



مطالعه سازند کژدمی به عنوان سنگ منشاء احتمالی میدان نفتی دارخوین واقع در دشت آبادان با استفاده از داده‌های چاه‌پیمایی و ژئوشیمیایی

الهام ترهنده^۱، مهتاب رشیدی^۲، مدیریت اکتشاف شرکت ملی نفت ایران

بهرام علیزاده^۳، نسیم آزادبخت^۴، سید حسین حسینی^۵، عباس چرچی^۶، دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده

در این مطالعه با استفاده از داده‌های پتروفیزیک و ژئوشیمیایی، سازند کژدمی به عنوان سنگ منشاء احتمالی میدان نفتی دارخوین مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور از داده‌های نگارهای گاما و صوتی استفاده شده که بر اساس آن بخش‌های غنی از مواد آلی این سازند مشخص گردیده و با داده‌های نرم‌افزار راک‌ایول^۷ حاصل از نمونه‌های سازند مذکور صحت‌سنجی شد. از لحاظ توان نفت‌زایی، نمونه‌ها عمدتاً در محدوده سنگ منشاء خوب تا عالی قرار دارند. این سازند در مدل Easy %Ro (کالیبره شده با داده‌های انعکاس و پترینایت) نشان داد که در چاه-۲ به پنجره نفتی رسیده، در حالی که قسمت زیرین سازند مذکور در چاه-۳ وارد پنجره نفتی شده است. این موضوع توسط داده‌های کروماتوگرافی گازی نیز تأیید شد.

واژگان کلیدی: سنگ منشاء، سازند کژدمی، مدل‌سازی بلوغ حرارتی، میدان نفتی دارخوین

مقدمه

و سجادیان در سال ۱۳۸۸ با استفاده از داده‌های پتروفیزیک و آنالیز راک‌ایول ناحیه‌هایی از سازندهای سرگلو و گرو را از لحاظ ضخامت و مقدار کل ماده آلی، اصلی‌ترین نواحی سنگ منشاء میدان نفتی دارخوین در نظر گرفتند در حالی که ناحیه‌هایی از سازندهای کژدمی و نیریز را به عنوان نواحی فرعی سنگ منشاء معرفی کردند [۲]. با توجه به مقادیر زیاد مواد آلی در سازند کژدمی، این سازند دارای پتانسیل هیدروکربوری مناسبی است که در صورت قرارگیری در شرایط مناسب می‌تواند از لحاظ بلوغ به عنوان یکی از مهم‌ترین سنگ‌های منشاء احتمالی برای نفت میدان نفتی آزادگان واقع در دشت آبادان در نظر گرفته شود [۳]. این مطالعه با هدف مشخص شدن بخش‌های غنی سازند کژدمی به عنوان سنگ منشاء احتمالی میدان نفتی دارخوین و چگونگی قرارگیری سازند مذکور نسبت به پنجره نفت‌زایی انجام شده است.

