فصلنامه علمی- پژوهشی مطالعات اقتصادیِ کاربردی در ایران
سال دوّم، شماره‌ی ۶، تابستان ۱۳۹۲
صفحات: ۱۰۱-۱۱۷

دستیابی به مسیر بهینه استخراج از مخزن فراساحلی پارس جنوبی (با اعمال محدودیت‌های زیست محیطی) با تأکید بر اهمیت منابع مالی

مجید احمدیان[۱*]
ویدا ورهرامی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۲/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۴/۳۱

چکیده

مخزن فراساحلی پارس جنوبی یکی از بزرگ‌ترین ذخایر گازی جهان است. این مخزن فراساحلی به صورت مشترک در مرز ایران و قطر قرار گرفته که بهره‌برداری از این مخزن، گام مهمی در راستای توسعه‌ی اقتصادی کشور محسوب می‌شود. در این مقاله به دنبال مدل‌سازی مسیر بهینه‌ی استخراج از این مخزن در شرایط رقابتی و انحصاری و تخمین این مدل‌ها هستیم مشترک بودن این مخزن با کشور قطر بر اهمیت دستیابی به این مسیر بهینه می‌افزاید. از سویی از آنجا که بهره‌برداری از این ذخایر منتج به حفاری و استخراج در اعماق بالای دریا می‌شود و تمام فعالیت‌های حفاری و استخراج در کشور میزبان صورت می‌گیرد، لذا در صورت انعقاد قراردادهای توسعه‌ای و استخراجی با شرکت‌های بزرگ نفتی و گازی داخلی یا خارجی باید مفادی مبنی برمحدودیت‌های زیست‌محیطی در قرارداد لحاظ شود که مبتنی بر آنها شرکت طرف قرارداد به تلاش برای استخراج از مخزن با کم‌ترین آلودگی برآمده و به دنبال استفاده از تکنولوژی‌های جدید در فعالیت‌های اکتشافی و استخراجی باشد. لذا محدودیت‌های زیست‌محیطی در قالب دو سناریو وارد جریان مدل‌سازی شدند. در ادامه به تخمین مسیر بهینه‌ی استخراج و قیمت با استفاده از مدل‌های نظریه‌پردازی شده و داده‌های مربوط به سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۹۱ می‌پردازیم. لازم به ذکر است که در تخمین مدل با استفاده از داده‌های تجربی محدودیت زیست‌محیطی لحاظ نگردیده و تنها در راستای مدل‌سازی در نظر گرفته شده‌اند.

در نهایت بیان می‌گردد که اعمال محدودیت‌های زیست‌محیطی به عنوان یکی از مفاد قراردادها به طور غیرمستقیم به میزان استخراج از مخزن خواهد افزود.

کلید واژه‌ها: تامین مالی، مخزن فراساحلی پارس جنوبی، مسیر بهینه استخراج و قیمت و محدودیت زیست محیطی.

طبقه‌بندی JEL: C45

۱. استاد دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران (*نویسنده مسئول)
۲. دانشجوی دکتری دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران

Email: mahmadian@ut.ac.ir
Email: vida.varahrami@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

اهمیت انرژی به عنوان یکی از نهاده‌های تولید از یک سو و به عنوان کالایی مصرفی برای خانوارهای جامعه از سوی دیگر، غیر قابل انکار است. همچنین با توجه به افزایش میزان مصرف و تقاضای انرژی توجه به یافتن دیگر حامل‌های انرژی که قابلیت جایگزینی با نفت خام را داشته باشند، از رویکردهای اقتصادی هر دولت و هر جامعه در تمام نقاط جهان به حساب می‌آید. این مقوله که گاز طبیعی جانشین خوبی برای نفت خام در مصرف است از چندی پیش مطمع نظر بسیاری از کارشناسان فنی و اقتصادی و حتی سیاسی قرار گرفته است. از دیگر سو باید در نظر داشت که گاز طبیعی و نفت خام در تولید نیز مکمل یکدیگرند؛ بدین معنا که در بسیاری از نقاط دنیا برای افزایش فشار چاههای نفت از تزریق گاز طبیعی استفاده می‌کنند. بیشتر کشورهای دارنده‌ی منابع گازی، به طور معمول دارای منابع نفتی نیز هستند و برخورداری از این منبع می‌تواند به عنوان یک مزیت اقتصادی در مرحله‌ی دوم و سوم برداشت نفت محسوب شود.

