

مدل سازی دو بعدی سیستم هیدروکربوری میادین گچساران و بی بی حکیمه

ارسلان زینل زاده*، مربی، پژوهشگاه صنعت نفت

محمد معین پور، مربی، پژوهشگاه صنعت نفت

مسعود شایسته، کارشناس ارشد، شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب

محمد حسین حیدری فرد، کارشناس ارشد، شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب

چکیده

عناصر و فرایندهایی که موجب تشکیل منابع نفتی شده به عنوان سیستم هیدروکربوری شناخته می شود. در این مطالعه مدل سازی حوضه جهت بررسی فرایندهای سیستم هیدروکربوری در میدان های گچساران و بی بی حکیمه در جنوب ایران، مورد استفاده قرار گرفته است. در این مطالعه تاریخچه تدفین و حرارتی دو چاه از میدان گچساران و دو چاه از میدان بی بی حکیمه بازسازی شده است. نمودارهای تاریخچه تدفین چاه های میدان گچساران و بی بی حکیمه، وضعیت پختگی لایه ها را نشان می دهند. سنگ منشأ پابده در چاه های مورد مطالعه به پختگی لازم برای نفت زایی نرسیده و سنگ منشأ کژدمی از زمان میوسن در ابتدای پنجره نفت زایی است (حدود ۵ تا ۶٪ RO). در این مطالعه مقطع ساختمانی از میادین گچساران و بی بی حکیمه با استفاده از مدل سازی دو بعدی حوضه مورد بررسی قرار گرفته و مقاطع دو بعدی دما، پختگی و اشباع شدگی بدست آمده و مسیرهای مهاجرت هیدروکربن تولید شده، از سنگ های منشأ کژدمی و پابده در این میدان ها ترسیم شده است. مدل دو بعدی نشان می دهد، پختگی سنگ منشأ کژدمی در تاقدیس های گچساران و بی بی حکیمه، در ابتدای پنجره نفت زایی و در ناودیس ها در انتهای پنجره نفت زایی واقع شده است. سازندهای پابده و گورپی در تاقدیس های مورد مطالعه، وارد پنجره نفت زایی نشده و در ناودیس ها در پیک زایش نفت قرار دارد. در مقطع مورد مطالعه، بیشترین میزان اشباع شدگی در تاقدیس ها دیده می شود. هیدروکربن تولید شده از سازند کژدمی، عمدتاً نفت همراه با مقادیر کمتری گاز بوده است. این هیدروکربن درون سازندهای ایلام و سروک به سمت تاقدیس ها مهاجرت کرده است. در بالای تاقدیس ها میزان اشباع شدگی و ستون نفتی افزایش یافته و هیدروکربن از درون سازندهای پابده و گورپی عبور کرده و به سازند آسماری رسیده است. از سازند پابده در ناودیس ها نفت و به نسبت کمتری، گاز تولید شده و درون سازند آسماری به سمت تاقدیس ها مهاجرت کرده است.

واژه های کلیدی: مدل سازی حوضه، سیستم نفتی، میدان گچساران، میدان بی بی حکیمه

مقدمه

منابع هیدروکربنی، حاصل فرایندها و عناصری است که در زمان زمین شناسی موجب تشکیل، مهاجرت و تجمع هیدروکربن شده‌اند. جهت شناخت و اکتشاف یک ذخیره نفتی لازم است، نخست، عناصر و فرایندهای شکل‌گیری هیدروکربور مطالعه شود. این فرایندها شامل: فرایند نفت‌زایی، مهاجرت و تجمع هیدروکربن است که مدل‌سازی حوضه، روش مناسبی برای بررسی این فرایندها است (Hantschel and Kauerauf 2009; Hunt 1995) است (Magoon and Dow; 1994).

مدل‌سازی حوضه، شامل تئوری‌ها، معادلات و محاسبات زیادی است و با بازسازی رسوب‌گذاری لایه‌ها در طول زمان زمین‌شناسی، فرایندهای نفت‌زایی از سنگ منشأ، مهاجرت اولیه و ثانویه و تجمع هیدروکربن در سنگ مخزن را شبیه‌سازی می‌کند. مدل‌سازی حوضه با استفاده از نرم‌افزارهای مدل‌سازی امکان‌پذیر است. این نرم‌افزارها بر اساس تئوری‌های مختلف هستند که در طی سال‌ها به دست آمده و به شکل روابط و معادلات در قالب برنامه کامپیوتری ارائه شده‌اند و معمولاً در مدت زمان اندک و صرف هزینه کمتر نسبت به دیگر روش‌های مطالعه، قابل استفاده هستند. کاربرد مدل‌سازی حوضه در سال‌های اخیر گسترش قابل توجهی داشته و مطالعات مختلفی در شرکت‌های نفتی با استفاده از نرم‌افزارهای مدل‌سازی انجام شده است. روش مدل‌سازی حوضه در مطالعه مناطق نفت‌خیز ایران مورد توجه قرار گرفته و در مقالاتی استفاده شده است (Bordenave and Rudkiewicz et al. 2007; Bordenave and Bordenave 2008; Hegre 2005; Hegre 2010، زینل‌زاده ۱۳۸۹).

در مدل‌سازی حوضه، تاریخچه تدفین و تاریخچه حرارتی سازندها بازسازی شده و با استفاده از مدل به دست آمده، سرگذشت هیدروکربن شبیه‌سازی می‌شود. داده‌های ورودی مدل‌سازی حوضه، دربرگیرنده پارامترهای زیادی از جمله گرادیان حرارتی، زمان زمین‌شناسی، نوع مواد آلی و جنس سنگ‌ها است.

مدل‌سازی حوضه در قالب‌های یک بعدی، دو بعدی و سه بعدی انجام می‌شود. در مدل‌سازی یک بعدی، اغلب از داده‌های یک چاه نفت یا گاز استفاده می‌شود و فرایند نفت‌زایی از سنگ منشأ، در یک بعد شبیه‌سازی می‌شود. (Makhous and Galushkin 2005). برای مدل‌سازی دو بعدی، از مقاطع زمین‌شناسی^۱ یا مقاطع لرزه‌ای استفاده می‌شود (Ungerer et al. 1990) و علاوه بر مدل‌سازی فرایند نفت‌زایی، مسیرهای مهاجرت و تجمع هیدروکربن را در دو بعد بازسازی می‌کند. در مدل‌سازی سه بعدی، از داده‌های عمق و ضخامت لایه‌ها استفاده می‌شود و شبیه‌سازی فرایندهای نفت‌زایی، مهاجرت و تجمع هیدروکربن را در سه بعد انجام می‌دهد (Schneider et al. 2000).

