

## ارزیابی توان هیدروکربن زایی سازند کشف رود در تاقدیس خانگیران با استفاده از روش $\Delta \log R$

حسین حسین پور صیامی

فارغ التحصیل مهندسی اکتشاف معدن - دانشکده معدن - دانشگاه صنعتی امیر کبیر

(تاریخ دریافت ۸۱/۴/۴، تاریخ تصویب ۸۲/۲/۲۰)

### چکیده

ارزیابی توان هیدروکربن زائی سازند ها با استفاده از روش  $\Delta \log R$  (روشی بر اساس جدایی بین نموداردرون چاهی تخلخل (DT/CNL/RHOB) ونمودار درون چاهی مقاومت ویژه (R)) امروزه به عنوان روشی مناسب در بسیاری از چاه های مشهور جهان به کار برده شده است. این روش توسط پسی و همکارانش (Passey et al., 1990) برای پیش بینی غنی شدگی آلی سنگ های مادر ارائه شده و می تواند برای محدوده وسیعی از درجه بلوغ صحیح باشد. اساس این روش از برهم نهی نمودارهای درون چاهی تخلخل (صوتی، نوترون، چگالی) مقیاس بندی شده بر روی نموداردرون چاهی مقاومت ویژه<sup>۱</sup> و تعیین مقدار جدائی بین این دو نمودار و محاسبه مقدار کل کربن آلی (TOC) و (S2) (مقدار هیدروکربن (نفت و گاز) آزاد شده در طی فرآیند پیرولیز در دستگاه راک اوال (ROCK-EVAL) برحسب mgHC/g (ROCK) می باشد. با این روش می توان در مراحل اکتشاف ارزیابی نسبی سازندها را بدون تهیه نمونه به دست آورد. در این مطالعه مناطق غنی شدگی آلی سازند کشف رود در چاه های ۱۶ و ۳۰ واقع در تاقدیس خانگیران (کپه داغ) با استفاده از روش  $\Delta \log R$  مورد بررسی قرار گرفته و برای چاه خانگیران ۳۰ نتایج حاصل از این بررسی با داده های مربوط به نمونه های مغزه مقایسه شده اند.

**واژه های کلیدی:** کل کربن آلی، هیدروکربن باقیمانده، درجه دگرگونی آلی، مقاومت ویژه، صوت

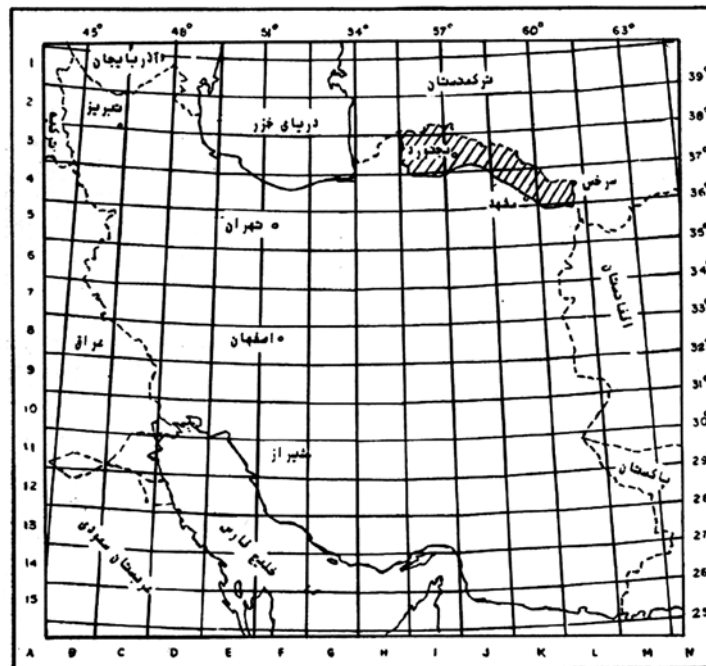
### مقدمه

تهیه نمونه از این مناطق ارزیابی دقیق تری از سازند در عمق به دست آورد.

اهمیت اقتصادی، سیاسی و اجتماعی منابع نفتی و گازی از یک سو و هزینه های زیاد مطالعات اکتشافی آن از سوی دیگر باعث شده تا پژوهشگران به دنبال روش های جدید و کم هزینه برای اکتشاف منابع هیدروکربنی باشند. آنچه در این گونه مطالعات اکتشافی همواره وجود داشته و دارد، نمودار گیری درون چاهی از چاه ها است. بنابراین با به کارگیری و استفاده از روش های نوین مرتبط با این گونه اندازه گیری ها می توان هزینه های اکتشافات را پائین آورد. برای مطالعه سنگ مادر، هزینه های زیادی مربوط به نمونه برداری، حمل، آماده سازی و آزمایش وجود دارد. استفاده از روش های جدید به ویژه روش  $\Delta \log R$  می تواند برای تعیین مناطق غنی از مواد آلی که تنها نیاز به نمودارهای درون چاهی و داده های اولیه در مورد نوع و درجه بلوغ کروژن دارد هزینه ها و زمان مربوط به این مطالعات را تا حد قابل ملاحظه ای کاهش دهد و در مراحل بعدی اکتشاف با توجه به نتایج به دست آمده از این روش می توان توجه خود را به محدوده هایی از سازند که از مواد آلی غنی هستند، معطوف کرد و با