بیش از ۶۰ درصد ذخایر گاز ایران به‌صورت ذخایر مستقل گازی (غیرهمراه) هستند که هنوز توسعه نیافته‌اند. ذخایر عمده گازی ایران عبارتند از: پارس جنوبی (۱۴/۲ تریلیون مترمکعب)، پارس شمالی (۱/۴ تریلیون مترمکعب)، کنگان (۰/۸ تریلیون مترمکعب)، نار (۰/۳۶ تریلیون مترمکعب) و خانگیران (۰/۳۱ تریلیون مترمکعب)[۱].

پارس جنوبی بزرگترین میدان گازی ایران است که بر اساس آخرین آمارهای بین‌المللی، بزرگترین میدان گازی جهان نیز به شمار می‌آید. این میدان گازی دارای مساحتی معادل ۹۷۰۰ کیلومتر است که ۳۷۰۰ کیلومتر از آن در آبهای سرزمین ایران و ۶ هزار کیلومتر آن در محدوده آبهای قطر در خلیج فارس قرار دارد. ذخیره بخش مربوط به ایران طبق آخرین برآوردها حدود ۱۴/۲ تریلیون مترمکعب است که حدود ۷ درصد کل ذخایر گاز جهان و بالغ بر ۳۸/۶ درصد ذخایر گازی ایران را به خود اختصاص داده است.[۲]

میدان گازی پارس جنوبی یکی از بزرگترین میادین گازی جهان است که ۲۸ فاز دارد و در اولویت کاری تمامی سیاست‌گذاری‌های کشور قرار دارد و بخش عمده‌ای از گاز مصرفی کشور در بخش‌های تجاری و خانگی را تامین می‌کند. توسعه این میدان گازی به دلیل مشترک بودن در مخزن با کشور قطر از اهمیت بالایی برخوردار است و در سال‌های اخیر سرمایه‌گذاری گسترده‌ای در این میدان گازی صورت گرفته است. ازسویی میدان گازی پارس جنوبی جز مخازن فراساحلی محسوب می‌شود،

۱. بهروزی‌فر مرتضی، هند و چین، بازارهای بالقوه صادرات گاز ایران، ۱۳۸۵، مؤسسه‌ی مطالعات انرژی، صفحه ۱۸
۲. بهروزی‌فر مرتضی، هند و چین، بازارهای بالقوه صادرات گاز ایران، ۱۳۸۵، مؤسسه‌ی مطالعات انرژی، صفحه ۳۸.

Archive of SID

www.SID.ir

استخراج از ذخایر فراساحلی با هزینه زیادی از منظر ساخت سکوها، دکل‌ها و همچنین لوله‌کشی در عمق چند متری دریا مواجه است.

در این مقاله به دنبال مدل‌سازی پیرامون دستیابی مسیر بهینه‌ی استخراج و مسیر بهینه قیمت مخزن فراساحلی پارس جنوبی در شرایط انحصاری و رقابتی هستیم. در ادامه ذکر خواهد شد که چون انجام فعالیت‌های حفاری و اکتشافی و همچنین انجام فعالیت‌های استخراجی، آلودگی‌های زیست محیطی با خود به همراه دارند و اکوسیستم دریایی را به خطر می‌اندازند لذا باید این محدودیت زیست محیطی در راستای دستیابی به مسیر بهینه‌ی استخراج مطمع نظر قرار گیرد و بر شرکت استخراج‌کننده از مخزن وضع شود. با اعمال قید استخراج و اکتشاف با کمترین آلودگی به شرکتِ طرف قرارداد، تاثیر هزینه درونی‌سازی آلودگی‌های ناشی از استخراج و اکتشاف، بر مسیر استخراج در قالب دو سناریو مطرح می‌گردد. از سویی از آنجا که انجام فعالیت‌های حفاری در عمق بالای آب بسیار پرهزینه هستند و اعمال محدودیت‌های زیست محیطی بر هزینه انجام این فعالیت‌ها می‌افزاید، شرکت طرف قرارداد همکاری، به صورت توسعه‌ای و حفاری به دنبال استفاده از تکنولوژی و دانش فنی پیشرفته برخواهد آمد که همین امر زمینه‌ساز گسترش بهره‌برداری بیشتر از این مخازن فراساحلی خواهد بود که در نتیجه مسیر بهینه استخراج از این مخازن را بهبود خواهد داد. بنابراین در حقیقت سؤال اصلی در این مقاله این است که استخراج از یک مخزن فراساحلی چه آثار زیست‌محیطی‌ای را با خود به همراه داشته و درونی‌سازی این آثار توسط شرکت استخراج‌کننده چه اثری بر مسیر استخراج و مسیر قیمت بهره‌برداری از این مخزن دارد و در ادامه بیان خواهد شد که تأمین مالی پروژه بهره‌برداری از مخزن فراساحلی پارس جنوبی به لحاظ انعقاد قراردادهای توسعه‌ای و اکتشافی همکارانه در راستای بهبود مسیر استخراج از این مخزن، مؤثر خواهد بود.

