تعیین واحدهای جریان با استفاده از روش منطقه‌بندی آماری و نمودار لورنز اصلاح شده بر مبنای چینه‌نگاری در میدان گازی تابناک

سیدکورش مهجور*[۱]، محمدکمال قاسم العسکری[۲]، حسام الدین شریفی[۱] و مهدی محمود کلایه[۳]
۱- دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، دانشکده مهندسی نفت
۲- دانشگاه صنعت نفت اهواز، دانشکده مهندسی نفت
۳-دانشگاه فلوریدا مرکزی دانشکده مهندسی برق و علوم کامپیوتر، آزمایشگاه تحقیقاتی بینایی ماشین فلوریدا، آمریکا
kouroshie@yahoo.com

پژوهش نفت
سال بیست و سوم
شماره ۷۶
صفحه ۲۳-۱۶ ۱۳۹۲
تاریخ دریافت مقاله: ۹۱/۶/۱۸
تاریخ پذیرش مقاله: ۹۱/۱۱/۳۰

چکیده

هدف از بررسی ویژگی‌های مخزن، مشخص کردن توزیع فضایی شاخص‌های پتروفیزیکی مانند تخلخل و تراوایی می‌باشد. روابط تخلخل و تراوایی می‌توانند در چارچوب واحدهای جریانی و به منظور تعیین سنگ‌های مخزنی ناهمگن به کار گرفته شود. یک واحد جریان، حجمی از سنگ مخزن است که به طور عمودی و جانبی پیوسته و قابل پیش‌بینی بوده و خصوصیات زمین‌شناسی و پتروفیزیکی تأثیرگذار بر جریان سیال در درون آن ثابت می‌باشد. تعیین واحدهای جریانی در مخزن و بررسی آنها، برای شناخت دقیق مخزن و نیز برای شبیه‌سازی مخزن توسط نرم‌افزارهای شبیه‌سازی، ضروری است. در این مطالعه واحدهای جریانی بر اساس دو روش منطقه‌بندی آماری و نمودار لورنز اصلاح شده بر مبنای چینه‌نگاری (PLMS)، در میدان گازی تابناک مشخص شده است. برای تعیین این واحدها، از تلفیق داده‌های پتروفیزیکی و مقایسه تخلخل و تراوایی مغزه در سه چاه استفاده شده است. با مقایسه واحدهای جریانی حاصل از این دو روش مشخص شد که تطابق نسبتاً خوبی در زون‌های تراوا میان روش‌های مذکور وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: واحد جریان، منطقه‌بندی آماری تسترمن، نمودار لورنز اصلاح شده بر مبنای چینه‌نگاری، تخلخل، تراوایی

مقدمه

یکی از مهم‌ترین مسائلی که زمین‌شناسان و مهندسین نفت با آن درگیر هستند، تقویت روش‌های توصیف مخزن می‌باشد. به خوبی مشخص شده است که با توصیف هر چه بهتر مخزن، مقدار تولید هیدروکربور افزایش چشمگیری خواهد داشت.

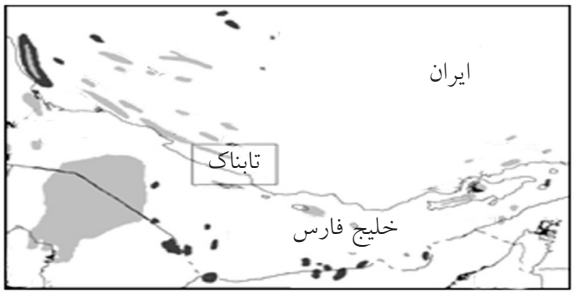
واحدهای جریان، روشی برای طبقه‌بندی انواع سنگ‌ها نسبت به خواص جریانی بر پایه پارامترهای زمین‌شناسی و فیزیک جریان در مقیاس منافذ می‌باشد. این واحدها حجمی از کل سنگ مخزن هستند که خصوصیات زمین‌شناسی و پتروفیزیکی مؤثر روی جریان سیال، در درون آنها ثابت بوده و به طور مشخص از سایر حجم‌های سنگ متفاوت می‌باشند [۱]. مطالعات زیرزمینی و سطحی نشان داده که واحدهای جریان سیال، همیشه منطبق بر مرزهای زمین‌شناسی نیستند.

