

پیش‌بینی تخلخل-تراوایی و مدل‌سازی آن به‌منظور تعیین ویژگی‌های مخزنی سازند ایلام در یکی از میادین نفتی حوضه زاگرس

علی دشتی*، ابراهیم سفیداری • دانشگاه تهران

محمد یزدانی • شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب

چکیده

مدل‌سازی فضایی تخلخل و تراوایی با استفاده از داده‌های متعدد چاه دارای اهمیت بسیار مهمی در مطالعات اکتشاف و تولید نفت و گاز است. اهمیت هر مدل‌سازی اصولاً به روش / روش‌های استفاده شده برای مدل‌سازی بستگی دارد. در مطالعه حاضر از روش شبکه‌های عصبی مصنوعی پس‌انتشار خطا برای تخمین مقادیر تخلخل و تراوایی بخش‌های مختلف سازند ایلام در یکی از میادین نفتی حوضه زاگرس استفاده شده است. نمودارهای چاه‌نگاری تخلخل نوترون، سرعت صوت و چگالی به‌عنوان سلول‌های لایه ورودی و داده‌های تخلخل و تراوایی حاصل از مغزه چهار چاه نیز به عنوان سلول‌های لایه خروجی برای آموزش شبکه مورد استفاده قرار گرفته‌اند. پس از آموزش شبکه با این داده‌ها، از داده‌های یک چاه دیگر برای آزمون شبکه استفاده شده که آزمون شبکه آموزش دیده ضرایب همبستگی ۰/۹۱ و ۰/۸۲ را به ترتیب برای تخلخل و تراوایی به دست داده که این ضرایب درستی شبکه آموزش دیده را تأیید می‌کنند. بعد از اطمینان از درستی شبکه آموزش دیده، مقادیر تخلخل و تراوایی برای تمامی چاه‌های میدان محاسبه شده است. پس از محاسبات مذکور نحوه توزیع سه‌بعدی پارامترهای تخلخل و تراوایی پیش‌بینی شده از شبکه عصبی مصنوعی پس‌انتشار خطا توسط الگوریتم‌های زمین‌آماري مثل کریجینگ و شبیه‌سازی گوسی ترتیبی در مقیاس میدان مشخص شد. طبق مدل به‌دست آمده بخش‌های ۱-۲ و ۲-۲ سازند ایلام در میدان مورد مطالعه دارای کیفیت مخزنی بالا، بخش ۱ دارای شکستگی و بسیار پیچیده و بخش ۳ این سازند فاقد کیفیت مخزنی تشخیص داده شد. تمرکز بخش‌های تراوایی سازند ایلام در قسمت شمال غرب و واحدی هم‌مرکز میدان، قابل توجه ذکر شد که به گسترش بیشتر شکستگی‌ها در این قسمت مرتبط گردید.

اطلاعات مقاله

* دریافت: ۹۴/۱/۳۱

۹۴/۱/۳۱

* پذیرش: ۹۴/۳/۱

۹۴/۳/۱

* ارسال برای چاپ: ۹۴/۷/۱

۹۴/۷/۱

واژگان کلیدی

تخلخل-تراوایی
شبکه عصبی مصنوعی پس‌انتشار
خطا
مدل‌سازی زمین‌آماري
سازند ایلام

مقدمه

نمودار چگالی معرفی شده‌اند. برای تعیین دقیق تخلخل از این روابط لازم است که اطلاعات دقیقی از حجم شیل، نوع سیال منفذی، سنگ‌شناسی و درصد آن‌ها و چگالی کانی‌های تشکیل‌دهنده داشته باشیم. از طرف دیگر، تراوایی به‌عنوان یک ویژگی پیچیده در مخازن هیدروکربنی شناخته می‌شود که با عوامل متعددی مثل سنگ‌شناسی، ترکیب سیالات منفذی و تخلخل روابط بسیار پیچیده‌ای دارد [۷]. امروزه برای تعیین ارتباط دقیق بین نمودارهای چاه‌نگاری و تخلخل و تراوایی از شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده می‌شود که بر خلاف روش‌ها و معادلات معمول، قادر به تعیین ارتباطات غیرخطی و بسیار پیچیده بین ویژگی‌های مخزنی (تخلخل و تراوایی) و نمودارهای چاه‌نگاری معمول هستند. [۸، ۹] از طرفی، امروزه مدل‌سازی زمین‌آماري از معتبرترین روش‌ها برای تعیین و فهم نحوه توزیع پارامترهای مخزنی در مطالعات زیرسطحی شناخته می‌شود. علم زمین‌آماري این توانایی را دارد که توزیع فضایی این پارامترها را با در نظر گرفتن عامل فضا معین کند و سهل‌انگاری‌های آمار کلاسیک را در زمینه الگوهای توزیع فضایی برطرف نماید [۱۰].

سازند ایلام شامل توالی از سنگ‌های کربناته به سن سانتونین - کامپانین بوده و سومین سنگ مخزن مهم مناطق نفتی جنوب غرب ایران به حساب می‌آید [۲۱]. این سازند و معادل‌های آن دارای اهمیت بسیار مهمی از لحاظ مخزنی در اغلب میادین نفتی منطقه خاورمیانه هستند [۳، ۴]. به لحاظ کیفیت مخزنی، این سازند عمدتاً شامل واحدهای کربناته ناهمگن است که در بالا توسط شیل‌ها و مارل‌های محیط عمیق پوشش یافته‌اند [۱].

