

برنامه‌ریزی موفق پروژه‌های ازدیاد برداشت

از مخازن نفت EOR

به طراحی یک پروژه ویژه EOR متناسب با خواص نفت آن میدان، شرایط مخزن و در دسترس بودن مواد تزریقی مناسب نیازمند بوده و در بعضی مواقع استفاده از تکنولوژی‌های جدید EOR ضروری است.

فرایندهایی که در ایالات متحده آمریکا مورد استفاده قرار می‌گیرد متناسب با شرایط همان مناطق می‌باشد و لزوماً نمی‌تواند برای مناطق دیگر با بافت زمین‌شناسی متفاوت مورد استفاده قرار گیرد.

در این مقاله تلاش بر آن است تا از چکیده تجربه‌های صورت گرفته

حرارتی (Thermal) در کالیفرنیا است. لیست این پروژه‌ها هر دو سال یکبار اعلام می‌شود.

تقاضای جهانی برای نفت خام در حال رشد است. بازیافت حرارتی قیرهای نفتی (bitumen) در آلبرتای کانادا در حال افزایش می‌باشد و پروژه‌های بازیافت حرارتی در ونزوئلا، اندونزی و هرجای دیگر موفق بوده است. علاوه بر این تزریق مواد شیمیایی و پلیمر نیز در چین انجام می‌پذیرد.

تقاضاهای جدید به طور فزاینده‌ای از سرتاسر جهان وجود دارد که هر کدام

قیمت‌های بالای نفت خام و نگرانی‌های موجود درباره تامین نفت مورد نیاز جهان در آینده سبب‌ساز ایجاد نگرش‌های نوینی در روش‌های EOR است. این توجه، بیشتر به سمت تکنولوژی‌هایی می‌باشد که بتواند به طرز قابل توجهی میزان بازیافت از مخازن نفت موجود را افزایش دهد.

هنوز بیشترین تجربه در ارتباط با استفاده از روش‌های EOR مربوط به ایالات متحده آمریکا و به طور عمده شامل تزریق Co2 در حوزه رسوبی پریمیان (Permian Basin) در غرب تگزاس و روش‌های مختلف

مدل سازی عملکرد مخزن (Reservoir-Performance)

مدل های مطلوب شبیه سازی اطلاعات ارزشمندی را برای مطالعات سودمند بخشی مخزن در اختیار می گذارد.

همچنین استفاده از این مدل ها

سبب کاهش ریسک در

هدر رفتن منابع می شود. پنج

مرحله در توسعه یک مدل عملکرد

مخزن وجود دارد: ۱- انتخاب

شبیه ساز مناسب ۲- جمع آوری

داده های معتبر ۳- تطبیق داده ها

با تاریخچه مخزن (History Matching)

۴- پیش بینی کار آیی پروژه EOR

۵- انجام مطالعات حساسیت

سنجی (Sensitivity Study) به عنوان یک اصل باید بدانیم که

مدل سازی فرایندهای EOR به داده های بیشتر و زمان افزون تر نسبت

به فرایندهای بازیافت اولیه (Primary Recovery) و یا بازیافت ثانویه

(Secondary Recovery) نیاز دارد. به عنوان مثال یک پروژه توسعه ای

به کمک تکنولوژی های پیشرفته نوین

توصیه می شود. این امر شانس موفقیت را به میزان قابل توجهی

افزایش می دهد. شکل ۱ اثرات متقابل هر سه مورد را

نشان می دهد.



شکل ۱- مطالعات اقتصادی، شناسایی خواص مخزن و طراحی مهندسی و مدل کردن و عملکرد مخزن به صورت موازی عمل می کنند و همدیگر را در مسیر پروژه حمایت می کنند.

اقتصاد محرک اصلی و نهایی هر پروژه است. اگر پروژه ای از لحاظ

اقتصادی سودمند نباشد در همان مراحل ابتدایی متوقف می شود.

اقتصاددانان معتبر به پیش بینی های کارا نیاز دارند و مدل های خوب

شبیه سازی به داده های مناسب نیازمندند و داده ها و اطلاعات مورد نیاز بستگی به

عناصری از پروژه دارد که اقتصاددانان نسبت به آن حساس

هستند.

در گذشته استفاده شود تا هنر در برنامه ریزی پروژه های EOR

تعریف شود که این امر حاصل بیش از ۳۰ سال تجربه کارشناسان مختلف در

زمینه های گوناگون روش های EOR است.

فرایند برنامه ریزی (The Planning Process)

مدیریت موفق پروژه های EOR نیازمند برنامه ریزی دقیق

می باشد. گفته می شود که برنامه ریزی مناسب در ابتدای امر

از بازده ضعیف در مراحل بعدی جلوگیری می کند. اهمیت این امر

به ویژه در برنامه ریزی پروژه های EOR بیشتر نمایان می شود.