### موقعیت جغرافیایی کپه داغ

حوضه رسوبی کپه داغ در شرق دریای خزر، شمال شرقی ایران، جنوب ترکمنستان و شمال افغانستان قرار دارد. وسعت این حوضه در ایران بیش از ۵۰۰۰۰ کیلومترمربع است و در طول جغرافیایی ۵۴ درجه تا ۶۱ درجه و ۱۴ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه تا ۳۸ درجه و ۱۶ دقیقه قرار گرفته است (شکل ۱) [۱۰۲]. منطقه کپه داغ با رسوبات دریایی ضخیم و بدون فعالیت آتشفشانی مهم، یک منطقه امید بخش برای اکتشاف بوده است. کشف میدان گازی خانگیران در سال ۱۳۴۷ و میدان گازی گنبدلی در سال ۱۳۶۱ باعث شد تا منطقه بیشتر مورد توجه قرار گیرد. بعد از حفاری سه چاه خشک در تاقدیس های امیر آباد، چهچهه و سنگ مجاور میدان گازی خانگیران، حفاری اکتشافی با توجه به دیگر اولویت های اکتشافی کشور به طور موقت متوقف شده است [۱۰۲].



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی کپه داغ در ایران [۱].

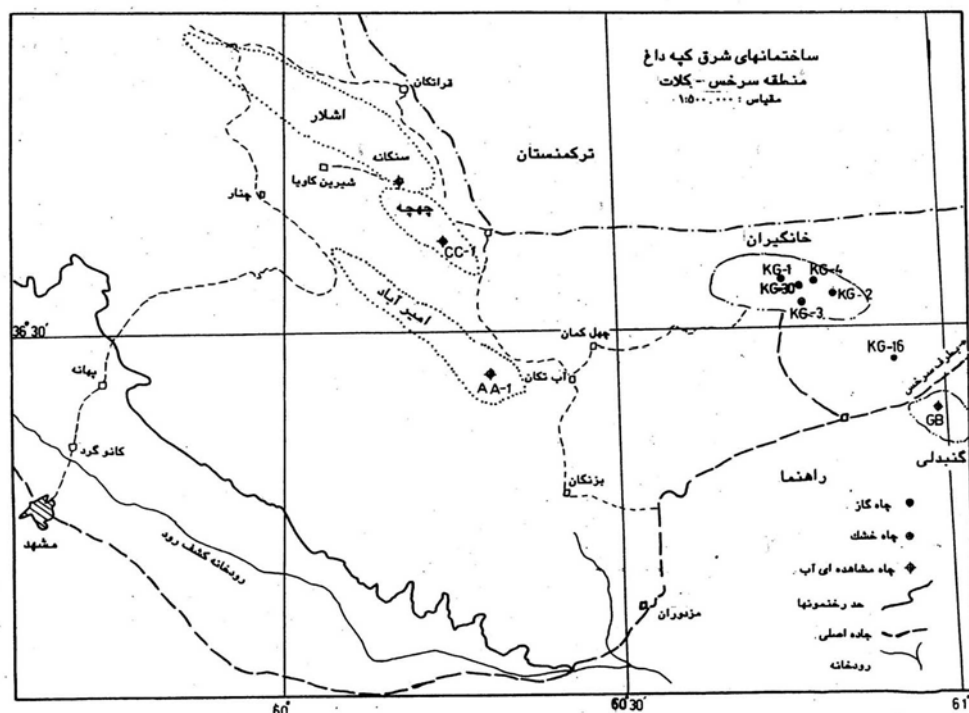
## سازند کشف رود در چاههای خانگیران ۱۶ و

