**کاربرد روش ارتباطی خاکستری بر پیش بینی بهره وری چاه**

**چکیده**

در این مقاله، با روش ارتباطی خاکستری و داده های تست هفت چاه در میدان ب، توالی ارتباطی رفع می شود هنگامیکه تولید تست چاه به عنوان توالی منبع مورد نظر قرار می گیرد و دیگر فاکتورهای تاثیرگذار به عنوان توالی فاکتور در نظر گرفته می شوند، درجه تاثیر گذار هر فاکتور اندازه گیری شده است و دارای نفوذ پذیری موثری است، ضخامت ساخت، تفاوت فشار تولید، فاکتور پوست، فراوانی حفظ شده به عنوان فاکتورهای کنترل اصلی در نظر گرفته می شوند. به منظور اطمینان از صحت و جلوگیری از اختلال، فاکتورهای کنترل اصلی با مدل رگرسیون خطی چندگانه پردازش می شوند و مدل پیش بینی بهره وری به دست آمده است، این مدل مورد آزمایش قرار گرفته است و دارای صحت بالایی است هنگامیکه در پیش بینی بهره وری چاه های جدید مورد استفاده قرار می گیرد. نتایج تحقیق نشان می دهد که مدل پیش بینی بهره وری قادر است تا ارزیابی سریعی از بهره وری چاه را در توسعه میدان نفتی خارجی راهنمایی کند.

**کلمات کلیدی**

پیش بینی بهره وری، مدل ارتباطی خاکستری، رگرسیون خطی چندگانه، فورمول پیش بینی

**مقدمه**

پیش بینی بهره وری چاه در توسعه میدان نفتی بسیار مهم است و بر نتایج میدان نفتی از نظر فنی و مالی تاثیر می گذارد. روشهای معمول برای تائید بهره وری چاه مانند تست ساخت، تست چاه و شبیه سازی معمولا زمان زیادی را به خود اختصاص می دهند که توسعه میدان نفتی خارجی را در طول قرارداد به تعویق می اندازد، بنابراین یک روش ارزیابی سریع مورد نیاز است.

مدل ارتباطی خاکستری در بسیاری از میدان ها مورد استفاده قرار گرفته است و موفقیت آن نیز به اثبات رسیده است (لو دانگ و لئو سیفنگ 2005، شوی نیازانگ و دانگ تاهنگ و شازن 1992، زو باژانگ 1994، وانگ کونگین 1989، ژانگ شائولینگ و ژانگ گائولیانگ 1996، سان زادونگ و جیائو یو و هو جینسانگ 005).

این مقاله میدان نفنی ب خارجی را به عنوان هدف انتخاب می کند. داده های تولید تست چاه به عنوان توالی منبع در نظر گرفته شده اند و دیگر فاکتورهای تاثیرگذار به عنوان توالی فاکتور در نظر گرفته شده اند هنگامیکه مدل ارتباطی خاکستری مورد استفاده قرار می گیرد. این فاکتور با درجه تاثیر گذاری بیشتر انتخاب شده است تا مدل را برای میدان ب پیش بینی کند که برای توسعه استراتژی و پروژه توسعه برنامه ریزی استفاده شده است.

**فلسفه مدل ارتباطی خاکستری**

تحلیل ارتباطی خاکستری در سال 1985 توسط دنگ جالانگ (دنگ جالانگ،1990) و دیگر کارشناسان که تحقیقاتی را در این زمینه انجام داده بودند، ایجاد شد. با توجه به فلسفه روش ارتباطی خاکستری، درجه خاکستری برای اندازه گیری روابط بین دو فاکتور متعلق به دو سیستم متفاوت و تغییر زمان و هدف مورد استفاده قرار می گیرد. درجه خاکستری بالا است اگر دو فاکتور دارای گرایش توسعه ای مشابهی باشند، در غیر اینصورت درجه خاکستری پایین است. به بیان دیگر، تحلیل ارتباطی خاکستری یک روش براساس شباهت فاکتورها است تا محتوای مرتبط بین آنها را اندازه گیری کند.

