

چینه‌نگاری سکانسی سازند آسماری در میدین نفتی بینالود، خارگ، بینک، گلخاری و کیلور کریم

محمد جودکی*، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور • داریوش باغبانی^۱، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دماوند • سید علی آقائاتی^۲، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال • حسین اصیلیان مهابادی^۳، بهروز آریافر، مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت • بهمن سلیمانی^۴، دانشگاه شهید چمران اهواز

اطلاعات مقاله

تاریخ ارسال نویسنده: ۹۴/۱۰/۰۱
تاریخ ارسال به داور: ۹۴/۱۰/۱۱
تاریخ پذیرش داور: ۹۵/۱۱/۲۳

واژگان کلیدی:

چینه‌نگاری سکانسی، سازند آسماری، خلیج فارس، فروافتادگی دزفول، حوضه‌ی زاگرس

چکیده

در این مطالعه سازند آسماری با سن الیگو-میوسن به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مخازن هیدروکربنی زاگرس، در پنج برش چینه‌ای زیرسطحی از نظر چینه‌نگاری سکانسی بررسی شده است. برش‌های مذکور در میدین نفتی بینالود و خارگ (حوضه‌ی پیش‌بوم خلیج فارس)، بینک، گلخاری و کیلور کریم (زاگرس چین‌خورده، فروافتادگی دزفول) واقع شده‌اند. به‌دلیل تعیین مدل رسوب‌گذاری سازند آسماری، تعداد ۱۰ ریزرخساره‌ی واقع در محدوده‌های کشندی، لاگون، سد و دریای باز شناسایی شد که مؤید محیطی رسوبی از نوع رمپ کربناته است. تفکیک مرزهای سکانسی^۵ بر اساس وجود ناپوستگی‌های رسوبی و پیوستگی‌های معادل (تغییرات محیط رسوبی بر اساس پراکندگی رخساره‌ها) انجام شده که در نتیجه‌ی آن پنج سکانس رسوبی رده‌ی سوم برای نهشته‌های آسماری مشخص شده است. سکانس‌های رسوبی شناسایی شده انطباق نسبتاً خوبی با منحنی جهانی سطح آب دریا در الیگوسن و میوسن پیشین نشان می‌دهند. با تطابق سکانس‌ها مراکز انباشت رسوب^۶ و بالاآمدگی‌ها و فرونشست‌های تکتونیکی^۷ حوضه‌ی آسماری در ناحیه‌ی مورد مطالعه مشخص شده است.

مقدمه

با تطابق سکانس‌های شناسایی شده می‌توان تغییرات مراکز انباشت رسوب را برای هر سکانس مشخص کرد. مراکز انباشت رسوب در ناحیه‌ی مورد مطالعه می‌تواند معرف یک فرونشست تکتونیکی باشد. کاهش ناگهانی ضخامت هر سکانس نیز می‌تواند نشان‌دهنده‌ی یک بالاآمدگی تکتونیکی در هنگام رسوب‌گذاری باشد.

۱- موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی مورد مطالعه

در شکل ۱- موقعیت جغرافیایی برش‌های مذکور نمایش داده شده است. چاه‌های بینالود-۱ و خارگ-۲ در خلیج فارس و چاه‌های بینک-۴، گلخاری-۲ و کیلور کریم-۴ در محدوده‌ی بنادر دیلم و گناوه از استان بوشهر قرار گرفته‌اند.

۲- موقعیت زمین‌شناسی ناحیه‌ی مورد مطالعه

ناحیه‌ی مورد مطالعه در محدوده‌های خلیج فارس و فروافتادگی دزفول قرار گرفته است. حوضه‌ی فروافتادگی دزفول توسط گسل کازرون (MFZ) با روند شمال‌باختری-جنوب‌خاوری از محدوده‌ی فارس و توسط گسل پیشانی کوهستان (MFF) با روند باختری-خاوری از زاگرس ساده‌ی چین‌خورده مجزا می‌شود. ناحیه‌ی مورد بررسی از سوی خاوری به گسل کازرون و از سوی

تا کنون مطالعات گسترده‌ای روی نهشته‌های الیگوسن و میوسن زیرین (سازند آسماری) در ناحیه‌ی زاگرس انجام شده که از جمله می‌توان به مطالعات واینس [۱] در خصوص زیست چینه‌نگاری سازندهای زاگرس، آدامز و بورژوا [۲] در مورد زیست چینه‌نگاری سازند آسماری، مطالعات وزیری مقدم و همکاران [۳] در خصوص محیط رسوبی سازند آسماری در برش لالی و از جدیدترین بررسی‌ها به مطالعه‌ی لارسن و همکاران در مورد بازنگری سنی سازند آسماری [۴] و بوخوم و همکاران [۵] در خصوص چینه‌نگاری سکانسی سازند آسماری در ناحیه‌ی ایزده و فروافتادگی دزفول اشاره کرد. هدف این پژوهش، تفکیک سکانس‌های رسوبی سازند آسماری جهت تعیین تغییر و تحولات تکتونیکی ناحیه‌ی مورد مطالعه در الیگوسن و میوسن پیشین است.

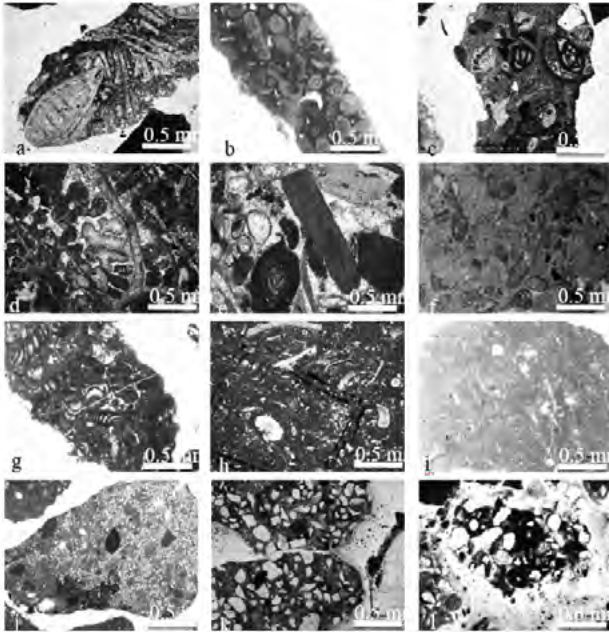
پنج برش زیرسطحی چینه‌شناسی این پژوهش شامل: چاه بینالود-۱ (BB-1)، چاه خارگ-۲ (Kg-2) در حوضه‌ی پیش‌بوم خلیج فارس و چاه‌های بینک-۴ (Bk-4)، گلخاری-۲ (Gl-2)، کیلور کریم-۴ (Kk-4) در فروافتادگی دزفول است. هدف پژوهش حاضر تفکیک سکانس‌های رسوبی سازند آسماری جهت تعیین تغییر و تحولات تکتونیکی ناحیه‌ی مورد مطالعه در الیگوسن و میوسن پیشین است. برای این کار

* نویسنده‌ی عهده‌دار مکاتبات (mohamad_joudaki@yahoo.com)

ساده‌ی چین خورده روی زمین مشاهده می‌شود.

