

جدایش سیال با استفاده از نشانگرهای لرزه‌ای پیش از برانبارش؛ مطالعه موردی در یکی از مخازن کربناته ایران

تبسم کریم نژاد^۱، رامین نیکروز^۲، محمدعلی ریاحی^۳، مهران رحیمی^۴

^۱کارشناسی ارشد، دانشگاه ارومیه، st_t.karimnejad@urmia.ac.ir

^۲دانشیار، دانشگاه ارومیه، r.nikrouz@urmia.ac.ir

^۳استاد، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، mariahi@ut.ac.ir

^۴کارشناسی ارشد، موسسه ژئوفیزیک دانشگاه تهران، mehran.rahami@ut.ac.ir

چکیده

تفکیک سیال مخزن یکی از رویکردهای مهم در کمی‌سازی تفسیر داده‌های لرزه‌ای می‌باشد و ارزیابی این رویکرد در توسعه مطالعات اکتشافی منابع هیدرکربنی بسیار راه گشا می‌باشد. کاهش ریسک حفاری یکی از مهمترین نتایج حاصل از مطالعات فیزیک سنگ میباشد و نتایج ارزیابی این رویکرد میتواند در مطالعات زیرسطحی کارآمد باشد. هدف اصلی این مطالعه بهبود درک پاسخ لرزه‌ای برای تفسیر سنگ‌شناسی و پیش‌بینی سیال با برآورد و مقایسه نشانگرهای AVO بر اساس تحلیل AVO در یکی از مخازن جنوب غرب ایران است. نشانگرهای AVO و ترسیم متقطع نشانگرهای مختلف AVO نشان داد که تلفیق این نتایج می‌تواند در مطالعات زیرسطحی و تفسیر داده‌های لرزه‌ای بسیار کارآمد باشد.

واژه‌های کلیدی: تفکیک سیال، تغییرات دامنه در مقابل دورافت، جانشینی سیال.

Fluid discrimination using pre stack seismic attributes; a case study in one of Iranian carbonate reservoir

Abstract

Reservoir fluid discrimination is one of the important approaches in the quantitative seismic interpretation, and the evaluation of this approach can be helpful in the development of exploratory studies of hydrocarbon resources. Reducing the drilling risk is one of the most important results of rock physics studies, and the evaluation results of this approach can be efficient in subsurface studies. The main goal of this study is to improve the understanding of seismic response for lithology interpretation and fluid prediction with rock physics modeling and quantitative seismic interpretation in one of the reservoirs in southwest Iran. The results of this study showed that the results of fluid replacement could be improved by integrating the AVO attributes AVO attributes and the cross-plot of different AVO attributes showed that these results could be very efficient in subsurface studies and seismic data interpretation.

