

تخمین تخلخل با استفاده از داده‌های لرزه‌ای و بکارگیری شبکه عصبی مصنوعی

آسیه زارع^۱, سید رضا شادی‌زاده^۲, سید محسن سید علی^۳

^۱فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعت نفت، A.Zare@ait.put.ac.ir

آسیاد تمام، دانشگاه صنعت نفت، Shadizadeh@put.ac.ir

^۲کارشناسی ارشد، اداره ژئوفیزیک شرکت نفت فلات قاره، Mohsen.seyedali@gmail.com

چکیده

تخلخل یکی از اساسی‌ترین پارامترها در مهندسی مخازن به شمار می‌رود که متخصلان را قادر می‌سازد فرآیندهای توسعه میادین نفت و گاز را به صورت کارا و مؤثر طراحی و مدیریت نمایند. استفاده از نمونه‌های مغزه و نگارهای چاه‌پیمایی روش‌های متداول می‌باشد اما نتایج حاصل از این روش‌ها فقط نمایان‌گر خواص مخزن در محل چاه یا محدوده چاه باشد. لذا با ترکیب داده‌های لرزه‌نگاری و نگارهای چاه‌پیمایی میتوان خواص مخزن را در فواصل دورتر از چاه نیز تخمین زد. در این مقاله پارامترهای پتروفیزیکی مخزن با روش‌های زمین‌آماری، الگوریتم‌های مناسب و استفاده از روش شبکه‌های عصبی مصنوعی تخمین زده می‌شود. در این مطالعه سعی بر ساخت مدلی از ویژگی‌های زمین‌شناسی و پetrofیزیکی با هدف تخمین تخلخل و تعیین کیفیت مخزنی در زون غار از میدان نفتی هندیجان بعنوان میدان منتخب انجام گرفته است. نتایج نشان داد مخزن غار دارای کیفیت متوسط رو به بالا می‌باشد و میانگین تخلخل ۱۸٪ دارد.

واژه‌های کلیدی: تخلخل، نشانگر لرزه‌ای، داده‌های چاه‌پیمایی، شبکه عصبی مصنوعی.

Estimation of Porosity with Seismic Data and Artificial Neural Network

Asieh Zare^{1**}, Seyed Reza Shadizadeh^{1*}, Seyed Mohsen Seyed Ali²

¹Department of Petroleum Engineering, Abadan Faculty of Petroleum Engineering, Petroleum University of Technology, Northern Bowarde, Abadan 6318714331, Iran, ^{1**}A.Zare@ait.put.ac.ir,

^{1*}Shadizadeh@put.ac.ir

²Division of Geophysics in Exploration Directory of the NIOC, ²Mohsen.seyedali@gmail.com

Abstract

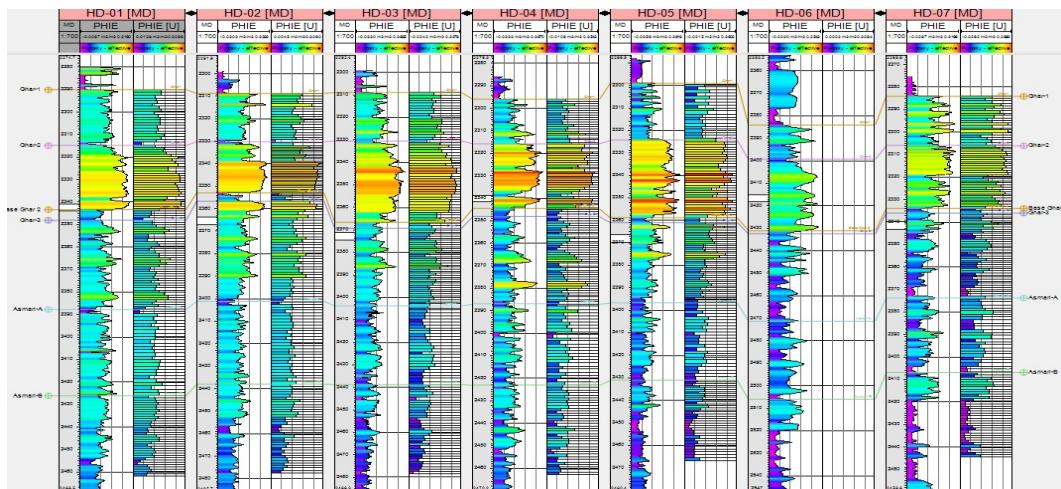
Porosity is one of the important parameters in the reservoir engineering, which enables experts for developing oil and gas fields. The use of core samples and well logging are the common methods, however the results of these methods only represent the properties of the reservoir in the well or well placement, by combining seismic and log data, it is possible to estimate the reservoir properties for far distances of the wells. In this paper petrophysical parameters of the reservoir are estimated by statistical methods, appropriate algorithms and artificial neural networks method. In this study it was attempted to construct a model of geological and petrophysical characteristics with the aim of estimating porosity and determining the quality of reservoir in the Ghar formation of the Hanijan field as the selected field. The results are illustrating reservoir quality with an average porosity of 18% is from moderate to high.

