

نقش نهشته‌های الیگوسن و نئوژن در سیستم نفتی حاشیه شمال شرق فروافتادگی دزفول

^۱ارسلان زینل‌زاده، ^۲محمدرضا رضایی و ^۱محمدرضا کمالی
^۱پژوهشگاه صنعت نفت؛ ^۲دانشگاه تهران
(دریافت: ۸۱/۱۰/۱۵؛ پذیرش: ۸۲/۷/۹)

چکیده

فروافتادگی دزفول بخشی از حوضه رسوبی زاگرس است که یکی از نفت‌خیزترین مناطق جهان به‌شمار می‌رود. در این فروافتادگی نهشته شدن رسوبات در طول زمان زمین‌شناسی روندی پیوسته داشته است که توسط دوره‌های کوتاه مدت عدم رسوبگذاری قطع شده است. در این منطقه، نهشته‌های الیگوسن و جوانتر شامل سازندهای آسماری، گچساران، رازک، میشان، آغاچاری و بختیاری هستند. این سازندها در سطح منطقه با نرخ بالایی نهشته شده‌اند و سنگ‌شناسی، ضخامت و الگوی گسترش آنها در سطح منطقه متفاوت با سازندهای قدیمتر می‌باشد. این ویژگیها نقش مهمی در سیستم نفتی این منطقه داشته است. که موجب شده مطالعه سنگ منشأ بدون لحاظ کردن آنها کامل نباشد.

در مطالعه حاضر از داده‌های ۱۳ چاه استفاده شده است و از روش‌های مدل‌سازی تاریخچه‌ی تدفین و حرارتی، به بررسی تاثیرات نهشته شدن رسوبات الیگوسن و جوانتر بر روی سنگ منشأ کژدمی (آلبین) پرداخته شده است. در این مطالعه نقش تعیین کننده‌ی این رسوبات در سیستم نفتی منطقه بررسی شده است و نشان می‌دهد زایش نفت و پراکندگی میدان‌های نفتی تا حد زیادی تحت تاثیر الگوی گسترش این نهشته‌ها می‌باشد و سنگ مخزن، سنگ پوش و سنگهای رویین (Overburden Rocks) این سیستم نفتی را تشکیل می‌دهند و هم زمان با نهشته شدن این رسوبات تله‌های نفتی تشکیل شده‌اند. لذا در مدل‌سازی حرارتی سنگ منشأ در این منطقه، این نهشته‌ها باید با دقت بیشتری مورد توجه قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: سیستم نفتی حاشیه شمال شرق فروافتادگی دزفول، نهشته‌های الیگوسن و نئوژن، مدل‌سازی تاریخچه‌ی تدفین و حرارتی

مقدمه

حفاری جهت دستیابی به منابع نفت در حوضه نفتی زاگرس از سال ۱۲۸۷ صورت گرفت (افشار حرب ۱۳۷۴) و از آن زمان مطالعات اکتشافی بر روی این حوضه برای دستیابی به منابع نفت انجام شده است. از جمله مطالعات منتشر شده در این زمینه می توان به مطالعات انجام شده توسط: Bordenave و Burwood (1990)، Koop و Stoneley (1982) و Ala (1980-1982) اشاره کرد. میدان های عظیم نفتی این حوضه در ناحیه تقریباً کوچکی قرار گرفته اند که ۵۰۰۰۰ کیلومتر مربع وسعت دارد. این میدان ها از سازند آسماری (الیگوسن میانی) و سروک (سنومانین) تولید می کنند و دارای ۳۵۰ میلیارد تن نفت در جا و ۲۵۰ tcf گاز همراه هستند (Bordenave, 2000).

با وجود مطالعات فراوانی که بر روی این حوضه انجام شده است، این حوضه دارای زمینه های مختلف نفتی برای مطالعه است و نیازمند استفاده از تکنولوژی و تئوری های جدید برای شناخت بهتر این منطقه می باشد. مطالعات حوضه رسوبی و سیستم نفتی از جمله زمینه هایی است که در آنها ابهامات بسیاری در زاگرس وجود دارد.