در مدل‌سازی سناریوهای مختلف مقایسه شده و مناسب‌ترین سناریو انتخاب می‌شود. در این مطالعه، نتایج بدست آمده از مدل با داده‌های آزمایشگاهی حاصل از مطالعات قبلی و شناخت موجود از منطقه مقایسه شده و صحیح‌ترین سناریو بدست آمده است.

این مطالعه، با استفاده از روش مدل‌سازی یک بعدی و دوبعدی و با هدف بررسی فرایندهای سیستم نفتی در میدان گچساران و بی‌بی‌حکیمه انجام شده و جهت این کار از نرم

¹ - Cross section

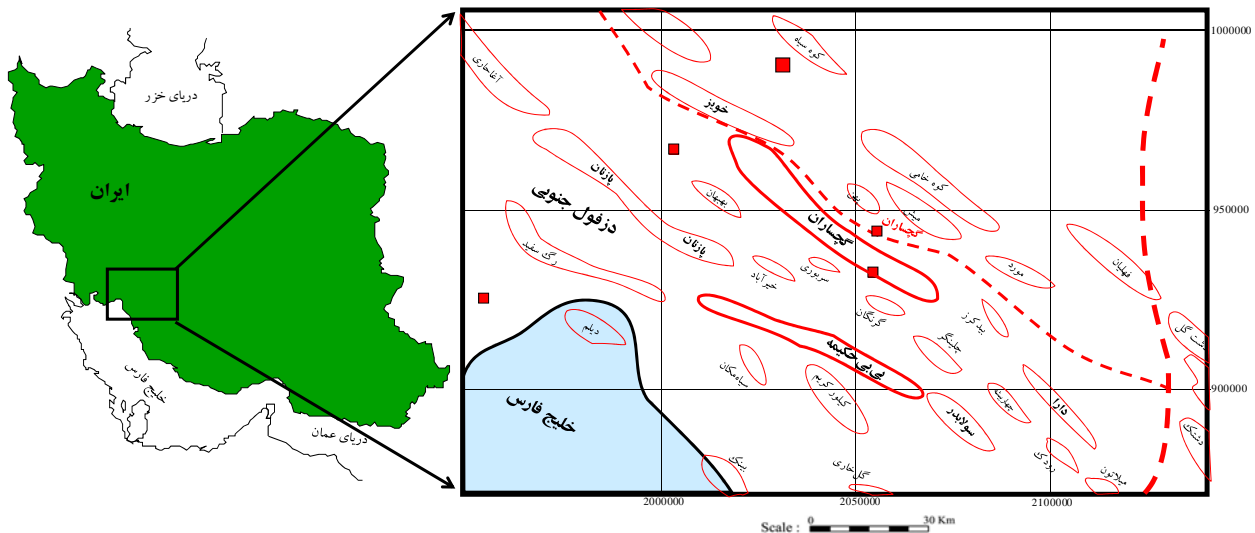
جنوب شرق است (Blanc et al. 2003). میدان های مورد مطالعه در جنوب شهرستان گچساران و در استان کهگیلویه و بویراحمد قرار دارند و از بزرگترین میدانی نفتی ایران هستند.

رخنمون سطحی تاقدیس بی بی حکیمه، سازندهای بختیاری، آغا جاری و سازند میشان می باشد. در ساختمان بی بی حکیمه، سازند آسماری مخزن اصلی و سروک دومین مخزن این میدان می باشد (مطیعی ۱۳۷۴).

افزار Temis2D نسخه ۴/۰/۴ سال ۲۰۰۶ در پژوهشگاه صنعت نفت استفاده شده است.

زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

میدان های گچساران و بی بی حکیمه در فروافتادگی دزفول جنوبی واقع شده اند (شکل ۱). که بخش چین خورده زاگرس است. چین خوردگی زاگرس عمدتاً در زمان پلیوسن - الیگوسن رخ داده و فروافتادگی دزفول در برگیرنده تاقدیس هایی با جهت یافتگی شمال غرب -



شکل ۱- موقعیت میدانهای گچساران و بی بی حکیمه

سازند کزدمی با سن آلبین و سازند پابده با سن ائوسن میانی تا الیگوسن ابتدایی، سنگ منشأ اصلی در فروافتادگی دزفول هستند و سیستم نفتی کرتاسه میانی تا میوسن ابتدایی را تشکیل داده اند (Bordenave and Hegre 2005). هیدروکربن این سیستم نفتی عمدتاً در سازندهای آسماری و سروک تجمع یافته و پوش سنگ اصلی منابع هیدروکربنی سازند گچساران است. مطالعات مختلف

میدان گچساران دارای طول تقریبی ۶۵ کیلومتر و حداکثر عرض آن در انتهای جنوب شرقی میدان، ۹ کیلومتر می باشد. این میدان دارای ستون نفتی به ضخامت ۲۱۶۵ متر می باشد. مخزن اصلی، سازند آسماری است و دومین مخزن این میدان، سازند سروک از گروه بنگستان و مخزن سوم، مخزن گازی فهلیان است (مطیعی ۱۳۷۴).

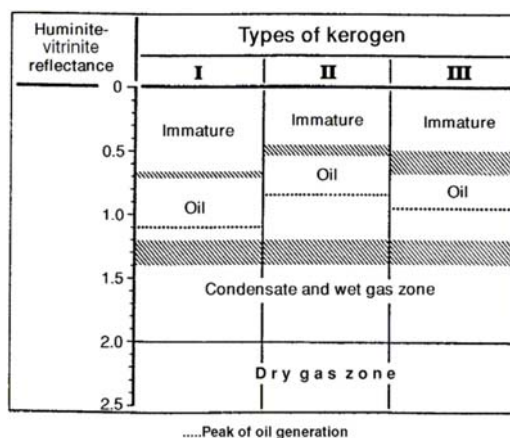
در این مطالعه، از تقسیم‌بندی Tissot و Welte برای مشخص کردن محدوده پنجره نفت‌زایی و گاززایی استفاده شده است (شکل ۲). از آنجا که کروژن موجود در سازند کژدمی عموماً از نوع دوم است (Bordenave and Hegre 2010)، بر اساس تقسیم‌بندی مورد استفاده، محدوده پنجره نفت‌زایی از ۰/۵ تا ۱/۳ درصد انعکاس ویتترینایت و پیک فرایند نفت‌زایی ۰/۸۵ درصد انعکاس ویتترینایت در نظر گرفته شده است (شکل ۲).

ژئوشیمیایی با استفاده از بایومارکرها و ایزوتوپ نشان داده، نفت مخازن آسماری عمدتاً از سنگ منشأ کژدمی و پابده است (Bordenave and Burwood Ala et al. 1980). (Bordenave 2002; 1995).