متأسفانه در ایران اهم مطالعات صورت گرفته در راستای بررسی وضعیت مخزن فراساحلی پارس جنوبی، به صورت مطالعات عمرانی و فنی بوده است و تا به حال به لحاظ اقتصادی مطالعات منسجمی در این راستا صورت نگرفته است. از سویی با توجه به بالا بودن بازده انتظاری سرمایه‌گذاری در مخزن فراساحلی پارس جنوبی و با توجه به هزینه‌بر بودن سرمایه‌گذاری در این مخزن، مباحث تامین مالی و پولی مخارج بهره‌برداری از مخزن فراساحلی پارس جنوبی باید مورد تاکید و بررسی قرار گیرد و آثار مثبت اقتصادی آن باید در نظر گرفته شود. از طرفی نباید از آثار زیست‌محیطی منفی ناشی از بهره‌برداری از مخزن فراساحلی پارس جنوبی به عنوان بزرگ‌ترین قطب گازی جهان چشم‌پوشی کرد که در این مقاله به دقت مورد بررسی قرار گرفته شده است. در حقیقت تمامی مباحث مطروحه در این مقاله (به لحاظ سناریوبندی‌ها و استخراج روابط) برای ارزیابی وضعیت یک مخزن فراساحلی، نوآوری مؤلفین می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

در بخش دو این مقاله پیشنه‌ی تحقیق، در بخش سه آثار زیست‌محیطی گسترش استخراج از مخزن فراساحلی و در بخش چهار مسیر بهینه استخراج از مخزن پارس جنوبی با اعمال محدودیت‌های زیست‌محیطی در قالب وجود دو سناریو بیان می‌شوند. در بخش پنج تخمین مسیر بهینه‌ی استخراج و قیمت بدون اعمال محدودیت‌های زیست‌محیطی و در بخش شش پیشنهادها و جمع‌بندی بیان خواهد شد.

۲. پیشینه‌ی تحقیق

در ادامه به بررسی مطالعات مشابه می‌پردازیم.

مسأله استخراج بهینه از منابع تجدیدناپذیر، اولین بار توسط هاتلینگ[1] در سال ۱۹۳۱ مطرح شد. وی در مدل خود بیان می‌دارد که قیمت سایه‌ای یا شاخص کمیابی به اندازه‌ی نرخ بهره طی زمان رشد می‌کند. در مدل هاتلینگ ارزش یک واحد ذخیره زیر زمین برابر با ارزش حال ذخیره استخراج شده منهای هزینه‌ی نهایی استخراج است. لذا محققان زیادی از مدل هاتلینگ برای بیان رفتار پویای قیمت ذخیره تجدیدناپذیر استفاده می‌کنند.

پندیک[2] (۱۹۷۸) در مطالعه خود، مدلی پیرامون نرخ بهینه اکتشاف و تولید منابع پایان‌پذیر ارائه داد و در این مدل با استفاده از داده‌های منطقه تگزاس طی دوره‌ی ۱۹۶۵-۱۹۷۴ مسیر استخراج بهینه را برای بازارهای رقابتی و انحصاری استخراج کرد.

