



تخمین تراوایی توسط تکنیک منطق فازی و روش‌های آماری در میدان گاز پارس جنوبی

سهیلا روستایی^۱، فهیمه شکرانه^۲، حسین رحیم‌پور بناب^۳، علی کدخدایی ایلخچی^۴

چکیده:

تراوایی یکی از مهم‌ترین خصوصیات پتروفیزیکی مخزن است که جریان سیالات درون چاه را در مرحله تولید کنترل می‌کند. این پارامتر نقش کلیدی و اساسی در ارزیابی نرخ تولید مخزن، عملکرد میدان نفتی و مدیریت و توسعه مخزن ایفا می‌کند. تراوایی به طور معمول از روش‌های آنالیز مغزه و تست چاه به دست می‌آید، ولی متأسفانه این امر مستلزم صرف زمان و هزینه فراوانی می‌باشد. تا به امروز، محققان بسیاری تلاش کرده‌اند تا روابط پارامتری بین تراوایی و ویژگی‌هایی از مخزن هیدروکربنی که مستقیماً قابل اندازه‌گیری هستند را، مانند تخلخل و عمق بیابند. مهندسين نفت اغلب از تحلیل رگرسیون به عنوان ابزار اصلی برای به دست آوردن رابطه بین این مقادیر استفاده می‌کنند. هر چند به علت طبیعت بسیار پیچیده مسئله، یک روش جایگزین برای مدل کردن پارامتری، استفاده از منطق فازی می‌باشد. این مطالعه با استفاده از داده‌های نمودارهای چاه‌پیمایی و مغزه مربوط به سه چاه میدان گازی پارس جنوبی صورت گرفته است. بدین صورت که ابتدا میزان تراوایی توسط منطق فازی و به کمک نمودارهای پتروفیزیکی و نرم‌افزار Geolog تعیین شده و در بخش دیگر مطالعه، با استفاده از آنالیز رگرسیونی، رابطه‌های آماری بین تراوایی و نمودارهای چاه‌پیمایی به دست آمده است. در نهایت نتایج حاصل از دو روش مذکور با هم مقایسه شده و الگوی مناسبی جهت تخمین تراوایی از روی نمودارهای چاه‌پیمایی ارائه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تراوایی، منطق فازی، آنالیز رگرسیونی، نمودارهای پتروفیزیکی، میدان پارس جنوبی

مقدمه:

قدرتمند ریاضی در علوم مختلف جایگزین ریاضیات کلاسیک شده است [۶]. این امر موجب کاهش پیچیدگی روابط ریاضی حاکم بر مدل‌ها، انعطاف‌پذیری در مقابل نظر تصمیم‌گیرنده و نیز صرفه‌جویی در وقت و هزینه‌ها می‌گردد. منطق فازی بر اساس مفهوم مجموعه‌های فازی است [۴]. اساساً گرچه سیستم‌های فازی پدیده‌های غیرقطعی و نامشخص را توصیف می‌کنند، با این حال خود تئوری فازی یک تئوری دقیق است. به دلیل پیچیدگی بیش از حد دنیای واقعی که منجر به توصیفی تقریبی یا فازی برای مدل کردن یک سیستم می‌شود و نیز به دلیل نیاز داشتن به فرضیه‌ای برای فرموله کردن دانش بشری به شکلی سیستماتیک و قرار دادن آن در سیستم‌های مهندسی، لزوم وجود تئوری سیستم‌های

در دنیای واقعی کمتر با مواردی روبه‌رو می‌شویم که منطق صفر و یک بر آن حاکم باشد و معمولاً موارد تحت بررسی را نمی‌توان به طور مطلق در نظر گرفت. بنابراین منطق کلاسیک صفر و یک، پاسخگوی بررسی تمامی مشکلات نمی‌باشد و اکثر مواقع با استفاده از آن نمی‌توان به بررسی دقیقی از یک مسئله پرداخت [۱]. آیا ریاضیات از بررسی این مسائل عاجز است؟

در سال ۱۹۶۵ لطفی‌زاده برای اولین بار مقاله‌ای با عنوان نظریه مجموعه‌های فازی مطرح کرد [۱۰]. پس از آن نظریه مجموعه‌های فازی به سرعت وارد دنیای ریاضیات شد. امروزه منطق فازی به عنوان یک ابزار

