

# بررسی فرآیند نفت‌زایی سنگ منشأ کژدمی در گستره ناحیه تغذیه میدان دارخوین در دشت آبادان

ارسلان زینلزاده، سیدرضا موسوی حرمی\* و اسدا... محبوبی

گروه زمین‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۶/۲/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۶/۸/۱۵

## چکیده

سنگ‌های منشأ متعددی در دشت‌آبادان با سن ژوراسیک و کرتاسه وجود دارد مانند زون‌های غنی از ماده آلی در سازند کژدمی با سن آلبین که دارای پتانسیل تولید هیدروکربن است. این مطالعه جهت بررسی نقش هیدروکربن‌زایی سازند کژدمی در میدان دارخوین انجام شده و با استفاده از روش مدل‌سازی حوضه، فرآیند نفت‌زایی سازند کژدمی در بخش‌های با عمق تدفین حداقل و حداکثر در ناحیه تغذیه (kitchen area) میدان دارخوین بررسی شده و وضعیت نفت‌زایی مورد مقایسه قرار گرفته است. از داده‌های چاه حفاری شده در تاقدیس و چاه فرضی در عمیق‌ترین بخش ناحیه تغذیه جهت مدل‌سازی استفاده شده است. وضعیت نفت‌زایی سنگ منشأ کژدمی در دو موقعیت زمین‌شناسی با استفاده از نرم‌افزارهای مدل‌سازی حوضه بازسازی و تاریخچه حرارتی چاه‌های مورد مطالعه به دست آمده است. نتایج مدل‌سازی مورد بررسی قرار گرفته و تفاوت‌های تاریخچه فرآیند نفت‌زایی در چاه حفاری شده و بخش‌هایی از ناحیه تغذیه که به علت عمق زیاد امکان حفاری وجود ندارد، مورد بحث قرار گرفته است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که در زمان حال، میزان دما، پختگی، نسبت تغییر و کمیت هیدروکربن‌زایی به سمت چاه فرضی افزایش می‌یابد. در حالی که در زمان گذشته زمین‌شناسی، وضعیت متفاوتی وجود داشته و سازند کژدمی در چاه فرضی میزان دما و پختگی کمتری داشته است. خروج هیدروکربن از سازند کژدمی در چاه حفاری شده از ۲۰ میلیون سال پیش شروع شده و هنوز به پیک نفت‌زایی نرسیده است. این سنگ منشأ در چاه فرضی از پیک فرآیند نفت‌زایی گذشته و خروج هیدروکربن از ۱۰ میلیون سال پیش شروع شده و میزان هیدروکربن‌زایی کژدمی تقریباً ۷۵٪ بیش از تاقدیس است.

**کلمات کلیدی:** سنگ منشأ کژدمی، میدان دارخوین، مدل‌سازی حوضه، تاریخچه تدفین، فرآیند نفت‌زایی

## مقدمه

منابع هیدروکربنی می‌باشند. شناخت سنگ منشأ و فرآیندهای مرتبط با سنگ منشأ، در ارزیابی سیستم‌نفتی یک منطقه اهمیت زیادی دارد. شناخت سیستم‌نفتی بستر مناسبی برای دیگر مطالعات اکتشافی و تولیدی در یک میدان نفتی است.

زون‌های غنی از ماده آلی به‌عنوان سنگ منشأ، یکی از عناصر اصلی تشکیل‌دهنده سیستم‌نفتی یا

\*مسئول مکاتبات  
آدرس الکترونیکی: moussavi@um.ac.ir  
شناسه دیجیتال (DOI: 10.22078/pr.2017.2789.2293)

کمی از ویژگی‌های سنگ‌منشأ در این بخش‌ها وجود دارد. این مطالعه، با هدف بررسی نقش هیدروکربن‌زایی زون‌های غنی از ماده‌آلی سازند کژدمی در ناحیه‌تغذیه میدان دارخوین انجام شده و وضعیت هیدروکربن‌زایی در تاقدیس و بخش عمیق ناحیه‌تغذیه بررسی و مقایسه شده است. لذا مدل‌سازی فرآیند نفت‌زایی در تاقدیس و چاه‌فرضی در عمیق‌ترین بخش ناحیه‌تغذیه میدان دارخوین انجام شده و کمیت و زمان هیدروکربن‌زایی از سازند کژدمی به‌دست‌آمده در دو موقعیت زمین‌شناسی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته است.

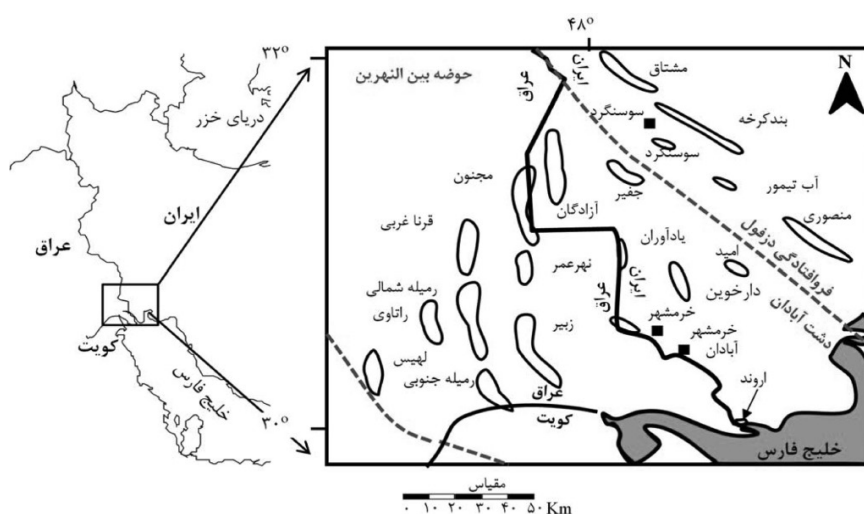
### زمین‌شناسی منطقه

دشت‌آبادان محدود به خلیج‌فارس در جنوب، فروافتادگی دزفول در شرق و شمال و مرز عراق در غرب است (شکل ۱). اگرچه این منطقه را می‌توان بخشی از حوضه بین‌النهرین در نظر گرفت، ویژگی‌های سنگ‌منشأ و ساختارهای آن دارای اشتراک‌های زیادی با فروافتادگی دزفول و کمر بند چین‌خورده زاگرس است. ساختارهای این منطقه علاوه بر پیروی از جهت یافتگی ساختارهای سپر عربی، تحت تأثیر کوه‌زایی زاگرس نیز قرار گرفته‌اند و روند تاقدیس‌های کمر بند چین‌خورده زاگرس را می‌توان در بعضی ساختارهای این منطقه یافت [۱۳]. ساختارهای آرام با جهت یافتگی شمالی جنوبی تا شمال غرب جنوب شرق هستند [۱۴]. این تاقدیس‌ها، حاصل فعالیت تکتونیکی در کرتاسه بالایی هستند که تحت تأثیر کوه‌زایی زاگرس نیز قرار گرفته‌اند [۱۵ و ۱۳]. سازند کژدمی در یک حوضه درون شلفی و تحت شرایط احیایی در اقیانوس تتیس جنوبی نهشته شده و در آن زمان بالاآمدگی آب دریا و آب‌وهوای مرطوب استوایی برقرار بوده است [۱۶ و ۱۷]. سازند کژدمی با سن آلبین (شکل ۲) به‌عنوان سنگ منشأ اصلی در فروافتادگی دزفول شناخته شده [۱۹ و ۱۸، ۱۲] و میزان ماده‌آلی در بخش‌هایی از آن حداکثر به ۱۵٪ می‌رسد [۲۰].

