Archive of SID

مجموعه مقالات چهارمین کنفرانس ملی مهندسی مخازن هیدروکربوری و صنایع بالادستی
۷ خرداد ۱۳۹۴، ایران، تهران، مرکز همایش‌های صدا و سیما
مجری: هم اندیشان انرژی کیمیا ۸۸۶۷۱۶۷۶ – ۰۲۱
www.Reservoir.ir

کاربرد نشانگر های لرزه ای در شبیه سازی مخازن نفتی سنگین

عرفان حسینی، دانشگاه صنعت نفتe.hosseini19@gmail.com
بهرام سلطانی سولگانی، دانشگاه صنعت نفتSoltani.b@put.ac.ir
بهرام حبیب نیا، دانشگاه صنعت نفت b.habibnia@gmail.com

چکیده

تولید نفت سنگین همراه با ماسه در کانادا به یکی از اصلی ترین طرح های غیر حرارتی به منظور توسعه ی مخازن نفت سنگین تبدیل شده است. یکی از چالش ها در مدلسازی جریان سیال در مخزن، مطالعات شبیه سازی ناهمگنی مخزن است. چندین نشانگر لرزه ای به منظور برآورد تخلخل (محدوده تخلخل بین ۱۹٪ تا ۳۵٪) در مخزن ماسه های نفتی پاورلیک کانادا مورد استفاده قرار گرفت. در ابتدا، بالا و کف مخزن بر اساس چندین نشانگر لرزه ای حجمی چگالی نقشه برداری شد. از آنالیز پتروفیزیکی معلوم شد که چگالی یک خاصیت فیزیکی کلیدی در تمایز بین ماسه و شیل در ماسه های نفتی می باشد.از شبکه ی عصبی احتمالاتی(PNN) برای دستیابی به رابطه بین لاگ چگالی و داده های نشانگرهای لرزه ای (مهاجرت انبارش یافته PP و PS، نشانگرهای AVO و نتایج وارون سازی) استفاده شد. سپس از روش های زمین آماری برای نقشه برداری تخلخل درون مخزن استفاده شده است. مطالعه بر اساس لاگ های چگالی در موقعیت چاه ها و نقشه های چندین نشانگر لرزه ای می باشد.کریجینگ، کوکریجینگ، کریجینگ با دریفت خارجی (KED) و تجزیه و تحلیل چندنشانگری برای نقشه های همراه با KED به منظور بهبود نتایج آزمایش شده است. مسیر KED با استفاده از نقشه ی تخلخل به عنوان یک نشانگر ثانویه انجام شده است که نقشه ی تخلخل جدید واقع بینانه تر، با استفاده از داده های لرزه ای و مهار چاه ها ارزش یافته است.

کلمات کلیدی: نفت سنگین، شبیه سازی، نشانگر لرزه ای، KED، AVO، کریجینگ

Application of Seismic Attributes for heavy oil Reservoir Simulation

Erfan Hosseini, Petroleum University of Technology, e.hosseini19@gmail.com
Dr. Bahram Soltani solgani, Petroleum University of Technology, Soltani.b@put.ac.ir
Dr.Bahram Habibnia, Petroleum University of Technology, b.habibnia@gmail.com

Abstract

heavy oil production with sand has become one of the main non-thermal schemes fordeveloping heavy oil reservoirs in Canada. One challenge in modeling the fluid flow in the reservoir simulation studies is reservoir heterogeneity. Several seismic attributes were used to estimate the porosity (ranging from 19% to 35%) at the Plover Lake oil sands reservoir in Canada. First, the top and the base of the reservoir were mapped based on several seismic attribute volumes that include the density. From petrophysical analysis we learned that density is a key physical property in differentiating between sand and shale within the oil sands. Probabilistic neural network (PNN) analysis was used to derive the relationship between density log data and external attributes (PP and PS migrated stacks, AVO attributes and inversion results). Secondly, we used geostatistics to estimate a porosity map within the reservoir. The study is based on a set of porosity logs at well locations and several seismic