در حقیقت پندیک یک مدل پویا برای استخراج نفت تحت شرایط رقابتی و انحصاری ارائه داد و مسیر بهینه استخراج را زمانی که میزان ذخایر اولیه کم و یا زیاد است، معرفی نمود. او بیان کرد که اگر ذخایر اولیه کم باشند، مسیر قیمت u شکل خواهد بود؛ اما اگر میزان ذخایر اولیه زیاد باشد، آن‌گاه مسیر قیمت مشابه مدل هاتلینگ تغییر خواهد نمود.

دیوارجان و فیشر[3](۱۹۸۲) در مطالعه خود با وارد کردن عدم اطمینان در مراحل اکتشاف با استفاده از یک مدل دو مرحله‌ای نشان دادند که رانت کمیابی یا قیمت سایه‌ای ذخایر در شرایط عدم‌اطمینان نمی‌تواند برابر با هزینه نهایی انتظاری کشف باشد. یعنی اختلاف بین قیمت سایه‌ای و هزینه نهایی جایگزینی می‌تواند از قیمت سایه‌ای بیشتر باشد که در این حالت هزینه نهایی جایگزینی حد بالا برای قیمت سایه‌ای محسوب می‌گردد. بنابراین اگر قیمت سایه‌ای را در حالت وجود شرایط معین درنظر بگیریم نتایج ما حد پایین قیمت سایه‌ای را نشان خواهد داد. لذا بنابر نظر دوارجان و فیشر، وجود عدم‌اطمینان می‌تواند قیمت سایه‌ای بالاتری را در پی داشته باشد.

1 . Hotelling, 1931
2. Pyndic, 1978
3. Devarjan & Fisher, 1982

Archive of SID

www.SID.ir

همچنین دیوارجان و فیشر در مطالعات خود نشان دادند که اگر فرض مستهلک شدن را برای منابع بادوام در نظر بگیریم همچنان قانون رشد r درصد هاتلینگ پابرجا خواهد بود. اما در غیر این صورت به دلیل افزایش موجودی، قیمت کاهش خواهد یافت. آنها معتقدند این نتیجه زمانی که به واسطه‌ی افزایش اکتشاف، سطح موجودی افزایش می‌یابد، همچنان وجود خواهد داشت.

جین و گریگالانس[1] (۱۹۹۳a) در مطالعه‌ی خود نشان دادند که استخراج از ذخایر نفت و گاز فراساحلی آثار زیست‌محیطی مضرر زیادی برای اکوسیستم دریاها و اقیانوس‌ها به دنبال خواهد گذاشت. آلودگی صوتی حاصل از حفاری، نشت گاز و نفت در دریا و وجود پسماندهای حاصل از حفاری در کف اقیانوس، آثار زیانباری بر اکوسیستم دریا خواهد داشت. لذا جهت مقابله با این آثار زیست محیطی زیانبار، قوانین زیست محیطی از جانب دولت‌ها تصویب می‌شود. جین و گریگالانس با یک مدل کنترل بهینه نشان دادند که گسترش قوانین زیست محیطی به صورت یک قید محدودکننده میزان تولید و استخراج نفت و گاز از ذخایر فراساحلی را کاهش می‌دهد. آنها نشان دادند که انعقاد قراردادهای توسعه‌ای با کشورهای خارجی جهت ورود انواع نوآوری‌ها به کشور، نقش موثری بر بهبود استخراج از ذخایر فراساحلی دارد، به طوری‌که حتی اثرگذاری سیاست‌های زیست محیطی سختگیرانه را کاهش می‌دهد.

لین و وانگر[2] (۲۰۰۷) با استفاده از داده‌های مربوط به دوره‌ی ۱۹۷۰-۲۰۰۴، مدل هاتلینگ را به صورت تجربی، آزمون نمودند و نشان دادند که بازار نفت طی دوره‌ی مزبور باثبات بوده است.

هایلی و همکاران[3] (۲۰۱۰) در مقاله خود پیرامون قراردادهای تجاری در راستای اکتشاف، مشارکت در حفاری و توسعه‌ی ذخایر فراساحلی، به بررسی امکان تبانی میان شرکت‌های نفتی و گازی مشارکت‌کننده با یکدیگر و نحوه‌ی مشارکت شرکت‌های تجاری خارجی در فعالیت‌های اکتشاف، حفاری و استخراج از ذخایر فراساحلی پرداختند. مطالعه‌ی این محققین حاکی از این است که موقعیت ذخایر فراساحلی به لحاظ میران ذخایر، شرایط جغرافیایی منطقه، امکان دستیابی شرکت‌های پیشنهاد دهنده به تکنولوژی جدید و همچنین شرایط سیاسی منطقه، نقش مؤثری بر قیمت قراردادهای مشارکتی و همچنین میزان سرمایه‌گذاری‌های شرکت‌های خارجی طرف قرارداد دارد.