۳۰

تاقدیس خانگیران در فاصله تقریبی ۱۸۰ کیلومتری شمال شرقی مشهد و ۲۵ کیلومتری غرب سرخس واقع است (شکل ۲). براساس اطلاعات ژئوفیزیکی روند کلی ساختمان، شمال غربی- جنوب شرقی بوده و تاقدیس نامتقارن است و یال شمالی نسبت به یال جنوبی از شیب بیشتری برخوردار است. در این تاقدیس چاه های ۱۶ و ۳۰ بدلیل حفر سازند کشف رود دارا بودن نمودارهای درون چاهی و نیز مقداری مغزه، برای مطالعه حاضر انتخاب شده اند. چاه خانگیران ۱۶ در جنوب شرقی و چاه خانگیران ۳۰ در نزدیکی راس تاقدیس خانگیران قرار دارند (شکل ۲). سازند کشف رود در چاه خانگیران ۱۶ از عمق ۴۲۱۵/۹ متری شروع می شود و به علت حفاری تا عمق ۴۵۶۷ متر، سازند بطور کامل قطع نشده است. بنابراین ضخامت حفاری شده این سازند در چاه خانگیران ۱۶، ۳۵۱/۱ متر می باشد. همچنین این سازند در چاه خانگیران ۳۰ از عمق ۴۳۲۰ متری شروع و تا عمق ۴۴۷۳ متری ادامه دارد و بطور کامل قطع نشده و ضخامت حفاری شده آن ۱۵۳ متر می باشد. لازم به توضیح است، فاصله تقریبی

## سازند کشف رود

نام این سازند از رودخانه کشف رود که جنوب شرقی کپه داغ را زهکشی می کند، گرفته شده است. نام این سازند توسط گلداشمید بدون معرفی مقطع و محل تیپ معرفی شده بود ( گزارش منتشر نشده شرکت ملی نفت ایران). مقطعی از این سازند در سال ۱۳۴۷ توسط افشار حرب در جنوب دهکده درخت بید و غرب دهکده مزدوران مطالعه شده است. مقاطع چندی نیز در شرق دهکده مزدوران توسط نارانی در سال ۱۳۴۷ مطالعه شده اند [۲]. سازند کشف رود برای اولین بار به تفصیل توسط مدنی (۱۳۵۷) مطالعه شده است. مقطع تیپ این سازند بوسیله مدنی در ۱۵ کیلومتری شرق دهکده بغ بغو بر روی جاده معدن زغال آق دربند مطالعه شده است. این سازند اساسا شامل شیل سیلتی و ماسه سنگ می باشد و ضخامت آن در محل مقطع تیپ ۱۸۰۰ متر است. سازند کشف رود تنها در قسمت جنوب شرقی کپه داغ رخنمون دارد و مطابق با مطالعات مدنی سن این سازند باژوسین پسین - باتونین است و از نظر محیط رسوبگذاری، رخساره های فلیشی و ساختمان های رسوبی بیان می کنند که این سازند در یک گودی عمیق ته نشست کرده است [۲].



شکل ۲: موقعیت تاقدیس خانگیران در کپه داغ [۱].

حذف کرد. جدایی بین دو نمودار اخیر ناشی از دو اثر مهم است [۶، ۷، ۸]:

اول ( پاسخ نمودار تخلخل (صوتی ، چگالی ، نوترون) به حضور چگالی و سرعت پایین کروژن .

دوم ( پاسخ نمودار مقاومت ویژه به سیال سازند. در یک سنگ مادر نابالغ غنی از ماده آلی، هیچ هیدروکربنی تولید نشده، جدایی مشاهده شده (بین دو نمودار اخیر) مربوط به پاسخ نمودار تخلخل (صوتی، نوترون، چگالی) است. در صورتیکه در سنگ مادر بالغ آلی، علاوه بر پاسخ نمودار تخلخل، مقاومت ویژه بدلیل حضور هیدروکربن های تولید شده، افزایش می یابد [۶، ۷، ۸].

در سال ۱۹۹۰، پسی<sup>۳</sup> روش عملی  $\Delta \log R$  را برای پیش بینی غنی شدگی آلی سنگ های مادر با استفاده از نمودارهای درون چاهی ارائه داد. این روش در دو نوع سنگ کربناته و تخریبی به قدر کافی موثر واقع می شود و در پیش بینی کل کربن آلی (TOC) در محدوده وسیعی از درجه بلوغ صحیح است [۹، ۱۰]. در این روش از برهم نهی دو نمودار درون چاهی مقاومت ویژه و تخلخل (به

