

کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در تخمین خواص پتروفیزیکی یکی از مخازن

هیدروکربوری جنوب ایران

امین ایمانی^{۱*}، میثم هژبری^۲، سیما رحیمی^۳

۱- ارشد زمین شناسی نفت، شرکت پترو اسماری بین الملل، Amin_aimar_77@yahoo.com

۲- ارشد زمین شناسی نفت، شرکت پترو اسماری بین الملل، H.meysam86@gmail.com

۳- ارشد زمین شناسی تکتونیک، شرکت پترو اسماری بین الملل

چکیده

پارامترهای پتروفیزیکی که از طریق ارزیابی های مغز بدست می آیند هزینه بر و وقتگیر هستند. از این رو در این تحقیق سعی بر آن است که با استفاده از کاربرد تکنیک شبکه های عصبی مصنوعی در تخمین این پارامترها صرفه جویی صورت گیرد. در این تحقیق کاربرد شبکه های عصبی مصنوعی در تخمین خواص پتروفیزیکی مورد بررسی قرار گرفت. روش های تخمین خواص پتروفیزیکی مخزن مانند شبکه آموزشی Early stopping و شبکه پس انتشار خطا BP توضیح داده شد. داده های بدست آمده از نگاره های چگالی، نوترون، صوتی، مقاومت ویژه و گاما در چهار چاه بعنوان داده های ورودی در نظر گرفته شدند. تخلخل حاصل از مغزه و همچنین داده های آب اشباع شدگی محاسبه شده از فرمول Simandoux به عنوان خروجی مطلوب به کار گرفته شده است. سپس تخلخل و اشباع آب با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی تخمین زده شدند و نتایج حاصل با خروجی های مطلوب مقایسه و میزان اعتبار آن ها سنجیده شد. مقدار ضریب همبستگی مربوط به تخلخل در چاه های مطالعه شده در فرایند آزمایش برای گروه اول داده ها که شامل نگارهای نوترون، چگالی، صوتی و گاما میباشد. ۰/۹۱۵ و برای گروه دوم داده ها که شامل نگارهای نوترون، چگالی، صوتی به علاوه مقاومت ویژه و آب اشباع شدگی میباشد ۰/۹۸۷ بدست آمد. همچنین مقدار ضریب همبستگی دو شبکه آب اشباع شدگی که نگارهای مقاومت ویژه و تخلخل بدست آمده از مغزه به عنوان ورودی وارد شدند در مرحله آزمایش برابر با ۰/۹۱۹ بدست آمد.

واژه کلیدی: تخلخل، اشباع آب، شبکه عصبی مصنوعی

Abstract

Estimating petro physical parameters from assessing core data is so expensive and time consuming. So I used artificial neural networks to optimize the cost and time to estimate the porosity and water saturation parameters. In this work the methods of Early Stopping and back propagation BP were described. The data of density, neutron, sonic, resistivity and gamma logs obtained from four wells were taken as the input data. The porosity of the cores and the water saturation calculated from Simandoux equation were used as the desired output. Then we used artificial neural network technique to estimate the porosity and the water saturation and we compared the results with the desired output to evaluate their verification. I obtained the correlation coefficient of 0.915 for porosity in the step of testing for the first group of input data including neutron, density, sonic and gamma logs. I obtained the correlation coefficient of 0.987 for porosity in the step of testing for the second group of data including neutron, density, sonic, resistivity logs and water saturation. Finally the correlation coefficient of 0.949 was obtained for

water saturation network in which the input data were resistivity log and porosity of cores in the step of testing.

