



# مروری کوتاه بر تاریخچه تولید نفت و نقش روش‌های ازدیاد برداشت در افزایش ضریب بازیافت نهایی نفت خام

مهیار امامی<sup>۱</sup> ■ مدیریت پژوهش و فناوری

## مقدمه

تولید و صادرات نفت ایران عملاً از حدود یکصد سال پیش با راه‌اندازی پالایشگاه آبادان آغاز گردید و به تدریج (به جز دوره‌ای کوتاه در جریان جنگ جهانی دوم و ملی شدن صنعت نفت) افزایش یافت. تولید نفت ایران در سال ۱۹۳۳ به ۱۸۰ هزار بشکه در روز و در سال ۱۹۳۷ به روزانه ۲۶۰ هزار بشکه رسیده بود، لیکن به دلیل آغاز جنگ جهانی دوم این میزان تا ۱۶۰ هزار بشکه در روز کاهش یافت. با آغاز کار کنسرسیون، در تولید نفت روندی فزاینده آغاز گردید به طوری که تولید از ۲۵۰ هزار بشکه در روز در سال ۱۹۵۵ به بیش از ۴/۵ میلیون بشکه در روز تا سال ۱۹۷۳ رسید. در سال ۱۹۷۹ تولید نفت کشور به حدود ۵/۶ میلیون بشکه در روز رسید. در طول جنگ تحمیلی حداکثر تولید نفت ایران به خاطر بمباران تأسیسات نفتی، به میزان ۲ تا ۲/۵ میلیون بشکه در روز بود که مجدداً پس از پایان جنگ به تدریج تولید رو به افزایش گذاشت. در حال حاضر ظرفیت تولید از میدان‌های نفتی خشکی حدود ۳/۵ میلیون بشکه در روز و از میدان‌های دریایی حدود ۶۰۰ هزار بشکه در روز برآورد می‌شود. براساس برخی آمارها، تولید روزانه

متوسط هر چاه در سال‌های قبل از پیروزی انقلاب اسلامی حدود ۲۶۰۰۰ بشکه در روز بوده که امروز به حدود ۲۵۰۰ بشکه در روز تقلیل یافته و اکثر میدان‌های بزرگ نفتی ایران مانند «آغاچاری»، «کرنج»، «مارون»، «گچساران»، «بی‌بی حکیمه»، «رگ سفید» و «اهواز» از نیمه عمر خود گذشته و در دوره افت تولید می‌باشند. در این مطالعه، چگونگی افزایش ظرفیت تولید نفت کشور، روش‌های ازدیاد برداشت و ضریب بازیافت نهایی نفت خام مورد بررسی قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است که در ایران، متوسط ضریب بازیافت نهایی اولیه و ثانویه نفت خام، حدود ۲۶ درصد حجم نفت خام در جای اولیه می‌باشد و چنانچه با استفاده از روش‌های نوین، ضریب بازیافت نهایی نفت خام را بتوان حتی به میزان یک درصد افزایش داد، رقم قابل توجهی به ذخایر کنونی نفت خام کشور اضافه خواهد شد. توضیح اینکه علت اصلی پایین بودن نسبی ضریب بازیافت نهایی نفت خام ایران در مقایسه با سایر کشورهای تولید کننده عمدتاً ناشی از عوامل ذیل می‌باشد:

• نوع سنگ مخزن در ایران عمدتاً کم تراوا و بعضاً شکاف‌دار بوده، در حالی که در سایر کشورها ماسه سنگی و یا از جنس آهک نرم با خلل و فرج و

تراوایی زیاد می‌باشد.

- استفاده محدود از روش‌های تزریق سیال (آب و گاز) عمدتاً در اواسط یا طی دوران تخلیه در ایران در مقایسه با گستردگی استفاده از این پروژه‌ها در سایر کشورها که از ابتدای تولید از مخازن صورت می‌گیرد.
- استحصال نفت خام‌های بسیار سنگین از طریق اعمال روش‌های حرارتی در بعضی از کشورهای پیشرفته و عدم به کارگیری این امکانات در ایران.