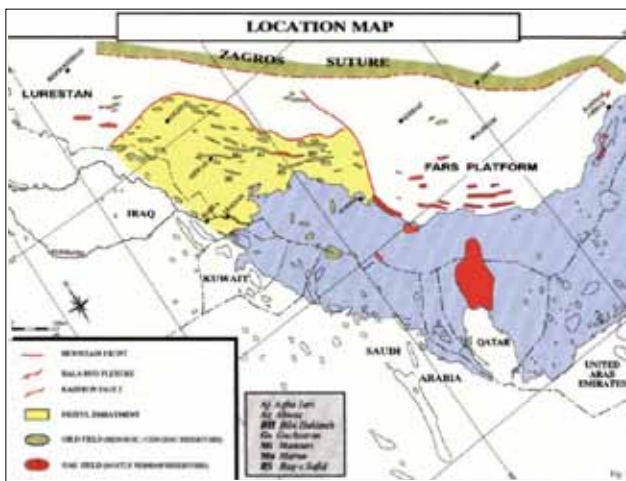
تعیین کیفیت مخزنی فرآیندی است که شامل توصیف ویژگی‌های مختلف مخزنی با استفاده از تمامی داده‌های موجود می‌شود تا مدل مخزنی قابل اعتمادی برای تعیین و پیش‌بینی عملکرد مخزن به دست آید. تعیین کیفیت مخزنی استفاده گسترده‌ای در مدل‌سازی مخزنی، تعیین فرآیندهای بازیافت مخازن گاز و نفت و شبیه‌سازی مخزن دارد [۵، ۶]. تخلخل و تراوایی مهمترین ویژگی‌های مخزنی هستند که درک نحوه توزیع آن‌ها در مخزن نقش اصلی را در تعیین کیفیت مخزنی ایفا می‌نمایند. معادلات متعددی برای تعیین ارتباط بین تخلخل و نمودارهای چاه‌نگاری معمول مثل نمودار سرعت صوت و

*نویسنده‌ی عهده‌دار مکاتبات (alidashti@ut.ac.ir)

مورد مطالعه، تأکید اصلی در این مطالعه بر روی سازند ایلام بوده است. از روش شبکه عصبی پس انتشار خطا^۱ برای تعیین ارتباط بین نمودارهای چاهنگاری و تخلخل و تراوایی در چاه های دارای اطلاعات تخلخل و تراوایی مغزه استفاده شده است. سپس با استفاده از شبکه آموزش دیده و مورد اعتماد، تخلخل و تراوایی کلیه چاه های مورد مطالعه در میدان محاسبه شده است. در نهایت برای درک بهتر نحوه توزیع فضایی این دو پارامتر در کل میدان، مدل های مربوط به این دو پارامتر با استفاده از مدل سازی زمین آماری تهیه شده است. در مدل سازی پارامترهای مورد نظر از الگوریتم های زمین آماری کریجینگ^۲ و شبیه سازی گوسی ترتیبی^۳ استفاده شده است. پس از انجام مدل سازی به بررسی و تفسیر توزیع ویژگی های مخزنی و کیفیت هر بخش از سازند ایلام در کل میدان پرداخته شده است. نحوه گسترش کمربندهای رخساره ای در این سه زون هم می تواند مدرک دیگری برای تصمیم گیری در مورد کیفیت مخزنی آن ها باشد. همانطور که در شکل ۲-۲ دیده می شود در زون سه که حداقل کیفیت مخزنی را دارد می توان شاهد گسترش قابل توجه زیر محیط های لاگون و رمپ بیرونی بود که هر دو کمینه کیفیت مخزنی را دارا هستند. همچنین در زیر زون های ۱-۲ و ۲-۲ زیر محیط های سد و رمپ میانی گسترش یافته اند تا کیفیت مخزنی مناسبی را به این دو محدوده از سازند ایلام بدهند. در شکل ۳-۳ برای هر کمربند رخساره ای مطالعه شده در سازند ایلام، تصویری از مقاطع نازک مطالعه شده آن جهت درک بهتر تفاوت ویژگی های زون های مورد بررسی در این مطالعه آورده شده است.

۲-۱- ساختار و طراحی شبکه های عصبی پس انتشار خطا

شبکه عصبی مصنوعی یک سیستم هوشمند برای حل مسائل



شکل ۱ | موقعیت بخش های مختلف حوضه زاگرس [۱۶]

هدف اولیه ی این مطالعه پیش بینی تخلخل و تراوایی از اطلاعات نمودارهای چاهنگاری مربوط به سازند ایلام با استفاده از شبکه ی عصبی معتبر و سپس، محاسبه مقادیر تخلخل و تراوایی برای تمامی چاه های میدان به کمک این شبکه است. هدف نهایی نیز استفاده از تخلخل و تراوایی محاسبه شده برای ساخت مدل توزیع سه بعدی این دو پارامتر در بخش های مختلف مخزنی سازند ایلام است.

۱- موقعیت و زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

میدان نفتی مورد مطالعه در جنوب شرق اهواز و در امتداد میادین آب تیمور و سوسنگرد قرار دارد. این میدان دارای چند سازند مخزنی است (مخزن آسماری، مخزن بنگستان و مخزن خامی). روند ساختمانی این میدان از روند ساختمانی میادین آب تیمور، اهواز و مارون که همان روند زاگرس (شمال غرب-جنوب شرق) است تبعیت می کند (شکل ۱-۱).