منطقه مورد مطالعه، حاشیه شمال شرق فرفواتادگی دزفول می باشد که قسمتی از حوضه رسوبی زاگرس است. فرفواتادگی دزفول توسط ساختار بالارود از ناحیه لرستان و گسل قطر-کازرون از ناحیه فارس جدا می گردد (مطیعی، ۱۳۷۴). عمده منابع نفتی ایران در این ناحیه از زاگرس قرار دارد. در این مطالعه تاثیر نهشته های الیگوسن و جوانتر بر روی سیستم نفتی مورد بررسی قرار گرفته است. این نهشته ها از لحاظ سرعت نهشته شدن و الگوی گسترش در سطح منطقه سنگ شناسی و وضعیت تکتونیکی دارای تفاوت های بارز با نهشته های قبلی هستند. این رسوبات باعث حداکثر عمق تدفین سنگ منشأ شده اند و پارامترهای تعیین کننده در سیستم نفتی منطقه دارند. از آنجا که افزایش حرارت مهمترین عامل برای فرآیند زایش نفت می باشد تاثیر این رسوبات در افزایش حرارت سنگ منشأ کژدمی به صورت کمی مشخص شده است و تاثیر آن بر روی زایش نفت مورد بحث قرار گرفته است.

زایش نفت از سنگ منشأ توسط دو پارامتر زمان و دما کنترل می شود (Wapels 1980). این پارامترها در قالب های مختلف ظاهر می شوند. مثلاً نرخ نهشته شدن رسوبات، در برگیرنده زمان است و ضخامت یک سازند، علاوه بر زمان به طور مستقیم در دما تاثیر گذار است. لذا نرخ های تجمع رسوبات در مطالعات زایش هیدروکربن یک منطقه دارای اهمیت می باشد. هنگامی که رسوبات سریعاً توسط رسوبات بالایی تدفین می گردند، فرآیند زایش نفت شتاب بیشتری به خود می گیرد. ضخامت سازندها مشخص کننده افزایش عمق تدفین سنگ منشأ طی نهشته

شدن سازند است. عمق تدفین با افزایش میزان حرارت ارتباط مستقیم دارد. ضخامت سازند در زمان زمین‌شناسی و گسترش منطقه‌ای تأثیرات متفاوتی می‌تواند داشته باشد. هنگامی که سنگ منشأ در مدت زمان کافی در اعماق (یا حرارت) مناسب قرار گرفت زایش هیدروکربور از آن آغاز می‌شود. در دماهای بالای ۷۰ درجه سانتیگراد زایش عمده هیدروکربن رخ می‌دهد.

سنگ منشأ هنگام نهشته شدن دارای دمای محیط رسوبی است. هنگامی که رسوبات جوانتر بر روی سنگ منشأ قرار می‌گیرند، سنگ منشأ در اعماق بیشتری واقع می‌شود و به نسبت گرادیان حرارتی منطقه در درجه حرارت‌های بالاتر قرار می‌گیرد. بنابراین، زایش هیدروکربن از سنگ منشأ در ارتباط با الگوی نهشته شدن رسوبات جوانتر در توالی عمودی است. نرخ نهشته شدن رسوبات، ضخامت و گرادیان حرارتی از جمله پارامترهای هستند که در ترکیب با یکدیگر طبق معادلات ریاضی میزان حرارت دیدن سنگ منشأ را مشخص می‌کنند و این میزان تغییرات ماده آلی و فرآیند زایش نفت را کنترل می‌کند.

ضخامت، نرخ نهشته شدن و خصوصیات دیگر رسوبات الیگوسن، نئوژن و کواترنری متفاوت با رسوبات ماقبل می‌باشد. این مطالعه نشان می‌دهد ویژگی‌های این نهشته‌ها در زایش هیدروکربن از سنگ منشأ منطقه نقش مهمی داشته‌اند. لذا در مطالعات جامع این منطقه باید به صورت کامل مورد مطالعه قرار گیرند.

روش مطالعه

نرخ نهشته شدن رسوبات از ضخامت اولیه و مدت زمان نهشته شدن محاسبه می‌گردد. ضخامت امروزی یک لایه با ضخامت اولیه آن متفاوت می‌باشد زیرا که رسوبات نهشته شده دارای وزن هستند و این وزن بر روی لایه‌های پائین تر اعمال می‌شود و موجب فشردگی و کم شدن ضخامت آنها می‌شود. میزان فشردگی بستگی به جنس سنگ و مقدار وزن اعمال شده بر روی آنها دارد. مقدار فشردگی با افزایش عمق تدفین افزایش می‌یابد و ضخامت رسوبات نسبت به ضخامت اولیه کاهش می‌یابد که مقدار آن قابل محاسبه می‌باشد. برای بدست آوردن نرخ نهشته شدن رسوبات باید ضخامت اولیه را بدست آورد. بدین منظور در مدل بازسازی شده وزن روی یک لایه رسوبی برداشته می‌شود و ضخامت اولیه لایه بدست می‌آید و با در نظر گرفتن مدت زمان نهشته شدن رسوبات نرخ نهشته شدن آنها را بدست می‌آورند.

