

تشخیص سطوح سیالات مخزنی با استفاده از تبدیل موجک پیوسته نگار مقاومت ویژه

امیر ملاجان^{۱*}، مصطفی جاوید^۲، حسین معماریان^۳، بهزاد تخمچی^۴

^۱ کارشناس ارشد مهندسی اکتشاف معدن، دانشگاه تهران

^۲ کارشناس ارشد مهندسی اکتشاف نفت، دانشگاه تهران

^۳ استاد دانشکده مهندسی معدن دانشگاه تهران

^۴ عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی معدن، نفت و ژئوفیزیک دانشگاه صنعتی شاهرود

a.mollajan@alumni.ut.ac.ir*

تاریخ دریافت: بهمن ۹۱، تاریخ پذیرش: تیر ۹۲

چکیده

توصیف دقیق توزیع سیالات و ارزیابی سطوح تماس بین آنها نقش بسیار مهمی در کاهش عدم قطعیت در ارزیابی ذخیره هیدروکربنی مخزن و در نتیجه انتخاب استراتژی توسعه میدان دارد. سطوح سیالات مخزن را می توان با نمودارگیری، انجام تست چاه، آزمایشات ویژه مغزه و یا عملیات لرزه نگاری تخمین زد. اما در عمل باتوجه به غیر اقتصادی بودن و نیز در دسترس نبودن اطلاعات مربوط به تست چاه یا آزمایشات ویژه مغزه و عملیات لرزه نگاری برای همه چاهها، رایج ترین رویکرد تفسیر نگارهای پتروفیزیکی است. از آنجا که عموماً مرز سیالات مخزنی به علت پیچیدگی خصوصیات و ضخامت سنگ مخزن، و نیز عواملی همچون اثر واگ، درز و هجوم فیلترای گل حفاری مختل می شود وجود روشی که بتواند این اثرات را تا حد ممکن کاهش دهد ضروری به نظر می رسد. در این مقاله که بر روی داده های ۳ چاه مربوط به یکی از میداین جنوب غرب کشور و به منظور یافتن مرز آب - نفت صورت گرفته روشی جدید و بر مبنای تبدیل موجک پیوسته نگار مقاومت ویژه جهت شناسایی سطوح مختلف سیالات مخزنی ارائه شده است. نتایج عملکرد این روش که با اطلاعات تست چاه مورد اعتبار سنجی قرار گرفته است نشان می دهد، که این روش قادر است به نحو مطلوبی مرز سیالات مخزنی را مشخص کند.

واژه های کلیدی: مخازن هیدروکربوری، سطوح تماس سیالات مخزنی، تبدیل موجک پیوسته، نگار مقاومت ویژه