تحلیل ارتباطی خاکستری دارای الزامات خاصی از اندازه نمونه نیست و مدلها را از قبل فرض نمی کند. فرآیند محاسباتی ساده است و نتایج با تحلیل کیفی در بسیاری از کارها منطبق است که دارای صحت بالا است و به طور گسترده ای مورد استفاده قرار می گیرد.

ضریب مدل ارتباطی خاکستری

توالی منبع به شرح ذیل است:



توالی فاکتور به شرح ذیل است:



ضریب ارتباطی خاکستری بین X0 و Xi در نقطه K به شرح ذیل است



نسبت شفافیت است که بر ارزشهای ارقامی تاثیر می گذارد و ترتیب ارتباطی را نمی تواند تغییر دهداین به طور جهانی میزان р0.5 پذیرفته شده است. (ال وی فنگ 1997، سان ژوان و وانک کی 1997، گائو هانگ 1985، شن ماکسین و زو زیفنگ، ژانگ و زاشوئی 2003، ژو بائوژانگ)

ضریب ارتباطی خاکستری بین Xi (k) و وابسته X0(k) به شرح ذیل است:



**درجه و ترتیب ارتباطی**

هنگامیکه ضریب ارتباطی هر فاکتور گرفته می شود، دامنه بزرگی از ارزش های ارقامی را پوشش می دهد و اطلاعات درهم پیچیده را بیان می کند. بنابراین می تواند در ارزش جامع استاندارد شده ای پردازش شود تا با یکدیگر مقایسه شوند، این ارزش ترتیب ارتباطی نامیده می شود. راه متداول برای انجام این کار ارزیابی ارزش متوسط ضرایب ارتباطی است.



ضریب ارتباطی مسئول برازش خوب بین توالی منبع و توالی فاکتور است. ارزش ضریب ارتباطی بیشتری باعث می شود که برازش بین این توالی افزایش یابد. هنگامیکه ضریب ارتباطی از بزرگ به کوچک تنظیم می شود، ترتیب ارتباطی گرفته می شود.

**کاربرد میدان**

**راه حل کلی تست ساخت در میدان نفتی ب**

پیشرفته ای مشخصی در میدان ب در طول اکتشاف ایجاد شده است. دوازده مخزن کشف شده است که هفت نمونه از آنها توسط واقعه نگاری چاه تصدیق شده اند که می تواند نفت خام را در سطح صنعتی تولید کنند. تولید تست چاه به عنوان توالی منبع انتخاب شده است.

به همین دلیل شاخص اصلی پیش بینی بهره وری به شمار می رود. فاکتورهایی که بر بهره وری چاه تاثیر می گذارند به عنوان توالی فاکتور انتخاب شده اند. تولید تست چاه و فاکتورهای مرتبط در جدول یک نشان داده شده اند.

جدول 1- تولید تست چاه و فاکتورهای مرتبط هفت چاه در میدان ب



**ضریب ارتباطی و ترتیب ارتباطی**

تمامی داده ها در فورمول (1)، (2) و (3) برای محاسبه آنها و به دست آوردن ضرایب ارتباطی (جدول 2) بین تولید تست چاه و فاکتورهای مرتبط قرار گرفته اند. تمامی ضرایب ارتباطی در فورمول (4) قرار گرفته اند تا ترتیب ارتباطی به دست آید (جدول 3). ترتیب ارتباطی با استفاده از تحلیل ارتباطی خاکستری دنگ به دست می آید. همچنین، تحلیل ارتباطی خاکستری مطلق، تحلیل ارتباطی خاکستری نسبی و تحلیل ارتباطی خاکستری جامع به کار گرفته می شوند تا ضریب ارتباطی را محاسبه کنند تا نتایج را آزمایش و تصدیق کنند.

