

ارزیابی سیستمهای نفتی کرتاسه میانی تا میوسن آغازین و دورنمای آن در محدوده ناحیه زاگرس ایران

آبنا بیجاری پور

چکیده

تجمع حیرت انگیز میدان نفتی عظیم در ناحیه، فروافتادگی دزفول با وسعت ۵۰ هزار کیلومتر مربع، موجب تولید ۴۰۰ میلیارد بشکه نفت در جا از مخازن آهکی آسماری (میوسن آغازین) و سروک (سنومانین) گردیده است که به عبارتی ۷٪ ذخائر نفت جهان را در بر می گیرد.

بر پایه روش مدل سازی سازندهای کژدمی و پایده یک تا ۱۰ میلیون سال پس از چین خوردگی زاگرس شروع به نفت زایی می کنند. بنابراین مهاجرت تقریباً به صورت عمودی در تاقدیسهای مرتفع به شدت شکسته شده رخ می دهد. گسترش سنگ منشاء، ضخامت، مشخصات و وضعیت بلوغ آن جهت پیش بینی وضعیت نفت زایا گاززا بودن یک ساختمان حفاری نشده و اینکه میزان حجم نفت در جا چقدر خواهد بود، مورد استفاده قرار می گیرد.

مقدمه

دامنه های زاگرس سیستمی از تاقدیسهای متقارن بزرگ پشت نهنگی هستند که در نتیجه کوه زایی اواخر میوسن تا پلیوسن به وجود آمده اند و شامل دو ناحیه بالا آمده لرستان تا شمال (جایی که تاقدیسه عمیقاً قطع شده اند) و فارس تا جنوب هستند.

در این بین یک ناحیه فروافتاده ۵۰ هزار کیلومتر مربعی به عنوان فروافتادگی دزفول در برگیرنده ۴۵ میدان نفتی که اکثراً همراه با کلاهک گازی هستند، واقع گردیده است (شکل-۱). چندین میدان نظیر آغاچاری، اهواز، بی بی حکیمه، گچساران، منصور، مارون و رگه سفید به عنوان فوق العاده نفتخیز شامل ۱۰ تا ۵۰ میلیارد بشکه نفت در جا شناخته شده اند.

در حدود ۹۸٪ نفت در جا یا به عبارتی ۲۵۰ میلیارد بشکه نفت و بیش از ۲۰۰ TCF گازهای همراه در دو مخزن آهک آسماری (شکل-۲) (به ضخامت ۵۰۰-۳۰۰ متر و سن میوسن آغازی که شدیداً در اکثر نواحی مورد مطالعه متخلخل و توسط تبخیریهای گچساران به خوبی پوشیده شده) و آهکهای سروک "سنومانین و تورونین آغازی" (با ضخامت زیاد بیش از ۱۰۰۰ متر اما متخلخل در برخی نواحی دارای رخساره های پراثرژی پلاتفرمی که توسط مارلهای ضخیم پایده و گورپی پوشیده می شود)، به دام افتاده است. در اکثر میدانی که به شکل تاقدیسهای برجسته و متقارن هستند، مخازن آسماری و سروک در نتیجه شکستگی شدید مارلهای پایده و گورپی (در بخش قله تاقدیس) دارای ارتباط داخلی هستند.