Archive of SID
www.SID.ir

مفهوم واحد جریان سیال یک ابزار قدرتمند و منحصر به‌فرد برای تقسیم‌بندی مخزن به واحدهایی است که ساختار درونی مخزن را در مقیاسی سازگار با مدل‌سازی‌های شبیه‌سازی مخزن تقریب می‌زند [۱]. تراوایی و تخلخل سنگ مخزن به عنوان مهم‌ترین پارامترها برای ارزیابی و توصیف مخزن به حساب می‌روند [۲]. از طرفی معمولا نمودارهای تخلخل بر حسب تراوایی در مخازن کربناته ناهمگن، دارای پراکنگی زیاد و همبستگی ضعیفی می‌باشد و رابطه ریاضی مشخصی بین این دو خصوصیت وجود ندارد. با وجود اینکه در یک چاه نمی‌توان ارتباط تنگاتنگی بین تخلخل و تراوایی مشاهده کرد، با طبقه‌بندی و مرتب کردن داده‌ها بر حسب واحدهای جریان هیدرولیکی، می‌توان در یک چاه منطقه‌بندی بهتری انجام داد. بسته به هدف، مقیاس انتخابی و داده‌های موجود، روش‌های مختلفی برای تعیین واحدهای جریان وجود دارد. در این مطالعه از روش‌های تعیین واحدهای جریانی بر اساس روش منطقه‌بندی آماری [۳] و نمودار لورنز اصلاح شده بر مبنای چینه نگاری[1] [٤] استفاده گردید و مقایسه این روش‌ها بر روی سه چاه در مخزن گازی میدان تابناک انجام شده است.

زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

میدان گازی تابناک، در سال ۱۹٦۳ کشف شد و بزرگ‌ترین میدان گاز شیرین، واقع در خشکی ایران است که به دلیل شیرین بودن گاز و امکان تزریق سریع‌تر به خطوط لوله سراسری، از اهمیت بالایی برخوردار است. این میدان در جنوب ایران، واقع در جنوب غرب شهر لامرد، در بخش شرقی تاقدیس عسلویه قرار دارد. لایه‌های دشتک، کنگان و دالان بالایی در این میدان حاوی هیدروکربور هستند. شکل ۱ موقعیت میدان گازی تابناک را نشان می‌دهد.



شکل ۱- موقعیت میدان گازی تابناک [۵]

داده‌ها و روش‌ها

در این مطالعه با استفاده از داده‌های مغزه در سه چاه حفر شده در لایه‌های زیر سطحی میدان گازی تابناک و به منظور تعیین واحدهای جریانی، از روش منطقه بندی آماری تسترمن استفاده شده است. برای منطقه بندی آماری، توصیف یک پارامتر کمی و تغییر پذیر مخزن ضروری می‌باشد. با توجه به اینکه میزان انتقال و تولید سیال تابعی از تراوایی است، برای تعیین واحدهای جریان سیال از این خصوصیت پتروفیزیکی استفاده می‌شود [٦]. همچنین در یک مطالعه تکمیلی و به منظور تعیین میزان دقت روش منطقه‌بندی آماری، روش نمودار لورنز اصلاح شده بر مبنای چینه‌نگاری(SMLP) مورد استفاده قرار گرفت. داده‌های به کار برده شده در این روش از نتایج آنالیز معمولی مغزه (تخلخل و تراوایی) به دست آمده است.

تعیین واحدهای جریان سیال با استفاده از روش منطقه‌بندی آماری

روش منطقه‌بندی آماری، پس از ارائه مفهوم واحد جریان سیال مورد توجه قرار گرفته است. این روش که توسط تسترمن ارائه شد [۳]، نیاز به پیش داوری قبلی در مورد تعداد زون‌ها نداشته و تعداد و مرز زون‌ها به صورت خودکار و توسط یک شرط خاتمه از پیش تعیین شده، کنترل می‌شود. مزیت عمده این روش، قابلیت استفاده در منطقه‌بندی مخزن، پیش و پس از تفسیر با لاگ‌های خام می‌باشد. در نتیجه، در زمان منطقه‌بندی آماری و قبل از تفسیر، مفسر دیدگاهی روشن‌تر برای انتخاب و نحوه منطقه‌بندی با نرم‌افزارهای تخصصی پیش‌رو خواهد داشت. روش منطقه‌بندی آماری مخزن، در دو مرحله انجام می‌گیرد. این مراحل عبارتند از:

- زون‌بندی هر یک از چاه‌ها به صورت مجزا.
- بررسی پیوستگی این زون‌ها در چاه‌های مجاور.

در مرحله اول هر یک از چاه‌ها به صورت مجزا به زون‌ها یا واحدهای جریان سیال تقسیم می‌شود. این زون‌ها به گونه‌ای انتخاب می‌شوند که واریانس مقادیر داخل زون، کمترین مقدار و واریانس مقادیر بین زون‌ها بیشترین مقدار

1. Stratigraphic Modified Lorenz

Archive of SID

www.SID.ir

ممکن باشـد. در این روش از مقدار ضریب منطقه‌بندی به عنوان معیاری جهت زون‌بندی استفاده می‌شود.