جدول 2- ضرایب ارتباطی بین توالی منبع و توالی فاکتور



جدول 3- ترتیب ارتباطی بین تولید تست چاه و فاکتورها





شکل 1- ترتیب ارتباطی چهار تحلیل ارتباطی خاکستری

نتایج (شکل 1) نشان می دهد که ترتیب ارتباطی خاکستری چهار روش به طور پایه یکسان هستند. فاکتورهای اصلی که بر تولید تست چاه تاثیر می گذارند دارای نفوذپذیری موثر، ضخامت ساخت، تولید افت فشار، فاکتورهای سطحی، فراوانی ذخیره از اهمیت بالایی برخوردارند. این فاکتورها هنگامیکه بهره وری پیش بینی می شود باید در اولویت قرار گیرد. این پنج فاکتور انتخاب شده مشابه نمونه هایی است که توسط تحلیل کیفی انتخاب شده است.

**مدل پیش بینی و نتایج**

براساس قانون دارسی، تولید چاه در ارتباط خطی با نفوذپذیری موثر، ضخامت ساخت، تولید افت فشار، فاکتور سطحی، فراوانی ذخیره می باشد. بنابراین منطقی است که مدل رگرسیون خطی چندگانه به کار گرفته شود تا روابط بین آنها را پیدا کند.

فرض کنید که



نتایج ضرایب به شرح ذیل هستند:



بنابراین



بهره وری B1-5,، RS-3، BE-3 که توسط مدل و نتایج (جدول 4) پیش بینی شده اند به ارزش واقعی بسیار نزدیک هستند که نشان می دهد این مدل دارای صحت بالایی است و در ب کاربردی است.



جدول 4- فاکتورهای پایه، بهره وری پیش بینی شده و خطای پیش بینی سه چاه جدید

**بحث**

روش ارتباطی خاکستری می تواند در بسیاری از میدان ها یافت شود. هنگامیکه در پیش بینی بهره وری میدان مورد استفاده قرار می گیرد، قادر است که فاکتورهای اصلی تاثیر گذار را انتخاب کند که می توانند در مدل رگرسیون خطی چندگانه مورد استفاده قرار گیرند. در همین راه، تناقض اصلی به دست می آید و فاکتورهای مداخلی حذف می شوند تا فرآیند پیش بینی را ساده سازند. هنچنین توالی اهمیت این فاکتورها به دست می آید تا مکان چاه جدید را راهنمایی کند.

مدل رگرسیون خطی چندگانه به کار گرفته می شود تا مدل پیش بینی را شکل دهد، زیرا پیش بینی چاه ها در رابطه خطی با فاکتورهای اصلی تاثیر گذار براساس قانون دارسی قرار دارند. نتایج پیش بینی سه چاه جدید نشان می دهد که مدل دارای صحت بالایی است.

این مدل پیش بینی از میدان ب استنباط شده است و برای میدان ب یک مشخصه است. بنابراین می تواند در دیگر میدان های نفتی نیز به کار گرفته شود. روش ارتباطی خاکستری در دیگر میدان ها کاربردی است.

**نتیجه گیری**

1)روش ارتباطی خاکستری می تواند زمینه تاثیر گذار فاکتورهای ذخیره را اندازه گیری کند و فاکتورهای اصلی تاثیر گذار را انتخاب کند.

2)فاکتورهای اصلی تاثیر گذار شامل نفوذپذیری موثر، ضخامت ساخت، تولید افت فشار، فاکتور سطحی، فراوانی ذخیره می شوند که با مواردی که با تحلیل کیفی اجرا شده است مشابه هستند.

3) مدل پیش بینی توسط سه چاه جدید آزمایش شده است و صحت آن 5 درصد می باشد، بنابراین در پیش بینی بهره وری چاه نفت در میدان ب موفق است و می تواند در کارهای بعدی نیز مورد استفاده قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

نویسنده از استاد راهنمای خود وو ژانگ هانگ برای توصیه های سازنده و پیشنهادات مفید در این پایان نامه تشکر می کند. همچنین نویسنده از استاد راهنمای خود برای کمک در تکمیل این پایان نامه تشکر و قدردانی می کند. همچنین نویسنده از دیگر استادان در موسسه تحقیقی توسعه و اکتشاف پتروشیمی برای ارائه توصیه های مستقیم و غیر مستقیم قدردانی می کند.