روش مطالعه

مواد آلی سنگ منشأ، با افزایش میزان پختگی وارد پنجره نفت‌زایی و گاززایی شده و نفت و گاز بوجود می‌آید. برای بیان وضعیت پختگی مواد آلی در فرایند نفت‌زایی، از انعکاس ویتترینایت استفاده می‌شود که نسبت، شدت نور منعکس شده به شدت نور تابیده شده از ماسرال ویتترینایت می‌باشد و برای مواد آلی جامد این پدیده توسط میکروسکوپ از روی یک مقطع کاملاً صیقلی شده اندازه‌گیری می‌شود اما در مدل‌سازی با استفاده از محاسبه مقدار آن بدست می‌آید.

شکل ۲- محدوده‌های هیدروکربن‌زایی برای کروژن‌های مختلف (Tissot and Welte 1984).



مخزن تشکیل می‌شود (Allen and Allen 2005). همچنین ممکن است هیدروکربن به سطح زمین راه پیدا کرده و تشکیل چشمه‌های نفتی را دهد. این فرایند در طی میلیون‌ها سال رخ داده و با استفاده از مدل‌سازی، مسیر مهاجرت هیدروکربن از سنگ منشأ تا محل‌های تجمع،

نفت پس از تشکیل، از سنگ منشأ خارج می‌شود. این فرایند با نام مهاجرت اولیه شناخته می‌شود. هیدروکربن خارج شده از سنگ منشأ، طی مهاجرت ثانویه، از لایه‌های مختلف عبور کرده و تجمع اقتصادی هیدروکربن در سنگ

محاسبه شده، ترسیم شده است (شکل ۳). در این نمودار محور پختگی در مقیاس لگاریتمی نمایش داده شده و میزان پختگی، با استفاده از دو روش IFP و Easy Ro محاسبه شده است.

در چاه گچساران-۸۳، سازندهای میشان تا سازند فهلیان حفاری شده است. در شکل ۳ نمودار پختگی حاصل از مدل سازی، همراه با داده های انعکاس ویتربینایت دیده می شود. داده های انعکاس ویتربینایت اندازه گیری شده در سازندهای گچساران، آسماری، پابده، گورپی و کژدمی تطابق خوبی با نتیجه بدست آمده از مدل سازی نشان می دهد. اختلاف نمودار پختگی مدل سازی با داده های آزمایشگاهی، در بیشتر موارد، کمتر از ۰/۰۵٪ انعکاس ویتربینایت بوده و جهت کار مدل سازی قابل قبول است.

دو اندازه گیری از سازند فهلیان، پختگی در حد ۰/۰۹٪ انعکاس ویتربینایت را نشان می دهد. در حالی که نتیجه بدست آمده از مدل سازی، ۰/۶۵٪ و ۰/۰۶٪ انعکاس ویتربینایت را نشان می دهد. با توجه به اینکه داده های موجود از سازند فهلیان، محدود به دو نمونه است و پختگی این دو نمونه، دارای اختلاف حدود ۰/۳٪ با داده های اندازه گیری شده در سازند کژدمی است، نمی توان به درستی داده های پختگی سازند فهلیان اطمینان داشت. از طرف دیگر چون سازند فهلیان سنگ منشأ نیست، میزان پختگی آن در نتایج بدست آمده، تاثیر گذار نیست. میزان پختگی سازند کژدمی در چاه گچساران ۸۳ بین ۰/۵۵ تا ۰/۶ درصد انعکاس ویتربینایت است (شکل ۴).

چاه گچساران-۲۲۷، در برگیرنده سازندهای گچساران تا سازند سورمه است. میزان پختگی سازندها در این چاه با استفاده از مدل سازی بدست آمده که نشان می دهد، سازند پابده به پختگی نفت زایی نرسیده و سازند کژدمی در

شبه سازی می شود. مهمترین نیروی درگیر در مهاجرت ثانویه، نیروی ارشمیدوس^۱ می باشد که حاصل اختلاف جرم حجمی سیالات درون خلل و فرج سنگ ها است (Hantschel and Kauerauf 2009).

داده های مورد نیاز مدل سازی دو بعدی را می توان از مقاطع لرزه ای و ساختمانی، همچنین مطالعه رخنمون ها برداشت نمود. در این مطالعه مقطع زمین شناسی با استفاده از نقشه زمین شناسی منطقه (Setudehnia and Perry 1966) و داده های چینه شناسی از گزارش چاه های دو میدان گچساران و بی بی حکیمه بازسازی شده است. داده های مدل سازی یک بعدی از گزارش تکمیلی چاه ها استخراج شده است. اطلاعات مورد استفاده شامل داده های سن زمین شناسی، سنگ شناسی، گرادیان حرارتی، دمای سازندها و داده های ژئوشیمیایی آلی است. همچنین در این مطالعه جهت اطمینان از درستی نتایج مدل سازی، داده های انعکاس ویتربینایت اندازه گیری شده در آزمایشگاه، با نتایج مدل سازی مقایسه شده است. جهت این کار از داده های انعکاس ویتربینایت چاه گچساران ۸۳ در گزارش Burwood استفاده شده است (Burwood 1978).

بحث

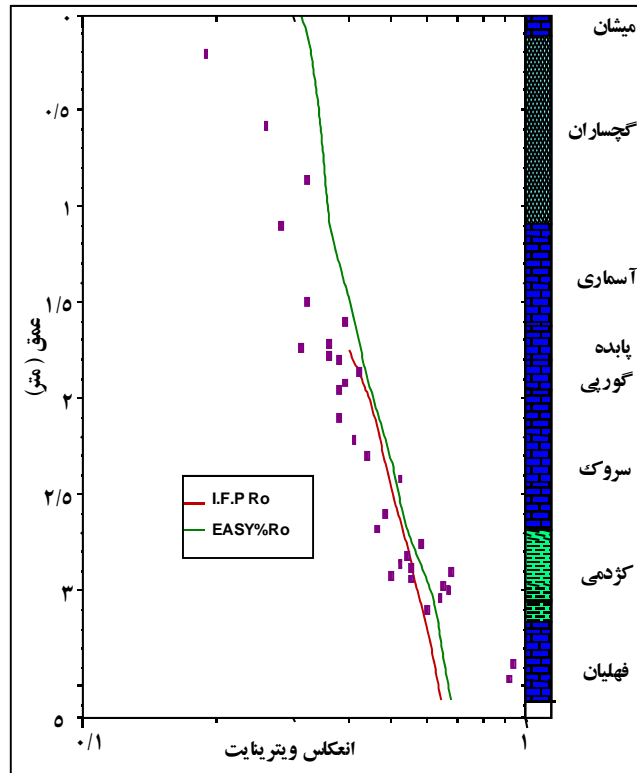
در این مقاله مدل سازی یک بعدی چاه های گچساران ۸۳ و ۲۲۷ و بی بی حکیمه ۴۸ و ۹۱ انجام شده است. در چاه های میدان گچساران سازند آجاجاری دیده نمی شود و با توجه به ضخامت منطقه ای سازند آجاجاری، یک زون فرسایشی برای سازند آجاجاری به ضخامت ۵۰۰ متر در این چاه ها در نظر گرفته شده است. براساس مدل بدست آمده از داده های چاه گچساران ۸۳-، نمودار پختگی