Keywords: Porosity, Seismic Attribute, Log Data, Artificial Neural Network.

۱ مقدمه

تخلخل یکی از مهم‌ترین خصوصیات پتروفیزیکی است که در شناخت بهتر یک مخزن هیدرولوکربنی نقش مؤثری ایفا می‌کند. تخلخل را می‌توان با استفاده از آنالیز نگارهای مغزه و مغزه‌ها و همچنین از طریق تلفیق داده‌های لرزه‌نگاری سه‌بعدی با نتایج آنالیزهای نگار و مغزه ارزیابی و محاسبه کرد (سرا، ۲۰۰۴). بنابراین استفاده از داده‌های لرزه‌ای و نشانگرهای لرزه‌ای در صورتی که داده‌ها از کیفیت مناسب برخوردار باشند و روش مناسبی نیز اتخاذ شود در کنار اطلاعات چاه مفید خواهد بود. نشانگرهای لرزه‌ای توابع ریاضی مشتق شده از داده‌های لرزه‌نگاری هستند که در حوزه‌های زمان و فرکانس از داده‌های لرزه‌ای استخراج می‌شوند (کدخدایی و همکاران، ۲۰۰۹). شبکه‌های عصبی مصنوعی برای تخمین پارامترهای پetrofیزیکی استفاده می‌شوند که نسبت به روش مغزه‌گیری از لحاظ اقتصادی به صرفه‌تر هستند (آل بولوزی و همکاران، ۲۰۱۲).

آقای حسینی(حسینی، ۱۳۹۴)، به تخمین تخلخل سازند آسماری با انجام برگردان داده‌های لرزه‌ای بازتابی و تلفیق نشانگرهای لرزه‌ای پرداختند و به این نتیجه رسیدند که استفاده همزمان از داده‌های نگارهای چاپیمایی و داده‌های لرزه‌نگاری سه‌بعدی بهترین روش جهت تخمین و ارزیابی تخلخل در مخازن هیدروکربنی می‌باشد. نوانکو (نوانکو و همکاران، ۲۰۱۴)، از داده‌های لرزه و لاغ برای تخمین تخلخل، ترواایی و اشباع آب استفاده کرد و به نتایج مطلوبی رسیدند.

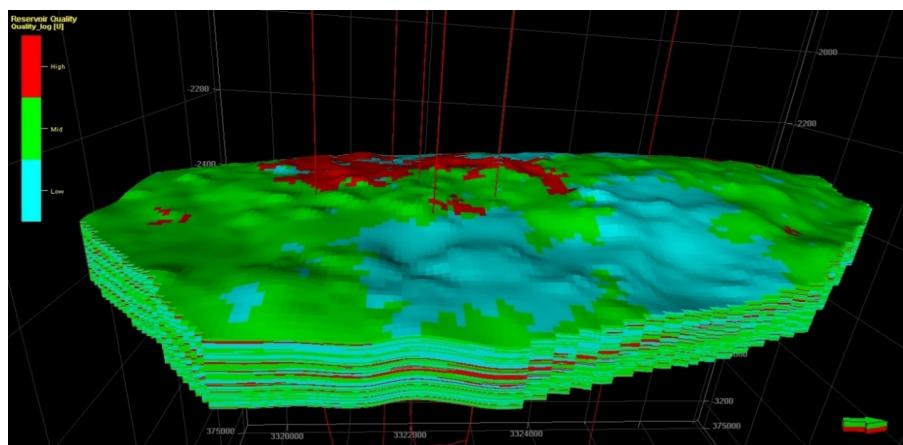


شکل ۱. تعیین ضخامت لایه‌ها بر حسب تغییرپذیری تخلخل موثر و تصویر آن در لاغ تخلخل بزرگ‌نمایی شده.