کمیت هیدروکربن‌زایی زون‌های غنی از ماده‌آلی مشخص‌کننده میزان هیدروکربنی است که امکان مهاجرت و تجمع آن وجود داشته است [۴-۱]. لذا مطالعه و بررسی هیدروکربن‌زایی این زون‌ها در شناخت و اکتشاف یک منطقه نفتی تأثیر به‌سزایی دارد.

مدل‌سازی به‌عنوان ابزاری برای بررسی فرآیند نفت‌زایی می‌تواند کاربردهای زیادی در شناخت بهتر فرآیندهای یک سیستم‌نفتی داشته باشد. مدل‌سازی نیازمند وجود داده‌های ژئوشیمیایی و زمین‌شناسی و نرم‌افزارهای مدل‌سازی حوضه است وجود این داده‌ها از اغلب مناطق نفت‌خیز ایران و در دسترس بودن نرم‌افزارهای مدل‌سازی، امکان انجام مطالعات متنوعی در این زمینه را فراهم نموده است [۹-۵ و ۱]. با این وجود مطالعات جامع سیستم‌نفتی در مناطق نفت‌خیز به‌خصوص دشت‌آبادان انجام نشده و زمینه مناسبی جهت انجام این‌گونه مطالعات فراهم است. دشت‌آبادان با وسعت  $26500 \text{ km}^2$  [۱۰] و داشتن منابع عظیم نفتی مانند میدان‌های آزادگان، دارخوین، امید و جفیر یکی از مناطق نفت‌خیز با اهمیت بالا محسوب می‌شود. قرار گرفتن بعضی از میدان‌های این منطقه در مرز با عراق و کویت، اهمیت مطالعه و بررسی سیستم‌نفتی در جهت اکتشاف منابع هیدروکربنی را دوچندان کرده است. سازند کژدمی سنگ منشأ اصلی عمده نفت در فروافتادگی دزفول است [۱۲ و ۱۱] و زون‌های غنی از ماده‌آلی این سازند در دشت‌آبادان نیز گسترش دارد اما به‌عنوان سنگ منشأ اصلی در این منطقه مطرح نیست ولی ویژگی‌های سنگ منشأ خیلی خوب را دارد [۱].

مطالعات سنگ منشأ انجام شده در مناطق نفت‌خیز اغلب متمرکز بر داده‌های به‌دست‌آمده از حفر چاه‌های نفت بر روی تاقدیس‌های منطقه است و از مناطق عمیق بین تاقدیس‌ها نمونه‌ای جهت مطالعه در دسترس نیست در نتیجه شناخت



شکل ۱ نقشه موقعیت دشت آبادان و میدان‌های آن [۱]

دوره		اشکوب	سازند	لینولوژی
کرتاسه	بالایی	ماستریختین کامپانین سانتوین کنیاسین تورونین سنومانین	گورپی ایلام سروک	[Diagrammatic representation of stratigraphic layers]
	پایینی	آلبین آپتین بارمین هاتروین والنژینین بریاسین	کژدمی داریان گدون فهلپیان گرو	
		آهک آرزلی سنگ آهک	تبخیری	شیل

شکل ۲ ستون چین‌شناسی رسوبات کرتاسه در میدان دارخوین (بدون مقیاس)

تغییر رخساره می‌دهد و به‌عنوان سنگ منشأ معرفی نشده است [۲۶ و ۲۷]. این سازند بین دو سنگ‌آهک سروک در بالا و داریان در پایین واقع شده است.

### روش مطالعه

در این مطالعه از نرم‌افزار جنکس و تمیس‌فلو (از محصولات انستیتو نفت فرانسه<sup>۱</sup>) در پژوهشگاه صنعت نفت، جهت مدل‌سازی فرآیند نفت‌زایی سازند کژدمی استفاده شده است.

این سازند در خلیج فارس به‌عنوان سنگ منشأ مناسب تا فقیر [۲۲ و ۲۱، ۷] و در شمال غرب خلیج فارس در ناحیه بینک، سنگ منشأ خوب تا عالی معرفی شده است [۲۳]. در دشت آبادان سازند کژدمی دارای ممبر ماسه‌سنگی بورگان است و به شکل جانبی به سمت کویت و جنوب عراق ضخامت بخش‌های ماسه‌سنگی افزایش یافته است. سازند کژدمی در دشت آبادان مانند فروافتادگی دزفول به‌عنوان یک سنگ منشأ خیلی خوب معرفی شده و دارای زون‌های غنی از ماده آلی است [۲۵ و ۲۴، ۷] و به سمت ناحیه لرستان، جنوب عراق و کویت

1. French Institute of Petroleum

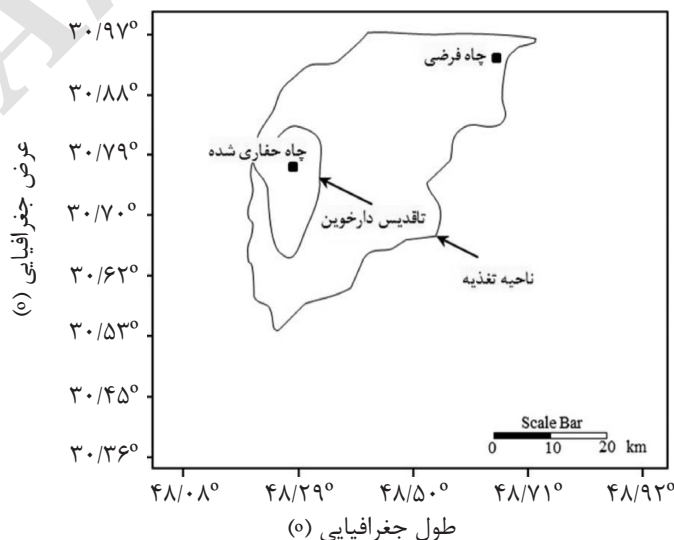
است. این داده‌ها، به شکل سن‌های زمین‌شناسی و عمق لایه‌ها در گزارش‌های چینه‌شناسی چاه‌ها، رخنمون‌ها و مقاطع لرزه‌ای وجود دارند. روش Easy%RO در مدل جهت محاسبات استفاده شده است [۲۸]. میزان ماده‌آلی سازند کژدمی ۲/۴٪ در میدان دارخوین گزارش شده [۲۵ و ۱] از آنجا که در طی فرآیند هیدروکربن‌زایی میزان ماده‌آلی سنگ منشأ کاهش می‌یابد، در مدل‌سازی، میزان ماده آلی اولیه قبل از فرآیند نفت‌زایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مطالعه با استفاده از روش پیتتر [۲۹] میزان ماده آلی اولیه برای سازند کژدمی ۳٪ محاسبه شده است. کروژن نوع دو در مدل انتخاب شده همان‌گونه که در فروافتادگی دزفول [۳۱ و ۳۰]، جنوب عراق [۳۲] و کویت [۲۶] نیز شناسایی شده است.