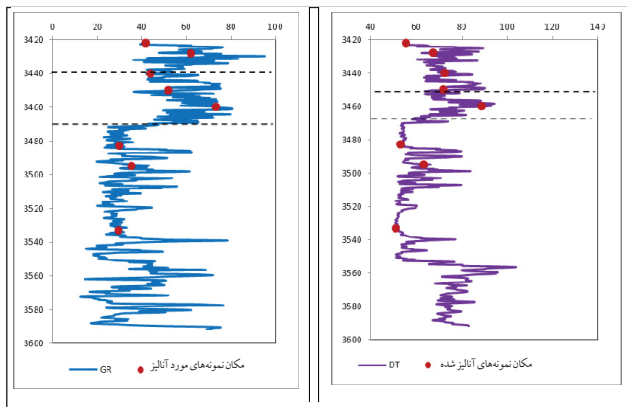
برای شناخت و اکتشاف یک منطقه نفت‌خیز نخست باید عناصر و فرآیندهای شکل‌گیری هیدروکربورها مطالعه شود. یکی از عناصر اصلی شکل‌گیری ذخیره هیدروکربوری، سنگی است که نفت و گاز را به وجود آورده و به نام سنگ منشاء شناخته می‌شود. جهت تشخیص سنگ منشاء در یک منطقه نفت‌خیز، روش‌ها و آزمایش‌های مختلفی وجود دارد. در این مطالعه از داده‌های پتروفیزیک، آنالیز راک‌ایول و کروماتوگرافی گازی جهت بررسی نواحی غنی و دارای پتانسیل تولید هیدروکربن سازند کژدمی در میدان نفتی دارخوین استفاده شده است. استفاده از نگارهای چاه‌پیمایی برای ارزیابی سنگ منشاء مزیت‌هایی نسبت به روش‌های دیگر دارد. از این رو در سال‌های اخیر در مطالعات مختلف برای بررسی سنگ منشاء از این نمودارها استفاده شده است [۱]. داده‌های نگار در فواصل کم برداشت می‌شود در حالی که آنالیزهای ژئوشیمیایی نیاز به نمونه‌های سنگ به شکل خرده و مغزه‌های حفاری دارد که در این حالت فاصله بین خرده‌های حفاری معمولاً بیشتر از پنج متر بوده است. از طرفی مغزه‌ها ضمن دربر داشتن هزینه فراوان تنها از فواصل محدودی برداشت می‌شوند. هم‌چنین فاصله زیاد بین نمونه‌ها می‌تواند موجب بروز خطا در به دست آوردن میانگین مقدار کل ماده آلی سنگ منشاء گردد. بنابراین ارزیابی پیوسته سنگ منشاء باید مورد توجه گیرد. زینل‌زاده

۱- زمین‌شناسی و جایگاه ساختاری منطقه مطالعاتی

تاق‌دیس دارخوین در جنوب‌غرب ایران قرار دارد و در تقسیمات زاگرس در دشت آبادان واقع شده است. امتداد محوری تاق‌دیس در جهت شمال-جنوب که با امتداد تاق‌دیس خارک موازی و با امتداد چین‌خوردگی‌های کمربند زاگرس جهت شمال‌غرب-جنوب‌شرق مغایرت دارد، در زمره تاق‌دیس‌هایی است که به آنها

۲-۱- بخش‌های غنی سازند کژدمی به عنوان سنگ منشاء احتمالی در چاه‌های ۳۰۲- میدان دارخوین

بر اساس نگارهای گاما و صوتی و نیز داده‌های مربوط به آنالیز راک‌آبول



نگارهای گاما و صوتی سازند کژدمی در چاه-۲ میدان نفتی دارخوین و شناسایی بخش‌های غنی سازند مذکور

Arabian Trend می‌گویند. میدان دارخوین در سرسازند آسماری فاقد بستگی ساختمانی بوده ولی ابعاد آن در بنگستان و خامی حدود ۱۰×۲۵ کیلومتر مربع است. چین خوردگی تاقدیس دارخوین مربوط به شکستگی‌های پی‌سنگ است که احتمالاً در فاز Uralian پرمین یا قدیمی‌تر از آن آغاز شده‌اند [۵].

۲- روش مطالعه

نمونه‌برداری از خرده‌های حفاری با فواصل کمتر از ۵ متر و مغزه‌گیری کاری پرهزینه و زمان‌بر است. بنابراین خرده‌های حفاری به دست آمده از چاه‌های نفت معمولاً از پیوستگی قابل قبولی برای مطالعه ویژگی‌های سنگ منشاء برخوردار نیستند. از طرفی داده‌های پتروفیزیک دارای پیوستگی هستند که در این مطالعه با استفاده از نگارهای پرتو گاما و صوتی بخش‌های غنی سازند کژدمی به عنوان سنگ منشاء احتمالی میدان نفتی دارخوین بررسی شده‌اند.