www.SID.ir

Archive of SID

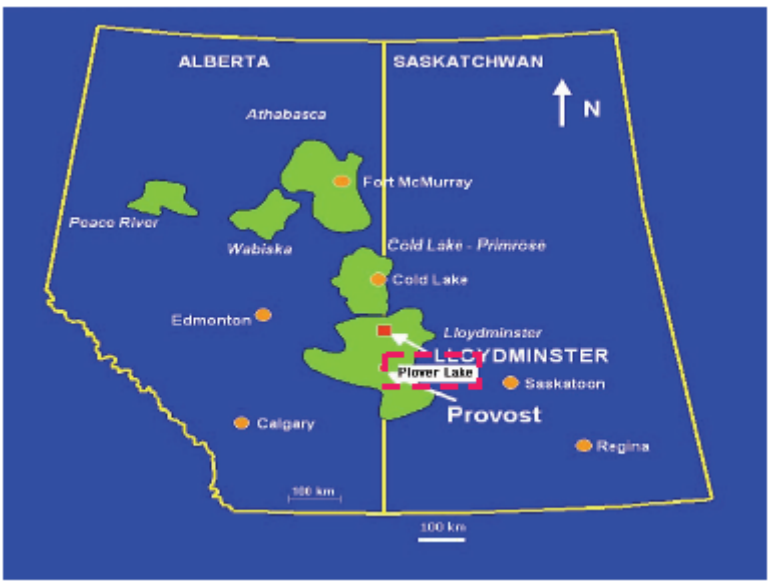
attribute maps. Kriging, cokriging, kriging with external drift (KED) and multiattribute analysis for maps plus KED, were tested in order to improve the results. The KED with porosity from multiattribute analysis is the most realistic, honoring the wells and the seismic.

Keywords: heavy oil, Simulation, Seismic Attribute, KED, AVO, Kriging

۱-مقدمه

پروژه ی ماسه های نفتی پلاورلیک توسط شرکت نکسن و در منطقه ی ساسکاچوان کانادا انجام شده است. ماسه های نفتی دوونین-می سی سی پین سازند باکِن در لبه ی ماسه های جزر و مدی فلات قاره با روند شمال شرقی-جنوب غربی که می توانند تا ۳۰ متر ضخامت، ۵ متر عرض و ۵۰ کیلومتر طول داشته باشد، یافت می شوند. پوشش بالائی شیل های باکِن ترجیحاً بین لبه های ماسه ای محفوظ شده است. سازند باکِن توسط کربنات های سازند لاجپول (می سی سی پین) و یا کلاستیک های گروه مندویل با سن کرتاسه بصورت غیر مطابق راسب گردیده است (مجو و همکاران، ۲۰۰۱). مجموعه داده های لرزه ای دوبعدی و سه بعدی توسط Veritas DGC و با استفاده از سیستم ضبط دیجیتال چندجزئی VectorSeis® از سطحی بالغ بر ۸ کیلومتر مربع بدست آمده است. در این پروژه، از ۱۰۰ چاه نمودارگیری شده، تنها ۲۹ تای آنها لاگ صوتی، چگالی، تخلخل و اشعه ی گاما بوده است. ساختار مهاجرت یافته برای اجزای PP (عمودی) و برای PS (شعاعی) که توسط سنسورهای کمپانی های ژئوفیزیکی به عنوان بخشی از یک پروژه ی CHORUS (کنسرسیومی برای تحقیقات نفت سنگین توسط دانشمندان آمریکا) در دانشگاه کالاهاری تولید می شوند، انبارش می شود.

برای دستیابی یک برآورد بهینه از چگالی، نشانگرهای لرزه ای پیش و پس برانبارش (انبارش PPو PS، نشانگرهای AVOو نتایج وارون سازی) در تجزیه و تحلیل های شبکه ی عصبی احتمالاتی استفاده شد. حجم چگالی تخمین زده شده برای نقشه برداری بالا (باکِن میانی و بالائی) و کف (باکِن پائینی) مخزن نفت سنگین در پلاورلیک استفاده شده است.



شکل۱-نقشه ی نمایش دهنده ی منطقه ی پلاورلیک، ساسکاچوان، کانادا (مجو و همکاران، ۲۰۰۱)

www.SID.ir

Archive of SID

هنگام گرفتن بالا و کف مخزن، تخلخل درون مخزن با استفاده از برخی روش های زمین آماری نظیر کریجینگ، کوکریجینگ، کریجینگ با دریفت خارجی و آنالیزهای چندنشانگری که از نظر دقت مقایسه شدند به نقشه درآمده است. نقشه ی تخلخل برآورد شده در تلاش های بعدی برای شبیه سازی مخزن پلاورلیک استفاده شده است.