۳- داده‌ها و روش مطالعه

در این پژوهش با مطالعه‌ی حدود ۶۰۰ مقطع نازک از مغزه‌ها و خرده‌های حفاری هر یک از چاه‌ها (جدول ۱)، نهشته‌های



۳ | تصاویر ریزرخساره‌های شناسایی شده در سازند آسماری
 Bioclast perforate foraminifera packstone(a); Ooids packstone - grainstone (b); Bioclast perforate and imperforate foraminifera packstone (c); Bioclast coral/intraforaminal coral packstone-boundstone(d); Bioclast imperforate foraminifera corallinacea packstone(e); Imperforate foraminifera wackestone(f); Imperforate foraminifera packstone(g); Small rotallids echinoids wackestone (h); Mudstone(i); Dolomudstone (j); Calcareous sandstone(k,l).



باختر به گسل ایذه (IFZ) محدوده شده است. سازند آسماری به سن الیگو میوسن در فروافتادگی دزفول رخنمون ندارد و توالی آن توسط گسل پیشانی کوهستانی (MFF) در ناحیه‌ی زاگرس



۱ | موقعیت برش‌های چینه‌شناسی مورد مطالعه



۲ | موقعیت ساختاری ناحیه‌ی مورد مطالعه (با رنگ قرمز) در کمربند چین و راندگی زاگرس [۶]



۱ | برش‌های زیرسطحی مورد مطالعه



Well	Asmari F. Thickness (m.)	Ahwaz M. Thickness (m.)	Lithology	Lower Formation	Upper Formation
BB-1	57	32	Dolostone and sandstone	Jahrum	Gachsaran
KG-2	113	48	Dololimestone, dolo sandstone and sandstone	Jahrum	Gachsaran
BK-4	275	23	Limestone, dolo limestone, sandstone and sandy limestone	Jahrum	Gachsaran
GL-2	188	-	Dolostone and dolo limestone	Jahrum	Gachsaran
KK-4	372	-	Dolo limestone and limestone with intercalation of argillaceous limestone	Jahrum	Gachsaran

با آشکوب بوردیگالین در این مطالعه مشاهده نشد. بنابراین مرز زمانی این آشکوب توسط تطابق پیک امواج گاما با چاه‌های مجاور شناسایی شد. همچنین به دلیل کریستالیزه بودن نهشته‌های سازند آسماری در چاه بینالود-۱، تعیین سن رسوبات از طریق تطابق انجام شده است. تعیین مرزهای زمانی در تطابق سکانس‌های رسوبی و شناسایی تغییر و تحولات تکنیکی ناحیه‌ی مورد مطالعه بسیار حائز اهمیت است. در جدول-۲ زیست‌چینه‌نگاری هر یک از برش‌ها بر اساس بیوزوناسیون لارسن [۴] ارائه شده است. بر این اساس سن آن بخش از نهشته‌هایی که تاکنون آکتانین (ظهور و ناپدید شدن جنس و گونه‌های Ar-chaia) در نظر گرفته می‌شد، به‌عنوان رسوباتی به سن شاتین معرفی شده است. وجود یا عدم وجود هر ناحیه‌ی زیستی با تعیین فرسایش یا نبود رسوب‌گذاری در سازند آسماری ارتباط مستقیم دارد.

۵- ریزرخساره‌ها

با بررسی خصوصیات سنگ‌شناسی و فسیل‌شناسی نهشته‌های سازند آسماری، تعداد ده ریزرخساره‌ی شناسایی شد (شکل-۳). این ریزرخساره‌ها با کمرنده‌های رسوبی شناسایی شده توسط

سازند آسماری از لحاظ بررسی‌های زیست‌چینه‌نگاری به دلیل تفکیک مرزهای زمانی، شناسایی ریزرخساره‌ها، تعیین مدل رسوبی و تعیین سکانس‌های رسوبی مطالعه شده است. بر این اساس ابتدا با انجام مطالعات زیست‌چینه‌نگاری آشکوب‌های روپلین، شاتین، آکتانین و بوردیگالین (الیگوسن و میوسن پیشین) شناسایی شد. سپس با بررسی خصوصیات سنگ‌شناسی و فسیل‌شناسی (ریزرخساره‌ها) نهشته‌ها، مرزهای سکانسی (SB) و سطوح بیشترین پیشروی (MFS) مشخص گردید. با رعایت خط مبناء، سکانس‌های رسوبی در هر یک از برش‌ها مورد تطابق قرار گرفت. از نمودار الکتریکی گاما نیز برای تطابق بهتر مطالعات زیست‌چینه‌نگاری و چینه‌نگاری سکانسی استفاده شده است.

۴- زیست‌چینه‌نگاری

در مقاطع مورد مطالعه، چهار ناحیه‌ی زیستی برای سازند آسماری تفکیک شد که در نتیجه‌ی آن سن سازند آسماری الیگوسن و میوسن پیشین در نظر گرفته شد. برای الیگوسن مرزهای زمانی روپلین و شاتین تفکیک و برای میوسن پیشین مرزهای زمانی آکتانین و بوردیگالین مشخص گردید. فونای شاخص مرتبط

۲ | ناحیه‌های زیستی شناسایی شده سازند آسماری در این مطالعه

BIOZONATION	WELL	BB-1	KG-2	BK-4	GL-2	KK-4	STAGE	SERIE	FORMATION
<i>Borelis melocurdica</i> - <i>Borelis melo melo</i> Assemblage Zone	860	1827	1815	2400	2450	BURDIGALIAN	MIOCENE	ASMARI	
	?	?	?	?	?				
<i>Miogypsina -Elphidium</i> sp.14 <i>-Peneroplis ärsensis</i> -Assemblage Zone	870	1933	1825	2415	2475	AQUITANIAN	MIOCENE		
	?	?	?	?	?				
<i>2-Archaias asma ricus - Archaias hensoni-</i> <i>Miogypsinoidea complanatus</i> Assemblage Zone	895	1963	1865	2465	2530	CHATTIAN	MIOCENE		
	917	2048	1965	2570	2710				
<i>Nummulites va scus- Nummulites fichteli</i> Assemblage Zone	—	—	1965	2570	2710	RUPELIAN	OLIGOCENE		
	—	—	?	?	?				
<i>Chapmania - Pella tispire</i> <i>-Baculogypsinoidea</i> Assemblage Zone # 53 (Wynd 1965)	—	—	2055	2590	2820	LATE EOCENE	EOCENE		JAHNUM
	—	—	—	—	—				
<i>Globorotalia cerro- azulensis - Hantkenina</i> Assemblage Zone# 52 (Wynd.1965)	—	—	—	—	—	MIDDLE EOCENE			
<i>Dictyoconus - Coskinolina -</i> <i>Orbitolites complanatus</i> assemblage subzone # 50 (Wynd 1965)	?	2048	—	—	—	MIDDLE EOCENE			
1965 Lower and Upper Depth (m.) (Determinate Zone)	2055	(?) indetminate Zone (Separated by Bio and Gamma Ray correlation)							

است. آلوکم‌های همراه این رخساره شامل پلوییدهای کوچک، میلیولیدها، قطعات کوچک اکیونوئید، مرجان و اینتراکلاست است. این رخساره در چاه بینک-۴ مشاهده شده است. حضور ائیدها و بافت زمینه حاکی از تشکیل این رخساره در محیط رسوبی سد از رمپ داخلی است [۸]. این رخساره معادل RMF29 معرفی شده توسط فلوگل [۷] و همچنین معادل کمربند رخساره‌ای-۳ از طبقه‌بندی باکستون و پدلی [۲۰] است.

