

تولید صیانتی از منابع نفت و گاز: مفاهیم و الزامات

محمد رضا شکوهی^۱، عضو هیأت علمی دانشگاه صنعت نفت، دانشکده نفت تهران، مسلم مرادی، کارشناسی ارشد دانشگاه صنعت نفت، دانشکده نفت تهران

چکیده

اگرچه تولید صیانتی از مخازن هیدروکربوری از موضوعات چالش برانگیز است، اما تاکنون به منظور تبیین و تعیین شاخص‌های آن برای تطابق با بهره‌برداری از میداین هیدروکربوری مطالعات دقیق کمتری صورت گرفته و بیشتر کلیات تولید صیانتی مطرح شده است. در این راستا، اهمیت تولید صیانتی به اندازه‌های است که در بند ۱۵ سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی نیز بر آن تاکید شده است. تولید صیانتی، مفهومی فنی است که در قامت حداکثر سازی ارزش اقتصادی منابع، معنای آن تحقق پیدا می‌کند. لذا در این نوشتار پس از مروری بر تاریخچه تولید صیانتی و تعاریف آن در سایر ممالک، از منظر منافع ملی شاخص‌های آن تبیین می‌گردد. در این راستا تولید صیانتی، از دو جنبه فنی و ارزش اقتصادی بررسی شده و اصول اقتصاد مهندسی، به‌عنوان جزئی تفکیک‌ناپذیر در کلیه عملیات توسعه و بهره‌برداری نیز در بطن موضوع مدنظر قرار گرفته است.

اطلاعات مقاله

تاریخ ارسال نویسنده: ۹۸/۰۵/۲۳

تاریخ ارسال به داور: ۹۸/۰۶/۰۳

تاریخ پذیرش داور: ۹۸/۰۸/۰۵

واژگان کلیدی:

تولید صیانتی هیدروکربور، از یاد برداشت، مخزن.

مقدمه

اما با این اکتشاف، هجوم ناگهانی برای حفر تعداد کثیری چاه موجب شد سیل نفت به بازار روانه شود که همین مسأله باعث سقوط قیمت هر بشکه نفت به رقم باورنکردنی حدود ده سنت شد. سقوط قابل توجه قیمت نفت در سال ۱۹۳۱، از عملکرد درونی خود صنعت نفت ناشی شده بود. شرکت‌های نفتی برای حفاری و تولید هرچه بیشتر از میدان‌های جدید، هجوم می‌بردند.^۴

به تدریج شرکت‌های نفتی دریافتند که حفر صدها چاه نفت غیرضروری، علاوه بر افت قیمت، سبب تخریب مخازن زیرزمینی مربوط به میدان‌های در حال تولید شده و در نتیجه اتلاف شدید منابع هیدروکربوری را در پی خواهد داشت؛ به‌جز مواردی که نفت به‌طور علمی و به آهستگی تولید می‌شود، میلیون‌ها بشکه نفت در زیر زمین به دام می‌افتند و شاید بتوان تولید مجدد از آن مخازن در آینده به‌سختی مقدور باشد، چراکه ضریب بازیافت مخزن به مخاطره می‌افتد.^۵ بنابراین به‌منظور جلوگیری از این اتفاق، در سال ۱۹۳۵ پیمان نفت بین ایالتی برقرار شد. در این راستا حفاری و توسعه صحیح و مناسب میدان‌های نفتی و گازی، مشتمل بر معیارهای تولید حفاظت‌شده مدنظر قرار گرفت. مجموع این وقایع را می‌توان سرآغاز توجه به تولید صیانتی دانست.^۶

۲- تاریخچه تولید صیانتی در ایران

در دهه ۴۰ شمسی برای اولین بار طرح تزریق گاز به برخی میدان‌های نفتی جنوب ایران جهت حفظ فشار مخزن و جلوگیری

تولید صیانتی هیدروکربور^۱ یکی از واژگان پرکاربرد در دنیای امروز صنعت نفت است. به جرئت می‌توان این واژه را جزو واژگان سهل و ممتنع طبقه‌بندی کرد. سهل از این جهت که در بادی امر یک مفهوم ذهنی و بدیهی را القاء می‌کند اما ممتنع از این جهت که ذکر مصادیق و مؤلفه‌های تولید صیانتی دشوار است یکی از مصادیق مهم دشواری بیان مفهوم واژه‌ی تولید صیانتی، بار میان‌رشته‌ای آن است. از این منظر که تحقیق پیرامون تولید صیانتی لازمه حرکت میان شاخه‌های دانش است. برای مثال نه می‌توان با روش تحقیق مبتنی بر علوم انسانی صرف به آن پاسخ داد و نه با بررسی فنی و مهندسی مطلق. لذا اگر هدف تبیین ویژگی‌های تولید صیانتی در حد قابل قبول باشد لاجرم حرکت میان رشته‌های مختلف علوم اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. لذا در مقاله حاضر به حد ضرورت حرکت میان‌رشته‌ای در دستور کار بوده است هرچند که سعی شده مطالب فنی با زبان ساده بیان شوند.

۱- مختصری از تاریخچه بحث تولید صیانتی

از سال ۱۸۵۹ میلادی که نفت در آمریکا کشف شد، در پی هر اکتشاف، اشتیاق حفر چاه‌های جدید مدنظر بازیگران نفتی قرار می‌گرفت.^۲ در ابتدای دهه ۱۹۳۰، صنعت نفت هنوز در ابتدای دوران بلوغ خود به سر می‌برد که «میدان عظیم نفتی شرق تگزاس»^۳ در اکتبر ۱۹۳۰ کشف شد. قبل از این اکتشاف، نفت به قیمت بشکه‌ای حدود یک دلار و ده سنت به فروش می‌رفت؛

* نویسنده عهد‌دار مکاتبات (Shokouhi@put.ac.ir)

تزریق آب یا گاز تا بیش از یک میلیون بشکه نفت برداشت می‌شد و هیچ پروژه تزریق گاز یا آب به میداین نفتی به‌طور عمده در دستور کار صنعت نفت قرار نداشت. پیش از انقلاب برخی از چاه‌های میداین نفتی از جمله اهواز و گچساران و ... روزانه بیش از ۶۰ هزار بشکه نفت با فشار مخزن تولید می‌کردند، در حالی که بسیاری از چاه‌های همان میداین امروز کمتر از ۲ هزار بشکه تولید می‌کنند. البته افت فشار مخزن و در نتیجه افت تولید یک امر طبیعی در مخازن هیدروکربوری است؛ اما در صورتی که از همان اوایل تولید از این میداین برنامه‌هایی برای نرخ برداشت بهینه و صیانتی، نگهداشت فشار، ممانعت از آسیب‌های سازندی، رسوب سیالات و تولید یا ته‌نشست ذرات جامد و ... در نظر گرفته می‌شد، این قبیل چالش‌ها امروزه در میداین مربوطه کمتر وجود داشت. پس از پیروزی انقلاب اسلامی نیز به دلیل جنگ تحمیلی، تولید صیانتی مورد کم‌توجهی قرار گرفت و میزان حجم تزریق سیال به میداین نفتی با کاهش روبه‌رو شد. پس از جنگ تحمیلی برنامه‌هایی برای افزایش میزان حجم تزریق گاز به میداین نفتی به تصویب رسید اما در عمل سطح تزریق در حد مطلوب نبوده است. برای این قبیل مشکلات دلایل مختلفی هم چون کمبود گاز، نبود برنامه‌ی تراز گاز کشور (تفاوت تولید و مصارف طی زمان آتی)، فقدان فناوری، کمبود منابع مالی و ... عنوان شده است. لذا نظر به اهمیت موضوع لازم است که در این زمینه کار بیشتری صورت بگیرد^{۱۲}.

