

نمودار چگالی

سنتر نمودار چگالی از نمودارهای چاه نگاری دیگر با استفاده از تکنیک شبکه عصبی مصنوعی

محمود نیکجو

شرکت مهندسی و توسعه نفت

مقدمه :

نمودار چگالی از مهمترین نمودارهای چاه نگاری است که در تعیین تخلخل سنگ مخزن به کار می رود. همچنین این نمودار به همراه نمودار صوتی، برای تولید لرزه نگاشت های سنتزی و محاسبه امپدانس آکوستیک استفاده می شود که در تفسیر پتروفیزیکی سنگ مخزن کاربرد اساسی دارد.

این نمودار به علت مشکلات و موانع عملیاتی و فنی، در بعضی لایه ها و زون ها (بویژه در اعماق نزدیک به سطح که قطر چاه زیاد است) موجود نبوده یا به علت وضعیت badhole (مثل زون شسته شده یا ناصافی جداره چاه یا...)، قرائت های آن قابل اطمینان نیست. بنابراین لازم به نظر می رسد که این نمودار به صورت مجازی تولید شود.

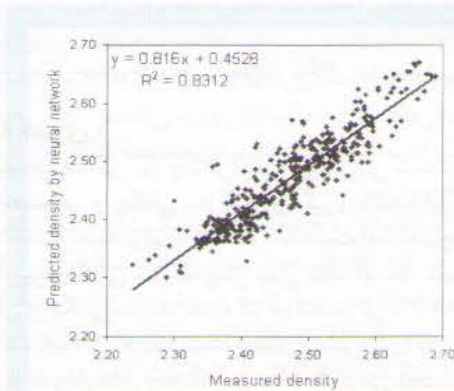
تکنیک شبکه عصبی مصنوعی که یک روش مدل سازی نوین است، می تواند این نمودار را به صورت مصنوعی تولید کند. در این تکنیک، داده های نمودارهای چاه نگاری دیگر، ورودی های شبکه عصبی مصنوعی است.

نتایج :

بهترین پاسخ شبکه عصبی مصنوعی برای پیش بینی نمودار چگالی با داده های ورودی شامل نمودارهای صوتی، تخلخل نوترون، اشعه گاما و مقاومت عمیق (LLD)، مقاومت سطحی (LLS) و مقاومت در ناحیه اشغالی (MSFL) و با یک لایه مخفی شامل ۱۲ نرون حاصل شد. نمودار خط برازش شده از مقادیر چگالی پیش بینی شده توسط شبکه عصبی مصنوعی بر حسب مقادیر چگالی اندازه گیری شده در شکل ۱ نمایش داده شده است.

چگالی سازند پیش بینی شده توسط شبکه عصبی مصنوعی و چگالی سازند اندازه گیری شده در شکل ۲ بر حسب عمق رسم شده اند.

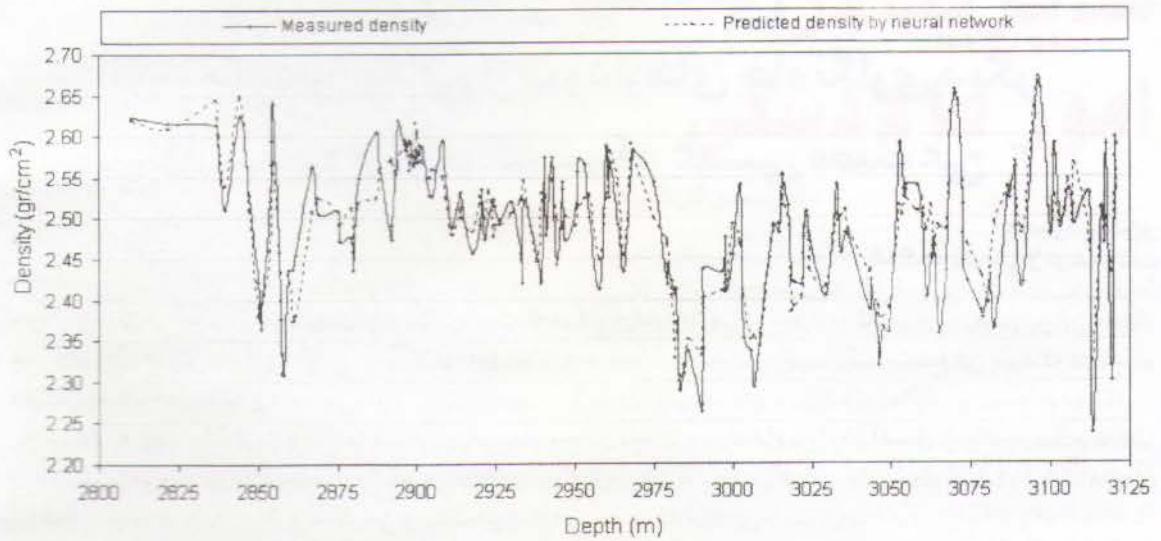
همچنین مقادیر خطا و خطای متوسط بین مقادیر چگالی سازند پیش بینی شده توسط شبکه عصبی مصنوعی و مقادیر چگالی سازند اندازه گیری شده در شکل ۳ بر حسب عمق نمایش داده شده است.