در این مطالعه از داده‌های ۱۳ چاه استفاده شده است. داده‌های مورد استفاده شامل اطلاعات زمین‌شناسی و ژئوشیمیایی مانند: ضخامت، لیتولوژی، شیب‌زمین‌گرمایی، عمق

پی سنگ، انعکاس ویتروینیت می باشد. از نرم افزار Winbury برای مدل سازی تاریخچه‌ی تدفین و حرارتی حوضه رسوبی استفاده شده است.

نهشته های الیگوسن و جوانتر

بر روی سنگ منشأ کژدمی رسوباتی از آلبین تا عهد حاضر قرار دارد که عمدتاً دارای سنگ شناسی کربناته، شیل و مارن است. این رسوبات توسط James و Wynd (1965) و Setudehnia (1978) توصیف شده اند. این نهشته ها شامل: (۱) در الیگوسن آهک های آسماری نهشته شده اند (شکل ۱) و در کل منطقه مورد مطالعه گسترش دارد؛ (۲) رسوبات فارس پایینی (گچساران، شامل ممبرهای چهل، چمبه و مل-رازک) در یک حوضه بسته- محیط لاگونی نهشته شده است. رخساره های رازک در شمال شرق نهشته های سازند گچساران وجود دارند و از تخریبی های عمدتاً قرمز لایه تشکیل شده است (شکل ۱)؛ (۳) رسوبات فارس میانی (میشان و ممبر گوری) شامل مارن خاکستری کم عمق است که در یک ترف خطی نهشته شده است. ممبر گوری در پایین مارن های میشان شامل آهک های کم عمق است که به صورت رخساره های ریفی در جنوب فارس گسترش یافته است؛ (۴) فارس بالایی (آجاجاری و بختیاری) سکانس تخریبی قرمز رنگ که در محیط های آبرفتی نهشته شده اند.

سیستم نفتی

یک سیستم نفتی در برگیرنده یک سنگ منشاء فعال و تمام گاز و نفت حاصل می باشد همچنین در برگیرنده تمام عناصر ضروری و فرایندهای مورد نیاز برای وجود تجمعات هیدروکربوری می باشد عناصر ضروری شامل سنگ منشاء، سنگ مخزن، پوش سنگ و Overburden Rock می باشد تمام عناصر ضروری باید در زمان و مکان مناسب باشند تا فرایندهای زایش و مهاجرت منجر به تشکیل تجمعات نفتی گردد (Magoon and Dow 1994).

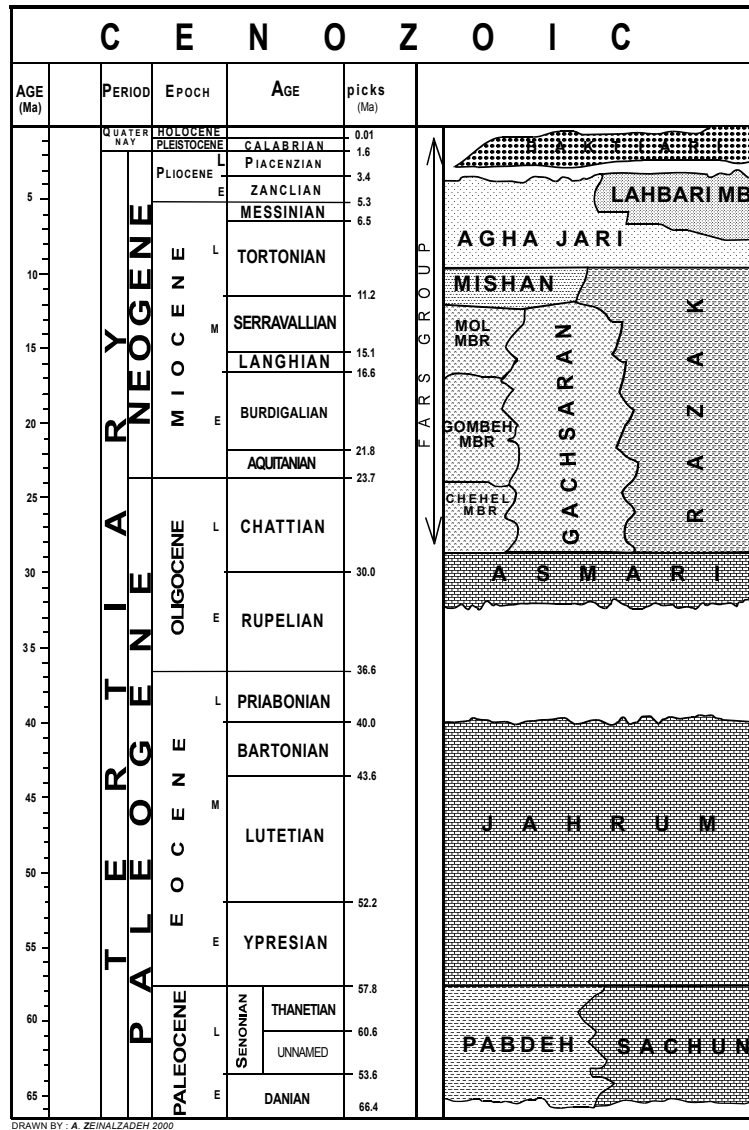
سنگ مخزن عمده این منطقه، سازند آسماری، در برگیرنده ی سه چهارم نفت ایران می باشد. در این سازند فرایندهای دولومیتی شدن و ایجاد شکستگی نقش مهمی در افزایش کیفیت مخزنی داشته اند. این سازند در تمام فروافتادگی دزفول توسط سازند گچساران پوشیده شده است. سازند تبخیری گچساران با داشتن خواص پلاستیکی بالا یک پوش سنگ عالی برای این ناحیه می باشد.

سنگ منشأ عمده ذخائر این منطقه سازند کژدمی می‌باشد و سازند پابده در زایش هیدروکربور در قسمت‌های شمال شرق این منطقه نقش داشته است. میدان‌های بزرگ نفتی مانند اهواز، آغاچاری و گچساران در قسمتی از فروافتادگی دزفول قرار دارند که سازند کژدمی دارای لایه‌های ضخیم غنی از ماده آلی می‌باشد (Bordenave and Burwood, 1990). سازند کژدمی در زمان میوسن به پختگی لازم برای زایش نفت رسیده (در زمان نهشته شدن رسوبات فارس بالایی حرکات تکتونیکی که از الیگوسن شروع شده شدت بیشتری به خود گرفته است و محیط رسوبی جدیدی و در پی آن سنگ‌شناسی جدیدی موجب شده است). در ابتدا چین‌های شمال شرق، نزدیک زون تراستی شکل گرفته‌اند و به سمت جنوب‌غرب یا پلت فرم عربی پیشرفت کرده‌اند به عبارت دیگر چین‌ها از زون تراستی به سمت جنوب‌غرب جوانتر هستند (Koop and Orbell 1977).

بحث

رسوبات الیگوسن و جوانتر سنگ مخزن، سنگ پوش، و عمده Overburden Rock سیستم نفتی منطقه را تشکیل می‌دهند و تشکیل تله‌های نفتی (تاق‌دیس‌ها) هم زمان با نهشته شدن این رسوبات بوده است و موجب تشکیل شدن رسوبات تخریبی سازندهای آغاچاری و بختیاری شده است و در الگوی گسترش آنها را در سطح منطقه تاثیر زیادی گذاشته است برای بررسی نقش Overburden Rock این رسوبات در اینجا نرخ نهشته شدن این رسوبات مورد توجه قرار گرفته است.