۳- مفهوم تولید صیانتی

«صیانت» لغتی عربی به معنای حفظ و نگهداری است. اصولاً استفاده درست از نعمات خداوندی جزو اصول بدیهی عقل است که شرع مقدس نیز بر آن صحه می‌نهد؛ بنابراین در اینکه بایستی از نعمات خداوندی استفاده‌ی درست و بهینه نمود جای شک و تردیدی نیست. در ارتباط با بحث حاضر نیز بایستی توجه داشت که منابع هیدروکربوری سرمایه ملی است و لذا اگرچه بحث پیرامون مفهوم ملی شدن و شرکت ملی فراتر از مقاله حاضر است اما اندکی بحث پیرامون آن مفید فایده است. در این راستا یکی از زیباترین تعابیر را بنیان‌گذار فقید انقلاب اسلامی دارند. امام خمینی (ره) در تاریخ دوم آبان ماه ۱۳۶۶ در پاسخ به استفتای دبیر شورای نگهبان که طی آن سؤال شده است: «آیا معادن نفت به تبع ارض یا احیای مربوط به مالکیت خاص است یا از انفال محسوب می‌شود؟ و در صورت عدم تبعیت، تصرف در زمین‌ها جهت استخراج معادن جایز است یا خیر؟» چنین می‌نگارند: «بنابراین، نفت و گاز و معادنی که

از آسیب به آن‌ها مطرح شد؛ راهبردی که یکی از خواسته‌های شرکت ملی نفت از کنسرسیوم بود، به‌طوری که مهندسان مخزن، یکی از نقاط ضعف کنسرسیوم را در این دهه، عدم تزریق گاز به میداین نفتی می‌دانستند. از این‌رو پس از آنکه در سال ۱۳۵۱ مطالعات صورت گرفته در مسجدسلیمان اثربخش بودن تزریق گاز در افزایش ضریب بازیافت را به اثبات رسانید، شرکت‌های عامل (کنسرسیوم) چاره‌ای جز قبول نتایج این مطالعه را نداشتند. این شرایط می‌توانست موجب دادخواهی ایران در خسارات وارده به مخازن شده و سوزاندن میلیاردها مترمکعب گاز را در پی داشته باشد. با عنایت به این قبیل کم‌کاری‌ها و تحول زمانه، دولت ایران در سال ۱۳۵۱ خواستار بازبینی در قرار کنسرسیوم بود^{۱۳}. اما شرکت‌های مذکور با برنامه زیرکانه‌ای فشار را از دوش خود برداشتند و با ترفندهایی مطلب را از نظر حقوقی برای خود حل نمودند. شرکت‌های عامل نفت با آینده‌نگری خاص خود، قبل از پذیرش رسمی تزریق گاز در مخازن نفتی ایران اقدام به موافقت با تغییر شرکت عامل نفت (IOE&PC)^{۱۴} به شرکت خدمات نفت ایران (OSCO)^{۱۵} نمودند^{۱۶}. مفاد قرارداد جدید کنسرسیوم مصوب ۱۳۵۲، دربردارنده‌ی صرف نظر طرفین از دعاوی قبلی بود. صرف نظر کردن طرفین از دعاوی به‌نوعی هدف اصلی شرکت‌های غربی بود که ذیل موضوع جذاب افزایش سطح تولید حتی به هشت میلیون بشکه در روز پنهان شده بود^{۱۷}. در فضای جدید، شرکت‌های عامل، تزریق گاز به مخازن اصلی ایران را قبول کردند.

در سال‌های دهه ۱۳۵۰ و پیش از پیروزی انقلاب اسلامی، ظرفیت تولید نفت کشور به حدود ۶ میلیون بشکه در روز افزایش یافت؛ در آن زمان به دنبال وقوع جنگ شش‌روزه اعراب و رژیم صهیونیستی، عرضه نفت در بازار از سوی کشورهای عرب صادرکننده نفت تحریم شد؛ بر همین اساس، ایران کمبود نفت بازار را با فشار آمریکایی‌ها جبران نمود که موجب شد بیشترین میزان تولید نفت در سال‌های پیش از انقلاب اسلامی رقم بخورد. این در حالی بود که این میزان بهره‌برداری به‌صورت غیر صیانتی انجام می‌شد زیرا وقتی از میداین نفتی برداشت می‌شود، از فشار اولیه‌ی آن کاسته شده و برای ترمیم و تأمین این فشار، می‌بایست سیال از طریق چاه‌های خاصی به مخزن تزریق شود تا فشار اولیه به حد امکان برقرار شود. به همین جهت یکی از ضروری‌ترین عوامل در صیانت از ذخایر نفتی و یکی از راهبردهای تولید پایدار با توجه به ویژگی‌های مخازن نفتی ایران «تزریق سیال با رویکرد نگهداشت فشار» است. در آن سالیان از برخی میدان‌های نفتی کشور بدون

از واژه صیانت صورت گرفته نه این واژه ترجمه‌ای از زبان بیگانه است. البته واژه‌هایی مثل Production Optimal Oil Production یا Sustainable Oil یا Maximum Efficient Rate (MER) و لغات مشابه دیگری وجود دارند ولی هیچ‌کدام از آن‌ها بیان‌کننده منظور رایج در ایران نیست، از این رو تفاسیر متعدد و بعضاً متضادی از سوی صاحب‌نظران و متخصصان صنعت نفت برای این واژه بیان گردیده تا جایی که برخی آن را به فیل مولانا تشبیه نموده‌اند که افراد مختلف برداشت‌های متفاوتی از مفهوم صیانت داشته‌اند.^{۱۲}

این اختلافات از آنجا نشأت می‌گیرد که مشخص نشده، صیانت یا نگهداری یا نگهداری از چه چیزی باید صورت بپذیرد؟ از مخزن، از میدان، از نفت، از محیط‌زیست، از سرمایه، از ثروت، از امنیت یا ... و اینکه این امر چگونه باید انجام پذیرد؟ با حداکثر تولید از میدان، حداکثر باز یافت از میدان، حداکثر کردن شاخص‌های اقتصادی، حداقل نمودن آسیب به محیط‌زیست، حداقل نمودن آسیب به مخزن و سایر موارد.

اختلاف برداشت‌ها از این مفهوم در صورتی رخ می‌دهد که «تولید صیانتی» به صورت گسترده در منابع مختلف حقوقی مورد حکم واقع شده و شناخت دقیق و درک صحیح آن لازمه‌ی اجرای مواد قانونی و سیاست‌گذاری‌های صورت گرفته در این بخش است. برای نخستین بار از لحاظ حقوقی این مفهوم در بند هفتم از ماده اول قانون اصلاح قانون نفت، مصوب اول تیرماه ۱۳۹۰ به این ترتیب تعریف شده است که: «۷- تولید صیانت شده از منابع نفت: به کلیه عملیاتی اطلاق می‌شود که منجر به برداشت بهینه و حداکثری ارزش اقتصادی تولید از منابع نفتی کشور در طول عمر منابع مذکور می‌شود و باعث جلوگیری از اتلاف ذخایر در چرخه تولید نفت بر اساس سیاست‌های مصوب می‌گردد». در این تعریف دو معیار برای صیانتی بودن تولید در نظر گرفته شده است:

۱- برداشت بهینه از منابع در طول عمر آن‌ها به گونه‌ای که باعث جلوگیری از اتلاف ذخایر در چرخه تولید نفت شود و ۲- حداکثرسازی ارزش اقتصادی تولید از منابع. از زاویه دید مهندسی، مفهوم تولید صیانتی یک اصل فنی بوده که ناظر به آسیب نرساندن به مخزن به دلایل غیرمنطقی است و تعریف نسبی دارد.

یکی دیگر از مؤلفه‌هایی که تعریف تولید صیانتی را مشکل می‌سازد مربوط به ذات احتمالی مخازن هیدروکربوری است. از آنجاکه منابع هیدروکربوری در اعماق زمین جای دارند لذا صحبت پیرامون حجم کاملاً دقیق مخازن مقدور نیست و در این فضا کاربرد نظریه‌ی احتمال، لازم و ضروری است. بدین معنی که حجم مخزن اساساً

خارج از حدود عرفی املاک شخصی است تابع املاک نیست؛ و اما اگر فرض کنیم معادن و نفت و گاز در حدود املاک شخصی است - که فرض بی واقعیت است - این معادن چون ملی است و متعلق به ملت‌های حال و آینده است که در طول زمان موجود می‌گردند، از تبعیت املاک شخصی خارج است؛ و دولت اسلامی می‌تواند آن‌ها را استخراج کند، ولی باید قیمت املاک اشخاص و یا اجاره زمین تصرف‌شده را مانند سایر زمین‌ها بدون محاسبه معادن در قیمت و یا اجاره بپردازد؛ و مالک نمی‌تواند از این امر جلوگیری نماید».