معادل‌های زیر برای زون‌بندی استفاده می‌شود:

$$B=\frac{1}{L-1}\left[\sum_{i=1}^{l} m_i\left(\bar{k}_{i.}-\bar{k}_{..}\right)^2\right] \quad (۱)$$

$$W=\frac{1}{N-L}\left[\sum_{i=1}^{L}\sum_{j=1}^{m_i}(k_{ij}-\bar{k}_{i.})\right]^2 \quad (۲)$$

$$R=\frac{B-W}{W} \quad (۳)$$

ضریب R که بهترین معیار برای تفکیک زون‌ها است، مقداری بین صفر و یک دارد که هر چه این مقدار به یک نزدیک‌تر باشد، زون‌ها همگن‌تر هستند. بر اساس تعریف، این ضریب نمی‌تواند مقداری منفی داشته باشد و مقادیر منفی باید با صفر جایگزین گردد.

اولین مرحله محاسبات، تقسیم داده‌های تراوایی در اعماق مربوطه به تمام ترکیبات دوتایی ممکن است. این کار با شروع از اولین نمونه، در بالاترین نقطه عمقی تا پایین‌ترین نقطه عمقی انجام می‌گیرد و ضریب منطقه بندی هر ترکیب ممکن، محاسبه می‌شود. ضریب R معیار شناسایی بهترین تقسیم‌بندی است. در واقع این ضریب نشان‌دهنده آن است که این تقسیم‌بندی تا چه حد زون‌ها را به صورت همگن تقسیم کرده است. هر چه این ضریب به عدد یک نزدیک‌تر باشد، زون‌ها همگن‌تر هستند. بنابراین بزرگ‌ترین مقدار ضریب منطقه‌بندی بیان‌گر بهترین تقسیم‌بندی به دو زون است.

در مرحله بعد تمام تقسیمات سه‌تایی ممکن، انجام می‌شود. به این ترتیب که یک بار زون اول مرحله قبل به عنوان یکی از سه زون مرحله جدید ثابت خواهد ماند و تمام تقسیم‌بندی‌های دوتایی ممکن برای زون بعدی انجام می‌شود. بار دیگر زون دوم ثابت باقی خواهد ماند و تمام تقسیم‌های دوتایی ممکن زون اول انجام می‌شود. به بیان دیگر هر بار سه زون خواهیم داشت که یکی از آن‌ها دو زون مرحله قبل است. این بار معادلات ۱ تا ۳ برای ترکیب‌های سه‌تایی یعنی L=۳ محاسبه خواهد شد و مجدداً بهترین تقسیم‌بندی، متناظر با بزرگ‌ترین مقدار شاخص زون‌بندی خواهد بود. در مرحله بعد تمام تقسیمات چهارتایی ممکن انجام می‌شود. این بار دو زون مرحله قبل ثابت خواهند ماند و تقسیم‌بندی‌های دوتایی زون سوم و به عبارت دیگر تقسیم‌بندی‌های چهارتایی کل داده‌ها انجام می‌شود. مجدداً نقطه عمقی متناظر با بزرگ‌ترین مقدار R نشان‌دهنده مرز جدید می‌باشد و به همین ترتیب تقسیم‌بندی به پنج، شش و ... زون ادامه می‌یابد.

با دقت در مراحل ذکر شده درمی‌یابیم که یک شرط خاتمه برای پایان تقسیم‌بندی مخزن به زون‌های بیشتر ضروری است. تقسیم‌بندی به زون‌های بیشتر تا هنگامی ادامه می‌یابد که :

۱- مقدار ضریب منطقه بندی به دست‌آمده در مرحله جدید بیشتر از مرحله قبل باشد.

۲- ضریب منطقه بندی در مرحلهٔ جدید کمتر از ۰/۰۶ افزایش یابد.

بعد از این‌که تمام چاه‌ها با واحدهای جریان سیال شناسایی شدند، بخش دوم محاسبات انجام خواهد شد. این قسمت بین واحدهای جریان سیال از چاهی به چاه دیگر در محدوده مخزن ارتباط برقرار می‌کند تا پیوستگی واحدهای جریان مشخص شود. محاسبات بر پایه یک مقایسه آماری بین اختلاف میانگین داده‌ها در زون‌های چاه‌های مجاور و اختلاف آن‌چه که از اندازه‌گیری واریانس مقادیر در زون‌ها انتظار داریم، انجام می‌شود. بیان ریاضی این جمله با معادله (٤) ارائه می‌شود:

$$(\bar{k}_{h.}-\bar{k}_{i.}) > \sqrt{\frac{1}{2}\left(\frac{1}{n_h}+\frac{1}{n_i}\right)}\ sz_{(v,p)} \quad (٤)$$

مقادیر z در جدول هارتر [۷] مشخص شده است. اگر سمت چپ معادله ٤ بزرگ‌تر از سمت راست باشد، زون‌ها بر پایه آمار، متفاوت از یکدیگر هستند و اگر سمت چپ معادله کوچک‌تر از سمت راست باشد، زون‌ها با یکدیگر مرتبط بوده و پیوسته هستند.

با توجه به حجم زیاد داده‌ها و به منظور به دست آوردن منطقه‌بندی بهینه به روش تسترمن، امکان محاسبه دستی فراهم نیست و یا حداقل با مشکلات زیادی روبرو است. بنابراین به منظور سهولت در کار و منطقه بندی سریع، نوشتن کد برنامه برای اعمال محاسبات اجتناب ناپذیر است.

این کد در محیط نرم‌افزار MATLAB نوشته شده است. در این مقاله به دلیل محدودیت در نوشتن کلیه محاسبات، تنها

Archive of SID
www.SID.ir

به ذکر نتایج منطقه‌بندی سه چاه پرداخته‌ایم. در جدول ۱ تا ۳ نتایج مربوط به منطقه‌بندی آماری حاصل از داده‌های تراوایی مغزه در سه چاه با شاخص‌های آماری ارائه شده است. همان‌طورکه مشخص شده است، چاه‌های A، B و C از سه زون تشکیل شده‌اند. پس از این که هر کدام از چاه‌ها به صورت مجزا منطقه‌بندی شدند، بررسی پیوستگی بین زون‌ها با استفاده از رابطه ٤ انجام می‌گیرد. بررسی انجام گرفته نشان داد که زون‌های معرفی شده در محدوده سه چاه مورد مطالعه، گسترش داشته و پیوسته هستند.

تعیین واحدهای جریان سیال با استفاده از روش نمودار لورنز اصلاح شده بر مبنای چینه‌نگاری (SMLP)

یکی از روش‌های متداول برای تعیین تعداد حداقل واحدهای جریانی در مخزن، استفاده از روش نمودار لورنز اصلاح شده بر مبنای چینه نگاری (SMLP) می‌باشد. روش نمودار لورنز اصلاح شده بر مبنای چینه‌نگاری (SMLP) براساس رسم ظرفیت جریانی (Kh یا FIow Capacity) تجمعی بر حسب ظرفیت ذخیره (φh یا Storage Capacity) تجمعی و با حفظ ترتیب چینه شناسی به دست می‌آید.

نقاط عطف در نمودار SMLP، بیان‌گر تغییرات در خواص جریانی محیط متخلخل است. این تغییرات به وسیله خطوط راست که هر کدام نشان‌دهنده یک واحد جریانی است، نشان داده می‌شود. در این قسمت با تعیین واحدهای جریانی با استفاده از این روش، سعی شده تا واحدهای جریانی با خواص جریانی بسیار ضعیف مشخص شده و به عنوان میان لایه‌های دارای پتانسیل ایجاد جدایش‌های درون مخزنی، معرفی گردند.

روش کار بدین صورت است که حاصل‌ضرب تراوایی در اعماق مربوطه (Kh)، تخلخل در اعماق مربوطه (φh) و مجموع تجمعی داده‌های تراوایی و تخلخل محاسبه می‌شوند. داده‌های به دست آمده از حاصل‌ضرب تراوایی در عمق و تخلخل در عمق، به ترتیب با عنوان ظرفیت جریان و ظرفیت ذخیره نامیده می‌شوند. سپس مقادیر ظرفیت ذخیره در مقابل ظرفیت جریان بر روی یک نمودار رسم می‌شوند [۸].

شکل نمودارهای ۲ تا ٤، لورنز اصلاح شده بر مبنای چینه‌نگاری (SMLP)، نشان‌گر عملکرد جریان در مخزن می‌باشد.