در عمده مطالعات پیشین انجام شده بر روی این میدان، به ویژگی های پتروفیزیکی [۱۱]، چینه شناسی [۱۲] و محیط رسوبی [۱۳] مخزن پرداخته شده است. با افزایش اطلاعات حاصل از حفر ۴۵ حلقه چاه در مخزن بنگستان میدان منصوری، زون بندی مخزن مورد بازنگری قرار گرفته است به طوری که با استفاده از اطلاعات نمودارهای مقاومتی، اطلاعات مغزه و اطلاعات حاصل از لایه آزمایی مکرر (علی رغم وجود ابهامات در خصوص سطوح تماس سیالات)، زون ۲ که مربوط به سازند ایلام بوده، با توجه به اختلاف بهره دهی آن به زیر-زون های کوچک تری (۱، ۲ و ۲، ۲) تقسیم بندی گردیده است [۱۴]. همچنین، مطالعات زمین شناسی ساختمانی صورت گرفته بر روی میدان مورد مطالعه گویای این است که میدان از لحاظ ریخت شناسی، یک تاقدیس دو پلانژه بوده و در افق آسماری و مخزن خامی هیچ آثاری از گسل خوردگی بر روی نقشه خطوط همتراز زیرزمینی گزارش نشده که شاید به دلیل عدم خمش کافی چین در این میدان است. عدم هرزروی گل حفاری نیز شاهد دیگری برای فاقد گسل یا شکستگی بودن این میدان دانسته شده است [۱۵].

۲- روش های مطالعه

در این مطالعه از نمودارهای چاهنگاری ۵۰ حلقه چاه در یکی از میادین نفتی حوضه زاگرس استفاده شده است که از بین آن ها پنج چاه علاوه بر نمودارهای چاهنگاری دارای اطلاعات تخلخل و تراوایی مغزه نیز هستند. با در نظر گرفتن مشخصات کلی سازندهای مختلف موجود در میدان

که در آن D_z خروجی مطلوب کاربر و C_z خروجی محاسبه شده توسط شبکه است. مربع خطای کل لایه خروجی (E) با معادله ۲- محاسبه می شود:

$$\sum_z E_N^2 = \sum_N (D_z - C_z)^2 \quad (2)$$

روند اصلی کار در شبکه های پس انتشار خطا بدین گونه است که از داده های خروجی یک لایه به عنوان ورودی لایه بعدی استفاده شده و با گسترش این روند مقادیر خروجی تمامی لایه ها محاسبه و مقایسه می شود. معادلات ۳- و ۴ گویای نحوه محاسبه خروجی لایه اول از ورودی این لایه است:

$$X_i = L_i T_{i,1} \quad (3)$$

$$a_{i,1} = f(x_i) \quad (4)$$

که در آن L_i مقدار پارامتر ورودی لایه اول، $T_{i,1}$: آستانه ی ورودی لایه اول که صفر در نظر گرفته می شود ($T_{i,1} = 0$)، $a_{i,1}$ مقدار پارامتر خروجی لایه اول و $f(x_i)$ تابع انتقال است. شبکه با دانستن خروجی لایه اول، از آن به عنوان ورودی لایه دوم استفاده می کند، این قاعده در رابطه زیر دیده می شود:

$$a_{i,2} = f(E_i(W_{i,j}(2) a_{j,1}) + T_{i,2}) \quad (5)$$

که در آن $a_{i,2}$ مقدار پارامتر خروجی لایه دوم، $T_{i,2}$ آستانه ورودی لایه دوم که صفر در نظر گرفته می شود ($T_{i,2} = 0$)، $a_{i,1}$ مقدار پارامتر ورودی لایه دوم (که در واقع همان مقدار پارامتر خروجی لایه اول است) و $w_{j,i}$ فاکتور وزن یا ارزش اطلاق شده به ورودی های در حال پردازش است. بر این اساس است که شبکه می تواند محاسبات خود را به صورت یک روند رو به جلو^۵ انجام دهد. [۹، ۵، ۱۷]

۲-۲- زمین آمار

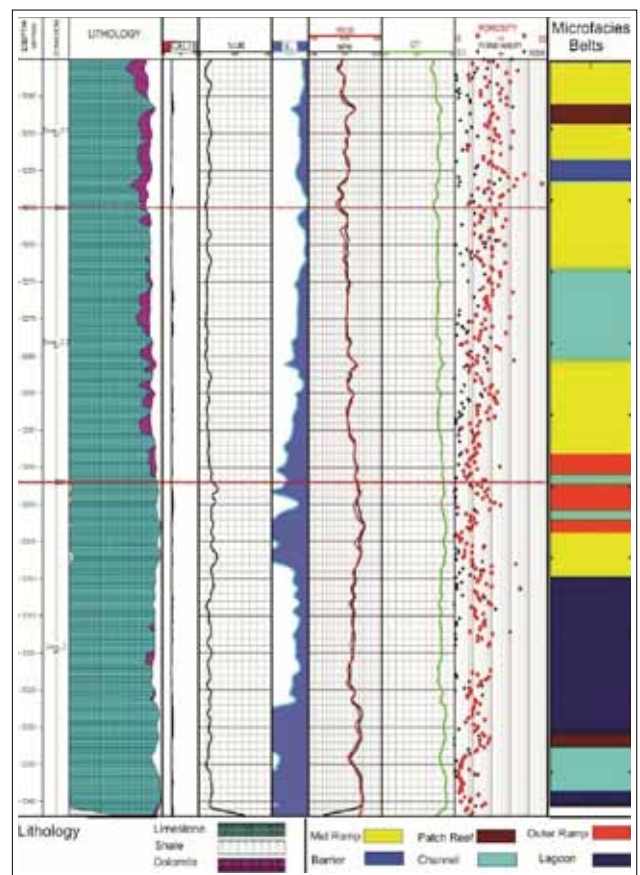
این علم شاخه ای از آمار است که توانایی و کاربرد آن در تعیین رابطه فضایی بین متغیرهاست. در طبیعت با اندازه گیری های متعدد دیده شده که مقدار و میزان یک پارامتر در فواصل نزدیک مشابه است ولی با افزایش فاصله بین اندازه گیری ها، میزان شباهت بین مقادیر به دست آمده کاهش می یابد. این مسأله گویای تأثیر فضا بر تغییر مقادیر متغیرهاست. زمین آمار با در نظر گرفتن عامل فضای بین اندازه گیری ها می تواند نحوه توزیع یک متغیر در فضا را مشخص کند [۱۸]. زمین آمار از مدل ها و الگوریتم های خاصی استفاده می کند که توضیح برخی از این الگوریتم ها که در این مطالعه مورد توجه قرار گرفته اند، در زیر آمده است.