مقدمه

پتروفیزیک علم مطالعه ویژگی های سنگ ها و اثر متقابل آنها با سیالات (گازها، هیدروکربن های مایع و محلول های آبی) و ارزیابی پتروفیزیکی در حقیقت تفسیر اطلاعات حاصل از نمودار های چاه پیمایی، خرده های حفاری و مغزه است. پارامترهای پتروفیزیکی نظیر تخلخل، تراوایی و اشباع شدگی، کیفیت یک سنگ مخزن را مشخص می کنند و مغزه ها و نگارهای پتروفیزیکی منبع اصلی داده های مورد نیاز جهت تعیین این پارامتر ها هستند. بیشتر خصوصیات پتروفیزیکی مستقیماً قابل اندازه گیری نیستند؛ از این رو باید آنها را از اندازه گیری پارامترهای دیگر سنگ مخزن، مانند مقاومت الکتریکی، چگالی، زمان عبور صوت، خواص رادیواکتیو و محتوای هیدروژن سنگ نتیجه گیری کرد.

روش کار:

میدان نفتی مورد مطالعه یکی از میادین قدیمی است که حاوی ۶۷ حلقه چاه است. سازند آسماری سنگ مخزن اصلی این میدان است که از نظر تنوع سنگ شناسی و محیط رسوبگذاری بسیار پیچیده است. بنابراین برای تعیین خواص پتروفیزیکی مخزن (نفوذپذیری، تخلخل و آب اشباع شدگی) از طریق روشهای معمول، کار دشواری است. از طرف دیگر برای تعیین خواص پتروفیزیکی در هر چاه احتیاج به داده های مغزه و آزمایش چاه است. چون اکثر اطلاعات این چاهها قدیمی است و تعدادی از آنها دارای اطلاعات مغزه و آزمایش چاه نیستند. لذا در تعیین پارامترهای مخزنی نمی توان چندان به این داده ها بسنده کرد. در بررسی های جدید و توسعه ای میدان، مغزه گیری های مجدد مستلزم صرف وقت و هزینه های گزاف است که چندان مقرون به صرفه نمی باشد. هدف این مقاله، مدلسازی یک شبکه عصبی مصنوعی است که بتواند برای پیش بینی مقادیر تخلخل موثر در یک مخزن بکار رود. در این پایان نامه سعی شده است پس از آشنائی با مبانی شبکه های عصبی مصنوعی و شناخت ساختار و عملکرد آنها، یک مدل شبکه عصبی مصنوعی با الگوریتم پس انتشار خطا (BP-ANN) طراحی شده و پیرامون عملکرد و تعمیم پذیری و تنظیم پارامترهای مربوطه بررسی و تحقیق بعمل آید. از شبکه های عصبی با سه لایه ورودی، میانی و خروجی برای تعیین خواص پتروفیزیکی مخزن و مقایسه آنها با مقادیر واقعی استفاده شده است.

بطور کلی فرآیند پیش بینی شبکه های عصبی برای تمام پارامترهای مخزن بر اصول مشترکی بنا شده است. فرآیندهای آموزش، آزمون و آزمایش سه مرحله بنیادی برای یادگیری این شبکه بشمار می روند. همانطور که گفته شد شبکه عصبی مورد نظر، از نوع پس انتشار خطا است که در فصلهای قبلی بطور مفصل بدان اشاره گردید. در این شبکه از نگار های چند به عنوان داده های خام ورودی به شبکه برای پیش بینی خواص پتروفیزیکی مخزن (تخلخل، آب اشباع شدگی و نفوذپذیری) استفاده شده است.

فرآیند یادگیری و تعمیم پذیری شبکه تخلخل و آب اشباع شدگی

شبکه تخلخل

در هنگام اجرای برنامه یادگیری، ابتدا ترانهاده هر یک از ماتریسهای داده ها محاسبه شده و سپس در اختیار شبکه قرار می گیرد. با توجه به الگوریتم مورد نظر و ساختار شبکه، فرآیند یادگیری شبکه آغاز شده و منحنی تغییرات مجموع مربعات خطا در برابر تعداد تکرار یا سیکل برای هر مرحله از یادگیری (آموزش، آزمون و آزمایش) پس از پایان الگوریتم توقف، رسم می گردد و مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد.