

کاهش ریسک و عدم قطعیت زمین شناسی با به کارگیری روش های زمین آماری در یکی از مخازن نفتی جنوب غرب ایران از طریق افزایش تراکم حفاری های اکتشافی

معصومه کریمی^۱، فرهاد محمد تراب^{۲*}، امین حسین مرشدی^۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی اکتشاف نفت، دانشکده مهندسی معدن و متالورژی، دانشگاه یزد

۲- عضو هیئت علمی، دانشیار دانشکده مهندسی معدن و متالورژی، دانشگاه یزد

۳- عضو هیئت علمی، استادیار دانشکده مهندسی معدن و متالورژی، دانشگاه یزد

چکیده

یکی از ارکان اصلی در اکتشاف مخازن هیدروکربنی، مدل سازی صحیح خواص پتروفیزیکی و تهیه ی مدل استاتیک مخزن است. مشخصه سازی خواص مخزن، نقشی اساسی در تحقق این هدف و برنامه های توسعه ی میدانی هیدروکربنی ایفا می کند. این اطلاعات در تعیین محل حفر و تعیین اولویت حفاری چاه های جدید استفاده می شود. تحلیل و شناخت زمین شناسی مناطق بهره ده براساس روش های مرسوم آماری همواره توأم با خطای نسبی بوده که به عنوان عدم قطعیت شناخته می شود. وجود عدم قطعیت در برآورد پارامترهای پتروفیزیکی یکی از دلایل اصلی عدم موفقیت مورد انتظار در اکتشاف و بهره برداری بهینه از میدانی نفتی بوده است. پیش بینی مکان حفاری های جدید در میدان و نحوه توزیع و تراکم آن ها و همچنین مشخص کردن تعداد چاه های بهینه دارای اهمیت و پیچیدگی بالایی در مدل سازی و بهره برداری مناسب مخازن هیدروکربنی است. هدف از این مطالعه، کاهش ریسک و عدم قطعیت زمین شناسی به وسیله مشخص کردن نواحی با اهمیت از نظر خواص مخزنی جهت حفاری چاه های جدید با ارائه مدل سه بعدی از ویژگی های پتروفیزیکی در یکی از میدانی نفتی جنوب غرب ایران است. بدین منظور از تخمین زمین آماری کریجینگ برای برآورد پارامترهای پتروفیزیکی این مخزن استفاده شده است. براساس تخمین های انجام شده، مکان های بهینه حفاری در میدان با کاهش خطا و واریانس تخمین مشخص شدند. در نهایت، تعداد ۸ مکان چاه جدید با تحلیل نمودار گرادیان واریانس به عنوان تعداد چاه های بهینه به منظور حفاری تکمیلی در این میدان پیشنهاد شد که حفر چاه های مذکور منجر به کاهش ریسک و عدم قطعیت مدل زمین شناسی این میدان خواهد شد.

کلیدواژه: عدم قطعیت، حفاری اکتشافی، زمین آمار، پارامترهای پتروفیزیکی.

Geological Risk and Uncertainty Reduction Using Geostatistical Techniques in One of the Southwest Iranian Oil Fields by Increasing the Exploration Drilling Density

Abstract

One of the main steps in the exploration of hydrocarbon reservoirs is the precise modeling of petrophysical properties and preparation of a static reservoir model. The characterization of reservoir properties plays a fundamental role in the realization of this goal and the development plans of hydrocarbon fields. This information is used to determine the locations of new wells and their drilling priority. Geological analysis and identification of pay zones based on traditional statistical techniques have always been associated with a relative error, which is known as uncertainty. Uncertainty in the estimation of petrophysical parameters was one of the main reasons of the failure in exploration and

* مسئول مکاتبات

آدرس الکترونیکی fmtorab@yazd.ac.ir

expected optimal operation of oil fields. Designing the layout of complementary drillings and determining the optimal number of wells have high complexity and importance in the modeling and appropriate production of the hydrocarbon reservoirs. The aim of this study was to reduce the risk and uncertainty of geology by specifying the important areas in terms of reservoir properties for locating the new wells by presenting a three-dimensional model of petrophysical characteristics in one of the southwest Iranian oil fields. For this purpose, the kriging geostatistical estimation was used for assessing the petrophysical parameters of this reservoir. Based on estimations, optimum drilling locations in the field were determined through reducing the estimation variance and error. Finally, 8 new drilling wells were proposed by analyzing the variance gradient diagram in this field, which will impact on risk and uncertainty reduction in the geological model of this field.

Key Words: Uncertainty, Exploratory drilling, Geostatistics, Petrophysical parameters.