سازند آسماری در توالی ناحیه دارای نرخ نهشته شدن بالائی است و در چاه‌های مورد مطالعه دارای میانگین نرخ نهشته شدن $61/9$ m/My می‌باشد (جدول ۱) که خیلی بیشتر از نرخ نهشته شدن سازند پابده (9.9 m/Ma) است. نرخ نهشته شدن سریع سازند آسماری به معنای تدفین سریعتر سنگ منشأ کژدمی است. نرخ نهشته شدن رسوبات طی میوسن افزایش یافته است و سازند گچساران نهشته شده است که دارای سنگ‌شناسی جدیدی در توالی ژوراسیک تا میوسن است. در این زمان انیدریت، نمک و مارن لیتولوژی اصلی را تشکیل داده است. نرخ نهشته شدن این سازند طبق این مطالعه 173 m/My است (شکل ۲) که تقریباً سه برابر نرخ نهشته شدن آسماری می‌باشد. سازند گچساران علاوه بر داشتن نرخ بالای نهشته شدن دارای ضخامت قابل توجهی می‌باشد که در بعضی مناطق به 2000 متر می‌رسد. نهشته شدن این رسوبات موجب شده سازند کژدمی در اکثر مناطق فروافتادگی دزفول به پختگی ابتدائی زایش نفت برسد.



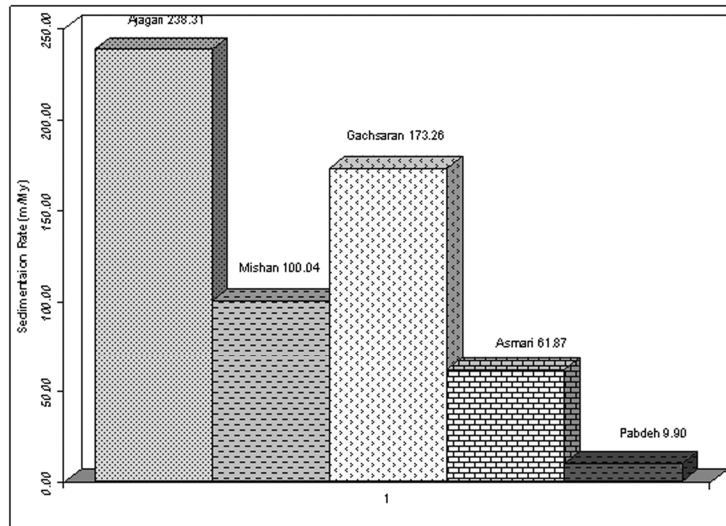
شکل ۱ - ستون چین‌شناسی سازندهای مورد مطالعه در منطقه (داده‌های چین‌شناسی از Koop (1977) و داده‌های زمانی از انجمن زمین‌شناسی آمریکا)

جدول ۱ - نرخ‌های نهشته شدن سازندهای آجاجاری، میشان، گچساران، آسماری و پابده در چاه‌های مورد مطالعه (متر در میلیون سال).

نوع چاه	گچساران - ۲۶	میشان - ۵۵	دار - ۱	آسماری - ۳	آهواز - ۱۰	کرخ - ۸۱۲	خارون - ۱۲۳	پازان - ۷	آجاجاری - ۱۲۰	هنگول - ۶۱	سولای - ۳	گچساران - ۸۳
	KZ-1	M.I.S-306	GS-55	DR-1	AS-2	AZ-101	KR-12A	MN-123	PZ-17	AG-140	SR-3	GS-83
آجاجاری						۶۰۶۰۹	۱۱۱۰۷	۵۷۶۰۸۱	۲۶۲۰۵۵	۳۴۸۰۶۸	۰۰۱۳	۰۰۵۹
میشان						۹۵۰۰۱	۱۶۸۰۸	۱۰۶۰۷۵	۱۸۵۰۲۵	۱۷۸۰۹۸	۷۰۴	۳۲۰۵۴
گچساران		۱۱۱۰۸۷	۳۳۸۰۴۳				۲۳۸۰۸۵	۱۴۹۰۷	۱۹۷۰۱۴	۹۸۰۳۹	۱۶۰۶۳	۲۱۸۰۰۴
آسماری		۵۰۶۹	۷۹۰۱۴	۵۶۰۴۳	۴۷۰۱۶	۷۰۰۰۸	۵۹۰۳۲	۸۷۰۷	۷۹۰۲	۸۰۰۹۹	۵۰۶۶	۵۰۴۳
پابده	۱۰۳۳	۱۲۰۶	۸۰۷۹	۶۰۶۸	۱۲۰۸۳	۷۰۹۴	۱۴۰۲۳	۷۰۴۹	۹۰۹۳	۱۱۰۸۳	۹۰۷۲	۱۸۰۳۶

سازند میشان دارای نرخ نهشته شدن $7/4$ تا 184 m/My می‌باشد. این دامنه گسترده نرخ نهشته شدن حاصل تغییرات زیاد ضخامت به صورت محلی می‌باشد. این سازند دارای میانگین نرخ نهشته شدن 100 m/My در چاه‌های مورد مطالعه دارد.