۵-۳- بایوکلاست روزنبران منفذدار و بدون منفذ پکستون

این رخساره از یک بافت پکستونی دارای روزنبران بدون منفذ و منفذدار به همراه قطعات بیوکلاستی دوکفه‌ای و خارپوستان تشکیل شده است. وجود روزنبران بدون منفذ و منفذدار در کنار یکدیگر حاکی از نبود سد مؤثر بین محیط رمپ میانی و داخلی است. رخساره‌ی مذکور در چاه‌های کیلور کریم-۴ یافت شده و به محیط رمپ درونی تعلق دارد [۱۱ و ۱۲].

۵-۴- بایوکلاست کورالیناسه آ کورال پکستون-باندستون

آلوکم‌های اصلی این رخساره‌ی مرجان، جلبک‌های قرمز به همراه بریوزوئر و بایوکلاست‌های دوکفه‌ای، خارپوستان

دیگر محققان مقایسه گردید که نتایج در قالب جدول ۳- ارائه شده است [۲۰-۷].

۵-۱- بایوکلاست روزنبران منفذدار پکستون

اجزای اصلی این ریزرخساره از قطعات دوکفه‌ای و کورالیناسه آ و روزنبران منفذدار خانواده‌ی لپیدوسیکلینیده، روتالیده و نمولیتیده‌های عدسی شکل در یک بافت پکستونی تشکیل شده‌اند. در این ریزرخساره اندازه و کشیدگی روزنبران بدون منفذ کوچک بوده و در برش زیرسطحی کیلور کریم-۴ مشاهده می‌شود. تنوع روزنبران منفذدار و وجود قطعات دوکفه‌ای و جلبک‌های قرمز در این رخساره مبین یک رسوب‌گذاری در ناحیه‌ی الیگوفوتیک بخش ابتدایی تا میانی رمپ میانی با انرژی متوسط تا کم است [۱۶-۱۱].

۵-۲- اوئید پکستون-گرینستون

آلوکم اصلی تشکیل‌دهنده‌ی این رخساره، ائیدها هستند که اندازه‌ی آنها کوچک (تا ۰/۲ میلی‌متر) است و در یک زمینه‌ی میکریستی تا اسپارایتی، گردش‌گی دارند. درون این دانه‌ها بعضاً انحلال یافته و تخلخل درون‌دانه‌ای را بوجود آورده

جدول ۳ | ریزرخساره‌های شناسایی شده برای سازند آسماری در برش‌های مورد مطالعه

Microfacies	BB	KG	BK	GL	KK	Sedimentary environment
1- Bioclast Perforate foraminifera packstone						Middle ramp
2- Ooidspackstone-grainstone			◆			Deep
3- Bioclast perforate and imperforate foraminifera packstone						
4- Bioclastcorallinacea coral Packstone-Boundstone			◆			
5- Bioclastimperforate foraminifera corallinaceapackstone						
6- Imperforate foraminifera Wackstone-Packstone		◆	◆	◆	◆	Inner ramp
7- Small rotallidsechinooideswackstone			◆			Shallow
8- Mudstone		◆				
9- Dolomudstone		◆	◆	◆	◆	
10- Calcareous sandstone		◆	◆			

۵-۸- مادتستون

این رخساره از میکریست دانهریز مادتستونی بعضاً همراه با درصد کمی روزنبران میلیولیدی یا استراکد تشکیل شده است. در برخی موارد، این رخساره دانه‌های کوارتز داشته یا درصدی از آن دولومیتی شده است. رخساره‌ی مذکور در چاه خارگ-۲ شناسایی شده است. این رخساره در یک محیط محدود با انرژی کم و آبهای کم‌عمق لاگون روبه ساحل (پهنه‌ی کشندی) تشکیل شده است. رخساره‌ی مادتستون معادل RMF19 معرفی شده توسط فلوگل [۷] و همچنین معادل کمر بند رخساره‌ی ۱-۱ از طبقه‌بندی باکستون و پدلی [۲۰] است.

۵-۹- دولومادتستون

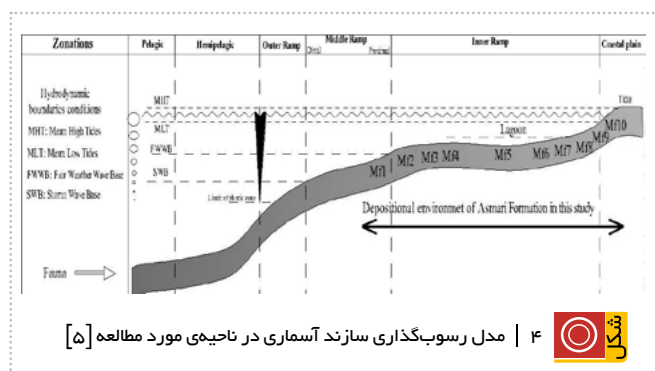
این رخساره از زمینه‌ی دولومیتی ریزیلور مادتستونی و فاقد آلو کم تشکیل شده و در چاه‌های خارگ-۲، بینک-۴، گلخاری-۲ و کیلور کریم-۴ مشاهده شده است. این دولومیت‌ها احتمالاً در هنگام پایین آمدن آب دریا به صورت اولیه یا ثانویه شکل گرفته‌اند و معادل RMF26 معرفی شده توسط فلوگل [۷] هستند.

۵-۱۰- ماسه سنگ آهکی

این رخساره از دانه‌های کوارتز در یک زمینه‌ی کربناته و فاقد آلو کم تشکیل شده است. اندازه‌ی دانه‌های کوارتز عموماً کوچک تا متوسط با گردشگی و جورشدگی ضعیف است. رخساره‌ی مذکور در چاه‌های خارگ-۲ و بینک-۴ در عضو ماسه‌سنگی اهواز (بخش بالایی سازند آسماری) شناسایی شده است. این رخساره را می‌توان به بخش بالایی پهنه‌ی کشندی (جایی که رسوبات سیلیسی کلاستیک و کربناته با یکدیگر مخلوط می‌شوند) نسبت داد [۷ و ۸].