جدول ۱- شاخص‌های آماری منطقه‌بندی داده‌های تراوایی مغزه با استفاده از روش تسترمن در چاه A

شماره منطقه	تعداد داده	تراوایی متوسط (md)	ضخامت (m)	انحراف معیار
۱	۲۸	۲/٦٤۱	٦/۷٤	۱/۷۲۷
۲	٤	۱۱/٦۹٦	۰/۷۲	٦/۱۸۹
۳	٦	۲/٤۰۷	۱/۳٦	۱/۳۱

جدول ۲- شاخص‌های آماری منطقه‌بندی داده‌های تراوایی مغزه با استفاده از روش تسترمن در چاه B

شماره منطقه	تعداد داده	تراوایی متوسط (md)	ضخامت (m)	انحراف معیار
۱	۵۰	۱/۱۹	٤۳/۳۳	۹۹/۱
۲	۱	۲۲/۵٤٤	۰/٤۳	-------
۳	۵	۰/۸۹۱	۳/۲۸	۰/۹٤۲

جدول ۳- شاخص‌های آماری منطقه‌بندی داده‌های تراوایی مغزه با استفاده از روش تسترمن در چاه C

شماره منطقه	تعداد داده	تراوایی متوسط (md)	ضخامت (m)	انحراف معیار
۱	۲۳	۰/۹۱۲	٤/۳۳	۰/۷۸۳
۲	۹۰	۷/۹٦	۱٦/٦۳	۱۱/۷۹۳
۳	۵٤	۰/۸٦	۱۰/۳٦	۱/۰۵۳

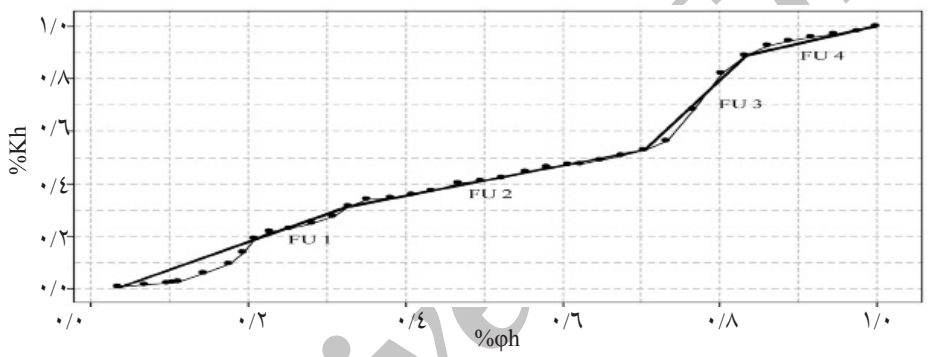
Archive of SID

www.SID.ir

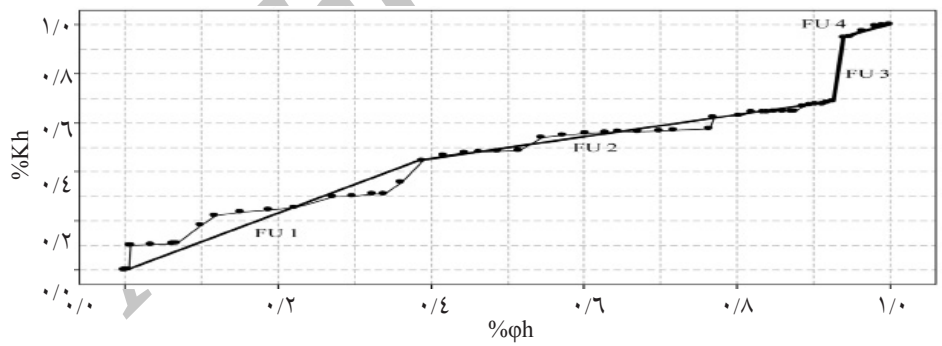
پس از ترسیم نمودار مذکور در یک نظم چینه‌شناسی، بخش‌هایی از نمودار با شیب‌های متفاوت، ظرفیت ذخیره و جریان متفاوتی را نشان می‌دهند و بر این اساس می‌توان واحدهای جریانی را در ضخامت‌های مختلف تفکیک کرد. بخش‌های پر شیب نمودار، درصد ظرفیت جریان بیشتری نسبت به ظرفیت ذخیره دارد و بنابراین، دارای سرعت فرآیندهای مخزنی بالایی می‌باشد که اصطلاحاً زون‌های پرسرعت (مخزنی) نامیده می‌شوند. بخش‌هایی از نمودار که شیب کمتر داشته و مسطح‌تر می‌باشند، ظرفیت ذخیره بالا و ظرفیت جریان کمی دارند که زون‌های غیر مخزنی[1] نامیده می‌شوند [۹]. با رسم نمودارهای لورنز اصلاح شده بر مبنای چینه‌نگاری (SMLP) برای سه چاه مورد مطالعه (شکل‌های ۲ تا ٤)، تعداد واحدهای جریانی برای هر چاه مشخص گردید.