همانگونه که در جدول ۱ مشخص است، سازند آجاجاری در چاه‌های AG-140، PZ-17، MN-123، KR-12A و AZ-101 با نرخ بالایی نهشته شده است. سازند آجاجاری در این چاه‌ها دارای نرخ نهشته شدن متوسط 381 m/My می‌باشد اما در چاه‌های SR-3، GS-83 و HK-61 سازند آجاجاری دارای نرخ نهشته شدن بسیار کمتری می‌باشد ($0/4$ m/My). سازند آجاجاری در موقعیت این چاه‌ها رخنمون دارد، بنابراین، امکان اینکه قسمت زیادی از این سازند بر اثر فرسایش حذف شده باشد، وجود دارد. اما زمین‌شناسی منطقه و مدل بازسازی شده این مطلب را نشان نمی‌دهد و این سازند در بعضی نواحی دارای نرخ نهشته شدن بسیار بالاتری نسبت رسوبات قدیمی‌تر بوده و در نواحی دیگر به مقدار بسیار کمتری نهشته شده است یا نهشته نشده است. در تمام چاه‌های مورد مطالعه سازند آجاجاری دارای میانگین نرخ 238 m/My می‌باشد. شکل ۲ هیستوگرام متوسط سرعت نهشته شدن سازندهای مختلف را مقایسه می‌کند.



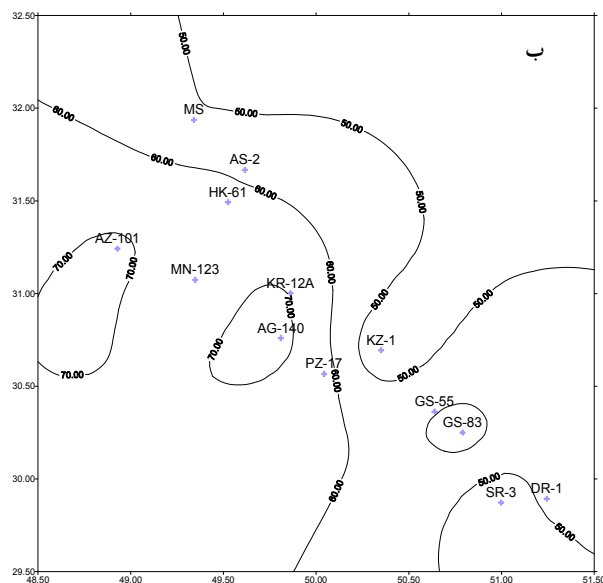
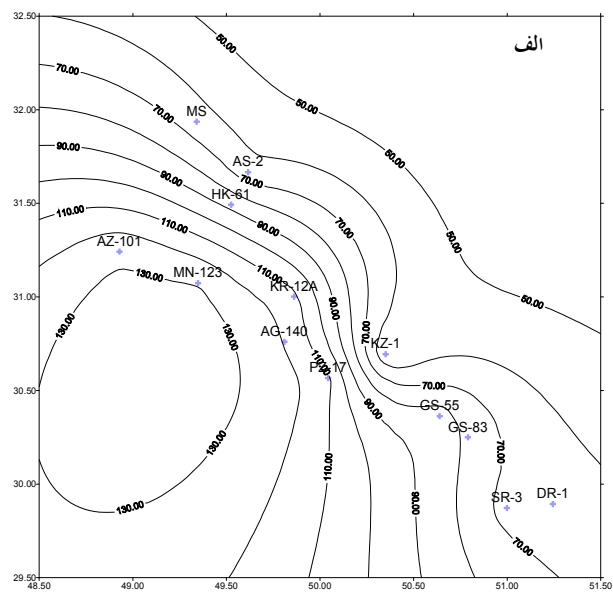
شکل ۲ - هیستوگرام میانگین نرخ نهشته شدن سازندهای مورد مطالعه

چاه‌های مورد مطالعه در برگیرنده سازند بختیاری نیست، در حالی که این سازند مانند سازند آجاجاری در برخی از نواحی دارای ضخامت قابل توجهی است و نرخ نهشته شدن بسیاری بالایی می‌تواند داشته باشد. از آنجا که اکثر چاه‌های حفاری شده در فروافتادگی دزفول در برگیرنده این سازند نیست نرخ نهشته شدن این سازند در این مطالعه بدست نیامده است.

