«مجله علمی تخصصی علوم و فنون سازندگی»
سال اول، شماره ۱، پاییز ۱۳۹۷؛ صفحه ۱۵ الی ۱۸

ارزش افزوده فناوری چاه هوشمند

محمدجواد جمالی[1*]، مصطفی فعلی[2]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مخازن هیدروکربوری، ۲- دکتری مخازن هیدروکربوری گروه مهندسی نفت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد الکترونیک، تهران، ایران

(دریافت: ۹۷/۰۳/۱۵، پذیرش: ۹۷/۰۵/۲۰)

چکیده

میزان سوددهی، افزایش ارزش افزوده، کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری و هزینه‌های عملیاتی در توسعه میادین، جزو جدایی‌ناپذیر راهبرد شرکت‌های اکتشاف و تولید به‌شمار می‌روند. از این رو به‌کارگیری فناوری چاه هوشمند با استفاده از ادوات و ابزارهای درون چاهی، این امکان را فرآهم می‌کند تا با پایش لحظه‌ای اطلاعات درون‌چاهی، دید بهتری نسبت به مخزن داشته باشیم و در نهایت موجب افزایش تولید و کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری و عملیاتی می‌شود. در این تحقیق با معرفی چاه هوشمند، میزان ارزش افزوده به‌کارگیری این فناوری بحث و بررسی می‌شود.

کلیدواژه‌ها: **فناوری چاه هوشمند، ارزش افزوده، افزایش تولید، هزینه‌های سرمایه‌گذاری و عملیاتی، توسعه میادین**

۱. مقدمه

حیات یک مخزن، با اکتشاف آغاز می‌شود و تا بهره‌برداری ادامه می‌یابد؛ و با مشخص شدن تصویری از آن، توسعه‌اش آغاز می‌شود [۱]. از آنجایی که اکتشاف و تولید مخازن هیدروکربوری نیازمند سرمایه‌گذاری با ریسک بالا است [۲]. از این‌رو اتخاذ راه‌کار مناسب و تصمیم‌گیری کلان در راستای کاهش هزینه‌های عملیاتی، هزینه‌های سرمایه‌گذاری و افزایش تولید در توسعه میادین نفت و گاز، امری حیاتی به‌شمار می‌رود.

میزان سوددهی، افزایش ارزش افزوده، کاهش هزینه‌های عملیاتی و هزینه‌های سرمایه‌گذاری در توسعه میادین، جزو جدایی‌ناپذیر راهبرد شرکت‌های اکتشاف و تولید می‌باشد، که در انتخاب نوع و نحوه توسعه میادین نقش کلیدی و اساسی را در برخواهد گرفت؛ از این رو، استفاده از فناوری‌هایی که شناخت بهتری نسبت به مخازن و کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری و عملیاتی و افزایش ارزش افزوده را ایجاد می‌نمایند، انتخاب مناسبی خواهد بود. لذا با توجه به سیاست‌های شرکت‌های اکتشاف و تولید در راستای افزایش ارزش افزوده و کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری و عملیاتی، انتخاب فناوری چاه هوشمند گزینه مناسبی در جهت تحقق راهبرد شرکت‌های اکتشاف و تولید می‌باشد.

۲. فناوری چاه هوشمند

با توجه به پیشرفت علم و توسعه فناوری‌های نوین، تکمیل چاه-های مرسوم دست‌خوش تغییرات عدیده‌ای شده است، که انتخاب بهترین روش در جهت افزایش تولید از مخازن را بسیار ضروری نموده است. در فناوری چاه‌های هوشمند، با استفاده از ادوات درون چاهی هوشمند (از قبیل Zonal Isolation Packer، 4Dvisualization، Permanent Downhole Gauge و غیره) و شیرکنترل‌ها (شیرکنترل بازه‌ای ICV[1] یا دستگاه کنترل بازه‌ای ICD[2] و یا دستگاه کنترل بازه‌ای مستقلAICD[3]) اطلاعات چاه از قبیل فشار، دما، دبی تولیدی، شعاع تخلیه[4] و غیره به صورت آنی

* رایانامه نویسنده پاسخگو: Jamaly.omid@gmail.com

1- Interval Control Valve (ICV)
2- Interval Control Device (ICD)
3- Autonomous Interval Control Device (AICD)
4- Drainage Area

به سامانه‌های کنترل سرچاهی منتقل و مانیتور می‌شود، که این موارد باعث افزایش تولید نفت، کاهش تولید سیالات ناخواسته، افزایش ضریب بازیافت و کاهش هزینه‌های تولید و غیره خواهد شد [۴-۳]. و از طرفی دیگر با این روش، تا حدودی عملکرد مخزن را می‌توان پیش‌بینی کرد و بهترین تصمیم را برای مدیریت و صیانت از مخازن را می‌توان اتخاذ نمود.

