

بررسی نرخ فرونشست حوضه و رسوب گذاری در میدان آجاجاری

ارسلان زینل زاده، مربی پژوهشگاه صنعت نفت، واحد پژوهش ژئوشیمی*

چکیده

نرخ رسوب گذاری در یک حوضه رسوبی به عوامل مختلفی بستگی دارد که با مطالعه این نرخ می توان تا حدود زیادی وضعیت گذشته زمین شناسی را مشخص نمود. در این مطالعه با استفاده از داده های چاه آجاجاری-۱۴۰، نرخ های فرونشست و تجمع رسوبات در میدان آجاجاری مورد بررسی قرار گرفته است. در این راستا برای بررسی وضعیت رسوب گذاری و فرونشست سازندها، با کمک نرم افزار مدل ساز حوضه (Genex)، نمودار نرخ های رسوب گذاری تصحیح نشده، نرخ رسوب گذاری کل و نرخ فرونشست برای سازندهای مختلف حفاری شده در چاه آجاجاری-۱۴۰ ترسیم گردید. تاریخچه تدفین بدست آمده در این مطالعه نشان می دهد، سنگ منشأ کژدمی حدود ۱۵ میلیون سال پیش در زمان میوسن به پختگی لازم برای نفت زایی رسیده ولی هنوز وارد پنجره گاززایی نشده است. همچنین بررسی نرخ فرونشست و رسوب گذاری، دو افزایش عمده را در زمان نهشته شدن سازند سروک (کرتاسه بالایی) و رسوب گذاری سازندهای آسماری، گچساران و میشان (الیگوسن تا هلوسن) نشان می دهد.

واژه های کلیدی: میدان آجاجاری، نرخ فرونشست، نرخ رسوب گذاری، تاریخچه تدفین

مقدمه

نهشته شدن رسوبات در محیط‌های رسوبی قدیمی، با نرخ‌های مختلفی صورت گرفته است. عوامل مختلفی در میزان این نرخ‌ها تاثیر گذاشته و نرخ‌های مختلف رسوب گذاری و فرونشست، در وضعیت‌های زمین شناسی و تکتونیکی مختلف دیده می‌شود. نرخ‌های نهشته شدن و فرونشست را می‌توان به عنوان نشانه‌ای از وضعیت زمین شناسی و تکتونیکی منطقه در گذشته زمین شناسی استفاده کرد.

نرخ‌های نهشته شدن رسوبات و فرونشست حوضه‌ها در مطالعات متعددی، از جمله برای بررسی موقعیت تکتونیکی حوضه‌ها در زمان زمین شناسی، به کار گرفته شده است (Schwab 1976; Bordenave 2005). هنگامی که رسوبات سریعاً توسط رسوبات بالایی تدفین می‌گردند، در رسوبات دارای تراوایی کم، مانند رسوبات رسی، آب درون رسوبات با سرعت کافی خارج نمی‌شود و فشار، نرمال باقی نمانده و زون پرفشار شکل می‌گیرد (Mann and Mackenzie 1990; Mello and Karner 1996). همچنین با تجمع سریع رسوبات، فرصت کافی برای رسیدن به تعادل حرارتی وجود ندارد. در چنین وضعیت‌هایی، جریان حرارت و رسانایی حرارتی را نمی‌توان محاسبه کرد (Barker 1996). اگر نرخ ورود مواد آلی به حوضه رسوبی، ثابت فرض شود، میزان تجمع مواد آلی در واحد حجم رسوبات، رابطه عکس با نرخ تجمع رسوبات دارد. نرخ‌های بالای تجمع رسوبات، موجب کاهش درصد مواد آلی شده و نرخ‌های بسیار پائین تجمع رسوبات موجب تخریب مقدار زیادی از مواد آلی، قبل از تدفین، توسط باکتری‌ها می‌شود. بنابراین نرخ رسوب گذاری متوسط، یکی از فاکتورهای مناسب برای شکل گیری سنگ منشأ است (Ibach; Magara 1986). همچنین فرایند نفت‌زایی از سنگ منشأ توسط نرخ رسوبگذاری همراه با نرخ جریان حرارت کنترل

می‌شود (Hantschel and Kauerauf Hunt 1996). بنابراین نقش مهمی برای نرخ‌های رسوبگذاری و فرونشست در یک سیستم نفتی باید در نظر گرفت.

بازسازی تاریخچه تدفین^۱، روش خوبی برای مطالعه نرخ‌های نهشته شدن رسوبات است. خطوط نمودار تاریخچه تدفین، نشان دهنده روند تغییرات عمق تدفین واحدهای زمین شناسی را در طی زمان زمین شناسی است. نرخ‌های تدفین به نرخ تجمع لایه‌های بالایی بستگی دارد، که دارای دامنه گسترده‌ای است. در کل، نرخ نهشته شدن رسوبات از چند متر تا صدها متر در میلیون سال متغیر است.

روش مدل سازی حوضه رسوبی، در سال‌های اخیر جهت بررسی میدان‌های نفتی ایران مورد توجه قرار گرفته و در مقالات متعددی استفاده شده است (Zamanzadeh et al. 2009; Bordenave 2008; Rudkiewicz 2007). در این مطالعه با استفاده از روش مدل سازی، نرخ‌های فرونشست و رسوب گذاری در میدان آغاچاری، مورد بررسی قرار گرفته است. نرم‌افزار مدل ساز حوضه، Genex جهت مدل سازی تاریخچه تدفین، تاریخچه حرارتی و تاریخچه پختگی مواد آلی استفاده شده است.