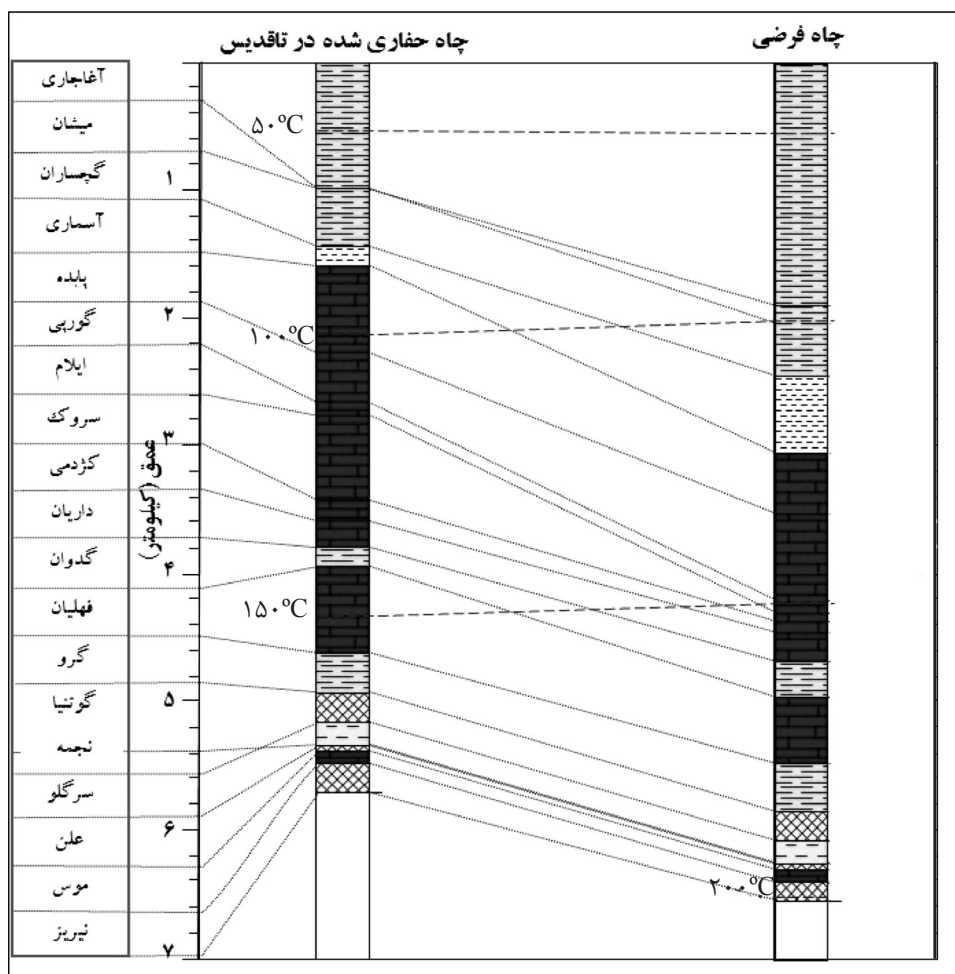
### بحث و نتایج

نتایج به‌دست‌آمده از مدل‌سازی نشان می‌دهد، سازند کژدمی در تاقدیس مورد مطالعه در دمای  $131^{\circ}\text{C}$  قرار دارد درحالی‌که به سمت عمیق‌ترین بخش ناحیه تغذیه دما افزایش یافته و به بالای  $150^{\circ}\text{C}$  می‌رسد (شکل ۴). از آنجا که گرادیان حرارتی هر دو چاه یکسان است، این افزایش دما، حاصل بیشتر شدن عمق تدفین (حدود ۸۵۰ m) در عمیق‌ترین بخش ناحیه تغذیه است.

در مدل‌سازی حرارتی، دو فاکتور اصلی دما و زمان زمین‌شناسی در قالب تاریخچه حرارتی و تاریخچه تدفین لایه‌ها، شبیه‌سازی می‌شود. دما، مهم‌ترین فاکتور تاثیرگذار بر زایش نفت از سنگ منشأ است، به‌گونه‌ای که در دمای بالای  $130^{\circ}\text{C}$ ، مواد آلی خیلی سریع به نفت‌زایی می‌رسند. با هر  $10^{\circ}\text{C}$  افزایش دما، نرخ واکنش نفت‌زایی، حدوداً دو برابر افزایش می‌یابد. تاریخچه تدفین چاه‌ها نشان دهنده عمق تدفین سازندها از زمان نهشته شدن تا زمان حال است و پارامترهای مختلفی از جمله فشردگی لایه‌ها بر اثر فشار لایه‌های بالایی و تغییرات گرادیان حرارتی در مدل اعمال می‌شود.