۶- مدل رسوبی

با توجه به تنوع رخساره‌ها، دسته‌بندی و بررسی جانبی و عمودی، مدل‌های ارائه شده توسط ویلسون [۸]، فلوگل [۷] و بوخوم [۵] می‌توان برای نهشته‌های الیگوسن و میوسن زیرین محیط رمپ را پیشنهاد کرد. عدم گسترش رخساره‌های اتیدی



شکل ۴ | مدل رسوبگذاری سازند آسماری در ناحیه‌ی مورد مطالعه [۵]

و برخی روزنبران در یک بافت پکستونی-بانداستونی است. زاویه‌دار بودن قطعات مرجان و جلبک کورالیناسه‌آ، این رخساره را از رخساره‌های درجای بانداستونی ریفی متمایز کرده و آنها را به صورت ریف‌های کومه‌ای^۹ نشان می‌دهد. چارچوب خوب حفظ شده‌ی جلبک کورالیناسه‌آ در این رخساره نشان‌دهنده‌ی محیطی نسبتاً آرام آبی با رسوب‌گذاری کم روی یک سطح بستر پایدار است [۱۴]. مشابه این رخساره توسط محققان از رسوبات رمپ داخلی لاگون به‌سوی سد گزارش شده است. این رخساره در چاه‌های بینک-۴ و کیلور کریم-۴ شناسایی شده است [۱۹-۱۷ و ۱۳ و ۱۱].

۵-۵- بایوکست روزنبران بدون منفذ کورالیناسه‌آ پکستون

آلو کم‌های اصلی تشکیل‌دهنده‌ی این رخساره‌ی کورالیناسه‌آ و روزنبران بدون منفذ به‌همراه بیوکلاست‌های خارپوستان، قطعات دوکفه‌ای‌های نرم‌تنان و بریوزوئر در یک بافت پکستونی است. این رخساره در چاه‌های گلخاری-۲ و کیلور کریم-۴ مشاهده شده است. وجود جلبک‌های قرمز کورالیناسه‌آ و روزنبران با پوسته‌ی پورسلانوز حاکی از رسوب‌گذاری این رخساره در محیط لاگون از رمپ داخلی است [۱۱ و ۱۰].

۵-۶- روزنبران بدون منفذ و کستون-پکستون

آلو کم‌های اصلی تشکیل‌دهنده‌ی این رخساره روزنبران بدون منفذ از قبیل Archaias، Peneroplis، Austrotrillina، Me- andropsina، Denderitina و Borelis است که در یک بافت و کستونی-پکستونی با تنوع کم تا زیاد وجود دارند. آلو کم‌های همراه این رخساره شامل قطعات اندک بیوکلاستی خارپوستان، نرم‌تنان و گاه پلوئید است. این رخساره در چاه‌های خارگ-۲، بینک-۴، گلخاری-۲ و کیلور کریم-۴ شناسایی شده است. بافت رسوبی و میکروفسیل‌های شاخص لاگون حاکی از رسوب‌گذاری این رخساره در محیط لاگون از رمپ درونی در شرایط آبهای کم‌عمق و پرنور است [۱۹ و ۱۸ و ۱۵ و ۱۱ و ۹].

۵-۷- روتالیهای کوچک اکینوئید و کستون

آلو کم‌های اصلی این رخساره قطعات خارپوستان و روزنبران کوچک روتالیا در یک زمینه‌ی میکریستی و کستونی است. از دیگر آلو کم‌های همراه می‌توان به استراکد، پوسته‌ی نرم‌تنان و روزنبرانی از جمله Miliolid و Discorbis اشاره کرد. این رخساره در چاه بینک-۴ مشاهده شده است. رخساره‌ی مذکور، مربوط به بخش کم‌عمق لاگون از رمپ درونی است و معادل RMF7 معرفی شده توسط فلوگل [۷] و همچنین معادل کمر بند رخساره‌ی ۲-۱ از طبقه‌بندی باکستون و پدلی [۲۰] است.

رمپ داخلی (محیط لاگون) است و در چاه کیلور کریم-۴ به رخساره‌ی روزنبران منفذدار در محیط رمپ میانی تبدیل می‌شود. سطح بیشترین پیشروی (MFS) در چاه بینک-۴ با قرار گرفتن رخساره‌ی-۶ از منطقه‌ی لاگون روی رخساره‌های کشندی مشخص شده است. در چاه گلخاری-۲ این سطح با رخساره‌ی-۵ شامل پکستون کورالیناسه آ در مناطق عمیق‌تر رمپ داخلی و در چاه کیلور کریم-۴ نیز در بالاترین حد حضور رخساره‌ی پکستونی روزنبران منفذدار از رمپ میانی مشخص شده است. لازم به ذکر است سطح بیشترین پیشروی در این سکانس با پیک امواج گاما به خوبی انطباق دارد.

دسته‌ی رخساره‌ای تراز بالا (HST) این سکانس در چاه بینک-۴ با قرار گرفتن مجدد رخساره‌ی پس‌رونده‌ی دولومادستون روی رخساره‌ی روزنبران بدون منفذ از محیط لاگون مشخص شده است. به طرف چاه گلخاری-۲ این دسته رخساره‌ای شامل روزنبران بدون منفذ از رمپ داخلی (محیط لاگون) بوده و در چاه کیلور کریم-۴ به صورت تدریجی با حضور رخساره‌های پس‌رونده‌ی منطقه‌ی رمپ داخلی بوده که در نهایت در محدوده‌ی کشندی پایان می‌یابد.

زمین‌شناسان متعددی سازند آسماری را از لحاظ چینه‌نگاری سکانسی بررسی کردند که می‌توان به مطالعات گسترده‌ی اهرنبرگ [۲۱] و بوخوم [۵] اشاره کرد. از نظر پالئوژئوگرافی سطوح این سکانس با مطالعات اهرنبرگ [۲۱] و بوخوم [۵] مقایسه شده که سطوح سکانسی SB I و SB II مربوط به این سکانس تطابق بهتری را با سطوح سکانسی Ru20 و Ch20 مطالعات اهرنبرگ [۲۱] نشان می‌دهد (شکل-۶). همان‌طور که در شکل-۵ مشخص است به نظر می‌رسد مرکز انباشت رسوب در این سکانس در چاه کیلور کریم-۴ با ۱۹۰ متر ضخامت واقع شده و انتظار می‌رود روند افزایش ضخامت در این سکانس از برش بینک-۴ به سمت کیلور کریم-۴ مشاهده شود. اما با توجه به تطابق سکانس‌ها در شکل-۵ ضخامت این سکانس در چاه گلخاری از این روند تبعیت نمی‌کند. چه اتفاقی افتاده است؟ آیا فرسایش اتفاق افتاده یا رسوب‌گذاری حادث نشده است؟ کامل بودن توالی زیست‌چینه‌ای و تطابق امواج پرتوی گاما با برش‌های مجاور نشان از رسوب‌گذاری بی‌وقفه دارد. بنابراین به نظر می‌رسد همزمان با رسوب‌گذاری در این سکانس، حوضه‌ی در حال بالا آمدگی محلی^{۱۱} در چاه گلخاری-۲ بوده و عوامل برون حوضه‌ای در تشکیل این سکانس مؤثر بوده‌اند.