¹ - Buoyancy

نفت‌زایی نشده و سنگ منشأ کژدمی، در میوسن وارد پنجره نفت‌زایی شده و شروع به نفت‌زایی کرده است. این سازند هنوز در ابتدای پنجره نفت‌زایی قرار دارد

پختگی حدود ۰/۵ درصد انعکاس ویتربایت است (شکل ۴).

از نتایج مدل‌سازی یک بعدی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که، سازند پابده در چاه‌های گچساران، وارد پنجره



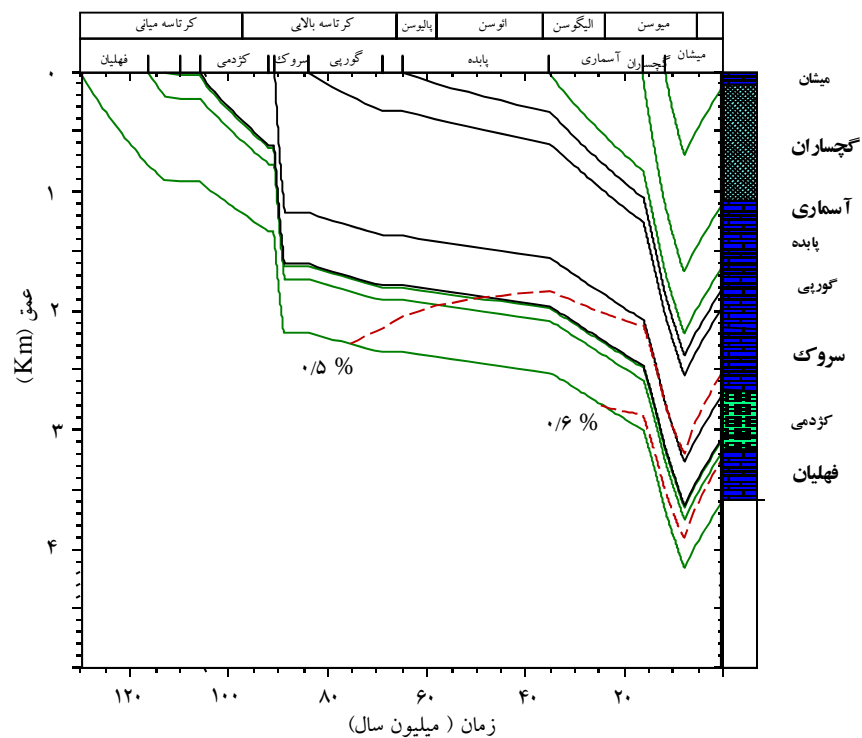
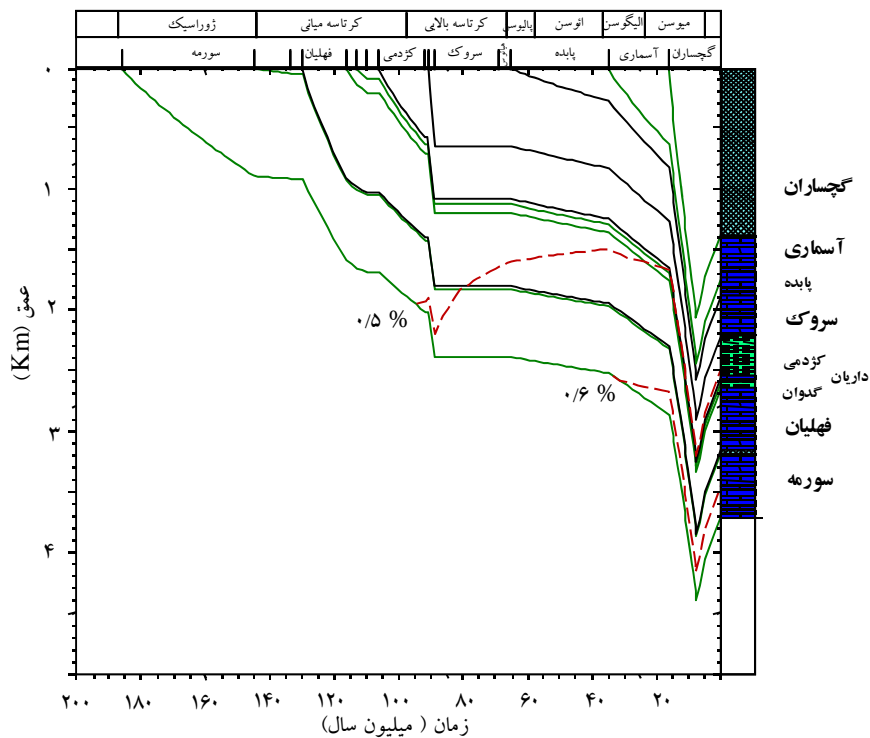
شکل ۳- نمودار پختگی در مقابل عمق چاه گچساران ۸۳. خطوط نتایج بدست آمده از مدل‌سازی حوضه و نقاط پختگی سازندها از مطالعه Burwood است (Burwood 1978).

از نتایج مدل‌سازی یک بعدی می‌توان نتیجه گرفت که در چاه‌های میدان بی‌بی‌حکیمه، سنگ منشأ پابده، وارد پنجره نفت‌زایی نشده (پختگی کمتر از ۰/۵ درصد انعکاس ویتربایت) و سازند کژدمی، در میوسن وارد پنجره نفت‌زایی شده و در ابتدای پنجره نفت‌زایی قرار دارد.

نمودارهای تاریخچه تدفین در چاه‌های گچساران و بی‌بی‌حکیمه افزایش نرخ رسوبگذاری همزمان با نهشته شدن سازندهای سروک و گچساران را نشان می‌دهند (شکل‌های ۴ و ۵).

