

روش های نوین ازدیاد برداشت

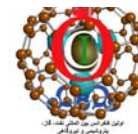
شهرام القاصی^۱، آرمین خوشخو^۲، حامد فتاحی^۳، محمد یارویسی^۴، شهرام محمدی^۵
^۱ کارشناسی مهندسی نفت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد امیدیه، باشگاه پژوهشگران جوان،
امیدیه، ایران

^۲ و ^۳ و ^۴ و ^۵ کارشناسی مهندسی نفت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد امیدیه

چکیده

بیشتر میدان های نفتی و گازی ما در نیمه دوم عمر خود بوده که از نگاه مهندسی مخزن طبیعی است که بخشی از این میدان های نفتی و چاه های حفره شده با کاهش ضریب بازیافت و افت تولید مواجه شوند. بر اساس آمارهای IEA، در دوره زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۰ میلادی، میزان تولید ما سالانه با ۵ درصد کاهش مواجه خواهد بود و در مقابل روزانه ۱/۱ میلیون بشکه افزایش تقاضا در جهان وجود دارد؛ از این رو بحث ازدیاد برداشت و بهبود ضریب بازیافت از مخازن یکی از موثرترین راه ها برای کاهش شکاف تولید و تقاضاست. اغلب محققان بر این باورند که در مناطق نفت خیز جهان، بدون روش های ازدیاد برداشت تنها یک سوم کل نفت در جای موجود را می توان به صورت تجاری استخراج کرد ۸۰ درصد مخازن هیدروکربنی در مناطق نفت خیز جنوب کربناته است، تزریق گاز بهترین شیوه برای ازدیاد برداشت نفت از مخازن کربناته به شمار می رود و می توان از روش تزریق گاز یا از روش های پیچیده تری مثل تزریق مواد بیوشیمیایی، روش حرارتی در مخازن نفت سنگین و فوق سنگین، حفاری بین چاهی و کاربرد چاه افقی و چند شاخه ای، حفاری زیر تعادلی و استفاده از فناوری های جدید توسط لرزه نگاری چهار بعدی استفاده کرد. هزینه لرزه نگاری ۴ بعدی ۱ تا ۲ دلار در هر بشکه تخمین زده شده است. اگر چه کاهش ریسک تولید از مخزن و افزایش برداشت ۲۰ تا ۳۰ درصدی که گفته می شود با استفاده از این فناوری حاصل می شود. در این مقاله به تاثیر روش های میکروبی، حفاری چاه چند شاخه ای و لرزه نگاری ۴ بعدی و... بر ازدیاد برداشت پرداخته شده است.

واژگان کلیدی: روش های ازدیاد برداشت - تزریق مواد - انواع حفاری - کاهش هزینه - لرزه نگاری 4 بعدی

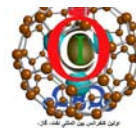


1 - مقدمه

اکثر میدان های بزرگ نفتی ایران مانند «آغاجری»، «کرنج»، «مارون»، «گچساران»، «بی بی حکیمه»، «رگ سفید» و «هواز» از نیمه عمر خود گذشته و در دوره افت تولید می باشند. میزان تولید هر حلقه چاه به طور متوسط بین یک تا دو هزار بشکه است، در حالی که این میزان در گذشته ۱۷ تا ۲۰ هزار بشکه بود، بر این اساس اگر بخواهیم همان میزان تولید قبلی را داشته باشیم، حداقل باید حفاری ۱۰ چاه جدید را در دستور کار قرار داد که این فرآیند، پشتیبانی حفاری، نیروی انسانی، خدمات و سایر موارد مرتبط با تولید از چاه را ۱۰ برابر خواهد کرد. بر اساس آمارهای IEA، در دوره زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۰ میلادی، میزان تولید ما سالانه با ۵ درصد کاهش مواجه خواهد بود و در مقابل، روزانه ۱/۱ میلیون بشکه افزایش تقاضا در جهان وجود دارد؛ از این رو بحث ازدیاد برداشت و بهبود ضریب بازیافت از مخازن، یکی از موثرترین راه ها برای کاهش شکاف تولید و تقاضاست. مطالعات نشان می دهد که طی سال ۱۳۵۵ مخازن نفت ایران نیازمند ۲۵۰ میلیون مترمکعب گاز در روز بوده اما براساس تحقیقات کمیسیون انرژی مجلس و مطالعات انجام شده از سوی شرکت های تولید کننده نفت، این میزان در سال ۸۸ به بیش از ۴۰۰ میلیون متر مکعب رسیده است. مطابق مطالعات صورت گرفته در دفتر همکاری های فن آوری نهاد ریاست جمهوری، وضعیت تولید مخازن نفت کشور در چند سناریو قابل تعریف است: ادامه وضع فعلی، تزریق برای تثبیت فشار فعلی، تزریق برای تثبیت فشار افزایشی کامل و تزریق برای فشار افزایشی ناقص (میانگین تثبیت فشار فعلی و فشار افزایشی کامل). پیش بینی شد که در حالت فشار افزایشی کامل، توان ۷۲ میلیارد بشکه ازدیاد برداشت، امکان پذیر باشد، به طوری که با تزریق ۶ تریلیون متر مکعب گاز طی ۲۵ سال آینده، می توانیم به حدود ۷۰ میلیارد بشکه ازدیاد برداشت برسیم و از مدفون شدن بخش عظیمی از نفت در جای این میدان ها جلوگیری کنیم. پیش بینی می شود با تزریق گاز، بر میزان ذخیره نفت کشور، نزدیک به ۱۲۰ میلیارد بشکه افزوده شود.