۲-روش

۲-۱-بخش A: نقشه برداری بالا و کف مخزن

از تجزیه و تحلیل پتروفیزیکی، مشخص شد که چگالی یک خاصیت فیزیکی کلیدی در تمایز میان ماسه و شیل در ماسه های نفتی است. بنابراین، داشتن حجم چگالی موجود بیش از سازند باکِن برای نقشه برداری بالا و کف مخزن بسیار مفید خواهد بود. تجزیه و تحلیل های PNN برای بدست آوردن رابطه ای بین داده های نشانگرهای لرزه ای و داده های چگالی چاه استفاده شد. استفاده از آنالیزهای PNN به عنوان ورودی انبارش PPو PS، نشانگرهای AVO و نتایج وارون سازی در مقالات دومیترسکو و همکارانش (۲۰۰۶ و ۲۰۰۷) مورد بحث قرار گرفته است (دومیترسکو و لینز، ۲۰۰۸). آنالیزهای PNN چهار مرحله دارد: (۱) انجام گام به گام یک رگرسیون خطی چندنشانگری و اعتبارسنجی آن، (۲) آموزش شبکه های عصبی برای ایجاد روابط غیرخطی بین نشانگرهای لرزه ای و خواص مخزن در مکان چاه ها، (۳) اعمال شبکه های عصبی آموزش دیده به حجم داده های لرزه ای سه بعدی، (۴) ارزیابی نتایج در چاه های بدون این آموزش.

۲-۲-بخش B: نقشه ی تخلخل

مزایای استفاده از زمین آمار این است که می توان هر دو مقادیر داده ی اولیه را در محل چاه ها به خوبی ارزش "روح (روانی یا درونی یا ذاتی)" مجموعه داده ی چگالی دور از چاه ها ارزش گذاری کرد. در این پروژه، سه راه مختلف در نظر گرفتن یک دسته داده ثانویه آزمایش شده است: (الف) کوکریجینگ، (ب) KED، و (ج) تجزیه و تحلیل های چندنشانگری برای نقشه های همراه با KED. تجزیه و تحلیل چندنشانگری شامل تلفیق نقشه های چندگانه ی نشانگرها در پیش بینی پارامترهای یک مخزن نظیر تخلخل با آموزش در محل چاه می باشد. این روش یک گسترشی از رویکرد اعمال شده ی چندنشانگری در حجم لرزه ای است (هامسون و دیگران، ۲۰۰۱).