۱. مقدمه

توزیع و انتشار سیالات مخزنی توسط عواملی همچون نیروهای شناوری، موئینه و نیروی هیدرواستاتیک، همچنین شرایط هیدرودینامیک مخزن و نیز تخلخل و نفوذپذیری سنگ مخزن کنترل می‌شود. بطور کلی و صرفنظر از نحوه عملکرد این عوامل در یک مخزن حاوی هر دو فاز آب و نفت می‌توان یک مرز کلی آب-نفت (WOC) را مشخص نمود. تشخیص این مرز تماس با استفاده از نمودارگیری، انجام تست چاه، آزمایشات ویژه مغزه و یا عملیات لرزه نگاری صورت می‌پذیرد. با توجه به غیراقتصادی بودن و در دسترس نبودن اطلاعات مربوط به تست چاه یا آزمایشات ویژه مغزه و عملیات لرزه نگاری برای همه چاه‌ها، رایج‌ترین داده‌ها نگارهای پتروفیزیکی هستند. در این راستا استیو یوتو و سام سوری از نگارهای SP, RT, LLD, LLS, GR, DEN برای شناسایی و جداسازی مرزهای آب-نفت یک میدان نفتی درمالزی استفاده کردند [۱]. همچنین، استفاده از نگارهای تخلخل همچون EPT و نوترون - چگالی [۲]، نمودارهای عمق برحسب فشار، نمودارهای COR و یا TDT نیز برای این منظور به کار گرفته شده‌اند [۳]. تان برای تشخیص سازندهای حاوی گاز از لاگ‌های نوترون، چگالی و صوتی استفاده کرده است [۴]. دینگ و همکاران برای تشخیص و طبقه‌بندی سیالات مخزنی از ثابت دی الکتریک و نگارهای صوتی بهره گرفته‌اند [۵]. رویکردی جدیدی نیز توسط عبدالموللا و همکاران برای شناسایی سطوح تماس سیالات در یک مخزن گازی معرفی شده است [۶]. با این وجود تشخیص سطوح سیالات با استفاده از روش‌های چاه‌پیمایی با دقت کم صورت گرفته و به شدت تحت تاثیر فشار موئینه است. خصوصاً اینکه پیچیدگی خصوصیات و ضخامت سنگ مخزن تاثیر بسیار زیادی بر سطح تماس سیالات دارد و عموماً مرز سیالات مخزنی در نگارها توسط اثر واگ، درز، رس و هجوم فیلترای گل حفاری مختل می‌شود. همچنین در محدوده‌هایی که دارای سنگ شناسی پیچیده با تخلخل کم و یا با عمق نفوذ زیاد فیلترای گل حفاری است، تفکیک زون گازی و نفت به آسانی میسر نیست [۷]. لذا وجود روشی که بتواند این اثرات را تا حد ممکن کاهش دهد، ضروری به نظر می‌رسد.

استفاده از تکنیک موجک به عنوان روشی توانمند که قادر است یک نگار را در باندهای فرکانسی مختلف تجزیه نموده و احتمالاً اطلاعاتی همچون اثر سیال داخل مخزن، لیتولوژی و ساختارهای شکستگی را به صورت جداگانه در اختیار بگذارد، در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. سابقه استفاده از تکنیک موجک در پردازش نگارهای پتروفیزیکی به مواردی همچون تخمین پارامترهای مخزنی [۸]، تشخیص مرزهای سازند، شناسایی شکستگی‌ها [۹] و نیز شناسایی سطوح تماس سیالات موجود در مخازن با استفاده از موجک گسسته [۱۰] بر می‌گردد. در این مقاله روشی جدید و بر مبنای آنالیز طیف انرژی تبدیل موجک پیوسته نگار مقاومت ویژه به منظور یافتن مرز آب - نفت معرفی شده است. رویکرد پیشنهادی بر روی داده‌های ۳ چاه مربوط به یکی از میداین جنوب غرب کشور پیاده شده و نتایج با اطلاعات مغزه و تولید مورد اعتبار سنجی قرار گرفته است.

۲. مبانی

تجزیه طیفی یا تجزیه یک سیگنال اطلاعاتی به باندهای فرکانسی تشکیل دهنده آن، سبب می‌شود بررسی پدیده‌هایی که در فرکانس‌های خاصی قابل تشخیص بوده و احتمالاً در سیگنال اطلاعاتی اولیه به راحتی قابل شناسایی نیستند بهتر صورت پذیرفته و در نهایت نقشه زمان-فرکانس پیوسته‌ای از سیگنال اولیه در اختیار قرار بگیرد. تاکنون روش‌های مختلفی برای تجزیه طیفی یک سیگنال ارائه شده است که از مهمترین آنها می‌توان به تبدیل فوریه زمان - کوتاه (STFT) و تبدیل موجک پیوسته (CWT) اشاره کرد. در ادامه به اجمال به توضیح این روش‌ها می‌پردازیم.