2 - روش های افزایش تولید

برای افزایش تولید دو روش اساسی را باید مورد توجه قرار داد؛ نخست کشف و توسعه میدان های جدید که البته این میدان ها اکثراً با مشکلاتی نظیر کوچک بودن، عمق کم و کیفیت کمتر نسبت به میدان های قدیمی رو به رو هستند. این موارد، آثار خود را در کاهش تولید نشان خواهد داد. روش دوم برای مقابله با کاهش تولید، بحث بهبود بازیافت نفت خام است و بیشتر کشورهای منطقه و دنیا تمرکز خود را به آن مصطوف کرده اند. هرچه میزان سرمایه گذاری در این حوزه بیشتر باشد، ارزش افزوده بالاتری حتی نسبت به اکتشاف به دنبال خواهد داشت. از افزایش بازیافت می توان به عنوان راهی کوتاه مدت و از توسعه میدان های جدید، به عنوان راهی میان مدت بهره گرفت؛ همچنین تکمیل این دو روش به همراه سایر اصلاحات در مجموع نیز به افزایش بازیافت نفت در بلند مدت کمک کند. ماده ۱۳۰ برنامه پنجم توسعه به طور مستقیم به ازدیاد برداشت اشاره دارد و براساس آن، وزارت نفت موظف است در یک سال نخست، برنامه های جامع صیانتی ازدیاد برداشت مخازن را با اولویت برداشت از مناطق خشکی و دریایی تهیه کند.



3 - روش های ازدیاد برداشت

روش های ازدیاد برداشت از مخازن نفت به منظور جبران کاهش توان تولید و حفظ سقف تولید روزانه عمدتاً از روش های ذیل استفاده می شود:

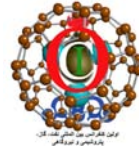
- بازیافت ثانویه و ثالثیه نفت خام
- ✓ تزریق امتزاجی و غیر امتزاجی گاز
- ✓ تزریق آب و تزریق متناوب نفت و آب
- ✓ روش حرارتی در مخازن نفت سنگین و فوق سنگین
- ✓ روش های شیمیایی و بیو تکنولوژی
- حفاری بین چاهی (Infill Drilling) و کاربرد چاه های افقی و چند شاخه ای
- کاربرد فن آوری های جدید

بازیافت ثانویه نفت:

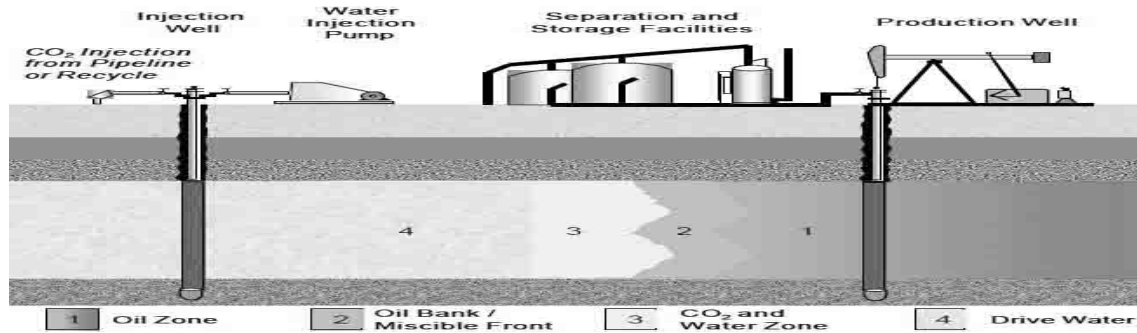
با اعمال روش های تزریق آب، گاز و یا هر دو به مخزن تولیدی، متناسب با مشخصات و مکانیسم تولید مخزن مورد نظر (به منظور تثبیت و یا فشار افزایشی مخزن) میزان بازیافت نهایی نفت افزایش خواهد یافت و این عمل هرچه زودتر، با توجه به شرایط اولیه مخزن انجام گردد، از هرزروی نفت جلوگیری می کند.