۳. مزایای فناوری چاه هوشمند

فناوری چاه هوشمند دارای مزایای بسیاری است. به‌خصوص استفاده از این فناوری کمک شایانی بر مدیریت و صیانت از مخازن نموده و انتخاب بهترین سناریوی تولید و بهبود و ازدیاد برداشت را امکان‌پذیر می‌سازد. عمده مزایای گزارش شده این فناوری عبارت‌اند از:

۱- بهینه‌سازی تولید
۲- کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری و عملیاتی
۳- افزایش میزان بازیابی از مخازن
۴- کاهش زمان عملیات تست از چاه
۵- کاهش دفعات بستن چاه
۶- مدیریت جامع و آنی در مخازن
۷- تولید همزمان از هر لایه
۸- افزایش دانش نسبت به خصوصیات مخازن
۹- کاهش زمان انگیزش چاه

۴. سابقه به‌کارگیری فناوری میادین هوشمند در دنیا

سال ۱۹۹۲، در میدان ترول در دریای شمال توسط شرکت نورسک هیدرو Norsk Hydro، دستگاه کنترل جریان (ICD) نصب و راه‌اندازی شد [۵].

در سال ۱۹۹۷ توسط شرکت WellDynamics با استفاده از سامانه کنترل تجزیه و تحلیل مخزن از سطح[1] و سامانه مدیریت[2]، در میدان نفتی Snorre دریای شمال اجرا شد [۶].

سال ۱۹۹۸ در میدان Oseberge اولین حسگرهای فیبر نوری به همراه تکنولوژی چاه هوشمند توسط شرکت Norsk Hydro نصب شد. تعداد ۲۸۵ حلقه چاه هوشمند در بین سال‌های ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ توسط شرکت WellDaynamic در میادین مختلف راه‌اندازی شده است. شرکت بیکرهیوز در سال ۲۰۰۶ در یکی از میدان‌های خلیج مکزیک و در سال ۲۰۱۴ پروژه چاه هوشمند هشت زونی در خاورمیانه را اجرایی نموده است. شرکت هالیبرتون و شلمبرژه در کشورهای متعددی همچون عمان، اندونزی، مالزی، کویت، برزیل، عربستان، استرالیا و غیره پروژه‌های متعدد چاه و مخازن هوشمند را انجام داده است. همچنین در کشور روسیه در میدان نفتی سلیم از فناوری چاه و میادین هوشمند استفاده شده است.

کولینس و همکارانش، در سال ۲۰۱۲ به بررسی تاثیرات تکمیل هوشمند چاه در میدان دریایی آگامبی واقع در نیجریه پرداختند. فناوری تکمیل هوشمند چاه در هر دو چاه تولیدی این میدان، با هدف کاهش مشکلات ایجاد شده در اثر پیچیدگی چینه‌شناسی و عدم قطعیت زیرسطحی در مخازن نصب شد. در واقع این پروژه به منظور تکمیل هوشمند چاه میدان آگامبی برای نظارت به هنگام و کنترل لازم برای عملکرد میدان و بازیابی بهینه انجام شده است. با بیان صادقانه می‌توان گفت که این پروسه مدیریت مخزن در میدان مذکور بسیار عاقلانه و با ادغام نظارت یکپارچه برنامه‌ها و شیوه‌های مدیریت تولید از چند ناحیه صورت پذیرفته است و شاهد این امر افزایش تدریجی تولید در بین ماه‌های اوت و نوامبر ۲۰۱۰ است؛ به‌گونه‌ای که به دلیل برنامه تکمیل هوشمند چاه، حدود ۱۰ هزار بشکه نفت در روز به صورت تدریجی به تولید روزانه اضافه شده است [۷].