۱.۲ تبدیل فوریه زمان کوتاه^۱

در این روش می توان طیف زمان-فرکانس را با اعمال تبدیل فوریه بر روی پنجره زمانی مورد نظر به دست آورد. با انتخاب طول پنجره، تفکیک زمان فرکانسی نیز ثابت می باشد. بنابراین تفکیک زمان فرکانسی بستگی به طول پنجره انتخابی دارد. دامنه هایی که در روش معمولی تبدیل فوریه به دست می آیند، بیانگر فرکانسهای مختلف می باشند و توزیع لحظه ای این فرکانسها در پنجره زمانی انتخاب شده نشان داده نمی شود. برای بدست آوردن فرکانس محلی، می توان سیگنال را پنجره بندی کرد؛ یعنی قسمت کوچکی از سیگنال را انتخاب نموده و سپس تبدیل فوریه را بر روی قسمت پنجره شده اعمال نمود. بدین ترتیب فرکانس محلی سیگنال در قسمت پنجره شده بدست می آید. با انتقال پنجره زمانی در طول سیگنال، می توان محتوای فرکانسی سیگنال را بصورت نقشه دو بعدی فرکانس بر حسب زمان استخراج کرد که این نمایش دو بعدی را STFT می گویند. مشکل این روش ثابت بودن اندازه ی پنجره انتخابی می باشد. بطور ریاضی، STFT در زمان لحظه ای m به صورت ذیل تعریف می شود [۱۱]:

$$STFT\{x(n)\} \equiv X(m, \omega) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(n) \omega(n-m) e^{-j\omega n} \quad (1)$$

که در آن $x(n)$ سیگنال در بعد زمان، $\omega(n-m)$ تابع پنجره و $e^{-j\omega n}$ عملگر فوریه می باشد.

۲.۲ تبدیل موجک پیوسته^۲

تبدیل موجک پیوسته در حقیقت یک روش تجزیه و تحلیل زمان-فرکانس است. در این روش سیگنال مورد بررسی به بخش های مختلف تقسیم شده و با استفاده از مقیاس گذاری و انتقال دادن یک تابع ویژه در طول سری اطلاعاتی، طیف سری اطلاعاتی محاسبه می شود. با تکرار این مراحل برای توابعی با مقیاس های مختلف در نهایت نتیجه حاصل به صورت مجموعه ای از اطلاعات آرگومان-فرکانس بدست می آید. ویژگی اصلی تبدیل موجک در مقابل تبدیل فوریه زمان کوتاه این است که تمامی توابع پایه از انتقال و مقیاس یک تابع موجک مادر بدست می آیند. تبدیل موجک پیوسته با اضافه کردن دو پارامتر انتقال و مقیاس، به صورت زیر از روی موجک مادر بدست می آیند [۱۱]:

$$W_{\psi}[x](a, b) = \langle x, \psi_{a,b} \rangle = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \psi^* \left(\frac{t-b}{a} \right) dt \quad (2)$$

این تابع، سیگنال $x(t)$ را با استفاده از موجک مادر $\psi^*(t)$ از حوزه عمق z به سیگنالی در حوزه ی مقیاس (a) - موقعیت (b) تبدیل می کند. جمله $(\sqrt{a})^{-1}$ ، ضریب بهنجارسازی^۳ است. بطوریکه در شکل ۱ آورده شده است با ضرب هر ضریب در مقیاس مناسب و حرکت دادن آن در سراسر سیگنال مورد بررسی، موجک پیوسته سیگنال اولیه بدست می آید. نتیجه تبدیل موجک پیوسته یک ماتریس بنام C است، که شامل ضرایب موجک می باشد. این ضرایب تابعی از مکان و مقیاس بوده و میزان شباهت بین باز شدگی و انتقال موجک و تابع $x(t)$ را در زمان b و مقیاس a نشان می دهد. انرژی یک سیگنال مانند $x(t)$ را می توان با استفاده از ضرایب موجک پیوسته بصورت زیر ارائه کرد [۱۲]:

$$E = \int_{-\infty}^{\infty} |x(t)|^2 dt = c_{\psi}^{-1} \int_0^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} |W_{\psi}[x](a, b)|^2 \frac{da db}{a^2}. \quad (3)$$