## بازنگری افزایش ضریب بازیافت نهایی نفت خام

توسعه مخزن و ایجاد تأسیسات و تسهیلات بهره‌برداری و انتقال نفت خام تولیدی، نیاز به سرمایه‌گذاری قابل ملاحظه‌ای دارد که با زمان مناسب برگشت سرمایه همراه می‌باشد. لذا، به طور معمول، در مطالعات اقتصادی طرح توسعه و بهره‌برداری از مخزن، در ابتدا به منظور اعمال کمترین ریسک سرمایه‌گذاری، ارقام محتاطانه‌ای برای ذخیره نهایی و قابلیت تولیدی مخزن به کار برده می‌شود و پس از مشاهده نحوه عملکرد تولیدی مخزن، اقدامات فنی و مالی لازم - با ضریب اطمینان بالاتر نسبت به استحصال ذخیره بیشتر از مخزن - به عمل می‌آید. به همین دلیل معمولاً مراحل توسعه



نفت‌خیز جهان، از تعداد بسیار محدود- طی دهه ۱۹۸۰ میلادی- به صدها حلقه چاه در سال افزایش یابد.

چاه افقی، به علت این که به صورت افقی در داخل سنگ مخزن، حفاری می‌گردد، نسبت به چاه قائم که به صورت عمودی و یا مایل از سنگ مخزن عبور می‌نماید، دارای سطح تماس بیشتری با سنگ مخزن بوده و در نتیجه پتانسیل تولیدی بیشتری نسبت به چاه قائم را دارا می‌باشد؛ در نتیجه موجب طولانی‌تر شدن عمر تولید مخزن و ازدیاد برداشت از آن می‌گردد.

البته هر چند حفاری افقی در افزایش ضریب بازیافت نهائی نفت مؤثر است ولی میزان افزایش، بستگی به مشخصات سنگ مخزن و سیالات درون آن دارد و ناپستی آمار منتشر شده خارجی را که مربوط به یک مخزن ماسه سنگی نرم با تخلخل و تراوایی زیاد می‌باشد بدون بررسی‌های همه جانبه به دیگر مخازن، از جمله مخازن کربناته ایران تعمیم داد. در دهه ۱۳۷۰ تعدادی حفاری افقی در مناطق خشکی و دریایی کشور انجام

یک میدان به صورت مرحله‌ای و فاز به فاز انجام می‌شود.

## ۲- بازیافت ثالثیه نفت

نفت مازاد بر ذخایر اولیه و ثانویه که در اثر اعمال روش‌های مختلف تزریق امتزاجی، تزریق مواد شیمیایی، بیوشیمیایی و گازهای غیرهیدروکربنی به مخزن و همچنین در اثر ایجاد حرارت مصنوعی در مخازن نفت سنگین و بسیار سنگین به دست آید «ذخیره ثالثیه» نام دارد. بر مبنای این تعریف، روش‌های ازدیاد بازیافت نفت ثالثیه را می‌توان در چهار گروه: «روش‌های حرارتی»، «تزریق امتزاجی گاز»، «تزریق مواد شیمیایی» و «تزریق مواد بیوشیمیایی» تقسیم بندی کرد.

روش‌های حرارتی جهت استحصال نفت سنگین سابقه طولانی داشته و در تعدادی از کشورهای جهان در مقیاس تجاری از آن استفاده می‌گردد. در این راستا، مقالات علمی بیانگر این موضوع است که کشورهای دارنده ذخایر نفتی بسیار سنگین، بیش از پیش به استفاده از روش‌های حرارتی توجه نموده و برنامه‌های گسترده‌ای را در این رابطه در دست اجرا دارند. در جمهوری اسلامی ایران، مخازن قابل ملاحظه‌ای از نفت بسیار سنگین در خشکی و در خلیج فارس وجود دارد که می‌بایست بازیابی آنها به طریق روش حرارتی، مدنظر قرار گیرد.

## ۳- حفاری بین چاهی و کاربرد چاه افقی در افزایش تولید

در حفاری بین چاهی با کاهش شعاع تخلیه چاه‌ها بین چاه‌های قدیمی‌تر، چاه‌های جدیدی حفاری می‌شوند که هدف کلی آنها، افزایش «راندمان جارویی»<sup>۲</sup> می‌باشد.