در چاه بی‌بی‌حکیمه-۴۸، پنجره نفت‌زایی، شامل سنگ‌های منشأ کژدمی و پابده نیست (شکل ۵). میزان پختگی مواد آلی سازندها، در چاه بی‌بی‌حکیمه-۹۱ کمی بیشتر است که عمدتاً حاصل عمق تدفین بیشتر سازندها در چاه بی‌بی‌حکیمه-۹۱ است (شکل ۵). در این چاه سازند پابده وارد پنجره نفت‌زایی نشده و سازند کژدمی با پختگی حدود ۰/۶ درصد انعکاس ویتربایت، در ابتدای پنجره نفت‌زایی است و سازندهای فهلیان و سورمه، در وضعیت پختگی حدود ۰/۷ درصد انعکاس ویتربایت قرار دارند.

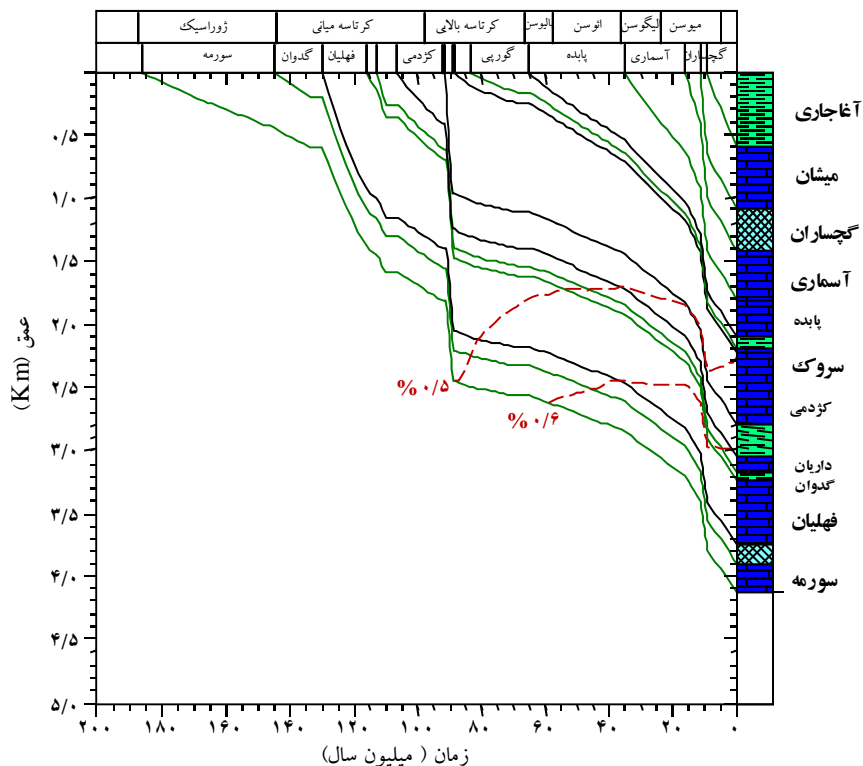
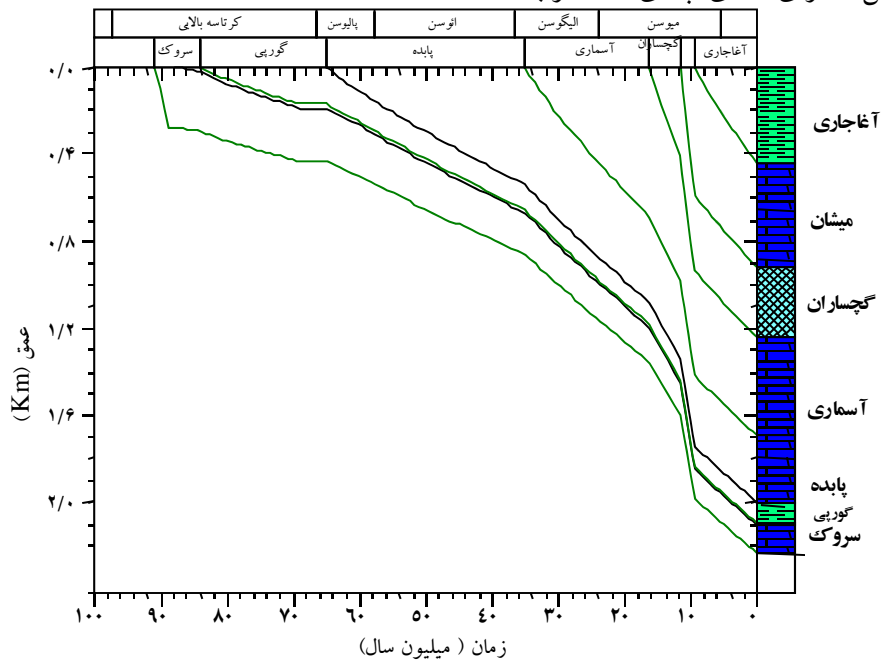
مقطع مورد مطالعه در مدل سازی دو بعدی، شامل بی بی حکیمه، گرنگان و گچساران است (شکل ۶). سازندهای بختیاری تا گروه خامی و تاقدیس های



شکل ۴ - تاریخچه تدفین چاه گچساران ۲۲۷ (بالا) و چاه گچساران ۸۳ (پایین).

سانتیگراد است که به سمت یال‌ها دما افزایش پیدا می‌کند، به گونه‌ای که دما به بالای ۱۰۰ درجه سانتیگراد می‌رسد. این وضعیت، در تاقدیس گچساران نیز دیده می‌شود.

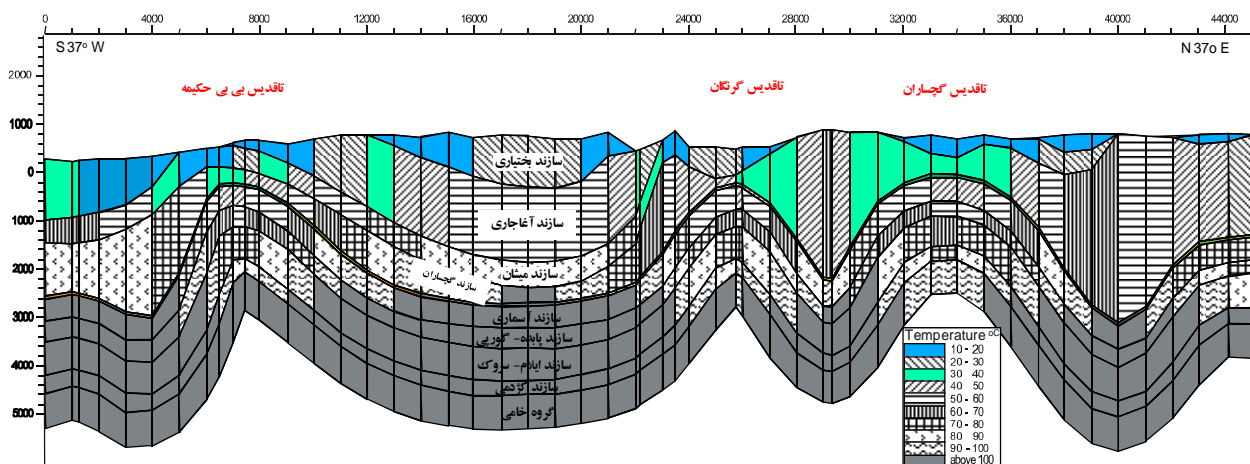
در شکل ۶ مقطع دمای بدست آمده از مدل‌سازی دوبعدی نشان داده شده، همانگونه که در شکل دیده می‌شود، مخزن آسماری در میدان بی‌بی‌حکیمه، در قسمتهای بالای تاقدیس، دارای دمای بالای ۴۰ درجه



شکل ۵ - تاریخچه تدفین چاه بی‌بی حکیمه ۴۸ (بالا) و چاه بی‌بی حکیمه ۹۱ (پایین).