Keywords: fluid discrimination, AVO, fluid replacement

۱ مقدمه

هدف اصلی از تحلیل تغییر دامنه در مقابل دورافت برآورد نشانگرها بی است که بر دامنه امواج لرزه بازتابی تاثیر می‌گذارد. با استفاده از این نشانگرها و ترسیم متقاطع‌هایی که از مقایسه این نشانگرها با یکدیگر حاصل می‌شوند، قادر به دستیابی به اطلاعاتی جهت تعیین نوع سیال، سنگ شناسی و نوع تخلخل در سنگ‌های کربناته بدست آورده‌را (راسل و همسون ۱۹۹۹؛ صفرپور و همکاران، ۲۰۲۲). تحلیل دامنه در مقابل دورافت نسبت به لرزه‌نگاری معمولی چالش‌برانگیزتر است چراکه تحلیل دامنه در مقابل دورافت بر روی داده‌های پیش‌انبارش ۱ انجام می‌شود و به سیگنال داده‌های پتروفیزیکی اساسی که در حین انتشار موج پنهان می‌شود، بستگی دارد (رحیمی و ریاحی، ۲۰۲۳). عواملی که بر دامنه‌های لرزه‌ای تأثیر می‌گذارند باید درک و در نظر گرفته شوند و سپس داده‌ها باید به گونه‌ای پردازش شوند که تغییرات دامنه را بتوان به طور قابل اعتمادی به عنوان تغییرات در خواص سنگ و سیال تفسیر کرد. اطلاعات حاصل از تحلیل AVO شامل توضیح علت آنومالی‌ها بر روی داده‌های لرزه‌ای برانبارش شده، استنتاج خصوصیات سنگ‌های مخزن از داده‌های قبل از برانبارش تمایز آنومالی‌های وابسته به لیتولوژی از آنومالی‌های ناشی از حضور هیدروکربن و مدلسازی مستقیم برای انطباق داده‌های واقعی با لرزه‌نگاشتهای مصنوعی ساخته شده بوسیله داده‌های برجا (نگاره‌ای چاه و یا نتایج آزمایشگاهی) انجام می‌گیرد. مدل‌سازی AVO، عبارت از ساخت لرزه‌نگاشتهای مصنوعی غیر نرمال (گروه‌های نقطه میانی مشترک) از نگاره‌ای چاه می‌باشد. با انجام مدل‌سازی AVO و تشخیص نوع پاسخ AVO می‌توان ارتباط بین خصوصیات سنگ‌شناسی و سیالات منفذی را با داده‌های لرزه‌ای موجود بدست آورد. ترسیم متقاطع بر پایه مدل AVO می‌تواند راهنمای تشخیص پاسخ‌های غیرمعمول از سایر پاسخ‌ها (مانند پاسخ زمینه) باشد. برای ساخت لرزه‌نگاشتهای مصنوعی غیر نرمال علاوه بر سرعت موج تراکمی و چگالی، سرعت موج برشی نیز مورد نیاز است. مدل‌سازی AVO شامل سه مرحله اصلی است: ۱) تعیین مسیر قابل قبول از چشمۀ تا گیرنده‌ها، ۲) محاسبه ضریب بازتاب برای هر مسیر، ۳) محاسبه زمان سیر برای هر مسیر پرتو. در اولین و سومین مرحله نیاز به حل معادله موج یا تعقیب پرتو می‌باشد و در خصوص مرحله دوم، با استفاده از معادله زئوپریتس یا تقریب‌های آن محاسبه می‌گردد.

۲ روش تحقیق

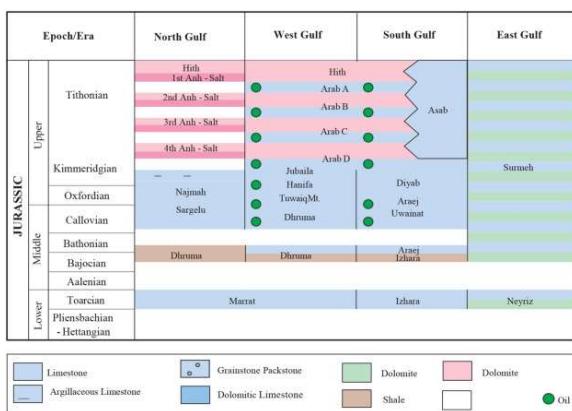
به طور کلی داده‌های موجود در این مطالعه شامل داده‌های چاه‌پیمایی، نگاره‌های پتروفیزیکی، داده‌پیش از برانبارش لرزه‌ای و افق سرسازنده‌ها می‌باشد. شکل ۱ ستون چینه شناسی محدوده مورد مطالعه را نمایش می‌دهد. یکی از مراحل مهم در فرآیند مدل‌سازی، انتقال داده‌های چاه از حوزه عمق به زمان می‌باشد. پس از آماده سازی داده‌های لرزه‌ای، موجک لرزه‌ای موجک لرزه‌ای با استفاده از داده‌های لرزه‌ای محاسبه و موجک با فاز صفر و قطبیت نرمال با طول ۱۵۰ میلی ثانیه استخراج می‌شود. موجک استخراج شده بر روی لرزه نگاشت مصنوعی اجرا می‌شود و بعد از اینکه تطابق بین لرزه نگاشت مصنوعی در محل چاه با داده لرزه‌ای انجام شد، موجک لرزه‌ای با استفاده از داده‌های چاه محاسبه خواهد شد که این موجک به واقعیت نزدیکتر خواهد بود (شکل ۱).