۳. آثار زیست‌محیطی گسترش استخراج از مخزن فراساحلی پارس جنوبی

میدان گازی پارس جنوبی بزرگترین میدان گازی جهان است که در خلیج فارس واقع شده است و یکی از اصلی‌ترین منابع انرژی کشور به شمار می‌رود. استخراج از یک منبع پایان‌پذیر مثل مخزن

1. Jin & Grigalunas, 1993 a
2. Lin and Wanger, 2007
3. Haile et al, 2010

Archive of SID

www.SID.ir

فراساحلی پارس جنوبی با آلودگی‌های زیست‌محیطی توأم است. حفاری در عمق دریا، آلودگی صوتی در عمق آب را با خود به همراه دارد. استخراج و حفاری در عمق آب می‌تواند منجر به نشت نفت و گاز به آب شده و بدین‌سان زندگی گونه‌های دریایی را به خطر می‌اندازد.

جهت انتقال گاز از سکوها به خشکی در اعماق دریا لوله کشی صورت می‌گیرد. اگر این لوله‌ها در اثر بروز زلزله در عمق دریا یا به هر دلیل دیگری دچار شکستگی شوند، نفت و گاز به دریا نفوذ می‌کند و به لحاظ اکوسیستمی زندگی موجودات دریایی را به خطر می‌اندازد.

در مورد مخزن پارس جنوبی نیز قاعدتاً انجام عملیات حفاری در عمق خلیج فارس پسماندهایی را به همراه دارد که محیط‌زیست دریایی را آلوده می‌کند. از طرف دیگر انتقال نفت و گاز از مخزن تا ساحل با احتمال شکستن لوله‌ها و نشت نفت و گاز به عمق دریا همراه است و بدین‌سان انتقال گاز غنی از مخزن تا ساحل و فراورش آن در پالایشگاه‌های ساحلی آلودگی‌های زیست‌محیطی را با خود به همراه دارد.

تأسیسات خشکی و فراورش گاز این میدان در منطقه‌ی ساحلی عسلویه واقع در استان بوشهر قرار دارد. تولید حجم بالای نفت و گاز در این منطقه منجر به انتشار حجم بالای گازهای اسیدی و سولفوردار در منطقه شده و این مسأله را به یکی از مهمترین چالش‌های موجود در منطقه عسلویه تبدیل کرده است. در حال حاضر روزانه ۵۵ میلیون فوت مکعب گاز اسیدی در منطقه عسلویه تولید می‌شود، به طوری‌که هوای منطقه را به شدت آلوده کرده است. وجود ذرات معلق سولفور در هوا تنفس را در این منطقه تا حدود زیادی با مشکل مواجه ساخته است. بارندگی در این منطقه ذرات سولفور را به آب‌های زیرزمینی منتقل کرده و چشمه‌های آب زیرزمینی منطقه را آلوده کرده که متأسفانه برخی زمین‌های زراعی را با مشکلاتی من جمله افت شدید کیفیت خاک و عدم حاصلخیزی زمین مواجه نموده است.

حجم زیاد گاز اسیدی تولید شده در منطقه پارس جنوبی به عنوان یک عامل بحرانی تهدیدکننده‌ی محیط زیست نیازمند مدیریت و کنترل است. جهت کمک به مردم منطقه راهکارهای زیست‌محیطی مختلفی ارائه شده است که از آن جمله می‌توان به تزریق گازهای اسیدی در سازندهای زمین‌شناسی برای حفاظت از سلامت انسان‌ها و محیط زیست، کاهش میزان گاز گلخانه‌ای دی اکسیدکربن و جلوگیری از هزینه‌های بسیار بالای گوگردزدایی در منطقه اشاره نمود.