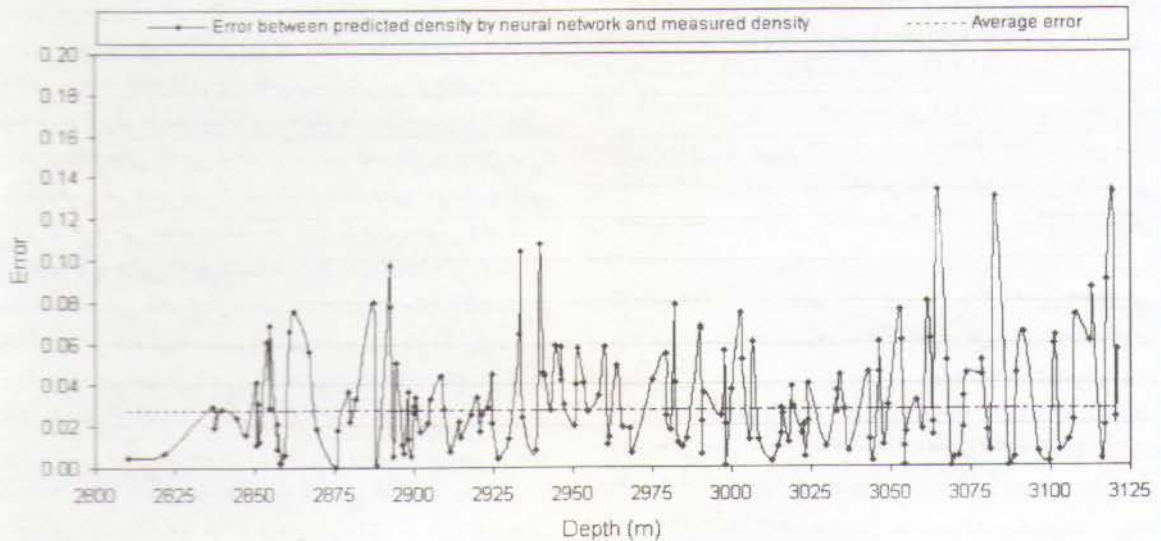
شکل ۱ - چگالی سازند پیش بینی شده توسط شبکه عصبی مصنوعی بر حسب چگالی سازند اندازه گیری شده

متدولوژی :

سازند سروک در یکی از چاههای مربوط به میادین هیدروکربوری حوزه زاگرس به عنوان مخزن مورد مطالعه انتخاب گردید. داده های چاه نگاری شامل نمودارهای صوتی، تخلخل نوترون، اشعه گاما و سه نمودار مقاومت الکتریکی به عنوان داده هایی که می تواند در مجموعه بردار ورودی مورد استفاده قرار گیرد در نظر گرفته شد و داده های نمودار چگالی به عنوان خروجی مطلوب مد نظر قرار گرفت. سپس داده های مربوط به لایه هایی که به علت شرایط badhole قابل اطمینان نیستند شناسایی شده و از مجموعه داده ها حذف شدند. از آنجا که در مرحله تهیه مجموعه نمودارهای چاه نگاری، همه نمودارها با هم انطباق داده شده اند (depth matching) دیگر نیازی به انطباق نمودار چگالی به عنوان خروجی مطلوب با نمودارهای دیگر به عنوان ورودی ها نیست. در این مرحله حدود ۳۶۰۰ الگو ساخته شد که این الگوها عبارتند از زوج های مرتب (x, t) که x بردار ورودی شامل داده های نمودارهای چاه نگاری به غیر از نمودار چگالی است و t داده های نمودار چگالی در نقاط مختلف عمق چاه است. سپس داده های هر یک از ورودی ها و خروجی ها به صورت مجزا به محدوده بین صفر تا یک نرمالیزه شد. در مرحله بعد این ۳۶۰۰ الگو به صورت تصادفی به سه مجموعه کاملاً مجزا شامل مجموعه آموزشی، مجموعه سنجش اعتبار و مجموعه آزمایشی تقسیم گردید. سپس با ارائه همزمان الگوهای مجموعه آموزشی و مجموعه سنجش اعتبار، شبکه تا حد بهینه آموزش داده شد و مقادیر وزنها تنظیم گردید و شبکه آموزش داده شده روی الگوهای آزمایشی آزمایش گردید. برای انجام این مطالعه و دستیابی به نتایج، از نرم افزارهای MATLAB، MINITAB و EXCEL استفاده شده است.



شکل ۲- چگالی سازند پیش بینی شده توسط شبکه عصبی مصنوعی و چگالی سازند اندازه گیری شده بر حسب عمق



شکل ۳- خطا و خطای متوسط بین مقادیر چگالی سازند پیش بینی شده توسط شبکه عصبی مصنوعی و مقادیر چگالی سازند اندازه گیری شده

نتیجه گیری :

ضریب همبستگی بین چگالی سازند پیش بینی شده توسط شبکه عصبی مصنوعی و چگالی سازند اندازه گیری شده برابر با ۰/۹۱۲ و شیب خط حاصله برابر با ۰/۸۱۶ به دست آمد. همچنین خطای متوسط بین چگالی سازند پیش بینی شده توسط شبکه عصبی مصنوعی و چگالی سازند اندازه گیری شده برابر با ۰/۰۲۸ شده که توانایی نسبتاً بالای تکنیک شبکه عصبی مصنوعی را در سنتز نمودار چگالی از نمودارهای چاه نگاری دیگر نشان می دهد. بنابراین در مواردی که نمودار چاه نگاری موجود نیست یا قرائت های آن قابل اطمینان نیست می توان از این تکنیک در تولید نمودار چگالی به صورت مجازی استفاده کرد.

مراجع :

- 1-Hearst, J. R., Nelson, P. H. and Paillett, F. L., 1999, Well Logging for Physical Properties, Wiley, Chichester.
- 2-Patterson, D. W., 1996, Artificial Neural Networks, Prentice Hall, Singapore.
- 3-Serra, O., 1988, Fundamentals of Well-Log Interpretation, Elsevier, Amsterdam.