در نهایت با استفاده از داده‌های نگار صوتی و چگالی و داده‌های لرزه‌ای درون چاهی به منظور ساخت نگار مقاومت صوتی و سری ضرایب بازتاب استفاده و از همامیخت آن با موجک مناسب، لرزه نگاشت مصنوعی ایجاد می‌گردد (کاستانیا و همکاران، ۱۹۸۵؛

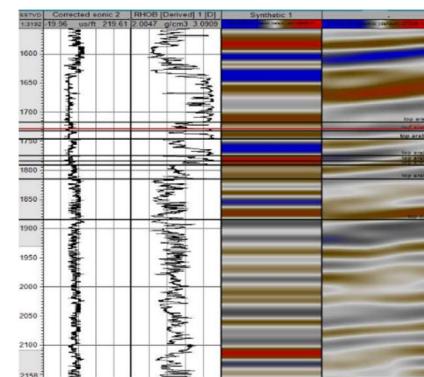
کاستانیا و همکاران، ۱۹۹۸؛ سیم و بیکن، ۲۰۱۴). ترسیم متقطع نشانگرهای AVO کمک به شناسایی آنومالی‌ها، شبیب زمینه و پراکندگی از آن را می‌نماید. حضور هیدروکربن که وابسته به آنومالی‌های AVO داشته باشد ممکن است کاهش یا افزایش دامنه نسبت به دورافت را شامل شود(کاستانیا و همکاران، ۱۹۹۳؛ احمد و همکاران، ۲۰۱۵). در شکل ۳ ترسیم متقطع گرادیان نسبت به تقاطع نمایش داده شده است. در این شکل مقیاس رنگی نمایشگر زمان می‌باشد. بر اساس نتایج بدست آمده در زون کربناته، به طور کلی همگونی مشخصی در قسمت مورد مطالعه از مخزن کربناته مشاهده می‌شود که این مسئله میتواند بیانگر حضور سیال یکسانی در این ناحیه می‌باشد ولی نوع سیال مشخص نمی‌باشد.

۳ نتیجہ گیری

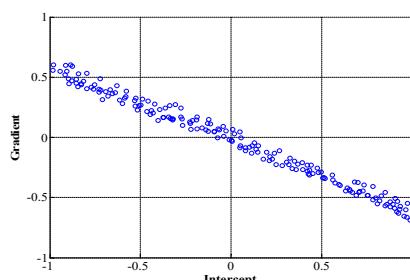
در مطالعه محدوده پایین مخزن، با استفاده از مدل سازی پیش رو، لرزه نگاشت مصنوعی حاصل از نگارهای چاه پیمایی ایجاد و سپس به کمک آن علت ناهنجاری مشاهده شده، بر روی داده های لرزه ای پیش از برانبارش مشخص گردید. با تولید نشانگرهای AVO، نوع ناهنجاری در افق مطالعاتی کلاس نوع اول تشخیص داده شد. این ناهنجاری در کلاس نوع اول دارای تقاطع مثبت، گرادیان منفی است. از بین نشانگرهای استخراج شده، تنها نشانگرهای تقاطع نسبت به گرادیان و نشانگر تقاطع نسبت به حاصل ضرب تقاطع در گرادیان، در محدوده مرود مطالعه مناسب تشخیص داده شد.



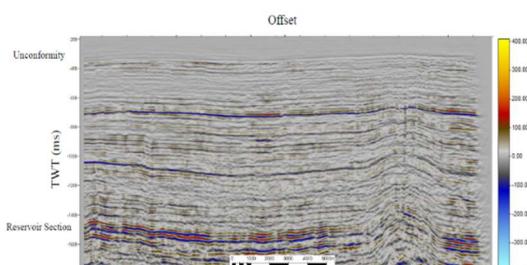
شکل ۱: ستون چینه شناسی در خلیج فارس (رحیمی و ریاحی، ۲۰۲۲).