برنامه ریزی پروژه های EOR شامل مراحل زیر است:

۱- مشخص نمودن فرایند مناسب EOR

۲- توصیف مخزن (Reservoir Characterization)

۳- تعیین پارامترهای طراحی مهندسی

۴- انجام تست های میدانی یا پایلوت در موارد مورد نیاز

۵- تکمیل برنامه و مدیریت پروژه به منظور رسیدن به سطح

انتظارات موجود از انجام پروژه در تمامی مراحل انجام پروژه از

ابتدا تا انتها، توجه دقیق و همزمان به انجام مطالعات اقتصادی و شبیه سازی

مخزن به منظور توصیف مناسب مخزن و پیشرفت در طراحی مهندسی

نیروها بر نفت مخزن که پس از دوران اول عمر مخزن (Primary Recovery) یا انجام تزریق آب باقی مانده است اعمال می شود. فرایندهای EOR مورد استفاده در این نمونه تزریق مواد شیمیایی، تزریق گاز امتزاجی (Miscible Injection) تزریق گاز غیرامتزاجی (Immiscible Injection) یا فرایندهای میکروبی می باشد.

توصیف مخزن (Reservoir Characterization)

بسیاری از پروژه های EOR به علت بروز وقایع پیش بینی نشده در شرح پتروفیزیکی و توصیف زمین شناسی مخزن، ناموفق بوده است.

مدل سازهای زمین بهترین دوستان شما هستند. شما می توانید با کمک این مدل سازها تا حد ممکن با محیط های رسوبی، ناپیوستگی ها (Discontinuities) وضعیت لایه بندی طبقات، اندازه و شکل مخزن آشنا شوید.

حتی مسائلی که جزئی به نظر می رسند می توانند بسیار مهم باشند. مرزهای کانال (Channel Boundaries)، پوشش های رسی و حتی شکستگی ها یا گسل های فرعی و کوچک می توانند تاثیر شگرفی بر مسیرهای جریان سیال داشته باشند و آشنایی با علوم کانی شناسی به منظور شناخت اثرات متقابل سنگ مخزن و سیال درون آن بسیار مهم و تاثیرگذار است.

در یک نمونه چاه های ابتدایی در یک توالی کانال که به صورت دلتایی

است و به راحتی قابل پیش بینی نیست. به عنوان مثال برای مدت های طولانی قیمت های سرچاهی هر بشکه نفت خام به طور میانگین در حدود ۲۵ دلار آمریکا بود و حتی در طول سی سال گذشته میانگین قیمت در حدود ۲۵ دلار است. اقتصاد می تواند در طراحی های مهندسی به عنوان یک راهنما مورد استفاده قرار گیرد و در طراحی پایلوت ها و مدیریت نظارت پروژه های در حال پیشرفت کمک شایانی انجام دهد.

انتخاب فرایند (Process Selection)

فرایندهای EOR به دو منظور طراحی و اجرا می شوند:

- ۱- ارتقای بازده جاروبی نفت خام (Sweep Efficiency)
 - ۲- ارتقای بازده جابه جایی نفت خام (Displacement efficiency)
- فرایندهایی که به منظور ارتقای بهبود بازده جاروبی نفت خام طراحی می شوند برناهمگونی مخزن (Reservoir Heterogeneity) و نسبت های ضعیف تحرک پذیری (Mobility Ratio) غلبه می نماید.

فرایندهای EOR مناسب که بر روند بهبود این نوع بازده موثر هستند تزریق پلیمر یا یکی از روش های حرارتی است.

نوع دیگری از فرایندها که به منظور ارتقا و بهبود بازده جابجایی صورت می گیرد، بر نیروهای موینگی (Capillary Forces) غلبه می نماید. این

انجام گرفت، وضعیت پروژه از لحاظ اقتصادی بسیار مطلوب بود و این امر به کمک داده های فراوان آزمایشگاهی تایید و حمایت می شد. اما این پروژه در نهایت ناموفق ماند و نه تنها نفت بیشتری استحصال نشد بلکه دلایل شکست آن نیز ناشناخته ماند. هنگامی که شبیه سازی های مخازن توسعه یافتند و پروژه مدل سازی گردید علت مشخص شد اگر شبیه سازی های مناسب از همان ابتدا در دسترس بودند مقادیر زیادی در هزینه و زمان صرفه جویی می شد.

البته شبیه سازی های عیب و نقص نیستند. آنها برای پیش بینی میزان بازده و کارایی مخزن متناسب با آنچه در ارتباط با مخزن و فرایند بازیافت میدانیم بسیار مناسب هستند. شبیه سازی ها می بایست با استفاده از اطلاعات جدیدی که به دست می آید دائماً به روز شوند. مقایسه پیش بینی های انجام گرفته توسط شبیه ساز با نتایج واقعی، بهترین راه دستیابی به اطلاعات مهمی است که قبلاً مشخص شده بودند.