کریجینگ^۶: کریجینگ مشهورترین الگوریتم برای مدل سازی

غیرخطی و پیچیده است. از لحاظ فیزیکی یک شبکه عصبی از لایه هایی از اجزای به هم مرتبط (سلول ها یا گره ها) تشکیل می گردد که (شکل ۴-۴) این لایه ها خود شامل لایه ورودی، لایه مخفی و لایه خروجی می شوند. فرآیند آموزش شبکه عصبی با استفاده از الگوریتم های نظارتی و غیرنظارتی انجام می شود.

شبکه عصبی پس انتشار خطا از انواع شبکه های پیشخور^۴ و نظارتی است که امروزه کاربرد بسیار گسترده ای در پیش بینی ویژگی های مخازن هیدروکربنی دارند [۹، ۶]. اصطلاح پیشخور اشاره به روند محاسبات شبکه دارد که در آن، از نتایج حاصل از خروجی لایه اول برای محاسبه خروجی لایه دوم استفاده می کند [۹]. در شبکه های نظارتی، ارزش گذاری و وزن دهی به پارامترهای ورودی براساس میزان اختلاف داده خروجی با داده مطلوب کاربر انجام می شود. در این شبکه ها خطای خروجی هر سلول موجود در لایه خروجی براساس معادله ۱- محاسبه می شود:

$$E_E = D_E - C_E \quad (1)$$



۲ ویژگی های مختلف (کمر بندهای رخسارهای، نمودارهای چاه پیمایی، اطلاعات تخلخل و تراوایی) سه بخش از سازند ایلام در میدان

مورد مطالعه



برای محاسبه یک نقطه مجهول از تکرار فرآیندهای آماری مشابه استفاده می‌شود و توزیع داده‌ها هم از نمودارهای توزیع گوسی^۱ پیروی می‌کنند. در این روش مقادیر نقاط مجهول با استفاده از توابع تعیین شده گویای نحوه توزیع مقادیر معلوم و محاسبه شده در مجاور نقطه مجهول محاسبه می‌شود. الگوریتم به صورت کاملاً تصادفی یک نقطه را انتخاب و سپس، کل شبکه را به ترتیب و به شکل متوالی شبیه‌سازی می‌کند. مرتبه و نحوه‌ی پیش‌روی الگوریتم در شبیه‌سازی نقاط مجهول به صورت تئوری مشخص نمی‌شود و یک روند متوالی تصادفی در کار است [۲۰].

۳- نتایج

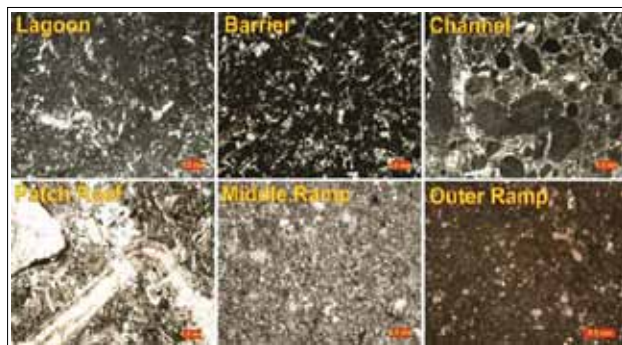
۳-۱- پیش‌بینی تخلخل-تراوایی

قدم اول در آموزش شبکه برای پیش‌بینی تخلخل و تراوایی، آماده کردن داده‌های چاه‌پیمایی مرتبط با این دو پارامتر و وارد کردن این داده‌ها در شبکه عصبی است. داده‌های مورد استفاده در این مطالعه مربوط به سازند ایلام در تعدادی از چاه‌های میدان نفتی مورد بررسی می‌باشد. نمودارهای چاه‌نگاری از تمامی چاه‌های میدان در دسترس است ولی فقط پنج چاه میدان دارای اطلاعات تخلخل و تراوایی مغزه است که از آن‌ها برای آموزش شبکه استفاده شد. از این پنج چاه داده‌های چهار چاه برای آموزش شبکه و از اطلاعات یک چاه هم برای آزمون شبکه معرفی شده استفاده شد. شکل ۲- این اطلاعات مربوط به یکی از چاه‌های میدان که از آن جهت آموزش شبکه عصبی استفاده شده را نشان می‌دهد. طبق این شکل هیچگونه اطلاعات تخلخل و تراوایی مغزه از بخش ۱ سازند ایلام در میدان مورد بررسی موجود نبوده و از اطلاعات سایر بخش‌ها برای آموزش شبکه و تخمین پارامترهای مورد نظر در آن استفاده شده است. بدین جهت با استفاده از اطلاعات مغزه موجود از بخش‌های ۱-۲، ۲-۲ و ۳ سازند ایلام، دو شبکه عصبی برای تخمین مقادیر تخلخل و تراوایی در کل ضخامت سازند ایلام طراحی شد. برای آموزش شبکه ضروری است که نمودارهای چاه‌نگاری مورد استفاده در لایه ورودی ارتباط تنگاتنگی با پارامتر خروجی داشته باشند. هرچه دقت انتخاب ورودی‌های شبکه بهتر باشد (داده‌های ورودی مرتبط با خروجی باشند) در انتها شبکه می‌تواند نتایج قابل اطمینان‌تری را برای داده خروجی ارائه دهد. در این مطالعه از نمودارهای چاه‌نگاری چگالی، سرعت صوت و تخلخل نوترون به عنوان ورودی برای محاسبه تخلخل و تراوایی استفاده شد که ارتباط ابتدایی تعدادی از نمودارها با پارامترهای خروجی در