مزایای حفاری چاه افقی در مقایسه با چاه قائم در امر تولید و نیز افزایش ذخیره نهایی نفت از مخازن نفتی با بهره‌گیری از تکامل فن آوری، سبب گردیده که حفاری این گونه چاه‌ها در بسیاری از کشورهای

## روش‌های ازدیاد برداشت از مخازن نفت

- به منظور جبران کاهش توان تولید و حفظ سقف تولید روزانه عمدتاً از روش‌های ذیل استفاده می‌شود:
  - بازیافت ثانویه و ثالثیه نفت خام
  - حفاری بین چاهی (Infill drilling) و کاربرد چاه‌های افقی
  - کاربرد فن آوری‌های جدید
- در ادامه متن خلاصه‌ای از روش‌های فوق آورده شده است:

### ۱- بازیافت ثانویه نفت

با اعمال روش‌های تزریق آب، گاز و یا هر دو به مخزن تولیدی، متناسب با مشخصات و مکانیسم تولید مخزن موردنظر (به منظور تثبیت و یا فشارافزایی مخزن)، میزان بازیافت نهایی نفت افزایش خواهد یافت و این عمل هر چه زودتر، با توجه به شرایط اولیه مخزن انجام گردد، از هرزروی بیشتر نفت جلوگیری خواهد شد.

در حال حاضر در تعدادی از میادین نفتی مناطق خشکی ایران (میادین «هفتگل»، «گچساران»، «مارون»، «کرنج»، «بی‌بی حکیمه»، «لب سفید»، «پارسی»، «کوپال»، «پازنان»، «رامشیر»، «آغاچاری»، «نرگسی»، «دارخوین») تزریق گاز انجام می‌گردد. در میدان «پازنان»، روش بازگردانی گاز در حال انجام است و گاز غنی استخراج و پس از استحصال میعانات گازی، دوباره به صورت گاز خشک به مخزن تزریق می‌شود. در میادین «رامشیر»، «آسماری» و «دارخوین»، تزریق گاز امتزاجی در حال انجام است. نوع تزریق در سایر میادین نفتی خشکی به صورت غیرامتزاجی است. در هیچ یک از میدان‌های نفتی خشکی، تزریق آب صورت نمی‌گیرد ولی به علت دسترسی به آب دریا، تزریق آب در برخی میادین دریایی از جمله



گرفته است، لذا با توجه به گذشت زمان نسبتاً طولانی، اکنون می‌توان در خصوص عملکرد و پتانسیل تولیدی آنها و نیز مشکلات و تنگناهای احتمالی، ارزیابی و اظهار نظر بهتری ارائه نمود.

#### ۴- استفاده از فناوری‌های جدید

در سال‌های اخیر، فناوری‌های جدید در زمینه‌های مختلفی از جمله: در صنایع حفاری، ژئوفیزیک، پتروفیزیک، زمین‌شناسی، مهندسی مخازن و بهره‌برداری در سراسر جهان توسعه و به کار گرفته شده‌اند. لرزه‌نگاری سه‌بعدی و چهاربعدی، کمک شایانی به تعیین مشخصات مخازن نموده است. تاکنون روش لرزه‌نگاری چهاربعدی، در مناطق خشکی و دریایی ایران به کار گرفته نشده است؛ چاه‌های انحرافی و افقی به منظور افزایش سطح تماس با مخزن، به‌طور محدود در کشور مورد استفاده قرار گرفته‌اند؛ حفاری چاه‌های چند شاخه‌ای نیز آغاز گردیده ولی الگوی چند شاخه‌ای<sup>۳</sup> که موجب حداکثر «راندمان جارویی» می‌شود، استفاده نشده است و روش حفاری «زیرتعادلی» به‌منظور کاهش آسیب به مخزن، در صنعت نفت ایران در دست اقدام است.

همچنین در حال حاضر، ابزار MWD یا Measurement While Drilling (سنجش ضمن حفاری) برای حفاری‌های جهت‌دار، اعم از انحرافی و یا افقی و نرم‌افزارهای پیشرفته مانند: Eclipse، CMG، Hysys و ... در مهندسی مخازن و نیز در بهینه‌سازی فرآیند

تولید، مورد استفاده قرار می‌گیرند که البته استفاده بیشتر از نرم‌افزارهای جدید، ضروری به نظر می‌رسد.