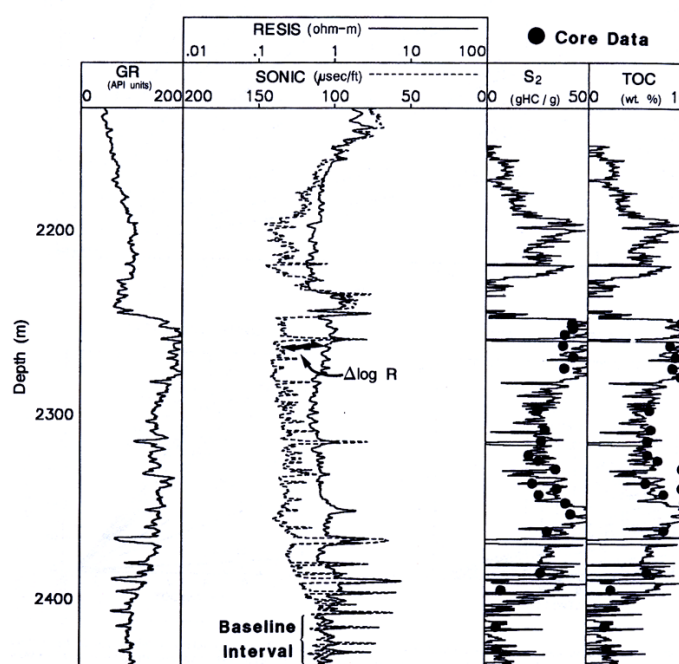
چاههای خانگیران ۱۶ و ۳۰ از یکدیگر حدود ۱۷ کیلومتر است [۲، ۳].

## ارزیابی توان هیدرو کربن زایی سنگ مادر با $\Delta \log R$

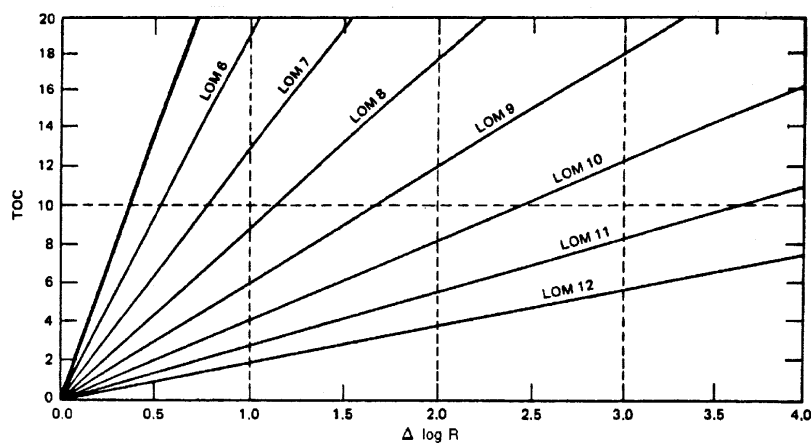
روش های معمول برای تشخیص غنی شدگی و بلوغ سنگ مادر آلی، تنوعی از آنالیزهای آزمایشگاهی مانند پیرولیز، آنالیز عنصری، ضریب بازتابندگی ویتربینایت، شاخص آلتراسیون دمایی، کروماتوگرافی گازی و ... است [۴]. در این نوشتار از تاثیر ماده آلی بر روی ابزارهای چاه پیمایی رایج در صنعت نفت بحث می شود و روشی آسان با استفاده از برهم نهی نمودارهای درون چاهی بیان می شود. در سنگ های فقیر از ماده آلی و اشباع از آب، نمودارهای مقاومت ویژه و صوتی با یکدیگر موازی خواهند بود و می توانند بر روی هم قرار بگیرند. چون هر دو نمودار به تغییرات تخلخل سازند پاسخ می دهند [۵]. در مقابل در سنگ مخزن دارای هیدروکربن و سنگ مادر دارای کروژن و هیدروکربن ، جدایی بین این دو نمودار اتفاق خواهد افتاد که با استفاده از نمودار پرتو گاما می توان مناطق مربوط به سنگ مخزن را تشخیص داد و از تحلیل

دگرسانی دمایی یا Tmax و ... به دست آید [۱۰]. او همچنین نشان داد که اگر نوع ماده آلی در دست باشد می توان مقادیر پیرولیز (S2) را همانند روش راک اول<sup>۴</sup> [۱۱] با استفاده از تبدیل های TOC به S2 (شکل ۵) پیش بینی کرد. نمودارهای درون چاهی مقاومت ویژه و صوتی در مناطق غنی از ماده آلی دارای جدائی مثبت هستند. جدائی مثبت زمانی اتفاق می افتد که نمودار درون چاهی مقاومت ویژه در سمت راست و نمودار درون چاهی صوتی در سمت چپ قرار بگیرند (شکل ۳).