۳-نتایج

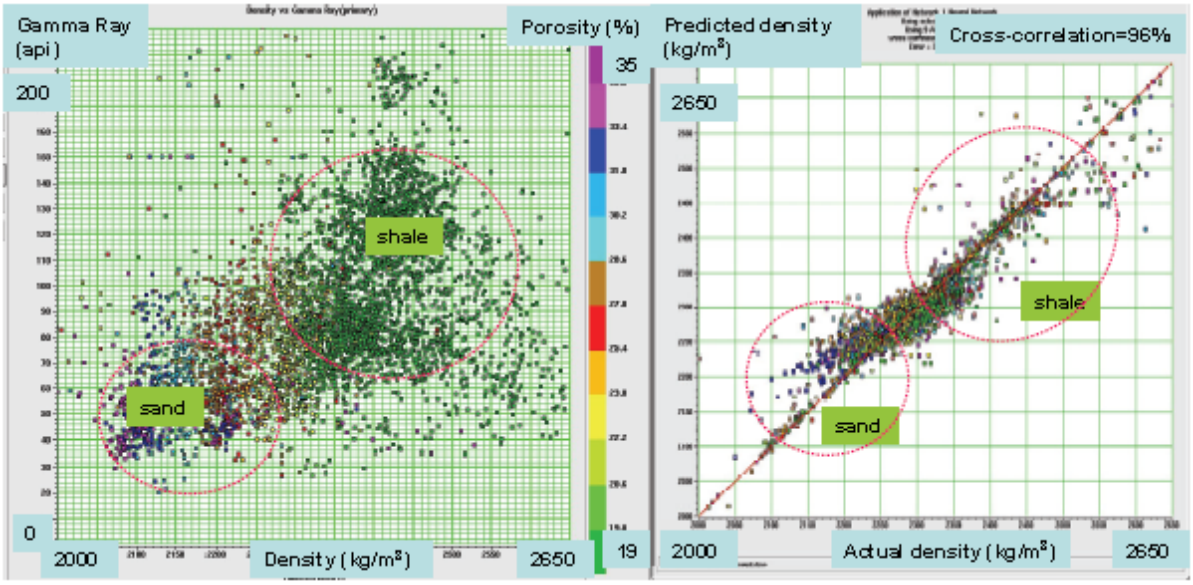
۳-۱-بخش A: نقشه برداری بالا و کف مخزن

آنالیز شبکه های عصبی به عنوان لاگ هدف چگالی از ۲۲ چاه و هفت نشانگر خارجی لرزه ای حجمی استفاده شده است: بازتابش موج P، بازتابش موج S، فاکتور سیال، انبارش PPو PS، امپدانس موج Pو امپدانس موج S.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۲ (چپ) یک نمودار متقاطع از لاگ چگالی و پرتوی گاما (با تخلخل رنگ آمیزی شده) را با زون های معرف ماسه و شیل در درون مخزن و در تمام ۲۲ چاه ارائه می دهد. مناطق مشابه بر روی نمودار متقاطع واقعی شناسائی شده و لاگ های چگالی پیش بینی شده است (شکل ۲، سمت راست).



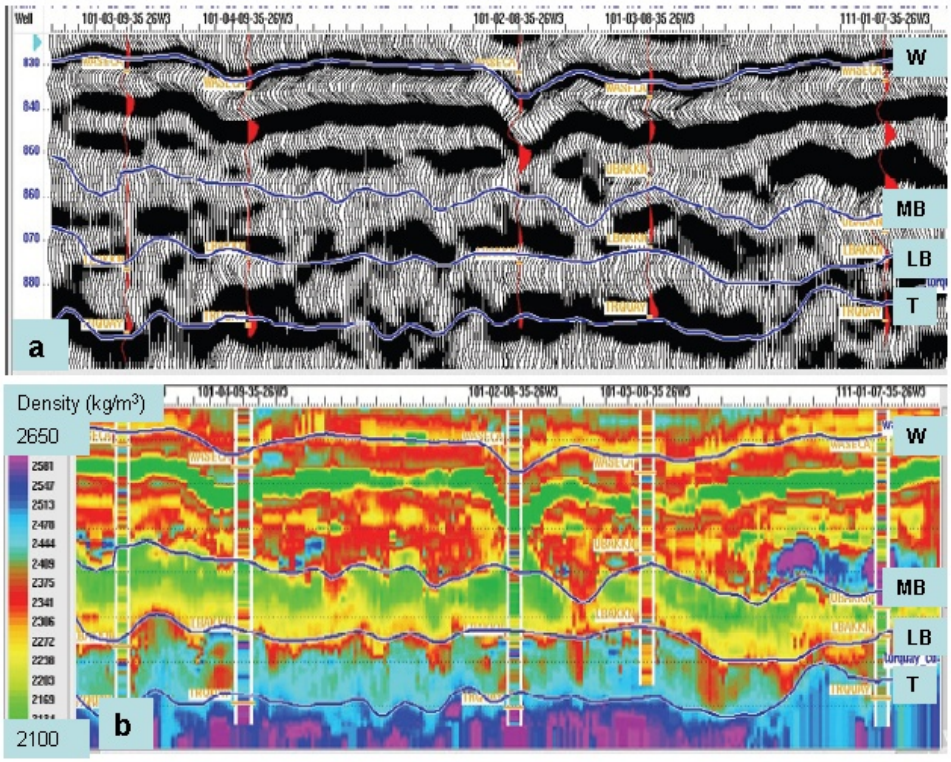
شکل ۲-(چپ) نمودار متقاطع لاگ پرتوی گاما و چگالی (با تخلخل رنگ آمیزی شده) و (راست) نمودار متقاطع چگالی واقعی و چگالی پیش بینی شده با استفاده از PNN، خط مورب قرمز یک پیش بینی کامل می باشد. داده ها از آنالیز تمام ۲۲ حلقه چاه می باشد (دومیترسکو و لینز، ۲۰۰۸).

ارتباط متقابل بین لاگ های واقعی و پیش بینی شده ۹۴٪ است که نشان دهنده ی پیش بینی خوب لاگ چگالی در مخزن باکِن در پلاورلیک است.