۱. کارشناسی ارشد زمین‌شناسی نفت

۲. کارشناسی ارشد زمین‌شناسی نفت

۳. دانشیار دانشکده زمین‌شناسی، دانشگاه تهران

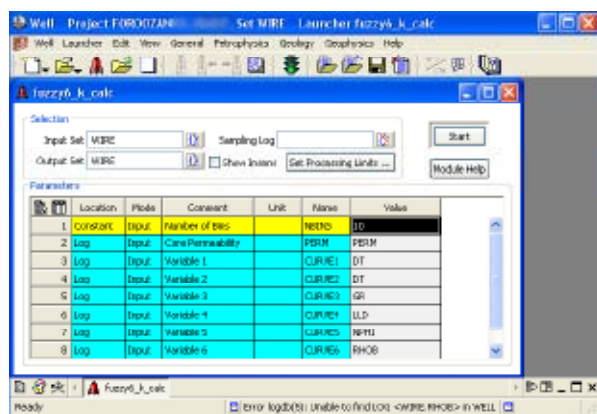
۴. دکترای زمین‌شناسی نفت، دانشکده زمین‌شناسی، دانشگاه تهران

از پارامترها کار می کند و سپس امکان های فازی (fuzzy possibilities) به دست آمده را جمع کرده و نتایج شبیه به هم را پیش بینی می کند. به منظور پیش بینی تخلخل و تراوایی بعد از بارگذاری (load کردن) داده های نمودارهای چاه پیمایی و مغزه مربوط به هر کدام از چاه ها در فضای نرم افزار Geolog باید ابتدا به سراغ ماژول fuzzy_k_calc در بخش محاسبه فازی نرم افزار Geolog رفت. مسیر دستیابی به این ماژول به صورت زیر است:

Geology > Fuzzy Logic > Permeability learn

این ماژول نمودارهای چاه پیمایی را با تراوایی مغزه کالیبره می کند تا تطابق های منطقی را پیدا کند. در این مطالعه به منظور ارزیابی دقیق میزان کارایی روش های منطق فازی و آنالیز رگرسیونی در جهت تخمین تراوایی، در هر دو روش از نمودارهای چاه پیمایی یکسان استفاده شده است.

در ابتدا طیف تراوایی همراه با هر اینتروال، به تعدادی Bin موسوم به NBIN تقسیم می شوند. NBIN تعداد BIN مورد استفاده برای پیش بینی تراوایی است. معمولاً تعداد ۱۰ در اکثر کاربری های معمول جوابگو است. البته چنانچه تعداد نقاط مغزه گیری زیاد باشد، تعداد Bin ها می تواند افزایش یابد و برعکس [۱۱]. نمودارهای چاه پیمایی که در این بخش مورد استفاده قرار می گیرند، به ترتیب شامل نمودارهای DT، GR، LLD، NPHI و RHOB می باشند (شکل ۱).

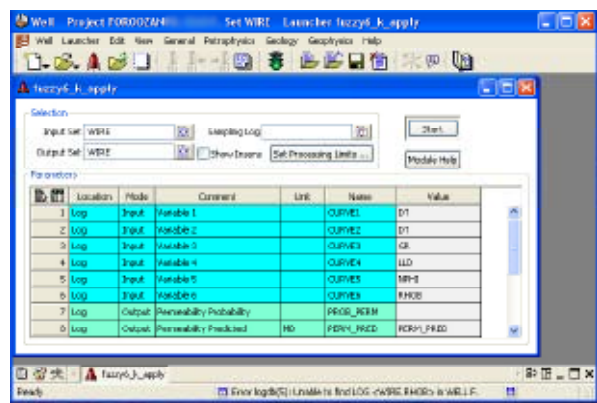


شکل ۱- ماژول fuzzy_k_calc در بخش محاسبه فازی نرم افزار Geolog برای آموزش تراوایی

سپس برای آموزش تراوایی، به سراغ ماژول fuzzy_k_apply می رویم. مسیر دستیابی به این ماژول در نرم افزار به صورت زیر است:

Geology > Fuzzy Logic > Permeability apply

این ماژول، تراوایی را از روی نمودارها به کمک تطابق های منطقی به دست آمده توسط ماژول fuzzy_k_calc، پیش بینی می کند.



شکل ۲- ماژول fuzzy_k_apply در بخش محاسبه فازی Geolog برای تخمین تراوایی

فازی را به عنوان یک شاخه مستقل در علوم مختلف توجیه می کند [۳]. یکی از اهداف مطالعات پتروفیزیکی تخمین دقیق و صحیح تراوایی در چاه هایی است که اندازه گیری های تراوایی مغزه در آنها به هر دلیلی ممکن نباشد. بدین منظور با استفاده از پارامتر تخلخل، میزان تراوایی را در این نقاط محاسبه می کنند که در این مطالعه با استفاده از دو روش منطق فازی و آنالیز رگرسیونی میزان تراوایی در این نقاط پیش بینی شده است. مهندسیین نفت در برخی میدان های هیدرو کربنی، آنالیز رگرسیونی را به عنوان ابزار اصلی برای ارتباط دادن پارامترهایی مانند تخلخل و تراوایی استفاده می کنند. به طور کلی هدف از آنالیز رگرسیونی، به دست آوردن روند یک متغیر بر حسب متغیرهای دیگر است. البته حدود اطمینان معادله به دست آمده و آزمون فرض ها برای اعتبار ضرایب موجود در آن و همچنین استنباط های آماری مرتبط با آن که می تواند در تصمیم گیری اکتشافی مؤثر باشد نیز مد نظر است [۲].