در این مطالعه، تاریخچه تدفین و تاریخچه حرارتی سازندها در چاهی از تاقدیس دارخوین و چاه فرضی در ناحیه تغذیه این تاقدیس بازسازی شده است (شکل ۳). چاه فرضی در عمیق‌ترین بخش ناحیه تغذیه میدان در نظر گرفته شده و در مدل‌سازی چاه فرضی از داده‌های عمق سازندها به‌دست‌آمده از داده‌های چاه‌های حفر شده در تاقدیس دارخوین و داده‌های لرزه‌ای استفاده شده و داده‌های ژئوشیمیایی از مطالعات قبلی استخراج گردیده است [۲۴ و ۲۳]، ۹، ۱]. داده‌های استفاده شده در مدل‌سازی شامل سن زمین‌شناسی سازندها، سنگ‌شناسی، گرادیان حرارتی، دمای ته چاه و داده‌های ژئوشیمیایی

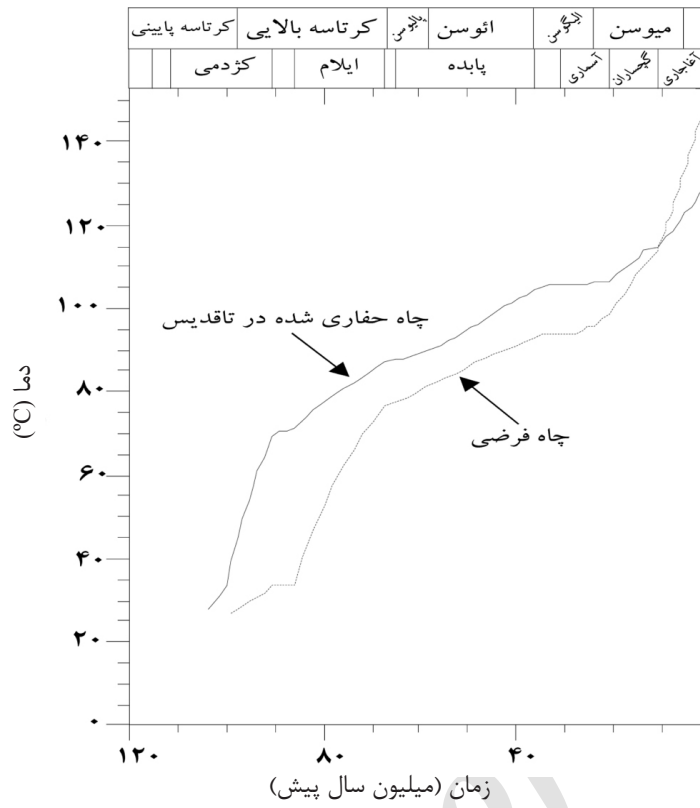




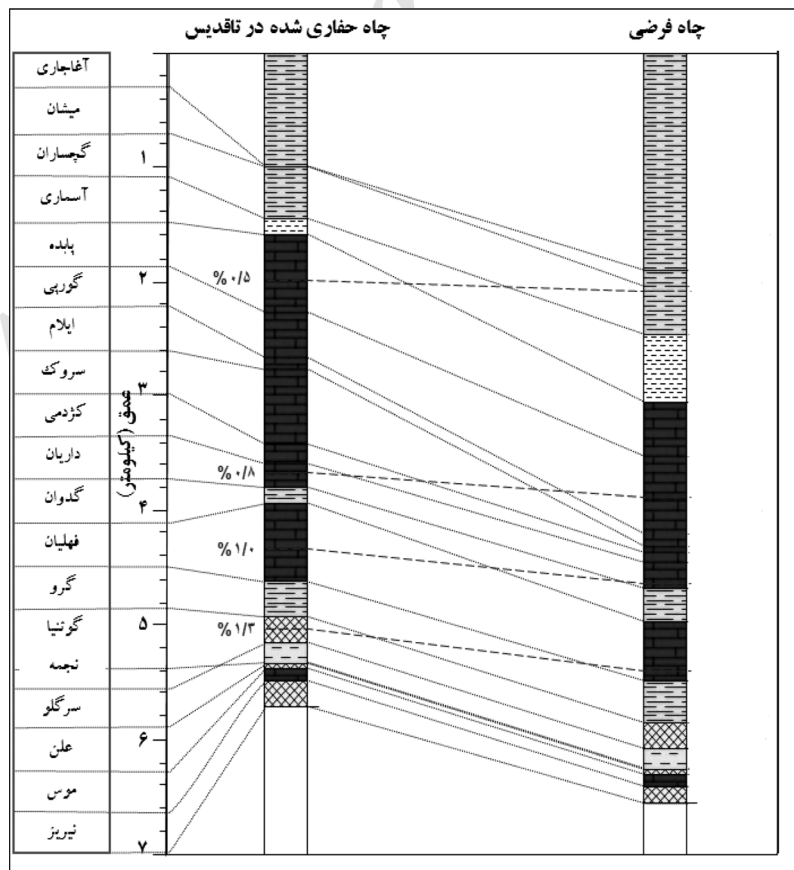
شکل ۴ تغییرات دمای سازندها به درجه سانتی گراد در تاقدیس و عمیق ترین بخش ناحیه تغذیه بر اساس داده‌های به دست آمده از مدل سازی

در چاه‌های مورد مطالعه دلیل اصلی این اختلاف دما است که موجب شده میزان پختگی زمان حال مواد آلی به سمت چاه فرضی افزایش یابد (شکل ۶). با در نظر گرفتن ۰/۵٪ انعکاس و پترینایت به عنوان شروع پنجره نفت‌زایی [۳۳]، سازند کژدمی در تاقدیس مورد مطالعه در زمان پالئوسن (حدود ۶۵ میلیون سال پیش) وارد پنجره نفت‌زایی شده و اکنون با پختگی ۰/۷۵٪ انعکاس و پترینایت به پیک فرآیند نفت‌زایی (پختگی ۰/۸٪ انعکاس و پترینایت) نزدیک شده است (شکل ۷). در حالی که در عمیق‌ترین بخش ناحیه تغذیه در ائوسن (حدود ۴۲ میلیون سال پیش) به پنجره نفت‌زایی رسیده و در زمان حال با پختگی ۰/۹٪ انعکاس و پترینایت از پیک فرآیند نفت‌زایی گذشته است.

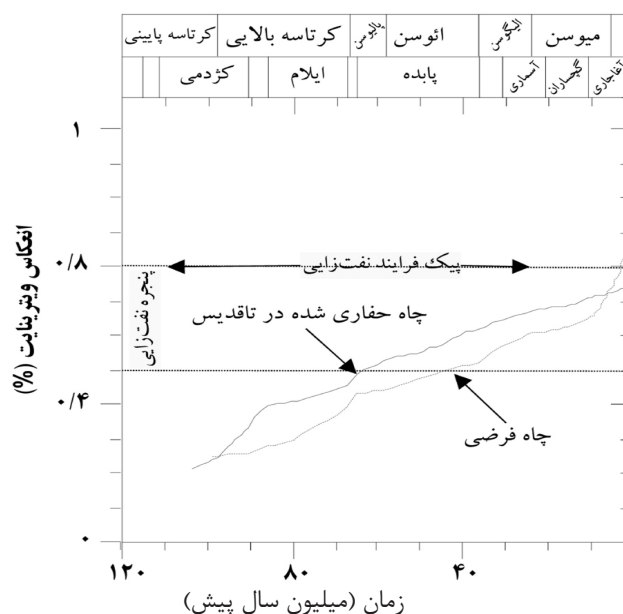
تاریخچه دمای سازند کژدمی که با استفاده از نرم‌افزار جنکس به دست آمده است، تغییرات دمای این سازند و افزایش عمق تدفین در طول زمان زمین‌شناسی را نشان می‌دهد (شکل ۵). تاریخچه دما نشان می‌دهد تا قبل از الیگوسن، دمای سازند کژدمی در چاه فرضی نسبت به موقعیت تاقدیس کمتر است و در هر دو چاه روند افزایش دمای مشابهی تا زمان الیگوسن طی شده است. اختلاف دمای سازند کژدمی در دو چاه، از زمان الیگوسن (۲۴ میلیون سال پیش) کمتر شده و از زمان میوسن (۱۰ میلیون سال پیش) دمای کژدمی در چاه فرضی بیشتر از تاقدیس شده است. اختلاف نرخ رسوب‌گذاری و در نتیجه تفاوت ضخامت سازندهای آسماری، گچساران و آغاچاری