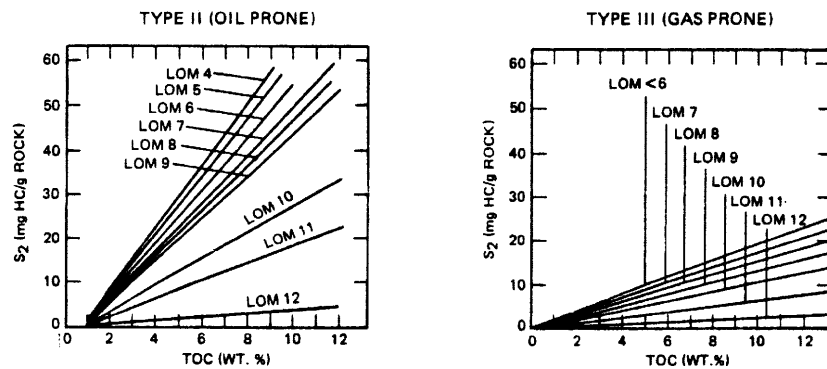
ویژه صوتی) با مقیاس نسبی مناسب (۱۰۰ میکروثانیه بر فوت در دو سیکل لگاریتمی مقاومت ویژه) استفاده می شود. جدایی بین این دو نمودار بصورت  $\Delta \log R$  به گونه ای است که در هر عمقی قابل محاسبه است (شکل ۳) [۱۰]. پسی نشان داد که جدایی  $\Delta \log R$  به طور خطی با کل کربن آلی (TOC) ارتباط دارد و تابعی از درجه بلوغ است و با استفاده از دیاگرام  $\Delta \log R$  (شکل ۴) این جدایی می تواند به طور مستقیم به TOC تبدیل شود و این در صورتی است که درجه بلوغ با استفاده از روش های گوناگون مانند ضریب بازتابندگی ویتربینایت، شاخص



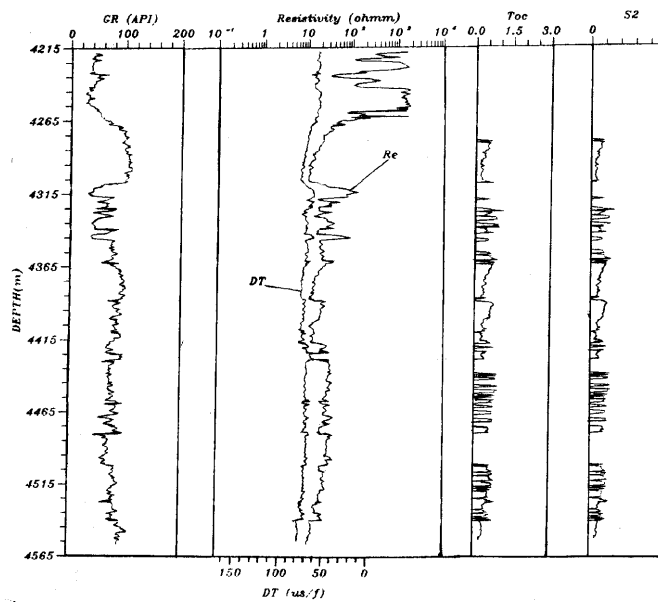
شکل ۳: روش  $\Delta \log R$  در تعیین مناطق غنی شدگی آلی [۹].



شکل ۴: نمودار  $\Delta \log R$  و TOC برای LOM های مختلف [۱۰].



شکل ۵: نمودار TOC، S2 و LOM برای کروژن نوع ۲ و ۳ [۱۰].



شکل ۶: نمودارهای درون چاهی سازند کشف رود در چاه خانگیران [۱۶].

$$\Delta \log R_{Den} = \log_{10}(R/R_{baseline}) - 2.50(\rho_b - \rho_{b(baseline)}) \quad (3)$$

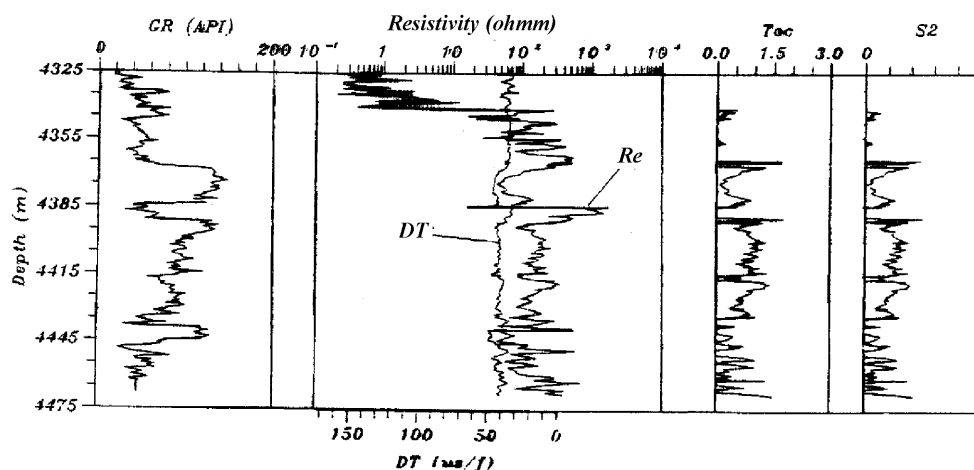
$$TOC = (\Delta \log R) \times 10^{(2.297 - 0.1688 \times LOM)} \quad (4)$$