۲-۷-۲ سکانس

این سکانس رسوبی به سن شاتین پیشین (بخش پایینی ناحیه‌ی زیستی Achaia) در همه‌ی برش‌ها تفکیک شده و به دلیل ناپیوستگی رسوبی بین سازند آسماری و جهرم، مرز پایینی آن در

و پلیئیدی سدساز فراوان و رخساره‌های ریزشی تأییدکننده‌ی ته‌نشست این توالی در محیط رمپ کربناته است. در زمان الیگوسن، محیط رسوبی سازند آسماری در چاه‌های بینالود-۱، خارگ-۲، بینک-۴ و گلخاری-۲ تنها در آبهای کم‌عمق رمپ درونی و زیرمحیط پهنه‌ی کشندی واقع شده است. در ادامه با افزایش عمق آب در چاه کیلور کریم-۴، سازند آسماری علاوه بر پهنه‌ی کشندی و رمپ درونی در رمپ میانی نیز رسوب‌گذاری کرده است. در میوسن پیشین رسوب‌گذاری سازند آسماری در چاه‌های بینالود-۱ و خارگ-۲ (خلیج فارس) تنها در زیر محیط پهنه‌ی کشندی انجام شده است. در این زمان رسوب‌گذاری سازند آسماری در برش‌های دیگر ناحیه‌ی مورد مطالعه در رمپ درونی و زیر محیط پهنه‌ی کشندی ادامه داشته است. در شکل-۴ مدل رسوب‌گذاری سازند آسماری بر اساس ترتیب قرارگیری ریزرخساره‌ها نشان داده شده است.

۷-۲ چینه‌نگاری سکانسی

چینه‌نگاری سکانسی در این مطالعه با توجه به وجود یا عدم وجود شواهد ناپیوستگی رسوبی، ترتیب قرار گرفتن جانبی و عمودی رخساره‌ها و همچنین داده‌های نمودار گاما انجام شده است. مطالعه‌ی رسوب‌شناسی، فسیل‌شناسی، تعیین رخساره‌های سنگی و زیستی (لیتوفاسیس و میکروفاسیس) و همچنین چرخه‌های رسوبی منجر به تعیین سطوح چینه‌نگاری سکانسی (SB, HST, MFS, TST)، الگوی انباشتگی چینه‌ها^{۱۱} و نحوه‌ی جابجایی و انتقال رخساره‌های سنگی و محیط‌های رسوبی نهشته‌های الیگوسن و میوسن پیشین گردید. این عوامل در چینه‌نگاری سکانسی اهمیت زیادی داشته و به ارزیابی تغییرات سطح دریا و بازسازی تاریخچه‌ی رسوب‌گذاری این نهشته‌ها منجر می‌شود. بر اساس ریزرخساره‌های شناسایی شده، تعداد پنج سکانس رسوبی برای نهشته‌های سازند آسماری در ناحیه‌ی مورد مطالعه پیشنهاد می‌شود. به دلیل کریستالیزه بودن نهشته‌های سازند آسماری در چاه بینالود-۱، سکانس‌های رسوبی این برش چینه‌شناسی توسط تطابق پیک امواج گاما با برش‌های مجاور تفکیک شده است.

۷-۲-۱ سکانس-۱

مرز پائینی این سکانس منطبق بر ناپیوستگی بین آسماری و جهرم است و بر اساس ظهور ناحیه‌ی زیستی نمولیتیس^{۱۱} در چاه کیلور کریم-۴ و تطابق نمودار پرتو گامای آن با چاه‌های بینک-۴ و گلخاری-۲ سن روپلین به آن نسبت داده می‌شود.

دسته‌ی رخساره‌ای پیش‌رونده‌ی (TST) این سکانس در چاه بینک-۴ شامل رخساره‌ی دولومادستونی کشندی است که به سمت چاه گلخاری-۲ به رخساره‌ی روزنبران بدون منفذ از

۳-۲-۳- سکانس

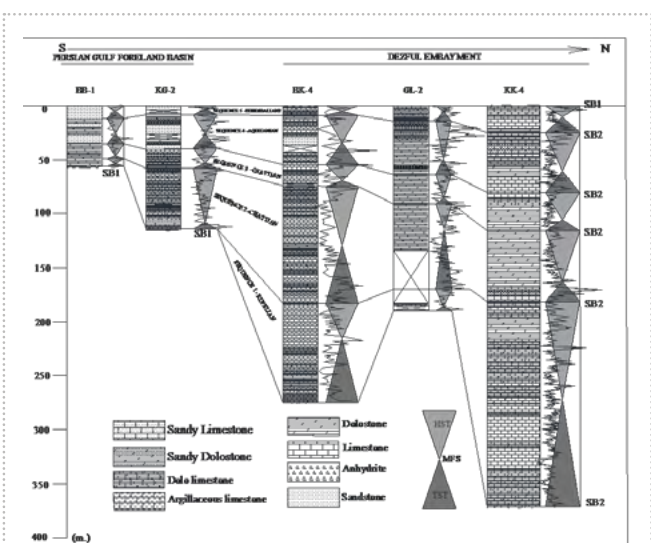
بخش‌هایی از نهشته‌های آسماری به سن شاتین پسین به‌عنوان سکانس رسوبی سوم در نظر گرفته شده‌اند که در همه‌ی برش‌های چینه‌شناسی مورد مطالعه وجود دارد. مرزهای این سکانس از نوع دوم است (SB2).

دسته‌ی رخساره‌ای پیش‌رونده‌ی (TST) این سکانس در چاه‌های خارگ-۲ و بینک-۴ با رخساره‌ی دولومادستونی (MF9) مربوط به محدوده‌ی کشندی و در چاه‌های گلخاری-۲ و کیلور کریم-۴ مربوط به رخساره‌ی روزنبران بدون منفذ در محدوده‌ی لاگون است.

سطح بیشترین پیشروی (MFS) در چاه‌های خارگ-۲ و بینک-۴ با قرار گرفتن رخساره‌ی روزنبران بدون منفذ از منطقه‌ی لاگون روی رخساره‌ی پهنه‌ی کشندی مشخص شده است. این سطح در چاه‌های گلخاری-۲ و کیلور کریم-۴ با حضور رخساره‌ی پکستون کورالیناسه‌آ در مناطق عمیق‌تر رمپ داخلی تفکیک شده است.

دسته‌ی رخساره‌ای تراز بالای (HST) این سکانس در چاه‌های خارگ-۲ و بینک-۴ با قرار گرفتن مجدد رخساره‌ی پس‌رونده‌ی دولومادستون (MF9) روی رخساره‌ی روزنبران بدون منفذ (MF6) از محیط لاگون و در چاه‌های گلخاری-۲ و کیلور کریم-۴ و نیز قرار گرفتن رخساره‌ی پس‌رونده‌ی روزنبران بدون منفذ روی رخساره‌ی پکستون کورالیناسه‌آ همراه با روزنبران بدون منفذ تعیین شده است.

