

کاربرد وارون سازی پیش از برانبارش و پارامترهای لامه در سرشت نمایی مخزن کربناته

سپیده یاسمی خیابانی

مربی پژوهش، پژوهشکده علوم پایه کاربردی، sepideh_yasami@yahoo.com

چکیده

هدف اصلی این مقاله کاربرد روش وارون سازی لرزه‌ای پیش از انبارش و پارامترهای لامه در تفکیک و شناسایی خواص سنگ و سیالات مخزنی و به عبارت دیگر، سرشت نمایی مخزن می‌باشد. به منظور بررسی کارآمدی روش، با توجه به پیچیدگی بیشتر مخازن کربناته نسبت به مخازن ماسه سنگی، یکی از مخازن کربناته خلیج فارس برای این مطالعه انتخاب شده است. به منظور دستیابی به این خواص مخزنی، پارامترهای حاصل از نتیجه وارون سازی لرزه‌ای پیش از برانبارش در روابط مربوط به نشانگرهای LMR (Lambda-Rho and Mu-Rho)، که همان مقادیر $\lambda\rho$ و $\mu\rho$ می‌باشند و به ترتیب به ماتریکس سنگ و محتوای سیال حساس هستند، استخراج شدند. تهیه مقاطع $\mu\rho$ و $\lambda\rho$ و تحلیل تغییرات آنها بیانگر این مطلب بود که بهره گیری از تکنیک LMR جهت سرشت نمایی مخازن کربناته قابل بکارگیری است و خصوصاً در محدوده این مخزن، برش حاصله از مکعب $\lambda\rho$ با دقت بالایی قادر به تفکیک فازهای گاز و نفت در مخزن شده است.

واژه‌های کلیدی: وارون سازی لرزه ای پیش از برانبارش، مخازن کربناته، ماتریکس سنگ، سیال، سرشت نمایی، نشانگرهای LMR

Using Pre-stack inversion and Lamé Parameters in Carbonate Reservoir Characterization

Sepideh Yasami Khiabani

M. Sc., Research Institute of Applied science(ACECR), Tehran, Iran

Abstract

The main goal of this study is to identify reservoir rock and existing fluid properties of a reservoir using pre-stack inversion in a carbonate reservoir of Iran. simultaneous inversion is applied on pre-stack seismic data and Lamé parameters were extracted for characterization of the reservoir. Lamé parameters were extracted throughout the carbonate reservoir and were used in LMR as in $\lambda\rho$ and $\mu\rho$. where $\lambda\rho$ is sensitive to the fluid within the rock fabric whereas $\mu\rho$ is sensitive to the rock matrix only. The combination of these attributes allows more accurate separation of the rock and fluid effects in the reservoir. Therefore, in this study, simultaneous inversion and LMR attributes were analyzed to delineate oil and gas distribution in the reservoir.

Keywords: pre-stack inversion, carbonate reservoir, rock matrix, fluid, LMR

۱ مقدمه

اخیراً، ژئوفیزیک دانان از نشانگرهای لرزه ای که شامل همه کمیت های به دست آمده از داده های لرزه ای می‌باشند و از روشهای وارون سازی لرزه ای استخراج می‌شوند برای شناسایی زونهای مخزنی و هیدروکربور درون آن زونها (سرشت نمایی مخزن) بهره می‌گیرند(تانر، ۲۰۰۱). در این مقاله سرشت نمایی یکی از مخازن کربناته خلیج فارس با استفاده از روش وارون سازی پیش از برانبارش و پارامترهای لامه صورت گرفته است. وارون سازی لرزه ای پیش از

برابارش با نام وارون سازی همزمان نامگذاری شده است زیرا دو یا چند حجم از پارامترهای پتروفیزیکی به طور هم-زمان تولید می‌شوند. الگوریتم وارون سازی همزمان با اختصاص دادن مجموعه‌ای از رد لرزه‌ها در محدوده‌های زاویه‌ای یکسان و موجک‌هایی برای هر محدوده، مدل‌هایی برای مقاومت تراکمی، مقاومت صوتی برشی و چگالی تولید می‌کند (مارتینز، ۲۰۰۶). تلفیق این مدل‌ها با اطلاعات زمین شناسی و داده‌های چاه برای شناسایی رخساره‌های مخزنی مورد استفاده قرار می‌گیرند (چوپرا و کاستاگنا، ۲۰۱۴). غلامی در سال ۲۰۱۶ اظهار نموده است که وارون سازی لرزه‌ای پیش از برابارش نسبت به سایر روشهای وارون سازی لرزه‌ای برای مثال وارون سازی پس از برابارش اطلاعات بیشتری را به منظور تمایز بین اثرات لیتولوژی و سیال در اختیار قرار می‌دهد.