#### جمع‌بندی و پیشنهادات

• توجه کامل به اجرای هرچه سریع‌تر تزریق سیال (آب یا گاز) به مخازن نفتی در سطح گسترده، جهت جلوگیری از افت فشار مخزن و «هرز رفت» و یا کاهش ذخیره نفت و در نهایت افزایش ضریب بازیافت نهایی در خشکی و دریا ضروری می‌باشد.

• در مورد پروژه‌های بهره‌برداری از نفت سنگین و بسیار سنگین، مطالعات آزمایشگاهی و شبیه‌سازی فیزیکی مخازن، جهت بررسی چگونگی افزایش ضریب بازیافت نهایی نفت (بازیافت ثانویه و ثالثیه) به طریق «حرارتی» و «احتراق درجا» پیشنهاد می‌گردد.

• به‌کارگیری تکنولوژی حفاری افقی، در سطح گسترده‌ای در مناطق خشکی و دریایی، خصوصاً در میدان مشترک، به‌منظور افزایش ضریب بازیافت نهایی در کلیه مراحل تولید اولیه، ثانویه و ثالثیه مؤثر و ضروری می‌باشد.

• فعالیت‌های اکتشافی در خشکی و دریا افزایش یابد و سایر حوزه‌های رسوبی ایران مورد توجه و بررسی قرار گیرند.

• احتمال کشف ذخایر بیشتر گازی قابل انتظار است.

• میدانهای جدید کشف شده، هرچه سریع‌تر مورد بهره‌برداری قرار گیرند.

• نوسازی و بهینه‌سازی تاسیسات سطح الارضی، در دستور کار قرار گیرد.

• جمع‌آوری گازهای همراه در خشکی و دریا تسریع گردد.

• سایر روش‌های تزریق سیالات، به‌خصوص تزریق گاز کربنیک و ازت در مخازن ایران بررسی گردد.

• امکان‌سنجی فناوری‌های مرتبط با چاه‌ها و میدان‌های هوشمند آغاز گردد.

• محدودیت‌های تامین تجهیزات نفتی، کالا و مواد مورد نیاز، برطرف گردد.

• ایجاد ارتباطات کارشناسی تنگاتنگ در مجامع داخلی و بین‌المللی، شرکت در مجامع و همایش‌های علمی و فنی جهت کسب آگاهی کارشناسان ایرانی از آخرین پیشرفت‌ها و تحولات فناوری، از ضروریات می‌باشد و لازم است تسهیلات مالی کافی در این زمینه ایجاد گردد.

• پشتیبانی و اختصاص بودجه مورد نیاز، جهت مطالعات آزمایشگاهی در مراکز تحقیقاتی بالادستی وابسته به صنعت نفت مانند: پژوهشگاه صنعت نفت، دانشگاه صنعت نفت و پژوهشگاه ازدیاد برداشت با هدف انجام تحقیقات در زمینه‌های بازیافت ثانویه و ثالثیه نفت از ضروریات محسوب می‌گردد و لازم است امکانات مالی، نیروی انسانی متخصص و ابزار مطالعاتی (سخت‌افزار و نرم‌افزار) مربوطه، در اختیار این مراکز قرار گیرد.

• تربیت کارشناسان ایرانی در زمینه‌های بالادستی هرچه بیشتر مورد توجه قرار گیرد.

#### پانویس‌ها

<sup>1</sup>emami@nioc.rtd.ir

<sup>2</sup>sweep efficiency

<sup>3</sup>fish bone

#### منابع

- ۱- ماهنامه فنی و تخصصی «اکتشاف و تولید» - شماره ۷۱ - شهریور  
۱۳۸۹ - روابط عمومی شرکت ملی نفت ایران.
- ۲- آمار مربوط به تاریخچه تولید نفت ایران از کتاب‌های «محمود قاسم زاده» و «فواد روحانی» اخذ شده است و ممکن است با آمارهای مورد تأیید شرکت ملی نفت ایران تطابق کامل نداشته باشد.