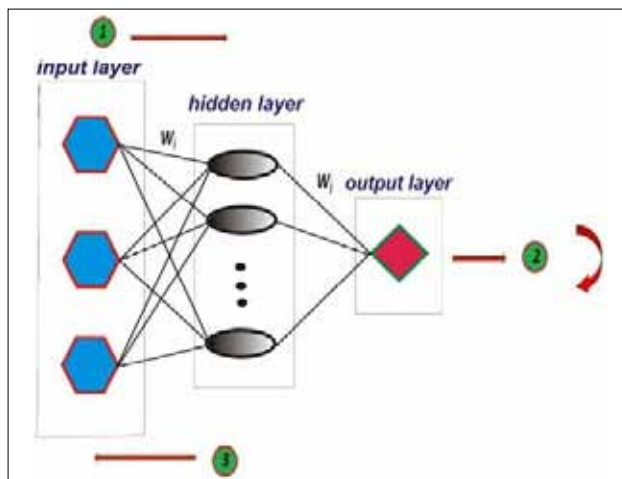
ایستایی مخزن است و اساس کار آن بر پایه یک تکنیک درونیابی خطی است. در این تکنیک هر نقطه مجهول با استفاده از یک رابطه خطی (رابطه ۶) از نقطه‌های معلوم مجاور تعیین می‌شود. رابطه معرفی شده برای تعیین نقطه معلوم عامل فضا یا به عبارت دیگر، فاصله هر کدام از نقاط معلوم مجاور با نقطه مجهول را به عنوان وزن و میزان تأثیر همان نقطه‌ی معلوم بر نقطه مجهول در حال محاسبه در نظر می‌گیرد [۷، ۱۹].

$$Z(x_0) = E_{i=1}^N (\lambda_i Z(x_i)) \quad (6)$$

در این رابطه، $Z(x_0)$ مقدار مجهول در نقطه x_0 ، λ_i وزن هر نقطه و $Z(x_i)$ مقدار معلوم در نقطه x_i است. این روش محتمل‌ترین مقدار را برای نقاط مجهول محاسبه می‌کند ولی نمی‌توان با قطعیت گفت که روش کریجینگ توزیع قطعی و کاملاً دقیق متغیرها را نشان می‌دهد. شبیه‌سازی گوسی ترتیبی^۲: این روش رایج‌ترین روش در مطالعات زمین آماری مخازن است. همان‌گونه که از اسم این روش پیداست،



شکل ۲ | تصویر میکروسکوپی مقاطع نازک مربوط به شش کمر بند رخساره‌ای سازند ایلام در میدان مورد مطالعه (تمامی تصاویر در نور XPL ثبت شده‌اند)



شکل ۳ | ساختار شبکه عصبی پس انتشار خطا

جدول ۱- نشان داده شده است. طبق این جدول، پارامترهای مورد استفاده در آموزش شبکه عصبی بالاترین ضریب همبستگی را با مقادیر تخلخل و تراوی می دارند. جدول ۲- نشان دهنده کل داده های موجود و همچنین نحوه تقسیم بندی این داده ها در دسته های مختلف موجود در شبکه است.

پس از آموزش شبکه، آزمایش شبکه ضرورت دارد. آزمایش شبکه به کمک داده های چاه پنجم که از آن ها در آموزش شبکه استفاده نشده بود، انجام شد. شکل های ۵ و ۶ نشان دهنده میزان ارتباط بین تخلخل و تراوی مغزه با تخلخل و تراوی به دست آمده از شبکه عصبی هستند. طبق شکل ۵- شبکه عصبی توانسته تخلخل را با صحت ۹۱ درصد محاسبه کند و ضریب همبستگی بین تخلخل مغزه و تخلخل پیش بینی شده از شبکه عصبی را به ۰/۹۱۱۷ برساند که گویای دقت بالای شبکه است. همانطور که در بالا گفته شد، محاسبه تراوی پیچیده تر از تخلخل است و برخی مواقع دقت پیش بینی تراوی محاسبه شده چندان بالا نیست. براساس شکل ۶- شبکه عصبی توانست پارامتر تراوی را به گونه ای پیش بینی کند که ضریب همبستگی حدود ۰/۸۲۵ با تراوی مغزه داشته باشد. به دست آمدن این دو ضریب همبستگی بین تخلخل و تراوی مغزه و تخلخل و تراوی حاصل شبکه در چاهی که از اطلاعات آن در فرآیند آموزش شبکه استفاده نشده، می تواند گویای دقت بالای شبکه باشد.

۲-۳- مدل سازی

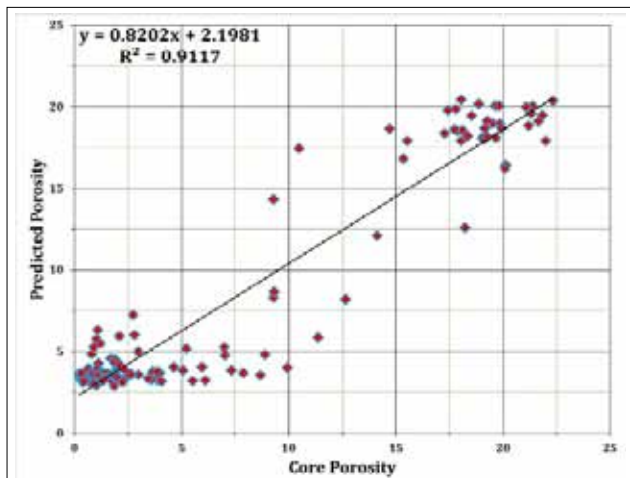
با استفاده از الگوریتم های ذکر شده، پارامترهای مورد نظر در بخش های مختلف مخزنی سازند ایلام مدل سازی شدند. تخلخل و تراوی استفاده شده برای مدل سازی کل میدان با استفاده از شبکه عصبی به دست آمد. شکل های ۷- تا ۱۰ نشان دهنده خروجی نرم افزار مورد استفاده برای مدل سازی تخلخل و تراوی بخش های مخزنی سازند ایلام در میدان مورد مطالعه هستند. در شکل های ۷ و ۸ تخلخل چهار بخش مخزنی سازند ایلام به صورت نقشه های متوسط این ویژگی نشان داده شده که به ترتیب با استفاده از الگوریتم های کریجینگ و شبیه سازی گوسی ترتیبی در کل میدان مدل شده است. براساس این شکل ها، بخش های ۱-۲ و ۲-۲ سازند ایلام میدان بیشینه تخلخل را دارند. در این دو بخش حداکثر تخلخل را می توان در بخش های شمال غرب و تاحدی مرکز میدان دید. بخش های ۱ و ۳ سازند ایلام از تخلخل چندان بالایی برخوردار نیستند. قابل ذکر است که هر دو الگوریتم مورد استفاده نتایج تقریباً