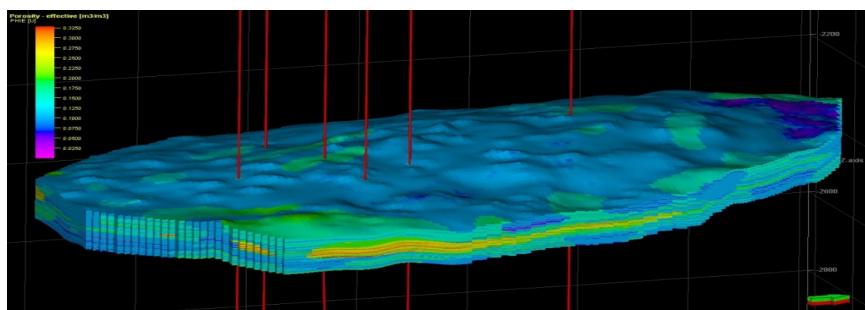
۲ روش تحقیق

در اولین گام مجموعه داده‌های موجود شامل گزارشات حفاری ۷ چاه و مطالعات زمین‌شناسی میدان هندیجان و بهرگانسر و نتایج حاصل مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه از داده چاپیمایی میدان بعنوان داده‌های اولیه Main Data و داده‌های سه بعدی لرزه‌ای شامل نشانگرهای لرزه‌ای برداشت شده و پردازش شده بعنوان داده‌های ثانویه Secondary Data در ساخت مدل استفاده گردید. با استفاده از داده‌های لاغ و نرم افزار ژئولاغ مقدار تخلخل محاسبه شد و در نرم افزار پتل نمایش داده شد(شکل ۱). سپس مدل ساختمنی میدان مورد مطالعه را در نرم افزار پتل ساخته شد و چون گسلی از افق غار عبور نمیکرد از روش شبکه بنده ساده Simple Gridding استفاده شده است. بعد از ساخت مدل، درشت‌نمایی داده‌های چاه بخصوص لاغ تخلخل انجام شد. در مرحله بعد به تهیه رخساره‌های کیفیت مخزنی و تعیین Cut-Off از روی مقادیر لاغ تخلخل موثر پرداخته شد. بدین منظور مقادیر تخلخل موثر به سه کلاس با درصد بیش از ۲۰% ($\text{PHIE} > 20\%$) بعنوان رخساره با کیفیت مخزنی بالا و زونهای با مقدار تخلخل موثر بین ۱۰% تا ۲۰% ($\text{PHIE} < 20\%$) با کیفیت مخزنی متوسط و زونهای با تخلخل موثر کمتر از ۱۰% ($\text{PHIE} < 10\%$) بعنوان رخساره‌های با کیفیت مخزنی پایین تعریف و وارد مدل گردیدند. در مرحله بعد نشانگرهای لرزه‌ای آشفتگی، پنهان، فاز لحظه‌ای و فرکانس لحظه‌ای از داده‌های لرزه‌ای استخراج شد. با تهیه نشانگرهای لرزه‌ای می‌توان به تهیه رخساره‌های لرزه‌ای مبادرت کرد. البته این رخساره‌ها می‌بایست در محل چاهها توسط الگوریتم شبکه‌های عصبی مصنوعی (Artificial Neural Network Classification) بصورت Supervised SIS (Sequential Indicator Simulation) که داده‌های لاغ می‌باشند در محیط نرم افزار متلب انجام پذیرد. در نهایت یک مدل رخساره‌ای لرزه‌ای سه‌بعدی از مخزن بدست می‌اید که این مدل حاصل داده‌های نشانگرهای لرزه‌ای بوده و بر اساس داده‌های بزرگ مقیاس شده از چاههای میدان تکمیل گردیده است. در این تحقیق روش اتخاذ شده برای ساخت مدل روش مدلسازی (SIS) Sequential Indicator Simulation می‌باشد که از رخساره‌های لرزه‌ای بعنوان روند (Trend) استفاده شده است. در نهایت به مدل رخساره لرزه‌ای بزرگ مقیاس شده با رخساره‌های تعریف شده در چاه رسیده شد (شکل ۲). در مرحله بعد به ساخت مدل تخلخل سه‌بعدی مخزن پرداخته می‌شود. ابتدا از روش کریجینگ استفاده شد ولی ضرایب همبستگی بین مقادیر تخمینی تخلخل با استفاده از روش کریجینگ و مقادیر تخلخل در محل چاهها بسیار کم می‌باشد. این بدین معنی است که مقادیر تخمینی با استفاده از روش زمین‌آماری

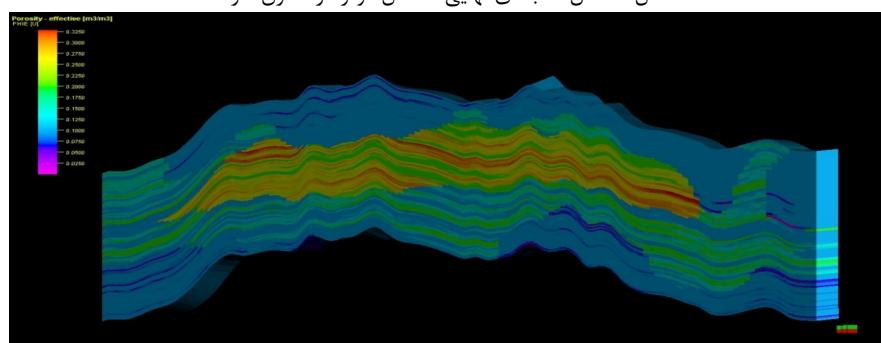
کریجینگ از صحت مناسبی برخوردار نیستند. از روش شبیه‌سازی گوسی پی‌درپی است که به اختصار SGS نامیده می‌شود، برای ساخت مدل استفاده گردید. بر خلاف کریجینگ که پراکندگی و توزیع داده‌های اولیه را تغییر داده و یکنواخت می‌سازد، نتایج حاصل از شبیه‌سازی، پراکندگی و توزیع داده‌های اولیه را حفظ می‌کند که این امر با واقعیت زمین سازگارتر است و تخمین حاصل از شبیه‌سازی برای ساختمان‌های پیچیده زمین شناسی از صحت مناسب‌تری برخوردار می‌باشد. در نهایت مدل سه‌بعدی تخلخل مخزن غار بدست آمد (شکل ۳)، (شکل ۴).



شکل ۲. مدل رخساره لرزه‌ای بزرگ مقیاس شده با رخساره‌های تعریف شده در چاه.



شکل ۳. مدل سه‌بعدی نهایی تخلخل مؤثر در مخزن غار.



شکل ۴. برشی از مدل سه‌بعدی نهایی تخلخل مؤثر در مخزن غار.

۳ نتیجه‌گیری

در این مطالعه مدل تخلخل یک مخزن ماسه سنگی با بهره گیری از یک مدل رخساره‌ای تهیه گردید و نتایج بدست آمده از این مطالعه نشان داد که مدل‌سازی رخساره‌ای با الگوریتم SIS و تخمین مقادیر تخلخل با این الگوریتم نتایج قابل انطباقی با مدل تخلخل نهایی بدست آمده با الگوریتم شبیه‌سازی SGS را دارد. این مدل نشان داد که تغییرات تخلخل مؤثر در زونهای

مخزنی بصورتی است که در زون G1 مقادیر تخلخل متوسط با مقادیر بین ۱۰٪ الی ۲۰٪ غالب می باشد و کیفیت مخزن متوسط را نشان می دهد. در زون G2 دارای حداکثر مقدار موجود در بین سه رون مخزن غار می باشد. تخلخل غالب مقادیر بالاتر از ۲۰٪ بوده و در زون G3 مقادیر غالب تخلخل متوسط و مابین ۱۰٪ الی ۲۰٪ تخمین زده شده است.

منابع

- حسینی، ع.، ایزدی، ح. و حبیب‌نیا، ب.، ۱۳۹۴، تخمین تخلخل سازندآسماری با انجام برگردان داده‌های لرزه‌ای بازتابی و تلفیق نشانگرهای لرزه‌ای در یکی از میدان‌نفتی جنوب غرب ایران: مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی
- Al-Bulushi, N., King, P., Blunt, M. and Kraaijveld, M., 2012, Artificial neural networks workflow and its application in the petroleum industry. *Neural Computing and Applications*, **21**, (3): 409-421.
- Kadkhodaie-Illkhchi, A., Rezaee, M.R., Rahimpour-Bonab, H. and Chehrazi, A., 2009, Petrophysical data prediction from seismic attributes using committee fuzzy inference system: *Computers & Geosciences*, **35**, (12), 2314-2330.
- Nwankwo, C., Anyanwu, J. and Ugwu, S., 2014, Integration of seismic and well log data for petrophysical modeling of sandstone hydrocarbon reservoir in niger delta: *Scientia Africana*, **13**, (1).
- Serra, O. and Serra, L., 2004, Well logging: data acquisition and applications, France: Serralog.