گچساران، کمترین دمای گروه بنگستان بالای ۶۰ درجه سانتیگراد است. همانگونه که در مقطع شکل ۶ دیده می شود، سازند کژدمی، در بیشتر قسمت های مقطع، در دمای بالای ۷۰ درجه سانتیگراد قرار دارد.

دمای مخزن بنگستان (ایلام - سروک) در میدان بی بی حکیمه، بین ۷۰ تا بالای ۱۰۰ درجه سانتیگراد تغییر می کند که کمترین دما، در خط راس تاقدیس دیده می شود و به سمت یال ها دما افزایش می یابد. در میدان

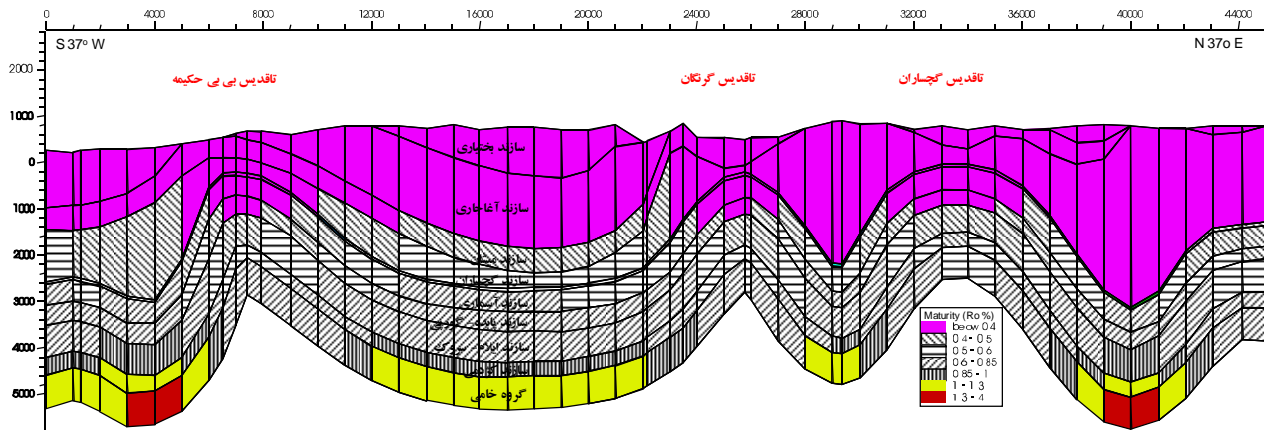


شکل ۶- مقطع دوبعدی دمای سازندها بر حسب درجه سانتیگراد

می دهد، سازند کژدمی در تمام قسمت های مقطع، در پنجره نفت زایی واقع شده، در تاقدیس ها در ابتدای نفت زایی و در ناودیس ها در حداکثر هیدروکربن زایی قرار دارد (شکل ۷).

در شکل ۷، مقطع دو بعدی همراه با میزان پختگی سازندها نشان داده شده است. بر اساس نتایج بدست آمده، سازندهای پابده و گورپی در تاقدیس ها، دارای پختگی کمتر از ۰/۴ درصد انعکاس ویترنایت و پختگی ۰/۶۵ تا ۰/۸۵ درصد انعکاس ویترنایت در ناودیس ها است. به عبارت دیگر سازند پابده در ناودیس ها، در پنجره نفت زایی قرار گرفته و در تاقدیس های گچساران و بی بی حکیمه به پنجره نفت زایی نرسیده است (شکل ۷).

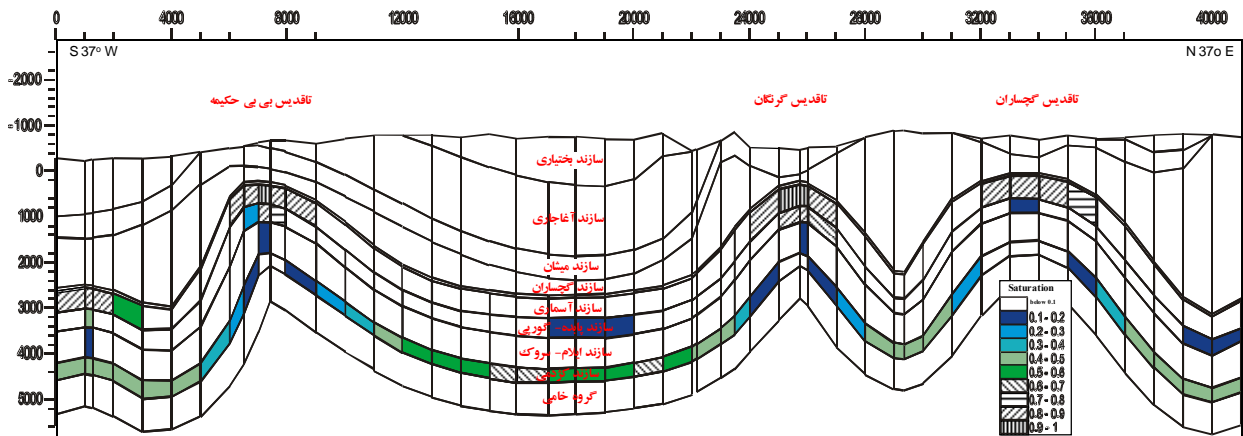
سازند کژدمی، در تاقدیس ها، دارای پختگی ۰/۵ تا ۰/۶ درصد انعکاس ویترنایت و در ناودیس ها، دارای پختگی ۰/۸۵ تا ۱ درصد انعکاس ویترنایت است. این مقطع نشان



شکل ۷- مقطع دوبعدی پختگی سازندها بر حسب درصد انعکاس و پتری نایت.