جدول ۱ | ضریب همبستگی اولیه بین پارامترهای ورودی شبکه و پارامترهای خروجی

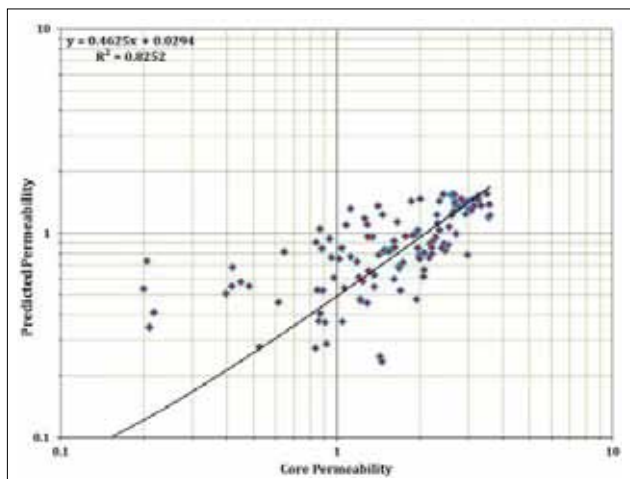
نمودارهای چاه پیمایی معمول	تخلخل	تراوی
نمودار چاه پیمایی سرعت صوت	۰/۷۳	۰/۶
نمودار چاه پیمایی چگالی	۰/۶۹	۰/۵۸
نمودار چاه پیمایی تخلخل نوترون	۰/۶۵	۰/۶۳
نمودار چاه پیمایی گاما	۰/۵۴	۰/۴۵
نمودار چاه پیمایی فوتوالکتریک	۰/۵	۰/۴۸
نمودار چاه پیمایی رسانایی	۰/۴۳	۰/۳۹

جدول ۲ | تعداد داده های مورد استفاده در هر دسته

تخلخل	دسته آموزشی	دسته اعتبارسنجی	دسته آزمایشی	کل
۷۱۲	۱۵۲	۱۵۲	۱۵۲	۱۰۱۶
۳۵۶	۷۶	۷۶	۷۶	۵۰۸



شکل ۵ | ارتباط بین تخلخل مغزه و تخلخل پیش بینی شده از شبکه عصبی



شکل ۶ | ارتباط بین تراوی مغزه و تراوی محاسبه شده از شبکه عصبی



مخزنی افزایش می‌یابد و نتایج هر دو الگوریتم هم تقریباً مشابه همدیگر و بخش‌های مرکزی هم به لحاظ تراوایی دارای شرایط نسبتاً مناسبی هستند. افزایش محسوس تراوایی در قسمت‌های شمال غرب میدان را می‌توان به تمرکز بالای شکستگی‌ها در این قسمت از میدان نسبت داد.

نتیجه‌گیری

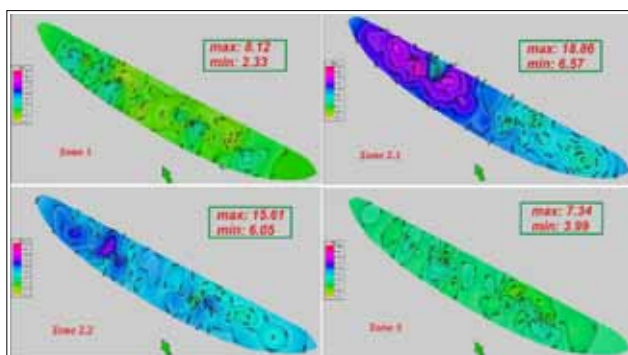
اساس کار در این مطالعه استفاده از روش طراحی شبکه عصبی مصنوعی پس‌انتشار خطا برای پیش‌بینی تخلخل و تراوایی سازند ایلام و مدل‌سازی این دو فاکتور در یکی از میدانی نفتی حوضه زاگرس است.

۱. نمودارهای چاه‌نگاری سرعت صوت، چگالی و تخلخل نوترون به‌عنوان ورودی شبکه و پارامترهای تخلخل و تراوایی هم به‌عنوان خروجی شبکه نتایج مطلوبی به‌دست می‌دهند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که شبکه آموزش دیده در مرحله آزمایش می‌تواند تخلخل و تراوایی را در چاهی که از داده‌های آن در آموزش استفاده نشده با دقت قابل قبول (به ترتیب ۹۱ درصد و ۸۲ درصد) محاسبه کند. این دو عدد گویای توان بالای شبکه برای فهم ارتباط بین داده‌های ورودی و خروجی و همچنین تأیید صحت این شبکه برای محاسبه تخلخل و تراوایی سایر چاه‌های میدان است.

