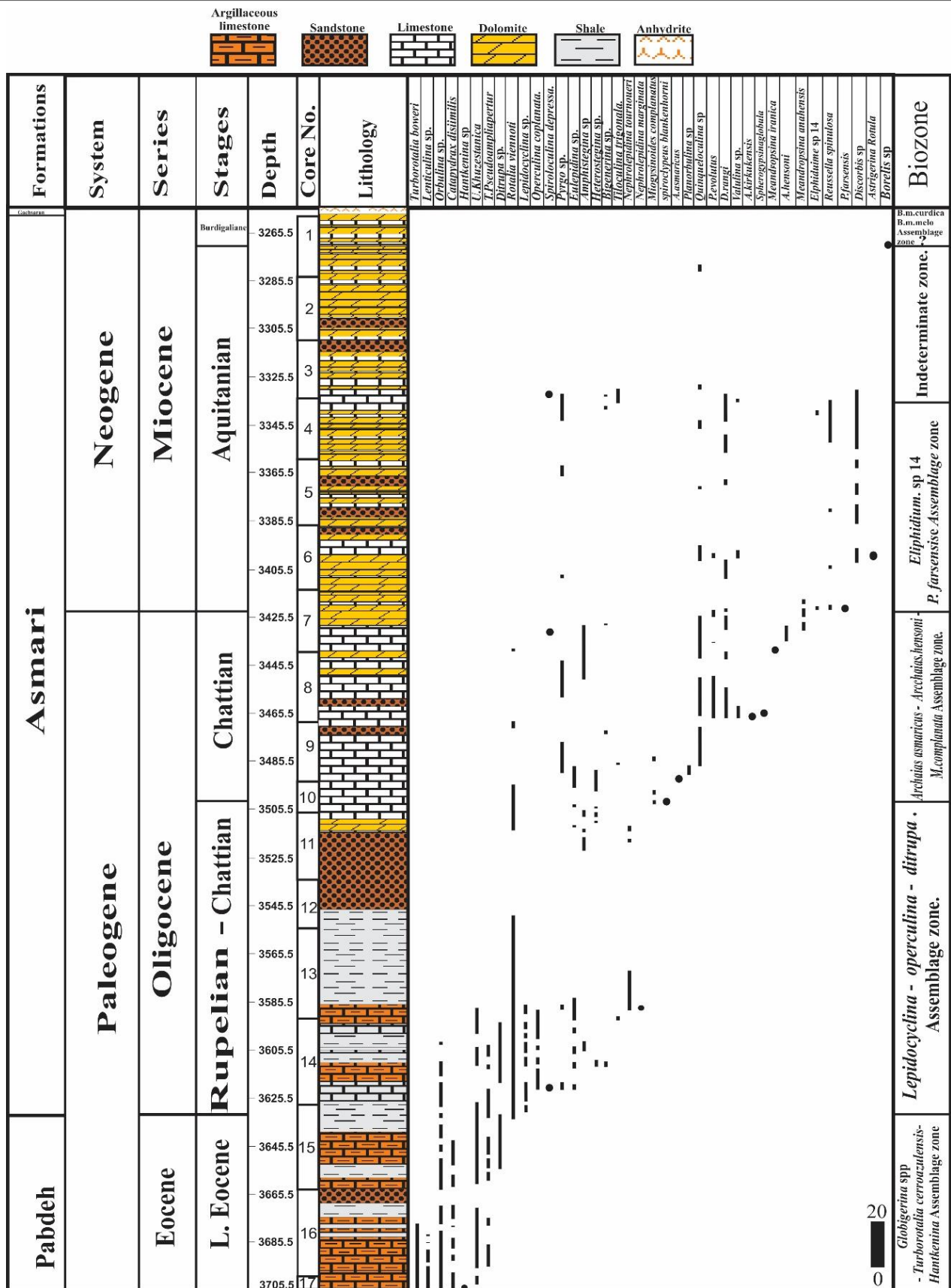




**Plate 2:**

A) *Miogypsinoidea complanatus* (Transverse section; -3506 m, scale bar: 23 mm); B) *Heterostegina* sp. (Axial section; -3499 m, scale bar: 51 mm); C) *Borelis* sp. (Transverse section; -3267.56 m, scale bar: 51 mm); D) *Archaias* cf. *hensoni* (Axial section; -3396 m, scale bar: 51 mm); E) *Amphistegina* sp. (Axial section; -3494 m, scale bar: 51 mm); F) *Nephrolipidina tournoueri* (Axial section; -3585.75 m, scale bar: 51 mm). G) *Discorbis* sp. (Oblique section; -3373 m, scale bar: 51 mm); H) *Planorbulina* sp. (Transverse Section; -3490 m, scale bar: 51 mm); I) *Spiroloculina depressa* (Axial section; -3620.75 m, scale bar: 51 mm); J) *Pyrgo* sp. (Equatorial section; -3599.25 m, scale bar: 51 mm); K) *Ditrupea* sp. (Transverse section; -3588.25 m, scale bar: 51 mm); L) *Nephrolepidina marginata* (Axial section; -3587 m, scale bar: 23 mm); M) *Spiroclypeous blankenhorni* (Axial section; -3501 m, scale bar: 51 mm); N) *Archaias* cf. *asmaricus* (Axial section: -3436 m, scale bar: 51 mm). O) *Operculina complanata* (Axial section: -3584.5 m, scale bar: 51 mm); P) *Archaias Kirkukensis* (Axial section: -3468 m, scale bar: 51 mm); Q) *Rotalia veinnoti* (Transverse section; -3490 m, scale bar: 51 mm).





شکل ۲: ستون چینه‌شناسی و گسترش عمودی روزن‌داران در چاه مورد مطالعه



*Alveolina* sp., *Amphistegina lesonii*, *Amphistegina* sp., *Archaias* cf *asmaricus*, *Archaias* cf *hensoni*, *Archaias kirkukensis*, *Austrotrillina howchini*, *Dendritina rangi*, *Eulepidina* sp., *Heterostegina costata*, *Heterostegina praecursor*, *Heterostegina* sp., *Lepidocyclina* sp., *Meandropsina anahensis*, *Meandropsina iranica*, *Miliola* sp., *Miogypsinoides complanatus*, *Peneroplis evolutus*, *Planorbulina* sp., *Pyrgo* sp., *Quinqueloculina* sp., *Reussella* sp., *Rotalia viennoti*, *Schlumbergerina* sp., *Sphaerogypsina globula*, *Spiroclypeous blankenhorni*, *Spirolina cylandrica*, *Spirolina* sp., *Spiroloculina depressa*, *Textularia* sp., *Trilicoculina trigonula*, *Valvulina* sp.

#### 4. *Miogypsina* - *Elphidium* sp. 14 - *Peneroplis farsensis* Assemblage zone

این زیست‌زون تجمعی ۸۳ متر ضخامت داشته و در بین اعماق ۳۴۲۱ تا ۳۳۳۸ متری قرار دارد. از لحاظ سنی این زیست‌زون مربوط به آکیتانین می‌باشد. شروع این زیست‌زون بر مبنای حضور - *Elphidium* sp. 14 - *Peneroplis farsensis* و انتهای آن با کاهش مجموعه فسیلی که به زون مبهم معروف است مشخص می‌شود. این گستره تجمعی هم‌ارز زیست‌زون شماره ۵۹ در نوشته Wynd (1965)، زیست‌زون SB24 در نوشته Cahuzac & Poignant (1997) و زیست‌زون تجمعی *Miogypsina-Elphidium* sp.14-*Peneroplis farsensis* در نوشته (2010) Van Buchem et al. و (2009) Laursen et al. می‌باشد. مشابه این زیست‌زون را نظافت و همکاران (۱۳۸۹) از تاقدیس خویز و محمدی و همکاران (۱۳۹۴) از تاقدیس ماله کوه گزارش داده‌اند. مجموعه فسیل‌های موجود در این زیست‌زون شامل فسیل‌های زیر است:

*Amonia* sp., *Archaias kirkukensis*, *Archaias operculiniformis*, *Asterigerina rotula*, *Austrotrillina howchini*, *Bigenerina* sp., *Borelis* sp., *Dendritina rangi*, *Discorbis* sp., *Elphidium* sp., *Elphidium* sp.14, *Haplophragmium* sp., *Miogypsinoides* sp., *Peneroplis farsensis*, *Pyrgo*

به لحاظ سنی این زیست‌زون مربوط به روپلین - شاتین می‌باشد. این گستره مطابق با زیست‌زون شماره ۵۶ در نوشته Wynd (1965)، زیست‌زون تجمعی شماره ۳ در نوشته Adams & Bourgeois (1967) و زیست‌زون SB22 در نوشته Cahuzac & Poignant (1997) می‌باشد. این بایوزن دربردارنده مجموعه فسیل‌های زیر می‌باشد:

*Amphistegina* sp., *Asterigerina* sp., *Bigenerina* sp., *Ditrupea* sp., *Eouvigerina khuzestanika*, *Eulepidina* sp., *Globanomalina* sp., *Globigerina* sp., *Heterostegina* sp., *Lepidocyclina* sp., *Nephrolepidina marginata*, *Nephrolepidina tournoueri*, *Operculina complanata*, *Operculina* sp., *Polymorphidina* sp., *Pyrgo* sp., *Rotalia viennoti*, *Spiroloculina depressa*, *Spiroloculina* sp., *Textularia* sp., *Trilicoculina trigonula*, *Valvulina* sp.

#### 3. *Archaias asmaricus* - *Archaias hensoni* - *Miogypsinoides complanatus* Assemblage zone

این زیست‌زون ۸۰ متر ضخامت داشته و در بین اعماق ۳۵۰۱ تا ۳۴۲۱ متری قرار دارد. شروع این زیست‌زون بر مبنای اولین حضور گونه‌های *Miogypsinoides complanatus* و *Spiroclypeous blankenhorni* و انتهای آن با اولین حضور - *Elphidium* sp.14 - *Peneroplis farsensis* و ناپدید شدن *Archaias* مشخص می‌شود. به لحاظ سنی این زیست‌زون دارای سن شاتین می‌باشد. این زون تجمعی هم‌ارز زیست‌زون شماره ۵۸ در نوشته Wynd (1965)، زیرزون 2B *Archaias asmaricus* در نوشته Adams & Bourgeois (1967)، زیست‌زون SB23 در نوشته Cahuzac & Poignant (1997) و زیست‌زون تجمعی *Archaias asmaricus-Archaias hensoni-Miogypsinoides complanatus* در نوشته Laursen et al. (2009) می‌باشد. مجموعه فسیل‌های موجود در این زیست‌زون نیز شامل فسیل‌های زیر است:

زیست‌زون تجمعی *Borelis melo curdica-Borelis melo melo* در نظر گرفته می‌شود. این زیست‌زون در دیگر چاه‌های میدان نفتی مارون نیز مشاهده شده است. این زیست‌زون معادل زیست‌زون شماره ۶۱ در نوشته Wynd (1965)، زیست‌زون شماره ۱ در نوشته Adams & Bourgeois (1967) و زیست‌زون Sb25 در نوشته Cahuzac & Poignant (1997) می‌باشد.

بنابر توضیحات فوق، سن سازند آسماری در این پژوهش و در گستره مجموع شش زیست‌زون معرفی شده روپلین - شاتین تا بوردیگالین؟ تعیین گردیده است.

### تطابق چینه‌شناسی

برش چینه‌شناسی ماله کوه در جنوب شرقی لرستان قرار دارد. ضخامت سازند آسماری در این برش، ۳۱۰ متر بوده و مرز پایینی آن سازند کربناتی شهبازان به صورت همیشب و فرسایشی بوده و با یک ناپیوستگی موازی و آشکار در زیر سازند گچساران قرار می‌گیرد (شکل‌های ۳ و ۴). سن سازند آسماری در این برش آکیتانین - بوردیگالین تعیین شده است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۴). چاه میدان نفتی مارون در فروافتادگی دزفول قرار دارد و سازند آسماری در آن دارای ۳۷۰/۵ متر ضخامت می‌باشد. مرز زیرین آن سازند پابده و مرز بالای آن سازند گچساران می‌باشد (شکل ۴ و ۳). هر دو مرز پایینی و بالایی به صورت پیوسته بوده و سن سازند آسماری در این چاه، روپلین - بوردیگالین؟ می‌باشد. چاه میدان نفتی قلعه نار در فروافتادگی دزفول شمالی قرار دارد، ضخامت سازند آسماری در این چاه ۴۳۰ متر بوده و مرز زیرین آن سازند پابده و مرز بالایی آن سازند گچساران می‌باشد (شکل‌های ۳ و ۴). هر دو مرز بالا و پایین این سازند به صورت پیوسته و سن سازند آسماری در این چاه روپلین - بوردیگالین تعیین

sp., *Quinqueloculina* sp., *Reussella* sp., *Spirolina* sp., *Valvulina* sp.,

### 5. Indeterminate zone

این پهنه ۷۰/۴۴ متر ضخامت داشته و در بین اعماق ۳۳۳۸ تا ۳۲۶۷/۵۶ متری قرار دارد. مشخصه این پهنه کاهش مجموعه فسیلی است و به لحاظ موقعیت چینه‌شناسی مربوط به آکیتانین می‌باشد. فسیل‌های موجود در این پهنه بسیار محدود بوده و عمدتاً متشکل از روزن‌داران با پوسته پورسلانوز و میلیولیدهای غیرقابل شناسایی بوده و به زون مبهم معروف است. با توجه به این که این پهنه بر مبنای جایگاه چینه‌شناسی معرفی شده و فاقد فسیل شاخص سنی می‌باشد، در چاه مورد مطالعه معادل با Indeterminate zone در نوشته Laursen *et al.* (2009) در نظر گرفته می‌شود. این گستره در چاه مورد مطالعه در قسمت بالایی سازند آسماری مشاهده شده و شامل فسیل‌های همراه زیر است:

*Dendritina rangi*, *Discorbis* sp., *Elphidium* sp., *Lithophyllum* sp., *Miliola* sp., *Pyrgo* sp., *Quinqueloculina* sp., *Spirolina* sp., *Triloculina trigonula*.