نتایج حاصل از آنالیز راک‌آبول- ۶ و اشعه گاما و صوتی نمونه‌های سازند کژدمی در میدان نفتی دارخوین

شماره چاه	عمق (متر)	S ₁ (mg HC/gr rock)	S ₂ (mg HC/gr rock)	HI (mg HC/gr TOC)	OI (mg HC/gr CO ₂)	TOC (Wt%)	Tmax (°C)	S ₁ +S ₂ (mg HC/gr rock)	GR (CGR) (API Units)	DT (μft/sec)
۲	۳۴۲۲	۲/۷۵	۷/۲۷	۲۷۱	۲۵	۲/۶۸	۴۳۱	۱۰/۰۲	۴۱/۹	۵۵/۵۲
۲	۳۴۲۸	۱/۲۱	۴/۳۲	۲۷۴	۲۰	۱/۷۵	۴۳۰	۵/۵۳	۶۲/۱	۵۵/۶۷
۲	۳۴۴۰	۰/۷۵	۳/۲۲	۱۴۵	۲۸	۲/۲۲	۴۳۱	۳/۹۷	۴۴/۰۵	۷۲/۶۷
۲	۳۴۵۰	۲/۲	۲/۹۸	۱۵۲	۱۲	۱/۹۵	۴۳۲	۵/۱۸	۵۱/۹۹	۷۲/۱
۲	۳۴۶۰	۱/۲	۴/۲	۱۳۸	۲۱	۲/۷۵	۴۳۳	۵/۴	۷۳/۳۵	۸۸/۹۲
۲	۳۴۸۳	۱/۵۵	۲/۷۵	۱۴۵	۱۷	۱/۹۲	۴۳۲	۴/۳	۲۹/۸۸	۵۳/۰۲
۲	۳۴۹۵	۱/۷۹	۴/۱۸	۷۵	۱۵	۲/۷۴	۴۳۳	۵/۹۷	۳۵/۳	۶۳/۲۳
۲	۳۵۳۳	۰/۹۵	۳/۲۵	۱۴۷	۱۳	۲/۲	۴۳۳	۴/۲	۲۹/۴۶	۵۱/۱۸
۳	۳۵۵۳	۱/۲۵	۴/۲۱	۲۰۴	۱۰	۱/۸۲	۴۳۱	۵/۴۶	۸۶/۰۶	۹۲/۰۱
۳	۳۵۵۵	۱/۱۴	۵/۴۵	۱۹۴	۴۸	۱/۹۲	۴۳۵	۶/۵۹	۶۹/۶۲	۸۳/۳
۳	۳۵۶۰	۰/۸۷	۲	۱۴۸	۲۲	۱/۱	۴۳۲	۲/۸۷	۷۴/۸۷	۶۶/۵۶
۳	۳۵۷۲	۰/۷۸	۲/۵	۱۶۸	۲۸	۱/۵۶	۴۳۱	۳/۲۸	۵۴/۱	۷۱/۷۸
۳	۳۵۷۸	۰/۹۹	۵/۱۳	۲۲۲	۲۳	۲/۲۵	۴۲۹	۶/۱۲	۷۴/۴۶	۷۲/۰۵
۳	۳۵۸۵	۱/۲	۶/۲	۱۷۳	۱۸	۲/۹۴	۴۳۲	۷/۴	۷۹/۹	۷۶/۴۵
۳	۳۶۱۱	۰/۲۶	۱/۶	۱۲۸	۱۴۸	۰/۸۴	۴۳۴	۱/۸۶	۶۸/۵۳	۷۵/۳۱
۳	۳۶۵۰	۰/۳۹	۲	۱۲۳	۱۰۰/۵	۱/۰۲	۴۳۵	۲/۳۹	۳۷	۵۴/۸۹
۳	۳۶۸۶	۰/۵۲	۲/۲۵	۱۵۶	۵۳	۱/۲۱	۴۳۵	۲/۷۷	۲۵/۳	۵۳/۳۲
۳	۳۶۹۵	۰/۰۹	۰/۰۹	۱۳۹	۵۲	۰/۱۵	۴۳۱	۰/۱۸	۱۹/۹۲	۷۰/۶۵
۳	۳۷۰۱	۰/۳۹	۷/۵۲	۱۳۷	۲۱	۳/۱	۴۳۴	۷/۹۱	۱۰/۹۵	۷۳/۵
۳	۳۷۱۳	۰/۰۹	۵/۲	۱۳۸	۱۶	۲/۵۶	۴۳۶	۵/۲۹	۵۴/۹	۷۸/۳۹