تغییرات نرخ نهشته شدن سازندهای میشان، آجاجاری و بختیاری دارای دامنه گسترده‌تری هستند که این حاصل گسترش متفاوت این سازندها نسبت به سازندهای قبلی است. این وضعیت به خصوص در محور فروافتادگی دزفول امتداد میدان گچساران تا اهواز بیشتر دیده می‌شود. در قسمت‌های جنوب غرب فروافتادگی دزفول پیوستگی این رسوبات بیشتر است. در شمال شرق فروافتادگی دزفول به علت بالآمدگی حاصل چین خوردگی زاگرس این رسوبات دارای پیوستگی نیستند. همچنین محیط رسوبی این سازندها در این الگوی خاص تاثیر گذار بوده است. سازندهای آجاجاری و بختیاری دارای رسوبات تخریبی قاره‌ای هستند که در سکانس رسوبی منطقه سنگ‌شناسی جدیدی بوده است (در بین رسوبات پرمین تا ائوسن رسوبات تخریبی با گسترش زیاد دیده نمی‌شود). رسوبات میشان، آجاجاری و بختیاری در قسمتهایی دارای ضخامتی تا ۲۵۰۰ متر می‌باشند که میتواند تاثیر عمده‌ای بر روی زایش هیدروکربور گذاشته باشد، اما به علت وضعیت زمین‌شناسی خاصی که دارند چاه‌های حفاری شده آن‌ها را

در برنمی‌گیرند. مدل‌سازی برای این سازندها نیازمند روش‌ها و داده‌های خاصی مانند داده‌های عملیات صحرائی می‌باشد که در مطالعات جامع‌تر باید مورد توجه قرار گیرند.

دما یکی از مهمترین پارامترها در پختگی سنگ منشأ و زایش هیدروکربن است. بدین خاطر دمای سنگ منشأ کژدمی بازسازی شده است و تاثیر نهشته‌های الیگوسن و جوانتر بر روی دمای سازند کژدمی مورد مطالعه قرار گرفته است. شکل ۳ الف نقشه‌ی دمای سازند کژدمی را در زمان حال نشان می‌دهد. در دماهای پایین‌تر از ۷۰ درجه سانتیگراد تغییرات مواد آلی مولد نفت بسیار کند است و به عبارت دیگر انتظار زایش نفت در دمای پایین‌تر از ۷۰ درجه سانتیگراد بسیار کم می‌باشد. همان گونه که در شکل ۳ الف دیده می‌شود عمده چاه‌های نفتی مورد مطالعه در قسمت جنوب غرب این ناحیه در دارای دمای بیش از ۷۰ درجه سانتیگراد هستند. برای بررسی تاثیر نهشته شدن رسوبات الیگوسن و نئوزن بر روی دمای سازند کژدمی نقشه دمای ۳۲ میلیون سال پیش سازند کژدمی مدل سازی شده است (شکل ۳ ب). My ۳۲ سن شروع الیگوسن در نظر گرفته شده است. شکل ۳ ب نشان می‌دهد که سازند کژدمی تنها در مناطق محدودی اطراف چاه‌های AZ-101 و AG-140 دارای دمای بالاتر از ۷۰ درجه سانتیگراد می‌باشد و عمده چاه‌های نفتی منطقه در قسمت‌هایی هستند که دمایی پایینتر از ۷۰ درجه سانتیگراد دارد. بنابراین، نهشته شدن رسوبات الیگوسن و میوسن موجب شده است تا سازند کژدمی در اکثر قسمت‌های مورد مطالعه به دمای مناسب جهت زایش نفت برسد و قبل از الیگوسن به علت دمای پایین سنگ منشأ امکان زایش هیدروکربور بسیار کم می‌باشد. همچنین شکل ۳ الف نشان می‌دهد که چاه‌های میدان‌های عظیم نفتی اهواز (AZ-101)، مارون (MN-123)، آغاچاری (AG-140) و پازنان (PZ-17) در دمای ۱۱۰ تا ۱۳۰ درجه سانتیگراد قرار دارند که حداکثر زایش نفت از سنگ منشأ در آنها انتظار می‌رود. میدان‌هایی که در دماهای پایینتر از ۷۰ درجه سانتیگراد قرار دارند، مانند مسجدسلیمان (MS)، آسماری (AS-2) خوین (KZ-1) و دارا (DR-1) میدان‌های هستند که نفت آنها باید از مهاجرت جانبی تامین شده باشد. این نشان می‌دهد با این روش مطالعه می‌توان محدوده یک حوضه‌ی نفتی را به خوبی مشخص کرد و با مطالعات جامع‌تر میدان‌هایی که دارای پتانسیل بالاتری هستند قبل از حفاری مشخص کرد و حتی میزان هیدروکربن تجمع یافته در هر میدان را پیش بینی کرد.