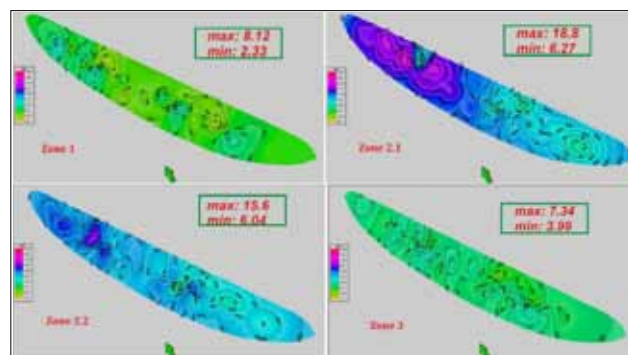
۲. نتایج این بررسی مشخص می‌نماید که الگوریتم‌های زمین‌آماری کریجینگ و شبیه‌سازی گوسی روش‌های مطمئن برای فهم نحوه توزیع سه بعدی این دو پارامتر در سازند ایلام میدان و همچنین محاسبه آن‌ها در فواصل بین چاهی هستند. تلفیق نتایج مذکور و بررسی پراکندگی تخلخل و نفوذپذیری در گستره میدان با استفاده از نقشه‌های توزیع متوسط تخلخل و تراوایی نشان می‌دهد که بخش‌های ۱-۲ و ۲-۲ سازند ایلام دارای مقادیر بالای تخلخل

مشابهی را برای نحوه توزیع تخلخل نشان می‌دهند. توزیع تراوایی در بخش‌های مختلف سازند ایلام به‌صورت نقشه متوسط این پارامتر در شکل‌های ۹- و ۱۰ ارائه شده است. به‌دلیل استفاده از لگاریتم تراوایی برای آموزش شبکه عصبی، در مدل‌سازی هم از مقادیر تراوایی به‌صورت لگاریتمی استفاده شد. مقادیر لگاریتم تراوایی می‌تواند به‌خوبی نحوه توزیع این پارامتر را نشان دهد و بخش‌های تراوا را از ناتراوا جدا کند. بر اساس این نقشه‌ها، در بخش‌های ۱، ۱-۲ و ۲-۲ سازند ایلام مقادیر تراوایی نسبتاً بالاست و این بخش‌ها می‌توانند مستعد تولید هیدروکربن باشند. توزیع مناطق تراوا در بخش‌های ۱-۲ و ۲-۲ دارای یکنواختی مناسبی است ولی مناطق تراوایی بخش ۱ عمدتاً دارای توزیع غیریکنواخت و نقطه‌ای هستند. در قسمت مدل‌سازی تخلخل مشخص شد که بخش ۱ تخلخل چندانی ندارد ولی از تراوایی خوبی برخوردار است. بررسی شکل و پراکندگی تراوایی در این بخش به‌صورت نقطه‌ای بالاست که این نکته خود گویای تمرکز بالای شکستگی‌ها در اطراف این نقاط است. این ویژگی به‌دلیل پیچیدگی این بخش و متأثر بودن تراوایی آن از شکستگی‌هاست. در صورت وجود ذخیره مناسب در لایه‌های موجود در نقاط دارای شکستگی این بخش، می‌توان انتظار داشت که تولید مناسبی از آن صورت بگیرد.

بخش‌های ۱-۲ و ۲-۲ را می‌توان بهترین بخش‌های مخزنی دانست که هم دارای فضای مناسب و کافی برای ذخیره هیدروکربن (تخلخل مناسب) و هم دارای توان تولید و خروج این هیدروکربن (تراوایی مناسب) هستند. بخش ۳ هم به‌صورت ناتراوا و فاقد توان تولید دیده می‌شود. عدم وجود تخلخل و تراوایی مناسب در بخش ۳ موجب ناتوانی کامل این بخش در ذخیره و تولید هیدروکربن شده است. پراکندگی پارامترهای مذکور در گستره میدان (شکل‌های ۹ و ۱۰) نشان می‌دهد که در بخش‌های شمال غرب میدان کیفیت



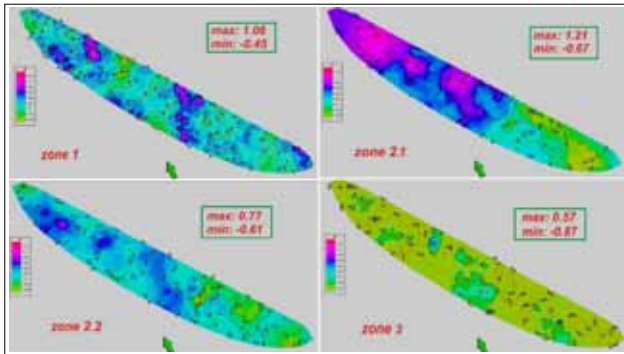
شکل ۸ | توزیع متوسط تخلخل در چهار بخش سازند ایلام بر اساس مدل حاصل از الگوریتم شبیه‌سازی گوسی ترتیبی



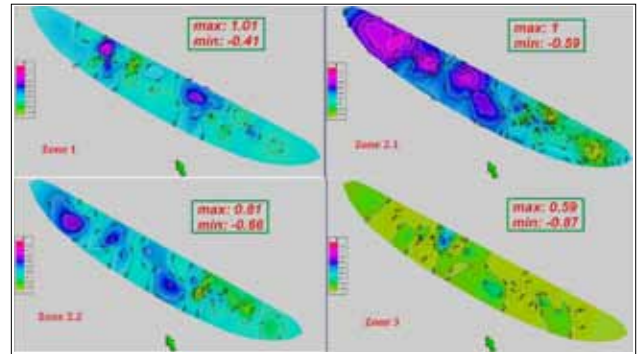
شکل ۹ | توزیع متوسط تخلخل در چهار بخش سازند ایلام بر اساس مدل حاصل از الگوریتم کریجینگ