در مناطق مختلف یک میدان نفتی را مورد ارزیابی قرار داد [۸ و ۷]. این دستگاه اطلاعات ارزشمندی را در خصوص کل کربن آلی (TOC)، نوع ماده آلی، پتانسیل بالقوه و بالفعل، تحول حرارتی ماده آلی، رخساره زیستی منطقه مورد مطالعه، وضعیت محیط نهشتگی از لحاظ شرایط اکسیدان و احیا و هم چنین مهاجرت هیدروکربور از سنگ منشاء ارائه می کند [۹].

۲-۲- ارزیابی کمیت یا پتانسیل تولید

نمودار S_1+S_2 در مقابل TOC برای سازندهای مطالعه شده نشان می دهد که سازند کژدمی عمدتاً از لحاظ مقدار ماده آلی در دسته خوب تا عالی قرار می گیرد. (شکل-۳)

در شکل-۴ نمودار جونز (۱۹۸۷) برای سازند کژدمی در میدان دارخوین رسم شده است. همان گونه که در شکل مشاهده می شود، نمودار جونز برای سازند کژدمی غالباً نشان دهنده رخساره C (محیطهایی با سرعت رسوب گذاری متوسط در شرایط احیایی) است. که نتایج حاصل از کروماتوگرافی گازی نیز تأیید کننده این مطلب است.

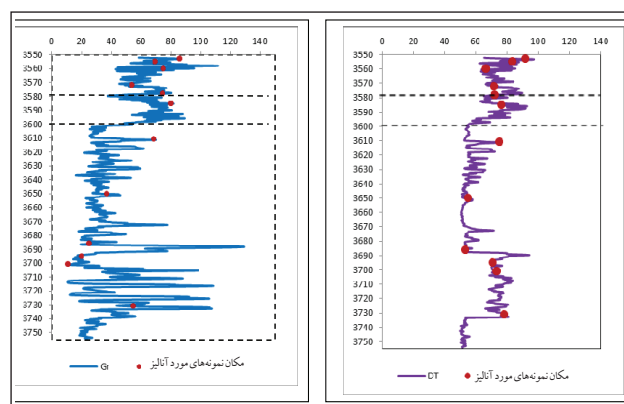
کروماتوگرافی گازی از تکنیکهایی است که در ژئوشیمی آلی برای تعیین ویژگی نفتها مورد استفاده قرار می گیرد. این روش به طور کلی به منظور شناسایی پراکندگی هیدروکربنها و نحوه حضور ترکیبات مختلف از جمله آلکانهای نرمال، ایزوپرنوئیدهای مانند پریستان و فیتان و برخی دیگر از بیومارکرها به کار می رود. از دادههای به دست آمده از این روش، می توان نوع رخساره آلی، نوع

در چاه-۲ میدان دارخوین قسمت بسیار غنی سنگ منشاء سازند کژدمی با خط چین مشخص شد. هم چنین موقعیت نمونههای آنالیز شده در دو تراک مربوط به لاگ گاما و صوتی مشخص شده است (شکل-۱).