¹ Short Time Fourier Transform

² Continues Wavelet Transform

³ normalization

انتگرال رابطه فوق با استفاده از روش‌های عددی به فرم زیر تحویل پذیر است:

$$\int_{-\infty}^{\infty} |x(t)|^2 dt \approx c_{\psi}^{-1} \int_{a_1}^{a_n} \int_{b_1}^{b_m} |W_{\psi}[x](a, b)|^2 \frac{dad b}{a^2} = \sum_{i=1}^{n-1} E_i \quad (4)$$

و از آنجا خواهیم داشت:

$$E_i = c_{\psi}^{-1} \cdot \frac{\Delta b}{2} \cdot \frac{\Delta a}{2} \left[e_i^1 + e_i^m + e_{i+1}^1 + e_{i+1}^m + 2 \sum_{j=2}^{m-1} (e_i^j + e_{i+1}^j) \right] \quad (5)$$

که در آن مقادیر e_i^j بصورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$e_i^j = \frac{|W_{\psi}[x](a_i, b_j)|^2}{a_i^2} \quad (6)$$

روش کار به این صورت است که، فرض کنیم می‌خواهیم نگاری مانند X را مورد بررسی قرار دهیم. مقدار انرژی این نگار را برای هر مقیاس و در هر عمق محاسبه می‌کنیم. بنابراین خواهیم داشت [۱۰]:

$$E = \begin{bmatrix} E_{1,1} & E_{1,2} & \dots & E_{1,n} \\ E_{2,1} & E_{2,2} & \dots & E_{2,n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ E_{i,1} & E_{i,2} & \dots & E_{i,n} \end{bmatrix} = [E_1 \ E_2 \ \dots \ E_n], \quad (7)$$

مقادیر انرژی محاسبه شده بایستی به منظور کاهش اثر تغییرات دامنه نگار بر روی طیف انرژی در اعماق مختلف به صورت زیر به هنجارسازی شوند:

$$E_{\text{norm}} = \left[\frac{E_1}{\max_j(E_1)} \quad \frac{E_2}{\max_j(E_2)} \quad \dots \quad \frac{E_n}{\max_j(E_n)} \right] \quad (8)$$

که در آن اندیس j مربوط به مقیاس بوده و n نشان دهنده عمق است. حال با استفاده از $\delta(t)$ تابع دلتای دیراک، رابطه زیر را تعریف می‌کنیم:

$$\delta_{j,n} = \delta \left\{ 1 - \frac{1}{2} \left[\frac{(E_{j,n} - E_{j-1,n})}{|E_{j,n} - E_{j-1,n}|} + \frac{(E_{j,n} - E_{j+1,n})}{|E_{j,n} - E_{j+1,n}|} \right] \right\} \quad (9)$$

بنابراین ماتریس رابطه ۷ تبدیل می‌شود به:

$$\delta = \begin{bmatrix} \delta_{1,1} & \delta_{1,2} & \dots & \delta_{1,n} \\ \delta_{2,1} & \delta_{2,2} & \dots & \delta_{2,n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \delta_{j,1} & \delta_{j,2} & \dots & \delta_{j,n} \end{bmatrix} \quad (10)$$

و از آنجا پیک انرژی نگار مورد بررسی از طریق ضرب نظیر به نظیر همه درایه‌های هر دو ماتریس و بصورت زیر محاسبه می‌شود:

$$E_{\text{peak}} = \delta \circ E, \quad (11)$$

و در نهایت از طریق بدست آوردن بالاترین پیک انرژی می توان از آن به عنوان یک ویژگی مناسب برای شناسایی مرز تغییرات استفاده نمود.