- تزریق گاز:

روش تزریق گاز به دو صورت امتزاجی و غیر امتزاجی صورت می گیرد؛ جلوتر به روش تزریق گاز امتزاجی پرداخته ایم اما در روش غیر امتزاجی، گاز به مخازن نفتی تزریق می گردد که این تزریق نسبتاً ارزان است. در این روش گاز تزریقی در قسمت بالای مخزن متراکم می شود و فشار مخازن را افزایش می دهد و حرکت نفت را سهولت می بخشد. لزومی ندارد گاز تزریقی حتماً از نوع ترکیبات هیدروکربنی باشد. در کشور های صنعتی، از گازهای خروجی از تاسیسات بزرگ صنعتی که بخش اعظم آن را دی اکسید کربن تشکیل می دهد برای تزریق استفاده می شود که نه تنها راندمان آن بالاتر از تزریق گاز های هیدروکربنی است بلکه فواید زیست محیطی نیز دارد. تزریق های امتزاجی و غیر امتزاجی به عنوان روش های ازدیاد برداشت در مخازن شکافدار، به دلیل ساختار ناهمگون این نوع مخازن مشکلات خاص خود را دارد. نفت و سیال تزریقی تمایل بیشتری به تولید از طریق شبکه شکافها دارند و نفت موجود در بلوک های ماتریس به راحتی جابجا نمی شود. این مخازن شکافدار ممکن است باعث بروز پدیده ی انگشتی شدن و یا پدیده ی حرکت جداگانه ی سیال تزریقی از سیال مخزن، به دلیل تفاوت در چگالی آنها شود [6].



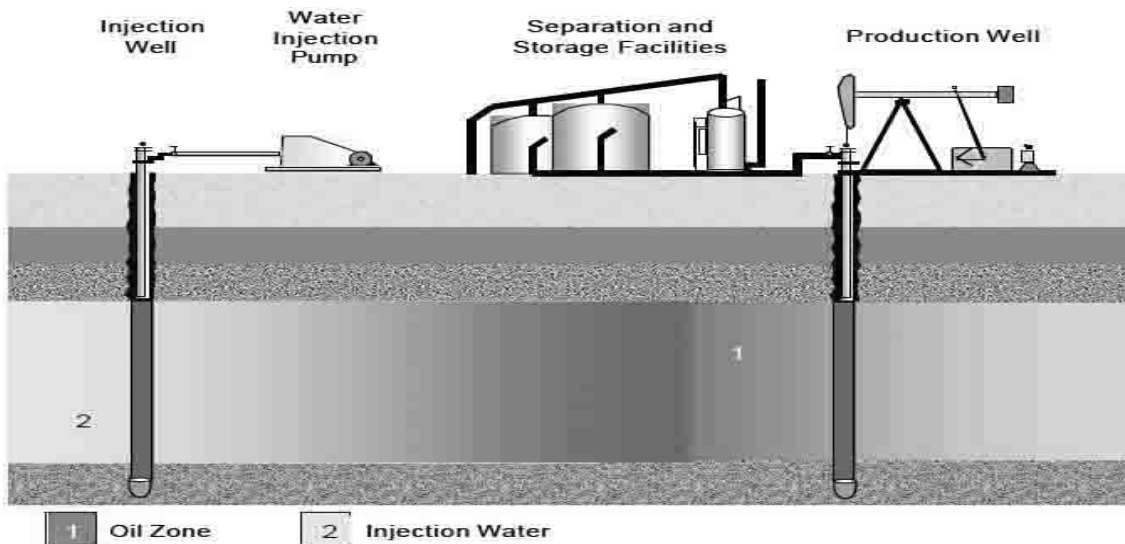
شکل 1 - تزریق گاز CO₂

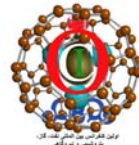


- تزریق آب:

در تزریق آب، آب به عنوان عامل فشار افزا به مخزن به کار برده می شود. برخی کارشناسان معتقدند بازده این روش مطلوب نیست، زیرا نهایتاً 35 درصد می باشد و اولویت در روش تزریق گاز خواهد بود. تزریق آب بیشتر برای مخازن شنی کاربرد دارد. در هیچ یک از میدان های نفتی خشکی، تزریق آب صورت نمی گیرد. ولی به علت دسترسی به آب دریا تزریق آب در برخی میادین دریایی از جمله میدان سیری عملی گردیده است. از تزریق متناوب آب و گاز برای افزایش فشار در مخزن نیز می توان سود برد.