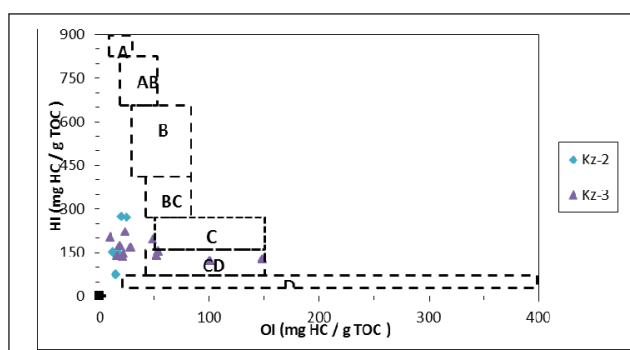
سازند کژدمی در چاه-۲ دارای میانگین اشعه گامای API ۴۶ و میانگین زمان عبور امواج صوتی ۶۵ میکروثانیه بر فوت هستند.

بخش غنی این سازند که با خط چین مشخص شده دارای میانگین اشعه گامای API ۵۴ و میانگین زمان عبور امواج صوتی ۷۲ میکروثانیه بر فوت است (شکل-۲). اگرچه بخش مشخص شده تنها بخش غنی سازند کژدمی در چاه-۳ نیست، اما به علت نبود دادههای ژئوشیمیایی دیگر بخشها نمی توان در این مورد اظهار نظر کرد.

یکی از مهم ترین ابزارهای مورد استفاده در مطالعات ژئوشیمیایی، دستگاه راک یول است که در مقیاسی بسیار وسیع برای اکتشاف نفت و گاز در حوزههای رسوبی سراسر جهان مورد استفاده قرار می گیرد [۶]. با استفاده از این دستگاه می توان پتانسیل هیدروکربوری

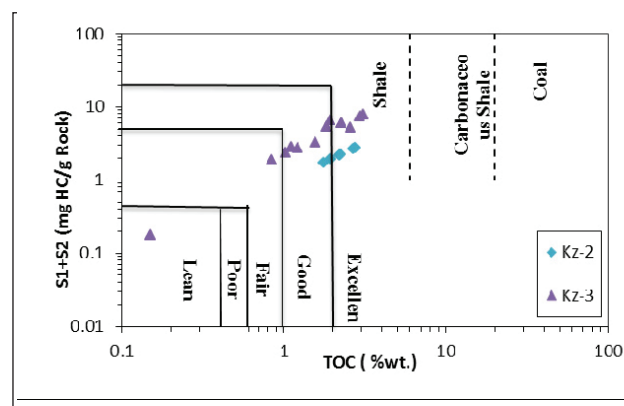


شکل ۳ | نگارهای گاما و صوتی سازند کژدمی در چاه-۳ میدان نفتی دارخوین و شناسایی بخشهای غنی سازند مذکور



شکل ۴ | نمودار تعیین رخساره آلی با استفاده از نسبت تغییرات HI در برابر OI سازند کژدمی در میدان نفتی دارخوین.

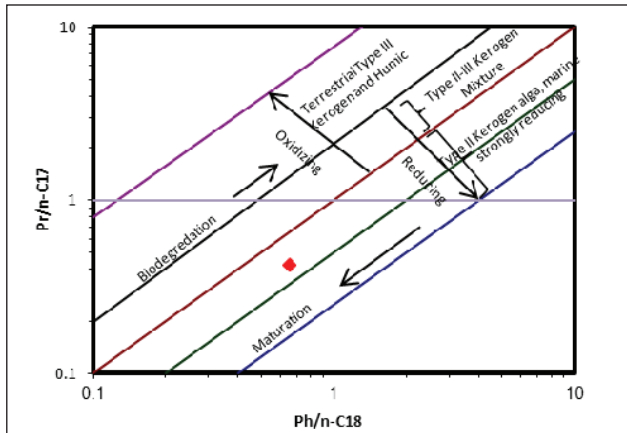
A: محیط دریاچه‌ای به شدت احیایی، AB: محیط دریایی پیش‌رونده احیایی، B: محیطهای دریایی یا دریاچه‌ای نسبتاً احیایی، BC: محیطهای دارای مواد آلی دریایی و قاره‌ای و رسوبگذاری سریع در شرایط نسبتاً اکسیدان، C: محیطهایی با سرعت رسوبگذاری متوسط در شرایط احیایی، CD: محیطهای عمیق در مجاورت نقاط کوهزایی، D: محیطهای قاره‌ای به شدت اکسیدان [۱۱]