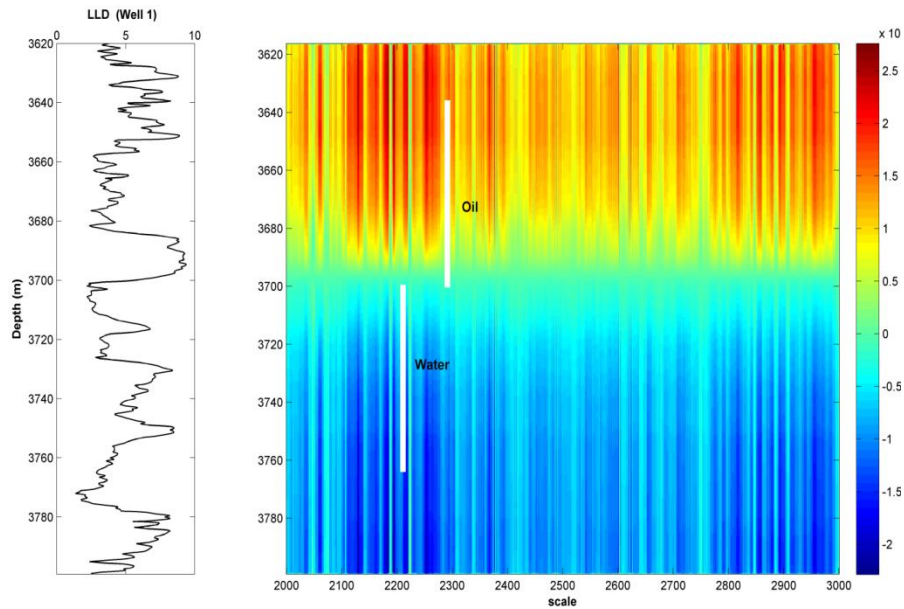
۳. اعتبار سنجی روش جدید

همانطور که پیش از این اشاره شد جهت بررسی روش پیشنهادی، از نگارهای مقاومت ویژه سه چاه مربوط به یکی از میدین نفتی جنوب کشور استفاده شد. میدان نفتی مورد مطالعه شامل ۲ مخزن آسماری و بنگستان است که مطالعه حاضر بر روی بخش های آهکی مخزن بنگستان انجام شده است. سازند بنگستان متشکل از لایه های ایلام، سروک و کژدمی است. لایه های ایلام و سروک عموماً آهکی بوده و کژدمی از شیل تشکیل شده است. سیالات موجود در مخزن مورد بررسی تنها آب و نفت هستند. در جدول شماره ۱، نگارهای موجود برای سه چاه مورد مطالعه به صورت خلاصه آورده شده است. در این جدول علامت ضرب در به معنای عدم وجود نگار مورد نظر بوده و علامت تیک، به معنای وجود آن نگار می باشد. به طوریکه ملاحظه می شود، نگار مقاومت ویژه عمیق برای هر سه چاه مورد بررسی موجود بوده است.

جدول ۱ - نگارهای موجود برای چاه های مورد مطالعه

| شماره چاه نگار | چاه شماره ۱ | چاه شماره ۲ | چاه شماره ۳ |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|
| PEF | ✓ | ✗ | ✗ |
| GR | ✓ | ✓ | ✓ |
| DT | ✓ | ✓ | ✓ |
| LLS | ✓ | ✓ | ✓ |
| LLD | ✓ | ✓ | ✓ |
| MSFL | ✓ | ✗ | ✓ |
| RHOB | ✓ | ✓ | ✓ |
| NPHI | ✓ | ✓ | ✓ |