منطقه مورد مطالعه

در این مطالعه، نرخ‌های فرونشست و تجمع رسوبات در میدان آغاچاری بررسی شده و جهت این کار از داده‌های چاه آغاچاری ۱۴۰ استفاده شده است. چاه آغاچاری -۱۴۰ با عمق نهایی ۵۵۹۲ متر، یکی از عمیق‌ترین چاه‌های فروفاندگی دزفول و شامل سازند آغاچاری تا گروه خامی است.

میدان آغاچاری در فروفاندگی دزفول واقع شده است (شکل ۱). فروفاندگی دزفول قسمتی از کمربند چین

^۱ - Burial History

روش مطالعه

مطالعه نرخ‌های نهشته شدن به صورت محاسبات دستی یا بوسیله نرم افزارهای مدل سازی انجام می‌پذیرد. استفاده از نرم افزار، دقت بالاتر و زمان کمتری را به همراه دارد. در هر دو روش، تاریخچه تدفین ترسیم می‌شود. تاریخچه تدفین با استفاده از داده‌های زمین شناسی از جمله سن زمین شناسی، سنگ شناسی لایه‌ها، عمق محیط رسوبی و عمق پی‌سنگ ترسیم می‌شود. تاریخچه تدفین، روند نهشته شدن و تدفین رسوبات از زمان رسوب گذاری تا زمان حال را نشان می‌دهد. با افزایش عمق تدفین، رسوبات فشرده شده و ضخامت آنها کاهش می‌یابد. برای بازسازی روند صحیح تاریخچه تدفین، لازم است وضعیت گذشته لایه‌ها بازسازی^۱ شود و وضعیت لایه‌ها قبل از فشرده شدن^۲ مشخص شود. این مراحل در نرم‌افزارهای مدل سازی حوضه انجام شده و سن عددی برای لایه‌ها یا دیگر سطوح مشخص مانند سطوح شاخص^۳ جهت محاسبه نرخ‌های مختلف رسوب گذاری استفاده شده است. داده‌های سن و عمق سازندهای استفاده شده در نرم‌افزار مدل سازی در جدول ۱ دیده می‌شود.

نرخ‌های نهشته شدن با استفاده از توابعی محاسبه می‌شود (Van Hinte 1978; Alen and Alen 2005). اگر زمان سپری شده یک لایه (A) به میلیون سال و ضخامت زمان حال لایه (T_p) به متر باشد، مقدار نرخ رسوب گذاری تصحیح نشده (uR) از معادله ۱ محاسبه می‌شود. در این معادله، فشرده شدن رسوبات در طی تاریخچه تدفین در نظر گرفته نشده است:

$$uR = \frac{T_p}{A} (m / Ma) \quad (\text{معادله ۱})$$

برای مثال، سازند آغاچاری با ضخامت ۹۶۳ متر در طی ۹/۶ میلیون سال نهشته شده است و نرخ رسوب گذاری تصحیح نشده این سازند، ۱۰۰ متر در میلیون سال است. نهشته شدن رسوبات موجب افزایش فشار لیتواستاتیک روی رسوبات زیرین می‌شود. افزایش فشار، باعث فشرده شدن رسوبات زیرین و کاهش تخلخل و ضخامت لایه‌ها می‌شود. برای محاسبه نرخ نهشته شدن رسوبات یا نرخ پرشدن حوضه، تصحیح فشردگی لازم است. با تصحیح فشردگی، ضخامت اولیه بدست می‌آید و با در نظر گرفتن ضخامت اولیه برای معادله ۲ نرخ‌های رسوب گذاری کل^۴ بدست می‌آید، که تاریخچه خلاصه شده رسوب گذاری است. در طی رسوب گذاری و فرسایش، نرخ رسوب گذاری کل ثابت باقی می‌ماند. زیرا ضخامت اولیه لایه در محاسبات وارد شده، در طول زمان زمین شناسی ثابت فرض شده و مقادیر فشردگی لایه‌ها در این نمودار وارد نمی‌شود.

^۱- Backstripping

^۲- Decompaction

^۳- Marker Layer

^۴- Total sedimentation rate

()	()	()	()	
/			/	
/			/	
/			/	
/	/	/		
/	/		/	
/	/	/		
	/			
/	/	/	/	
/		/		
	/			
	/	/		
/	/		/	

است که با در نظر گرفتن ضخامت با تخلخل صفر (T_N) از معادله ۳ محاسبه می شود.

$$R_{\phi=0} = \frac{T_N}{A} (m / Ma) \quad (\text{معادله ۳})$$

در طی رسوب گذاری و تشکیل سازندها، فرونشست پی سنگ رخ می دهد که حاصل نیروهای زیر سطحی و بار رسوبات است. در طول زمان زمین شناسی نرخ فرونشست می تواند تغییر کند. فشردگی پیشرونده رسوبات در طی نهشته شدن نیز باید در نظر گرفته شود. همچنین تغییرات عمق محیط رسوبی و تغییرات جهانی سطح آب دریا در محاسبات وارد می شود. نرخ فرونشست کل (R_s) از معادله ۴ پیروی می کند.