در این محاسبات معمولاً فرض می شود که یک ارتباط خطی یا غیر خطی بین تراوایی و تخلخل وجود دارد. به عبارت دیگر در این محاسبات تصور می شود که تابع خطی یا غیر خطی به دست آمده برای مدل سازی ارتباط بین تراوایی و دیگر پارامترهای سنگ، مناسب و کافی است. این مطالعه با استفاده از داده های نمودارهای چاه پیمایی و مغزه مربوط به سه چاه از میدان گازی پارس جنوبی انجام شده است به این صورت که ابتدا میزان تراوایی توسط منطق فازی و به کمک نمودارهای پتروفیزیکی و نرم افزار Geolog تعیین شده و در بخش دیگر مطالعه، با استفاده از آنالیز رگرسیونی، رابطه های آماری بین تراوایی و نمودارهای چاه پیمایی به دست می آید. در نهایت نتایج حاصل از دو روش مذکور با هم مقایسه شده و الگوی مناسبی جهت تخمین تراوایی از روی نمودارهای چاه پیمایی ارائه می شود.

در این مطالعه، برای ساخت مدل فازی و معادله رگرسیونی به منظور تخمین تراوایی از ۵ نمودار چاه پیمایی DT، GR، LLD، NPHI و RHOB به عنوان مهم ترین نمودارهایی که می توان تراوایی را براساس آنها پیش بینی نمود، استفاده شده است.

۱- تخمین تخلخل و تراوایی توسط تکنیک منطق فازی

نرم افزار Geolog به جهت استفاده حرفه ای در حوزه ژئوفیزیک، اکتشاف و استخراج ذخایر هیدرو کربوری همچنین به منظور ارزیابی پتروفیزیکی مخازن هیدرو کربوری طراحی شده است و دارای ماژول های متعددی برای محاسبه بسیاری از پارامترهای مخزنی می باشد که یکی از این ماژول ها، ماژول Fuzzy Logic است.

به منظور تخمین تخلخل و تراوایی از قسمت Fuzzy Logic نرم افزار Geolog استفاده شده است. این بخش شامل ماژول های متعددی برای محاسبات منطقی جهت پیش بینی تراوایی و یا رخساره به کمک نمودارهای چاه پیمایی است.

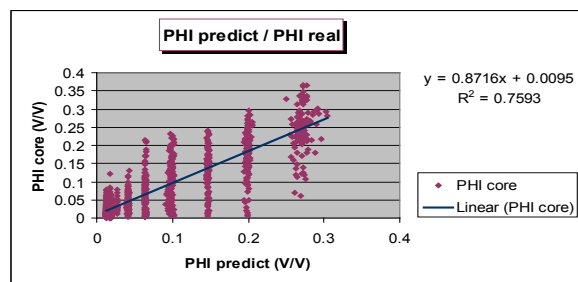
روش های مرسوم محاسبه، سعی در به حداقل رسانی یا از بین بردن خطاها دارند، در حالی که منطق فازی ادعا دارد که در این خطاها اطلاعات مفیدی نهفته است که می تواند به پیش بینی ها کمک کند [۱۲]. منطق فازی تعدادی تراوایی برای هر داده ورودی پیش بینی می کند، اما برخی مقادیر بر مبنای تئوری احتمالات محتمل تر از دیگر مقادیر هستند. در نهایت محتمل ترین مقدار برای تراوایی در هر Bin انتخاب می شود. در مدل منطق فازی مقادیر تراوایی مغزه به کمک نرم افزار برای ایجاد رابطه با داده های ورودی که در اینجا شامل نمودارهای DT، GR، LLD، NPHI و RHOB می باشد؛ مورد بررسی قرار می گیرد. نرم افزار از هر تعداد Bin تراوایی با هر تعداد از مقادیر نمودارهای چاه پیمایی ورودی استفاده می کند و در نتیجه، مقادیر ورودی با بیشترین احتمال برای هر Bin به کمک نرم افزار انتخاب شده و به نمودار تراوایی تغییر می یابد [۱۱].