برای این منظور با توجه به اطلاعات تست چاه برای چاه های شماره ۱ و ۲ مخزن مورد بررسی به سه طبقه تولید کننده نفت، نفت آبدار و آب طبقه بندی شد. بزرگترین مقدار پیک مربوط به انرژی نگار مقاومت ویژه برای هر یک از طبقات تعریف شده در بالا، در مقیاسی متفاوت از سایر طبقات دیده می شود. لذا برای شناسایی مرز بین این طبقات با استفاده از این ویژگی، می توان به نحو مطلوبی سه طبقه در نظر گرفته شده در بالا را تشخیص داد. شکل (۲ و ۳)، نتایج حاصل از الگوریتم پیشنهادی برای چاه های شماره ۱ و ۲ را نشان می دهد. رنگ تصاویر، مقادیر بهنجار شده نتایج بدست آمده از الگوریتم می باشند، بطوری که براساس روش پیشنهادی، مقادیر بالا (رنگ قرمز) نشان دهنده وجود نفت و مقادیر پایین (رنگ آبی) موقعیت آب در مخزن را نشان می دهد. با توجه به شکل، مرز سیال در وسط محل تغییر تدریجی رنگ قرار دارد که با نتایج حاصل از تست چاه نیز انطباق خوبی دارد.



شکل ۲: نتیجه بدست آمده از الگوریتم پیشنهادی برای چاه شماره ۱

عموماً در صنعت نفت، برای فواصل مختلف و سازندهای موجود، آزمایشات چاه بصورت ساق مته (DST) حفره باز یا مشبک شده و بهره دهی و ... برای چاه های نفتی و یا تست همزمان^۲ و back – pressure test برای چاه های گازی صورت گرفته و مواد بازیافتی برای آن فاصله اعم از نفت، آب نمک، گل آغشته به نفت، آسفالت و ... ثبت می شود. از این طریق می توان با در نظر گرفتن یک حد آستانه مشخص به صورت حدودی مرز آب و نفت را تشخیص داد.

در جدول (۲) میزان اختلاف بین مقداری که الگوریتم پیشنهادی برای تعیین مرز آب و نفت بدست داده و نتایج حاصل از تست چاه آورده شده است. با توجه به این جدول ملاحظه میشود که میزان خطای این روش در پیش بینی محل تماس آب – نفت برای چاه شماره یک برابر صفر بوده و در چاه شماره ۲ در حدود ۳ متر اختلاف نشان می دهد.

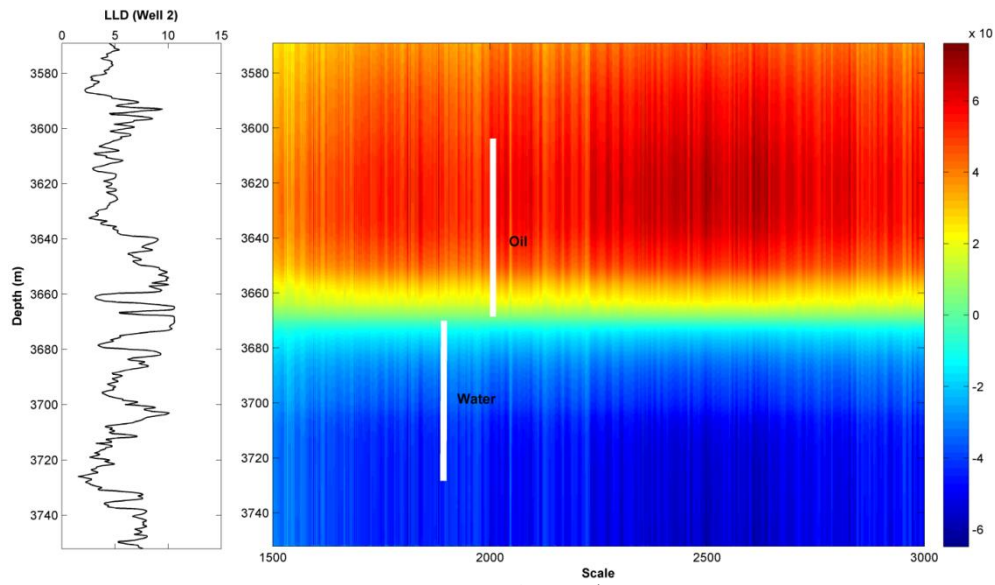
روش ارائه شده برای شناسایی مرز آب – نفت، بر روی داده های نگار مقاومت سنجی چاه شماره ۳ نیز اعمال شد. نتیجه بدست آمده از این بررسی که در شکل ۴ آورده شده است، این مرز را در عمق ۳۷۶۰ متری نشان می دهد. در مورد این چاه خاص، هیچ آزمایش چاهی انجام نشده و مرز تقریبی آب-نفت برای این چاه به دلیل نزدیکی آن با چاه شماره ۲، مرز موجود در این چاه (یعنی عمق ۳۶۷۳ متری) در نظر گرفته شده است. در صورتی که این فرض را درست بدانیم، اختلاف ۸۷ متری در نتایج ملاحظه می شود. بدیهی است که صحت این موضوع چندان قابل پیگیری نیست.