مقدمه

جنبه‌های پیچیده علمی، فنی، مالی و اقتصادی پروژه‌های اکتشاف هم‌چنین ریسک و عدم قطعیت مرتبط با هریک از فرآیندهای آن، موجب گردیده که نتیجه نهایی پروژه‌های اکتشاف نفت در هاله‌ای از ابهام قرار گیرد. نرخ جهانی موفقیت در پروژه‌های اکتشاف نفت بین ۱۰ تا ۲۵ درصد تخمین زده شده است که نشانگر احتمال بسیار پایین در موفقیت و امکان وقوع یک نتیجه نامطلوب در این پروژه‌ها می‌باشد [۱-۴]. تحلیل و بررسی عدم قطعیت نتایج حاصل شده در مدل‌های زمین‌شناسی مخزن (مدل استاتیک) یکی از مراحل بسیار مهم و حیاتی در فرآیند مدل‌سازی زمین‌شناسی محسوب می‌شود و بدون بررسی آن‌ها نمی‌توان بر روی نتایج حاصل شده تصمیم‌گیری دقیقی جهت توسعه میدان انجام داد [۵]. فرآیند اکتشاف را می‌توان به مراحل چون ارزیابی اطلاعات زمین‌شناسی، انتخاب روش حفاری و ارزیابی نتیجه حفاری تقسیم کرد [۶]. با توجه به این موارد می‌توان هدف پروژه‌های اکتشافی را کشف حوزه‌هایی با قابلیت گسترش، تولید، تجارت و بازپرداخت سود مورد انتظار متناسب با ریسک و عدم قطعیت اعمال شده دانست. دستیابی به این هدف، مستلزم دیدگاه مهندسی، جمع‌آوری، طبقه‌بندی و تحلیل حجم وسیعی از اطلاعات مختلف در سایه تجارب، تلاش‌ها، قضاوت‌ها و راهکارهایی که پروژه را به یک اجرای موفقیت‌آمیز هدایت خواهد کرد، می‌باشد [۷]. اخیراً روش‌های زیادی برای مدل‌سازی و بهینه‌سازی به هدف کاهش ریسک اکتشاف وجود دارد و در حال حاضر برخی از آن‌ها برای کاهش عدم قطعیت به کار برده می‌شود. با این حال، این موضوع گسترده است و شامل بسیاری از مطالعات موردی با تکنیک‌های متفاوت است [۸-۱۰]. طباطبایی نژاد و همکاران با استفاده از معادله کوری و در نظر گرفتن تولید صعودی در سال‌های ابتدایی و استفاده از مدل بهینه‌یابی الگوریتم ژنتیک (Genetic Algorithm) نشان دادند برای هر میدان تنها یک عدد به عنوان تعداد بهینه چاه وجود دارد که بیش‌ترین بازده اقتصادی را دارد و تعیین این عدد به هر دو عامل فنی و اقتصادی مخزن وابسته است و مدل الگوریتم ژنتیک را مدلی کارا برای تعیین تعداد بهینه چاه‌ها معرفی کردند [۱۱]. محققان دیگر با در نظر گرفتن عدم قطعیت گام بلندی در بهینه‌سازی و تعیین تعداد بهینه چاه‌ها و محاسبات اقتصادی برداشتند [۱۲]. نتایج نشان داد که معادله‌های تحلیلی شاید روش‌های دقیقی برای تعیین تعداد بهینه چاه نباشند ولی روشی مناسب برای تأیید و کنترل دیگر روش‌ها هستند و نتایج کلی صحیحی را ارائه می‌دهند.

هدف از انجام این پژوهش، بهینه‌سازی تعداد چاه‌های تکمیلی و تعیین محل بهینه حفر این چاه‌ها در یکی از میادین نفتی جنوب غرب ایران می‌باشد. در نظر گرفتن عدم قطعیت مدل استاتیکی مخزن با برآورد خطای تخمین پارامترهای پتروفیزیکی و کاهش ریسک و عدم قطعیت با تکمیل اکتشاف و تراکم حفاری‌های جدید در این مخزن مورد تحلیل قرار گرفته است. تعیین تعداد نقاط و محل بهینه حفاری‌های اکتشافی، در کاهش ریسک و هزینه‌های اکتشافی مخزن نقش اساسی داشته که تحلیل و مدل‌سازی آن هدف اصلی این مقاله می‌باشد.

میدان مورد مطالعه

میدان مورد مطالعه، از میادین نفتی جنوب غرب ایران است که در شمال شرقی اهواز قرار دارد. طول این میدان ۳۹ کیلومتر و عرض آن ۴ کیلومتر است. ظرفیت تولید نفت خام این میدان به طور متوسط معادل ۹۱ هزار بشکه در روز است، که از طریق ۳۲