Fuzzy Logic به وسیله تعیین امکان برای کیفیت پیش بینی هر یک

جدول ۱- نتایج حاصل از منطق فازی در سه چاه مورد مطالعه

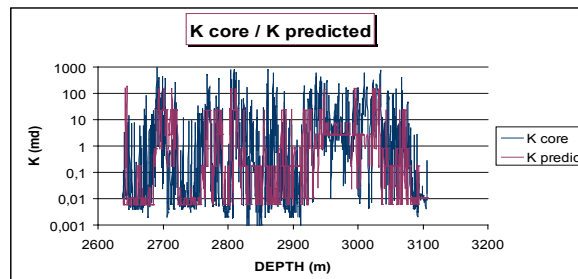
| | پارامتر اندازه‌گیری شده | ضریب همبستگی % | معادله ضریب همبستگی |
|-------|-------------------------------|----------------------|------------------------|
| چاه A | تراوایی | ۵۱/۰۵% | $y = 0.8289x + 17.218$ |
| | تخلخل | ۷۸/۸۲% | $y = 0.8731x + 0.131$ |
| چاه B | تراوایی | ۴۱/۶۶% | $y = 0.3899x + 49.94$ |
| | تخلخل | ۷۵/۹۳% | $y = 0.8716x + 0.095$ |
| چاه C | تراوایی | ۵۱/۸۷% | $y = 0.3601x + 3.8202$ |
| | تخلخل | ۲۶/۹۳% | $y = 0.7326x - 0.111$ |

لازم به ذکر است که در این قسمت نیز از همان نمودارهای استفاده شده در آموزش تراوایی و با همان ترتیب قرارگیری، برای شناسایی محتمل‌ترین Bin تراوایی در این چارچوب استفاده شده است (شکل ۲). با اجرای این ماژول، تراوایی در سرتاسر چاه پیش‌بینی می‌شود و به همین ترتیب می‌توان میزان تخلخل را نیز پیش‌بینی نمود. در این مطالعه با توجه به داده‌های مغزه و نمودارهای موجود در هر سه چاه و کراس پلات‌ها و نمودارهای مقایسه‌ای، روش منطق فازی جهت تخمین تراوایی نتایج قابل قبولی ارائه نداده است در حالی که در زمینه تخمین تخلخل در دو چاه A و B بهترین پاسخ ممکن را ارائه می‌دهد.

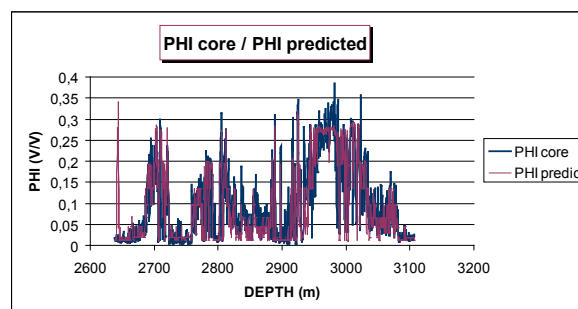


شکل ۳- کراس پلات تخلخل پیش‌بینی شده نسبت به تخلخل مغزه در چاه B

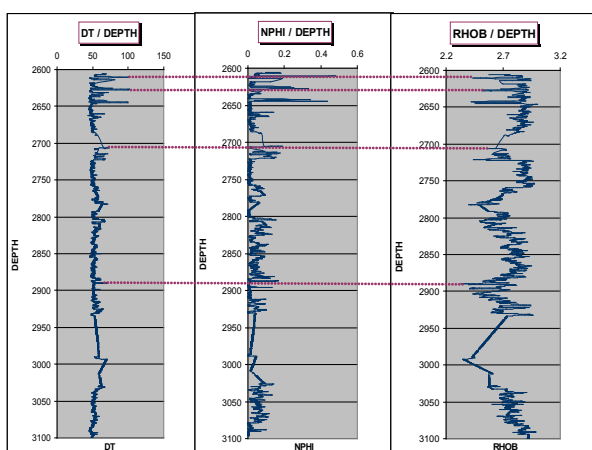
پس از آنکه نتایج حاصل شد، داده‌ها از نرم‌افزار Geolog خارج (unload) و کراس پلات تخلخل پیش‌بینی شده در مقابل تخلخل به دست آمده از مغزه (شکل ۳) به دست می‌آید، همچنین نمودار مقایسه‌ای تراوایی و تخلخل حاصل از مغزه و خروجی نرم‌افزار در مقابل عمق، در فضای نرم‌افزار Excel رسم شده است (شکل ۴ و ۵).