### 6. *Borelis melo curdica* - *Borelis melo melo* Assemblage zone?

این زیست‌زون مربوط به قسمت انتهایی سازند آسماری است. شروع این زیست‌زون بر مبنای ظهور *Borelis* spp. بوده و تا انتهای سازند آسماری ادامه دارد. این زیست‌زون دارای ۷/۵۶ متر ضخامت است و در بین اعماق ۳۲۶۷/۵۶ تا ۳۲۶۰ متری قرار دارد. از آن جا که فسیل *Borelis* در چاه مورد مطالعه فقط در یک لایه مشاهده شده و آن هم با احتمال و صرفاً در یک مقطع نازک و از طرفی توالی‌های سازند آسماری در فروافتادگی دزفول کامل می‌باشد و در این چاه پدیده دیاژنز به شدت تأثیرگذار بوده و سبب از بین بردن فسیل‌ها شده است، لذا بر مبنای شواهد و آثار *Borelis* spp. این قسمت معادل با سن بوردیگالین؟ و

شده است (ذیحی زوارم و همکاران، ۱۳۹۴). سازند آسماری در برش چینه شناسی مشکان (زیرپهنه فارس نیمه ساحلی) ۳۵۰ متر ضخامت داشته و مرز زیرین آن با سازند پابده و مرز بالایی آن با سازند رازک به صورت پیوسته و همشیب قرار گرفته است (شکل‌های ۳ و ۴). سن سازند آسماری در این برش روپلین تا شاتین می‌باشد (صادقی و همکاران، ۱۳۹۳). این برش در فاصله کمتری نسبت به لبه پهنه زاگرس چین خورده قرار گرفته است. همچنین نزدیک بودن ناحیه در زمان رسوب‌گذاری به لبه پهنه زاگرس رورانده (مرتفع) موجب تشکیل نهشته‌های آواری در ناحیه و تشکیل سازند رازک شده است. در برش چینه شناسی فیروزآباد (فارس ساحلی) سازند آسماری ۱۴۸ متر ضخامت دارد و مرزهای زیرین و بالایی آن با سازندهای پابده و گچساران به صورت تدریجی و پیوسته می‌باشد (شکل‌های ۳ و ۴). سن این سازند روپلین تا شاتین تعیین شده است (کلنات و همکاران، ۱۳۸۹). برش فیروزآباد در فاصله بیشتری نسبت به لبه حوضه زاگرس و در فارس ساحلی نهشته شده است. در این برش رسوب‌گذاری سازند آسماری تا شاتین ادامه پیدا می‌کند و سپس با کم عمق شدن حوضه و پس‌روی آب، سازند گچساران روی سازند آسماری را می‌پوشاند. به دلیل دور بودن این ناحیه از راندگی زاگرس و عدم ورود مواد آواری به درون حوضه، سازند تبخیری گچساران به جای سازند رازک تشکیل شده است. تطابق زیست‌چینه‌ای بایوزن‌های شناسایی شده در چاه میدان نفتی مارون با برش‌های ماله‌کوه، چاه میدان نفتی قلعه نار، برش مشکان و برش فیروزآباد بر اساس زیست‌زون‌های Laursen *et al.* (2009) به شرح زیر است:

**زیست‌زون شماره ۱:** این زیست‌زون در برش‌های میدان نفتی مارون، میدان نفتی قلعه نار و برش مشکان دیده شده است. این زیست‌زون مربوط به انتهای سازند پابده

(قسمت بالایی سازند پابده) و بخش پایینی سازند آسماری و در مرز بین دو سازند وجود دارد. سن این زیست‌زون ائوسن پایانی؟- الیگوسن پیشین است (جدول ۲ و شکل‌های ۳ و ۴).

**زیست‌زون شماره ۲:** این زیست‌زون در برش فیروزآباد و برش مشکان مشاهده شده و در برش مورد مطالعه و سایر برش‌های نام برده شده گزارش نشده است. به لحاظ سنی این زیست‌زون مربوط به الیگوسن پیشین (روپلین) می‌باشد (جدول ۲ و شکل‌های ۳ و ۴).

**زیست‌زون شماره ۳:** این زیست‌زون در برش‌های چاه میدان نفتی قلعه نار، چاه میدان نفتی مارون و برش فیروزآباد وجود دارد. به لحاظ سنی این زیست‌زون در محدوده روپلین - شاتین قرار دارد (جدول ۲ و شکل‌های ۳ و ۴).

**زیست‌زون شماره ۴:** این زیست‌زون در برش‌های فیروزآباد، مشکان، چاه میدان نفتی قلعه نار و میدان نفتی مارون مشاهده شده است. به لحاظ سنی این زیست‌زون مربوط به الیگوسن پسین (شاتین) است (جدول ۲ و شکل‌های ۳ و ۴).

**زیست‌زون شماره ۵:** این زیست‌زون در برش‌های ماله‌کوه و برش میدان نفتی قلعه نار و میدان نفتی مارون مشاهده شده است. این زیست‌زون مربوط به آکیتانین می‌باشد (جدول ۲ و شکل‌های ۳ و ۴).

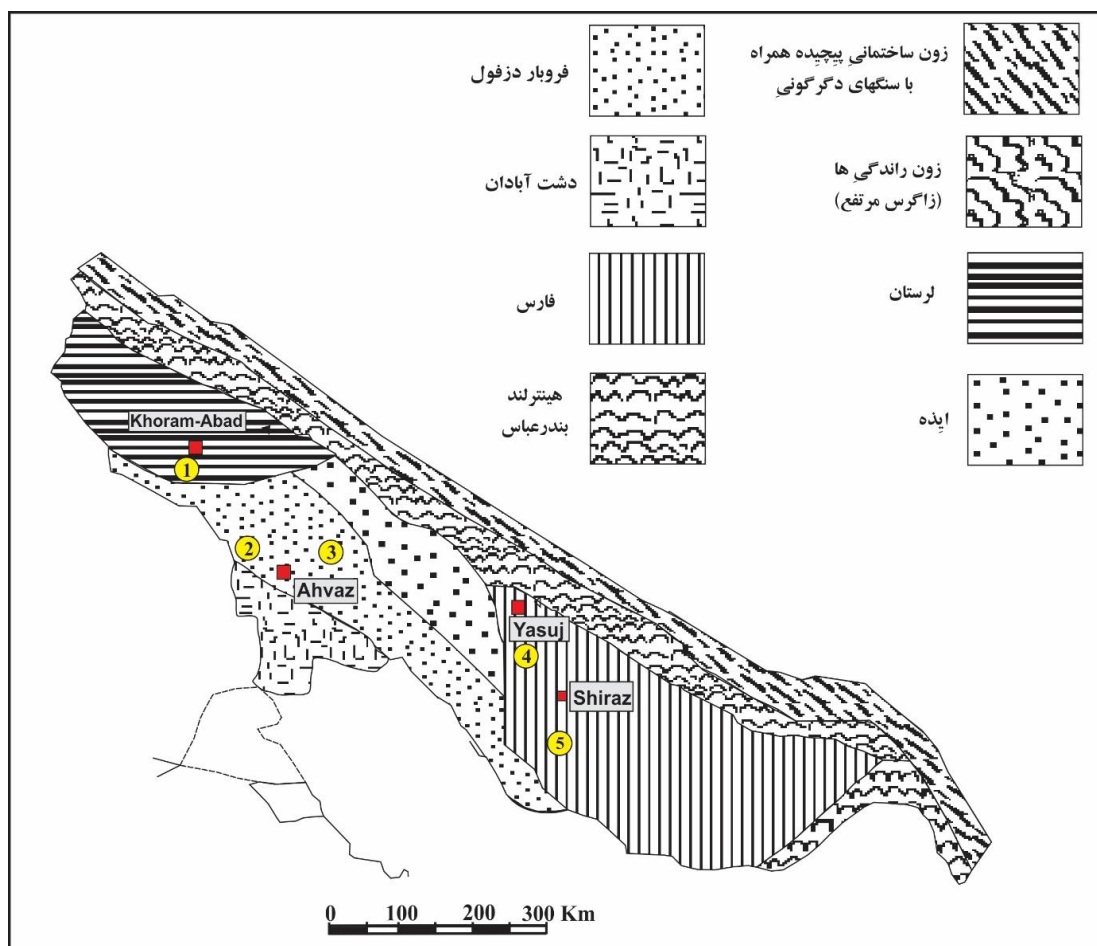
**زون مبهم:** این زیست‌زون فقط در برش میدان نفتی مارون شناسایی شده و در سایر برش‌ها مشاهده نگردیده است. این زیست‌زون بر مبنای جایگاه چینه شناسی نشان دهنده سن آکیتانین می‌باشد (جدول ۲ و شکل ۳).

**زیست‌زون شماره ۷:** این بایوزن در برش‌های ماله‌کوه، چاه میدان نفتی قلعه نار و چاه میدان نفتی مارون؟ مشاهده گردیده است. این برش مربوط به قسمت بالایی سازند آسماری به سن بوردیگالین می‌باشد (جدول ۲ و شکل‌های ۳ و ۴).



شد مرزهای زیرین و بالایی سازند آسماری در برش‌های نام برده یکسان نمی‌باشد و شاید فرآیندهای تکتونیکی حاکم بر منطقه در زمان رسوب‌گذاری سبب تغییرات ساختاری و رخساره‌ای در نواحی مختلف زاگرس شده باشد.

مقایسه برش‌های یاد شده نشان می‌دهد سن رسوب‌گذاری سازند آسماری در پهنه فارس الیگوسن (روپلین تا شاتین)، در فروافتادگی دزفول الیگوسن (روپلین - شاتین) تا میوسن (آکتیانین - بوردیگالین) و در پهنه لرستان میوسن (آکتیانین تا بوردیگالین) بوده است. همچنین در این مطالعه مشخص

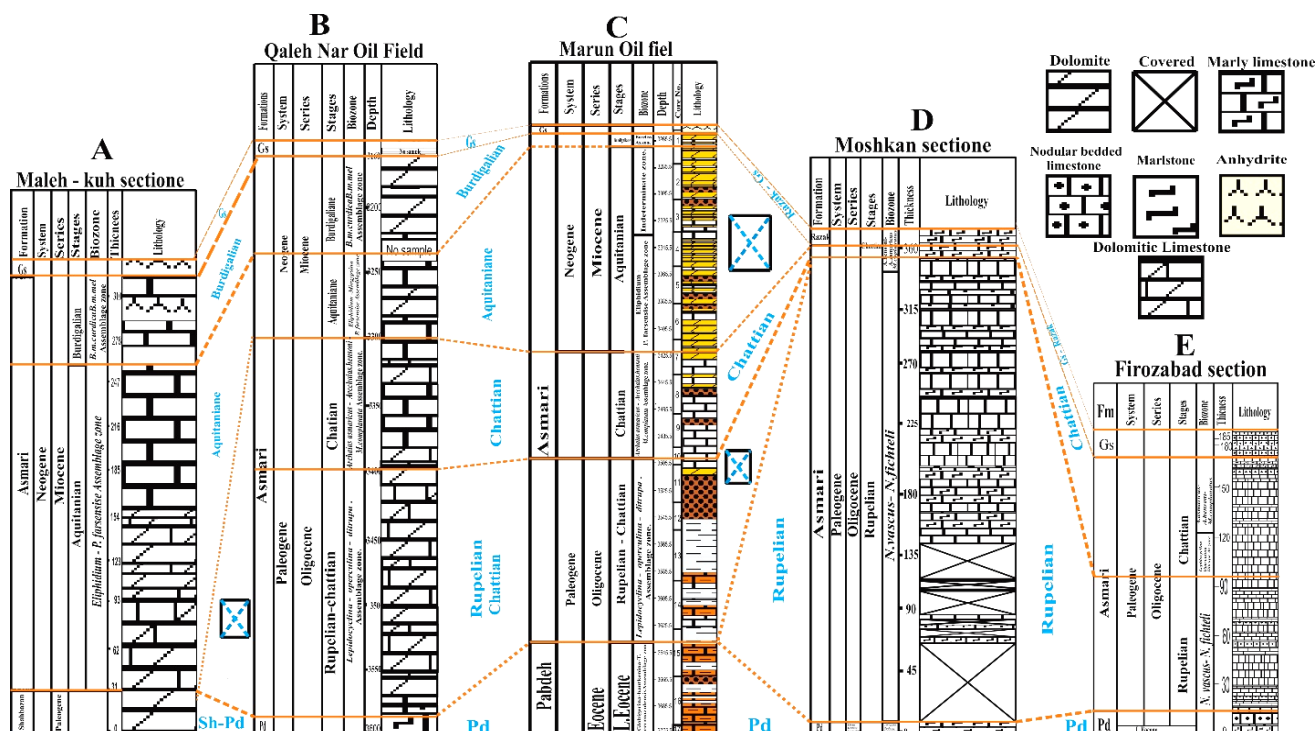


شکل ۳: موقعیت جغرافیایی برش‌های ماله کوه (۱)، چاه میدان نفتی قلعه نار (۲)، چاه میدان نفتی مارون (۳)، برش مشکان (۴) و برش فیروزآباد (۵)