شکل 2 - تزریق آب

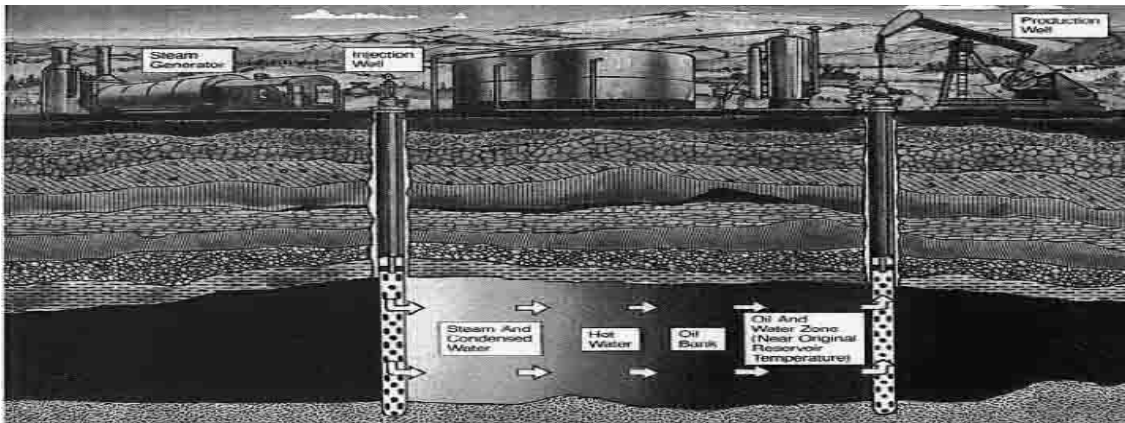




نفت مازاد بر ذخایر اولیه و ثانویه که در اثر اعمال روش های مختلف تزریق امتزاجی، تزریق مواد شیمیایی، بیوشیمیایی و گازهای غیرهیدروکربنی به مخزن و همچنین در اثر ایجاد حرارت مصنوعی در مخازن نفت سنگین و فوق سنگین بدست آید «ذخیره ثالثیه» نام دارد [2]. بر مبنای این تعریف، روش های ازدیاد باز یافت نفت ثالثیه را می توان در چهار گروه: روش های حرارتی، تزریق امتزاجی گاز، تزریق مواد شیمیایی و تزریق مواد بیوشیمیایی تقسیم بندی کرد. البته روش های ازدیاد برداشت از مخازن نفت سنگین به دو دسته کلی روش های حرارتی و غیر حرارتی تقسیم می شوند.

- روش حرارتی:

روش های حرارتی جهت استحصال نفت سنگین سابقه طولانی داشته و در تعدادی از کشورهای جهان در مقیاس تجاری از آن استفاده می گردد. معمولاً در بهره برداری از مخازنی که نفت آنها نسبتاً سنگین است به کار برده می شود. طبقه بندی مخازن نفتی به مخازن نفت سبک و سنگین براساس درجه API سیال مخزن انجام می گیرد؛ به طور معمول نفت هایی با درجه API بین 12 تا 20 را می توان نفت سنگین و با درجه API بین 8 تا 12 را نفت فوق سنگین طبقه بندی کرد. به منظور کاستن گرانی و شامل تزریق آب داغ یا بخار به درون مخزن و یا ایجاد حرارت به کمک انرژی الکتریکی می باشد. در این راستا، مقالات علمی بیانگر این موضوع است که کشورهای دارنده ذخایر نفتی بسیار سنگین، بیش از پیش به استفاده از روش های حرارتی توجه نموده و برنامه های گسترده ای را در این رابطه در دست اجرا دارند. در جمهوری اسلامی ایران، مخازن قابل ملاحظه ای از نفت بسیار سنگین در خشکی و در خلیج فارس وجود دارد که می بایست بازیابی آنها به طریق روش حرارتی، مدنظر قرار گیرد. مخازن نفت سنگین و فوق سنگین به خاطر دارا بودن ویسکوزیته بالا دارای باز یافت اولیه قابل ملاحظه ای نیستند، از این رو جهت باز یافت موثر از چنین مخازنی ضرورت کاهش ویسکوزیته نفت درجا با استفاده از روش های حرارتی احساس می شود به طوری که بیش از 80٪ تولید نفت سنگین در مرحله ازدیاد برداشت از طریق روش های حرارتی انجام می گیرد. تزریق حرارت به داخل مخزن و یا ایجاد حرارت در مخزن علاوه بر کاهش گرانی و فواید دیگری از جمله انبساط نفت، تقطیر نفت در درجه حرارت بالا که باعث جدا شدن اجزا سبک می شود و نیز افزایش فشار مخزن که باعث سهولت حرکت نفت به طرف چاه های تولیدی می شود نام برد. تزریق بخار آب به مخازن نفت سنگین امروزه متداول ترین روش حرارتی ازدیاد برداشت از مخازن نفت سنگین بوده و تقریباً 90٪ نفت تولیدی از پروژه های ازدیاد برداشت از طریق این روش ممکن می شود. روش های دیگری نیز وجود دارد که در برخی کشورها نظیر آمریکا و کانادا عملی می باشد. مثل روش تزریق متناوب بخار CSS، روش ریزش ثقلی با بخار SAGD، روش SW-SAGD و روش احتراق درجا. اگر چه روش های حرارتی برای باز یافت نفت سنگین و فوق سنگین موثر هستند اما نیاز به انرژی حرارتی زیاد در این فرآیند ها می تواند باعث غیراقتصادی شدن این روش ها، به خصوص در شرایط نازک بودن لایه تولیدی، تراوایی کم، بالا بودن درصد اشباع آب، وجود شکاف های عمودی در مخزن، پایین بودن ضریب هدایت سنگ مخزن و نیز وجود آبدۀ در مخزن می شود.