$$R_s = R - \frac{\Delta(W + E)}{A} m / Ma \quad (\text{معادله ۴})$$

برای محاسبه نرخ رسوب گذاری کل (R_T)، از معادله ۲ استفاده شده است. در این معادله (T_0) ضخامت اولیه است:

$$R_T = \frac{T_0}{A} (m / Ma) \quad (\text{معادله ۲})$$

از آنجایی که وزن لایه های ضخیم، باعث فشردگی بیشتر قسمت پایین می گردد، این لایه ها دارای تخلخل اولیه کمتری نسبت به واحدهای نازک هستند. همچنین در اعماق تدفین مختلف، لایه ها فشردگی و تخلخل متفاوتی دارند. با در نظر گرفتن تخلخل صفر برای لایه ها، نرخ رسوب گذاری جامد^۱ بدست می آید. نرخ رسوب گذاری جامد ($R_{\phi=0}$)، یک نرخ خالص از تجمع توده های رسوبی

²- Total subsidence rate

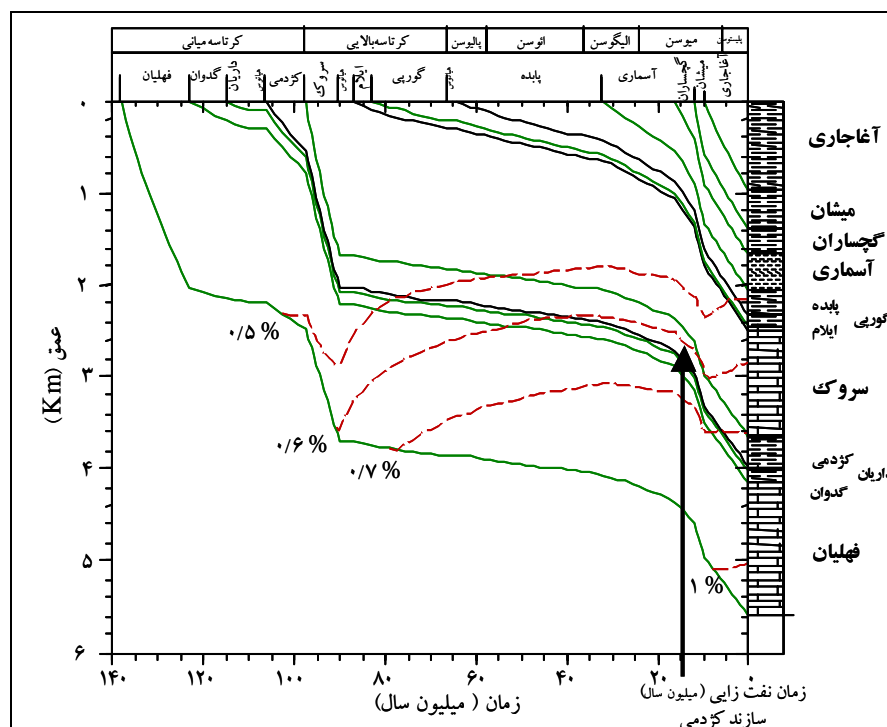
¹- Solid sedimentation rate

ستون چینه شناسی و عمق تدفین سازندها را مشخص می‌کند (شکل ۲). تصحیح فشردگی لایه‌ها در زمان زمین‌شناسی در این نمودار اعمال شده و تغییرات ضخامت در اعماق تدفین، در ترسیم نمودار در نظر گرفته شده است. نمودار، تاریخچه تدفین سازندهای آغاچاری تا فهلیان، از زمان رسوب گذاری تا زمان حال را نشان می‌دهد. خطوط مربوط به سازندها، نشان دهنده نرخ رسوب گذاری و افزایش عمق سازندها، در طول زمان زمین شناسی است. سازندها در گذر زمان در اعماق مختلف قرار داشته‌اند و در زمان حال به بیشترین عمق تدفین رسیده‌اند. شیب خطوط نمودار تاریخچه تدفین، نرخ رسوب گذاری و نرخ تدفین لایه‌ها است، که در طول زمان زمین شناسی، تحت تاثیر عوامل مختلف تغییر کرده و شیب‌های بیشتر، نرخ رسوب گذاری و نرخ تدفین بالاتری را نشان می‌دهد.

W تغییرات عمق محیط رسوبی و E تغییرات سطح دریا در طی نهشته شدن واحد می‌باشد. نرخ فرورانش کل نشان دهنده افزایش عمق پی سنگ است.

بحث

در این مطالعه، جهت بررسی نرخ‌های رسوب گذاری و فرورانش سازندها در میدان آغاچاری، از داده‌های چاه آغاچاری ۱۴۰ استفاده شده است. تاریخچه تدفین سازندها با استفاده از نرم افزار مدل سازی حوضه، Genex ترسیم شده است (شکل ۲). نمودار تاریخچه تدفین، با استفاده از داده‌های عمق سازندها، عمق پی سنگ، سنگ شناسی لایه‌ها، سن لایه‌ها و گرادیان حرارتی بدست آمده است. محور افقی نمودار، زمان زمین شناسی از کرتاسه میانی تا زمان حال را نشان می‌دهد و محور عمودی سمت راست،



شکل ۲ - نمودار تاریخچه تدفین در چاه آغاچاری ۱۴۰، همراه با خطوط هم پخت سازندها

سازندها است. همانگونه که در شکل ۳ دیده می شود، نرخ های مختلفی از ۷ تا ۱۴۹ متر در میلیون سال، برای سازندهای مختلف بدست آمده است.