شکل ۴- نمودار مقایسه‌ای تراوایی مغزه (مقیاس لگاریتمی) و تراوایی پیش‌بینی شده در مقابل عمق در چاه A

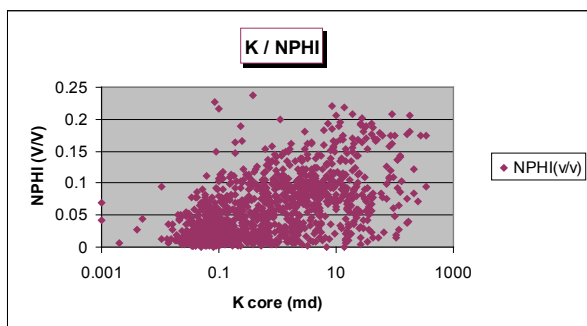


شکل ۵- نمودار مقایسه‌ای تخلخل مغزه و تخلخل پیش‌بینی شده در مقابل عمق در چاه A



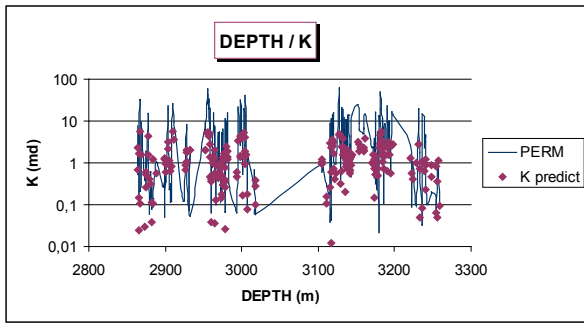
شکل ۶- تطابق عمق نمودارهای چاه‌پیمایی DT، NPHI و RHOB با یکدیگر در چاه A

در نرم‌افزار Excel کراس پلات‌های تراوایی مغزه در مقابل نمودارهای چاه‌پیمایی که در قبل به آنها اشاره شد، رسم گردید و بررسی شد که در کدام کراس پلات رابطه خطی بسیار خوبی بین نقاط تراوایی مغزه و نمودارهای چاه‌پیمایی مشاهده می‌شود که براساس آن نقاط مورد نظر انتخاب و سایر نقاط حذف شدند. بدین منظور در چاه A فقط از کراس پلات تراوایی مغزه در مقابل NPHI و در چاه B و C از کراس پلات‌های تراوایی مغزه در مقابل DT و NPHI استفاده گردید (شکل ۷ و ۸).

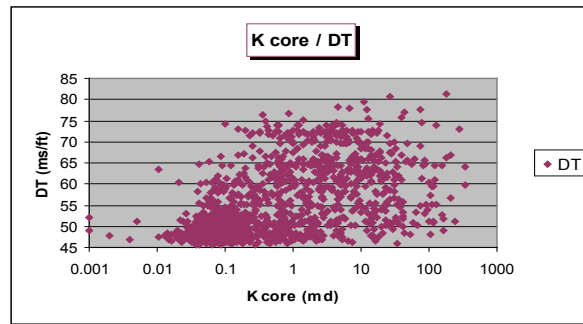


شکل ۷- کراس پلات تراوایی واقعی در مقابل تخلخل حاصل از نمودار NPHI در چاه B

با توجه به داده‌های مغزه و نمودارهای موجود در هر سه چاه، روش منطق فازی در زمینه پیش‌بینی تراوایی نتایج قابل قبولی را نشان نمی‌دهد، اما در مورد تخمین تخلخل در چاه‌های A و B بهترین پاسخ ممکن را ارائه می‌دهد (جدول ۱).



شکل ۱۰- نمودار مقایسه‌ای تراوایی پیش‌بینی شده و تراوایی مغزه نسبت به عمق در چاه B



شکل ۸- کراس پلات تراوایی واقعی در مقابل تخلخل حاصل از نمودار DT در چاه B

روش آنالیز رگرسیونی همانطور که در جدول ۳ نشان داده شده است، در زمینه تخمین تراوایی نتایج قابل قبولی را ارائه می‌دهد.