نتایج روش وارون سازی همزمان پیش از برابارش می‌توانند در روابطی با عنوان نشانگرهای LMR گنجانده شده و اطلاعات بیشتری را در قالب $\lambda\rho$ و $\mu\rho$ که ضرایب لامه نامیده می‌شوند و به ترتیب به محتویات سیال و ماتریکس سنگ حساس است در اختیار قرار دهند. این دو ضریب به خوبی می‌توانند اثرات سیال را از اثرات لیتولوژی تفکیک نمایند (سریوستاوا و مالتز، ۲۰۱۸).

با توجه به معادلات مربوط به سرعت های امواج تراکمی و برشی و همچنین تعریف مقاومت لرزه‌ای تراکمی (Ip) و برشی (Is) روابط عنوان شده برای نشانگرهای LMR به صورت زیر هستند:

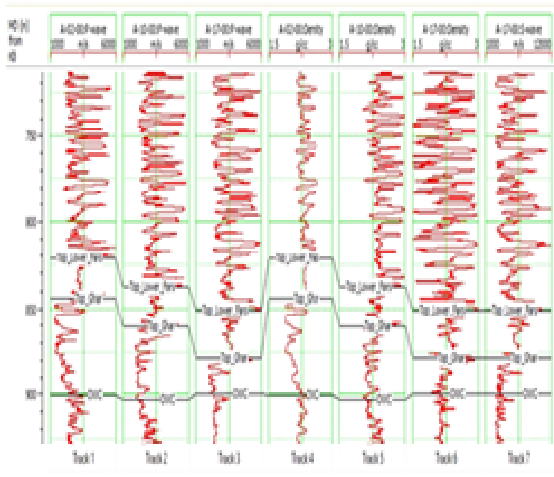
$$\mu\rho = Is^2 \quad \text{و} \quad \lambda\rho = Ip^2 - 2Is^2 \quad (1)$$

۲ بحث و بررسی

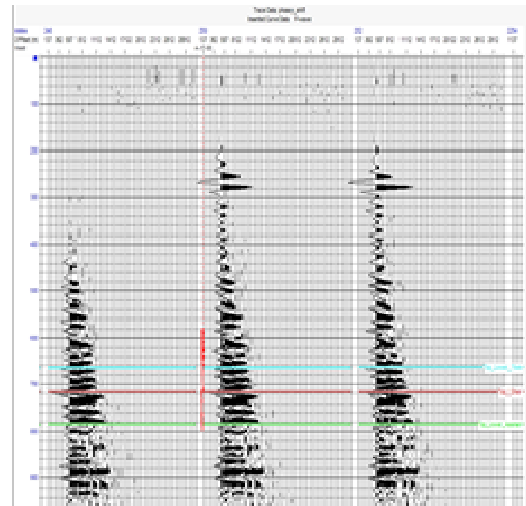
همانگونه که در مقدمه بدان اشاره شد، در این مقاله هدف سرشت نمایی یکی از مخازن کربناته ایران می‌باشد. به همین منظور داده‌های مورد نیاز که شامل داده‌های چاه، نگاره‌های پتروفیزیکی، افقهای استفاده شده و داده‌های پیش از برابارش لرزه‌ای می‌باشند، آماده سازی اولیه شده و بارگذاری آنها در نرم افزار با بهبود کیفیت داده‌های لرزه‌ای پیش از برابارش صورت می‌پذیرد. در گام بعدی، اطلاعات موجود پتروفیزیکی مورد بررسی قرار گرفته و ارتباط آنها با داده‌های لرزه‌ای از طریق محاسبه روابط زمان-عمق ارزیابی می‌شود. در حین محاسبه روابط زمان-عمق، موجک لرزه‌ای معرف در محدوده مخزنی به منظور استفاده در فرایند وارون سازی استخراج می‌شود. پس از انجام این مراحل و آماده سازی تمامی داده‌های مورد نیاز، الگوریتم وارون سازی همزمان بر روی داده‌های لرزه‌ای اعمال می‌شود تا پارامترهای ژئوفیزیکی اصلی شامل سرعت امواج برشی و تراکمی و چگالی محیط موثر استخراج گردد. این پارامترها، پایه محاسبه ضرایب لامه و یا سایر پارامترهای ژئومکانیکی مخزن می‌باشند. پس از بهره‌گیری از تکنیک LMR سرشت نمایی مخزن انجام می‌گردد.