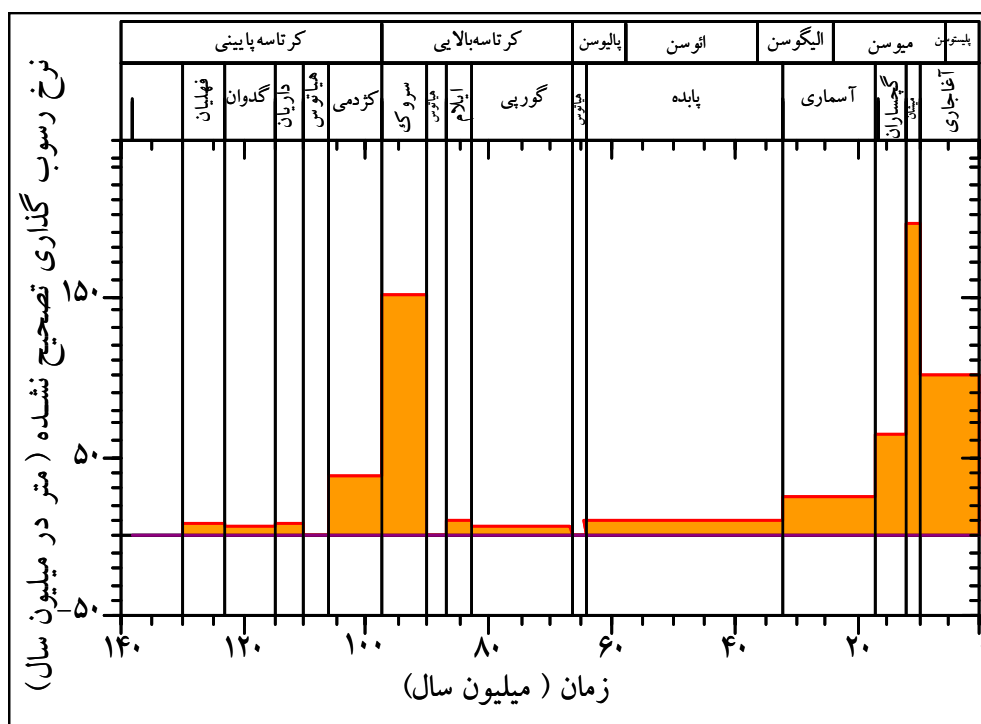
سازند شیلی کژدمی، دارای نرخ تصحیح نشده ۳۹ متر در میلیون سال است (شکل ۳). بر اساس مطالعه Ibach در ۱۹۸۲، بر روی داده های پروژه حفاری دریای عمیق، مناسب ترین نرخ برای تجمع و حفظ مواد آلی در شیل های تیره، ۴۱ متر در میلیون سال و برای سنگ های آهکی، ۱۴ متر در میلیون سال است (Ibach 1982). سازند عمدتاً شیلی کژدمی با نرخ ۳۹ متر در میلیون سال، از دیدگاه نرخ نهشته شدن، شرایط مناسبی برای حفظ مواد آلی داشته است. به عبارت دیگر، مواد آلی این سازند، مدت زمان زیادی در معرض عوامل تخریب کننده قرار نداشته و سرعت رسوب گذاری به اندازه ای بوده است که درصد مواد آلی نسبت به کل رسوب، از افزایش نسبی برخوردار باشد. در مطالعات مختلف سازند کژدمی غنی از ماده آلی و سنگ منشأ معرفی شده است (Ala et al. 1980; Bordenave and Huc 1995). نرخ های سازندهای شیلی پابده و گورپی، به ترتیب ۹ و ۷ متر در میلیون سال است. این نرخ ها با نرخ های مناسب برای حفظ مواد آلی، تفاوت زیادی داشته و مواد آلی رسوبات این سازندها، مدت زمان بیشتری در معرض عوامل نابود کننده از جمله اکسیداسیون و فعالیت های بیولوژیکی باکتری ها قرار داشته اند. نرخ های سازندهای آهکی، مانند آسماری و سروک، بالاتر از نرخ مناسب و در سازندهای ایلام، داریان و فهلیان کمتر از نرخ مناسب برای حفظ مواد آلی است. در این سازندهای آهکی، زون سنگ منشأ معرفی نشده است.