جدول ۲: مقایسه نتایج حاصل از الگوریتم با تفسیر مغزه

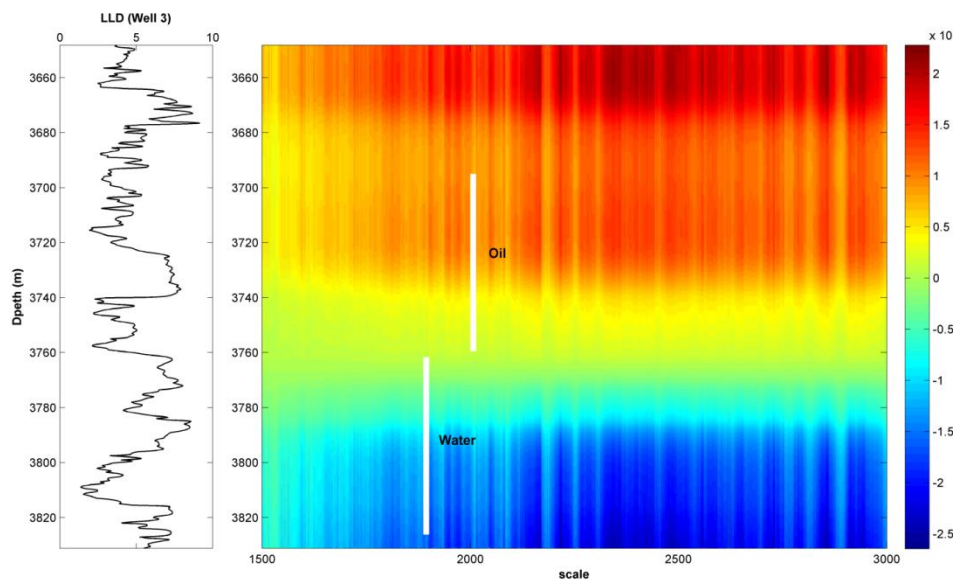
| توضیح شماره چاه | عمق مرز حاصل از روش پیشنهادی (متر) | عمق مرز حاصل از نتایج تست چاه (متر) | اختلاف (متر) |
|--------------------|---------------------------------------|--|-----------------|
| چاه شماره ۱ | ۳۷۰۰ | ۳۷۰۰ | ۰,۰۰ |
| چاه شماره ۲ | ۳۶۷۰ | ۳۶۷۳ | ۳ |