مطالعه شناسایی گردید که متعلق به محیط‌های رمپ خارجی، رمپ میانی (بخش دور از ساحل و بخش نزدیک به ساحل)، پشته ماسه‌ای و رمپ درونی (ریف کومه‌ای، لاگون نیمه محصور و محصور و پهنه کشندی) بودند. رخساره‌های تعیین شده از بخش‌های عمیق به طرف بخش کم عمق حوضه به ترتیب زیر شرح داده می‌شوند (شکل‌های ۵، ۶ و ۷):

### ریزرخساره‌ها و محیط رسوب‌گذاری

پس از مطالعات دیرینه شناسی و زیست چینه‌نگاری، تعداد ۱۵۰ مقطع نازک که اغلب از مغزه‌های حفاری تهیه شده بودند، از دیدگاه ریزرخساره‌شناسی به طور دقیق مورد بررسی قرار گرفتند. با بررسی ویژگی‌هایی مانند بافت رسوبی، ساختارهای رسوبی، عناصر اسکلتی و غیراسکلتی تعداد ۱۲ ریزرخساره برای سازند آسماری در چاه مورد



شکل ۵: تطابق چینه‌ای برش‌های A: برش ماله کوه (محمدی و همکاران، ۱۳۹۴)، B: چاه میدان نفتی قلعه نار (ذبیحی زارم و همکاران، ۱۳۹۴)، C: چاه میدان نفتی مارون، D: برش مشکان (فروزنده و همکاران، ۱۳۹۳)، E: برش فیروزآباد (کلنات و همکاران، ۱۳۸۹)

پهنه نورانی را نشان می‌دهد (Cosovic *et al.*, 2004). از طرفی فراوانی روزن‌داران پلانکتون وجود شرایط عمیق دریایی و ژرفای بیشتر از ۲۰۰ متر را نشان می‌دهد (Geel, 2000). روزن‌داران پلانکتون و کوکولیتوفرها، مولد اغلب رسوبات پلاژیک در آب‌های گرم الیگوتروفیک و مزوتروفیک می‌باشند (Mutti & Hallock, 2005). فراوانی گونه‌های پلانکتون نشان دهنده شرایط عمیق و یا حداقل کاهش تولید موجودات کفزی را پیشنهاد می‌کند (Pomar *et al.*, 2014). همچنین فراوانی گل آهکی در این ریزرخساره نشان دهنده انرژی هیدرودینامیکی پایین و محیطی کم انرژی می‌باشد (Brigaud *et al.*, 2009). از طرفی انرژی کم محیط به رسوب‌گذاری زیر سطح اساس امواج طوفانی (SWB) اشاره می‌کند (Cosovic & Drobne, 2004). این ریزرخساره معادل ریزرخساره استاندارد شماره ۳ و کمربند استاندارد شماره ۱ در نوشته

**MF 1: وکستون - پکستون حاوی روزن‌داران پلانکتون**  
اجزای اصلی تشکیل دهنده این ریزرخساره را روزن‌داران پلانکتون بدون کیل مانند *Turborotalia*، *Globigerina* و *Orbulinids* تشکیل داده است. اجزای فرعی این ریزرخساره را با تعداد کم *Textularia*، *Lenticulina* و *Hantkenina* تشکیل داده است. بافت سنگ پکستون و خمیره آن به صورت میکرایتی می‌باشد. از ویژگی‌های بارز این ریزرخساره نبود روزن‌داران کفزی بزرگ و جلبک قرمز می‌باشد (شکل ۵).  
**تفسیر:** حضور فراوان روزن‌داران پلانکتون با زمینه میکرایتی، بافت ریز دانه و نبود ساخت‌های رسوبی نشان دهنده شرایط عمیق، آرام و شوری عادی دریایی می‌باشد (Cosovic *et al.*, 1989؛ Buxton & Pedley, 2004؛ Flügel, 2010). حضور روزن‌داران پلانکتون بدون جلبک قرمز و روزن‌داران بزرگ همزیست‌دار حد زیرین

در عمیق‌ترین بخش‌های پهنه نورانی تشکیل شده است. این ریزرخساره زیر سطح اساس امواج طوفانی (بین قاعده امواج عادی و طوفانی) تشکیل شده است. مشابه این ریزرخساره را از حوضه‌های زاگرس ایران و جنوب شرق اسپانیا گزارش شده است (Vaziri-Geel, 2000; Moghadam et al., 2006). با توجه به حضور روزن‌داران پلانکتون همراه با روزن‌داران کشیده با دیواره هیالین نازک این ریزرخساره مربوط به مرز بین رمپ بیرونی و رمپ میانی (قسمت دور از ساحل رمپ میانی) می‌باشد (Cosovic et al., 2004). این ریزرخساره معادل ریزرخساره استاندارد شماره ۴ در نوشته Wilson (1975) و رخصاره شماره ۷ در نوشته Buxton & Pedley (1989) و RMF7 در نوشته Flügel (2010) می‌باشد.

### MF 3: وکستون - پکستون (فلوتستون) حاوی نومولیتیده و لپیدوسیکلینیده

اجزای اصلی این ریزرخساره را روزن‌داران کفزی بزرگ و کشیده با دیواره هیالین خانواده نومولیتیده و لپیدوسیکلینیده (*Eulepidina*, *Operculina* و *Heterostegina*) تشکیل می‌دهند. دیگر اجزای فرعی این ریزرخساره را از *Pyrgo*, *Spiroloculina*, *Textularia* و اکتینوئید تشکیل شده است. زمینه این ریزرخساره میکرایت و بافت سنگ وکستون است ضمن این که به دلیل درشت بودن اندازه فسیل‌ها (بزرگتر از دو میلی‌متر) می‌تواند به عنوان فلوتستون نیز در نظر گرفته شود (شکل ۵).

**تفسیر:** حضور لپیدوسیکلینیده (*Eulepidina*) و *Nephrolepidina* و نومولیتیده‌های بزرگ و کشیده با دیواره نازک (*Operculina* و *Heterostegina*) و حفظ شدگی خوب در یک زمینه میکرایتی نشان دهنده شرایط دریایی با شوری عادی و انرژی کم تا متوسط (Flügel, 2010) و حضور فرم‌های کشیده *Lepidocyclina* حاکی از

Wilson (1975)، رخصاره شماره ۸ در نوشته Buxton & Pedley (1989)، RMF5 در نوشته Flügel (2010) می‌باشد. محیط تشکیل این ریزرخساره رمپ خارجی و مربوط به بخش بالایی سازند پابده می‌باشد. مشابه این ریزرخساره را Vaziri-Moghadam et al. (2010) از حوضه زاگرس گزارش داده است.

### MF 2: وکستون - پکستون حاوی روزن‌داران کفزی بزرگ و روزن‌داران پلانکتون

اجزای اصلی این ریزرخساره را روزن‌داران کفزی بزرگ نومولیتیده و لپیدوسیکلینیده (*Eulepidina*، *Operculina* و *Heterostegina*) همراه با روزن‌داران پلانکتون همچون *Globigerina* و *Orbulinid* تشکیل می‌دهد. اجزای فرعی این ریزرخساره را دو کفه‌ای‌های بزرگ و کشیده همراه با *Ditrupa* تشکیل می‌دهد. بافت سنگ وکستون تا پکستون - فلوتستون و زمینه آن به صورت میکرایتی می‌باشد (شکل ۵).

**تفسیر:** پیدایش همزمان روزن‌داران پلانکتون و کفزی بزرگ با دیواره هیالین (نومولیتیده‌های بزرگ و پهن و فرم‌های بزرگ و مسطح *Eulepidina* بزرگ و کشیده) حاوی همزیست با روزن‌داران پلانکتون نشان دهنده عمیق‌ترین بخش از حد پایینی منطقه نورانی می‌باشد (Geel, 2000; Romero et al., 2002). با توجه به حضور روزن‌داران کشیده با پوسته هیالین و همراهی آنها با روزن‌داران پلانکتون، این ریزرخساره در قسمت انتهایی رمپ میانی در پایین‌ترین بخش پهنه نورانی در بین قاعده تأثیر امواج عادی و طوفانی نهشته شده است (Romero et al., 2002؛ Corda & Brandano, 2003). زمینه گلی و حضور روزن‌داران پلانکتون در این ریزرخساره نشان دهنده عمیق بودن آن می‌باشد. بنابراین این ریزرخساره در شرایط آرام و کم انرژی دریایی باز بین بخش دور از ساحل رمپ میانی و



می‌کند و معمولاً در زیر لایه سخت و یا به صورت متصل و تا عمق ۸۵ متری وجود دارد (Hohenegger *et al.*, 1999؛ Geel, 2000).

به باور Hallock (1979) و Hottinger (1997) این روزن‌داران در محیط‌های گرمسیری تا نیمه گرمسیری در محدوده وسیعی از اعماق متفاوت زیست می‌کنند، اما به طور خاص در اعماق ۴۰ تا ۷۰ متری فراوان می‌باشند. پوسته‌های بزرگ و مسطح روزن‌داران برای زندگی در محیط‌های پراثری مناسب نیستند، زیرا آشفته‌گی کم آب سبب شناور شدن آنها می‌شود (Rasster *et al.*, 2005). این ریزرخساره با توجه به حضور روزن‌داران بزرگ همزیست‌دار کشیده و با دیواره هیالین نازک، مربوط به بخش دور از ساحل رمپ میانی می‌باشد (Cosovic *et al.*, 2004). این ریزرخساره معادل ریزرخساره شماره ۷ در نوشته Buxton & Pedley (1989)، ریزرخساره استاندارد ۴ در نوشته Wilson (1975) و RMF9 در نوشته Flügel (2010) می‌باشد.

#### MF 4: وکستون - پکستون حاوی لپیدوسیکلینیده

اجزای اصلی این ریزرخساره را لپیدوسیکلینیده‌ها (*Nephrolepidina*) با شکل عدسی و در بعضی نمونه‌ها به کشیده تشکیل داده‌اند. دیگر اجزای تشکیل دهنده این رخساره را اکیونئید، دو کفه‌ای و *Textularia* تشکیل داده است. خمیره این ریزرخساره میکرایت و بافت آن وکستون و در بعضی مقاطع وکستون - پکستون می‌باشد (شکل ۵).

**تفسیر:** *Lepidocyclina* به صورت منفذدار و همزیست‌دار در عمق ۸۰ تا ۱۴۰ متری و بر روی هر دو بستر سخت و نرم آزادانه زندگی می‌کند (Hohenegger *et al.*, 1999؛ Geel, 2000). شکل‌های پهن و کشیده با دیواره نازک در آب‌های عمیق و آرام با شوری عادی دریا در بخش پایین پهنه نورانی زندگی می‌کنند و شکل‌های عدسی مانند و کوچک با دیواره ضخیم‌تر در آب‌های کم عمق با

ته‌نشست این ریزرخساره در پایین پهنه نورانی می‌باشد (Corda & Brandano, 2003). سالم ماندن و حفظ شدگی خوب این فسیل‌ها بیانگر محیط دریای باز با انرژی متوسط تا کم و قرار گرفتن در زیر سطح امواج عادی می‌باشد. همچنین فرم‌های بزرگ و مسطح *Eulepidina* و نومولیتیدها شاهدهی بر رسوب‌گذاری در شرایط نیمه نورانی است (Bassi *et al.*, 2007). وجود لپیدوسیکلینیده‌ها و نومولیتیدها با شکل پهن نشان دهنده رسوب‌گذاری این ریزرخساره در داخل پهنه نورانی و در قسمت دور از ساحل رمپ میانی می‌باشد (Hottinger, 1980, 1983؛ Hohenegger, 1996؛ Hollock, 1998؛ Nebelsick *et al.*, 2005؛ Bassi *et al.*, 2007؛ Brandano *et al.*, 2009). فرم‌های بزرگ و مسطح *Eulepidina*، همچنین نومولیتیدها در بخش‌های عمیق از کف دریا و منطقه نیمه نورانی رشد می‌کنند (Hottinger, 1997؛ Pomar *et al.*, 2014). فراوانی موجودات با شوری عادی دریایی مانند روزن‌داران بزرگ هیالین منفذدار (*Heterostegina* و *Eulepidina*) حاکی از تشکیل شدن این ریزرخساره در بخش‌های عمیق رمپ میانی، بین قاعده تأثیر امواج طوفانی و قاعده امواج عادی می‌باشد (Romero *et al.*, 2002). بر مبنای فراوانی روزن‌داران بزرگ و مسطح مناطق عمیق (*Operculina*) چنین تفسیر می‌شود که تجمعات زیستی در رمپ میانی در منطقه نیمه نورانی نهشته شده‌اند (Romero *et al.*, 2002؛ Corda & Brandano, 2003؛ Renema & Troelstra, 2001؛ Pomar *et al.*, 2014؛ Brandano *et al.*, 2008). جنس *Operculina* شاخص اعماق ۱۵ تا ۱۵۰ متری و بستر نرم این اعماق می‌باشد (Geel, 2000) و در عمیق‌ترین بخش‌های حوضه تا مرز زیرین پهنه نورانی سکونت داشته است (Romero *et al.*, 2002). جنس *Heterostegina* در آب‌های ساکن (بدون تلاطم) در قسمت‌های محافظت شده، کم انرژی و بسیار کم عمق و بر روی لایه‌های سخت زیست

آشفستگی زیاد و درجه شوری بالاتر زیست می‌کنند (Geel, 2000). انواع کوچک آن‌ها نیز در محیط لاگون با انرژی کم و زیاد یافت می‌شوند (Kumar & Sarawati, 1997). افزایش ضخامت در دیواره این فسیل‌ها حاکی از افزایش نور و انرژی و قرار گرفتن در قسمت پایینی پهنه نورانی بالایی است. روتالیدهای بزرگ مانند *Spiroclypeous* و *Nephrolepidina* نشان دهنده شرایط مزوفوتیک از پهنه نیمه نورانی می‌باشد (Brandano et al., 2009). با توجه به این که میکروفسیل‌های *Lepidocyclina* موجود در این ریزرخساره نسبت به ریزرخساره‌های قبلی عدسی شکل و با دیواره و پوسته‌ای ضخیم‌تر می‌باشند و از طرفی میزان گل در زمینه این ریزرخساره نسبت به ریزرخساره‌های قبلی کمتر است، لذا این رخساره مربوط به ناحیه دریای باز تا قسمت کم عمق (نزدیک به ساحل) از رمپ میانی می‌باشد. محیط تشکیل این ریزرخساره مربوط به رمپ میانی و معادل RMF9 در نوشته Flügel (2010) و رخساره شماره ۷ در نوشته Buxton & Pedley (1989) و ریزرخساره استاندارد ۴ در نوشته Wilson (1975) می‌باشد.