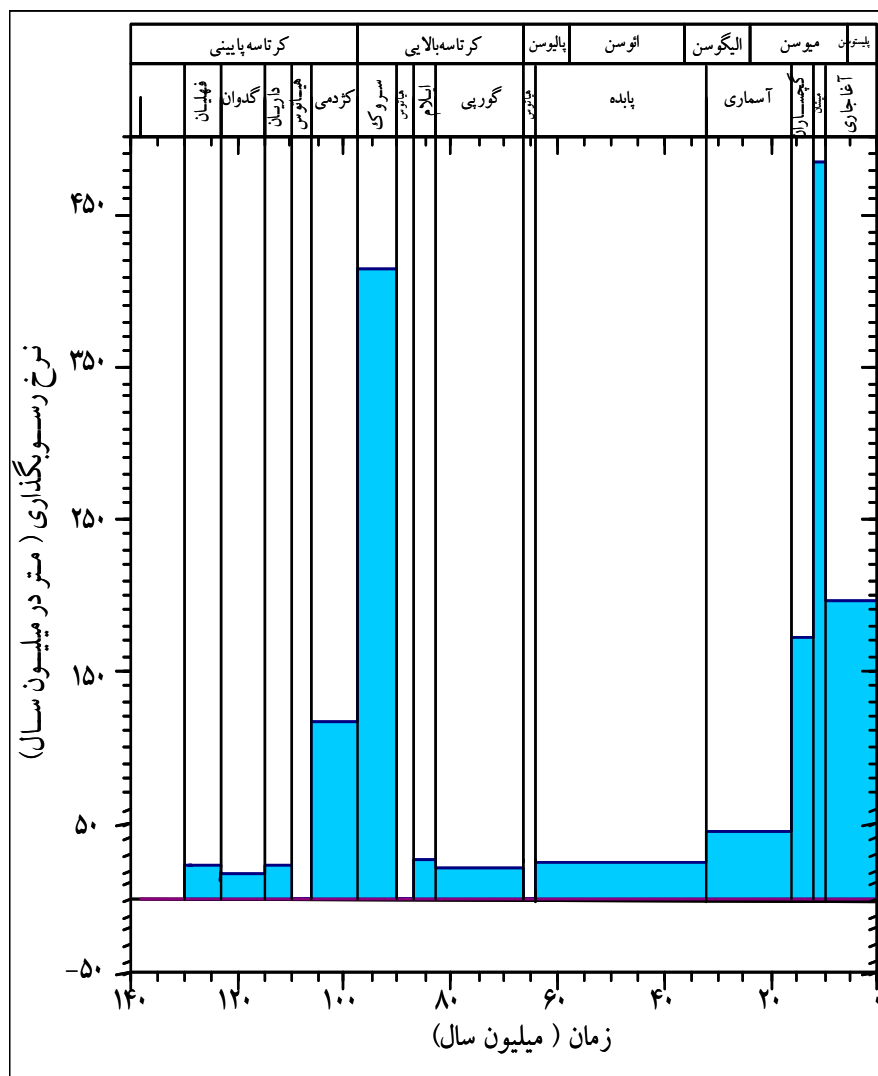
بر اساس تاریخچه تدفین، تاریخچه حرارتی سازندها بازسازی شده است. جهت بازسازی تاریخچه حرارتی، از گرادیان حرارتی میدان آغاچاری به مقدار ۲۴ درجه سانتیگراد در یک کیلومتر استفاده شده (Orbel 1977) و تغییرات قابلیت هدایت حرارتی سازندها در اثر فشردگی و گذشت زمان زمین شناسی محاسبه شده است. تاریخچه حرارتی، اساسی برای بازسازی تاریخچه پختگی مواد آلی است. تاریخچه پختگی بدست آمده در این مطالعه، بر اساس مدل سازی انعکاس ویترونیته محاسبه شده و میزان پختگی لایه ها در طول زمان زمین شناسی با استفاده از خطوط هم پخت انعکاس ویترونیته بر روی نمودار تاریخچه تدفین نشان داده شده است. خطوط هم پخت، وضعیت پنجره نفت زایی سنگ منشأ و زمان رسیدن به پختگی مناسب جهت هیدروکربن زایی را نشان می دهد. با در نظر گرفتن انعکاس ویترونیته به مقدار ۰/۶ درصد، به عنوان شروع پنجره نفت زایی، سنگ منشأ کژدمی در ۱۵ میلیون سال پیش، وارد پنجره نفت زایی شده است. در زمان حال سازند کژدمی در وضعیت نفت زایی قرار دارد و هنوز وارد پنجره گاززایی نشده است. همانگونه که در شکل ۲ نشان داده شده، از زمان میوسن سازند کژدمی در میدان آغاچاری در شرایط مناسب نفت زایی قرار داشته است.

نرخ های تصحیح نشده بدست آمده در چاه آغاچاری ۱۴۰، بصورت نمودار هیستوگرام در شکل ۳ نشان داده شده است. در این نمودار، محور افقی، زمان زمین شناسی همراه با سازندها و دوره های زمان زمین شناسی است و محور عمودی، نرخ رسوب گذاری تصحیح نشده را نشان می دهد. برای محاسبه این نرخ ها از ضخامتی استفاده شده که در چاه آغاچاری ۱۴۰ اندازه گیری شده و ضخامت زمان حال

دیگر، این نرخ‌ها، تاریخچه خلاصه‌ای از نهشته شدن رسوبات در محیط‌های رسوب گذاری قدیم است.

نرخ‌های رسوب گذاری کل در مقابل زمان، در شکل ۴ نشان داده شده است. تصحیح فشردگی و تغییر ضخامت، در تاریخچه تدفین سازند اعمال شده، ضخامت اولیه سازندها بدست آمده و در محاسبات نرخ رسوب گذاری کل استفاده شده است. این نمودار، وضعیت رسوب گذاری در زمان نهشته شدن سازندها را نشان می‌دهد. به عبارت





و آغاچاری ۱۹۰ متر در میلیون سال است. این نرخ‌های بالا، هم زمان با فعالیت تکنونیک کوه زاگرس و نشان دهنده ورود و نهشته شدن بیشتر مواد رسوبی و نرخ پر شدن سریعتر حوضه رسوبی است.