شکل ۵ | نمودار S_1+S_2 در مقابل TOC برای ارزیابی مقدار ماده آلی در سازند کژدمی [۱۳]

۳-۲- وضعیت سازند کژدمی در پنجره نفتی

قرارگیری سازند کژدمی نسبت به پنجره نفتی در میدان نفتی دارخوین با استفاده از مدل Easy %Ro (بهینه شده با داده‌های انعکاس ویتروینایت) بررسی شد. برای مدل‌سازی از نرم‌افزار PBM 1.7.0 که توسط پژوهشگاه شرکت نفت ساخته شده استفاده گردید. داده‌های ورودی از قبیل لیتولوژی، سن، عمق رأس سازندهای حفاری شده،



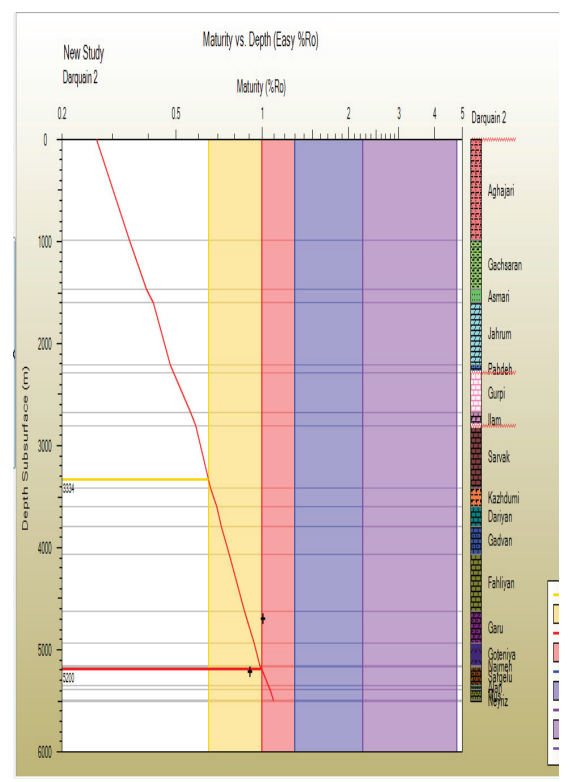
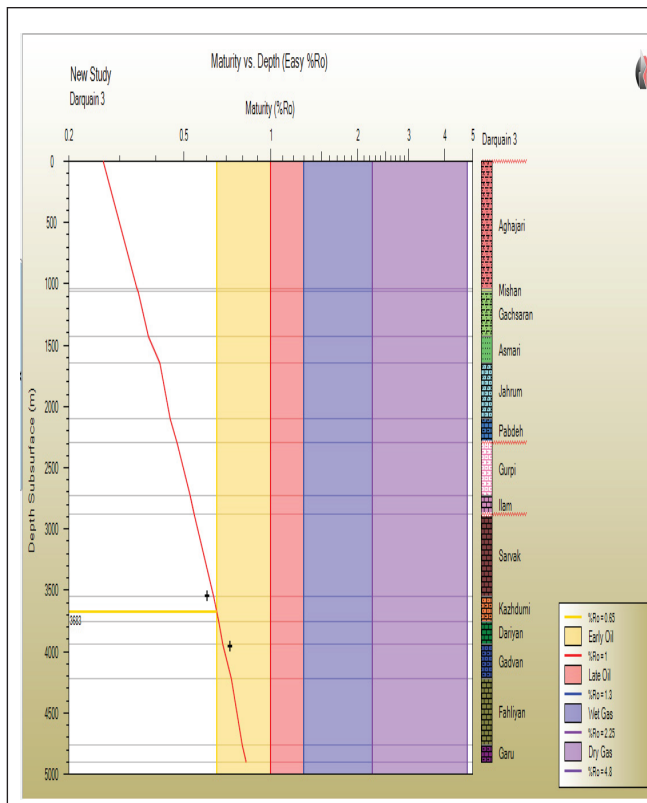
شکل ۵ | نمودار Pr/nC17 در مقابل Ph/nC18 جهت تعیین نوع و شرایط محیط رسوبگذاری [۱۳]