#### MF5: پکستون - گرینستون حاوی روزن‌داران هیالین

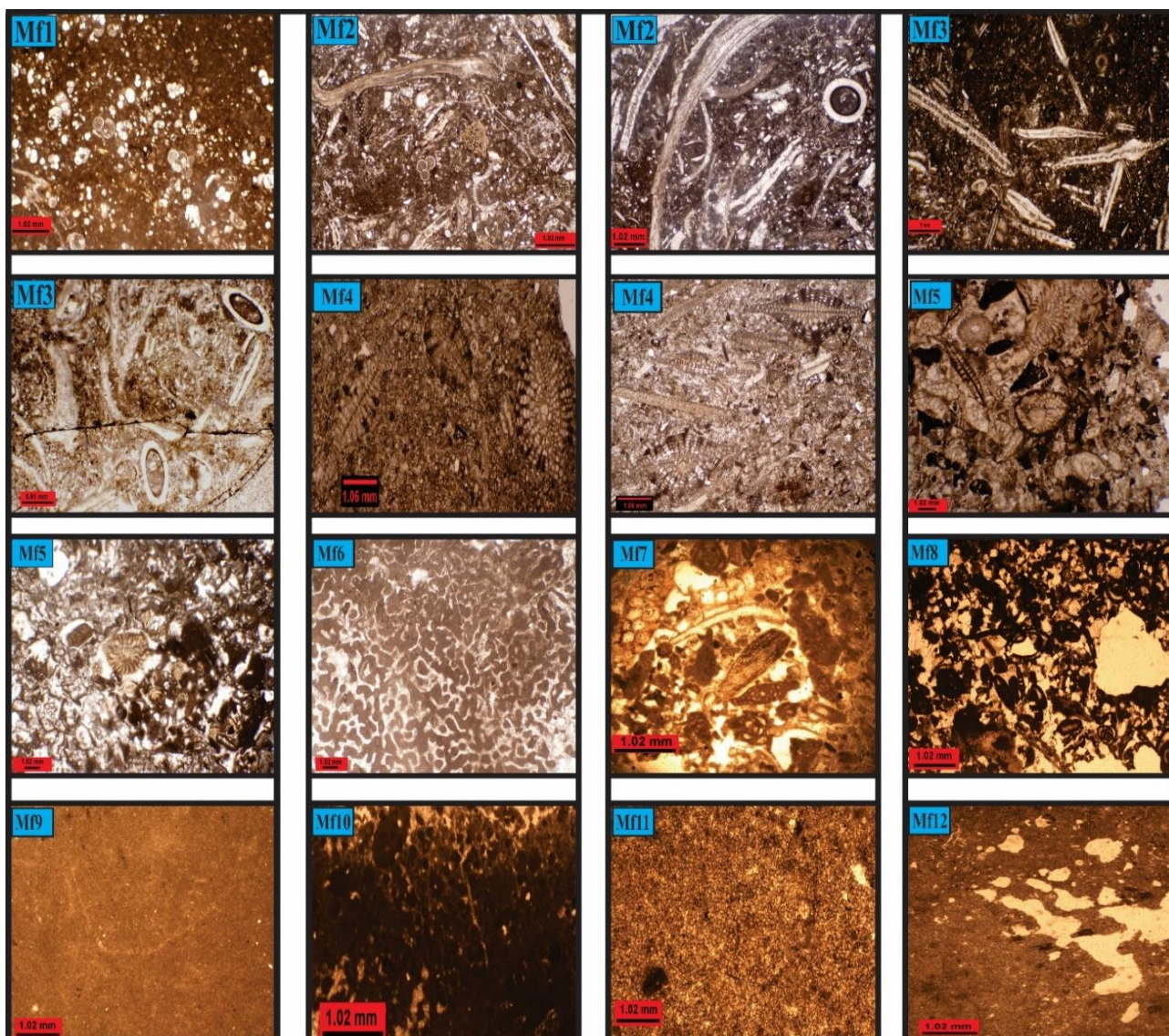
این ریزرخساره متشکل از روزن‌داران کفزی با پوسته هیالین می‌باشد. بافت این ریزرخساره پکستون تا گرینستون و زمینه میکرایت تا اسپارایت است. اجزای اصلی این ریزرخساره *Heterostegina* و *Miogypsinoides* می‌باشند. سایر اجزای این ریزرخساره را *Rotalia viennoti*، *Astrigerina*، *Amphistegina*، جلبک قرمز و اکیئوئید تشکیل می‌دهند (شکل ۵).

**تفسیر:** حضور *Miogypsinoides* بیانگر شوری عادی آب دریا و عمق کمتر از ۵۰ است (Geel, 2000). روزن‌دارانی مانند *Heterostegina* و *Amphistegina* در محیط‌های نیمه گرمسیری تا گرمسیری در محدوده وسیعی از اعماق

متفاوت زیست می‌کنند و در پهنه‌های نیمه نورانی پایینی و بالایی محیط‌های گرمسیری دیده شده، اما به طور معمول در بین اعماق ۴۰ تا ۷۰ متر فراوان‌ترند (Hallock & Hottinger, 1986؛ Glenn, 1999؛ Hohenegger et al., 1999). همچنین این دو جنس شاخص محیط‌های آب گرم هستند. جنس *Amphistegina* نشان دهنده عمق بیشتر از ۲۰ متر است (Brandano et al., 2008). همچنین این جنس با دیواره نازک و پهن تا عدسی شکل در بین اعماق ۴۰ تا ۱۸۰ متری زیست می‌کند و دیواره ضخیم‌تر آنها خاص قسمت‌های کم عمق تر می‌باشد (Romero et al., 2002). با کاهش عمق آب فرم‌هایی با دیواره ضخیم‌تر (در اعماق کمتر از ۳۰ متر) غلبه پیدا می‌کنند (Hallock & Pomar, 2008). فرم‌های عدسی شکل این دسته از روزن‌داران همراه با جلبک قرمز، رسوب‌گذاری در محیط الیگوفوتیک تا مزوفوتیک از پهنه نیمه نورانی را نشان می‌دهد (Corda & Brandano, 2003؛ Bassi et al., 2007). اندازه کوچک و ضخیم بودن فسیل‌های این ریزرخساره نسبت به ریزرخساره‌های قبلی و زمینه اسپارایتی آن نشان دهنده محیط کم عمق و پرانرژی‌تر می‌باشد. لذا این ریزرخساره مربوط به محیط پشته ماسه‌ای و مرز بین رمپ میانی و رمپ درونی می‌باشد. این ریزرخساره معادل با کمر بند ۶ و ریزرخساره شماره ۱۱ در نوشته Wilson (1975)، ریزرخساره شماره ۳ در نوشته Buxton & Pedley (1989) و RMF26 و RMF27 در نوشته Flügel (2010) می‌باشد.

#### MF6: کورال باندستون (بافلستون)

این ریزرخساره به طور کامل از مرجان تشکیل شده است. زمینه این ریزرخساره به وسیله سیمان اسپارایتی پر شده و ویژگی بارز آن بافت متصل مرجانی و عدم همراهی هیچ نوع زیست‌مند دیگری است.



شکل ۵: ریزرخساره‌های چاه مورد مطالعه: MF1 (وکستون - پکستون حاوی روزن‌داران پلانکتون); MF2 (وکستون - پکستون حاوی روزن‌داران کفزی بزرگ و روزن‌داران پلانکتون); MF3 (وکستون - پکستون حاوی روزن‌داران کفزی بزرگ نومولیتیده و لپیدوسیکلینیده); MF4 (وکستون - پکستون حاوی لپیدوسیکلینیده); MF5 (پکستون تا گرینستون حاوی روزن‌داران هیالین); MF6 (کورال باندستون); MF7 (پکستون - گرینستون حاوی روزن‌داران با پوسته هیالین و پورسلانوز); MF8 (پکستون تا گرینستون حاوی *Dendritina*، میلیولید و پلوئید); MF9 (مادستون); MF10 (وکستون - پکستون پلوئیدی); MF11 رخساره دولومیت (دولوستون); MF12 (دولومادستون با تخلخل فنسترال).

Pedley (1989) و RMF15 در نوشته Flügel (2010) است و به محیط لاگون رو به سد نسبت داده می‌شود.

**MF7: پکستون - گرینستون حاوی روزن‌داران با پوسته هیالین و پورسلانوز**  
این ریزرخساره متشکل از روزن‌داران با پوسته پورسلانوز و هیالین می‌باشد. روزن‌داران با پوسته پورسلانوز این رخساره

تفسیر: با توجه به گسترش کم، این ریزرخساره متعلق به ریف‌های کومه‌ای است. محل تشکیل این نوع ریف‌ها پشت سد و داخل لاگون می‌باشد (Flügel, 1982). این نوع ریف‌ها به وسیله موجودات درجا در حاشیه پلتفرم در بالای سطح امواج عادی تشکیل می‌شوند (Wilson, 1975). این ریزرخساره معادل کمربند رخساره‌ای شماره ۵ در نوشته Wilson (1975)، ریزرخساره شماره ۶ در نوشته Buxton &



نوشته Wilson (1975)، کمر بند رخساره‌ای شماره ۴ در نوشته Buxton & Pedley (1989) و RMF16 در نوشته Flügel (2010) می‌باشد.

#### MF 8: پکستون تا گرینستون حاوی دندرتینا، میلیولید و پلوئید

اجزای اصلی این ریزرخساره را روزن‌داران با پوسته پورسلانوز مانند *Dendritina rangi* و *Miliolid* تشکیل می‌دهند. اجزای فرعی این ریزرخساره با فراوانی خیلی کم از *Peneroplis*، *Austrorillina* و شکم‌پایان تشکیل شده است. بافت سنگ پکستون تا گرینستون و خمیره آن اسپارایت می‌باشد (شکل ۵).