- روش تزریق امتزاجی گاز:

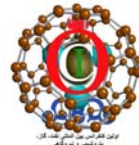
در روش امتزاجی، گاز طبیعی با افزودن ترکیبات هیدروکربنی میانی C2 تا C6 غنی می شود؛ به طوری که بخش غنی شده گاز تزریقی که در ابتدای کار تزریق می گردد، با نفت مخزن امتزاج یافته و آن را از درون خلل و فرج سنگ مخزن به طرف چاه های تولیدی هدایت می کند. راندمان در این روش بیشترین درصد را به خود اختصاص می دهد و اگر سنگ مخزن دارای خواص همگن و یک دست و تراوایی آن نیز مناسب باشد به ۶۵ تا ۷۵ درصد حجم نفت باقی مانده می توان دست یافت. یکی از روش های تزریق امتزاجی تزریق بخارهای هیدروکربوری VAPEX می باشد [۸]. در حال حاضر در هشت مخزن نفتی مناطق خشکی «هفتگل»، «مارون»، «کرنج»، «گچساران»، «بی بی حکیمه»، «آغاچاری»، «پارسی» و «کوپال» تزریق گاز صورت می گیرد 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 می شود؛ پیش بینی می شود طرح های تزریق گاز به مخازن «نرگسی» و «قلعه نار» در سال جاری راه اندازی و تزریق مجدد گاز به مخزن «لب سفید» که از ۴ سال پیش متوقف شده بود، در سال های آتی مجدداً آغاز شود. [1]. در میادین «آسماری»، «رامشیر» و «دارخوین» تزریق گاز امتزاجی در حال انجام است. نوع تزریق در سایر میادین نفتی خشکی به صورت غیر امتزاجی است

- روش تزریق مواد شیمیایی یا فوم:

یکی از انواع روش های ازدیاد برداشت از مخازن نفت، روش شیمیایی است. در این روش، با تزریق مواد شیمیایی به دنبال تولید بیشتر از مخزن هستیم این روش به منظور کاهش نیروی کشش سطحی بین سنگ و سیال با تنظیم نسبت تراوایی به گرانروی نفت مخزن مورد استفاده قرار می گیرد. از رو شهای متداول و پیشرفته در ازدیاد برداشت نفت، استفاده از مواد شیمیایی مانند آلکالین ها، سورفکتانت ها و پلیمرها می باشد در حال حاضر تزریق پلیمر متداول ترین روش تزریق مواد شیمیایی است. استفاده از روش تزریق فوم و مواد شیمیایی در برخی از میادین نروژ به صورت آزمایشی با موفقیت انجام پذیرفته است.

- تزریق مواد بیوتکنولوژی:

استفاده از میکروب ها جهت تولید گاز به منظور افزایش بازده یا دفع موادی که باعث کاهش غلظت و گران روی نفت و انتقال آسان آن به سمت چاه های تولیدی می شود، تحت روشی به نام MEOR انجام می شود. روش های میکروبی از روش



های نوین افزایش بازده ذخایر به شمار می رود که این روش از جنبه های نوین کاربرد علوم بیوتکنولوژی در صنعت نفت می باشد. از کاربردهای بیوتکنولوژیکی در روش ازدیاد برداشت نفت می توان به استفاده از میکرو ارگانیسم ها در صنایع نفت اشاره نمود که به کمک میکروبهای بی هوازی و انحلال مواد معدنی و سولفات صورت می گیرد.

حفاری بین چاهی و کاربرد چاه افقی و چند شاخه ای در افزایش تولید:

در حفاری بین چاهی با کاهش شعاع تخلیه چاه ها بین چاه های قدیمی تر، چاه های جدیدی حفاری می شوند که هدف کلی آنها، افزایش مزایای حفاری چاه افقی در مقایسه با چاه قائم در امر تولید و نیز افزایش ذخیره نهایی نفت از مخازن نفتی با بهره گیری از تکامل فناوری، سبب گردیده که حفاری این گونه چاه ها در بسیاری از کشورهای نفت خیز جهان، از تعداد بسیار محدود طی دهه 1980 میلادی -به صدها حلقه چاه در سال افزایش یابد. چاه افقی، به علت این که به صورت افقی در داخل سنگ مخزن، حفاری می گردد، نسبت به چاه قائم که به صورت عمودی و یا مایل از سنگ مخزن عبور می نماید، دارای سطح تماس بیشتری با سنگ مخزن بوده و در نتیجه پتانسیل تولیدی بیشتری نسبت به چاه قائم را دارا می باشد؛ در نتیجه موجب طولانی تر شدن عمر تولید مخزن و ازدیاد برداشت از آن می گردد. البته هر چند حفاری افقی در افزایش ضریب بازیافت نهایی نفت مؤثر است ولی میزان افزایش، بستگی به مشخصات سنگ مخزن و سیالات درون آن دارد و نبایستی آمار منتشر شده خارجی را که مربوط به یک مخزن ماسه سنگی نرم با تخلخل و تراوایی زیاد می باشد بدون برر سی های همه جانبه به دیگر مخازن، از جمله مخازن کربناته ایران تعمیم داد. در دهه 1370 تعدادی حفاری افقی در مناطق خشکی و دریایی کشور انجام گرفته است، لذا با توجه به گذشت زمان نسبتاً طولانی، اکنون می توان در خصوص عملکرد و پتانسیل تولیدی آنها و نیز مشکلات و تنگناهای احتمالی، ارزیابی و اظهار نظر بهتری ارائه نمود. البته در همه مخازن حفاری چاه های افقی به منظور ازدیاد برداشت توصیه نمی شود. مخزن پارس جنوبی شامل چهار لایه K1, K2, K3, K4 تولیدی می باشد. در یال های این مخزن جایی که سطح تماس گاز و آب (WGC) خیلی بالاست، K3 و K4 اشباع از آب می باشند و تولید از دو لایه دیگر کافی نمی باشد. هنگامی که در یال ها سطح تماس گاز و آب خیلی بالاست. ناحیه تولیدی فقط محدود به است و دوره تولید نسبت به چاه های دیگر نقاط مخزن خیلی کوتاه است. چون مخزن پارس جنوبی یک مخزن چند لایه ای می باشد در نتیجه برای ازدیاد برداشت حفاری افقی توصیه نمی شود. در چنین مواردی نقش چاه های چند شاخه ای پر رنگ تر می شود و در نتیجه حفاری چاه های تک شاخه یک گزینه اقتصادی به نظر نمی رسد. در این وضعیت حفاری چاه های چند شاخه می تواند یک گزینه مناسب برای حفظ تولید باشد.

پس از طراحی یک چاه دو شاخه ای توسط نرم افزار Drilling Office با استفاده از داده های چاه های مجاور و شبیه سازی چاه چند شاخه توسط نرم افزار ECLIPSE به منظور میزان افزایش تولید، نتایج به دست آمده حاکی از این بود که با وجود میزان افزایش اندک هزینه حفاری، مجموع تولید گاز از چاه دو شاخه در مقایسه با چاه تک شاخه اولیه بسیار بیشتر می باشد [5]. بعد از مدلسازی هر دو سناریو نتایج بدست آمده نشان دهنده این بود که با جایگزینی چاه دو شاخه به جای تک شاخه، دوره استمرار تولید از 6 به 13 سال افزایش می یابد و دوره تولید چاه از 19 به 25 سال گسترش خواهد یافت. تولید

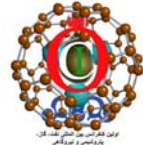
گاز انباشتی از 534 به 750 میلیارد فوت مکعب افزایش خواهد یافت که معادل 40٪ افزایش می باشد. این همه در حالیست که طبق آنالیز هزینه، کل هزینه حفاری و تکمیل یک چاه دو شاخه نسبت به یک چاه معمولی 37٪ بالاتر است.