شکل ۵ نمودار تاریخچه دمای سازند کزدمی در چاه فرضی و چاه حفاری شده در تاقدیس



شکل ۶ تغییرات پختگی سازندها (محاسبه شده به روش Easy %RO) در تاقدیس و عمیق‌ترین بخش ناحیه تغذیه

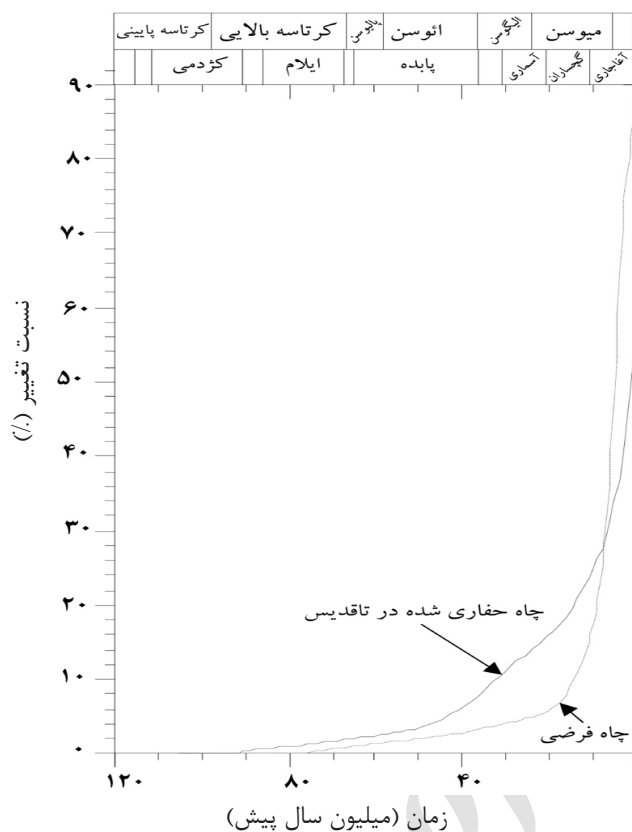


شکل ۷ نمودار تاریخچه پختگی سازند کژدمی در چاه حفاری شده در تاقدیس و چاه فرضی

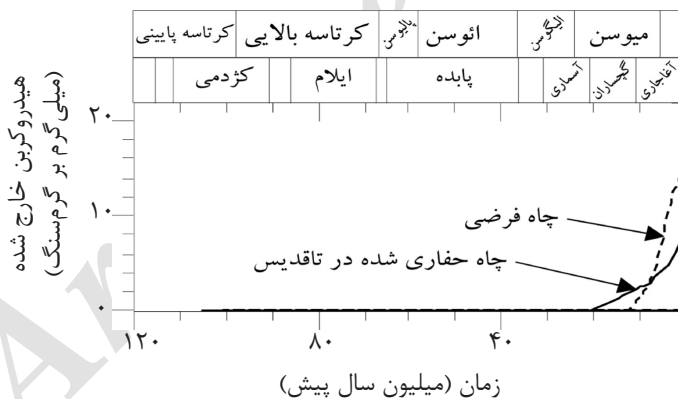
میلیون سال پیش هیدروکربن‌زایی شروع شده و ۱۴ میلی گرم بر گرم سنگ، هیدروکربن‌زایی رخ داده است (شکل ۹). میزان هیدروکربن‌زایی سنگ منشأ به فاکتورهای مختلفی بستگی دارد از جمله پختگی و نسبت تغییر مواد آلی لایه‌ها تأثیر عمده‌ای در کمیت هیدروکربن‌زایی سنگ منشأ دارند. سازند کژدمی در بعضی از تاقدیس‌های منطقه مانند میدان آزادگان در ابتدای پنجره نفت‌زایی است [۲۴]. از آنجاکه نمونه‌های سنگ منشأ تنها از چاه‌های حفاری شده بر روی تاقدیس در دسترس است و نمونه‌ای از بخش‌های عمیق در دسترس نیست، مطالعه وضعیت هیدروکربن‌زایی نواحی عمیق، تنها با استفاده از نرم‌افزار مدل‌سازی حوضه امکان‌پذیر است. این مطالعه نشان می‌دهد که خروج هیدروکربن از سازند کژدمی ۲۰ میلیون سال پیش رخ داده شکل ۱۰ و با توجه به اینکه زمان تشکیل تاقدیس‌های دشت‌آبادان کرتاسه بالایی بوده و تحت تأثیر کوه‌زایی زاگرس نیز قرار گرفته است [۱۴] امکان تجمع هیدروکربن خارج شده از سنگ منشأ کژدمی در تاقدیس‌های منطقه وجود داشته است.

تاریخچه پختگی سازند کژدمی در دو موقعیت مورد مطالعه، نشان می‌دهد از زمان نهشته شدن این سازند تا میوسن (۱۱ میلیون سال پیش) روند افزایش پختگی مشابهی در دو چاه وجود داشته و میزان پختگی در چاه حفاری شده در تاقدیس بیشتر از چاه فرضی (کمتر از ۰/۱٪ انعکاس ویترونیات) بوده است. بعد از میوسن روند پختگی مواد آلی در عمیق‌ترین بخش، با نرخ بالاتری صورت گرفته و روند متفاوتی با زمان قبل از میوسن را طی کرده است (شکل ۷). روندی که در تاریخچه پختگی مواد آلی سازند کژدمی وجود دارد از روند تاریخچه دمایی تبعیت می‌کند. میزان نسبت تغییر<sup>۱</sup> مواد آلی سازند کژدمی در تاقدیس ۵۵٪ است و در عمیق‌ترین بخش به ۸۵٪ افزایش می‌یابد (شکل ۸). تاریخچه نسبت تغییر، مانند تاریخچه دما و پختگی الگوی مشابهی را نشان می‌دهد. تاریخچه نسبت تغییر، زمان میوسن (۷ میلیون سال پیش) را به‌عنوان زمان افزایش نسبت تغییر در عمیق‌ترین بخش حوضه نسبت به تاقدیس نشان می‌دهد (شکل ۸). در تاقدیس شروع خروج هیدروکربن از سنگ منشأ ۲۰ میلیون سال پیش است و ۸ میلی گرم بر گرم سنگ، هیدروکربن از سنگ خارج شده است. در چاه فرضی از ۱۲