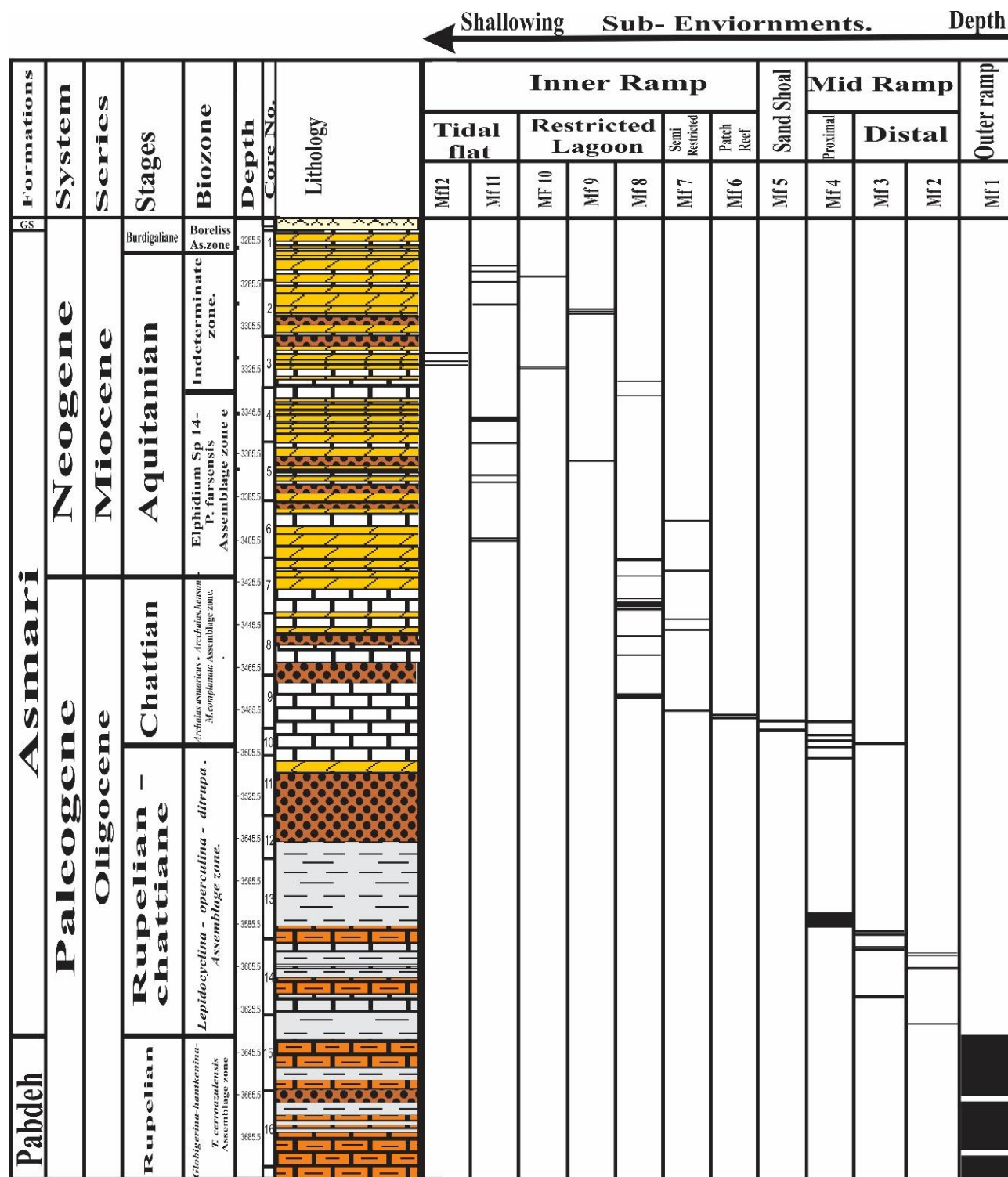
**تفسیر:** این ریزرخساره به طور کلی از روزن‌داران با پوسته پورسلانوز کوچک و با تنوع پایین تشکیل شده است. به باور Geel (2000) میلیولیدهای یوری‌هالین امروزه در یک لاگون کم عمق و محصور با زیست آشفته‌گی پایین در روی بسترهای نرم زیست می‌کنند. تنوع پایین روزن‌داران با پوسته پورسلانوز حاکی از نهشته شدن این ریزرخساره در یک لاگون با انرژی پایین آب و ارتباط کم با دریای باز می‌باشد. شرایط لاگون محصور شده در این ریزرخساره با نبود فونای عادی دریایی و فونای محصور شده با تنوع پایین (روزن‌داران بدون منفذ پورسلانوز مانند *Dendritina* و میلیولید) پیشنهاد شده است (Romero et al., 2002؛ Vaziri Moghaddam et al., 2003؛ Corda & Brandano, 2010). جنس *Dendritina* بدون منفذ و همزیست‌دار و محدوده زندگی آن در بخش‌های بالایی پهنه نورانی در محیط لاگونی است (Brandano et al., 2009). به باور Romero et al. (2002) و Corda & Brandano (2003)، این ریزرخساره را می‌توان به قسمت‌های کم عمق پهنه نورانی در محیط لاگونی نسبت داد. مشابه این ریزرخساره را Vaziri-Moghaddam et al. (2010) از

*Quinqueloculina* و *Pyrgo*، *Austrorillina*، *Archaia*s هستند و روزن‌داران با پوسته هیالین آن را *Astrigerina*، *Rotalia viennoti* و *Miogypsinoides*، *Amphistegina* تشکیل می‌دهند. اجزای فرعی این ریزرخساره را شکم‌پایان و خرده قطعات دو کفه‌ای‌ها تشکیل می‌دهند. بافت این ریزرخساره پکستون تا گرینستون و زمینه آن میکرایتی تا اسپارایتی می‌باشد (شکل ۵).

**تفسیر:** ویژگی بارز این ریزرخساره حضور همزمان روزن‌داران با دیواره پورسلانوز و هیالین می‌باشد که خود دلیلی بر شرایط محیطی مناسب برای زیست این دو گروه در کنار هم است. روزن‌داران با دیواره هیالین آب‌هایی با شوری عادی و روزن‌داران با دیواره پورسلانوز آب‌های کم عمق لاگونی و شوری‌های بالاتر را برای زیست انتخاب می‌کنند (Geel, 2000؛ Romero et al., 2002؛ Vaziri-Moghaddam et al., 2006). امروزه روزن‌داران بدون منفذ با پوسته پورسلانوز مانند *Archaia*s و *Peneroplis* در محیط‌های آبی کم عمق نواحی گرمسیری و نواحی نیمه گرمسیری زیست می‌کنند (Les., 1990). همچنین حضور این دو دسته از روزن‌داران (*Peneroplis* و *Archaia*s) معرف قرار گرفتن در علفزارهای دریایی در بخش بالایی پهنه نورانی می‌باشد (Brandano et al., 2008). حضور همزمان فرم‌های با پوسته هیالین و پورسلانوز حاکی از لاگون نیمه محصور و با انرژی متوسط در این قسمت می‌باشد، ضمن این که می‌تواند قابل انتساب به یک پهنه نورانی با میزان شوری اندکی بالا باشد (Romero et al., 2000؛ Vaziri Moghaddam et al., 2006؛ Zamagni et al., 2009). در این ریزرخساره وجود *Rotalia viennoti* شاخص یک محیط کم عمق و پیرانرژی و حضور *Miogypsinoides* بیانگر شوری عادی و عمق کمتر از ۵۰ متر می‌باشد (Geel, 2000). این ریزرخساره بالاتر از قاعده اثر امواج عادی بوده و معادل کمر بند رخساره شماره ۷ در

رخساره شماره ۲ در نوشته Buxton & Pedley (1989) و  
 RMF20 در نوشته Flügel (2010) می باشد.

حوضه زاگرس گزارش داده اند. محیط تشکیل این  
 ریزرخساره مربوط به رمپ درونی است و معادل با کمربند  
 رخساره شماره ۸ در نوشته Wilson (1975)، کمربند



شکل ۶: ستون چینه شناسی، گسترش ریز رخساره ها و محیط های رسوبی در چاه مورد مطالعه

#### MF 9: مادستون

این ریزرخساره به طور کلی از میکرایت خالص همگن با بافت مادستونی تشکیل شده و هیچ فسیلی در آن دیده نمی‌شود (شکل ۵).

**تفسیر:** نبود فسیل نشانه چرخش آب محدود و نبود شرایط زیست مناسب برای موجودات دریایی می‌باشد (Alsharhan & Kendall, 2003). بنا بر نوشته Warren (2000)، محیط تشکیل مادستون‌های آهکی و دولومیتی در قسمت‌های داخلی پهنه کشندی می‌باشد. فراوانی گل کربناته، فقدان فونای فسیلی، نبود ساختارهای خروج از آب و ارتباط آن با رخساره‌های لاگونی حاکی از تشکیل این ریزرخساره در قسمت‌های کم عمق لاگون محصور به سمت ساحل (پهنه کشندی) است (Flügel, 2010). فابریک و اندازه بسیار ریز بلورها، حفظ بافت اولیه و نبود فسیل مؤید تشکیل در منطقه فراکشندی تا بخش‌های بالایی پهنه میان کشندی می‌باشد. این رخساره نشانگر محیط خیلی کم عمق، محدود، کم انرژی و نزدیک به ساحل بخش لاگون محصور رو به پهنه کشندی می‌باشد (Wilson, 1975؛ Flügel, 2010). وجود این ریزرخساره نشان دهنده شرایط هایپر سالین از شلف لاگون (لاگون محصور) می‌باشد (Vaziri-Moghadam et al., 2010). این ریزرخساره معادل ریزرخساره استاندارد ۲۳ و کمر بند رخساره شماره ۸ در نوشته Wilson (1975)، کمر بند رخساره‌ای شماره ۱ در نوشته Buxton & Pedley (1989) و RMF19 در نوشته Flügel (2010) می‌باشد. با توجه به بافت همگن، نبود فسیل، نبود ساخت‌های خروج از آب و نبود ساخت فسترال، این ریزرخساره در یک لاگون محصور کم عمق با شوری بالا به سمت پهنه کشندی رسوب‌گذاری کرده است. مشابه این ریزرخساره را Sadeghi et al. (2018) از حوضه زاگرس گزارش داده است.

#### MF 10: وکستون - پکستون پلوئیدی

اجزای این ریزرخساره از پلوئید تشکیل شده است. بافت سنگ و کستون تا پکستون و زمینه آن میکرایتی و ویژگی بارز این ریزرخساره نبود فسیل می‌باشد (شکل ۵).

**تفسیر:** با توجه به نبود اجزای اسکلتی و فراوانی پلوئیدها، این رخساره نشان دهنده رسوب‌گذاری در یک لاگون محصور با انرژی پایین از پهنه کم عمق فرو کشندی و ارتباط کم با آب‌های آزاد می‌باشد (Tesovic et al., 2001؛ Tomasovych, 2004؛ Zamagni et al., 2009). مشابه این ریزرخساره را Sadeghi et al. (2018) از حوضه زاگرس گزارش داده است. به باور Flügel (2010)، این ریزرخساره در بخش‌های داخلی پلتفرم کم عمق شامل محیط‌های کم عمق حفاظت شده با چرخش متوسط آب در رمپ داخلی تشکیل شده است. فراوانی دانه‌های پلت، نبود اثر جریان و دانه بندی تدریجی نشانگر محیطی آرام مانند لاگون محصور برای این ریزرخساره است. این ریزرخساره معادل کمر بند رخساره‌ای شماره ۸ در نوشته Wilson (1975)، ریزرخساره شماره ۱ در نوشته Buxton & Pedley (1989) و RMF22 در نوشته Flügel (2010) و متعلق به محیط لاگون محصور در رمپ درونی است.

#### MF 11: رخساره دولومیت (دولوستون)

این ریزرخساره به طور کلی از بلورهای زینوتوپیک و ایدوتوپیک دولومیت که فاقد هر گونه آلوکمی هستند تشکیل شده است (شکل ۵).

**تفسیر:** بافت همگن، نبود آلوکم و آثار فسیلی همراه با میکرایت فراوان در این ریزرخساره نشانه تشکیل و تعلق آن به پهنه کشندی است. گسترش ریزرخساره دولوستون نشانه خروج از آب و اُفت سطح آب دریا در اثر تبخیر شورابه‌های غنی از  $Mg^{2+}$  است که سبب دولومیتی شدن رخساره‌های آهکی می‌باشد. این ریزرخساره معادل

داده است. این ریزرخساره نشان دهنده سطحی ترین بخش در پهنه نورانی بالایی با شفافیت بالا و بستری نرم بوده (VaziriMoghadam *et al.*, 2010) و شاخص پهنه کشندی (میان کشندی) می‌باشد.

### تفسیر محیط و مدل رسوبی

پهنه رسوب گذاری و پراکندگی رخساره‌ها در پلتفرم کربناته به طور کلی توسط شرایط تکتونیکی و تغییرات طولانی مدت سطح جهانی آب کنترل می‌شود (Pomar, 2009; Brandano, 2001a). در این چاه بر اساس مطالعات میکروسکوپی و شناسایی آلوکم‌های مختلف و بافت رسوبی در مقاطع نازک و تغییرات عمودی ریزرخساره‌ها، تعداد ۱۲ ریزرخساره معرفی گردید (شکل‌های ۶ و ۷). با توجه به تبدیل تدریجی رخساره‌ها به یکدیگر، نبود آئید در بافت گرینستونی، نبود سد ریفی و ریف گسترده برجا، نبود ساختارهای ریزشی و لغزشی و تورییدات، نبود کورتوئید، آنکوئید، پیژوئید و دانه‌های آگرگات که خاص شلف کربناته می‌باشند، سازند آسماری در چاه مورد مطالعه بر روی یک رمپ کربناته با شیب ملایم از نوع رمپ هموکلینال نهشته شده که به خلیج فارس امروزی شباهت داشته است (شکل‌های ۵ و ۶). در چاه مورد مطالعه این مدل رسوبی شامل محیط‌های رمپ خارجی، رمپ میانی، پشته ماسه‌ای و رمپ درونی (ریف کومه‌ای، لاگون نیمه محصور، لاگون محصور و پهنه کشندی) می‌باشد (شکل‌های ۶ و ۷).

### محیط رمپ بیرونی

این مجموعه با فراوانی روزن‌داران پلانکتون و عمق بیشتر از ۲۰۰ متر مشخص می‌شود. رمپ خارجی در محدوده زیر قاعده امواج طوفانی قرار دارد و رخساره‌های متداول در آن، سنگ آهک دانه ریز به همراه میان لایه‌های مارنی و

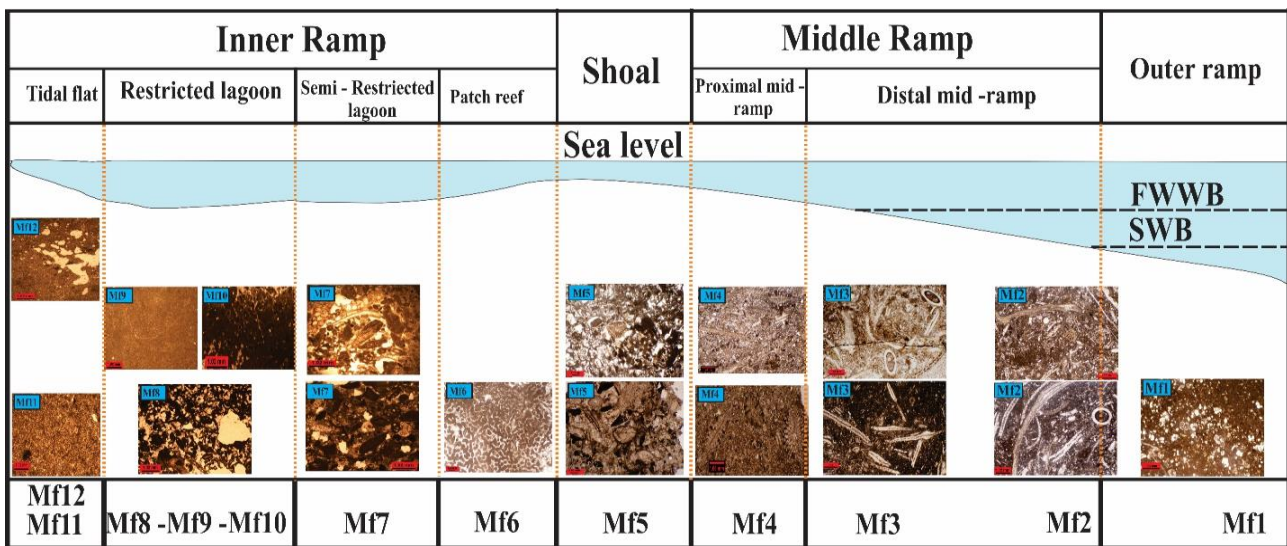
ریزرخساره شماره ۲۳ از کمر بند رخساره‌ای شماره ۹ در نوشته Wilson (1975)، ریزرخساره شماره ۱ در نوشته Flügel (1989) Buxton & Pedley و RMF22 در نوشته Flügel (2010) بوده و مربوط به رمپ داخلی و محیط میان کشندی می‌باشد.