و برای محاسبه مقدار S2 از شکل (۵) استفاده نمود. برای این منظور درجه دگرگونی آلی (LOM) و نوع کروژن باید از طریق روش های گوناگون ژئوشیمی آلی تعیین شود [۱۰، ۱۲]. پس توصیه می کند، برای تعیین  $\Delta \log R$  از رابطه (۱) و در صورت عدم دسترسی به نمودار درون چاهی صوتی، از رابطه (۲) یا (۳) و برای تعیین TOC از رابطه (۴) استفاده شود. او علت تقدم رابطه (۱) به روابط

با توجه به اینکه این جدائی رابطه مستقیمی با درصد کربن آلی کل (TOC) و پتانسیل هیدروکربن باقیمانده (S2) دارد، می توان با استفاده از روش  $\Delta \log R$  مقادیر TOC و S2 را بر حسب عمق محاسبه و سپس آن را به صورت نمودار درون چاهی ترسیم نمود. پس توانست با استفاده از عبارات ریاضی- تجربی (۱)، (۲)، (۳) و (۴) مقدار  $\Delta \log R$  و TOC را محاسبه کند [۱۰]:

$$\Delta \log R_{DT} = \log_{10}(R/R_{baseline}) + 0.02(DT - DT_{baseline}) \quad (1)$$

$$\Delta \log R_{Neu} = \log_{10}(R/R_{baseline}) + 4.00(\phi_N - \phi_{N(baseline)}) \quad (2)$$



شکل ۷: نمودارهای درون چاهی سازند کشف رود در چاه خانگیران ۳۰ [۱۵].

جدول ۱: مقادیر میانگین  $T_{max}$ ،  $S_2$ ،  $TOC$  و درصد نسبت ( $S_2/TOC$ ) با استفاده از نمونه های آزمایشگاهی و روش  $\Delta \log R$ .

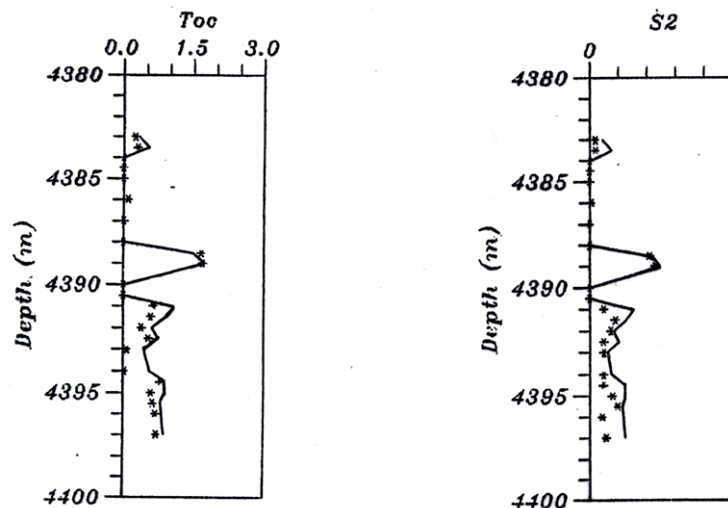
$\frac{S_2}{TOC} \times 100$	$T_{max}$ (درجه سانتیگراد)	$S_2$ (میلیگرم هیدروکربن بر گرم سنگ)	$TOC$ (درصد وزنی)	تعداد نمونه	محل نمونه	روش اندازه گیری
میانگین	میانگین	میانگین	میانگین			
۲۴	۴۷۷	۰/۱۴	۰/۵۹	۲۲	درچاه خانگیران ۳۰	روش آزمایشگاهی
۱۳	-	۰/۰۷	۰/۵۴	۲۲	در چاه خانگیران ۱۶	روش $\Delta \log R$
۱۹	-	۰/۱۲	۰/۶۴	۲۲	در چاه خانگیران ۳۰	

مذکور و مقیاس مناسب و فرمولهای تجربی پسی، مقدار  $\Delta \log R$  محاسبه گردید [۱۴، ۱۳، ۱۵]. اما برای تعیین مقدار  $TOC$  و  $S_2$  از روش  $\Delta \log R$  نیاز به دانستن درجه بلوغ یا درجه دگرگونی آلی سازند داریم. برای این منظور با استفاده از نمونه های تراشه به دست آمده از سازند کشف رود در چاه ۳۰ [۱۶] خانگیران ضمن تعیین  $T_{max}$  و بر اساس مطالعات پتروگرافی آلی در نور انعکاسی و نور گذرا و آنالیز عنصری کروژن و نسبت  $H/C$  و  $O/C$  [۱۷] بطور متوسط نمونه های اخذ شده از سازند کشف رود دارای کروژن نوع ۳ با پتانسیل گاز زائی و درجه دگرگونی آلی (LOM) برابر با ۱۲ هستند [۱۷]. لذا در این مرحله