شکل ۳ - الف - نقشه دمای سازند کژدمی در زمان حال (درجه سانتیگراد)؛ ب - نقشه دمای سازند کژدمی در ۳۲ میلیون سال پیش (درجه سانتیگراد)

نتیجه‌گیری

- در منطقه مورد مطالعه رسوبات الیگوسن و جوانتر دارای نرخ نهشته شدن بالایی بوده‌اند.
- سنگ‌شناسی، ضخامت و الگوی گسترش رسوبات الیگوسن در سطح منطقه ویژگی‌های جدیدی را نسبت به رسوبات ماقبل نشان می‌دهد و سنگ مخزن، سنگ پوش و عمده Overburden Rock سیستم نفتی را تشکیل می‌دهند.
- ضخامت و نرخ نهشته شدن رسوبات الیگوسن جوانتر نقش تعیین کننده‌ای در زایش هیدروکربن داشته است.
- مدل بازسازی شده منطقه نشان می‌دهد که تا قبل از الیگوسن امکان زایش نفت بسیار کم بوده است.
- مدل بازسازی شده نشان می‌دهد اکثر میدان‌های عظیم منطقه در قسمتی قرار گرفته‌اند که سازند کزدمی دارای دمای ۱۱۰ تا ۱۳۰ درجه سانتیگراد می‌باشد.

References

- Ala, M.A., Kinghorn, R.R.F., and Rahman, M. (1980) *Organic geochemistry and source rock characteristics of the Zagros petroleum province*, Southwest Iran. *J. Pet. Geol.*, **3**: 16-89.
- Ala, MA. (1982) *Chronology of trap formation and migration of hydrocarbons in Zagros sector of South West Iran*. *Am. Assoc. Pet. Geol. Bull.*, **66**, 1535-1541.
- Bordenave, M.L. (2000) *Zagros domain of Iran*, *Oil & Gas Journal*.
- Bordenave, ML., and Burwood, R. (1990) *Source rock distribution and maturation in the Zagros oeganic belt: Province of Asmari and Bangestan reservoir oil accumulation*. *Org. Geochem.* **16**; 369-387.
- Magoon, L.B., and Dow, W.G. (1994) *The Petroleum system*. In: *The petroleum system from source to trap*: AAPG Memoir **60**. (ed. By L. B. Magoon, and Dow, W.G.).
- James, G.A., and Wynd, J.G., (1965) Stratigraphic nomenclature of Iranian Oil Consortium Agreement Area. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, **49**: 2182-2245.
- Koop, W.J., and Orbell, (1977) Regional chronostratigraphic thickness and facies distribution maps of SW Iran Area (Permian and younger) Geological Report No.1269.
- Koop, WJ., and Stoneley, R., (1982) Subsidence history of the Middle East Zagros basin. *Phios. Trans. R. Soc. London Ser. A* **305**, 149-168.
- Setudehnia, A., (1978) The Mesozoic Sequence in South West Iran and adjacent areas. *J. Pet. Geol.* **1**, 3-42.
- Wapels, D.W., (1980) Time and Temperatur in petroleum formation; application of Lopatin's method to petroleum exploration. *AAPG Bulletin*, **64**(6), 916-926.

افشار حرب، ۱۳۷۴، زمین‌شناسی نفت + دانشگاه پیام نور
مطیعی، همایون، ۱۳۷۴، زمین‌شناسی ایران: زمین‌شناسی نفت زاگرس