### MF12- دولومادستون با تخلخل فنسترال

این ریزرخساره فاقد هر گونه آلوکم و اجزای زیستی می‌باشد و از دانه‌های ریز بلور کلسیتی با ساختار فنسترال تشکیل شده است. بافت این ریزرخساره به صورت دولومیتی - میکرایتی بوده و مشخصه بارز آن حفرات چشم پرنده‌ای (تخلخل فنسترال) می‌باشد (شکل ۵).

تفسیر: ساختمان‌های فنسترال در اثر انقباض و انبساط، فرار هوا در حین طغیان آب، تشکل حباب‌های گاز، به دام افتادن هوا در بین نهشته‌های با شکل‌های نامنظم و حفاری توسط موجودات خزنده و یا کرم‌ها تشکیل می‌شود (Shinn, 1983). از آن جا که این ریزرخساره فاقد هر نوع آلوکم و اجزای زیستی می‌باشد و بافت آن میکراتی است، احتمالاً در محیط کم انرژی و آرام با چرخش محدود آب تشکیل شده است. این شرایط برای زیست موجودات مناسب نمی‌باشد (Wilson, 1975؛ Alsharhan & Adabi, 2003؛ Bachmann & Hirsch, 2006؛ Kendall, 2016). همچنین حضور حفرات چشم پرنده‌ای نشانه زیر محیط‌های فرا کشندی و میان کشندی است که با نزدیک شدن به خشکی تعداد و اندازه آنها افزایش می‌یابد (پورامینی بزنجان و همکاران، ۱۳۹۱). این ریزرخساره معادل ریزرخساره شماره ۲۳ از کمر بند رخساره‌ای شماره ۸ در نوشته Wilson (1975)، ریزرخساره شماره ۱ در نوشته Flügel (1989) Buxton & Pedley و RMF23 در نوشته Flügel (2010) است و مشابه آن پیش از این توسط Vaziri-Moghadam *et al.* (2010) از حوضه زاگرس گزارش





شکل ۷: مدل رسوبی سازند آسماری در چاه مورد مطالعه: MF1 (وکستون - پکستون حاوی روزن‌داران پلانکتون); MF2 (وکستون - پکستون حاوی روزن‌داران کفزی بزرگ و روزن‌داران پلانکتون); MF3 (وکستون - پکستون حاوی روزن‌داران کفزی بزرگ نومولیتیده و لپیدوسیکلینیده); MF4 (وکستون - پکستون حاوی لپیدوسیکلینیده); MF5 (پکستون تا گرینستون حاوی روزن‌داران هیالین); MF6 (کورال باندستون); MF7 (پکستون - گرینستون حاوی روزن‌داران با پوسته هیالین و پورسلانوز); MF8 (پکستون تا گرینستون حاوی *Dendritina*, میلیولید و پلوئید); MF9 (مادستون); MF10 (وکستون - پکستون پلوئیدی); MF11 رخساره دولومیت (دولوستون); MF12 (دولومادستون با تخلخل فنسترال).

*Neorotalia*، تجمعات زیستی رمپ میانی در پهنه نیمه نورانی نهشته شده‌اند (Brandano et al., 2009). از دیگر فونای موجود در این محیط می‌توان *Textularia*، مرجان، بریوزوئر، کرم‌های حلقوی و روزن‌داران کفزی بزرگ بدون منفذ را نام برد. این محیط از نظر دمایی در بین محیط گرمسیری تا نیمه گرمسیری و در بین اعماق ۴۰ تا ۷۰ متری واقع شده است و از لحاظ عمق نفوذ نور بین محیط الیگوفوتیک تا مزوفوتیک از پهنه نورانی قرار دارد (Pomar, 2001b). رمپ میانی در بین قاعده امواج طوفانی و عادی (بالتر از قاعده امواج طوفانی و زیر قاعده امواج عادی) قرار دارد و خود به دو بخش عمیق (دور از ساحل) و بخش کم عمق (رو به ساحل) تقسیم می‌شود. قسمت‌های عمیق دور از ساحل با روزن‌داران بزرگ کفزی دارای دیواره نازک و مسطح مانند *Operculina*، *Heterostegina* و فرم‌های بزرگ و مسطح *Eulepidina* مشخص می‌شود. بخش کم عمق رو به ساحل نیز با فراوانی

شیلی می‌باشند. از جمله موجوداتی که می‌توانند در این محیط زیست کنند، اسفنج‌ها، بریوزوئر‌ها، بازوپایان، دوکفه‌ای‌ها و روزن‌داران پلانکتون می‌باشند. MF1 در چاه مورد مطالعه که در بردارنده روزن‌داران پلانکتون می‌باشد در این محیط نهشته شده است (شکل‌های ۶ و ۷).

#### محیط رمپ میانی

محیط رمپ میانی با فراوانی جلبک‌های قرمز کورالیناسه‌آ، روزن‌داران هیالین لاملار، روزن‌داران منفذدار (مشبک)، روتالیدهای منفذدار کوچک و سایر نمونه‌های روکش‌دار مشخص می‌شود. از جمله روزن‌داران شاخص این محیط لپیدوسیکلینیده‌ها (*Nephrolepidina* و *Eulepidina*)، نومولیتیده‌ها (*Operculina* و *Heterostegina*)، *Amphistegina*، روتالیدها و به مقدار کمتر روزن‌داران پلانکتون می‌باشند (Brandano et al., 2009). بر مبنای حضور و فراوانی روزن‌داران بزرگ مناطق عمیق مانند *Operculina* و *Nephrolepidina* و نمونه‌های

### نتیجه‌گیری

سازند آسماری در چاه مورد مطالعه واقع در میدان نفتی مارون ۳۷۰/۵ متر ضخامت داشته و عمدتاً از سنگ آهک، دولومیت، سنگ آهک دولومیتی، ماسه سنگ و شیل آهکی تشکیل شده است. مرزهای زیرین و بالایی این سازند با سازندهای پابده و گچساران به صورت پیوسته می‌باشد. پس از مطالعه دقیق مقاطع نازک تعداد ۴۳ جنس و ۶۱ گونه شناسایی شده و بر اساس پخش و پراکندگی آنها پنج زیست‌زون تجمعی و یک زون مبهم در سازند آسماری شناسایی گردید. بر این اساس، سن سازند آسماری در چاه مورد مطالعه روپلین - شاتین تا بوردیگالین؟ تعیین شده است. تطابق چینه شناسی سازند آسماری در نواحی فارس، فروافتادگی دزفول (میدان‌های نفتی مارون و قلعه نار) و لرستان حاکی از یکسان نبودن شرایط رسوب‌گذاری سازند آسماری در زمان الیگومیوسن می‌باشد. پس از بررسی آلوکم‌ها و شناسایی ریزرخساره‌ها تعداد ۱۲ ریزرخساره متعلق به محیط‌های رمپ خارجی، رمپ میانی (بخش دور از ساحل و نزدیک به ساحل)، پشته ماسه‌ای و رمپ درونی (ریف کومه‌ای، لاگون نیمه محصور، لاگون محصور و پهنه کشندی) شناسایی گردید. بر مبنای شواهدی مانند، تبدیل تدریجی رخساره‌ها به هم، نبود ساخت‌های ریزشی و لغزشی و نبود دانه‌های پوشش‌دار مدل کربناته همشیب از نوع رمپ هموکلینال برای چاه مورد مطالعه در نظر گرفته شده است.

روزن‌داران هیالین منفذدار ضخیم، عدسی شکل با اندازه کوچکتر و کشیدگی کمتر مانند *Nephrolepidina*، *Amphistegina*، *Heterostegina*، *Rotalia viennoti* جلبک قرمز شناخته می‌شود. در این چاه MF2 و MF3 مربوط به بخش دور از ساحل و MF4 مربوط به بخش نزدیک به ساحل است (شکل‌های ۷ و ۶).

### محیط پشته ماسه‌ای

ریزرخساره‌های گریستونی این محیط در بالاترین بخش پهنه نورانی و در بالاترین سطح انرژی (بالاتر از قاعده امواج عادی) قرار دارند. ریزرخساره MF5 در این چاه در محیط کربنات پشته ماسه‌ای نهشته شده و جدا کننده محیط‌های رمپ میانی و داخلی می‌باشد (شکل‌های ۷ و ۶).

### محیط رمپ داخلی

رمپ داخلی بالاتر از قاعده اثر امواج عادی و طوفانی قرار دارد و عمدتاً با روزن‌داران بدون منفذ پورسلانوز، جلبک‌های سبز آهکی، استراکود، شکم‌پا، دوکفه‌ای و اکتینوئید مشخص می‌شود. محیط رمپ داخلی در این چاه خود به زیر محیط‌های ریف کومه‌ای، لاگون نیمه محصور، لاگون محصور و پهنه کشندی تقسیم شده است. MF6 معرف زیر محیط ریف کومه‌ای، MF7 معرف لاگون نیمه محصور و MF8، MF9 و MF10 معرف محیط لاگون محصور می‌باشد. همچنین حضور فابریک چشم پرنده‌ای و دولستون نشانگر پهنه کشندی می‌باشد که در این چاه MF11 و MF12 معرف زیر محیط میان کشندی از پهنه کشندی می‌باشند (شکل‌های ۷ و ۶)

### منابع

آقابتایی، ع.، ۱۳۸۵. زمین شناسی ایران. سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۵۸۶.

- ابطحی، ز.، صیرفیان، ع.، ۱۳۹۰. زیست‌چینه‌نگاری و اجزای اسکلتی کربناته سازندهای آسماری و رازک در جنوب شرقی یاسوج (برش تنگ سرخ). *پژوهش‌های دانش زمین*، ۷: ۷۸-۹۴.
- انصاری، ع.، وزیری مقدم، ح.، طاهری، ع.، غبیشاوی، ع.، ۱۳۹۲. زیست‌چینه‌نگاری و پالئواکولوژی سازند آسماری در ناحیه تاق‌دیس نیل (شمال شرق دهدشت). *دیرینه‌شناسی*، ۱ (۲): ۱۲۱-۱۳۶.
- آورجانی، ش.، موسوی حرمی، ر.، محبوبی، ا.، رحیم پور بناب، ح.، امیری بختیار، ح.، ۱۳۹۴. چینه‌نگاری سکانسی و بررسی کیفیت مخزنی سازند آسماری در فروفاتادگی دزفول شمالی (میدان‌های نفتی هفتکل، کوپال و مارون)، حوضه زاگرس، جنوب غرب ایران. *رساله دکتری، دانشگاه فردوسی مشهد*، ۳۵۴ ص.
- براری، م.، صیرفیان، ع.، وزیری مقدم، ح.، ۱۳۹۶. زیست‌چینه‌نگاری و ریزرخساره‌های سازند آسماری در تاق‌دیس لار (شمال خاوری گچساران): تطابق زیست‌چینه‌ای. *زمین‌شناسی نفت ایران*، ۱۴: ۴۹-۷۳.
- بینازاده، ط.، بینازاده، ع.، وفائی، ط.، ۱۳۹۶. ریزرخساره‌ها، محیط رسوبی و چینه‌نگاری سازند آسماری در برش دشتروم (جنوب یاسوج). *فصلنامه علوم زمین*، ۱۰۶: ۱۶۹-۱۷۸.
- پورامینی بزنجان، س.، آدابی، م.ح.، حسینی برزی، م.، حناچی، ج.، ۱۳۹۱. میکروفاسیس، محیط رسوبی و دیاژنز بخش فوقانی سازندهای دالان و کنگان در ناحیه کوه سورمه، زاگرس چین خورده. *پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی*، ۲۸ (۱): ۷۴-۵۵.
- حبیبی، ط.، ۱۳۹۵. تطابق زیست‌چینه‌نگاری و مجموعه‌های فرامینفری توالی‌های الیگوسن در حوضه فارس. *پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی*، ۶۵: ۱۱۳-۱۳۴.
- ذبیحی زوارم، ف.، وحیدی‌نیا، م.، صادقی، ع.، امیری بختیار، ح.، محبوبی، ا.، ۱۳۹۴. زیست‌چینه‌نگاری و محیط رسوب‌گذاری سازند آسماری در تاق‌دیس‌های چناره ماله کوه و میدان نفتی قلعه نار. *رساله دکتری دانشگاه فردوسی مشهد*، ۲۷۷ ص.
- صادقی، ر.، فروزنده، خ.، محمدی، م.، ۱۳۹۳. چینه‌شناسی و محیط رسوبی سازند آسماری در برش مشکان، جنوب شرق یاسوج. *پژوهش‌های چینه‌نگاری و رسوب‌شناسی*، ۵۸: ۶۷-۹۰.
- طاهری، م.ر.، وزیری مقدم، ح.، طاهری، ع.ا.، غبیشاوی، ع.، ۱۳۹۴. ریزرخساره‌ها و محیط رسوبی سازند آسماری در زون ایذه (منطقه ایذه) حوضه رسوبی زاگرس. *زمین‌شناسی نفت ایران*، ۱۰: ۱۸-۴۵.
- غلام‌پور موگهی، س.، وزیری مقدم، ح.، صالحی، م.ع.، ارزانی، ن.، آرمون، ا.، ۱۳۹۶. زیست‌چینه‌نگاری و ریزرخساره‌های سازندهای شهبازان و آسماری (گذر از ائوسن به الیگوسن) در نهشته‌های کربناته شمال فروفاتادگی دزفول حوضه رسوبی زاگرس. *زمین‌شناسی نفت ایران*، ۱۳: ۲۰-۴۲.
- فتحی میر، آ.، وحیدی‌نیا، م.، امیری بختیار، ح.، ۱۳۹۱. بایواستراتیگرافی سازند آسماری بر اساس روزن‌داران کفزی (بزرگ شمال پل دختر). *سی و یکمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی*.
- کلنات، ب.، وزیری مقدم، ح.، طاهری، ع.ا.، ۱۳۸۹. زیست‌چینه‌نگاری و پالئواکولوژی سازند آسماری در جنوب غرب فیروزآباد. *رخساره‌های رسوبی*، ۳ (۱): ۷۱-۸۴.
- کلنات، ب.، وزیری مقدم، ح.، وحیدی‌نیا، م.، ۱۳۹۳. مقایسه چینه‌نگاری سکانسی و محیط رسوبی سازند آسماری در نواحی فارس، خوزستان و لرستان از حوضه زاگرس. *رخساره‌های رسوبی*، ۷ (۱): ۱۰۷-۱۲۴.