نکته جالبی که در این مطلب وجود دارد تفسیر مفهوم «معادن ملی» از سوی امام (ره) است. به عبارتی دیگر ایشان منابع ملی را متعلق به ملت‌های حال و آینده (و نه فقط ملت ایران و یا اشخاص) می‌دانند. این موضوع از دو جنبه حائز اهمیت است: اول اینکه این معادن سرمایه‌ی بشر است و اینکه اگر به لطف ویژگی‌های جغرافیایی در یک کشور واقع شوند، از مردم و مسئولین آن کشور نسبت به بهره‌برداری بهینه از این نعمات خدادادی و سرمایه‌ی بشری سلب مسئولیت نمی‌شود و دوم اینکه از آنجاکه در دین مرز جغرافیایی نداریم، لذا این منابع به جامعه مسلمین جهان تعلق دارد و نه صرفاً یک ملت خاص. از این منظر نیز وظیفه بهره‌برداری بهینه سنگین‌تر نیز می‌شود. لذا اینکه سهام‌دار یک شرکت ملی هم چون شرکت ملی نفت ایران را دولت دانست و آن را شرکتی دولتی قلمداد نمود دور از منطق و رعایت اصول حقوق مالکیت است؛ بنابراین اگرچه دولت به وکالت از ملت بهره‌برداری از منابع هیدروکربوری را به عهده دارد اما در این امر بایستی شروط بهره‌برداری بهینه یا همان تولید صیانتی را رعایت نماید. امری که در دنیای واقع به اندازه کافی مورد توجه واقع نمی‌شود. پرداختن بیشتر به این موضوع خود مجال دیگری را می‌طلبد، اما همین مقدار هم برای الزام به رعایت تولید صیانتی از دید عقل و شرع کافی است.

در راستای بحث، طی سالیان اخیر اگرچه واژه‌ی «تولید صیانتی» به یک واژه‌ی پرتکرار در ادبیات صنعت نفت کشور تبدیل شده، اما کاربرد آن بیشتر در حد یک واژه اسمی و زینتی بوده تا یک حقیقتی که اجرای عملی آن الزامی است. در این ارتباط اگرچه جایگاه اسمی مفهوم صیانت در نفت و گاز با توجه به مسائل مختلف سیاسی، اجتماعی و اقتصادی و روند روبه رشد فناوری و ارتقای دانش مهندسی مخازن زیرزمینی و هم چنین نتایج و آثار مهمی که دامنه‌ی آن علاوه بر نسل حاضر، آیندگان را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد، ارتقاء یافته است اما از دیدگاه علم نفت نه تعریفی

مالی متمرکز است، لذا شاید متضمن تولید صیانتی نباشد. در توسعه یک میدان هیدروکربوری می‌توان سناریوهای مختلفی را پیش گرفت که غالباً با برداشت صیانتی در تضاد است؛ اعم از اینکه سرعت تخلیه هیدروکربور مخزن را بسیار تسریع بخشیده و یا اینکه نحوه تخلیه از مخزن به نحوی باشد که صرفاً بخشی از مخزن به‌طور کامل تخلیه‌شده و مخزن به‌طور همگن (و متناسب با پتانسیل تولیدی نواحی مختلف) توسعه نیابد.

در شکل ۱- سه حالت A, B, C نشان داده شده است، به‌طوری‌که حالت A در زمان کمتر، تولید بیشتری می‌دهد، اما حجم تولیدی جمع‌ی آن در طول عمر مخزن بسیار کمتر از حالت C و حتی حالت B است.

بنابراین آنچه در تولید صیانتی اهمیت دارد بیشینه‌ی تولید جمع‌ی در طی زمان و توجه به حفظ حقوق بین نسلی مشروط به اقتصادی بودن آن شرایط است.

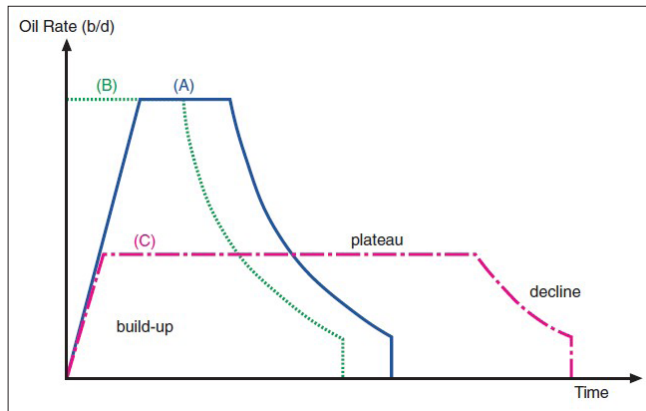
۴- الزامات تولید صیانتی

با رویکرد فوق، تولید صیانتی، ناظر به تولید از مخزن است، مشروط بر اینکه استمرار تولید هیدروکربور باقی‌مانده در توازن باقابلیت استحصال اولیه با مشکل مواجه نشود. با این رویکرد تولید صیانتی را الزاماً از دو جنبه باید موردبررسی قرارداد:

۱- برداشت از مخزن: دبی تولیدی هر چاه با در نظر داشتن ناحیه تحت ریزش آن؛

۲- نگهداشت مخزن: تزریق آب و یا گاز^{۱۸} امتزاجی/غیر امتزاجی^{۱۹} به‌منظور جایگزینی سیال تزریقی در فضاهای تخلیه‌شده مخزن و ممانعت از کاهش فشار به‌صورت غیرطبیعی.

لذا تولید صیانتی الزاماً مترادف با افزایش ضریب بازیافت نبوده، بلکه ناظر به جلوگیری از آسیب رساندن به مخزن است، به‌طوری‌که



شکل ۱ | سناریو یا حالت‌های معمول تولید از یک میدان

یک طیفی از مقادیر است تا یک عدد مطلق. لذا با در نظر داشتن این ویژگی، تعیین استاندارد برآورد ذخایر و مقایسه بین آن‌ها نیز امری پیچیده خواهد بود^{۱۴}.

یکی از روش‌هایی که می‌توان برای تعریف واژگان خاص مدنظر داشت تعریف واژه‌ی مقابل آن مفهوم است. به‌نوعی اثبات سخت است اما ابطال با ذکر مثال نقض آسان^{۱۵}. بنابراین حال که تعریف تولید صیانتی مشکل است، ابتدا سعی می‌کنیم مفهوم تولید غیر صیانتی را در دستور کار قرار دهیم. تولید غیر صیانتی عبارت است از مجموعه اقدامات فنی که منجر به آسیب رساندن به مخزن می‌شود به‌نحوی که موجب شود هیدروکربور قابل استحصال اولیه‌ی مخزن را نتوان با روش‌های معمول تولید نمود. این امر به دلایل چندی اتفاق می‌افتد. شایع‌ترین علل آن رفتار مبتنی بر حداکثر سازی تولید به قصد حداکثر انتفاع در کوتاه‌ترین زمان ممکن است. این مفهوم به این معناست که هر فعالیتی که باعث از دست رفتن پتانسیل تولید هیدروکربور قابل استحصال اولیه شود، برداشت غیر صیانتی را رقم خواهد زد.

اما از سوی دیگر پیش‌فرض توجیه اقتصادی برای کلیه فعالیت‌های توسعه‌ای یک میدان ضروری است و این الزام، اقدامات تولید صیانتی را نیز شامل می‌شود و استثنایی در این مورد نیست. لذا ممکن است در جریان بهره‌برداری از یک مخزن به دلایل غیراقتصادی بودن، نتوان به‌طور کامل در جهت تولید صیانتی عمل نمود. البته اگر بخواهیم دقیق‌تر بررسی کنیم بایستی بین مفاهیم توجیه مالی و توجیه اقتصادی تمایز قائل شویم. آن چیزی که در عرف پیرامون توجیه اقتصادی بیان می‌شود بیشتر منظور مثبت بودن ارزش خالص فعلی (NPV)^{۱۶} پروژه است که مثبت بودن این شاخص، بیشتر توجیه‌پذیری مالی را متبادر می‌سازد تا توجیه اقتصادی. لذا بایستی توجه داشت که مفهوم توجیه اقتصادی فراتر از توجیه مالی است. در این راستا می‌توان بیان داشت که اگر پروژه‌ای توجیه مالی داشته باشد شاید صیانتی نباشد؛ اما اگر توجیه اقتصادی داشته باشد در بطن خود مفهوم تولید صیانتی را الزاماً دارد. بدین معنی که اگر به هر دلیل پروژه‌ی توسعه‌ی میدانی صیانتی نباشد آنگاه نمی‌توان واژه‌ی تولید صیانتی را بر آن اطلاق نمود. لذا یکی از مؤلفه‌های اساسی و ستون اصلی توجیه اقتصادی رعایت تولید صیانتی است؛ اما از طرفی توجیه مالی می‌تواند متضمن تولید صیانتی نباشد.

در این راستا از آنجاکه در برنامه‌های توسعه میدان (MDP)^{۱۷} بیشتر بحث پیرامون ارزش خالص مثبت یا همان توجیه

فشار را ایفا نمایند. بدین منظور میزان تولید و تزریق باید به گونه‌ای باشد که پتانسیل آبد و گاز درون کلاهی گازی از چاه‌ها رخ ندهد و در صورتی که به هر دلیل فنی آب درون آبد و یا گاز درون کلاهی گازی به چاه تولیدی برسد، حتی الامکان کنترل گردیده و از افزایش میزان تولید آنها جلوگیری به عمل آید.