مطالعات اقتصادی (Economic Studies)

سودمندی اقتصادی اولین نیروی محرک و پیشران یک پروژه می باشد و طراحی و انجام فرایند EOR را توجیه می کند.

سودمندی اقتصادی قویاً تحت تاثیر قیمت محصولات بوده و بسیار متغیر

یک پایلوت (Pilot) ضروری است. تجربه نشان می‌دهد که بهترین تست‌های میدانی نمونه‌هایی هستند که به منظور جمع‌آوری اطلاعات هدفمند طراحی شده باشند. اهمیت این داده‌ها به کمک مطالعات حساسیت‌سنجی معین می‌شود.

اندازه‌گیری بعضی از پارامترها در آزمایشگاه به سختی صورت می‌پذیرد. این پارامترها از طریق تطبیق با تاریخچه مخزن (History Matching) نیز مشکل به دست می‌آید.

به عنوان مثال فاکتورهای نظیر تزریق پذیری (Injectivity) اشباع نفت باقی مانده و بازده جابه‌جایی از این نوع پارامترها هستند و هنگامی که شناسایی آنها برای موفقیت پروژه مهم، ارزیابی شود انجام یک تست میدانی توصیه می‌شود.

پایلوت‌های «نفت در تانک» (Oil-in-tank) لزوماً بهترین نوع پایلوت‌ها نیستند. این پایلوت‌ها نمونه‌ای از آزمایشهای میدانی هستند که میزان موفقیت آن با توجه به این امر که میزان نفت خام طراحی شده در تانک ذخیره بازیافت می‌شود یا خیر، برآورد می‌شود. تکمیل این تست‌ها به زمان طولانی نیاز دارد و مشکل بتوان نتایج این تست‌ها را با اطمینان تفسیر کرد.

حین انجام این آزمایش‌ها، تغییرات غیرقابل اجتنابی در اپراتوری مخزن پدید می‌آید که تفسیر را مشکل و پیچیده می‌سازد. چاه‌ها بازسازی و یا

تحرك پذیری) و پارامترهایی در مقیاس ماکرو (دما و فشار مخزن، حجم تزریق و محل قرارگرفتن چاه‌ها) می‌باشد. همچنین باید توجه خاصی به اثرات متقابل مخزن (سنگ و سیال) و فرایند انتخابی مبذول شود. درحین بهبود مقدار و دقت داده‌ها، مدل‌های پیچیده‌تر بررسی میزان کارایی مخزن (Reservoir Performance) و ابزارهای اقتصادی پیشرفته‌تر مورد نیاز واقع می‌شود.

مطالعات حساسیت‌سنجی (Sensitivity Studies) به منظور مشخص نمودن پارامترهای مهم و میزان دقت لازم در اندازه‌گیری این پارامترها صورت می‌پذیرد. در این مرحله فهم ضعیفی از ارزش اطلاعات مشخص می‌گردد. مطالعات حساسیت‌سنجی نشان می‌دهد که تعدادی از پارامترها بر نتایج اقتصادی تاثیر چندانی ندارند و لزومی ندارد که مورد توجه بیش از حد قرار گیرد. تعدادی از این پارامترها حتی می‌توانند قابل چشم‌پوشی باشند.

درحالی که پارامترهای دیگر می‌توانند تاثیر شگرفی بر سودمندی پروژه داشته باشند و در نتیجه فهم بهتری از فرایند را تضمین می‌کنند.

پایلوت‌ها و تست‌های میدانی (Pilots, Field Tests)

چنانچه پارامترها یا متغیرهای مهم به‌خوبی قابل فهم و بررسی نباشند انجام یک تست میدانی (Field Test) یا

بود (Deltaic Channel Sequence) بسیار خوب به همدیگر مرتبط و چاه‌های بعدی در بیرون از کانال تکمیل شده بودند اما در نهایت به‌طور ناگهانی شن‌های بزرگ سدودکتنده (Blocky Sands) که در ابتدا باریک و شیلی به نظر می‌رسیدند سبب ناامیدی در موفقیت پروژه شدند.

در مورد دیگری پروژه نسبتاً بزرگ، تزریق Co2 با شکست روبه‌رو شد و علت آن این بود که مقدار اشباع نفت باقی‌مانده (Residual Oil Saturation) کمتر از مقدار تخمین زده شده بود. در این مورد داده‌های به دست آمده از نمودار تزریق (Log-Inject-Log) مقادیر کمتری را نشان می‌داد. درحالی که مقادیر بالاتر که توسط موازنه جرم (Material Balance) به دست آمده بود برای مقاصد طراحی مورد استفاده قرار گرفت و نتیجه انجام این پروژه مقدار ناچیز بازیافت نفت خام بود. احتمالاً فهم نامناسب شرایط مخزن و در نتیجه به حساب نیاوردن مناسب تریدها و عدم قطعیت‌ها به صورت مناسب در مورد مخزن و فرایند بازیافت از عوامل شکست پروژه‌ها و پایلوت‌های EOR در گذشته بوده است.