از نظر پالئوژئوگرافی، سطوح این سکانس با مطالعات اهرنبرگ [۲۱] و بوخوم [۵] مقایسه شده و در نتیجه‌ی آن سطح سکانشی SB IV مربوط به مرز الیگوسن و میوسن منطبق با



۵ | تطابق چینه‌نگاری سکانشی نهشته‌های سازند آسماری در حوضه‌ی پیش‌بوم خلیج فارس و زاگرس چین‌خورده (حوضه‌ی پیش‌بوم خلیج فارس و فروافتادگی دزفول)



چاه‌های بینالود و خارگ از نوع اول (SB1) است. دسته‌ی رخساره‌ای پیش‌رونده (TST) این سکانس در چاه خارگ-۲ با رخساره‌ی مادستونی (MF8) مربوط به محدوده‌ی کم‌عمق لاگون همراه است که به سمت برش‌های بینک-۴ و گلخاری-۲ به رخساره‌های عمیق‌تر رمپ داخلی تبدیل می‌شوند. دسته‌ی رخساره‌ای پیش‌رونده‌ی این سکانس در چاه کیلور کریم-۴ شامل محیط کم‌عمق‌تری شده و رخساره‌ی دولومادستونی (MF9) از محدوده‌ی کشندی را دربر می‌گیرد. سطح بیشترین پیشروی (MFS) این سکانس در چاه خارگ-۲ با قرار گرفتن رخساره‌ی روزنبران بدون منفذ از منطقه‌ی لاگون روی رخساره‌ی مادستونی منطقه‌ی کم‌عمق لاگون مشخص شده است. در برش چاه بینک-۴، سطح بیشترین پیشروی با حضور رخساره‌ی ائیدی در مناطق عمیق‌تر رمپ داخلی تفکیک شده است. این سطح در چاه گلخاری-۲ و کیلور کریم-۴ با قرارگیری رخساره‌ی پکستون کورالیناسه‌آ روی رخساره‌های روزنبران بدون منفذ و دولومادستونی تعیین شده است.

دسته‌ی رخساره‌ای تراز بالا (HST) این سکانس در چاه خارگ-۲ با قرار گرفتن مجدد رخساره‌ی پس‌رونده‌ی دولومادستون (MF9) روی رخساره‌ی روزنبران بدون منفذ (MF6) از محیط لاگون مشخص شده است. دسته‌ی رخساره‌ای تراز بالا در چاه بینک-۴ با قرار گرفتن رخساره‌های پس‌رونده‌ی (پکستون کورالیناسه‌آ) و تعداد ده (ماسه‌سنگ آهکی) روی رخساره‌ی ائیدی و در چاه‌های گلخاری-۲ و کیلور کریم-۴ با حضور رخساره‌ی پس‌رونده‌ی روزنبران بدون منفذ روی رخساره‌ی عمیق‌تر منطقه‌ی لاگون تعیین شده است.

از نظر پالئوژئوگرافی سطوح این سکانس با مطالعات اهرنبرگ [۲۱] و بوخوم [۵] مقایسه شده و در نتیجه‌ی آن سطح سکانشی SB III مربوط به مرز بالایی این سکانس با سطح سکانشی Ch 30 مطالعات اهرنبرگ [۲۱] هم‌خوانی دارد (شکل-۶). همان‌طور که در شکل-۵ مشخص است به نظر می‌رسد مرکز انباشت رسوب در این سکانس نسبت به سکانس اول جابجا شده و در چاه بینک-۴ با ۱۱۰ متر ضخامت واقع گردیده است. انتظار می‌رود روند افزایش ضخامت در این سکانس به سمت چاه کیلور کریم-۴ مشاهده شود. اما تطابق سکانس‌ها در شکل-۵ نشان می‌دهد ضخامت این سکانس در چاه‌های گلخاری-۲ و کیلور کریم-۴ کاهش یافته است. کامل بودن توالی زیست‌چینه‌ای و تطابق امواج پرتوی گاما با برش‌های مجاور نشان از رسوب‌گذاری بی‌وقفه دارد. بنابراین به نظر می‌رسد همزمان با رسوب‌گذاری در این سکانس، حوضه در چاه گلخاری-۲ و کیلور کریم-۴ در حال بال‌آمدگی محلی بوده و عوامل برون حوضه‌ای در تشکیل این سکانس مؤثر بوده‌اند.

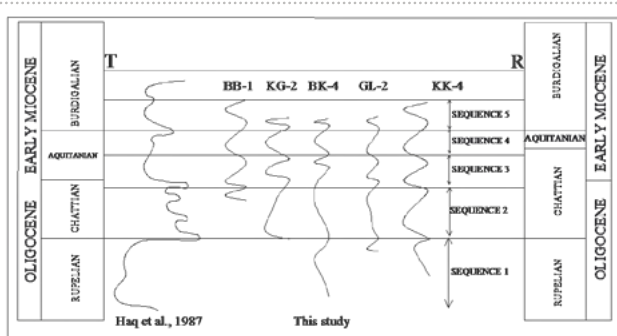
با قرار گرفتن رخساره‌های منطقه‌ی لاگون و کشندی روی رخساره‌ی شماره‌ی ماسه‌سنگ آهکی منطقه‌ی کم‌عمق پهنه‌ی کشندی مشخص شده است. این سطح در چاه‌های گلخاری-۲ و کیلور کریم-۴ با رخساره‌ی-۵ (MF5) که مربوط به حضور پکستون کورالیناسه‌آ در مناطق عمیق‌تر رمپ داخلی است تفکیک شده است.

دسته‌ی رخساره‌ای تراز بالای (HST) این سکانس در چاه‌های خارگ-۲ و بینک-۴ با قرار گرفتن رخساره‌ی پس‌رونده‌ی ماسه‌سنگ آهکی منطقه‌ی کم‌عمق کشندی (MF10) روی رخساره‌های روزنبران بدون‌منفذ و دولومادستونی مشخص شده است. دسته‌ی رخساره‌ای تراز بالا (HST) در چاه‌های گلخاری-۲ و کیلور کریم-۴ نیز با قرار گرفتن رخساره‌ی پس‌رونده‌ی روزنبران بدون‌منفذ روی رخساره‌ی پکستون کورالیناسه‌آ و روزنبران بدون‌منفذ تعیین شده است.

از نظر پالئوژئوگرافی سطح بالایی این سکانس (سطح سکانسی SB V) منطبق با سطح سکانسی Bu 20 از مطالعات اهرنبرگ [۲۱] است (شکل-۶). همان‌طور که در شکل-۵ مشخص است به‌نظر می‌رسد مرکز انباشت رسوب در این سکانس نیز مانند سکانس-۳ در چاه کیلور کریم-۴ با ۵۵ متر ضخامت واقع شده است. روند افزایش ضخامت در این سکانس به‌سمت چاه کیلور کریم-۴ مشاهده می‌شود و به‌نظر نمی‌رسد عوامل برون‌حوزه‌ای از جمله فرونشست و بالاآمدگی در تشکیل این سکانس مؤثر بوده باشند.

۵-۲-۵- سکانس-۵

بر مبنای تغییرات رخساره‌ای و محیط رسوبی مانند دیگر سکانس‌ها، در سازند آسماری سنّ این سکانس برای همه‌ی مقاطع بوردیگالین (عدم مشاهده‌ی جنس و گونه‌ی Borelismelo-curdica) شناسایی شد. مرز پایینی این سکانس از نوع-۲ و مرز بالایی آن منطبق با قاعده‌ی سازند گچساران است که به‌دلیل عدم مشاهده‌ی شواهد ناپوستگی رسوبی از نوع-۲ در نظر گرفته شده است.