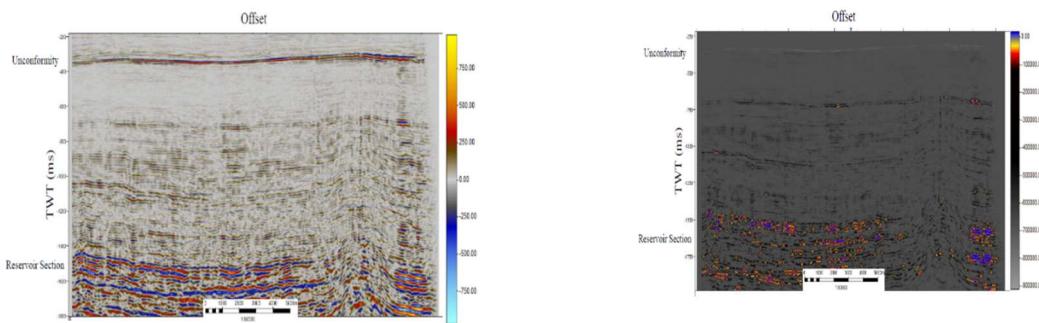
شکل ۲: مقطع لرزه‌ای مصنوعی و اعمال سرسازنده‌ها پس از اعمال چک شات به ترتیب نگاره صوتی، نگاره چگالی، لرزه‌نگاشت مصنوعی AVO



شکل ۳: کراس پلات گرادیان بر حسب تقاطع دو منحنی رخدادهای لرزه‌ای، در محدوده زمانی مشخص



شکل ۴: مقطع لرزه‌ای نشانگر تقاطع (Intercept) در میدان مورد
محالله



شکل ۵: مقطع لرزه‌ای نشانگر گرادیان (Gradient) در میدان
مورد مطالعه

شکل ۶: مقطع لرزه‌ای بعد از اعمال نشانگر پیش‌برآبازش حاصل از ترکیب
گرادیان و تقاطع

منابع

1. Ahmed, N., Khalid, P., Anwar, A.W., Ghazi, S., AVO forward modeling and attributes analysis for fluid identification: a case study. *Acta Geod. Geophys.* (2015).
2. Castagna, J. P., Batzle, M. L., and Kan, T. K., (1993). Rock physics—the link between rock properties and AVO response, in Castagna, J. P. and Backus, M. M., Eds., *Offset-dependent reflectivity—theory and practice of AVO analysis*. Society of Exploration Geophysicists (SEG), No 8, 131–171.
3. Castagna, J. P., Swan, H. W. and Foster, D., 1998, Framework for AVO gradient and intercept interpretation: *Geophysics*, 63, 948-956.
4. Castagna, J., Batzle, M. and Eastwood, R., 1985, Relationship between compressional and shear-wave velocities in clastic silicate rocks: *Geophysics*, 50, 571-581.
5. Castagna, J.P., 1993, Petrophysical Imaging using AVO: *The Leading Edge*, 12 (3), 172-179.
6. Rahimi, M., Riahi, M. A., (2022) Reservoir facies classification based on random forest and geostatistics methods in an offshore oilfield, *Journal of Applied Geophysics*, Volume 201, ISSN 0926-9851, <https://doi.org/10.1016/j.jappgeo.2022.104640>.
7. Rahimi, M., Riahi, M. A., (2022) Application of instantaneous amplitude and spectral decomposition to determine the location and thickness of a hydrocarbon reservoir, *Bulletin of Geophysics and Oceanography*, DOI 10.4430/bgo00402
8. Simm, R., Bacon, M., (2014). *Seismic Amplitude: An Interpreter's Handbook*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
9. Russell, B., Hampson, D., (1999), Amplitude veruse offset analysis; Msnual of Hampson-Russell software.
10. Safarpour, M., Riahi, M. A., & Rahimi, M. (2023). Integration of Seismic Attributes and Wellbore Data of Ghar Formation in the Hindijan and Bahregansar Oilfields. *Iranian Journal of Oil and Gas Science and Technology*, 12(2), 13-39. doi: 10.22050/ijogst.2022.336225.1634