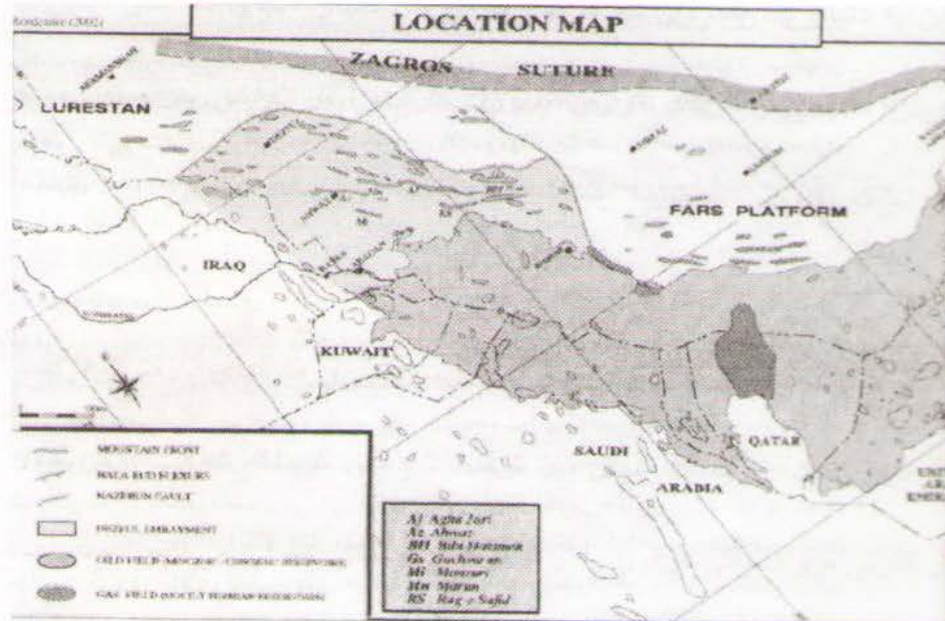
مشخصات و توزیع سنگهای منشاء

سنگهای منشاء آلی از نوع در فرورفتگی های درون قاره ای تحت شرایط احيائی حاکم در اثر لایه بندی آب در طول ژوراسیک میانی (سازند سرگلو)، و الاژین (قاعده گرو)، آلبین (سازند کژدمی) و ائوسن میانی و پایانی (سازند پایده) نهشته گردیده اند. در بخش شمالی خلیج فارس نیز لایه های غنی از ماده آلی در بخش احمدی (سنومانین آغازی) سازند سروک نهشته شده اند (شکل-۲). همچنین سنگهای منشاء حاشیه ای در طول بارمین (سازند گدوان) و کرتاسه پایانی (سازند گورپی) نهشته شده اند. اگرچه سهم آنها در تولید میدان ایران قابل اغماض است. سنگهای منشا سرگلو و گدوان با سنگ مخزن همراه نبوده و در بالا و پایین توسط رخساره های حوضه ای و همچنین توده های تبخیری یا مارلهای ضخیم همراه با آهک آرژیلی سخت محدود شده است. بنابراین سهم آنها در نفت تجمع یافته در فروافتادگی دزفول یک یا دو درصد است. تنها دو سنگ منشاء کژدمی و پایده نقش مهمی را در نفت تجمع یافته در مخازن فروافتادگی ایفا می کنند که در این مقاله به آنها پرداخته می شود.

که به تازگی خارج شده و به شدت فرسایش یافته تجمع کرده بود. یک فرورفتگی باروند شمال غرب-جنوب شرق به موازات چین خوردگی زاگرس در طول پالئوسن-ائوسن و حتی اولیگوسن در لرستان که از فارس تا لرستان گسترش یافته بود، به خوبی مشخص گردید (شکل-۴). این فرورفتگی در جنوب غرب، توسط پلاتفرم کربناته ای که خلیج فارس را پوشانیده، محدود گردیده است، به سمت جنوب شرق، توسط پلاتفرم فارس، جایی که آهکهای دولومیتی آبهای کم عمق سازند جهرم توسط رسوبات سبخایی (ساجون) پوشانده شدند احاطه شده بود. یک سکانس همگن و ضخیم از مارلهای خاکستری (۱۰۰۰-۲۰۰ متر) حاوی فسیلهای پلانکتونیک گلوبوزیرینا و گلوبوروتالیا نهشته شد و در طول ائوسن میانی-پایانی شرایط احيائي در بخش مرکزی فرورفتگی و حتی در الیگوسن آغازی در لرستان حکمفرما شده بود.

سیستمهای نفتی

میدان نفتی اصلی واقع در فرورفتگی کم و بیش، در ارتباط با مناطقی هستند که سنگهای منشاء کژدمی، نهشته شده اند. به



شکل ۱- موقعیت میدان نفتی در ناحیه، فرورفتگی دزفول

رودخانه‌ای آبهای شیرین در داخل فرورفتگی دزفول مشخص می‌گردد. رودخانه‌ای از سرزمینهای Arabio-Nomian گذشته و از مواد غذایی (نیتراتها و فسفاتها) غنی است. شرایط ایده‌آل جهت تولید بالای پلانکتونهای آبهای شیرین کم عمق با چگالی پایین و اکسیژنه شده مشخص گردید. چینه بندی چگالی و ریزش ماده آلی در زون فاقد اکسیژن مکانیسم کلاسیک جهت شرایط احيائي به شمار می‌آید. باکتریهای احياء کننده سولفاتها به شدت فعال بوده که این مسأله توسط ترکیب سولفور در ماده آلی کژدمی تایید می‌گردد.