کروژن، نوع محیط رسوب‌گذاری، بلوغ حرارتی و تأثیر پدیده‌های زیستی و آب‌شویی نمونه‌ها را مورد مطالعه قرار داد [۱۲].

براساس نمودار نسبت Pr/nC_{17} و Ph/nC_{18} ، کروژن موجود در این سازند از نوع II با منشاء دریایی است که در محیطی به نسبت احیایی رسوب کرده است. نسبت Pr/Ph به طور معمول در ارزیابی پتانسیل اکسیدیته یا احیایی محیط مورد استفاده قرار می‌گیرد. مقادیر $(Pr/Ph > 1)$ بیانگر محیط اکسیدی و مقادیر $(Pr/Ph < 1)$ بیانگر محیط احیایی برای سنگ منشاء است [۱۶]. با افزایش بلوغ ماده آلی، به دلیل افزایش تولید ترکیبات اشباع، نسبت‌های Pr/nC_{17} و Ph/nC_{18} کاهش پیدا می‌کنند. اما در مقابل، در صورت وجود فعالیت باکتریایی، باکتری‌ها تمایل به مصرف ترکیبات اشباع را دارند و در نتیجه این نسبت‌ها افزایش پیدا می‌کنند. قرارگیری نمونه در نمودار Pr/nC_{17} در مقابل Ph/nC_{18} نیز نشان‌دهنده مراحل اولیه بلوغ است.

۲ | داده‌های حاصل از کروماتوگرافی گازی

چاه	عمق (متر)	Pr/Ph	Pr/nC17	Ph/nC18
۳	۳۵۶۸-۳۵۸۷	۰/۹۶	۰/۴۲	۰/۶۶



شکل ۶ | نمودار تغییرات بلوغ با عمق بر اساس مدل Easy %Ro در چاه ۲ (راست) و چاه ۳ (چپ) میدان نفتی دارخوین



سنگ منشاء است و این روش می تواند سبب صرفه جویی در وقت، هزینه و تشخیص بخش های غنی سنگ منشاء باشد. نمودار جونز برای سازند کژدمی نشان دهنده رخساره C (محیط هایی با سرعت رسوب گذاری متوسط در شرایط احیایی) است که نتایج حاصل از کروماتوگرافی گازی نیز تأیید کننده این مطلب است. نتایج حاصل از مدل سازی به روش Easy %Ro در چاه-۲ میدان نفتی دارخوین نشان داد که سازند کژدمی در چاه مذکور وارد پنجره نفتی شده است. در حالی که قسمت زیرین این سازند در چاه-۳ وارد پنجره نفتی شده، که این یافته با داده های کروماتوگرافی گازی نیز تأیید می شود.

فرسایش حاصل از ناپیوستگی ها و داده های ژئوشیمیایی به نرم افزار داده شدند. در نهایت مدل های ارائه شده توسط نرم افزار به وسیله داده های انعکاس ویترونیات کالیبره شد.

با توجه به مدل Easy %Ro سازند کژدمی در چاه-۲ وارد پنجره نفتی شده، در حالی که قسمت زیرین سازند مذکور در چاه-۳ وارد پنجره نفتی شده که داده های کروماتوگرافی گازی نیز مؤید همین مطلب هستند.