پابده افزایش نشان می دهد و به سمت تاقدیس ها از میزان اشباع شدگی کاسته شده است. میزان اشباع شدگی سازند کژدمی در ناودیس بین تاقدیس های بی بی حکیمه و گرنگان تا حد ۰/۶ تا ۰/۷ است. سازند پابده در این ناودیس دارای اشباع شدگی ۰/۱ تا ۰/۲ است. میزان اشباع شدگی در سنگ مخزن آسماری و مخزن بنگستان تاقدیس ها، بیشتر از سایر قسمت های مقطع است. این وضعیت در میدان گچساران و بی بی حکیمه دیده می شود. میزان اشباع شدگی از هیدروکربن در قسمت های بالایی این تاقدیس ها تا بیش از ۰/۹ است (شکل ۸).

مقطع دو بعدی اشباع شدگی (شکل ۸)، درصد هیدروکربن در سیالات پرکننده تخلخل را نشان می دهد. اشباع شدگی بالا، مکان های تجمع هیدروکربن را نشان می دهد که مناسب برای حفاری های اکتشافی یا مخازن شناخته شده می باشند. با تولید هیدروکربن از مواد آلی سنگ منشأ، میزان هیدروکربن در سنگ منشأ افزایش می یابد و پس از رسیدن اشباع شدگی به آستانه خروج، هیدروکربن از سنگ منشأ خارج می شود. همانگونه که در شکل ۸ دیده می شود در سنگ های منشأ کژدمی و پابده، اشباع شدگی از هیدروکربن دیده می شود. در قسمت های ناودیسی، میزان اشباع شدگی سنگ های منشأ کژدمی و



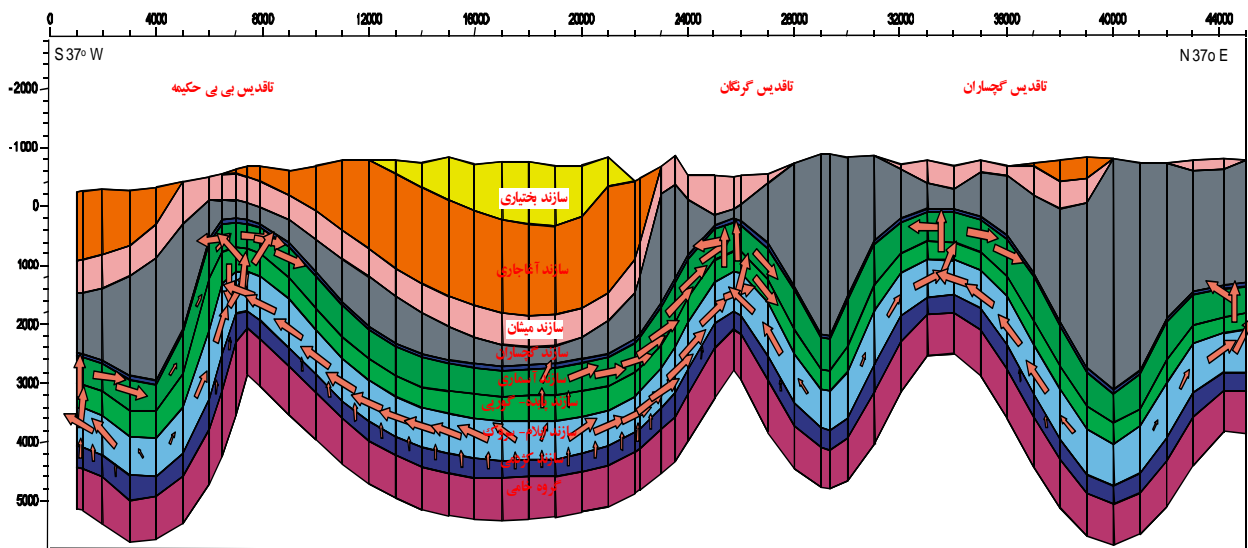
شکل ۸- مقطع دوبعدی اشباع شدگی سازندها.

موقعیت سازند آسماری، در زیر سازند گچساران تجمع یافته است.

بر روی سازند آسماری، سازند گچساران واقع شده که از انیدریت، ژئپس و لایه های نمک تشکیل شده و خاصیت پلاستیکی قابل توجهی نسبت به دیگر سنگ ها دارد. خواص پلاستیکی انیدریت، ژئپس و به خصوص نمک، موجب شده شکاف ها و گسل هایی که در سازند گچساران وجود دارند، عموماً غیر تراوا باشند. با وجود اینکه چشمه های نفتی در بعضی مناطق نشان دهنده عبور مقداری هیدروکربن از سازند گچساران است اما این سازند حجم عظیمی از نفت را محبوس کرده است.

در یال جنوب غرب تاقدیس بی بی حکیمه و گرنگان، مسیر مهاجرت دیگری در سازند آسماری دیده می شود (شکل ۹)، که از محور خمش ناودیس منشأ گرفته است. در این قسمت ها، سازند پابده به نفت زایی رسیده و مخزن آسماری را تغذیه کرده است.

همانگونه که در شکل ۹ دیده می شود، هیدروکربن پس از تولید از سازند کژدمی، وارد سازندهای سروک و ایلام شده است. هیدروکربن به علت سبکتر بودن نسبت به سیالات درون سنگ منشأ، که عمدتاً آب است، به سمت اعماق کمتر حرکت کرده، وارد سازندهای ایلام و سروک شده و چون این سازندها تراوایی بیشتری نسبت به سازندهای پابده-گورپی دارند هیدروکربن ترجیحاً در طول این سازندها به سمت اعماق کمتر و خط راس تاقدیس حرکت کرده است. هیدروکربن پس از مهاجرت، درون سازندهای ایلام و سروک، موجب افزایش اشباع شدگی در بالاترین نقطه تاقدیس شده است. افزایش میزان اشباع شدگی همراه با افزایش ستون نفتی، نیروی رانش بیشتری به سمت بالا را موجب شده است. افزایش نیروی رانش و وجود شکاف های حاصل از چین خوردگی در خط راس تاقدیس ها، موجب مهاجرت عمودی هیدروکربن شده، هیدروکربن از سازندهای پابده و گورپی عبور کرده و وارد سازند کربناته آسماری شده است. هیدروکربن، در بالاترین



شکل ۹- مقطع دوبعدی مهاجرت هیدروکربن.

نتایج

در مقطع دو بعدی پختگی، سازند کژدمی در تاقدیس‌ها در ابتدای پنجره نفت‌زایی و در ناودیس‌ها در انتهای پنجره نفت‌زایی واقع شده است. سازندهای پایده و گورپی در تاقدیس‌ها، وارد پنجره نفت‌زایی نشده و در ناودیس‌ها در پیک زایش نفت قرار دارد و در مقطع دو بعدی اشباع شدگی، بیشترین میزان اشباع شدگی در تاقدیس‌ها دیده می‌شود.