ز- در توسعه میدان و انجام عملیات حفاری، شرایط حفاری و تکمیل چاه به گونه‌ای باشد که آسیب سازندی به ناحیه تولیدی به صفر برسد.

۵- رخدادهای برداشت غیر صیانتی

چنانکه پیش‌تر تشریح گردید، تولید صیانتی به معنای حفظ تعادل مخزن و عدم آسیب به آن در طول عمر مخزن است تا علاوه بر حفاظت از منافع نسل‌ها بتوان میزان نفت قابل استحصال اولیه را از میدان برداشت نمود. در این ارتباط توجه به حداکثر سازی سود نیز از مسائل مهم است.

منظور از تعادل مخزن، تعادل سنگ و سیال و هم‌چنین تعادل زمین‌شناسی حجمی مخزن به منظور بیشینه کردن برداشت است. طبق اصول مهندسی مخزن در صورتی که فشار مخزن به دلیل برداشت و متعاقباً تخلیه مخزن افت پیدا کند و هیچ‌گونه جایگزینی سیال به منظور حفظ فشار صورت نگیرد، پس از مدتی پدیده فشردگی (ناشی از تخلیه سیال درون خلل و فرج) مخزن رخ خواهد داد. همین پدیده باعث کاهش قطر حفرات خلل و فرج شده و در نتیجه کرنش^{۲۳} حجمی مخزن قابل توجه خواهد بود؛ در نتیجه میزان فشار موینگی^{۲۴} بالا خواهد رفت و موجب می‌شود که میزانی از نفت مخزن که از قبل قابل تولید بوده از دسترس تولید توسط روش‌های معمولی خارج گردد. به منظور جلوگیری از فشردگی و صیانت از مخزن، باید حتی‌الامکان مانع از کاهش فشار مخزن شد تا فضای خالی برای فشردگی ایجاد نگردد. رویکرد بلندمدت مطلوب و صیانتی این است که فشار مخزن افت پیدا نکند تا هم تولید حفظ گردد و هم فضای خلل و فرج مخزن خالی نشود؛ چراکه اگر بخشی از مخزن خالی شود آن بخش در معرض فشردگی قرار خواهد گرفت و در نتیجه بخشی از نفت که تاکنون با فشار درون حفرات قابل تولید بوده است برای تولید نیازمند روش‌های ازدیاد برداشت خواهد بود و باید توجه داشت که حتی اگر عملیات ثالثیه مطابق شکل-۲ انجام شود باز هم میزانی که به دلیل فشردگی و بالا رفتن فشار موینگی از دسترس تولید خارج شده است به طور کامل بازیافت نخواهد شد.

میزان سیال قابل استحصال اولیه، به روش‌های معمول قابل برداشت باشد. اگرچه استحصال میزان هیدروکربور اولیه نیازمند حفظ فشار مخزن است، ولی در صورتی که پتانسیل‌های کلاهی گازی و آبد^{۲۰} مخزن نتوانند به طور کافی نقش حفظ فشار را ایفا کنند نیاز است تا عملیات تزریق سیال صورت گیرد که این تزریق باعث افزایش ضریب بازیافت نهایی نیز خواهد شد؛ بنابراین آنچه از تولید صیانتی استنباط می‌شود، عدم آسیب به برداشت هیدروکربور اولیه قابل استحصال مخزن است، به نحوی که با ارزیابی تولید صیانتی در هر زمان، شرایط ذیل تحقق پیدا کرده باشند:

الف- نرخ تولید از مخزن به نحوی باشد که به شرایط متعادل مخزن آسیب وارد نگردد و روند تغییرات شرایط سنگ، سیال و زمین آهسته و طبیعی باشد. در این زمینه منظور از شرایط متعادل، عدم تغییر شدید و ناگهانی در شاخص‌های مخزنی از جمله تراوایی، تخلخل و فشار است؛

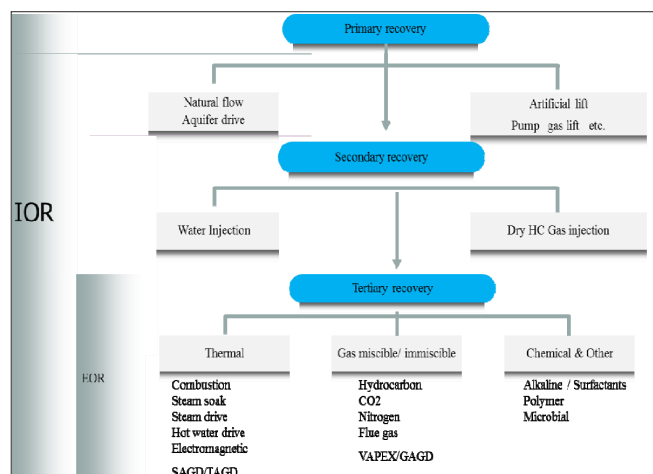
ب- دبی حداکثری تولید هر چاه باید در حدی باشد که ضریب بازیافت نهایی کل مخزن و هر چاه را کاهش ندهد؛

ج- برنامه توسعه و تولید باید به نحوی تنظیم گردد که موجب از دست رفتن بخشی از تولید نفت و یا میعانات گازی به روش‌های معمول نشود؛

د- فضای تخلیه شده مخزن، توسط سیال تزریقی جایگزین گردیده و فشار نواحی مختلف مخزن حفظ گردد؛

ه- نرخ تولید و تزریق، موجب تشکیل رسوبات معدنی، آسفالتین^{۲۱} و سیالات در طول مخزن نگردد؛

و- نرخ تولید و تزریق باید به میزانی باشد که پتانسیل‌های مخزن از جمله کلاهی گازی و آبد^{۲۲} آسیب‌نندیده و بتوانند نقش تأمین

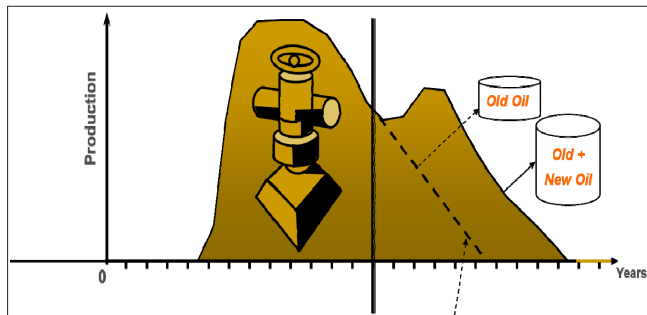


شکل ۲ | روش‌های برداشت طبیعی و ثانویه و ثالثیه (ازدیاد برداشت)

تعیین نقطه طبیعی تولید هر چاه استفاده می‌کنند؛ اما این نقطه بهینه، تولیدی است که بر اساس میزان سیال ورودی به چاه و عملکرد تولیدی لوله مغزی تعیین می‌شود که بدون توجه به پتانسیل تولید صیانتی مخزن بوده و متضمن تولید صیانتی نیست. «حداکثر نرخ کارا» یا «MER» به معنای نرخ از استخراج روزانه استمرار پذیر از نفت یا گاز مخزن است که توسعه اقتصادی و تخلیه آن مخزن را امکان‌پذیر می‌سازد، بدون آنکه آثار سوئی بر «باز یافت نهایی» از مخزن داشته باشد. به عبارت دیگر، بر اساس این تعریف، MER حداکثر نرخ است که می‌توان نفت یا گاز را استخراج کرد بدون آنکه به انرژی طبیعی مخزن صدمه وارد گردد. اگر نفت با نرخ بالاتر از حداکثر نرخ باز یافت کارا تخلیه شود آنگاه فشار طبیعی مخزن کاهش یافته و منجر به کاهش حجم باز یافت نهایی از مخزن خواهد شد؛ بنابراین آنچه در تعریف MER نقش اساسی ایفا می‌کند افت غیرمنطقی فشار مخزن است که معمولاً ناشی از برداشت غیر بهینه از هر چاه است.

با توجه به این تعریف معلوم می‌شود که MER شاخص مناسبی برای تولید بهینه روزانه از هر چاه در هر یک از مراحل تخلیه طبیعی، باز یافت ثانویه و باز یافت ثالثیه بوده و لذا می‌توان آن را به‌عنوان یکی از شاخص‌های معتبر در تولید صیانتی در هر مقطع زمانی به حساب آورد. البته این معیار به‌تنهایی نمایانگر تولید صیانتی نیست، به عبارتی شرط لازم برای تولید صیانتی است اما شرط کافی برای این امر محسوب نمی‌شود.