طراحی مهندسی (Engineering Design)

پارامترهای طراحی شامل پارامترهایی در مقیاس میکرو (فشارهای امتزاجی و میزان

فراوانی برد. همچنین با به روز نگه داشتن آنها می توان به تنظیمات و اصلاحات لازم برای سال های پیش رو، دست یافت.

در راستای به کارگیری فن آوری های جدید، تغییر در نحوه مدیریت نیز بسیار مهم است. مدیریت می باید بتواند کارشناسان را با روش های نوین انجام کارها هماهنگ سازد و این به معنای یک فرایند کاری جدید، آموزش بهتر و شاید حتی تشکیل یک سازمان جدید با فرهنگ کاری جدید باشد.

نتیجه گیری (Conclusion)

پروژه های موفق EOR به داده های طراحی مهندسی مناسب، مدل های بررسی کارایی مخزن و مطالعات اقتصادی که به موازات هم دنبال شوند نیاز دارند. بررسی این موارد ابتدا به صورت ساده و مقدماتی آغاز می شود و پیچیدگی های بیشتر همزمان با پیشرفت مراحل طراحی افزوده می شود. با در نظر گرفتن نقش هر سه عامل فوق پروژه ها می توانند به گونه ای طراحی شوند که به کارایی و سودمندی بهینه دست یابند. ■

منبع: مجله JPT مارس ۲۰۰۵



اجرای پروژه

(Project Implementation)

مهمترین امر در اجرای یک پروژه اعمال نظارت مداوم و در حال پیشرفت است. طراحی پروژه و نظارت صحیح می تواند همکاری مناسبی بین بخش های مهندسی و عملیاتی باشد و چنانچه در انجام پروژه با یک فرایند جدید EOR روبه رو باشیم نیازمند برنامه ریزی منظم برای برقراری یک دوره آموزشی مناسب برای کارشناسان عملیاتی هستیم. می بایست به آنان آموزش داده شود تا بدانند که چه انتظاراتی از آنها داریم، از چه چیزی می بایست مراقبت و چه چیزهایی را باید اندازه گیری کنند.

اهمیت چشم ها و گوش های حساس و دقیق، داده های معتبر و کنترل کیفیت دقیق باید مورد تاکید قرار گیرد. اعمال یک نظارت پویا می تواند نقش موثری در رسیدن به هدف داشته باشد.

حفر چاه های مشاهده ای (Observation Wells) برای بررسی و تحقیق کارایی مخزن، بررسی های متعدد وضعیت چاه ها، بانک های اطلاعاتی رایانه ای و کار تیمی نکات کلیدی در اجرای پروژه های EOR هستند.

اجرای موفقیت آمیز پروژه های EOR کار ساده ای نیست. به منظور یک اجرای موفق می توان از شبیه سازی های مخازن و مدل های اقتصادی که در فاز برنامه ریزی پروژه توسعه می یابند بهره

جایگزین می شوند، سرعت تزریقات تغییر می نماید و یا فشار دچار تغییرات می شود. البته تاثیر این تغییرات بر کارایی آزمایش های میدانی به ندرت آشکار است. تست های میدانی فقط در یک بخش از میدان انجام می پذیرد.

حجم نفت های بازیافتی (Swept Volumes) می بایست تخمین زده شوند و احتمالاً در حین انجام یک آزمایش در اثر تغییرات عملیاتی دستخوش تغییرات می شود.

این آزمایش ها تنها بیان می کنند که پروژه موفقیت آمیز نیست اما پاسخی برای ابهامات موجود ندارند. همچنین اطلاعات لازم را برای انجام موفقیت آمیز پروژه در زمان های دیگر را نیز ارائه نمی کنند. بهترین پایلوت ها برای انجام مشاهدات و اعمال نظارت (Monitoring) بر روی چاه ها طراحی می شوند. این پایلوت ها به منظور بررسی پارامترهای خاص نظیر میزان اشباع (Saturation) تغییرات دما و فشار نسبت به زمان و سایر موارد ویژه طراحی و مورد استفاده قرار می گیرند. انجام این آزمایش های میدانی معمولاً ماه ها به طول می انجامد و در پایان پاسخ های خاصی را برای سوالات مشخصی ارائه می نمایند.

سرانجام این پاسخ ها به منظور بهبود و اصلاح مدل های کارایی مخزن و مطالعات اقتصادی مورد استفاده قرار می گیرد تا تصمیمات هوشمندانه ای اتخاذ شود.