سازند پایده

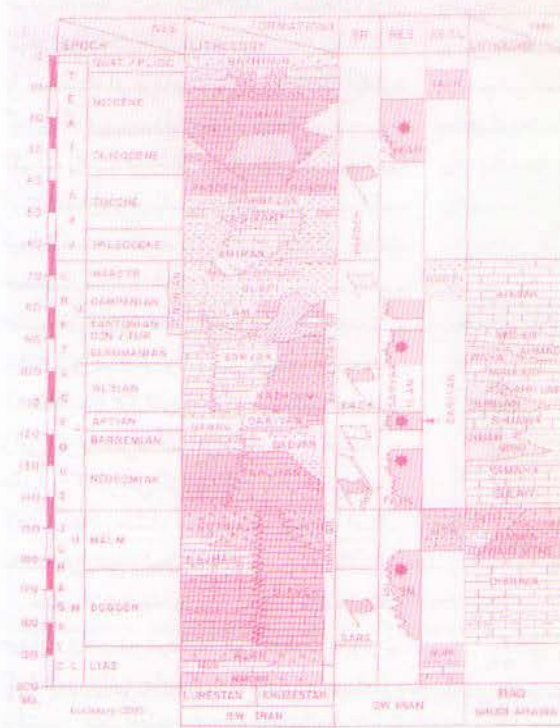
در نتیجه افزایش تراف رادیولاریتی به سمت پلاتفرم غربی در طول کامپانین، ارتباط مستقیم پلاتفرم غربی به سمت تیس جنوبی خاتمه یافت و یک توالی ضخیمی از فلیش، متشکل از خرده‌های رادیولاریتی در جلوی بخشی

سازند کژدمی

در پایان آپتین به دنبال یک پسروی که موجب خروج کربناته‌های آبهای کم عمق آپتین شده بود یک پیشروی کوچک همراه با جریان ناگهانی رسوبات آواری صورت گرفت. اکثر نواحی عربستان سعودی، کویت و عراق توسط رخساره‌های دشت آبرفتی پوشیده شده، حال آنکه رسوبات دلتایی در منطقه صفانیا-بورگان پیشروی نمودند. بخش عمیقتر حوضه مکان رسوبگذاری سازند کژدمی به سن آلبین است. یک فرورفتگی توسط پلاتفرم فارس در جنوب شرق محصور گردیده و در آنجا رسوبگذاری مارلهای نازک لایه‌آکسیدی توسط بیرون آمدگیهای موقت قطع گردیده است. به سمت شمال نیز توسط شیلهای کربناته شرقی-غربی بالا رود که بخش مرکزی کژدمی واقع در محل کنونی فرورفتگی دزفول را از فرورفتگی لرستان متمایز می‌کند، محدود شده است (شکل-۳).

به سمت شرق این فرورفتگی توسط یک سیل محدود شده که در آن رخساره‌های آکسیدی و احيائي با توجه به نوسانات سطح آب دریا تغییر می‌کنند. بر اساس بازسازی تکتونیک صفحه‌ای، در طول آلبین پلاتفرم غربی در نزدیکی استوا و تحت شرایط مرطوب قرار داشته که این مسأله توسط مقادیر زیاد جریان

SCHEMATIC STRATIGRAPHY OF SW IRAN



شکل ۲- وضعیت چینه‌شناسی جنوب غرب ایران



علاوه بر اساس انطباق نفت با نفت و سنگ منشاء و بر اساس ایزوتوپیهای کربن و سولفور و ترکیبات بیومارکرها، بیشتر نفتهای موجود در مخازن سروک و آسماری در میداین اصلی، از سنگ منشاء کژدمی سرچشمه می گیرند در حالی که تنها نفتهای موجود در میداین شمال شرقی دزفول (لب سفید، پرسیاه، لالی، قلعه نار و کارون) از سازند پابده منشاء می یابند (Bordenave and Burwood, 1990 and 1995) احتمالاً به جز میدان پازنان، هیچگونه ارتباطی بین مخازن آسماری و سروک و سنگهای منشاء عمیقتر از کژدمی وجود ندارد. این مسأله توسط فشار درون تخلخلی بالا در سازند کژدمی بالغ که مانعی بر سر راه حرکت نفت و گاز از منشاء عمیقتر می گردد، توجیه می شود. تنها مقادیر محدودی از نفت کژدمی به بخش متراکم گروه خامی رسیده است. بنابراین سیستم نفتی کراتاسه میانی تا میوسن آغازی در بخش زیرین آن توسط قاعده کژدمی و بخش فوقانی آن توسط تبخیریهای گچساران محدود گردیده و شامل سنگهای منشاء کژدمی و گورپی و دو مخزن سروک و آسماری می گردد.