نتایج و بحث

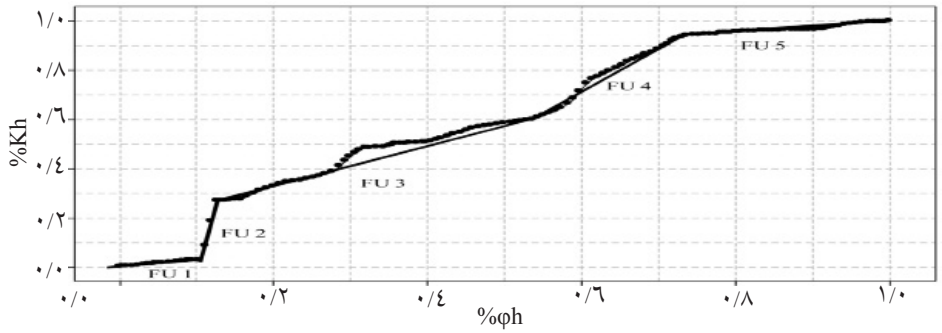
بر اساس نتایج به دست آمده از روش منطقه بندی آماری تسترمن مشخص شد که زون ۱ دارای تراوایی پایینی است و ضخامت آن در چاه‌های A و C کمتر از B می‌باشد. همچنین زون ۲ تراوایی نسبتاً بالایی دارد و ضخامت آن در چاه‌های A و B کمتر از C می‌باشد. و زون ۳ نیز مانند زون ۱ دارای تراوایی پایینی است و ضخامت آن در چاه‌های A و B کمتر از C می‌باشد.



شکل ۲- ترسیم نمودار لورنز اصلاح شده بر مبنای چینه‌نگاری (SMLP) برای چاه A



شکل ۳- ترسیم نمودار لورنز اصلاح شده بر مبنای چینه‌نگاری (SMLP) برای چاه B



شکل ٤- ترسیم نمودار لورنز اصلاح شده بر مبنای چینه‌نگاری (SMLP) برای چاه C

1. Tight Zone

www.SID.ir

همچنین مشخص شد که به طور متوسط ضخامت زون‌های بـا تراوایی بالا، کمتر از ضخامت زون‌هـای با تراوایی پایین است. نتایج این بررسـی، را به صورت خلاصه در جدول ٤ ارائه شده است. جدول ۵ ضخامت و تراوایی متوسط هر زون نیز در جدول ۵ مشاهده می‌شود.

بر اسـاس نتایج حاصل از کاربرد روش نمودار لورنز اصلاح شده بر مبنای چینه نگاری (SMLP) مشخص شد که چاه‌های A و B دارای چهار و چاه C دارای پنج واحد جریانی اسـت. با توجه به شیب خطوط به نظر می‌رسد که واحد جریانی سه (FU 3) در چاه‌هـای A و B و واحـد جریانی دو (FU 2) در چاه C، دارای بهترین کیفیت مخزنی می‌باشـد. جداول ٦ تا ٨ منطقه‌بندی حاصل از داده‌های تراوایی و تخلخل مغزه با روش لورنز اصلاح شده بر مبنای چینه نگاری (SMLP) در سه چاه را با شاخص‌های آماری نشان می‌دهد.

مقایسه انجام شـده، منطقه‌بندی و تعیین واحدهای جریان در میـدان گازی تابناک بـا اسـتفاده از روش منطقه‌بندی آماری تسـترمن و روش لورنز اصلاح شده بر مبنای چینه نـگاری (SMLP) نشـان داد کـه تعیین زون‌هـای تراوای مخزن با اسـتفاده از دو روش مذکور از انطباق نسبتاً خوبی برخوردار است. شـکل‌های ۵ و ٦ به وضوح این موضوع را نشـان می‌دهند. در این شکل‌ها قسـمت‌های تیره رنگ بیان‌گر زون‌های تراوا هستند.

جدول ٤- نحوه پیوستگی بین زون‌ها در چاه‌های مورد مطالعه با استفاده از روش تسترمن

منطقه‌بندی ۱			منطقه‌بندی ۲			منطقه‌بندی ۳		
نام چاه	شماره منطقه	تراوایی متوسط (md)	نام چاه	شماره منطقه	تراوایی متوسط (md)	نام چاه	شماره منطقه	تراوایی متوسط (md)
A	۱	۲/٦٤۱	A	۲	۱۱/٦۹٦	A	۳	۲/٤۰۷
B	۱	۱/۱۹	B	۲	۲۲/۵٤٤	B	۳	۰/۸۹۱
C	۱	۰/۹۱۲	C	۲	۸/۰٤	C	۳	۰/۸٦