استفاده از فناوری های جدید:

در سال های اخیر، فناوری های جدید در زمینه های مختلفی از جمله: در صنایع حفاری، ژئوفیزیک، پتروفیزیک، زمین شناسی، مهندسی مخازن و بهره برداری در سراسر جهان توسعه و به کار گرفته شده اند. لرزه نگاری سه بعدی و چهاربعدی، کمک شایانی به تعیین مشخصات مخازن نموده است. عملیات لرزه نگاری مهمترین ابزار مهندسان ژئوفیزیک برای اکتشاف

اولین کنفرانس بین المللی نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی

مرکز همایش های بین المللی هتل المپیک تهران



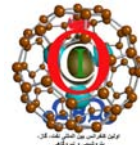
نفت و گاز بوده که بر اساس مطالعه شکل امواج صوتی یا ارتعاشی که توسط منبع انرژی به داخل زمین فرستاده می شود، استوار است. این امواج پس از عبور از لایه های متفاوت، قسمتی از آن به سمت منبع یا نقطه ای مشخص (سطح زمین) انعکاس می یابد. امواج در اثر اختلاف چگالی و سرعت صوت در لایه های مختلف ژئوفیزیکی انعکاس های گوناگون دارند و توسط ژئوفونها (در خشکی) و هیدروفونها (در دریا) جذب می شوند. تفاوت در انعکاس امواج از لایه های مختلف به زمین شناسان امکان می دهد که محدوده و عمق سنگهای متخلخل را که احتمالاً حاوی نفت و گاز هستند، تخمین بزنند. بعد از ایجاد موج در لرزه نگاری نوبت به دریافت و تفسیر داده ها می رسد. مهمترین روش ها برای ترسیم داده ها به صورت دو بعدی، سه بعدی و چهار بعدی می باشد. در گذشته هدف کلی لرزه نگاری ۳ بعدی تعیین قدرت تفکیک بهتر زمین شناسی منطقه نسبت به لرزه نگاری دوبعدی بود. توسعه تکنیک های لرزه نگاری ۳ بعدی در دهه ۱۹۷۰ از یک سو باعث موفقیت های چشمگیری در اکتشاف و توصیف مخزن و از سویی دیگر به توسعه بهتر مخزن و عملکرد اقتصادی آن منجر شد. اما هم اکنون فناوری ۴ بعدی به عنوان بهترین شیوه در بسیاری از کشورها استفاده می شود و بر روی بیش از ۱۸۰ میدان نفتی و گازی، لرزه نگاری ها برای تعیین داده های بیشتر تکرار شده است. فناوری لرزه نگاری در چند دهه اخیر به موفقیت های شگفت انگیزی در زمینه اکتشاف و تولید دست یافته است. لرزه نگاری و تصویر برداری ۳ بعدی و لرزه نگاری ۴ بعدی از مهمترین پیشرفت ها در این فنتوری محسوب شده و قابلیت پایش تغییرات خصوصیات مخزن مثل سیال، دما و تغییر فشار را در طول عمر مخزن فراهم کرده است. هزینه لرزه نگاری ۴ بعدی ۱ تا ۲ دلار در هر بشکه تخمین زده شده است. اگر چه کاهش ریسک تولید از مخزن و افزایش برداشت ۲۰ تا ۳۰ درصدی که گفته می شود با استفاده از این فناوری حاصل می شود، ولی نمایش ارزش اطلاعات لرزه نگاری ۴ بعدی به عنوان تابعی از شانس موفقیت بدون هزینه های لرزه نگاری ۴ بعدی را به خوبی جبران می کند. بر اساس ارزیابی های مستقل انجام شده تا سال ۲۰۲۰، لرزه نگاری ۴ بعدی در تولید بیش از ۱۱/۵ میلیون بشکه نفت در روز مشارکت دارد [۷]. قطعاً لرزه نگاری ۴ بعدی آخرین حلقه از فناوری مدرن در این زمینه نخواهد بود هم اکنون شرکت های بزرگ نفتی به معرفی فناوری هایی با قابلیت بهتر و پایش سریع تر جریان های هیدروکربوری نظیر لرزه نگاری حین حفاری اقدام کرده اند. موارد زیادی را می توان به عنوان مزایای لرزه نگاری چهار بعدی بیان کرد که به طور خلاصه می توان به موارد ذیل اشاره نمود؛ تمامی مزایای لرزه نگاری ۳ بعدی، مشاهده جبهه حرکت سیال مخزن، مشاهده مکان های جاروب نشده یا کنار زده شده در میدان، مشاهده تغییرات سیال مخزن، مشاهده جبهه حرکت سیال تزریقی در مخزن، ارزیابی فرآیند ازدیاد برداشت در مخزن، تعیین مکان چاه های جدید در مخزن، بهبود تصمیمات مدیریتی مخزن، کمک به مدیریت آینده مخزن و جلوگیری از رخدادهای فاجعه آمیزی مثل تولید آب زود هنگام، اتخاذ استراتژی بهینه تخلیه مخزن، افزایش بازیافت نفت، پیش بینی آینده تولید نفت و افزایش بازدهی حفاری. تاکنون روش لرزه نگاری چهاربعدی، در مناطق خشکی و دریایی ایران به کار گرفته نشده است. چاه های انحرافی و افقی به منظور افزایش سطح تماس با مخزن، به طور محدود در کشور مورد استفاده قرار گرفته اند؛ حفاری چاه های چند شاخه ای نیز آغاز گردیده ولی الگوی چند شاخه ای که موجب حداکثر «راندمان جاروبی» می شود، استفاده نشده است و روش حفاری «زیر تعادلی» به منظور کاهش آسیب به مخزن، در صنعت نفت ایران در دست اقدام است.