نتیجه گیری

نتایج به دست آمده از آنالیز راک ایول نشان می دهد که استفاده از داده های پتروفیزیک روش مناسبی جهت تفکیک بخش های غنی

پانویس ها

¹alizadeh@scu.ac.ir

³shhb@gmail.com

⁵e.tarhandeh@yahoo.com

⁷Rock-Eval Analysis

²azadbakhtn@yahoo.com

⁴charchi38@scu.ac.ir

⁶mehrab_rashidi@yahoo.com

منابع

- [1]- Kamali M.R., Mirshady A.A. 2004: Total organic carbon content determined from well logs using DLogR and Neuro Fuzzy techniques. *Jou. Of Petr. Scie. and Engi.* 45: 141– 148.
- [۲]- زینل زاده، ا.، سجادیان، و. ا.، ۱۳۸۸ بررسی زون های سنگ منشاء در میدان دارخوین با استفاده از داده های پتروفیزیک و آنالیز راک اول، مجله علوم دانشگاه تهران، شماره ۳، ص ۷۰-۶۳.
- [۳]- علیزاده، ب.، صمصامی، ج.، حسینی، ح.، کبرایی، م.، سعادت، ح.، ۱۳۹۰ ارزیابی ژئوشیمیایی سازند کژدمی در میدان نفتی آزادگان، اولین همایش تخصصی زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال.
- [۴]- علیزاده، ب.، سعادت، ح.، صمصامی، ج.، حسینی، ح.، گندمی ثانی، ا.، ۱۳۹۰ مطالعه ژئوشیمیایی سنگ های منشاء احتمالی در میدان نفتی آزادگان، جنوب غرب ایران، پنجمین همایش تخصصی زمین شناسی، دانشگاه پیام نور مرکز ابهر.
- [۵]- مطیعی، ه.، ۱۳۷۴ زمین شناسی ایران، زمین شناسی نفت زاگرس.
- [6]- Behar, F., Beaumont, V., Pentea do, B. 2001 Rock-Eval 6 Technology. Performances and Developments. *Oil & Gas Science and Technology-Rev. IFB*, v. 56, pp.111-134.
- [7]- 4. Espitalie J., Marquis F. and Barsony I. 1984. Geochemical logging: In *Analytical Pyrolysis-Techniques and Applications*, K. J. Voorhees ed., Boston, Butterworth, 276- 304.
- [8]- Espitalie, J., Deroo, G., Marquis, F., 1985. La pyrolyse Rock-Eval et ses applications *Rev. Inst. Franç. du Pétr.*, Part I, 40, pp. 563-578, Part II, 40, pp. 755-784, Part III, 41, pp. 73-89.
- [9]- Kotorba, M.j., Wieclaw, D., Kosakowski, P., Zacharski, J., Kowalski, A., 2003. Evaluation of Source rock and Petroleum potential of middle Jurassic strata in the South-eastern part of Poland. *Prezegląd Geologiczny*, 51, p. 1031-1040.
- [10]- Huang, B., Xiao, X., Li, X., 2003. Geochemistry and origins of natural gases in the Yinggehai and Qiongdongnan basins, offshore South China Sea. *Organic Geochemistry*, v. 34, pp. 1009–1025.
- [11]- Jones, R.W., 1987. Organic facies. In: Brooks, J., Welte, D.H. (Eds.), *Advances in Petroleum Geochemistry*. Academic Press, New York, pp. 1–90.
- [12]- Hunt J. M., Philp R. P. and Kvenvolden K. A., 2002. Early Developments in Organic Geochemistry, *Organic Geochemistry*, v. 33, pp. 1025-1052.
- [13]- Connan, J., Cassou, A.M. 1980. Properties of gases and petroleum liquids derived from terrestrial kerogen at various maturation levels. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 44, pp. 1-23.