جدول۵- ضخامت و تراوایی متوسط هر زون با استفاده ازروش تسترمن

	منطقهٔ ۱	منطقهٔ ۲	منطقهٔ ۳
تراوایی میانگین (md)	۱/٤۸۲	۸/۳۲	۱/۰۵
ضخامت میانگین (m)	۱۸/۳۳	۵/۹۲	۵

جدول ٦- شاخص‌های آماری منطقه‌بندی داده‌های تخلخل و تراوایی مغزه با استفاده از روش SMLP در چاه A

شماره منطقه	تعداد داده	تراوایی متوسط(md)	تخلخل متوسط(٪)	ضخامت(m)	انحراف معیار تراوایی	انحراف معیار تخلخل
۱	۱۵	۲/۹٤	۱۸/۸۰	٤/۷۲	۲/۰۷	۷/۲۲
۲	۱۳	۱/۸۹	۲۱/۷۱	۱/۹	۱/۰۲	۳/۱۲
۳	٤	۱۱/٦۹	۲۵/۸٦	۰/٦۳	٦/۱۹	۲/۳۲
٤	٦	۲/٤۰	۲۲/۱٤	۱/۲۳	۱/۳۰	۱/۷۳

جدول ۷- شاخص‌های آماری منطقه‌بندی داده‌های تخلخل و تراوایی مغزه با استفاده از روش SMLP در چاه B

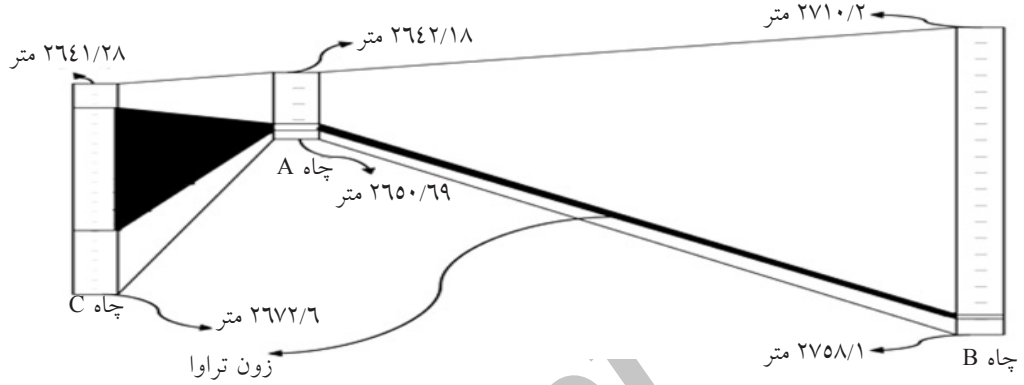
شماره منطقه	تعداد داده	تراوایی متوسط(md)	تخلخل متوسط(٪)	ضخامت(m)	انحراف معیار تراوایی	انحراف معیار تخلخل
۱	۲۱	۱/۸٤	۵/٦۷	۱۹/۵۳	۲/۷۰	٤/٦۰
۲	۲۹	۰/۷۱	۵/٦٦	۲۲/۷٤	۱/۰۷	۳/۲۹
۳	۱	۲۲/۵٤	٤/۲۱	۰/٤۳	----------	----------
٤	۵	۰/۸۹	۳/٦۱	۳/۲۸	۰/۹٤	۱/۳۷

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۸- شاخص‌های آماری منطقه‌بندی داده‌های تخلخل و تراوایی مغزه با استفاده از روش SMLP در چاه C

شماره منطقه	تعداد داده	تراوایی متوسط (md)	تخلخل متوسط (٪)	ضخامت (m)	انحراف معیار تراوایی	انحراف معیار تخلخل
۱	۲۳	۰/۹۱	۱۲/۰۸	٤/۳۳	۰/۷۸	۸/۱۱
۲	٤	٤۷/۵۷	۲۲/۹۰	۰/۵٦	۳٤/٤۰	۰/۸۸
۳	۹۵	٤/۹۳	/۲۰۰۷	۱۱/۰۲	٤/۰٤	٦/۵۱
٤	۷۲	۹/۹۸	۲۱/۵۱	٤/۲٤	٤/۹۰	۲/٤۵
۵	٤۵	۰/٦۸	۱٤/۰۵	۱۰/۳٦	۱/۰۵	۸/۲۲