4 - نتیجه گیری

- با توجه به نتایج شبیه سازی مدل مخزن، با جایگزینی چاه دو شاخه به جای چاه تک شاخه، دوره استمرار تولید از ۶ به ۱۳ سال افزایش خواهد یافت و دوره تولید چاه از ۱۹ به ۲۵ سال گسترش خواهد می یابد. تولید گاز انباشتی از ۵۳۴ به ۷۵۰ میلیارد فوت مکعب افزایش خواهد یافت که معادل ۴۰٪ افزایش می باشد. کل هزینه حفاری و تکمیل یک چاه دو شاخه نسبت به یک چاه معمولی ۳۷٪ بالاتر می باشد.

اولین کنفرانس بین المللی نفت، گاز، پتروشیمی و نیروگاهی

مرکز همایش های بین المللی هتل المپیک تهران



- بر اساس ارزیابی های مستقل انجام شده تا سال ۲۰۲۰، لرزه نگاری ۴ بعدی در تولید بیش از ۱۱/۵ میلیون بشکه نفت در روز مشارکت دارد. لرزه نگاری و تصویر برداری ۳ بعدی و لرزه نگاری ۴ بعدی از مهمترین پیشرفت ها در این فنتوری محسوب شده و قابلیت پایش تغییرات خصوصیات مخزن مثل سیال، دما و تغییر فشار را در طول عمر مخزن فراهم کرده است. هزینه لرزه نگاری ۴ بعدی ۱ تا ۲ دلار در هر بشکه تخمین زده شده است. اگر چه کاهش ریسک تولید از مخزن و افزایش برداشت ۲۰ تا ۳۰ درصدی که گفته می شود با استفاده از این فناوری حاصل می شود.

- پیش بینی شد که در تزریق گاز بصورت امتزاجی و حالت فشار افزایی کامل، توان ۷۲ میلیارد بشکه ازدیاد برداشت، امکان پذیر باشد، به طوری که با تزریق ۶ تریلیون متر مکعب گاز طی ۲۵ سال آینده، می توانیم به حدود ۷۰ میلیارد بشکه ازدیاد برداشت برسیم و از مدفون شدن بخش عظیمی از نفت در جای این میدان ها جلوگیری کنیم. پیش بینی می شود با تزریق گاز، بر میزان ذخیره نفت کشور، نزدیک به ۱۲۰ میلیارد بشکه افزوده شود.

تشکر و قدر دانی

مولفین از آقایان مهیار امامی و محمد جواد خسروانی تشکر و قدردانی می نمایند.

مراجع

[۱] هفته نامه مشعل - شماره ۵۵۲ - گفتگوی دکتر عمادی، مدیر پژوهش و فن آوری شرکت ملی نفت ایران - ۲ مرداد ۱۳۹۰

[۲] خراط، دکتر ریاض، "ازدیاد برداشت نفت"، چاپ اول، انتشارات نهر دانش

[۳] هفته نامه مشعل - شماره ۵۸۵ - گفتگوی مهندس علیرضا دانشی مدیر امور فنی مناطق نفتخیز جنوب - ایران ۲۱ اسفند ۱۳۹۰

[5] Brister, R.: "Screening Variables for Multilateral Technology", Paper SPE 64698 presented at the SPE International

[6] Aguilera, R., (1980), "Naturally Fractured Reservoirs", Golf Petroleum Publishing Co.

Oil and Gas Conference and Exhibition in China held in Beijing, China, 7-10 November, 2000.

[7] Steve Pickering, John Wagoner, "Time-lapse has multiple impacts," Exploration and production Magazine,

P.37-38, March 2003.

[8] Kharrat, R., Azin, R., Rostami, B., "Investigation of the VAPEX Process in High Pressured Fractured Heavy Reservoirs", SPE 99766, Presented at the International Thermal Operations and Heavy Oil Symposium Held in Calgary, 2005