(۲) و (۳) را ناشی از تاثیر اثرات چاهی بر روی نمودارهای درون چاهی نوترون و چگالی بیان کرده است [۱۰]. برای ارزیابی پتانسیل هیدروکربن زایی سازند کشف رود با استفاده از روش  $\Delta \log R$ ، ابتدا نمودارهای درون چاهی مقاومت ویژه، صوتی و پرتو گاما برای سازند کشف رود از سری نمودارهای درون چاهی شلومبرژه در دو چاه خانگیران ۱۶ و ۳۰ به شکل رقمی در آمده اند و سپس نقاط بدست آمده به عنوان داده های اولیه به شکل نمودارهای درون چاهی رسم گردیدند. برای به دست آوردن جدائی بین دو نمودار درون چاهی مقاومت ویژه و صوتی ابتدا با توجه به وضعیت خط مبنا در نمودارهای

دو چاه خانگیران ۱۶ و ۳۰ است. اما با توجه به عدم دسترسی به این نمونه ها در چاه خانگیران ۱۶، این مقایسه تنها برای سازند کشف رود در چاه خانگیران ۳۰ از عمق ۴۳۸۳ متر تا ۴۳۹۷ متر میسر شد. در این مقایسه از تعدادی مغزه مربوط به این سازند از چاه خانگیران ۳۰ که در آزمایشگاه ژئوشیمی آلی پژوهشگاه صنعت نفت مورد تجزیه قرار گرفته، استفاده شده است. شکل (۸) این مقایسه را نشان می دهد. در این شکل نقاط ستاره دار و خطوط پیوسته به ترتیب مربوط به نتایج TOC و S2 حاصل از مغزه و روش  $\Delta \log R$  می باشد. همان طوری که در شکل (۸) پیداست؛ مقادیر TOC و S2 از دو راه اندازه گیری مستقیم (مغزه) و محاسبه با روش  $\Delta \log R$  همبستگی و نزدیکی خوبی را نشان می دهند و انطباق منحنی محاسبه شده و نتایج آزمایشگاهی در مقادیر زیاد، بیشتر و برای مقادیر کم، کمتر است. وجود اختلاف بین مقادیر محاسبه شده و نتایج آزمایشگاهی (مغزه) می تواند دلیل تجربی بودن فرمول پسی و خطاهای آزمایشگاهی باشد ولی آنچه که اهمیت دارد این است که انطباق بین مقادیر محاسبه شده و نتایج آزمایشگاهی برای مناطقی از سازند که از نظر غنی شدگی آلی فقیر و غنی هستند، قابل قبول است [۱۶].

ضمن محاسبه TOC از فرمول پسی (با  $LOM=12$ ) و تعیین S2 (با کروژن نوع ۳) از روی نمودار شکل (۵)، تغییرات آنها بر حسب عمق برای هر دو چاه ۱۶ و ۳۰ خانگیران معین گردید [۱۶]. شکل‌های (۶ و ۷) تغییرات TOC و S2 را بر حسب عمق در سازند کشف رود و در چاه‌های خانگیران ۱۶ و ۳۰ نشان می دهند [۱۶]. همان طوری که از این شکل ها مشاهده می شود مناطقی از سازند کشف رود دارای TOC و S2 نسبتا مناسبی هستند و با نمونه گیری از این مناطق می توان در مراحل بعدی اکتشاف ارزیابی دقیقتری را از این سازند بدست آورد. با استفاده از روش  $\Delta \log R$ ، میانگین TOC برای این سازند در چاه خانگیران ۱۶، ۰/۵۴ و در چاه خانگیران ۳۰، ۰/۶۴ و میانگین S2 در چاه های خانگیران ۱۶ و ۳۰ به ترتیب ۰/۰۷ و ۰/۱۲ میلی گرم هیدروکربن بر گرم سنگ می باشد (جدول ۱). همچنین درصد نسبت (S2 / TOC) برای این سازند در چاه های خانگیران ۱۶ و ۳۰ به ترتیب ۱۳ و ۱۹ درصد می باشد (جدول ۱). با توجه به پایین بودن مقدار S2 و نسبت S2 / TOC چنین استنباط می شود که سازند کشف رود بر اساس داده های چاه پیمایی عمدتاً دارای پتانسیل گاززائی می باشد [۱۶]. برای مقایسه نتایج TOC و S2 حاصل از روش  $\Delta \log R$  با نتایج آزمایشگاهی نیاز به تعدادی نمونه مغزه از این سازند در



شکل ۸: مقایسه مقادیر TOC و S2 از دو راه اندازه گیری مستقیم و روش  $\Delta \log R$  [۱۵].