شکل ۵- مقطع عرضی تقسیم‌بندی چاه‌های مورد مطالعه با استفاده از روش تسترمن

شکل ٦- مقطع عرضی تقسیم‌بندی چاه‌های مورد مطالعه با استفاده از روش SMLP

نتیجه‌گیری

در این تحقیق روش منطقه‌بندی آماری تسترمن به عنوان ابزاری قدرتمند برای تعیین و پیوستگی واحدهای جریان و جدا کردن بخش‌های مخزنی از غیر مخزنی در فواصل عمقی مختلف مورد استفاده قرار گرفت. به طوریکه با استفاده از این روش، چاه‌های مورد مطالعه بر اساس داده‌های تراوایی مغزه، به سه واحد جریانی طبقه‌بندی شدند. همچنین بر پایهٔ روش نمودار لورنز اصلاح شده بر مبنای چینه‌نگاری(SMLP)، با استفاده از داده‌های تخلخل و تراوایی مغزه، واحدهای جریانی با خواص جریانی بسیار ضعیف مشخص و به عنوان میان لایه‌های دارای پتانسیل ایجاد جدایش‌های درون مخزنی معرفی شدند. واحدهای جریانی حاصل از نمودار لورنز اصلاح شده بر مبنای چینه‌نگاری(SMLP) به واسطهٔ قدرت تفکیک پایین خود و با توجه به اینکه معمولاً کل ضخامت یک سیستم تراکت رسوبی را شامل می‌شوند، در مقیاس میدانی قابل تطابق بوده و دارای گسترش جانبی وسیعی می‌باشند. مقایسهٔ واحدهای جریانی به دست آمده از این دو روش نشان داد که در زون‌های تراوا، این واحدها انطباق نسبتاً خوبی با یکدیگر دارند. بنابراین روش منطقه‌بندی آماری تسترمن، زون‌های با تراوایی بالا را به خوبی شناسایی می‌کند و می‌تواند ابزار مناسبی برای تعیین وضعیت کلی و چارچوب جریانی یک مخزن در مقیاس میدانی باشد.

www.SID.ir

علائم و نشانه‌ها

B: واریانس بین زون‌ها

i: اندیس جمع جبری زون‌ها

j: اندیس جمع جبری داده‌ها در هر زون

$k..$: مجموع میانگین داده‌های تراوایی در چاه بر حسب میلی دارسی

$\bar{k}_{h.}$: میانگین حسابی داده‌های تراوایی زون h ام در یک چاه

$\bar{k}_{i.}$: میانگین داده‌های تراوایی در زون i ام بر حسب میلی دارسی

kij: داده‌های تراوایی شبکه بر حسب میلی دارسی

L: تعداد زون‌ها

m_i: تعداد داده‌های تراوایی در زون i ام

n_i, n_h: تعداد داده‌های زون h ام و i ام

N: تعداد کل داده‌های تراوایی در مخزن

R: ضریب منطقه‌بندی

s: انحراف استاندارد کل داده‌های تراوایی مخزن

W: واریانس درون هر زون

v,p: برای تشخیص مقدار z به‌عنوان تابعی ازسطح احتمال استفاده می‌شوند

z: ثابت جدول‌بندی شده به‌عنوان تابعی از داده‌ها،تعداد زون‌ها و سطح احتمال

مراجع

[1]. Abbaszadeh M., Fujii H. and Fujimoto F., *Permeability prediction by hydraulic flow units theory and applications*, SPE Format. Evaluate., 11: 263-271, 1996.

[2]. Shedid A. S. and Reyadh A. A., "*A New Approach of Reservoir Description of Carbonate Reservoirs*", SPE 74344, 1- 10,2002.

[3]. Testerman J. D., "*A Statistical Reservoir-Zonation Technique*", SPE. JPT, pp. 889-893, Aug. 1962.

[4]. Gunter G. W., Finneran J. M., Hartmann D. J. and Miller J. D., "*Early Determination of Reservoir Flow Units Using an Integrated Petrophysical Method*", SPE. 38679, pp. 1-8, 1997.

[5]. Pars Petro Zagros Co., (PPZ) ,www.ppz.ir, 2003.

[6]. Godwin O., Egbele E., and Onyekonwu M., "*A statistical approach to reservoir zonation*", paper SPE 88962 presented at the SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Abuja, Aug. pp. 2-4, 2004.

[7]. Harter H. L., Critical Values for Duncans *New Multiple Range Test*, Biometrics 16, 671, 1960.

[8]. Gomes J. S., Ribeiro M. T., Strohmenger C. J., Negahban S., and Kalam M. Z., "*Carbonate Reservoir Rock Typing – The Link between Geology and SCAL*", SPE 118284, 1-14,2008.

[9]. Chopra, A. K. et al., *Development of Reservoir Description To Aid in Design of EOR Projects*, SPE reservoir engineering, May 1998.

Archive of SID

www.SID.ir