جهت ارزیابی حرارتی و نیز تعیین آغاز نفت زایی سنگهای منشاء کژدمی و پابده، نرم افزار Genex از شرکت IFP مورد استفاده قرار گرفت. پارامترهای سینتیکی سنگهای منشاء با استفاده از برنامه پیرولیز Optkin اندازه گیری گردید. به دلیل پایداری پلاتنرم و نرخ تقریباً ثابت فرونشینی آن در طول زمان، استفاده از نرخ ثابت جریان حرارتی قابل قبول است. با توجه به بهترین انطباق مقادیر محاسبه شده و اندازه گیری شده شاخص های حرارتی نظیر انعکاس و یترنایت، Tmax راک اووال و اندیس هیدروژن مقدار ۳۶ m W/m2 انتخاب گردید. آستانه نفت زایی نیز به شرط اشباع منافذ سنگ منشاء به مقدار ۳۰٪ فرض گردید. این بدان معنی است که سنگهای منشاء غنی تر، سریعتر به آستانه نفت زایی می رسند.

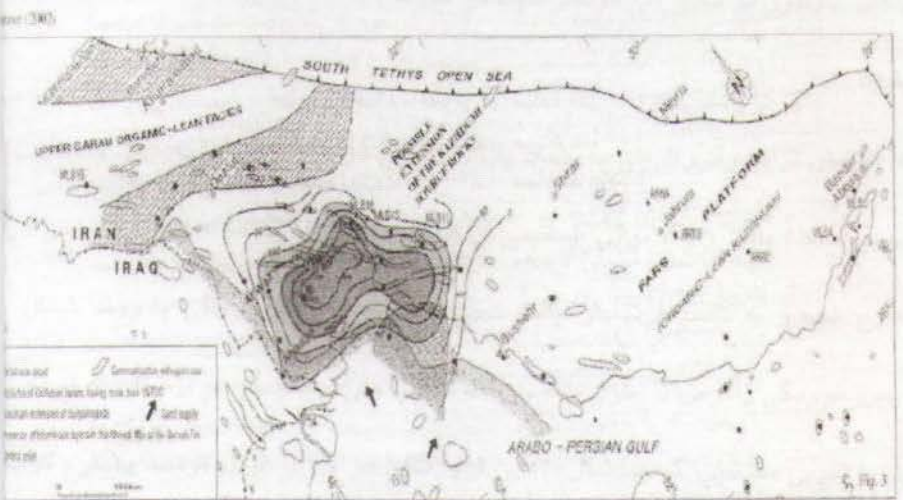
مدلسازی چاههای انتخاب شده از هر میدان واقع در فروافتادگی دزفول صورت گرفت و برای چاههای واقع در روی دامنه تاقدیس یک قطعه ۳۱۰۰۰ ft (۳۰۴/۸ متر) تا

پایین محور ناودیس اضافه گردید. یکی از نکات مهم دیگر، تعیین ضخامت تبخیریهای گچساران است که همراه با لایه های فوقانی به طور ناپیوسته چین خورده و بر روی آسماری رانده شده است.