۵. سابقه به‌کارگیری فناوری چاه/میادین هوشمند در خاورمیانه

فناوری چاه هوشمند در خاورمیانه در کشورهای متعددی از قبیل عربستان، عمان، کویت اجرایی شده است. در سال ۲۰۰۳ اولویت شرکت سعودی آرامکو در میدان نفتی قوار (بزرگترین میدان نفتی دنیا) نصب و راه‌اندازی فناوری چاه هوشمند قرار گرفته است. درسال ۱۹۹۶ تولید از چاه‌های این میدان ۳۰۰۰ بشکه در روز گزارش شده است تا اینکه در سال ۲۰۰۳ فناوری چاه هوشمند در این میدان نصب و راه‌اندازی شده و تولید را به روزی ۶۰۰۰ بشکه در روز افزایش داده است؛ اما در سال ۲۰۰۶ با حفر چاه‌های عمیق‌تر و افزایش سطح تماس مخزن۳، تولید به ۱۰۰۰۰ بشکه در روز از هر چاه رسیده است [۸]. همچنین قبل

1- Surface Controlled Reservoir Analysis System
2- Management System
3- Maximum Reservoir Contact

از نصب شیرهای کنترل بازه‌ای، میزان برش آب در این میدان ۲۳ درصد گزارش شده بود، اما بعد از نصب شیرهای کنترل بازه‌ای، میزان برش آب به صفر درصد کاهش یافته است [۹]. اندرسون و همکارانش در سال ۲۰۰۷ مطالعه‌ای در یکی از میدان‌های عربستان سعودی (میدان شعیبه) درباره حداکثر سطح تماس مخزن[1] در چاه‌های چند شاخه‌ای، انجام داده‌اند [۱۰]. در این طرح حداکثر سطح تماس مخزن، از طریق تنظیمات یک یا چند شاخه‌ای (چند جانبه) بیش از پنج کیلومتر تعریف شده است [۱۱]. گزارشات انتشار یافته از این میدان موجب افزایش تولید و کاهش برش آب شده است.

۵-۱. ارزش افزوده فناوری چاه/ مخازن هوشمند

مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر تصمیم‌گیری در نوع و انتخاب روش‌های توسعه میدان، مباحث اقتصادی است که این تصمیم‌گیری‌ها را دستخوش تغییراتی عدیده‌ای می‌کند؛ که کاهش هزینه‌های عملیاتی و سرمایه‌گذاری، نرخ بازگشت سرمایه، میزان سوددهی و افزایش ارزش افزوده جزو مهم‌ترین پارامترهای تصمیم‌گیری در توسعه میادین به‌شمار می‌رود.

از آنجائی که اجرای فناوری چاه/ مخازن به نسبت مخازن مرسوم، هزینه‌های سرمایه‌گذاری و عملیاتی بیشتری در بر خواهد داشت، لذا استفاده از این فناوری در ظاهر موجب تحمیل هزینه‌های سرمایه‌گذاری و عملیاتی بیشتری خواهد شد؛ اما با توجه به پتانسل‌های بالای این فناوری، در کوتاه مدت هزینه‌های اضافی را جبران خواهد کرد. و در بلند مدت علاوه بر کاهش هزینه‌های عملیاتی، باعث افزایش ارزش افزوده خواهد شد. که میانگین ارزش افزوده فناوری چاه و مخازن هوشمند را می‌توان به شرح زیر بیان نمود:

۱- افزایش بهینه‌سازی تولید بین ۰/۵ -۲٪

۲- افزایش بهینه‌سازی مخزن بین ۰/۵ -۲٪

۳- کاهش هزینه‌های عملیاتی بین ۵-۱۵٪

۴- کاهش زمان حفر چاه بین ۵-۱۵٪

۵-۲. پساب‌ها (آلاینده‌های مایع و فاضلاب‌ها)

آلودگی آب‌ها ناشی از مواد معلق و رسوبات در جریان عملیات احداث خط تولید اتفاق می‌افتد.

1- Maximum Reservoir Contact (MRC)

۶. نتیجه‌گیری

۱- فناوری مخازن هوشمند کاربردهای بسیار فراوانی در تمامی میادین نفت و گاز دارد؛ به‌گونه‌ای که می‌توان با کاهش ریسک و استفاده از بالاترین توان مخزن به منظور افزایش بازیافت نفت، قدم برداشت.