محمدی، م.، امیری بختیار، ح.، امرایی، ف.، ۱۳۹۴. زیست‌چینه‌نگاری مقایسه‌ای سازند آسماری در برش‌هایی از تاق‌دیس‌های ماله‌کوه و امیران بر پایه روزن‌بران کف‌زی ناحیه لرستان، حوضه زاگرس، ایران. *علوم زمین*، ۹۸: ۱۹۱-۱۹۸.

مطیعی، ه.، ۱۳۷۲. زمین‌شناسی ایران: چینه‌شناسی زاگرس. *سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور*، ۵۳۶ص.

منیبی، س.، نظری سامانی، پ.، ۱۳۹۳. مطالعه و بازنگری سنی زیست‌چینه‌ای سازند آسماری در یکی از میداین جنوب غرب ایران. *پژوهش نفت*، ۸۴: ۸۸-۹۸.

نظافت، ع.، وحیدی‌نیا، م.، عاشوری، ع. ر.، ۱۳۸۹. چینه‌نگاری زیستی و محیط‌رسوب‌گذاری سازند آسماری در یال جنوبی تاق‌دیس خويز (شمال شرق بهبهان). *مجله علوم دانشگاه تهران*، ۳۶ (۱): ۱۱۹-۱۲۸.

نیسی، ع.، قادری، ع.، غبیشاوی، ع.، الله‌کرم‌پور دیل، م.، ۱۳۹۶. زیست‌چینه‌نگاری، بررسی ریزرخساره‌ها و چینه‌نگاری سکانسی سازند آسماری به کمک نرم افزار سیکلولوگ در میدان نفتی قلعه نار، حوضه زاگرس. *زمین‌شناسی نفت ایران*، ۱۲: ۲۲-۴۴.

وزیری مقدم، ح.، عرب‌پور، ص.ا.، صیرفیان، ع.، طاهری، ع.ا.، رحمانی، ع.، ۱۳۹۴. چینه‌نگاری زیستی، محیط‌رسوبی و چینه‌نگاری سکانسی سازند آسماری در چاه شماره ۴ میدان لب سفید (شمال فروافتادگی دزفول، جنوب غرب لرستان) و تنگ‌لنده (کوه سفید، شمال غرب دهدشت). *زمین‌شناسی نفت ایران*، ۱۰: ۸۷-۱۱۹.

- Adams, T.D., & Bourgeois, F., 1967. Asmari biostratigraphy. Iranian Oil Operating Companies. *Geological and Exploration Division, Report 1074: 1-37.* (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.
- Allahkarampour Dill, M., Seyrafian, A., & Vaziri-Moghaddam, H., 2010. The Asmari Formation, north of the Gachsaran (Dill anticline), southwest Iran: facies analysis, depositional environments and sequence stratigraphy. *Carbonates and Evaporites*, 25 (2): 145-160.
- Allahkarampour Dill, M., Seyrafian, A., & Vaziri-Moghaddam, H., 2012. Palaeoecology of the Oligocene-Miocene Asmari Formation in the Dill anticline. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, 263 (2): 167-184.
- Allahkarampour Dill, Vaziri-Moghaddama, H., Seyrafiana, H., Behdad (Ghabeishavi), A., 2018. Oligo-Miocene carbonate platform evolution in the northern margin of the Asmari intra-shelf basin, SW Iran. *Marine and Petroleum Geology*, 92: 437-461.
- Alsharhan, A.S., & Kendall, C.G.St.C., 2003. Holocene coastal carbonates and evaporates of the southern Arabian Gulf and their ancient analogues. *Earth Science Reviews*, 61 (3-4): 191-243.
- Amirshahkarami, M., 2008. Distribution of Miogypsinoides in the Zagros Basin, Southwest of Iran. *Historical Biology*, 20 (3): 175-184.
- Amirshahkarami, M., Ghabishavi, A., Rahmani, A., 2010. Biostratigraphy and paleoenvironment of the larger benthic foraminifera in wells sections of the Asmari Formation from the Rag-e-Safid Oil field, Zagros Basin, southwest Iran. *Stratigraphy and Sedimentology Researches*, 40 (3): 63-48.
- Bachmann, M., & Hirsch, F., 2006. Lower Cretaceous carbonate platform of the eastern Levant (Galilee and Golan Heights): Stratigraphy and second-order sea-level change. *Cretaceous Research*, 27: 467-512.
- Bassi, D., Hottinger, L., & Nebelsick, J., 2007. Larger foraminifera from the Upper Oligocene of the Venetian area, North-East Italy. *Paleontology*, 50: 845-868.
- Bolli, H.M., Saunders, J.B., & Nielsen, K.P., 1987. Plankton Stratigraphy. *Cambridge University Press*, New York, p. 1023.
- Boudagher-Fadel, M.K., 2008. Evolution and Geological Significance of Larger Benthic Foraminifera. *Developments in Paleontology and Stratigraphy*, 21. Elsevier, Amsterdam, p. 544.
- Brandano, M., Frezza, V., Tomassetti, L., & Cuffaro, M., 2009. Heterozoan carbonates in oligotrophic tropical waters: The Attard member of the lower coralline limestone formation (Upper Oligocene, Malta). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 274: 54-63.



- Brandano, M., Morsilli, M., Vannucci, G., Parente, M., Bosellini, F., & Mateu-Vicens, G., 2010. Rhodolith-rich lithofacies of the Porto Badisco Calcarenes (upper Chattian, Salento, southern Italy). *Italian Journal of Geosciences*, 129 (1): 119-131.
- Busk, H.G., & Mayo, H.T., 1918. Some notes on the geology of the Persian Oilfields. *Journal of the Institution of Petroleum Technologists*, 5: 5-26.
- Buxton, M.W.N., & Pedley, H.M., 1989. A standardized model for Tethyan Tertiary carbonates ramps. *Journal of the Geological Society*, London, 146: 746-748.
- Cahuzac, B., & Pognant, A., 1997. Essai de biozonation de l'Oligo-Miocène dans les bassins européens à l'aide des grands foraminifères néritiques. *Bulletin de la Société géologique de France*, 168: 155-169.
- Corda, L., & Brandano, M., 2003. Aphotic zone carbonate production on a Miocene ramp, central Apennines, Italy. *Sedimentary Geology*, 161 (1-2): 55-70.
- Cosovic, V.K., & Moro, A., 2004. Paleoenvironmental model for Eocene foraminiferal limestones of the Adriatic carbonate platform (Istrian Peninsula). *Facies*, 50: 61-75.
- Dunham, R.J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: Ham, W.E., (ed.), Classification of carbonate rocks. *American Association of Petroleum Geologists Memoir*, 1: 108-121.
- Ehrenberg, S.N., Pickard, N.A.H., Laursen, G.V., Monibi, S., Mossadegh, Z.K., Svana, T.A., Aqrabi, A.A.M., McArthur, J.M., & Thirlwall, M.F., 2007. Strontium Isotope Stratigraphy of the Asmari Formation (Oligocene – Lower Miocene), SW Iran. *Journal of Petroleum Geology*, 30 (2): 107-128.
- Embry, A.F., & Klovan, J.E., 1971. A Late Devonian reef tract on northeastern Banks Islands, Northwest Territories. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, 19: 730-781.
- Flügel, E., 2010. Microfacies of Carbonate Rocks, Analysis Interpretation and Application. *Springer-Verlage*, Berlin, Heidelberg. 984 p.
- 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.
- Hallock, P., & Glenn, E.C., 1986. Larger foraminifera: a tool for paleoenvironmental analysis of Cenozoic carbonate depositional facies. *Palaios*, 1: 55-64.
- Hallock, P., 1979. Trends in test shape with depth in large symbiont-bearing foraminifera. *Journal of Foraminiferal Research*, 9 (1): 61-69.
- Hallock, P., Pomar, L., 2008. Cenozoic Evolution of Larger Benthic Foraminifera: Paleooceanographic Evidence for Changing Habitats. *Proceedings of the 11<sup>th</sup> International Coral Reef Symposium*. pp. 16-20.
- Hohenegger, J., Yordanova, E., Nakano, Y., & Tatzreiter, F., 1999. Habitats of larger foraminifera on the upper reef slope of Sesoko Island, Okinawa, Japan. *Marine Micropaleontology*, 36 (2): 109-168.
- Hottinger, L., 1980. Répartition comparée des grands foraminifères de la mer Rouge et de l'Océan Indien. *Annali dell'Università di Ferrara*, IX (VI): 1-13.
- Hottinger, L., 1983. Processes determining the distribution of larger foraminifera in space and time. *Utrecht Micropaleontological Bulletin*, 30: 239-253.
- Hottinger, L., 1997. Shallow benthic foraminiferal assemblages as signals for depth of their deposition and their limitation. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 168 (4): 491-505.
- James, G.A., & Wynd, J.G., 1965. Stratigraphic nomenclature of Iranian oil Consortium Agreement area. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 49 (12): 2182-2245.
- 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., & Driullion, G., 2009. The Asmari Formation revisited: Changed stratigraphic allocation and new biozonation, First international petroleum conference & exhibition, Shiraz, Iran.
- Lees, G.M., 1933. Reservoir rocks of Persian oil fields: *American Association Petroleum Geology Bulletin*, 17 (3): 229-240.
- Loeblich, A.R.Jr., & Tappan, E., 1988. Foraminiferal genera & their classification. *Van Nostrand Reinhold Company*, New York, 1-970.
- Mossadegh, Z.K., Haig, D.R., Allan, T., Adabi, M.H., & 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., & Hallock, P., 2003. Carbonate systems along nutrient and temperature gradients: some sedimentological and geochemical constraints. *International journal of earth sciences*, 92 (4): 465-475.
- Pomar, L., 2001a. Types of carbonate platforms: a genetic approach. *Basin Research*, 13: 313–334.
- Pomar, L., 2001b. Ecological control of sedimentary accommodation: evolution from a carbonate ramp to rimmed shelf, Upper Miocene, Balearic Islands. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 175: 249-272.
- Pomar, L., Mateu-Vicens, G., Morsilli, M., & Brandano, M., 2014. Carbonate ramp evolution during the Late Oligocene (Chattian), Salento Peninsula, southern Italy. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 404: 109-132.
- Rahmani, A., Taheri, A., Vaziri-Moghaddam, H., & Ghabeishavi, A., 2012. Biostratigraphy of the Asmari Formation at Khaviz and Bangestan Anticlines, Zagros Basin, Sw Iran. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie-Abhandlungen*, 263 (1): 1–16.
- Rahmani, A., Vaziri-Moghaddam, H., Taheri, A., & Ghabeishavi, A., 2009. A Model for the Paleoenvironmental Distribution of Larger Foraminifera of Oligocene-Miocene Carbonate Rocks at Khaviz Anticline, Zagros Basin, Sw Iran. *Historical Biology: An International Journal of Paleobiology*, 21 (3): 215–227.
- Renema, W., & Troelstra, S.R., 2001. Larger foraminifera distribution on a mesotrophic carbonate shelf in SW Sulawesi (Indonesia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 175: 125-147.
- Richardson, R.K., 1924. The geology and oil measures of southwest Persia. *Journal Institute Petroleum Technology*, 10 (43): 256-283.
- Romero, J., Caus, E., & Rossel, J., 2002. A model for the Palaeoenvironmental distribution of larger foraminifera based on Late Middle Eocene deposits on the margin of the south Pyrenean Basin (NE Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 179: 43-56.
- Sadeghi, R., Vaziri-Moghaddam, H., & Mohammadi, E., 2018. Biofacies, depositional model, and sequence stratigraphy of the Asmari Formation, Interior Fars sub-zone, Zagros Basin, SW Iran. *Carbonates and Evaporites*, 33 (3): 489–507.
- Sadeghi, R., Vaziri-Moghaddam, H., & Taheri, A., 2010. Microfacies and sedimentary environment of the Oligocene sequence (Asmari Formation) in Fars sub-basin, Zagros Mountains, southwest Iran. *Facies*, 57 (3): 431-446.
- Seyrafian, A., & Mojikhalifeh, A., 2005. Biostratigraphy of the Late Paleogene-Early Neogene Succession, North-Central Border of Persian Gulf, Iran. *Carbonates and Evaporites*, 20 (1): 91–97.
- Seyrafian, A., Vaziri-Moghaddam, H., Torabi, H., 1996. Biostratigraphy of the Asmari Formation, Burujen area, Iran. *Journal of Science, Islamic Republic of Iran*, 7 (1): 31-47.
- Shabafrooz, R., Mahboubi, A., Vaziri-Moghaddam, H., Ghabeishavi, A., Moussavi-Harami, R., 2015a. Depositional architecture and sequence stratigraphy of the oligo-miocene Asmari platform. Southeastern Izeh zone, Zagros Basin, Iran. *Facies*, 61(1): 1-32
- Shabafrooz, R., Mahboubi, A., Vaziri-Moghaddam, H., Moussavi-Harami, R., Ghabeishavi, A., & Al-Aasm, I.S., 2015b. Facies analysis and carbonate ramp evolution of oligomiocene Asmari formation in the Gachsaran and Bibi-Hakimeh oilfields and the nearby mish anticline, Zagros Basin, Iran. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 276 (1): 121–146.
- Shinn, E., 1983. Tidal flats. In: Scholle, P.A., Bebout, D.G., & Moore, C.H., (eds.), Carbonate Depositional Environments. *American Association of Petroleum Geologists Memoir*, 33: 171–210.
- Taheri, M.R., Vaziri-Moghaddam, H., Taheri, A., & Ghabeishavi, A., 2017. Biostratigraphy and paleoecology of the oligo-miocene Asmari formation in the Izeh zone (Zagros Basin, SW Iran). *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 69 (1): 59-85
- Tesovic, B., Gusic, I., Jelaska, V., Buckovic, D., 2001. Stratigraphy and microfacies of the Upper Cretaceous Pucisca formation, Island of Brac, Croatia. *Cretaceous Research*, 22: 591–613.
- Thomas, A.N., 1948. The Asmari limestone of southwest Iran. *Anglo-Iranian Oil Company Report*, 706 p., Unpublished.
- Tomasovych, A., 2004. Microfacies and depositional environment of an Upper Triassic intra-platform carbonate basin: the Fatric Unit of West Carpathians (Slovakia). *Facies*, 50: 77–105.
- Van Buchem, F.S.P., Allan, T.L., Laursen, G.V., Lotfpour, M., Moallemi, A., Monibi, S., Motiei, H., Pickard, N.A.H., Tahmasbi, A.R., Vedrenne, V., & Vincent, B., 2010. Regional stratigraphic