برای اندازه‌گیری این شاخص، نیاز است تا با توجه به بهینه‌سازی تولید تجمعی از مخزن برای یک طول عمر مخزن، سرعت حرکت سیال در مخزن و نرخ سیال ورودی به چاه تعیین گردد. البته بهینه‌سازی حداکثر نرخ کارا با در نظر داشتن افت فشار طبیعی اندازه‌گیری می‌شود. در واقع بایستی فرض نمود که هیچ‌گونه عامل نگهداشت فشاری وجود ندارد و سپس نرخ تولید را به میزانی تعیین کنیم که فشار مخزن به‌صورت طبیعی و نرمال با یک‌روند



شکل ۳ | گام‌های توسعه یک میدان

لازمه تولید صیانتی، توسعه متوازن و صحیح است. اگر بدون توجه به تولید صیانتی، به موضوع توسعه نگرسته شود، تولید تجمعی از میدان کاسته شده و حتی برداشت‌های ثانویه و ثالثیه نیز بی‌اهمیت خواهند شد. در حالی که برداشت صیانتی با نگهداشت مخزن و ازدیاد برداشت معنا پیدا می‌کند. شکل ۲- نقش افزایش تولید تجمعی با به کارگیری از ازدیاد برداشت در مراحل پایانی عمر میدان را نشان می‌دهد؛ اگرچه بهتر است این مسأله تا پیش از رسیدن به این مرحله از عمر میدان با نگهداشت مخزن و سپس ازدیاد برداشت آغاز گردد.

در باز یافت اولیه، سیال هیدروکربوری از مخزن به سمت چاه جریان پیدا می‌کند که در این صورت دو حالت اتفاق می‌افتد: یا سیال با فشار طبیعی خود تا سطح زمین آمده و یا با استفاده از پمپ یا فراآوری با گاز، فشار بالا آوردن تا سطح زمین تأمین می‌شود. افت طبیعی فشار مخزن و عدم نگهداشت (به‌واسطه عدم تزریق) آن مهم‌ترین عوامل کاهش تولید نفت در ایران هستند. با کاهش فشار چاه یا مخزن، باید ازدیاد برداشت صورت گیرد که اگر این امر انجام نشود، نه تنها کاهش تولید گریبان‌گیر صنعت نفت می‌شود، بلکه بخشی از نفت قابل استحصال نیز از دست می‌رود و از هیچ طریقی نمی‌توان آن را جبران کرد؛ به بیانی دیگر، در صورت عدم تزریق سیال نه تنها تولید کاهش می‌یابد، بلکه بخشی از نفت برای همیشه در داخل مخزن به شکل نفت غیرقابل استحصال حبس می‌شود. از طرفی عدم توجه به آسیب‌های سازندی در طول تولید و تزریق و حتی عملیات حفاری و تکمیل چاه می‌تواند عملکرد مخربی در کوتاه‌مدت و بلندمدت بر جا گذارد. یکی از هنرهای مدیریت مخزن، کاهش آسیب‌های وارده به مخزن است تا برداشت بهینه در طول عمر مخزن محقق شود.

۶- شاخص‌های فنی تولید صیانتی

با توجه به مفاهیم تشریح شده فوق شاخص‌های ذیل جهت معیار فنی تولید صیانتی استنباط می‌گردد.

۶-۱- نرخ برداشت کارا

تولید صیانتی، صیانت از مخزن و منافع بین نسلی است. مخزن مانند یک موجود زنده عمل می‌کند که باید متناسب با رفتار آن پیشگیری مناسب را انجام داد. برای تعیین میزان تولید هر چاه عموماً مهندسان بهره‌بردار از منحنی‌های «عملکرد جریان ورودی به چاه» و منحنی «عملکرد لوله مغزی»^{۲۵} (تولیدی) چاه برای

که ناشی از تخلیه مخزن و عدم جایگزینی سیال تولید شده است. در واقع با تولید مخزن و خلای که در فضای متخلخل ایجاد می شود موقعیت مستعدی ایجاد خواهد شد که فشار بالاسری مخزن، نواحی تخلیه شده را فشرده کند. با حضور فشار بالاسری در مخزن، فضای خلأ درون مخزن موجب فشردگی آن می شود که با توجه به جنس سنگ مخزن، همین پدیده باعث کاهش شدید قطر گلوگاه حفرات و خلل و فرج شده و در نتیجه کرنش حجمی مخزن قابل توجه خواهد بود. در نتیجه میزان فشار موبینگی بالا خواهد رفت و منحنی های نفوذپذیری نسبی تغییر می کنند. در نتیجه میزانی از نفت مخزن که قبلاً قابل تولید بوده است توسط روش های معمولی از دسترس تولید خارج خواهد گردید. علاوه بر حداکثر سازی برداشت تجمعی، باید به شاخص های زیر در تعیین تولید صیانتی توجه نمود:

۴-۶- پتانسیل های مرزی مخزن شامل کلاهدک گازی و آبدۀ مخزن

میزان «تولید آب به نفت» و «تولید گاز به نفت» از عواملی است که در تعیین حداکثر نرخ کارا باید مورد توجه قرار گیرد. کلاهدک گازی و آبدۀ مخزن برای نگهداشت فشار مخزن بسیار ضروری است؛ در صورتی که به هر دلیلی سیال درون این پتانسیل ها (آبدۀ و کلاهدک گازی) تولید شود و یا تولید حداقلی آنها افزایش یابد، به نرخ بازیافت مخزن آسیب می رسد؛ بنابراین شاخص های میزان تولید «آب به نفت» و «گاز به نفت» از شاخص های تولید صیانتی است. اندازه گیری این شاخص از طریق نرخ تولیدی آب به نفت و گاز به نفت از چاه های تولیدی به دست می آید. در مطالعات مهندسی مخزن و تدوین طرح جامع توسعه، این پارامترها توسط شبیه سازی های دینامیکی به دست می آیند و در صورتی که میزان این شاخص ها با تولید صیانتی هم راستا نباشند نیاز است تا وضعیت برداشت تغییر یابد.

۵-۶- رسوبات سیالات و ته نشست و جابجایی ذرات جامد

در شرایط تولید نامناسب و تحرک سنگ ریزه (ماسه) های فضای متخلخل و یا رسوب ترکیبات سنگین درون نفت، ممکن است این ذرات در طول مسیر حرکت سیال از فواصل مخزن به سمت چاه، رسوب کرده و موجب آسیب سازندی شود، به نحوی که برداشت تجمعی را نیز مورد تهدید قرار دهد. از طرفی در موارد تزریق سیال هم باید بررسی نمود تا در طول فرآیند تزریق رسوب سیالات سنگین و ذرات جامد در مخزن صورت نگیرد، چراکه وقوع این

آهسته کاهش پیدا کند. برای تعیین افت فشار طبیعی لازم است تا نرم افزارهای شبیه سازی مهندسی مخزن با نرم افزارهای شبیه ساز ژئومکانیکی مخزن هماهنگ یا «کوپل»^{۲۶} شده تا پیش بینی افت فشار به صورت دقیق و منطقی صورت گیرد. علت این امر در ضعف شبیه سازی های دینامیکی است که بر تغییرات حجمی مخزن به دلیل تخلیه تأثیر نمی گذارند؛ بنابراین حداکثر نرخ کارا با توجه به تعیین سرعت بهینه سیال در مخزن تعیین می گردد و سپس بر اساس همین نرخ، نوع لوله مغزی انتخاب شده و در صورت نیاز، عملیات تعمیر چاه (اعم از شکاف هیدرولیکی / شکاف با اسید / اسیدزنی و...) انجام می شود که بنا به ضرورت از پمپ های درون چاهی یا عملیات «فراز آوری با گاز»^{۲۷} استفاده خواهد شد.

در مقابل اگر برای مخزن محدودیت نرخ جابجایی به سمت چاه تعیین نشود مخزن با تمام پتانسیل، سیال را به سمت چاه روانه می کند؛ از طرف دیگر همین عامل، برخی از مهندسان بهره بردار را به اشتباه انداخته، مبنی بر اینکه مخزن می تواند چنین بهره دهی را به صورت صیانتی داشته باشد، در صورتی که تداوم این روند انتقال سیال از فواصل مخزن به سمت چاه با تمام پتانسیل، پیامدهای بسیار سنگینی را برجای خواهد گذاشت. موضوع دیگر بسیار مهم در ارتباط با نرخ برداشت کارا، آن است که تعیین نرخ تولیدی نباید موجب حبس مایعات بارزش درون مخزن شود. این موضوع بیشتر برای مخازن گازی، خصوصاً مخازن دارای سیالات میعانات گازی صادق است. به نوعی که بتوان با نرخ تولید کارا، حداکثر ترکیبات بارزش را تولید نمود و مانع از تشکیل و حبس آن ها در مخزن شد.