با در نظر گرفتن میداین پاریس و کرنج، سازند کژدمی زمانی به آستانه نفت زایی می رسد که قاعده آن تا اعماق ۵۰۰۰-۳۹۰۰ متر مدفون شده باشد و با توجه به مکان آن، بین یک تا هشت میلیون سال در ناودیسها (همانند تاقدیسها) متغیر است. در کرنج و پاریس، از ۱۶ میلیون سال پیش، خارج شدن نفت شروع شد. در مورد پابده، نفت زایی در امتداد منصوری و حتی در ناودیسها آغاز نشد. در جای دیگر، در بالای تاقدیسهای میداین اصلی حتی کرنج و پاریس نیز به نفت زایی نرسیده در حالی که در بخشهای عمیقتر بعضی از ناودیسها از زمان حاضر تا ۴/۵ میلیون سال گذشته به نفت زایی رسیده است. به جز میداین پاریس و کرنج، نفت زایی بر روی تاقدیسهای بلند و در اعماق ناودیسها هشت میلیون سال قبل، یعنی پس از چین خوردگی زاگرس آغاز شد. به نظر می رسد که شکستگی سروک تا آسماری در بخش تاقدیسی ساختمانهای برجسته، خروج و مهاجرت رو به بالای نفت به سمت اولین پوش سنگ موجود یعنی سازند گچساران را فراهم می نماید. انتظار می رود که تخلیه سنگهای منشاء در تاقدیسها به مراتب بهتر از

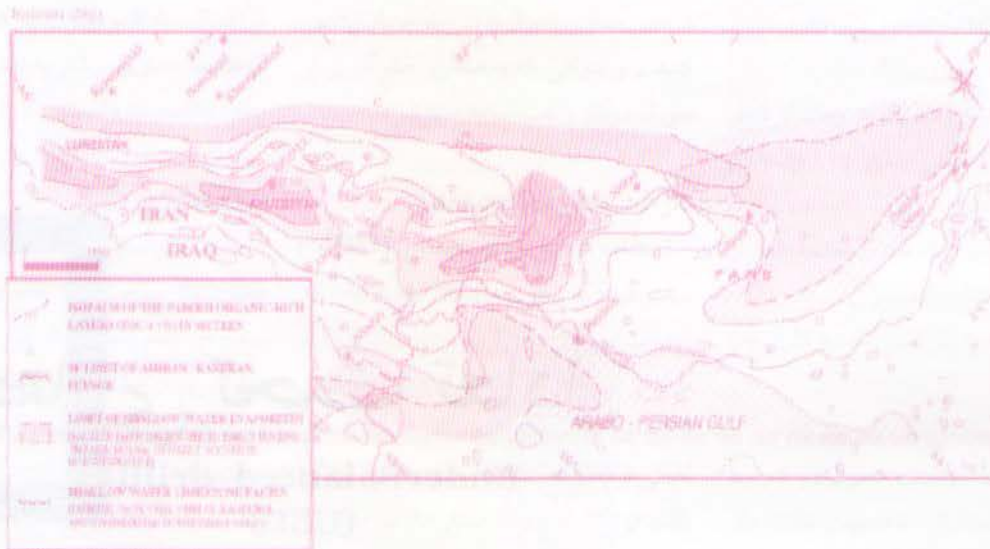
ناودیسها که شدیداً تحت فشار هستند صورت می گیرد. خروج نفت از سنگهای منشاء، در زمان چین خوردگی زاگرس اتفاق افتاد و مهاجرت عمودی نفت به سوی مخازن تاقدیسهای مجاور صورت گرفت. اصطلاح "ناحیه زهکش"، می تواند در مورد هر تاقدیسی مورد استفاده قرار بگیرد و میزان نفت به تله افتاده نیز با فرض در دسترس بودن اطلاعات کافی در مورد مشخصات سنگهای منشاء کژدمی و پابده TOC, HI, TR و ضخامت آنها به طور تجربی تعیین می گردد. ژئومتری ناحیه زهکش از اطلاعات لرزه ای اولیه در حد فوقانی آسماری که به عنوان یک نشانگر خوب شناخته شده، استنباط می شود. هر ناحیه زهکش در هر ۱۰۰۰ فوت به برشهایی تقسیم می گردد. سطح این برشها توسط مساحت سنج اندازه گیری می شود. برای هر یک از برشها یک پروفیل تدفین جهت محاسبه، برای کژدمی و پابده تکامل نسبت تغییراتشان در طول زمان (TR, TR) امروزی، میزان نفت تولید شده و خارج شده، مشخص می گردد. تعداد برشها از سه تا پنج برای تاقدیسهای واقع در جنوب غرب امتداد منصوری تا بالای ۱۹ در تاقدیس های مرتفع نظیر نفت سفید متغیر است. به منظور مدلسازی ۲۱ چاه در فروافتادگی دزفول که حاوی ۸۶/۵٪ نفت در جای موجود در ناحیه زاگرس است، مجموعاً ۱۹۵ پروفیل تدفین مورد استفاده قرار گرفت.