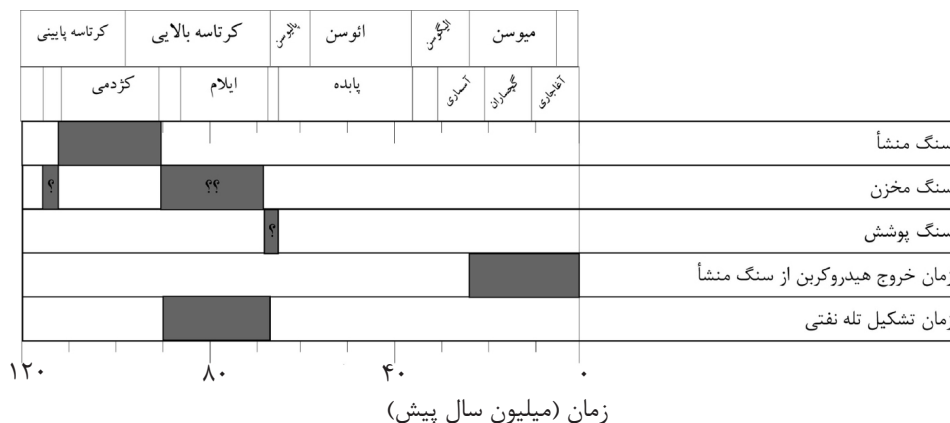
1. Transformation Ratio



شکل ۸ نمودار نسبت تغییر مواد آلی سازند کزدمی در چاه فرضی و چاه حفاری شده در تاق‌دیس



شکل ۹ نمودار میزان خروج هیدروکربن از سنگ منشأ کزدمی در چاه فرضی و چاه حفاری شده در تاق‌دیس



شکل ۱۰ حوادث سیستم‌نفتی سنگ منشأ کزدمی در میدان مورد مطالعه



## نتیجه گیری

نفتی موجود مهاجرت کند و در مخازن سروک و ایلام در بالای این سازند و همچنین در سازند داریان در بخش پایین ذخیره شود، باید توجه داشت که بستگی ساختمانی در سازند آسماری در دشت آبادان دیده نمی شود [۱۳]. با استفاده مدل سازی دوبعدی و سه بعدی سیستم نفتی می توان فرآیند مهاجرت در دشت آبادان را بررسی و محل های تجمع هیدروکربن با منشأ سازند کژدمی را مطالعه کرد که نیازمند مطالعات تکمیلی مانند زمین شناسی ساختمانی و بررسی ویژگی های مخزنی لایه ها دارد. وجود لایه های ماسه سنگی بورگان در سنگ منشأ کژدمی می تواند به عنوان مسیر مناسبی جهت مهاجرت جانبی هیدروکربن باشد. عمق تدفین بیشتر سازندها در دشت آبادان نسبت به مناطق مجاور مانند جنوب عراق و کویت این امکان را فراهم می نماید که هیدروکربن به شکل جانبی به سوی غرب و جنوب غرب مهاجرت نماید [۲۶ و ۱]. در ناحیه تغذیه میدان دارخوین، اختلاف عمق تدفین سازند کژدمی حاصل تفاوت ضخامت رسوبات نئوژن (سازندهای آسماری، گچساران و آغاچاری) است. این اختلاف که موجب تفاوت عمق تدفین ۸۵۰ m سازند کژدمی در ناحیه شده، در فاصله نسبتاً کمی رخ داده است. در حوضه زاگرس، رسوبات متعلق به زمان نئوژن نسبت به رسوبات قدیمی تر با الگوی متفاوتی نهشته شده اند و تغییرات ضخامت زیاد در فاصله کم و نرخ رسوب گذاری بالا از ویژگی های آنها است. در زمان نئوژن حوضه زاگرس از یک حوضه حاشیه آرام<sup>۱</sup> به حوضه فرلند<sup>۲</sup> تغییر کرده و این الگوی رسوب گذاری را موجب شده است [۳۵-۳۸]. اختلاف عمق تدفین موجب فرآیند نفت زایی پیشرفته تری در عمیق ترین بخش ناحیه نسبت به تاقدیس شده و میزان دما، پختگی، نسبت تغییر و کمیت هیدروکربن زایی به سمت چاه فرضی

این پژوهش نشان می دهد که سازند کژدمی در موقعیت های مورد مطالعه در وضعیت های متفاوت هیدروکربن زایی قرار دارد. با توجه به اینکه سن سازند کژدمی در دو چاه مورد مطالعه یکسان می باشد. اختلاف پختگی مواد آلی کژدمی تحت تأثیر تاریخچه حرارتی رخ داده است. در زمان حال، اختلاف دمای این سازند در دو چاه حدود  $29^{\circ}\text{C}$  است. با توجه به اینکه هر  $10^{\circ}\text{C}$  افزایش دما، نرخ واکنش های تبدیل مواد آلی در فرآیند نفت زایی را تقریباً دو برابر می کند [۳۴] میزان اختلاف دما موجب شده فرآیند نفت زایی در عمیق ترین بخش در مراحل پیشرفته تری قرار گرفته باشد. در نتیجه سازند کژدمی در چاه فرضی از پیک فرآیند نفت زایی گذشته در حالی که در تاقدیس به پیک نفت زایی نرسیده است. براساس این مطالعه، میزان هیدروکربن زایی سنگ منشأ کژدمی از تاقدیس به سمت عمیق ترین بخش حوضه تغذیه تقریباً ۷۵٪ (از ۸ به ۱۴ میلی گرم بر گرم سنگ) افزایش یافته است. سازند کژدمی در بعضی از تاقدیس های منطقه مانند میدان آزادگان در ابتدای پنجره نفت زایی است [۲۴]. از آنجاکه نمونه های سنگ منشأ تنها از چاه های حفاری شده بر روی تاقدیس در دسترس است و نمونه ای از بخش های عمیق در دسترس نیست، مطالعه وضعیت هیدروکربن زایی نواحی عمیق، تنها با استفاده از نرم افزار مدل سازی حوضه امکان پذیر است. این مطالعه نشان می دهد که خروج هیدروکربن از سازند کژدمی ۲۰ میلیون سال پیش رخ داده (شکل ۱۰) و با توجه به اینکه زمان تشکیل تاقدیس های دشت آبادان کرتاسه بالایی بوده و تحت تأثیر کوه زایی زاگرس نیز قرار گرفته است [۱۴] امکان تجمع هیدروکربن خارج شده از سنگ منشأ کژدمی در تاقدیس های منطقه وجود داشته است. اگرچه نفتی با منشأ کژدمی در دشت آبادان هنوز گزارش نشده اما هیدروکربن تولید شده از این سنگ منشأ می توانسته به تله های