۲-۶- نگهداشت فشار

با توجه به مفهوم تشریح شده تولید صیانتی، ضروری است از همان ابتدای تولید از مخزن، عملیات ازدیاد برداشت برای تخلیه ثانویه به منظور حفظ فشار مخزن و در نتیجه کاهش میزان کرنش^{۲۸} انجام پذیرد. به عبارتی، صیانت از مخزن به طور نسبی و ضمنی در شرایطی حفظ خواهد شد که عملیات تزریق به جهت حفظ فشار مخزن و ممانعت از فشردگی مخزن از همان شروع برداشت صورت گیرد؛ بنابراین یکی از شاخص های تولید صیانتی، انجام عملیات ازدیاد برداشت به منظور حفظ فشار مخزن است و به نوعی مسأله نگهداشت فشار به تزریق سیال وابسته می شود.

۳-۶- فشردگی مخزن

یکی از شاخص های برداشت غیر صیانتی، فشردگی مخزن است

را برطرف نمود، اما علیرغم این فعالیت‌ها، آسیب‌هایی که در فاصله چند متری از چاه به مخزن رسیده است برجای خود باقی خواهند ماند و این عملیات بیشتر از جنبه بهبود شرایط نزدیک چاه مطرح است. در پایان، در جدول ذیل معیارهای فنی تولید صیانتی به‌طور خلاصه ارائه می‌شود.

۷- تولید صیانتی از منظر اقتصادی

از آنجایی که کلیه عملیات توسعه و بهره‌برداری از یک مخزن الزاماً باید توجیه اقتصادی داشته باشد، لذا تولید صیانتی نیز از این قاعده مستثنی نبوده و در شرایط مختلف ممکن است بخشی از برداشت به‌صورت غیر صیانتی انجام پذیرد که در این صورت به جهت حداکثرسازی سود اقتصادی، برداشت غیر صیانتی مشروط بر حداکثر سازی ارزش، به‌صرفه خواهد بود.

متذکر می‌شود که مباحث اقتصادی در خصوص «بهینه‌سازی تولید» که توسط برخی کارشناسان مطرح می‌گردد و یکی از معیارها برای انتخاب روش مناسب در برنامه‌ریزی توسعه یک میدان است بر اساس ارزیابی اقتصادی هزینه-فایده یک طرح بوده که با تعریف تولید صیانتی تفاوت دارد. لذا می‌بایست میان مباحث اقتصادی که در انتخاب بهینه‌سازی تولید مطرح می‌گردد با معیار اقتصادی که در تعریف تولید صیانتی ذکر گردیده تفاوت قائل شد. در خصوص چگونگی حداکثرسازی ارزش اقتصادی تولید از منابع در میان متخصصان اشتراک نظر وجود ندارد و به‌طور کلی می‌توان به استدلال‌های ذیل اشاره نمود:

دیدگاه اول - حداکثرسازی ارزش اقتصادی که حاصل از برداشت

رخداد منجر به کاهش بهره‌دهی چاه‌ها و در مجموع موجب کاهش برداشت تجمعی از مخزن می‌شود. برای اندازه‌گیری این شاخص نیاز است تا با مطالعات آزمایشگاهی شرایط تشکیل رسوب ذرات و سیالات سنگین بررسی گردد و سپس در شرایط تولید یا تزریق اعمال شود. آزمایش‌هایی مانند رسوب آسفالتین، تولید ماسه و ... از رایج‌ترین مطالعات موردنیاز برای اندازه‌گیری این شاخص است.

۶-۶- عدم «آسیب سازندی»^{۲۹} در اثر حفاری و تکمیل چاه

آسیب‌های ناشی از حفاری و اندود گل^{۳۰} در اطراف چاه تا فواصل چند متری از دهانه چاه از مشکلات جدی است که در غالب چاه‌ها به دلیل سهل‌انگاری و عدم توجه کافی به برنامه‌ریزی حفاری چاه موجب نفوذ گل حفاری و ذرات همراه به درون مخزن می‌شود. این شاخص را با اندازه‌گیری آسیب سازندی^{۳۱} می‌توان اندازه‌گیری نمود. وجود آسیب سازندی در حین حفاری تا بیش از ۵۰ درصد از تولید را می‌تواند کاهش داده و تولید تجمعی از مخزن را نیز بسیار کم کند. حالت بهینه پس از انجام عملیات حفاری و بدون عملیات دیگر، صفر بودن این شاخص پوسته (Skin) است که در برخی از چاه‌ها تا بیش از عدد ۷ نیز می‌رسد که بخش قابل توجه تولید روزانه و تجمعی را از بین خواهد برد. از طرفی برخی از شرکت‌های حفاری، ابتدا بدون توجه به این شاخص، عملیات حفاری و تکمیل چاه را به اتمام رسانده و سپس در طی عملیاتی هم‌چون اسید زنی برای کاهش این آسیب اقدام می‌کنند که باید توجه نمود اگرچه با این روش‌ها می‌توان برخی از آسیب‌های نزدیک به دهانه چاه

معیارهای فنی تولید میبانتی

شاخص	نماد	کاربرد	نحوه اندازه‌گیری
حداکثر نرخ بهینه برداشت	MER	تعیین نرخ برداشت بهینه تولید	محاسبات حجمی مخزن و بهینه‌سازی برداشت روزانه و تجمعی
تزریق سیال	Fluid injection	نگهداشت فشار	تعیین نوع سیال تزریقی و سپس محاسبات میزان تزریق به‌منظور نگهداشت فشار
فشردگی مخزن	Compaction (volumetric strain) trend	تعیین میزان آسیب حجمی وارده به مخزن	با توجه به مطالعات ژئومکانیکی مخزن، کرنش حجمی مخزن در طول زمان اندازه‌گیری می‌شود
کلاهک گازی و آبدۀ مخزن	Damage Gas cap/ aquifer	عدم آسیب به پتانسیل‌های تأمین فشار مرزی مخزن	بر اساس میزان آب به نفت تولیدی (ناشی از آبدۀ) و گاز به نفت تولیدی (ناشی از کلاهک گازی) اندازه‌گیری می‌شود.
رسوبات مخزنی	Deposition/ precipitation/ sand production and displacement	جلوگیری از رسوب سیالات و جابجایی و تولید ذرات جامد فضای متخلخل	بر اساس آزمایش‌های موجود مانند آسفالتین، شرایط رسوب آسفالتین آزمایش می‌شود. همچنین بر اساس مطالعات میدانی و شبیه‌سازی، شرایط تحرک و ته‌نشست ذرات جامد (مانند ماسه) بررسی می‌شود؛ اثر مواد تزریقی و تولیدی در تشکیل لجن‌های هیدروکربور در مخزن نیز اندازه‌گیری می‌شود.
آسیب‌های سازندی	Formation damage (skin)	حفاری و شرایط تکمیل صحیح چاه	اندازه‌گیری از طریق شاخص بهره‌دهی چاه

به حداکثر سازی ارزش اقتصادی نباشد نیاز است تا سناریوهای تولیدی تغییر نماید. مطابق قوانین نفتی نیز تولید صیانتی مشروط بر حداکثر سازی ارزش اقتصادی به تکمیل زنجیره ارزش افزوده اشاره نموده است^{۳۲}. بنابراین شاخص ارزش اقتصادی مفهوم تولید صیانتی، ناظر به حداکثر سازی زنجیره ارزش تولید نفت خام و گاز طبیعی است و رویکرد حداکثر سازی سود اقتصادی در کلیه فعالیت‌ها امری الزامی بوده که تولید صیانتی از این امر مستثنی نخواهد بود. لذا نظر برخی کارشناسان در توجه به حداکثر سازی سود در شرایط مختلف هزینه‌ای و درآمدی صرفاً شامل تولید صیانتی نبوده و امری کلی در اصول اقتصاد مهندسی محسوب می‌شود که ممکن است به دلیل وجود عواملی نتوان تولید صیانتی را به‌طور کامل رعایت نمود.