شکل‌های ۱ و ۲ به ترتیب اطلاعات لرزه‌ای پیش از برابارش را در کنار اطلاعات چاه نگاری و تطابق اطلاعات چاههای مختلف را در کنار سر سازندهای درون چاهی نشان می‌دهد.

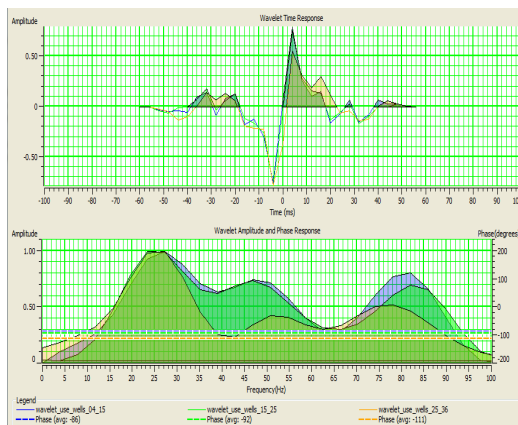
در مرحله بعدی، داده‌های پیش از برابارش از حیطة دورافت به حیطة زاویه با بهره‌گیری از یک مدل سرعتی تبدیل می‌شوند (چوپرا و کاستاگنا، ۲۰۱۴). سپس فرایند استخراج موجک بصورت هم‌زمان با بروز رسانی روابط زمان-عمق انجام می‌پذیرد. شکل ۳ موجک نهایی استخراج شده برای انجام تفسیرهای عددی را نشان می‌دهد. بعد از استخراج موجک نهایی، تطابق کلیه چاه‌ها با اطلاعات لرزه نگاری با استفاده از این موجک مجدداً انجام گرفت. از آنجاییکه در برخی از روشهای وارون‌سازی داده‌های پیش از برابارش، نیاز به استفاده از موجک معرف برای هر دسته از زوایای مورد وارون سازی است، در شکل ۴ نتیجه استخراج سه موجک لرزه‌ای در زوایای ۱۵-۰۴، ۲۵-۱۶ و ۳۶-۲۵ از داده‌های لرزه‌ای نمایش داده شده است. فاز متوسط این داده‌ها در حدود منفی ۹۰ درجه بوده و موجک‌های استخراج شده از تطابق قابل قبولی نسبت به یکدیگر برخوردارند که این مسئله امکان بکارگیری یک موجک معرف را مطابق با موجک نشان داده شده در شکل ۳، برای وارون سازی داده‌های پیش از برابارش امکان پذیر می‌سازد.