است و کمینه تخلخل و تراوایی را دارد. براساس این مدل، تراوایی بالای سازند ایلام در قسمت‌های شمال غرب و تاحدی مرکز میدان، دلیلی بر گسترش بیشتر شکستگی‌ها در این مناطق است. ■

و بخش‌های ۱ و ۲-۱ و ۲-۲ تراوا هستند. طبق این نتایج پیچیدگی در بخش ۱ به گسترش شکستگی در آن مربوط است. براساس مدل ارائه شده برای این میدان، بخش ۳ سازند ایلام فاقد کیفیت مخزنی



شکل ۸ | پراکنندگی متوسط تراوایی در چهار بخش سازند ایلام براساس مدل حاصل از الگوریتم شبیه‌سازی گوسی ترتیبی



شکل ۹ | پراکنندگی متوسط تراوایی در چهار بخش سازند ایلام در میدان براساس مدل حاصل از الگوریتم کریجینگ

پانویس‌ها

1. Back - propagation neural network
2. Kriging
3. Sequential Guissian Simulation (SGS)
4. feed-forward
5. Kriging
6. sequential Guissian simulation
7. Guissian distribution

منابع

- Geosciences. 2013, 6(8): 27892806-
- [10] Yeten, B., Gümrah, F., The use of Fractal Geostatistics and Artificial Neural Networks for Carbonate Reservoir Characterization: Transport in Porous Media. 2000, 41(2): 173195-
- [۱۱] حیدری چهارلنگ، خ، ۱۳۸۱. مطالعه جامع زمین شناسی مخزن آسماری میدان منصور، رساله کارشناسی ارشد زمین شناسی نفت، دانشگاه شهید چمران اهواز
- [12] Shirmohammadi, N. H., Geological study of Asmari reservoir in Mansuri field, (rep. no. p-3703), 1980, National Iranian Oil Company, Ahwaz
- [۱۳] اشجعی، ع، سلیمانی، خ، ۱۳۸۳. نقش محیط رسوبی و سیالات کانی ساز در کیفیت مخزنی افق‌های ماسه سنگی تولیدی سازند آسماری میدان منصور، دوازدهمین کنفرانس بلورشناسی و کانی شناسی ایران، ص ۵۴۰ - ۵۴۷
- [۱۴] قنوتی، ک، حق پرست، ق، ۱۳۹۱. مطالعه جامع مخزن بنگستان میدان منصور فاز تعیین مشخصات مخزن توسعه. بخش ۲- زمین شناسی، گزارش پ-۶۰۳۵، ۳۶ صفحه.
- [۱۵] تحلیل ساختاری مقدماتی میدانی نفتی مناطق نفت‌خیز جنوب (محدوده فروفادگی دزفول). گزارش شماره پ-۵۶۱۳ شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب ایران، ۵۳ صفحه.
- [16] Bordenave, M.L., The Middle Cretaceous to Early Miocene Petroleum System in the Zagros Domian of Iran, and its prospect evaluation. AAPG Annual Meeting. 2002, March 1013-, Houston, Texas
- [17] Tang, H., Toomey, N., Meddaugh, S.W., Using an artificial-neural network method to predict carbonate well log facies successfully: Society of Petroleum Engineering. 2011, 14:35-44: University Press, New York. [18] Deutsch, C.V., Geostatistical reservoir modeling. 2001, Oxford University Press, New York
- [19] Doyen, P.M., Porosity from seismic data: a geostatistical approach: Geophysics. 1988, 53:1263-1275
- [20] Kelkar, M., Perez, G., Chopra, A., Applied geostatistics for reservoir characterization. 2002, Texas, Society of Petroleum Engineers (SPE)
- [۱] مطیعی، ه. جنبه شناسی زاگرس، چاپ اول، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی، ۱۳۷۲
- [2] James, G.A., Wynd, J.G., Stratigraphic nomenclature of Iranian oil consortium, agreement area: American Association of Petroleum Geologists Bulletin. 1965, 49: 21182245-
- [3] Adabi, M.H., Asadi-Mehmandosti, E., Microfacies and geochemistry of the Ilam Formation in the Tang-E Rashid area, Izeh, SW Iran: Journal of Asian Earth Science. 2008, 33:267-277
- [4] Ghabeshavi, A., Vaziri-Moghaddam, H., Taheri, A., Facies distribution and sequence stratigraphy of the Coniacian-Santonian succession of the Bangestan Palaeo-high in the Bangestan Anticline, SW Iran: Facies. 2009, 55:243-257
- [5] Lim, J.S., Reservoir properties determination using fuzzy logic and neural networks from well data in offshore Korea: Journal of Petroleum Science and Engineering. 2005, 49:182-192
- [6] Mohaghegh S, R Arefi, S Ameri, K Aminian, and R Nutter, 1996, Petroleum reservoir characterization with the aid of artificial neural networks: Journal of Petroleum Science and Engineering 16:263-274
- [7] Carr, L.A., Benteau, R.I., Corrigan, M.P., Van Doorne, G.G., A complex reservoir characterized by three-dimensional seismic, geostatistical reservoir description, and sponge-core analysis: Society of Petroleum Engineers (SPE) Formation Evaluation. 1989, 335-342
- [8] Sfidari, E., Amini, A., Kadkhodaie, A., Ahmadi, B., Electrofacies clustering and a hybrid intelligent based method for porosity and permeability prediction in the South Pars Gas Field, Persian Gulf: Journal of Geopersia. 2012, v 2(2), pages 1123-
- [9] Lashin, A., Din, S., Reservoir parameters determination using artificial neural networks: Ras Fanar field, Gulf of Suez, Egypt: Arabian Journal of