PACH MAP OF THE KAZHDUMI BITUMINOUS FACIES (TOC>1%)



شکل-۳ نقشه، هم ضخامت رخساره های بیتومینی کژدمی

ISOPACHS OF THE ORGANIC-RICH LAYERS OF THE PABDEH FORMATION



شکل ۴- نقشه هم ضخامت لایه غنی از ماده آلی سازند پابده

اطلاعات لرزه ای جدید مورد نیاز است و باید در نظر داشت که اگرچه ویژگیهای مخزنی مناسب باشد، اما در ساختمانهای با برجستگی کم، شکستگیها گسترش کمتری داشته و تولید از مخزن کمتر است.

علاوه بر این، در جنوب فروافتادگی دزفول که تحت تاثیر چین خوردگی زاگرس قرار نگرفته اند، ساختمانهای کشیده شمالی - جنوبی در ارتباط با گنبد های نمکی با برجستگی کم، در بعضی موارد در ابتدای ژوراسیک تشکیل شده اند و به عنوان مناطق مورد نظر برای آهکهای سروک و آسماری/ ماسه سنگهای اهواز و برای ماسه سنگهای بورگان و زوبیر به شمار می آیند. در این ناحیه وسیع داده های لرزه ای با کیفیت بالا مورد نیاز است. همچنین امکان وجود تله های چینهای مانند ماسه سنگ بورگان نیز وجود دارد.

نابالغ است. در ناحیه شیراز منشأ نفت سروستان و چندین تراوشات سطحی به خوبی شناخته نشده است، که ممکن است از گسترش بخش شرقی سنگهای منشأ کژدمی باشد. تعدادی از تاقدیسه های بزرگ می توانند مناطقی برای سروک و شاید خامی بالایی در ناحیه شیراز باشند. بعضی از تاقدیسه های بزرگ در خوزستان، شرق و شمال شرق کوهها نیز مورد نظر هستند.

در فروافتادگی دزفول، همه تاقدیسه های بزرگ با برجستگی زیاد تا سروک و اعماق بیشتر حفاری شده اند. تعدادی از تاقدیسه های کوچکتر برای حفاری تا سروک باقی مانده اند. دهها ساختمان کوچک نیز که توسط بررسیهای لرزه ای مقدماتی شناخته شده اند به منظور آزمایش مخزن آسماری باقی مانده اند. به هر حال جزئیات بیشتری از

مقدار اولیه نفت در جای هر میدان (IOIP) با میزان نفت خارج شده از سنگ منشأ، بر اساس مدل مقایسه شد. بخش عظیمی از میادین به نقطه ریزش رسید و میادین، در گروههایی برای در نظر گرفتن مهاجرت ثانویه دسته بندی می شوند. به طور خلاصه IOIP گروههای متعلق به فروافتادگی دزفول تنها ۲۱-۱۲٪ نفت محاسبه شده از سنگ منشأ در ناحیه زهکش خارج شده اند. سنگ منشأ اصلی یعنی سازند کژدمی ۹۵٪ نفت تولید شده در ارتفاعات زاگرس را تولید می کند.

دورنماهای اکتشافی

همانگونه که نفت سنگهای منشأ کژدمی و پابده به طور عمودی به مخازن آسماری و سروک ساختمانهای زاگرس مهاجرت می کند، توزیع و بلوغ این دو سنگ منشأ یک تعریف مناسبی از پتانسیل مناطق مورد نظر حداقل برای سیستم نفتی کراتاسه میانی تا میوسن آغازی فراهم می کند.

در لرستان، کژدمی سنگ منشأ نبوده و پابده نیز بالغ نیست. به علاوه مخزن آسماری شکافدار شده و سروک نیز تقریباً در هر جایی دارای رخساره های حوضه متراکم است. در فارس، کژدمی معمولاً اکسیدی در پابده

آینا بیجاری پور، فوق لیسانس زمین شناسی (گرایش رسوبشناسی و سنگ شناسی رسوبی)، عضو هیأت علمی پژوهشگاه صنعت نفت، پژوهشکده اکتشاف و تولید، واحد پژوهش ژئوشیمی

Email address: ait@bihotmail.com or bijaripoura@ripi.ir

ترجمه مقاله:

The Middle Cretaceous to Early Miocene Petroleum Systems in the Zagros Domain of Iran, and Its Prospect Evaluation. By Bordenave, M.L. 2002