- architecture and reservoir types of the Oligo-Miocene deposits in the Dezful Embayment (Asmari and Pabdeh Formations), SW Iran. Geological Society, London, *Special Publications*, 329 (1): 219-263.
- Vaziri-Moghaddam, H., Kimigari, M., & Taheri, A., 2006. Depositional environment and sequence stratigraphy of the Oligo-Miocene Asmari Formation in SW Iran. *Facies*, 52 (1): 41-51.
- Vaziri-Moghaddam, H., Seyrafian, A., Taheri, A., & Motiei, H., 2010. Oligocene-Miocene ramp system (Asmari Formation) in the NW of the Zagros basin, Iran: microfacies, paleoenvironment and depositional sequence. *Revista Mexicana de Ciencias Geologicas*, 27 (1): 56-71.
- Wilson, J.L., 1975. Carbonate facies in geologic history. 1<sup>st</sup> edition, *Springer-Verlag*, New York, 1-471.
- Wynd, J.G., 1965. Biofacies of the Iranian Oil Consortium Agreement area. *Iranian Oil Operating Companies, Geological and Exploration Division*, Report 1082. (Unpublished).
- Zabihi Zoeram, F., Vahidinia, M., Mahboubi, A., & Amiri Bakhtiar, H., 2013. Facies analysis and sequence stratigraphy of the Asmari Formation in the northern area of Dezful Embayment, south-west Iran. *Studia UBB Geologia*, 58 (1): 45-56.
- Zabihi Zoeram, F., Vahidinia, M., Sadeghi, A., Mahboubi, A., & Amiri Bakhtiar, H., 2015. Larger benthic foraminifera: a tool for biostratigraphy, facies analysis and paleoenvironmental interpretations of the OligoMiocene carbonates, NW Central Zagros Basin, Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 8 (2): 931-949.
- Zamagni, J., Košir, A., & Mutti, M., 2009. The first microbialite-coral mounds in the Cenozoic (Uppermost Paleocene) from the Northern Tethys (Slovenia): environmentally-triggered phase shifts preceding the PETM? *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 274: 1-17.

## Biostratigraphy, microfacies, and depositional environment of the Asmari Formation in one of the Marun oil field wells and comparison with other Zagros area

Goodarzi, M.<sup>1</sup>, Vahidinia, M.<sup>2\*</sup>, Amiri Bakhtiar, H.<sup>3</sup>, Noraii-Nejad, M.<sup>3</sup>

1- M.Sc. in Stratigraphy and Paleontology, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2- Associate Professor, Department of Geology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3- National Iranian South Oil Company (NISOC), Ahwaz, Iran

\* Email: vahidinia@ferdowsi.um.ac.ir

### Introduction

This study was aimed at the biostratigraphy and sedimentary environments reconstruction in one of the wells in Maroun oilfield at Dezful embayment zone. We also compared the studied sub-surface section with the equal intervals in Mala-Kuh, Ghale-Nar oilfield, Moshkan section, and Firouzabad section. The thickness of Asmari Formation in the studied well is 370.5 m and consists mainly of limestone, dolomite, dolomitic limestone, sandstone and argillaceous limestone. In this well, the lower boundary of the Asmari Formation with Pabdeh Formation and its upper boundary with Gachsaran Formation is continuous.

### Method and Materials

For this study, 150 thin sections (mainly drilled cores) were studied in detail for paleontology, biostratigraphy, allochems identification, and microfacies determination. References such as Loeblich and Tappan (1980), Boudagher-Fadel, (2008), Adams & Bourgeois (1967), and other related articles were used to identify the available microfossils. We used the biozonation scheme of Laursen *et al.* (2009) and Van Buchem *et al.* (2010) to define and correlate the biozones. Classification of rock types was done according to Dunham (1962) and Embry & Klovan (1971), and microfacies identification and interpretation were carried out based on Wilson (1975), Buxton & Pedley (1989), Geel (2000), and Flugel (2010),

### Results and Discussion

Based on paleontological studies, 43 genera and 61 species of benthic and planktonic foraminifera were identified. They have been classified into six zones (five assemblage zones and one indeterminate zone) as follows:

#### 1- *Globigerina* spp.-*Turborotalia cerroazulensis*-*Hantkenina* Assemblage Zone

This biozone is 76 meters thick and lies between the depths of 3706.5 to 3630.5 m. It corresponds to the upper part of the Pabdeh Formation. In this biozone with Oligocene (Rupelian) age, *Globigerina* spp. are abundant, and the extinction of *Turborotalia cerroazulensis* occurs in this biozone.

#### 2- *Lepidocyclina*-*Operculina*-*Ditrupa* Assemblage Zone

This biozone is 129.5 meters thick and lies between 3630.5 to 3501 m. The beginning of this biozone is based on the first occurrence of the *Lepidocyclina* sp. and *Operculina complanata*. Its end is marked by the first appearance of the *Miogypsinoides compalanatus* and *Spiroclypeous blankenhorni*. This biozone belongs to the Chattian-Rupellian age.

#### 3- *Archaias asmaricus*-*Archaias hensoni*-*Miogypsinoides compalanatus* Assemblage Zone

The thickness of this biozone is 80 meters and lies between 3501 to 3421 meters deep. The onset of this biozone is marked by the first occurrence of *Miogypsinoides compalanatus* and *Spiroclypeous blankenhorni*. The first occurrence of *Elphidium* sp.14, *Peneroplis farsensis* and disappearance of *Archaias* distinguish the end of the biozone. The age of this biozone is Chattian.



#### 4- *Elphidium* sp.14 – *Peneroplis farsensis* Assemblage Zone

This Assemblage zone is 83 meters thick and lies between 3421 to 3338 meters deep. The age of this biozone is Aquitanian. The onset of this biozone is determined by the occurrence of the *Elphidium* sp.14, *Peneroplis farsensis*, and the end of this biozone is characterized by a decrease in the fossil fauna assemblage known as the Ambiguous Zone.

#### 5-Indeterminate Zone

With 70.44 meters thickness, this zone lies between the depths of 3338 to 3267.57 meters. A decrease in fossil assemblages characterizes this interval. According to its stratigraphic locality, this indeterminate zone is related to Aquitanian (Laursen *et al.*, 2009). The fossils present in this biozone are very sparse and consist mainly of porcelaneous and indeterminate miliolids.

#### 6- *Borelis melo curdica*-*Borelis melo melo* Assemblage Zone?

This biozone is related to the uppermost part of the Asmari Formation. The beginning of this biozone is defined based on the occurrence of the *Borelis* spp., continues to the end of the Asmari Formation. This biozone is 7.56 meters thick and lies between 3267.56 to 3260 meters deep. The age of this biozone is cautiously Burdigalian.

Based on the mentioned biozones, the age of Asmari Formation in the studied well is Rupelian – Chattian – ?Burdigalian.

According to sedimentary texture, sedimentary structures, skeletal and non-skeletal elements in the microscopic studies of the provided thin section, 12 microfacies related to the outer ramp, middle ramp (distal and proximal parts), shoal and inner ramp environments (patch reef, lagoon (semi-restricted and restricted) and tidal flat were identified in the studied well. Gradual changes of facies to each other, the lack of coated structures, and the absence of coated grains are the main evidence suggesting deposition in a homoclinic carbonate ramp. Microfacies analysis shows that planktonic foraminifera in the upper part of the Pabdeh Formation belongs to the outer ramp. Due to the presence of large hyaline foraminifera, the lower part of the Asmari Formation is deposited in the distal part of the middle ramp, while the presence of lenticular foraminifera demonstrates the proximal ramp environment. A high-energy, shallow-shoal environment with the presence of thick-walled lenticular foraminifera, cementation, and grainstone textures characterize the boundary between the middle and the inner ramp. Inner ramp environment is considered by the presence of patchy corals (patch reef) and imperforate foraminifera (*Archaias*, *Peneroplis*, miliolids) of the lagoon (semi-restricted and restricted lagoon) and tidal flat zones.

**Keywords:** Zagros basin, Oligo-Miocene, Marun oilfield, Dezful embayment, Biostratigraphy, Microfacies, homoclinic ramp.

#### References

- Adams, T.D., & Bourgeois, F., 1967. Asmari biostratigraphy. Iranian Oil Operating Companies. *Geological and Exploration Division*, Report 1074: 1-37. (Unpublished)
- Boudagher-Fadel, M.K., 2008. Evolution and Geological Significance of Larger Benthic Foraminifera. *Developments in Paleontology and Stratigraphy*, 21. Elsevier, Amsterdam, p. 544.
- Buxton, M.W.N., & Pedley, H.M., 1989. A standardized model for Tethyan Tertiary carbonates ramps. *Journal of the Geological Society*, London, 146: 746-748.
- Dunham, R.J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: Ham, W.E., (ed.), Classification of carbonate rocks. *American Association of Petroleum Geologists Memoir*, 1: 108-121.
- Embry, A.F., & Klovan, J.E., 1971. A Late Devonian reef tract on northeastern Banks Islands, Northwest Territories. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, 19: 730-781.
- Flügel, E., 2010. Microfacies of Carbonate Rocks, Analysis Interpretation and Application. *Springer-Verlage*, Berlin, Heidelberg. 984 p.

- 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. *Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 155: 211-238.
- Laursen, G.V, Monibi, S., Allan, T.L., Pickard, N.A.H., Hosseiney, A., Vincent, B., Hamon, Y., Van Buchem, F.S.H., Moallemi, A., & Driullion, G., 2009. The Asmari Formation revisited: Changed stratigraphic allocation and new biozonation, First international petroleum conference & exhibition, Shiraz, Iran.
- Loeblich, A.R.Jr., & Tappan, E., 1988. Foraminiferal genera and their classification. *Van Nostrand Reinhold Company*, New York, 1-970.
- Van Buchem, F.S.P., Allan, T.L., Laursen, G.V., Lotfpour, M., Moallemi, A., Monibi, S., Motiei, H., Pickard, N.A.H., Tahmasbi, A.R., Vedrenne, V., & Vincent, B., 2010. Regional stratigraphic architecture and reservoir types of the Oligo-Miocene deposits in the Dezful Embayment (Asmari and Pabdeh Formations), SW Iran. Geological Society, London, *Special Publications*, 329 (1): 219-263.
- Wilson, J.L., 1975. Carbonate facies in geologic history. 1<sup>st</sup> edition, *Springer-Verlag*, New York, 1-471.