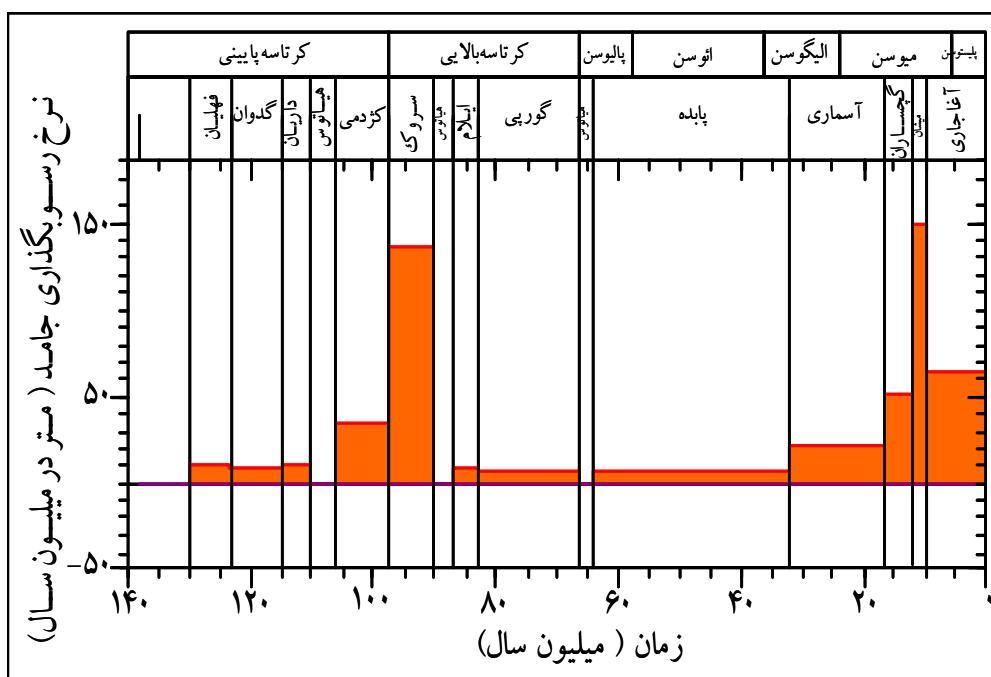
سازند سروک در سنومانین، با نرخ بالایی نهشته شده است. این فرونشینی و نهشته شدن رسوبات، هم زمان با

سازندهای پابده و گورپی، با نرخ ۲۵ و ۲۱ متر در میلیون سال نهشته شده‌اند، که در مقایسه با سازندهای دیگر، نرخ پایینی است و محیط رسوبی آرامی را نشان می‌دهد. رسوبات الیگوسن و جوانتر، نرخ‌های بالاتر نهشته شدن را نشان می‌دهند. بگونه‌ای که نرخ نهشته شدن سازند آسماری ۴۵، سازند گچساران ۱۷۰ و سازند میشان ۴۸۵ متر

مواد جامد در محاسبه وارد شده است. در مقایسه با نمودار نرخ رسوب گذاری کل، روند تغییرات مشابه است، اما در نرخهای رسوب گذاری جامد تفاوت کمتری بین سازندها دیده می شود، که تغییرات آرامتر مقدار ورود مواد جامد رسوبی به محیطهای رسوبی قدیمی را نشان می دهد.

شروع فاز کوه زایی، قبل از ماستریشتین است. از نشانه های این فاز کوه زایی، در شمال شرق پلت فرم عربی، وجود رخساره های کنگلومرا و برش در سازند سروک است که افزایش ناپایداری را نشان می دهد (Stoneley 1981; Bordenave and Hegre 2005).

نرخ رسوب گذاری جامد سازندها، در شکل ۵ نشان داده شده، این نرخها، میزان ورود مواد جامد رسوبی به محیطهای رسوبی قدیمی را نشان می دهد. برای بدست آوردن این نرخها تخلخل لایه ها حذف شده و ضخامت



نرخ فرونشست کل^۱ در طی رسوب گذاری و تشکیل سازندها، تغییر کرده و نشان دهنده افزایش عمق پی سنگ می باشد که در ارتباط با فشرده گی پیشرونده رسوبات در طی نهشته شدن و افزایش بار رسوبی است (شکل ۶). این

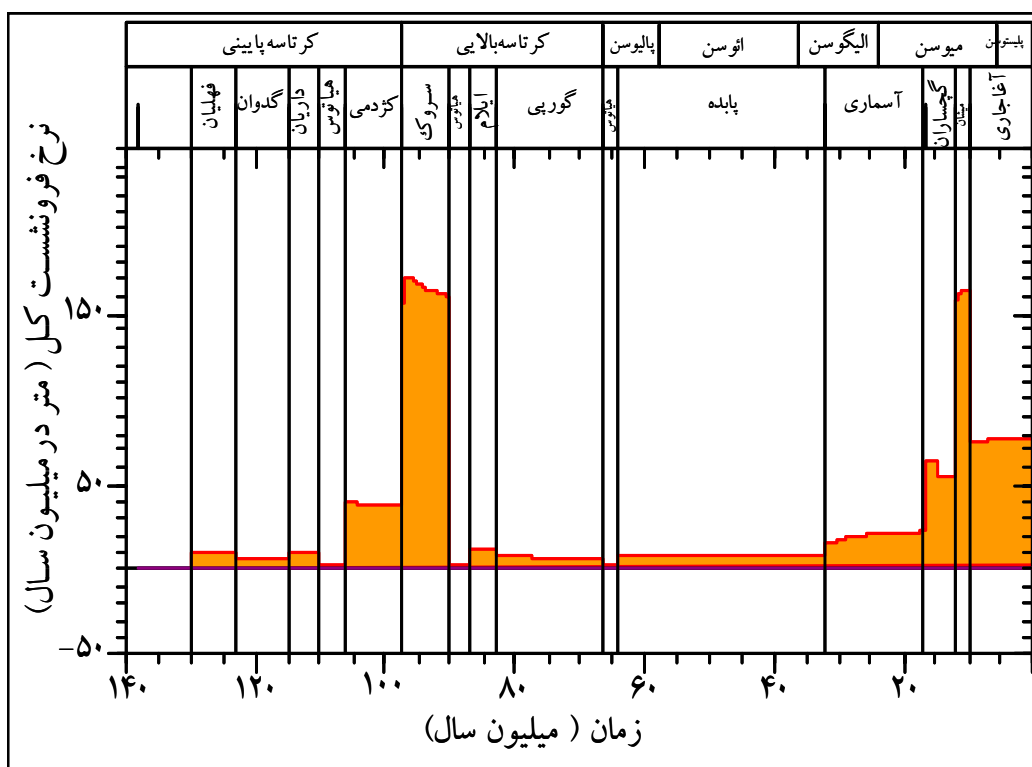
کنگلومرا در مارن های رازک، معادل زمانی قسمتی از سازند گچساران، در ناحیه نیریز (مطیعی، ۱۳۷۴) و کنگلومرای ضخیم در لرستان، هر دو به سن میوسن ابتدایی بوده که از نشانه های گسترش ناپایداری و موجب ورود رسوبات بیشتری به حوضه رسوبی شده است.