برخی مشاهدات در مورد این مخزن عبارتند از: (۱) از آنالیز پتروفیزیکی معلوم شد که چگالی یک خاصیت فیزیکی کلیدی می باشد؛ (۲) بالای مخزن باکِن بالائی تقریباً با باکِن میانی در اکثر چاه ها یکسان است، (۳) کف مخزن باکِن پائینی است، (۴) ترکیبات (سنتتیک) برای چندین چاه باکِن بالائی / میانی را یک طشتک و باکِن پائینی را یک نقطه ی اوج نمایش می دهد، شناسائی هر دو در مهاجرت انبارش یافته بسیار دشوار می باشد (شکل ۳-a)، و (۵) حجم چگالی ثابت در نقشه برداری بالا و کف مخزن بسیار مفید می باشد (شکل ۳-b).

www.SID.ir

Archive of SID



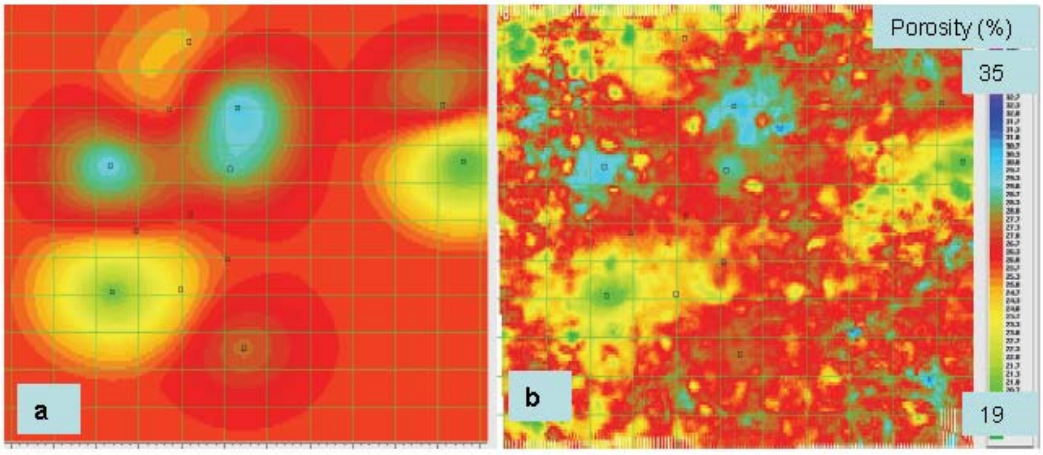
شکل۳: a) Rp و رد لرزه های مصنوعی (سینتتیک) برای چند چاه و b) نتایج چگالی بر روی خط EW 37 سه بعدی. لاگ های چگالی رنگ شده اند. تمام چاه ها در یک فاصله ی ۶۰ متری این خط مرتبط شده اند. (w: واسکادا، MB: باکِن میانی، LB: باکِن پائینی، T: تورکوآی)(دومیترسکو و لینز، ۲۰۰۸).

۳-۲-بخش B: نقشه برداری تخلخل

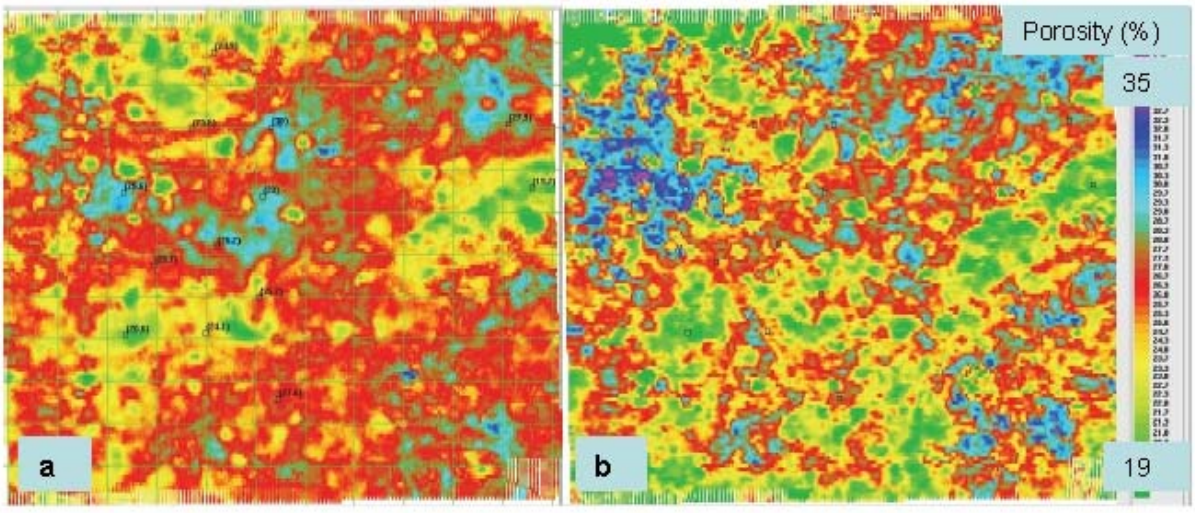
لاگ های وایرلاین و داده های لرزه ای مستقیماً در پیش بینی نقشه ی تخلخل درون مخزن نفت سنگین یکپارچه سازی شده اند. در ابتدا، نقشه ی تخلخل با استفاده از کریجینگ (تنها بر اساس اطلاعات چاه ها)، کوکریجینگ (بر اساس چاه ها به عنوان متغیر اولیه و بخش امپدانس موج P به عنوان متغیر ثانویه) (شکل۴) و KED (شکل ۵-a) تهیه شده است. سپس، با استفاده از نشانگرهای چندگانه، برازش اولیه را بهبود داده شده است. نتایج آنالیزهای چندنشانگری، پیش بینی تخلخل خوبی را ارائه می دهد. اما با این وجود، تمام چاه ها مهار نیستند. نهایتاً تجزیه و تحلیل چندنشانگری مشتق از نقشه ی تخلخل، به عنوان یک متغیر ثانویه برای KED (شکل۵-b) استفاده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۴: نقشه های تخلخل بر اساس روش های a)کریجینگ و b) کوکریجینگ (دومیترسکو و لینز، ۲۰۰۸)