در مقطع دو بعدی مهاجرت، هیدروکربن پس از زایش از سازند کژدمی، درون سازندهای ایلام و سروک به سمت تاقدیس‌ها مهاجرت کرده است. در بالای تاقدیس میزان اشباع شدگی و ستون نفتی افزایش یافته است و هیدروکربن از درون سازندهای پایده و گورپی عبور کرده و به سازند آسماری رسیده است. مقداری هیدروکربن از سازند پایده در ناودیس‌ها تولید شده و درون سازند آسماری به سمت تاقدیس‌ها مهاجرت کرده است.

نتایج بدست آمده نشان می‌دهد، پارامترهای پختگی، دما و مسیرهای مهاجرت هیدروکربن تا حد زیادی با شکل

در این مطالعه، با استفاده از نرم افزار مدل‌سازی حوضه، مدل یک بعدی و دو بعدی در میدان‌های گچساران و بی‌بی حکیمه بدست آمده است. تاریخچه تدفین، برای ۲ چاه میدان گچساران و ۲ چاه میدان بی‌بی حکیمه بازسازی شده که نشان می‌دهد، سازند پایده در چاه‌ها به پختگی لازم برای نفت‌زایی نرسیده و سازند کژدمی، با پختگی حدود ۵/۶ تا ۶ درصد انعکاس ویترنایت از زمان میوسن در ابتدای پنجره نفت‌زایی است.

با استفاده از مدل‌سازی دو بعدی، مقاطع دو بعدی دما، پختگی، اشباع شدگی و مسیرهای مهاجرت هیدروکربن بدست آمده است. در مقطع دوبعدی دما، سازند آسماری در قسمت‌های بالای تاقدیس‌ها، دارای دمای ۴۰ تا ۵۰ درجه سانتیگراد و در ناودیس‌ها به دمای بالای ۱۰۰ درجه سانتیگراد می‌رسد. مخزن بنگستان در بالای تاقدیس، دمای ۷۰ تا ۸۰ درجه سانتیگراد و به سمت ناودیس به دمای بالای ۱۰۰ درجه سانتیگراد می‌رسد.

during the Mesozoic–Cenozoic. Geological Society, London, Special Publications v. 330.

7- 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.

8- 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 Palaeozoic petroleum system: J. of Pet. Geol., v. 31, p.3-42.

9- Bordenave, M.L., and J.A. Hegre, 2005, The influence of tectonics on the entrapment of oil in the Dezful Embayment, Zagros fold belt, Iran: Jou. of Pet. Geol., v. 28, p. 339-368.

10- Bordenave, M.L., and R. Burwood, 1995, The Albian Kazhdumi Formation of the Dezful Embayment, Iran: one of the most efficient petroleum generating systems, in Petroleum source rocks series: case book in Earth Sciences, Katz, B.J., (Ed.): Springer Verlag, Heidelberg, p. 183-207.

11- Burwood, M.L., 1978, well Gachsaran 83 source rock potential evaluation and characterization, Oil Service Company of Iran, Technical note No. 17/1978.

12- Hantschel, T., and A. Kauerauf, 2009, Fundamentals of Basin and Petroleum Systems Modeling: Springer-Verlag, 425p.

13- Hunt, J. M., 1995, Petroleum geochemistry and geology: 2nd (Ed.), New York, Freeman.

14- Magoon, L.B., and W.G. Dow, eds., 1994, The Petroleum System from Source to Trap, AAPG Memoir 60.

15- Makhous, M., and Yu.I. Galushkin, 2005, Basin analysis and modeling of the burial, thermal

هندسی ساختارها تغییر کرده است که نشان دهنده نقش چین خوردگی همراه با رسوبگذاری در سیستم نفتی است.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از پژوهش و فناوری و زمین شناسی بنیانی شرکت ملی مناطق نفت خیز جنوب که امکان انجام این تحقیق را فراهم نمودند تشکر می شود. همچنین از همکاری آقای احمد چیت فروش در مراحل مختلف پروژه قدردانی می شود.

منابع

۱- مطیعی، ه.، ۱۳۷۴، زمین شناسی ایران، زمین شناسی نفت زاگرس، انتشارات سازمان زمین شناسی کشور، ۱۰۰۹ ص.

۲- زینل زاده، ا.، ن. افتخاری، م. تولایی و ج. هنرمند، ۱۳۸۹ مدل سازی حرارتی یک بعدی رخنمون های سطحی، مثالی از کوه خامی و کوه میش، پژوهش نفت، ش ۶۱، ص ۸۶-۷۷.

3- 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. of Pet. Geo., v. 3, p. 61-89.

4- Allen, P.A., and J.R. Allen, 2005, Basin analysis, principles and applications: 2nd ed., New Jersey Wiley-Blackwell, 500 p.

5- Blanc E.J.P., M.B. Allen, S., Inger, and H., Hassani, 2003, Structural styles in the Zagros Simple Folded Zone, Iran: J. of the Geo. Soc., v. 160, pp. 401-412.

6- Bordenave, M. L., and J. A., Hegre, 2010, Current distribution of oil and gas fields in the Zagros Fold Belt of Iran and contiguous offshore as the result of the petroleum systems. In: P. Leturmy, and C. Robin, (Eds.) Tectonic and Stratigraphic Evolution of Zagros and Makran

- Offshore: Oil and Gas Science and Technology, Rev. IFP, v. 55, p. 3-13.
- 18- Setudehnia J.T. and J.T. OB Perry, 1966, Gachsaran geological completion map, 1/100,000 series, Sheet No. 20841.
- 19- Tissot, B.P., and O.N. Welte, 1984, Petroleum Formation and Occurrence: Berlin, Springer-Verlag, 233 p.
- 20- Ungerer, P., J. Burrus, B. Doligez, P. Y. Chenet, and F. Bessis, 1990, Basin evaluation by integrated two-dimensional modeling of heat transfer, fluid flow, hydrocarbon generation and migration: AAPG Bull., v. 74, p. 309-335.
- and maturation histories: Editions Technip, p. 394.
- 16- Rudkiewicz, J.L., S. Sherkati, and J. Letouzey, 2007, Evolution of Maturity in Northern Fars and in the Izeh Zone (Iranian Zagros) and Link with Hydrocarbon Prospectivity. In: O., Lacombe, J. Lave, F. Roure, and Verges J., (Eds.), Thrust Belts and Foreland Basins, Springer, p. 1-17.
- 17- Schneider, F., S. Wolf, I. Faille, and D. Pot, 2000, A 3D Basin Model for Hydrocarbon Potential Evaluation: Application to Congo