جدول ۳- نتایج حاصل از روش آنالیز رگرسیونی در سه چاه مورد مطالعه

| | ضریب همبستگی % | معادله ضریب همبستگی |
|-------|----------------|------------------------|
| چاه A | ٪ ۷۲/۱۷ | $y = ۷/۴۳۴۹ x - ۰/۰۲۹$ |
| چاه B | ٪ ۷۰/۵۲ | $y = ۵/۹۸۸۸ x - ۰/۰۱۹$ |
| چاه C | ٪ ۷۲/۹۴ | $y = ۱۰/۵۹ x - ۰/۰۶۷۹$ |

نتیجه‌گیری:

۱) فاکتور مؤثر در انطباق اطلاعات کراس پلات مقادیر پیش‌بینی شده توسط هر دو روش، با داده‌های واقعی حاصل از مغزه، میزان زیاد ضریب همبستگی (R²) است که در مخازن کربناته این مقدار باید بیش از ۷۰ درصد باشد تا به عنوان یک پاسخ قابل قبول پذیرفته شود. بر این اساس روش منطق فازی پاسخ‌های قابل قبولی در زمینه پیش‌بینی تخلخل در چاه A و B، ارائه می‌دهد به این صورت که در کراس پلات‌های تخلخل پیش‌بینی شده نسبت به تخلخل مغزه، میزان ضریب همبستگی در چاه A، ۷۸/۸۲٪ و در چاه B، ۷۵/۹۳ درصد می‌باشد.

۲) روش آنالیز رگرسیونی جهت پیش‌بینی میزان تراوایی، در هر سه چاه نتایج قابل قبولی را ارائه داده است. در کراس پلات‌های تراوایی پیش‌بینی شده نسبت به تراوایی مغزه، میزان ضریب همبستگی در چاه A، ۷۲/۱۷ درصد و در چاه B، ۷۰/۵۲ درصد و در چاه C، ۷۲/۹۴ درصد می‌باشد که این میزان ضرایب همبستگی در مخازن نفت و گاز نشان از قدرت بالا و کارآمد بودن روش مذکور جهت تخمین تراوایی دارد. بنابراین این نتایج، قابل تعمیم به دیگر چاه‌های میدان است و می‌توان از آن در سایر چاه‌های میدان مورد نظر که فاقد اطلاعات مغزه هستند استفاده کرد.

۳) روش‌های آنالیز رگرسیونی و فازی در هر سه چاه مورد مطالعه، نتایج خوب و مناسبی جهت تخمین تراوایی ارائه داده‌اند. اما نتایج حاصل از روش آنالیز رگرسیونی از دقت بسیار زیادی برخوردارند. با وجود این مسلماً اگر پارامترهای مورد نیاز مدل‌های فازی مانند شعاع خوشه‌سازی، قواعد فازی، توابع عضویت و سایر پارامترهای مربوط به آنها به خوبی تعریف شوند مدل‌های فازی نیز قادر خواهند بود تراوایی را به خوبی تخمین بزنند.

برای یافتن معادله تراوایی در روش آنالیز رگرسیونی، تمامی داده‌های ورودی (نمودارهای چاه‌پیمایی DT، GR، LLD، NPHI و RHOB) و خروجی (تراوایی واقعی)، با استفاده از رابطه (۱) نرمال شدند [۵] به این صورت که تمام داده‌ها بین ۰ و ۱ قرار گرفتند و در نرم‌افزار MINITAB معادله رگرسیونی تراوایی با استفاده از داده‌های چاه A به دست آمد. این رابطه در چاه مذکور، ضریب همبستگی بالای ۷۰ درصد بین تراوایی پیش‌بینی شده و تراوایی واقعی بدست آمده از مغزه را نشان می‌دهد (جدول ۲). به منظور ارزیابی کارایی رابطه به دست آمده در زمینه تخمین تراوایی، فرمول به دست آمده از چاه A در چاه‌های B و C نیز آزمایش و میزان تراوایی پیش‌بینی شد. نتایج نشان می‌دهد که این رابطه در دو چاه دیگر نیز ضریب همبستگی بالای ۷۰ درصد دارد (جدول ۳).

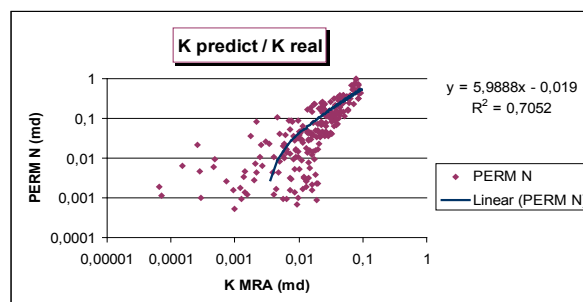
$$x_N = (x - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min}) \quad (1)$$