شکل۵-نقشه ی تخلخل نمایش دهنده ی نتایج استفاده از: a)KED وb) KED با تخلخل از نتایج آنالیزهای چندنشانگری به عنوان متغیر ثانویه (دومیترسکو و لینز، ۲۰۰۸).

در یک مطالعه ی بزرگتر، نقشه های عمقی شده ی تخلخل به چارچوب مدل زمین بکار رفته برای شبیه سازی مخزن منتقل خواهد شد.

۴-نتیجه گیری

حجم چگالی محاسبه شده با آنالیزهای شبکه عصبی در نقشه برداری بالا و کف مخزن نفت سنگین پروژه ی منطقه ی پلاورلیک بصورت موفقیت آمیز استفاده شد. برداشت انبارش مهاجرت یافته ی افق های آن بسیار مشکل است.

برخی بررسی های زمین آماری برای نقشه برداری تخلخل درون مخزن استفاده شده است. نقشه های تخلخل بر اساس کریجینگ، کوکریجینگ و KED تمام ارزش مقادیر تخلخل در چاه هاست. نقشه های متعددی در یک تجزیه و تحلیل چندنشانگری برای گرفتن پیش بینی بهتر تخلخل ترکیب شده اند و سپس مسیری دوم از KED با استفاده از نقشه ی تخلخل

www.SID.ir

Archive of SID

به عنوان یک نشانگر ثانویه انجام شده است. نقشه ی تخلخل جدید واقع بینانه تر، با استفاده از داده های لرزه ای و مهار چاه ها ارزش یافته است.

۵-منابع و مآخذ

Babangida, W.J., Tim, J.R. and Graham, K.W. (2013) Application of Volumetric Seismic Discontinuity Attribute for Fault Detection: Case Study Using Deep-Water Niger Delta 3D Seismic Data. The Leading Edge, 32, 424-428.

Adigun, A.O. and Ayolabi, E.A. (2013) The Use of Seismic Attributes to Enhance Structural Interpretation of Z-Field, Onshore Niger Delta. Journal of Climatology & Weather Forecasting, 1, 102.

Nikravesh, M., 2007, Computational intelligence for geosciences and oil exploration, Forging new frontiers: Fuzzy Pioneers I, 267-332.

Aminzadeh, F., and De Groot, P., 2004, Soft computing for qualitative and quantitative seismic object and reservoir property prediction: First Break , 22, March, 49-54.

Dumitrescu, C.C., and Lines, L., 2006, Heavy Oil Reservoir Characterization using Vp/Vs Ratios and Spectral Decomposition; Technical Abstracts of the SEG Annual Meeting, 1640-1644

Dumitrescu, C.C., and Lines, L., 2007, Heavy Oil Reservoir Characterization using Vp/Vs Ratios from Multicomponent Data; EAGE Conference, London

Hampson, D., Schuelke, J., and Quirein, J.A., 2001, Use of multiattribute transforms to predict log properties from seismic data: Geophysics, 66, 220-236

Mageau, K.R., Leckie, D., and Maguire, R., 2001, The Bakken formation of West Central Saskatchewan and east central Alberta: A depositional history, stratigraphy, and facies distribution of Bakken shelf sand ridges using the Cactus Lake Field as a working model: CSPG Annual Meeting, Calgary, Alberta

www.SID.ir