## نتیجه گیری

۳- برای استفاده از روش  $\Delta \log R$  نیاز به اطلاعات ژئوشیمی آلی است، لذا این روش بطور کامل مستقل از اندازه گیری های آزمایشگاهی نیست.

۴- با بکارگیری روش  $\Delta \log R$  که به نمودارهای درون چاهی و اطلاعات اولیه در مورد نوع و درجه بلوغ کروژن نیاز دارد، هزینه و زمان مربوط به این مطالعات با تعیین مناطق پتانسیل دار تا حد قابل ملاحظه ای کاهش می یابد.

۱- بر اساس مطالعات ژئوشیمی آلی و چاه پیمایی، سازند کشف رود در منطقه کپه داغ عمدتاً قابلیت تولید گاز را دارد.

۲- صحت و دقت نمودارهای درون چاهی TOC و S2 با توجه به داده های حاصل از نمونه های مغزه برای سازند کشف رود در چاه خانگیران ۳۰ نسبتاً قابل قبول است.

## مراجع

- 1- Afshar Harb, A. (1979). "The stratigraphy, tectonics & petroleum geology of the kopet-dagh region, Northern Iran." *A Thesis Submitted for the Degree of Doctor of Philosophy in Petroleum Geology, University of London.*
- 2 - Madani, M. (1977). "A study of the sedimentology stratigraphy and regional geology of the jurassic rocks of eastern Kopet-Dagh N.E.Iran." *A Thesis Submitted for the Degree of Doctor of Philosophy in Petroleum geology, University of London.*
- 3 - Afshar Harb, A. (1970). "Geology of sarakhs area & khangiran field." *National Iranian Oil Company, Published Report.*
- 4 - Meyer, B. L. and Nederlof, M. H. (1984). "Identification of source rocks on wireline logs by density/resistivity & sonic transit time/resistivity crossplots." *AAPG Bulletin, Vol. 68.*
- 5 - Schmoker, J. W. (1981). "Determination of organic-matter content of application Devonian shales from gamma-ray logs." *AAPG Bulletin, Vol. 65.*
- 6 - Schmoker, J. W. (1979). "Determination of organic content of application Devonian shales from formation-density logs." *AAPG Bulletin, Vol. 63.*
- 7 - Schmoker, J. W. and Hester, T. C. (1983). "Organic carbon in Bakken formation, United States portion of Williston basin." *AAPG Bulletin, Vol. 67.*
- 8 - Dellen Bach, J., Espitalie, J. and Lebreton, F. (1983). "Source rock logging." *Transactions of the 8<sup>th</sup> European SPWLA Symposium, Paper D.*
- 9 - Passey, Q. R., Creany, S., Kulla, J. B., Moretti, F. J. and Stroud, J. D. (1989). "Well log evaluation of organic-rich rocks." *14<sup>th</sup> International Meeting on Organic Geochemistry, Paris, abstract 75.*
- 10 - Passey, Q. R., Creany, S., Kulla, J. B., Moretti, F. J. and Stroud, J. D., (1990). "A practical model for organic richness from porosity and resistivity logs." *AAPG Bulletin, Vol. 74.*
- 11 - Tissot, B. P. and Welte, D. H. (1984). *Petroleum formation and occurrence*, New York, springer-verlag.
- 12 - Autric, A. and Dumensil, P. (1985). "Resistivity, radioactivity and sonic transit time logs to evaluate the organic content of low permeability rocks." *OTC, Vol. 26.*
- 13 - Espitalie, J., Madec, M., Tissot, B., Menning, J. J., and Leptal, P. (1977). "Source rock characterization method for petroleum exploration." *OTC, Paper 2935.*



---

14 - Schlumberger limited, (1972). "Schlumberger log interpretation charts." *Houston, Tex.*

15 - Schlumberger, (1987). "Log interpretation principles/applications." *Houston, schlumberger Educational services.*

۱۶ - حسین پورصیامی، ح. "ارزیابی توان نفت زایی سازند های چمن بید و کشف رود در کپه داغ." پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی معدن، گرایش اکتشاف، دانشکده معدن و متالورژی دانشگاه صنعتی امیر کبیر، (۱۳۷۳).

۱۷ - تولایی، م. ، کرامتی، م. و کسایی، م. "بررسی توان هیدروکربن زایی سازند کشف رود با استفاده از روش های مطالعه پتروگرافی آلی." فصلنامه تحقیق پژوهشگاه صنعت نفت ، سال پنجم ، شماره ۱۹، (۱۳۷۴).

### واژه های انگلیسی به ترتیب استفاده در متن

- 1 - Resistivity Log
- 2 - Total Organic Carbon (WT%)
- 3 - Passey
- 4 - Rock-Eval
- 5 - Level of Organic Metamorphism