1. Passive Margin  
2. Foreland

نیست، روش‌های مدل‌سازی، ابزار مفیدی جهت بررسی این قسمت‌ها است. با داشتن اطلاعات کافی و صحیح و با استفاده از نرم‌افزار مدل‌سازی حوضه، بسیاری از اطلاعات مهم نظیر پختگی مواد آلی، زمان نفت‌زایی و کمیت هیدروکربن خارج شده از سنگ‌منشأ را می‌توان مشخص کرد. مسلماً این نوع مطالعه در شناخت سیستم‌نفتی ناحیه و اکتشاف منابع جدید هیدروکربنی بسیار اهمیت دارد و ریسک حفاری چاه‌های نفت و گاز را به مقدار زیاد کاهش می‌دهد.

افزایش یافته است. در زمان گذشته زمین‌شناسی (قبل از الیگوسن) وضعیت متفاوتی وجود داشته و سازند کژدمی در چاه فرضی میزان دما و پختگی کمتری داشته است. این مطالعه نشان می‌دهد که میزان دما و پختگی مواد آلی در قسمت‌های مختلف ناحیه تغذیه یک میدان و در طی زمان زمین‌شناسی تغییرات زیادی می‌تواند داشته باشد. چاه‌های نفت و گاز عمدتاً در قسمت‌های بالایی و نزدیک به خط رأس تاقدیس حفاری می‌شوند و نمونه‌ای از بخش‌های عمیق تاقدیس‌ها در دسترس

## مراجع

- [1]. Zeinalzadeh A., Moussavi-Harami R., Mahboubi A. and Sajjadian V. A., "Basin and petroleum system modeling of the Cretaceous and Jurassic source rocks of the gas and oil reservoirs in Darquain field, south west Iran," Journal of Natural Gas Science and Engineering, Vol. 26, pp. 419-426, 2015.
- [2]. Magoon L. B. and Dow W. G., "The petroleum system," In: L.B. Magoon and W.G. Dow (Editors), The Petroleum System—From Source to Trap: American Association of Petroleum Geologists Memoir 60, Oklahoma, pp. 3-24, 1994.
- [3]. Hunt J. M., "Petroleum geochemistry and geology," 2<sup>nd</sup> edition, W. H. Freeman, New York, p. 743, 1996.
- [4]. Magoon L. B. and Beaumont E. A., "Petroleum systems," American Association of Petroleum Geologists Treatise of Petroleum Geology, Handbook of Petroleum Geology, AAPG, 2000.
- [5]. Mohsenian E., Fathi-Mobarakabad A., Sachsenhofer R. F. and Asadi-Eskandar A., "3D basin modelling in the Central Persian Gulf, Offshore Iran," Journal of Petroleum Geology, Vol. 37, No. 1, pp. 55-70, 2014.
- [6]. Opera A., Alizadeh B., Sarafdokht H., Janbaz M., Fouladvand R. and Heidarifard M. H., "Burial history reconstruction and thermal maturity modeling for the Middle Cretaceous–Early Miocene Petroleum System, southern Dezful Embayment, SW Iran," International Journal of Coal Geology, Vol. 120, pp. 1-14, 2013.
- [7]. Mashhadi Z. S. and Rabbani A. R., "Organic geochemistry of crude oils and cretaceous source rocks in the Iranian sector of the Persian Gulf: An oil–oil and oil–source rock correlation study," International Journal of Coal Geology, Vol. 146, pp. 118-144, 2015.
- [8]. Karimi A. R., Rabbani A. R., Kamali M. R. and Heidarifard M. H., "Geochemical evaluation and thermal modeling of the Eocene–Oligocene Pabdeh and Middle Cretaceous Gurpi Formations in the northern part of the Dezful Embayment," Arabian Journal of Geosciences, Vol. 9, No. 5, pp. 1-16, 2016.
- [9]. Baniasad A., Rabbani A. R., Sachse V. F., Ralf Littke, Moallemi S. A. and Soleimany B., "2D basin modeling study of the Binak Trough, northwestern Persian Gulf, Iran," Marine and Petroleum Geology, Vol. 77, pp. 882-897, November 2016.
- [10]. Alizadeh B., Saadati H., Rashidi M. and Kobraei M., "Geochemical investigation of oils from Cretaceous to