نتیجه‌گیری

تولید صیانتی مفهومی استوار بر دو بعد فنی و اقتصادی داشته که تضمین حداکثر سازی ارزش اقتصادی در طول زمان را تداعی می‌کند. در بعد فنی لازم است تا با تعیین نرخ‌های تولید و تزریق منطقی و بهینه، بیشترین میزان برداشت از مخزن در ناحیه ریزش هر چاه صورت پذیرد؛ اما این مورد الزاماً به معنای برداشت اقتصادی نیست و لذا لازم است بر اساس ارزیابی شاخص‌های اقتصادی، این میزان تولید از هر چاه و در مجموع از هر مخزن نفتی و گازی تعیین گردد. در بعد فنی و مهندسی مفهوم تولید صیانتی توجه به موارد کمی و کیفی هم‌چون حداکثر نرخ بهینه برداشت، تزریق سیال، فشردگی مخزن، کلاهک گازی و آبده مخزن، رسوبات مخزنی و آسیب‌های سازندی شاخص‌های کلیدی تولید صیانتی معرفی می‌گردد و در بعد شاخص‌های اقتصادی، ارزیابی ارزش خالص فعلی، نرخ بازده داخلی، درآمد نفتی و قیمت نفت، درآمد تجمعی به تولید تجمعی و ... به‌عنوان مهم‌ترین معیارهای ارزیابی تولید صیانتی از هر میدان و مخزن و چاه ارائه می‌گردد. ■

بهینه از میادین است سبب افزایش میزان برداشت از منابع و در نتیجه سبب ایجاد حداکثر ارزش اقتصادی از منابع می‌گردد. برخی کارشناسان در واقع فروش هیدروکربور خام بیشتر را حداکثر سازی سود اقتصادی می‌دانند.

دیدگاه دوم - حداکثر سازی ارزش اقتصادی منابع نفتی، دامنه تولید صیانتی را از فرآیند استخراج و تولید نفت و گاز فراتر برده و به دنبال تولید محصولات و فرآورده‌های نهائی و با ارزش از نفت و گاز تولیدی است. این افراد معتقدند تولید صیانتی بدون تکمیل زنجیره ارزش افزوده نفت و گاز تحقق پیدا نخواهد کرد.

دیدگاه سوم - در نظر دیگری برای حداکثر نمودن ارزش اقتصادی منابع می‌بایست روند تغییر قیمت و حجم تولید در هر مقطع زمانی مورد توجه قرار گیرد به‌گونه‌ای که اگر فرآیند قیمت نفت خام در آینده صعودی باشد آنگاه میزان برداشت از مخزن بایستی در آن زمان به‌تناسب افزایش پیدا کرده و در قیمت‌های پایین نفت خام، میزان برداشت را کاهش داد.

اما با نگاهی دقیق‌تر به سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی، اظهار نظر متخصصین و اصول اقتصاد مهندسی، ملاک تولید صیانتی، توجه به مسأله تکمیل زنجیره ارزش افزوده است. چنانکه پیش‌تر نیز بیان گردید حداکثر سازی سود اقتصادی یک اصل بدیهی است و بنابراین نظر کارشناسی برخی افراد مبنی بر افزایش میزان تجمعی هیدروکربور ناظر به اصول اقتصادی است که در صنعت نفت و گاز این مسأله با ازدیاد برداشت بهینه تحقق پیدا می‌کند. هم‌چنین اظهار نظر دیگر کارشناسان مبنی بر تغییر نرخ برداشت در شرایط قیمتی متفاوت نفت نیز ناظر به اصول حداکثر سازی سود اقتصادی است و در شرایط بالا رفتن قیمت نفت، تولید صیانتی به معنای درست آن اجرا نمی‌شود که این نیز با اصول اقتصادی مطابقت داشته مگر اینکه موانع دیگری در راستای برداشت غیر صیانتی مطرح باشد. لذا تولید صیانتی الزاماً توسط مفاهیم فنی که مشروط بر حداکثر سازی ارزش اقتصادی باشند قابل تعریف است و اگر در مواضعی تولید صیانتی منتج

پانویس‌ها

[1]. Optimal Hydrocarbon Production

[2]. شرح این ماجرا و تاریخ جهانی نفت را به‌طور مفصل می‌توانید در [۱۱] مطالعه فرمایید. این کتاب تحت چند عنوان به فارسی ترجمه شده است [۸، ۹، ۱۰].

[3]. East Texas Oil Field

[4]. دلیل حفر متعدد چاه در میدان هیدروکربوری به «ناحیه ریزش» مربوط است که این امر نیاز به حفر چاه‌های متعدد را ضروری می‌سازد که البته این امر نیز تابعی از ویژگی‌های سازند و فناوری است. ناحیه ریزش (Drainage Area) ناحیه‌ای است که یک چاه می‌تواند در حوالی خود

تخلیه کند. لذا پس از اینکه ناحیه حوالی چاه در زیر زمین تخلیه شد نیاز است که چاه‌های جدید در منطقه حفر شوند. توجه داشته باشید که مخزن نفتی یک سنگ متخلخل است. برای ملاحظه اصطلاحات نفتی مراجعه به فرهنگ‌های مربوطه راهگشاست. [۱]
[۵]. درصدی از نفت که نسبت به نفت در جای مخزن قابل استخراج است را ضریب بازیافت (Recovery Factor) می‌گویند؛ بنابراین اگر ضریب بازیافت بیست درصد باشد بدین معنی است که از صد بشکه نفت موجود در سنگ مخزن تنها بیست بشکه آن قابل استخراج است و هشتاد بشکه در زیر زمین محبوس می‌ماند.

نفت و سپس گاز قرار می‌گیرد. به سازندگی که در آن ذخایر گاز طبیعی قرار دارد، سازند گازی و به سازندهای دیگر، سازندهای نفتی-گازی می‌گویند. به بخش بالایی مخزن که حفاصل میان پوشش سنگ‌بستر و سطح تماس نفت و گاز است، کلاهک گازی مخزن نفتی می‌گویند. برخی از مخازن هیدروکربوری فاقد کلاهک گازی، برخی دیگر فاقد بخش آبدی و تعدادی نیز فاقد هردوی آن‌ها هستند.

[۲۳]. تغییر طول ضخامت لایه مخزنی (نسبت به طول اولیه) ناشی از فشردگی سنگ مخزن که منتج به کاهش ضخامت لایه مخزنی می‌شود.

[۲۴]. فشار موئینگی عامل مهمی برای بررسی و تعیین رفتار محیط‌های متخلخل است. از مهم‌ترین کاربرد عمده منحنی‌های فشار موئینگی، مدل‌سازی تزریق، مشخص شدن نواحی تماس فازهای موجود در مخزن و نواحی انتقالی است.

[25]. Tubing

[26]. Couple

[27]. Gas Lift

[۲۸]. تغییر طولی (ضخامت) لایه مخزنی نسبت به طول (ضخامت) اولیه که ناشی از به وجود آمدن حفرات خالی درون مخزن به دلیل تولید سیال است.

[۲۹]. پدیده آسیب سازند به هرگونه فرآیند مضر اطلاق می‌شود که با تأثیر بر روی سازند مخزنی و به‌ویژه تراوایی سنگ مخزن، قابلیت تولید یک چاه نفتی یا گازی و یا قابلیت تزریق پذیری یک چاه را نسبت به حالت طبیعی آن کاهش دهد؛ بنابراین آسیب سازند یک پدیده نامطلوب است که در صورت بروز می‌تواند مشکلات عملیاتی و زیان‌های اقتصادی فراوانی ایجاد کند. پدیده آسیب سازند می‌تواند در تمام مراحل مختلف حفاری، تکمیل چاه، تحریک چاه، تعمیر چاه و تولید از چاه اتفاق افتد. عوامل آسیب رسان به سازند را می‌توان در چهار گروه اصلی دسته‌بندی کرد:

- عوامل مکانیکی

- عوامل شیمیایی

- عوامل بیولوژیکی

- عوامل حرارتی

مهم‌ترین شاخص در ارتباط اثر پوسته (Skin) است که این اثر در فاصله نزدیک به حفره چاه تشدید می‌شود. این عوامل می‌تواند در نتیجه ی ورود آب از گل حفاری به داخل سازند یا عوارض حاصل از مشبک‌کاری (سوراخ کردن) و هم‌چنین آزاد شدن گاز نزدیک چاه، به دلیل افت فشار و نیز رسوب آسفالتین (نوعی نفت بسیار سنگین با گرانروی بسیار بالا) باشند. مقدار پوسته را با یک ضریب به اسم «ضریب پوسته» نشان می‌دهند.