شکل ۲: تطابق اطلاعات چاهها

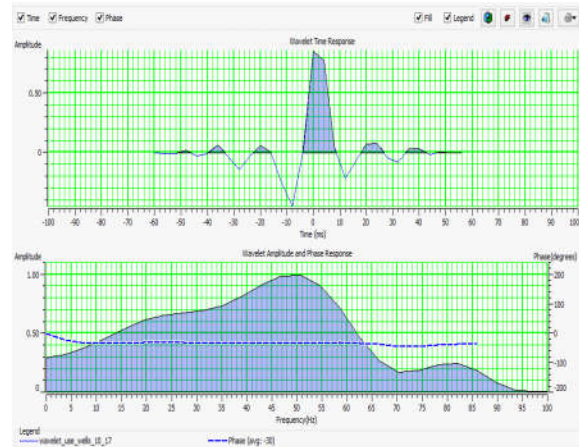


شکل ۱: داده های لرزه‌ای پیش از برانبارش در کنار داده های چاه



شکل ۴: سه موجک لرزه ای استخراج شده در زوایای ۱۵-

۲۵-۳۶ و ۱۶-۲۵

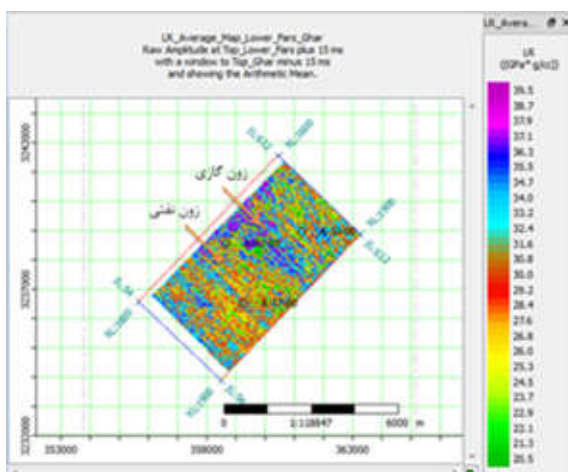


شکل ۳: موجک نهایی استخراج شده با استفاده از داده‌های چاه

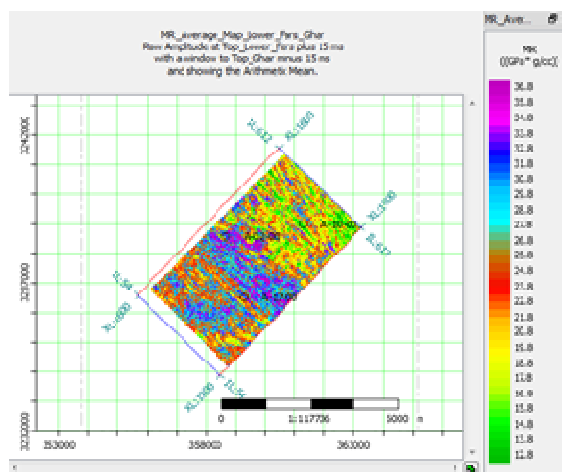
۰۴

همانگونه که در مقدمه نیز به آن اشاره شد، با بهره‌گیری از نتایج بدست آمده از وارون سازی هم‌زمان، نشانگرهای *LMR* از وارون سازی پیش از برانبارش قابل استخراج می‌باشند. شکل‌های ۵ و ۶ به ترتیب برشی از بخش کریناته مخزن را برای پارامترهای μp و λp نشان می‌دهند. از آنجاییکه هدف نهایی این مطالعه تشخیص خواص سیالات مخزن است، برش حاصله از مکعب λp با دقت بالایی قادر به تفکیک فازهای گاز و نفت در مخزن شده است. بر اساس تئوری، نقشه‌ی بدست آمده از μp بیانگر چگونگی تغییرات لیتولوژی در سازند مخزنی است. با توجه به موارد مشاهده شده در ارتباط با عدم کیفیت مناسب داده های لرزه‌ای، تغییرات لیتولوژی چشمگیری در این سازند در محدوده‌ی مورد مطالعه انتظار نمی‌رود. از اینرو نتایج بدست آمده از نقشه‌ی μp اطلاعات قابل اتکابی را در زمینه‌ی تغییرات لیتولوژی در این سازند کریناته فراهم نمی‌آورد. با این حال، نشانگر λp که قابلیت نشان دادن تغییرات خواص سیال در مخزن را داراست خواهد قابل قبولی را از چگونگی توزیع سیالات مخزنی نمایش می‌دهد. در شکل ۶، افت مقادیر λp معرف تغییرات فاز

سیالات مخزنی در این قسمت از سازند است.



شکل ۶: نقشه متوسط $\lambda\rho$ در بخش کربناته



شکل ۵: نقشه متوسط $\mu\rho$ در بخش کربناته

۳ نتیجه‌گیری

در این مطالعه، با بهره‌گیری از روش وارون سازی هم‌زمان و تهیه نشانگرهای LMR ، امکان شناخت تغییرات جانبی سیال مخزن میسر گردید. تغییرات فاز سیال در زون مخزن کربناته توسط پارامتر $\lambda\rho$ شناسایی گردید. جهت اعتبار سنجی این نتایج، نیاز به حفاری یک چاه جدید در این میدان است. با این حال، با در نظر گرفتن اینکه این مشاهدات بر روی نقشه‌های میانگین حاصل شده‌اند و تغییرات بدست آمده برای پارامتر $\lambda\rho$ بسیار بالا می‌باشد، لذا نتیجه‌گیری در مورد بروز تغییر فاز سیال بر اساس مشاهدات بدست آمده، بر اساس تئوری‌های مربوط به تفسیر مقادیر $\lambda\rho$ و شواهد موجود در میدان مورد مطالعه از قطعیت بالایی برخوردار است.

منابع

- Chopra, S., and J.P. Castagna, J. P., 2014, AVO: SEG Investigations in Geophysics, 16.
- Gholami, A., 2016. A fast automatic multichannel blind seismic inversion for high-resolution impedance recovery, *Geophysics*, 81(5), 357-364.
- Martins, J. L., 2006, Elastic impedance in weakly anisotropic media, *Geophysics*, 71(3), 73- 83.
- Srivastava, R. and Maultzsch, S., 2018. Integration of results from two seismic inversion methods – A Case Study. In 80th EAGE Conference and Exhibition, 11th-14th June, Copenhagen, Denmark.
- Taner, M.T. , 2001, Seismic attributes. CSEG Recorder, September, 48-56.