- Eocene sedimentary sequences of the Abadan Plain, Southwest Iran,* Marine and Petroleum Geology, Vol. 73, pp. 609-619, May 2016.
- [11]. Sfidari E., Zamanzadeh S. M., Dashti A., Opera A. and Tavakkol M. H., "Comprehensive source rock evaluation of the Kazhdumi Formation, in the Iranian Zagros Foldbelt and adjacent offshore," Marine and Petroleum Geology, Vol. 71, pp. 26-40, 2016.
- [12]. Bordenave M. L., "Petroleum systems and distribution of the oil and gas fields in the Iranian part of the Tethyan Region," In: L. Marlow, C. Kendall and L. Yose (Editors), Petroleum Systems of the Tethyan Region, American Association of Petroleum Geologists Memoir 106, pp. 505-540, 2014.
- [13]. Abdollahie Fard I., Braathen A., Mokhtari M. and Alavi S. A., "Interaction of the Zagros Fold-Thrust Belt and the Arabian-type, deep-seated folds in the Abadan Plain and the Dezful Embayment, SW Iran," Petroleum Geoscience, Vol. 12, No. 4, pp. 347-362, 2006.
- [14]. Saadatinejad M. R. and Sarkarinejad K., "Application of the spectral decomposition technique for characterizing reservoir extensional system in the Abadan Plain, southwestern Iran," Marine and Petroleum Geology, Vol. 28, No. 6, pp. 1205-1217, 2011.
- [15]. Soleimany B. and Sàbat F., "Style and age of deformation in the NW Persian Gulf," Petroleum Geoscience, Vol. 16, No. 1, pp. 31-39, 2010.
- [16]. Bordenave M. L. and Burwood R., "The Albian Kazhdumi formation of the Dezful Embayment Iran: one of most efficient petroleum-generating system," In: B.J. Katz (Editor), Petroleum Source Rocks, Springer-Verlag, pp. 183-207, 1995.
- [17]. Sefidari E., Amini A. and Dashti A., "Source rock characteristics of Albian Kazhdumi formation in Zagros Region," Arabian Journal of Geosciences, Vol. 8, No. 10, pp. 8327-8345, 2015.
- [18]. Alizadeh B., Sarafdokht H. Rajabi M., Opera A. and Janbaz M., "Organic geochemistry and petrography of Kazhdumi (Albian-Cenomanian) and Pabdeh (Paleogene) potential source rocks in southern part of the Dezful Embayment, Iran," Organic Geochemistry, Vol. 49, pp. 36-46, 2012.
- [19]. Alizadeh B., Maroufi K. and Fajrak M., "Hydrocarbon reserves of Gachsaran oilfield, SW Iran: Geochemical characteristics and origin," Marine and Petroleum Geology, DOI: 10.1016/j.marpetgeo.2017.08.040, Vol., pp., April 2018.
- [20]. Vincent B., van Buchem F. S. P., Huc A. Y., "Carbon-isotope stratigraphy, biostratigraphy and organic matter distribution in the Aptian – Lower Albian successions of southwest Iran (Dariyan and Kazhdumi formations)," GeoArabia Special Publication 4, Vol., pp. 139-197, 2010.
- [21]. Rahmani O., Aali J., Mohseni H., Rahimpour-Bonab H. and Zalaghiaie S., "Organic geochemistry of Gadvan and Kazhdumi formations (Cretaceous) in South Pars field, Persian Gulf, Iran," Journal of Petroleum Science and Engineering, Vol. 70, No. 1-2, pp. 57-66, 2010.
- [22]. Bolandi V., Kadkhodaie A. and Farzi R., "Analyzing organic richness of source rocks from well log data by using SVM and ANN classifiers: A case study from the Kazhdumi Formation, the Persian Gulf basin, offshore Iran," Journal of Petroleum Science and Engineering, Vol. 151, No. Supplement C, pp. 224-234, 2017.

- [23]. Baniasad A., Moallemi A. R. S. A. Soleimany B. and Rashidi M., "Petroleum system analysis of the northwestern part of the Persian Gulf, Iranian sector," *Organic Geochemistry*, Vol. 107, pp. 69-85, 2017.
- [24]. Bolandi V., Kadkhodaie-Ilkhchi A., Alizadeh B., Tahmorasi J. and Farzi R., "Source rock characterization of the Albian Kazhdumi Formation by integrating well logs and geochemical data in the Azadegan oilfield, Abadan plain, SW Iran," *Journal of Petroleum Science and Engineering*, Vol. 133, pp. 167-176, 2015.
- [25]. Zeinalzadeh A., Moussavi-Harami R., Mahboubi A. and Sajjadian V. A., "Source rock potential of the early cretaceous intervals in the Darquain field, Abadan Plain, Zagros Basin, SW Iran," *Geoscience Journal*, In press, Vol. 33, Issue 1, pp., 1-12, 2018.
- [26]. Derks J. F., Swientek O., Fuchs T., Kauerauf A. Al-Quattan M., Al-Saeed M. and Mubarak Al-Hajerim, "Three-dimensional basin and petroleum system model of the Cretaceous Burgan Formation, Kuwait: model-in-model, high-resolution charge modeling," In: K.E. Peters, D.J. Curry and M. Kacwicz (Editors), *Basin Modeling: New Horizons in Research and Applications*, American Association of Petroleum Geologists Hedberg Series, Vol. 4, Oklahoma, pp. 159-174, 2012.
- [27]. Abeed Q., Littke R., Strozyk F. and Uffmann A. K., "The upper jurassic-cretaceous petroleum system of southern Iraq: a 3-D basin modeling study," *GeoArabia*, Vol. 18, No. 1, pp. 179-200, 2013.
- [28]. Sweeney J. and A.K. Burnham, "Evaluation of a simple model of vitrinite reflectance based on chemical kinetics," *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, Vol. 74, No. 10, pp. 1559-1570, 1990.
- [29]. Peters K. E., Moldowan J. M. and Walters C. C., "Biomarkers and Isotopes in the environment and Human History," 1, Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK, p. 492, 2005.
- [30]. Bordenave M. L. and Hegre J. A., "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 (Editors), *Tectonic and Stratigraphic Evolution of Zagros and Makran During the Mesozoic-Cenozoic*, Geological Society, London, Special Publications, 330, pp. 291-353, 2010.
- [31]. Karimi A. R., Rabbani A. R. and Kamali M. R., "A bulk kinetic, burial history and thermal modeling study of the Albian Kazhdumi and the Eocene- Oligocene Pabdeh formations in the Ahvaz anticline, Dezful Embayment, Iran," *Journal of Petroleum Science and Engineering*, Vol. 146, pp. 61-70, 2016.
- [32]. Abeed, Q., Leythaeuser D. and Littke R., "Geochemistry, origin and correlation of crude oils in Lower Cretaceous sedimentary sequences of the southern Mesopotamian Basin, southern Iraq," *Organic Geochemistry*, Vol. 46, pp. 113-126, May 2012.
- [33]. Tissot B. P. and Welte D. H., "Petroleum formation and occurrence," 2<sup>nd</sup> edition, Springer-Verlag, Berlin, p. 699, 1984.
- [34]. Barker C., "Thermal modeling of petroleum generation: theory and applications," *Developments in Petroleum Science*, 45, Elsevier, Amsterdam; New York, p. 512, 1996.
- [35]. Pirouz M., Avouac J. P., Hassanzadeh J., Kirschvink J. L. and Bahroudi A., "Early neogene foreland of the Zagros, implications for the initial closure of the Neo-Tethys and kinematics of crustal shortening," *Earth and Planetary Science Letters*, Vol. 477, pp. 168-182, 2017.

- [36]. Pirouz M., Simpson G., Bahroudi A. and Azhdari A., "Neogene sediments and modern depositional environments of the Zagros foreland basin system," *Geological Magazine*, Vol. 148, No. 5-6, pp. 838-853, 2011.
- [37]. Homke S., Vergés J., Garcés M., Emami H. and Karpuz R., "Magnetostratigraphy of miocene–pliocene Zagros foreland deposits in the front of the Push-e Kush Arc (Lurestan Province, Iran)," *Earth and Planetary Science Letters*, Vol. 225, No. 3–4, pp. 397-410, 2004.
- [38]. Koshnaw, Horton B. K., Stockli D. F., Barber D. E., Tamar-Agha M. Y. and Kendall J. J., "Neogene shortening and exhumation of the Zagros fold-thrust belt and foreland basin in the Kurdistan region of northern Iraq," *Tectonophysics*, Vol. 694, No. Supplement C, pp. 332-355, 2017.

Archive of SID