[۳۰]. گل حفاری باعث می‌شود ستون گل حفاری به دیوار چاه فشار آورده و مانع ریزش آن شود؛ به‌علاوه بدنه چاه را انقباض کرده و منافذ آن را می‌گیرد. انقباض کردن بدنه چاه به دلایلی مختلفی از جمله پایداری دیواره چاه (و جلوگیری از ریزش دیواره چاه و ...) امری لازم است.

[31]. Formation Damage

[۳۲]. در ماده چهارم از قانون اصلاح قانون نفت ۱۳۹۰ و در بخش وظایف هیأت عالی نظارت بر منابع نفتی به‌طور صریح مسأله ارزش‌افزوده اقتصادی از منابع به‌عنوان معیاری برای صیانت از منابع نفت و گاز به همراه برداشت بهینه از آن‌ها ذکر گردیده است که می‌بایست توسط هیأت عالی نظارت موردبررسی و ارزیابی قرار گیرد: «ماده ۴ - ... وظایف هیأت عالی نظارت بر منابع نفتی به شرح زیر است: ... ۲ - بررسی و ارزیابی اجرای سیاست‌های راهبردی و برنامه‌های مصوب وزارت نفت در فرآیند صیانت از منابع نفت و گاز به‌منظور برداشت بهینه و حداکثری ارزش‌افزوده اقتصادی از منابع مذکور. ...»

[۶]. شرح مبسوطی از ماجرا را در فصل سیزدهم از کتاب دانیل برگین (۱۳۸۴) ببینید [۱۰].

[۷]. برای دیدن تاریخچه‌ای از صنعت نفت ایران و آشنایی با مسائل آن بنگرید به [۳، ۵، ۷].

[8]. Iranian Oil Exploration and Producing Company

[9]. Oil Service Company of Iran

[۱۰]. بر طبق ماده چهارم قانون «اجازه مبادله قرارداد فروش نفت و گاز و طرز اداره عملیات آن» مصوب مهرماه ۱۳۳۳ مشهور به قرارداد کنسرسیوم، برای عملیات اکتشاف و استخراج «شرکت اکتشاف و تولید نفت ایران (Iranian Oil Exploration and Producing Company)» برای تصفیه نیز یک شرکت تصفیه به نام «شرکت سهامی پالایش نفت ایران (Iranian Oil Refining Company)» تشکیل گردید. شرکت‌های مزبور روی هم‌رفته شرکت‌های عامل نامیده شدند. این شرکت‌ها که در حکم طرف قرارداد شناخته می‌شدند تابعیت هلندی داشته ولی در ایران به ثبت رسیده بودند. در هیأت‌مدیره‌ی آن‌ها هم دو مدیر ایرانی شرکت داشتند. در مردادماه سال ۱۳۵۲ که قرارداد جدید کنسرسیوم تحت عنوان «قرارداد الغاء نفت با کنسرسیوم مصوب سال ۱۳۳۳ و اجازه اجرای قرارداد فروش و خرید نفت بین دولت شاهنشاهی ایران و شرکت‌های خارجی» تصویب شد، شرکت OSCO طبق ماده ۱۷ برای راهبری عملیات نفتی تأسیس شد و دو شرکت قبلی منحل گردیدند. توجه داشته باشید که تولد شرکت OSCO علل متعددی در ارتباط با تحولات مختلف داشت [۵]، فصل چهارم.

[۱۱]. پیشی گرفتن تولید نفت ایران از عربستان، برای سیاست‌گذاران کشور خوشایند بود.

[۱۲]. در ارتباط با بحث حاضر بنگرید به، [۲، ۴]

[۱۳]. [۴] از معدود منابع فارسی است که در زمینه تولید صیانتی بحث کرده است.

[۱۴]. برای مطالعه بیشتر بنگرید به [۶].

[۱۵]. در قیاس با علم آمار چون اثبات فرضیه یک (اچ یک) مشکل است، لذا با تغییر نگرش، محقق ابطال فرضیه صفر (اچ صفر) را در دستور کار قرار می‌دهد.

[16]. Net Present Value (NPV)

[17]. Master Development Plan

[۱۸]. در اولین گام باید گفت که تزریق گاز در مخازن نفت، به سه طریق ازدیاد برداشت نفت را به دنبال دارد: الف: تثبیت فشار (فرآیند امتزاج‌ناپذیر) ب: تبخیر ترکیبات میانی و سنگین نفت (که منجر به امتزاج‌پذیری در مخزن می‌شود). ج: جابه‌جایی نفت (ایجاد نیروی رانش برای ازدیاد برداشت).

[۱۹]. روش‌های تزریق امتزاجی گاز در مخازن نفتی شامل تزریق دی‌اکسید کربن، نیتروژن و گازهای هیدروکربنی است. یکی از فاکتورهای مهم در فرآیند تزریق امتزاجی گاز، حداقل فشار امتزاجی است. در این فشار، گاز تزریق‌شده و نفت در جای اولیه در یکدیگر حل می‌شوند و فرآیند جابجایی بسیار مؤثر می‌گردد. در روش تزریق گاز غیرامتزاجی، گاز تزریق‌شده در نفت حل نمی‌شود.

[20]. Aquifer

[۲۱]. ترکیبات سنگینی از جنس ساختارهای هیدروکربن آروماتیکی هستند که در نفت خام به‌صورت معلق یافت شده و به‌وسیله رزین‌ها، به‌عنوان عامل نگه‌دارنده، احاطه‌شده‌اند. عوامل تشکیل رسوب آسفالتین در مخازن نفتی به تغییرات فشار، دما یا ترکیب نفت بستگی دارد که این عوامل سبب به هم خوردن تعادل شیمیایی موجود در مخزن و چاه شده و در نتیجه باعث تشکیل رسوب می‌شود.

[۲۲]. در صورتی که در یک مخزن نفتی هر سه سیال آب، نفت و گاز وجود داشته باشد، ترتیب قرار گرفتن سیالات درون مخزن به‌گونه‌ای است که از پایین به بالا ابتدا آب، بعد

منابع

- [۱] حامدنی، ناصر، فرهنگ توصیفی نفت و گاز، انتشارات جهاد دانشگاهی، ۱۳۸۸.
- [۲] درخشان، مسعود، سعیدی، علی محمد و همکاران، بررسی وضعیت ذخایر اولیه و ثانویه مخازن نفتی کشور و امکان‌سنجی تولید و ازدیاد برداشت از طریق تزریق گاز در افق چشم‌انداز (۱۴۰۴)، تهران: دفتر همکاری‌های فناوری ریاست جمهوری، معاونت انرژی، ۱۳۸۶.
- [۳] درخشان، مسعود، ویژگی‌های مطلوب قراردادهای نفتی: رویکرد اقتصادی - تاریخی به عملکرد قراردادهای نفتی در ایران، فصلنامه اقتصاد انرژی ایران، ۱۳۹۲، صص ۱۱۳-۵۳.
- [۴] درخشان، مسعود، قراردادهای نفتی از منظر تولید صیانتی و ازدیاد برداشت: رویکرد اقتصاد مقاومتی، مطالعات اقتصاد اسلامی، صص ۵۲-۷، ۱۳۹۳.
- [۵] شکوهی، محمدرضا، ساختار سازماندهی و توصیفی از قراردادهای صنعت نفت ایران، انتشارات دانشگاه امام صادق علیه‌السلام، ۱۳۹۲.
- [۶] شکوهی، محمدرضا و براتی، حسین، بررسی فنی و اقتصادی چالش عدم قطعیت در برآورد مقدار

ذخایر نفت و گاز، نشریه اکتشاف و تولید، ۱۳۹۷، شماره ۱۵۸.

[۷] ناداران، الیاس و شکوهی، محمدرضا، تاریخ تحولات قراردادهای صنعت نفت ایران (با تأکید بر دوره‌ی ۱۳۳۳ تا ۱۳۵۳، مجله تاریخ ایران، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۹۰، شماره‌ی ۹، صفحات ۷۷-۱۱۰).

[۸] برگین، دانیل، نفت، پول، قدرت، ترجمه منوچهر غیبی ارطه‌ای، انتشارات روابط عمومی شرکت ملی نفت ایران، ۱۳۷۳.

[۹] برگین، دانیل، تاریخ جهانی نفت، ترجمه غلامحسین صالحیار، انتشارات اطلاعات، ۱۳۷۴.

[۱۰] برگین، دانیل، غنیمت: داستان پرماجرایی نفت از آغاز تا امروز، ترجمه آبر کبریزی و ویراستاری محمد رفیعی مهرآبادی، شرکت انتشارات علمی و فرهنگی، ۱۳۸۴.

[11] Yergin, Daniel, The Prize: The Epic Quest for oil, Money & Power, Simon & Schuster Publisher, 1991.