جدول ۲- داده‌های ورودی و خروجی و فرمول تراوایی به دست آمده از نرم‌افزار MINITAB

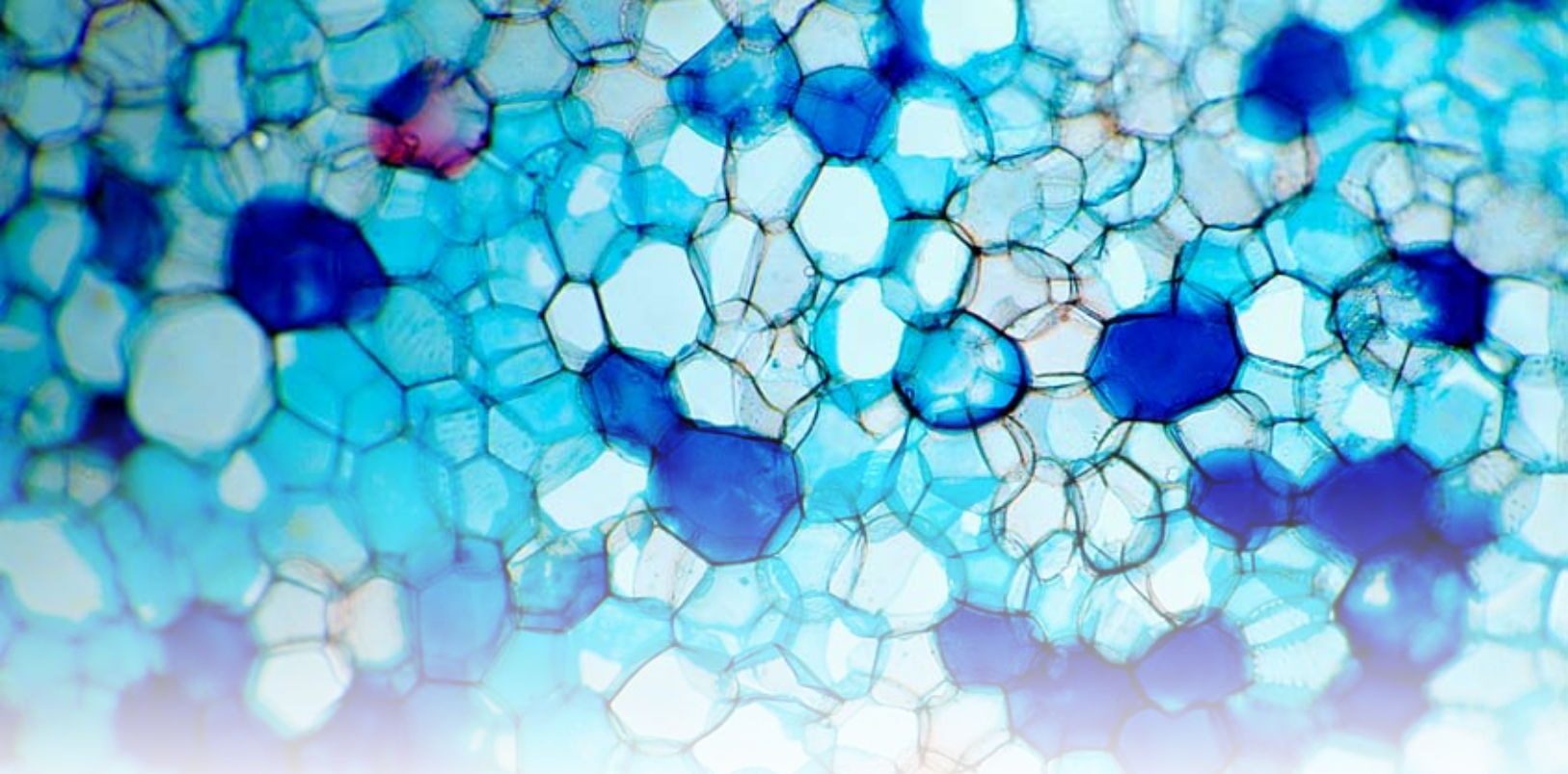
| Input data | DT, GR, LLD, NPHI, RHOB |
|---------------------|---|
| Output data | تراوایی پیش‌بینی شده (Permeability Predicted) |
| Regression equation | $PERM = ۰/۰۱۴۱ - ۰/۰۰۴۸ DT - ۰/۰۲۶۷ GR + ۰/۰۳۴۴ LLD + ۰/۱۱۰ NPHI - ۰/۰۴۷۷ RHOB$ |

کراس پلات تراوایی پیش‌بینی شده با استفاده از روش آنالیز رگرسیونی (K MRA) در مقابل تراوایی واقعی (تراوایی حاصل از مغزه) رسم و معادله و ضریب همبستگی در هر یک از چاه‌ها به دست آمد (شکل ۹)، همچنین بعد از خارج کردن داده‌ها از حالت نرمال [۵] طبق رابطه (۲)، نمودار مقایسه‌ای تراوایی مغزه و تراوایی پیش‌بینی شده در مقابل عمق آنها نیز رسم گردید (شکل ۱۰).