¹ Drill Stem Test

² Isochronal Test



شکل ۳: نتایج بدست آمده از الگوریتم پیشنهادی برای چاه شماره ۲



شکل ۴: نتایج بدست آمده از الگوریتم پیشنهادی برای چاه شماره ۳

۴. نتیجه گیری

مقاله حاضر که با استفاده از داده‌های مربوط به سه چاه از یک میدان نفتی در جنوب کشور صورت گرفته است، روشی جدید را برای شناسایی مرز تماس آب - نفت ارائه می‌کند. روش پیشنهادی که بر مبنای تبدیل موجک پیوسته بنا شده است، با فیلتر کردن نقش ماتریکس سنگ بر روی نگار مقاومت ویژه، تاثیر سیال را برجسته می‌کند. برای این منظور با استفاده از تبدیل موجک پیوسته انرژی نگار مورد بررسی محاسبه شد. انرژی محاسبه شده از این طریق، برای هر محیط اشباع وابسته به نوع سیال پُر کننده فضای خالی، در مقیاس جداگانه‌ای اتفاق افتاده و لذا به عنوان یک ویژگی منحصر به فرد می‌تواند سطح تماس سیالات را مشخص کند. این الگوریتم بر روی سه چاه از میدان نفتی مورد بررسی اعمال گردید و با نتایج تست چاه مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که این روش توانسته است به خوبی مرز سیالات مخزنی را مشخص کند.

"هیئت تحریریه مجله از آقایان دکتر عرب امیری و دکتر کنشلو که داوری مقاله را بر عهده داشته اند کمال تشکر و سپاس را دارد"

منابع

- [1] Setyowiyoto J., Samsuri A., 2006. Oil water contact analysis and hydrocarbon saturation estimation based on well logging data, SPE
- [2] Schlumberger, log interpretation principles/Application. 1998. Seven printing. March sugar Land. Texas 77478.
- [3] Serra. O, Fundamental of Well – logging interpretation, 1984. Elsevier, New York. 435 p.
- [4] Tan, T.D., 1998. Evaluation coal-bed gas reservoir with well log. Well logging technology. Vol. 24, No. 2
- [5] Ding. Y.J., Wu, S.G., Li, Q.H. and Wen, A.G., 2000. Dielectric logging data correlation and its quantitative evaluation of oil/water bed. Well logging technology. Vol. 24, No. 2
- [6] Ibrahim, A.E. Said H., Sultan J., 2010. Fluid contact determination in tight gas reservoirs; Formation "B" case study Sultanate of Oman, SPE
- [7] مطیعی، همایون. ۱۳۸۵. زمین شناسی نفت سنگ‌های کربناته. جلد اول. انتشارات آراین زمین.
- [8] Panda ,M.N, Mosher C, Chopra M.K, 1996 , Application of wavelet transform to reservoir data analysis and scaling, SPE.
- [9] Tokhmechi b.,Memarian H., Vamegh rasouli, Ahmadi noubari H. ,Moshiri B., 2009 , Fracture detection from water saturation log data using a fourier-wavelet approach,Elsevier
- [10] Wen - zheng yue,Gau tau, zhen wu – liu, 2006, Identifying reservoir fluids by wavelet transform of well logs , SPE.
- [11] Chui, C.K. 1992. An Introduction to Wavelet (Wavelet Analysis and Its Applications). New York City: Academic Press.

Reservoir Fluid Contact Detection Using Continues Wavelet Transform of Resistivity Log

Amir Mollajan, Mostafa Javid, Hossein Memarian, Behzad Tokhmchi

Abstract

Exact assessment of reservoir fluid contacts and distribution is an important part of reservoir characterization. Reservoir fluid contacts may be detected by petrophysical interpretations, well testing, special core analysis and seismic inverse modeling techniques. In practice, due to non-economic and unavailability of well test and seismic data, wire line log data are commonly used. Since these contacts affected by complexity of reservoir properties, thickness of reservoir rocks, and some factors such as vug effect, fractures and mud filtrate invasion, it is essential to find a way for reducing such these factors. The present study uses data related to three wells of an oil field in southwestern Iran to detect oil-water contact by continues wavelet transform of resistivity log. The results obtained from this method are compared with well test responses to validate the proposed algorithm. The results show that this method is capable to detect fluids contact accurately.

Keywords: hydrocarbon reservoir, reservoir fluid contact, continues wavelet transform, resistivity well log.