^۱ - Total subsidence rate

میلون سال بوده است. از الیگوسن بالایی، افزایش نرخ فرونشست دیده می شود و سازندهای میشان و آغاچاری، به ترتیب همراه با نرخ فرونشست ۱۶۰ و ۸۰ متر در میلیون سال نهشته شده اند.

نمودار نشان دهنده تغییرات عمق ستون چینه شناسی و فرونشست سطح پایین رسوبات در میدان آغاچاری در طول زمان زمین شناسی است.

بعد از نهشته شدن سازند سروک (کنیاسین)، فرونشست آرام تا پایان الیگوسن وجود داشته است (شکل ۶). بگونه ای که نرخ فرونشست، عموماً کمتر از ۱۰ متر در

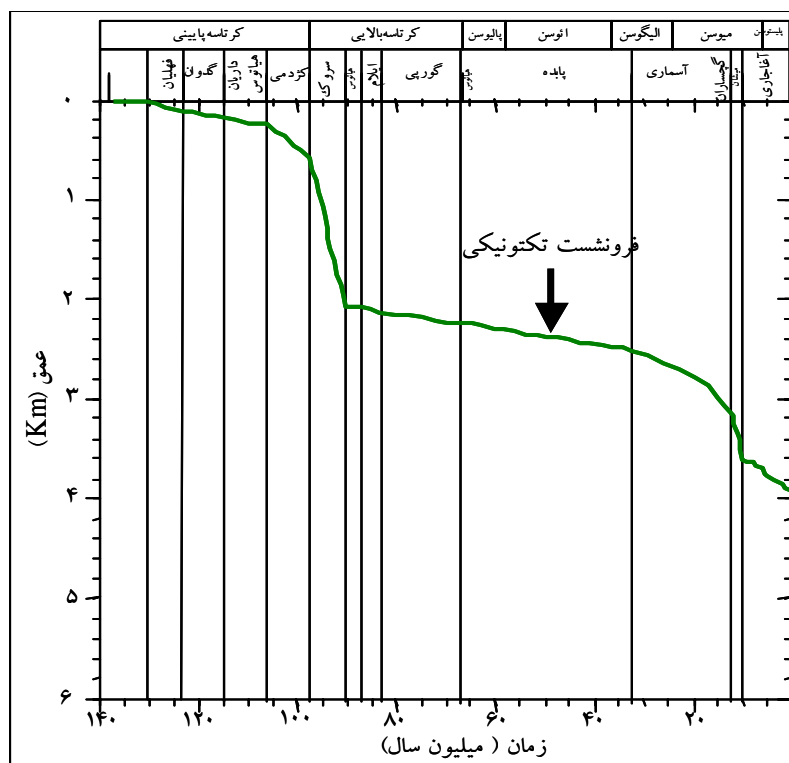


نمودار اعمال شده است و فرونشست سطح بالایی پی سنگ، در طول نهشته شدن سازندها را نشان می دهد. بر اساس این نمودار، فرونشست تکتونیکی به سمت زمان حال و هم زمان با کوه زایی زاگرس، شیب بیشتری دارد. همچنین از کرتاسه پایینی تا ابتدای کرتاسه بالایی افزایش

نمودار فرونشست تکتونیکی در شکل ۷ نشان داده شده است. این نمودار، نرخ عمیق شدن پی سنگ، بدون در نظر گرفتن وزن رسوبات است. تغییرات عمق محیط رسوبی یا پالئوباتیتری^۱ (تغییرات سطح آب دریا و هوا)، در این

^۱- Paleobathometry

نرخ فرونشست تکتونیکی دیده می شود که می تواند نشان دهنده کوه زایی کرتاسه بالایی باشد.



نتیجه گیری

افزایش عمده دارد: ۱- در کرتاسه بالایی ۲- الیگوسن تا زمان حال، افزایش نرخ رسوب گذاری در کرتاسه بالایی هم زمان با نهشته شدن سازند سروک و کوه زایی کرتاسه بالایی در بخش هایی از خاورمیانه است و افزایش دوم، هم زمان با کوه زایی زاگرس و تغییرات عمده در زاگرس است. افزایش نرخ نهشته شدن رسوبات، با سازند آسماری شروع شده و با نهشته شدن سازندهای گچساران و میشان افزایش یافته و فاز اصلی کوه زایی زاگرس را نشان می دهد.