شکل ۷ | مقایسه‌ی تغییرات جهانی سطح آب دریا با این مطالعه

سطح Intra/Aq10 از مطالعات اهرنبرگ [۲۱] است (شکل-۶). همان‌طور که در شکل-۵ مشخص است به‌نظر می‌رسد مرکز انباشت رسوب در این سکانس نسبت به سکانس دوم جابجا شده و دوباره در چاه کیلور کریم-۴ با ۳۵ متر ضخامت واقع گردیده است. روند افزایش ضخامت در این سکانس به‌سمت کیلور کریم-۴ مشاهده می‌شود و به‌نظر نمی‌رسد عوامل برون‌حوزه‌ای از جمله فرونشست و بالاآمدگی در تشکیل این سکانس مؤثر بوده باشند.

۴-۷-۴- سکانس-۴

در مطالعات بوخوم [۵] برای طبقات رسوبی آسماری به سنّ آکیتانین (-Peneroplifarsen - Elphidium sp. 14 - Miogypsina - sisAssemblage zone) در نواحی فروافتادگی دزفول و ایذه دو سکانس پیشنهاد شده است. این در حالی است که در مطالعه‌ی حاضر با توجه به تطابق پیک امواج گاما برای این نهشته‌ها یک سکانس تفکیک شده است. مرزهای این سکانس از نوع دوم است (SB2) و در همه‌ی برش‌ها مشاهده می‌شود.

دسته‌ی رخساره‌ای پیش‌رونده‌ی (TST) این سکانس در چاه‌های خارگ-۲ و بینک-۴ با رخساره‌های ماسه‌سنگ آهکی (MF10) و دولومادستونی (MF9) مربوط به پهنه‌ی کشندی و در چاه‌های گلخاری-۲ و کیلور کریم-۴ مربوط به رخساره‌ی روزنبران بدون‌منفذ در محدوده‌ی لاگون است. سطح بیشترین پیشروی (MFS) در چاه‌های خارگ-۲ و بینک-۴

Age (Ma)	Standard Chronostratigraphy Epoch Stage	Dzafal Embayment		Ferdin Golf & Dzafal Embayment This study
		Elmberg et al. 2007	Van Buchem et al. 2010	
20	Miocene	Burdigalian	g 5 Gadsman	g 5 Surface VII Gadsman (SBVI)
			20.2 Bu20	20.2 Surface VI SBV
		Aquitanian	21.6 Aq 20/Bu10	21.4 Surface V
23.03	23.03		23 Intra/Aq10	23.2 Surface IV SBIV
			23.5 Aq 10	
		Chatfian	24.9 Ch 30	25.1 Surface III SBIII
25	Oligocene		28 Ch 20	28.8 Surface II SBII
			29.9 Ru 20/Ch10	
		Rupelian	30 Ru 20	30 Surface I SBI
33.9	Eocene	33.9 Priabonian		

شکل ۶ | مقایسه‌ی سطوح سکانسی این مطالعه با مطالعات اهرنبرگ [۲۱] و بوخوم [۵] در فروافتادگی دزفول

چرخه‌ها بخشی از یک چرخه‌ی رده‌ی سوم هستند [۲۲]. مقایسه‌ی منحنی تغییرات جهانی سطح آب دریا [۲۳] با تغییرات رده سوم سطح آب دریا در برش‌های مورد مطالعه بدون در نظر گرفتن نرخ رسوب گذاری و تراکم [۲۴] نشان‌دهنده‌ی تطابق نسبی این منحنی‌ها و تحت تأثیر بودن سیکل‌ها با تغییرات جهانی سطح آب دریاست.

نتیجه‌گیری

- با توجه به تعداد ده ریزرخساره‌ی شناسایی شده، مدل رسوب گذاری سازند آسماری در محدوده‌ی مطالعاتی به صورت یک رمپ هموکلینال کرناته پیشنهاد می‌شود.
- پنج سکانس رسوبی برای نهشته‌های آسماری از نوع رده‌ی سوم تفکیک گردید. مرز پایینی سکانس-۲ در چاه‌های بینالود-۱ و خارگ-۲ از نوع اول است.
- سکانس‌های شناسایی شده‌ی الیگوسن و میوسن پیشین انطباق نسبتاً خوبی را با منحنی تغییرات سطح آب دریا نشان می‌دهند.
- با استناد بر تطابق چینه‌نگاری سکانس‌ی نهشته‌ها، کامل بودن توالی زیست چینه‌ای و تطابق امواج پرتوی گاما با برش‌های مجاور، به نظر می‌رسد نهشته‌های روپلین و شاتین پیشین در چاه گلخاری-۲ در حال بالآآمدگی محلی همزمان با رسوب گذاری بوده است.
- مرکز تجمع رسوب حوضه‌ی آسماری در الیگوسن پیشین در چاه کیلور کریم-۴ واقع شده و در الیگوسن پسین مرکز تجمع رسوب به سمت چاه بینک-۴ جابجا شده است.
- مرکز انباشت رسوب حوضه در بخش‌های بالای الیگوسن پسین از چاه بینک-۴ دوباره جابجا شده و تا بسته شدن حوضه‌ی رسوب گذاری آسماری در میوسن پیشین در چاه کیلور کریم-۴ قرار گرفته است.
- به دلیل انجام فعالیت‌های تکتونیکی از جمله بالآآمدگی و پایین‌افتادگی در الیگوسن پیشین، به نظر می‌رسد عوامل برون‌حوضه‌ای نسبت به عوامل درون‌حوضه‌ای تأثیر بیشتری داشته‌اند. همچنین مطالعات تطابق سکانس‌ی نشان می‌دهد از فعالیت عوامل برون‌حوضه‌ای در اواخر الیگوسن تا میوسن پیشین کاسته شده است.

دسته‌ی رخساره‌ای پیش‌رونده‌ی (TST) این سکانس در چاه‌های خارگ-۲ و بینک-۴ با رخساره‌ی ماسه‌سنگ آهکی مربوط به پهنه‌ی کشندی و در چاه‌های گلخاری-۲ و کیلور کریم-۴ مربوط به رخساره‌های روزنبران بدون منفذ و دولومادستونی منطقه‌ی لاگون و کشندی است.

سطح بیشترین پیشروی (MFS) در چاه‌های خارگ-۲ و بینک-۴ با بیشترین حد رخساره‌ی ماسه‌سنگ آهکی و قرار گرفتن رخساره‌ی روزنبران بدون منفذ از منطقه‌ی کشندی و لاگون مشخص شده است. این سطح در چاه‌های گلخاری-۲ و کیلور کریم-۴ با رخساره‌های-۶ و ۵ که مربوط به حضور پکستون کورالیناسه‌آ و روزنبران بدون منفذ در مناطق عمیق‌تر رمپ داخلی است تفکیک شده است.

دسته‌ی رخساره‌ای تراز بالا (HST) در چاه خارگ-۲ با کمترین حد رخساره‌ی ماسه‌سنگ آهکی (MF10) و در چاه بینک-۴ با قرار گرفتن رخساره‌ی پس‌رونده‌ی دولومادستونی (MF9) روی رخساره‌ی روزنبران بدون منفذ از منطقه‌ی لاگون مشخص شده است. در چاه‌های گلخاری-۲ و کیلور کریم-۴ قرار گرفتن رخساره‌های پس‌رونده‌ی دولومادستون و روزنبران بدون منفذ روی رخساره‌های محدوده‌ی عمیق‌تر لاگون، دسته‌ی رخساره‌ای تراز بالا را مشخص می‌کند.