۲- اگر چه فناوری مخازن/ میادین هوشمند نسبت به روش‌های مرسوم توسعه مخزن دارای هزینه‌های بیشتری می‌باشد، اما اجرای این فناوری باعث افزایش بازیابی نفت و افزایش ارزش افزوده می‌شود.

۳- فناوری چاه هوشمند، اطلاعات چاه از قبیل فشار، دما، دبی تولیدی، شعاع تخلیه و غیره را به صورت آنی به سامانه‌های کنترل سرچاهی منتقل و رصد می‌نماید، که باعث افزایش تولید نفت، کاهش تولید سیالات ناخواسته، افزایش ضریب بازیافت و کاهش هزینه‌های تولید خواهد شد.

۴- کاهش هزینه‌های عملیاتی و سرمایه‌گذاری، نرخ بازگشت سرمایه، میزان سوددهی و افزایش ارزش افزوده جزو مهم‌ترین پارامترهای تصمیم‌گیری در توسعه میادین به‌شمار می‌رود.

۷. پیشنهادات

۱- زمینه‌های مناسب جهت اجرای فناوری میادین هوشمند فراهم شود، تا با استفاده از این فناوری بتوانیم بیشترین بهره‌وری را از مخازن داشته باشیم.

۲- بررسی و شناخت چالش‌های موجود در اجرای فناوری چاه و میادین هوشمند بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

۳- پرورش نیروی انسانی به عنوان یکی از کلیدی‌ترین مباحث فناوری چاه هوشمند، در اولویت برنامه‌ها قرار گیرد.

۴- انجام مطالعات آزمایشگاهی و شبیه‌سازی مخازن هوشمند در سطح مخازن نفت و گاز ایران، به منظور بررسی میزان افزایش بازیافت.

۸. مراجع

1. A. Satter, J. E. Varnon, and M. T. Hoang, "Reservoir Management: Technical Perspective," 1992.
2. S. B. Suslick, D. Schiozer, and M. R. Rodriguez, "Uncertainty and Risk Analysis in Petroleum Exploration and Production," Terræ 6, pp. 30-41, 2009.
3. C. H. Gao, R. Thanabalasingam Rajeswaran, and E. Y. Nakagawa, "A Literature Review on Smart Well

Technology," Production and Operations Symposium: Society of Petroleum Engineers, 2007.

4. B. Yeten, D. R. Brouwer, L. J. Durlofsky, and K. Aziz, "Decision Analysis under Uncertainty for Smart Well Deployment," Journal of Petroleum Science and Engineering, vol. 44, no. 1-2, pp. 175-91, 2004.
5. J. Gimre, "Efficiency of Icv/Icd Systems," University of Stavanger, Norway, 2012.
6. Y. Shuai, D. W. Christopher, H. Zhang, and T. Sun, "Using Multiscale Regularization to Obtain Realistic Optimal Control Strategies," SPE Reservoir Simulation Symposium, Society of Petroleum Engineers, 2011.
7. J. R. Collins and E. B. Neubauer, "The Agbami Intelligent Well: Examples of Active Reservoir Management," SPE International Production and Operations Conference & Exhibition, Society of Petroleum Engineers, 2012.
8. N. G. Saleri, A. Al-Kaabi, and A. S. Muallem, "Haradh Iii: A Milestone for Smart Fields," Journal of petroleum technology, vol. 58, no. 11, pp. 28-32, 2006.
9. S. Dyer, Y. El-Khazindar, A. Reyes, M. Huber, I. Raw, and D. Reed, "Intelligent Completions-a Hands-Off Management Style," Oil field review 19 pp. 4-17, 2007.
10. A. B. Anderson, Y. M. Aubed, and H. F. Al-Sarrani, "A Case Study of the World's First Maximum-Reservoir-Contact Well with Intelligent Well Systems and Multiphase Flow Monitoring," SPE Middle East Oil and Gas Show and Conference, 2007.
11. N. G. Saleri, S. P. Salamy, and S. S. Al-Otaibi, "The Expanding Role of the Drill Bit in Shaping the Subsurface," Journal of petroleum technology, vol. 55, no. 12, pp. 53-56, 2003.