تاریخچه تدفین بازسازی شده در این مطالعه نشان می دهد، در میدان آغاچاری سنگ منشأ کزدمی ۱۵ میلیون سال پیش، وارد پنجره نفت زایی شده و تا زمان حال در پنجره نفت زایی قرار داشته و وارد پنجره گاززایی نشده است. بنابراین در میدان آغاچاری، سازند کزدمی از زمان میوسن در شرایط مناسب نفت زایی قرار داشته است.

نرخ های فرونشست و نهشته شدن رسوبات در میدان آغاچاری، نشان دهنده روند رسوب گذاری و فرونشست حوضه در گذشته زمین شناسی میدان است. این نرخ ها دو

- 8- Bordenave, M.L., 2002, The Middle Cretaceous to Early Miocene petroleum system in the Zagros Domain of Iran, and its prospect evaluation: AAPG Annual Meeting, March 10-12, Houston, Texas.
- 9- Bordenave, M.L., and A.Y. Huc, 1995, The Cretaceous source rock in the zagros foothills of Iran: *Revue de l'institut Francais du petrole* 6, Novembre-December, p. 727-753.
- 10- Hantschel, T., and A. Kauerauf, 2009, *Fundamentals of Basin and Petroleum Systems Modeling*: Springer-Verlag, 425p.
- 11- Hunt, J.M., 1996, *Petroleum geochemistry and geology*: 2nd ed, New York, W.H. Freeman and Company, 743 p.
- 12- Ibach, L.E.J., 1982, Relationship between sedimentation rate and total organic carbon content in ancient marine sediments: *AAPG Bulletin*, v.66, p. 170-188.
- 13- Magara, K., 1986, *Geological Models Of Petroleum Entrapment*: Elsevier Applied Science Publishers, 328P.
- 14- Mann, M., and A.S. Mackenzie, 1990, Prediction of pore fluid pressures in sedimentary basins: *Marine and Petroleum Geology*, v. 7, p. 55-65.
- 15- Mello, U.T., and G.D. Karner, 1996, Development of sediment overpressure and its effect on thermal maturation; application to the Gulf of Mexico Basin: *AAPG Bulletin*, v. 80, p. 1367-1396.
- 16- Rudkiewicz J.L., S. Sherkati, and J. Letouzey, 2007, Evolution of Maturity in Northern Fars and
- 2- Ala, M.A., R.R.F. Kinghorn, and M. Rahman, 1980, Organic geochemistry and source rock characteristics of the Zagros petroleum province, Southwest Iran: *J. Pet. Geol.*, v. 3, p. 16-89.
- 3- Allen, P.A., and J.R. Allen, 2005, *Basin analysis, principles and applications*: New Jersey Wiley-Blackwell, 500 p.
- 4- Barker, C., 1996, *Thermal modeling of petroleum generation: theory and application*: Elsevier *Developments in Petroleum Science* 45, 512p.
- 5- Beydoun, Z.R., M.W. Hughes Clarke, and R. Stoneley, 1992, Petroleum in the Zagros Basin: A Late Tertiary Foreland Basin overprinted onto the Outer edge of a vast hydrocarbon-Rich Paleozoic-Mesozoic passive-margin shelf: In: MacQueen, R.W., and D.A. Leckie, (Eds.), *Foreland Basins and Fold Belts*: American Association of Petroleum Geologists, *Memoir* 55, p. 309-339.
- 6- Bordenave, M.L., 2008, The origin of the Permo-Triassic gas accumulations in the Iranian Zagros foldbelt and contiguous offshore areas: a review of the Paleozoic petroleum system: *J. of Pet. Geo.*, v. 31, p. 3-42.
- 7- Bordenave, M.L., and J.A. Hegre, 2005, The influence of tectonics on the entrapment of oil in the Dezful Embayment, Zagros foldbelt, Iran: *J. Pet. Geol.*, v. 2, p. 368-339.

in the Izeh Zone (Iranian Zagros) and Link with Hydrocarbon Prospectivity: in: Lacombe O., J. Lave, F. Roure, and J. Verges, (Eds.), Thrust Belts and Foreland Basins: Springer, p. 1-17.

17- Schwab, F.L., 1976, Modern and ancient sedimentary basins: Comparative accumulation rates: *Geology*, v. 4, p. 723-727.

18- Stoneley, R., 1981, The geology of the Kuh-e Dalneshin area of Southern Iran and its bearing on the evolution of Southern Tethys: *J. Geol. Soc. Lond.*, v. 138, p. 509-526.

19- Orbell G., 1977, Geothermal gradient map: Oil Service Company of Iran, Drawing No. 327091.

20- Van Hinte, J.E., 1978, Geohistory analysis; application of micropaleontology in exploration geology: *AAPG Bulletin*, v. 2, p. 201-222.

21- Versfelt Porter, L.J., 2001, Major hydrocarbon potential in Iran, in *Petroleum Provinces of the Twenty First Century: AAPG Memoir 74*, p. 417-427.

22- Zamanzadeh S.M., A. Amini, and M.R. Kamali, 2009, Burial History Reconstruction Using Late Diagenetic Products In The Early Permian Siliciclastics Of The Faraghan Formation, Southern Zagros, Iran: *J. Of Pet. Geo.*, v. 32, p.171-192.