از نظر پالئوژئوگرافی سطح بالایی این سکانس (SB VI) مربوط به سنّ بوردیگالین منطبق با سطح سکانس‌ی Gachsaran در مطالعات اهرنبرگ [۲۱] است (شکل-۶). همان‌طور که در شکل-۵ مشخص است به نظر می‌رسد مرکز انباشت رسوب در این سکانس نیز مانند سکانس-۴ در چاه کیلور کریم-۴ با ۲۵ متر ضخامت واقع شده است. روند افزایش ضخامت در این سکانس به سمت چاه کیلور کریم-۴ مشاهده می‌شود و به نظر نمی‌رسد عوامل برون‌حوضه‌ای از جمله فرونشست و بالآآمدگی در تشکیل این سکانس مؤثر بوده باشند.

۸- تغییرات سطح آب دریا

در شکل-۷ با توجه به تغییرات سکانس‌ها، تغییرات دسته‌ی رخساره‌های پیش‌رونده (TST) و پس‌رونده (HST)، منحنی تغییرات سطح آب دریا برای همه‌ی برش‌ها ارائه شده است. با توجه به مدت زمان تشکیل هر یک از چرخه‌های رسوبی، این

پانویس‌ها

- | | | |
|---------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 1. D.Baghbani@damavandiau.ac.ir | 5. Sequence Boundary | 9. Patch Reef |
| 2. Agha1036@yahoo.com | 6. Depocenter | 10. Strackins Pattern |
| 3. Hosseinasilian@yahoo.com | 7. Uplift and Subsidence | 11. Nummulites |
| 4. Georaiaf@yahoo.com | 8. Datum line | 12. Local Uplift |

- [1] Wynd, J., 1965, " Biofacies of Iranian Oil Consortium Agreement Area" IOOC Report No. 1082, Unpublished.
- [2] Adams, C. G. and E. Bourgeois, 1967, "Asmari biostratigraphy" Unpublished report, Geological and Exploration Division, Iranian Oil Offshore Company.
- [3] Vaziri-Moghaddam H, Kimiagari M., Taheri, A., 2006, "Depositional environment and sequence stratigraphy of the Oligocene-Miocene Asmari Formation in SW Iran" *Facies*, 52, pp. 41-51.
- [4] Laursen, G.V., Monibi, S., Allan, T.L. Pickard, N.A. Hosseiny, H., Vincent, B., Hamon, Y., Buchem, F.S.P. Moallemi, A., and Druillion, G., 2009, "The Asmari Formation revisited: Changed stratigraphic allocation and new biozonation" First international petroleum conference and exhibition, Shiraz, Iran, pp. 1-5.
- [5] 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, Vol. 329, P. 219-263.
- [6] Sepehr, M and Cosgrove, J.W., 2004, "Structural framework of the Zagros Fold-Thrust Belt, Iran" *Marine and Petroleum Geology*, 21, 829-843.
- [7] Flugel, E., 2004, "Microfacies of carbonate rocks, analysis interpretation and application" Berlin-Heidelberg, New York, Springer, pp. 976.
- [8] Wilson J.L., 1975, "Carbonate facies in geological history" Berlin-Heidelberg, New York: Springer. p. 471.
- [9] 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, pp. 211-238. Halfar J, Godinez- Orta L.
- [10] Romero, J., E. Caus, and J. Rossel, 2002, "A model for the palaeoenvironmental distribution of larger foraminifera based on Late Middle Eocene deposits on the margin of the south Pyrenean basin" *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, v. 179, p. 43-56.
- [11] Corda, L., M. Brandano, 2003, "Aphotic zone carbonate production on a Miocene ramp, Central Apennines" *Italy: Sedimentary Geology*, v. 161, p. 55-70. 210
- [12] Beavington-Penney S.J., and Racey A., 2004, "Ecology of extant nummulitids and other larger benthic foraminifera, applications in paleoenvironmental analysis" *Earth Sci Rev.* 67, pp. 219-265.
- [13] Rasser, M. W., C. Scheibner, and M. Mutti, 2005, "Apaleoenvironmental standard section for Early Ilerdian tropical carbonate factories" *Corbieres, France; Pyrenees, Spain, Facies*, v. 51, p. 217-232.
- [14] Nebelsick, J. H., M. Rasser, and D. Bassi, 2005, "Facies dynamic in Eocene to Oligocene Circumalpine carbonates" *Facies*, v. 51(4), p. 197-216.
- [15] Bassi, D., Hottinger, L. and Nebelsick, J. H., 2007, "Larger foraminifera from the upper Oligocene of the Venetian, Northrast Italy" *Palaeontology*, 4, pp. 845-868.
- [16] Barattolo. F, D. Bassi, and R. Romero, 2007, "Upper Eocene larger foraminiferal - coralline algal facies from the Kokova (soeth continental Greece)" *Facies*, v.53. p. 361-375.
- [17] Daniel, J. M., F. Nader, J. Y. Hamon and J. P. Callot, 2008, "Asmari Reservoir Modeling-Field Scale Study of Gachsaran" Final Report Part1, The international IOR research cooperation for Iranian fields, Joint Study Program, Tehran, Iran.
- [18] Brandano, M., V. Frezza, L. Tomassetti, and M. Pedley, 2009a, "Facies analysis and paleo environmental interpretation of the Late Oligocene Attard Member (Lower Coralline Limestone Formation), Malta" *Sedimentology*, v. 56, p. 1138-1158.
- [19] Brandano, M., V. Frezza, L. Tomassetti and M. Cuffaro, 2009b, "Heterozoan carbonates in oligotrophic tropical waters, The Attard member of the lower coralline limestone formation (Upper Oligocene, Malta)" *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, v. 274, p. 54-63.
- [20] Buxton, M. W. and Pedley, H. M., 1989, "A standardized model for Tethyan Tertiary carbonate ramp" *J. soc. London* 146, pp. 746-748.
- [21] Ehrenberg, S. N., N. A. H. Pickard, G. V. Laursen, S. Monibi, Z. K. Mossadegh, T. A. Svånå, A. A. M. Aqrabi, J. M. McArthur and M. F. Thirlwall, 2007, "Strontium isotope stratigraphy of the Asmari Formation (Oligocene-Lower Miocene), SW Iran" *Journal of Petroleum Geology* 30, 107-128.
- [22] Vail, P. R., Audemart, F., Bowman, S. A., Eisner, P. N. and Perez Cruz, G., 1991, "The stratigraphic significances of tectonics, eustasy and sedimentology- an overview In G. Einsele, W. Ricken and A. Seilacher (editors), *Cycles and Events in Stratigraphy*" Springer-Verlag, Berlin, pp.617-659.
- [23] Haq, B.U., Hardenbol, J. and Vail, P.R., 1987, "Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic" *Science*, 235, pp. 1156-1167.
- [24] Cotter, E., and S. G. Driese, 1998, "Incised-valley fills and other evidence of sea level fluctuations affecting deposition of the Catskill Formation (Upper Devonian), Appalachian foreland basin, Pennsylvanian" *Journal of Sedimentary Research*, V. B 68, pp. 347-361.