$$x = x_N (x_{\max} - x_{\min}) + x_{\min} \quad (2)$$



شکل ۹- کراس پلات تراوایی پیش‌بینی شده در مقابل تراوایی مغزه در چاه B



منابع:

- ۱- احمدی، اردشیر، حسینی بهاراتچی، سید رسول، ۱۳۸۳، "مدیریت و کنترل پروژه فازی"، مؤسسه انتشاراتی جهان جام جم.
- ۲- حسینی پاک، علی اصغر، شرفالدین، محمد، ۱۳۸۰، "تحلیل داده‌های اکتشافی"، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳- کارتالوپولوس، استماتیوس.وی، ۱۳۸۱، "منطق فازی و شبکه‌های عصبی"، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز.
- ۴- کازو تاناکا، ۱۳۸۳، "مقدمه‌ای بر منطق فازی برای کاربردهای عملی آن"، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- ۵- وانگ، لی، ۱۳۷۸، "سیستم‌های فازی و کنترل فازی"، انتشارات دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی.
- ۶- رضایی، محمدرضا، چهرازی، علی، ۱۳۸۵، اصول برداشت و تفسیر نگارهای چاه‌پیمایی، انتشارات دانشگاه تهران.

۴) در روش آنالیز رگرسیون، این امکان برای ما فراهم می‌شود که داده‌هایی را که در کراس پلات‌ها با فاصله بیشتری نسبت به سایر داده‌ها قرار دارند را به عنوان داده‌های پرت حذف کنیم که این خود به بالا رفتن ضریب همبستگی بین مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده کمک زیادی می‌کند، حال اینکه این داده‌ها نیز در روش منطق فازی لحاظ شده‌اند و در این روش تخمین تراوایی با حضور تمامی داده‌های موجود صورت گرفته است. بنابر دلایل ذکر شده در هر سه چاه مورد مطالعه، میانگین تراوایی پیش‌بینی شده در روش منطق فازی از $6/75$ تا 15 میلی داریسی متغیر است، در حالی که میانگین تراوایی پیش‌بینی شده در روش آنالیز رگرسیونی در محدوده‌ای بین $2/38$ تا $2/87$ میلی داریسی قرار دارد که این مقادیر با وجود اینکه ضریب همبستگی بالایی بین مقادیر مغزه و مقادیر پیش‌بینی شده نشان می‌دهند، بسیار کمتر از روش منطق فازی و همچنین مقادیر حاصل از آنالیز مغزه می‌باشند.

۵) تعیین مقادیر پارامتر تراوایی به عنوان یک ویژگی خاص سنگی همواره با دشواری روبه‌رو بوده و با روش‌های عادی و در حیطه اطلاعات زمین‌شناسی امکان تخمین چندان دقیقی به خصوص در مخازن کربناته ندارد. سیستم ایجاد تخلخل و پارامترهای آن در ماسه‌سنگ‌ها و کربنات‌ها بسیار متفاوت است. یک سازند کربناته، پیچیدگی‌های بیشتری از نظر مخزنی و پتروفیزیکی دارد. اصولاً رسوبات کربناته مستعد دگرسانی فراگیر و سریع هستند که مینرالوژی و ساختمان منافذ درون سنگ‌های کربناته را تغییر می‌دهد. به ویژه، فرآیندهای سیمانی شدن و انحلال به طور پیوسته ساختمان منافذ را به منظور افزایش و کاهش و یا از بین بردن تخلخل و متأثر از آن تراوایی، تغییر می‌دهند. در نتیجه، محاسبه تخلخل و تراوایی با عدم قطعیت‌های زیادی در کربنات‌ها روبه‌روست. از این رو در این مطالعه، عدم نیل به پاسخ‌های مناسب و مورد انتظار و منطبق با نتایج آنالیز مغزه در روش منطق فازی را باید در هتروژنی مخازن کربناته و پیچیدگی ارتباط تخلخل و تراوایی در مخازن کربناته از جمله مخازن دالان و کنگان دانست. با این وجود، نکات ذکر شده به معنای ناکارآمد بودن این روش در تعیین پارامترهای مخزن نیست، بلکه با توجه به مزایای این روش نسبت به سایر روش‌ها، باید در پیش‌بینی تراوایی در مخازن کربناته ایران که دارای مقادیر مناسب و کاملی از نتایج آنالیز مغزه هستند، بیشتر به کار گرفته شود و در خاتمه بهتر است تخلخل و تراوایی حاصل از آن با نتایج به دست آمده از سایر روش‌های مهندسی مخزن مقایسه و مورد ارزیابی قرار گیرد.