از سویی راهکارهایی برای اشتغال‌زایی در منطقه برای کمک به کشاورزان پیشنهاد و اجرایی شده است که از آن جمله می‌توان به اشتغال بومیان در تأسیسات ساحلی منطقه‌ی گازی پارس جنوبی اشاره کرد. بهره‌برداری از تأسیسات ساحلی در منطقه‌ی عسلویه زمینه مناسبی برای گسترش راه‌های ارتباطی منطقه مثل ساخت فرودگاه‌ها حاصل آورده است که این زیرساخت‌ها نیز می‌تواند به بهبود رفاه بومیان منطقه کمک شایانی نماید.

Archive of SID

www.SID.ir

٤. دستیابی به مسیر بهینه‌ی استخراج (در بازار رقابتی و انحصاری) از مخزن فراساحلی پارس جنوبی با اعمال محدودیت‌های زیست‌محیطی

همان‌طور که ذکر شد، استخراج و اکتشاف در راستای بهره‌برداری از مخازن فراساحلی به لحاظ امکان نشت نفت و گاز از لوله‌ها و ایجاد پسماندهای حاصل از حفاری می‌تواند اکوسیستم دریایی را به خطر اندازد. بنابراین برای دستیابی به مسیر بهینه‌ی استخراج و قیمت از مخزن فراساحلی پارس جنوبی باید هزینه‌ی درونی‌سازی آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از استخراج و بهره‌برداری از مخزن را نیز در نظر بگیریم(بیکر و همکاران، ۲۰۰۶)[1].

لذا معمولاً جهت انعقاد قراردادهای توسعه‌ای و اکتشافی با شرکت‌های بزرگ نفتی و گازی داخلی و یا خارجی، مفادی پیرامون درونی‌سازی هزینه‌های ناشی از فرایند استخراج و اکتشاف توسط شرکت طرف قرارداد در نظر گرفته می‌شود. بنابراین شرکت طرف قرارداد (شرکت سرمایه‌گذار خارجی و یا پیمانکار داخلی) به‌گونه‌ای به دنبال استفاده از روشهای نوین استخراج و اکتشاف یا بهره‌برداری از تکنولوژی‌های جدید برخواهد آمد. دستیابی به تاسیسات پیشرفته، امکان بهره‌برداری از ذخایر در لایه‌های زیرین مخزن در اعماق بالای دریا را به همراه داشته و در نهایت منجر به بهبود مسیر استخراج از مخزن خواهد شد(الگستر و همکاران، ۲۰۱۰)[2].

در ادامه برای دستیابی به مسیر بهینه استخراج باید هزینه درونی‌سازی آثار خارجی ناشی از حفاری و استخراج را نیز در تابع هدف شرکت استخراج‌کننده مخزن در نظر بگیریم که جهت انجام این کار دو سناریو را در نظر می‌گیریم:

سناریوی اول

در این سناریو فرض می‌کنیم که هزینه درونی‌سازی آلودگی حاصل از استخراج نیز به شرکت استخراج‌کننده مخزن تحمیل می‌شود که به صورت $C_3(K)$ است و در این سناریو K (آلودگی) تابعی از میزان استخراج می‌باشد و با افزایش میزان استخراج بر میزان آلودگی افزوده شده و در نتیجه شرکت باید هزینه بیشتری را برای رفع این آلودگی یا به بیانی درونی سازی این آلودگی بپردازد.

در مدلی که در ادامه بیان خواهد شد، q میزان استخراج از منبع پایان‌پذیر است که در بازار عرضه می‌شود، w تعداد چاه‌های حفر شده، R میزان ذخایر و $C_2(w)$ هزینه اکتشاف است که با افزایش w هزینه کشف زیاد می‌گردد.

$\dot{x}$ تغییر در اکتشافات، x میزان کشفیات در هر دوره و $C_1(R)q$ هزینه استخراج است. همانطور که اشاره شد $C_1(R)q$ تابعی از میزان استخراج و ذخایر می‌باشد. در این مرحله فرض می‌کنیم که

1. Bieker, et al, 2006
2. Elgsater, et al, 2010

Archive of SID

www.SID.ir

استخراج کننده در بازار انحصاری به بهره‌برداری از مخزن می‌پردازد و برای دستیابی به مسیر بهینه استخراج از مخزن فراساحلی پارس جنوبی، قیمت را به صورت تابعی خطی از میزان استخراج به صورت P=a-bq در نظر می‌گیریم و مسأله‌ی دینامیک بهینه را به صورت زیر می‌نویسیم:

(۱)

$$Max\int_0^{\infty}[(a-bq)q-C_1(R)q-C_2(w)-C_3(K(q))]e^{-\delta t}dt$$

St:

$$\dot{R}=\dot{x}-q$$

$$\dot{x}=f(w,x)$$

$$R\geq 0, q\geq 0, w\geq 0, x\geq 0$$

برای مسأله‌ی تابع همیلتون تعدیل‌یافته[1] را به صورت زیر تشکیل می‌دهیم:

(۲)

$$H=[(a-bq)q-C_1(R)q-C_2(w)-C_3(K(q))]+\lambda_1(f(w,x)-q)+\lambda_2(f(w,x)$$

رابطه‌ی(۲) را نسبت به q و R حداکثر می‌کنیم و مطابق با شرایط کان‌تاکر در حالت وجود قیود نامساوی، فرض می‌کنیم که q>0 و R>0 هستند و با این دو شرط تمامی مشتقات را در قالب تساوی می‌نویسیم:

$$\frac{\partial H}{\partial q}=a-2bq-C_1(R)-C_3'(K).K'(q)-\lambda_1=0 \qquad (۳)$$

$$\frac{\partial H}{\partial R}=\delta\lambda_1-\dot{\lambda}_1-C_1'(R)q=0 \qquad (۴)$$

با استفاده از روابط فوق به مسیر بهینه استخراج در سناریوی اول با وجود محدودیت زیست‌محیطی می‌رسیم. بدین‌منظور مقدار λ_1 را از رابطه‌ی(۳) و سپس معادله دینامیک آن را از رابطه‌ی(۴) تعیین نموده و نتایج به دست آمده را در رابطه‌ی(۴) جایگزین می‌کنیم. در نهایت بعد از مرتب و تنظیم نمودن عبارات، معادله دینامیک مسیر استخراج در حالت انحصاری به صورت زیر خواهد بود:

$$\Rightarrow \dot{q}_m=\frac{2b\delta q+\delta C_1(R)+\delta C_3'(K).K'(q)-C_1'(R).f(w,x)-\delta a}{2b+C_3''(K).K'(q)+K''(q).C_3'(K)} \qquad (۵)$$

1. Current Hamilton

Archive of SID

www.SID.ir

اگر $C_3''(K).K'(q) = K''(q).C_3'(K) = C_3'(K).K'(q) = 0$ در این حالت مسیر بهینه استخراج در حالت نبود محدودیت‌های زیست‌محیطی و در حالت انحصاری به صورت رابطه‌ی(۶) استخراج می‌شود:

$$\Rightarrow \dot{q}_m = q\delta + \frac{\delta}{2b}C_1(R) - \frac{C_1'(R).f(w,x)}{2b} - \frac{\delta a}{2b} \qquad (۶)$$

تفاوت میان دو رابطه‌ی(۵) و (۶)، در حقیقت متأثر از عامل $C_3'(K).K'(q)$ می‌باشد که در حقیقت می‌توان گفت همان مالیات پیگویی می‌باشد که بر شرکت استخراج کننده‌ی از مخزن و آلوده کننده‌ی محیط‌زیست وضع می‌شود. لذا در چهارچوب انعقاد قراردادهای توسعه‌ای، اکتشافی و استخراجی باید مفاد قرارداد به گونه‌ای وضع شود که در آن محدودیت‌های زیست‌محیطی بر شرکت طرف قرارداد استخراج‌کننده مخزن وضع گردد. بدین‌سان شرکت خارجی و یا داخلی طرف قرارداد باید به دنبال راهکارهایی برای کاهش هزینه‌های استخراج خود از مخزن باشد که بدین‌صورت به دنبال استفاده از انواع تکنولوژی‌های جدید با شدت آلایندگی کمتر برخواهد آمد.

اگر استخراج کننده در شرایط رقابتی به بهره‌برداری از مخزن بپردازد، برای دستیابی به مسیر بهینه استخراج در شرایط رقابتی با احتساب هزینه‌های زیست‌محیطی رابطه‌ی(۱) را بازنویسی می‌کنیم:

(۷)

$$\text{St: } Max\int_0^{\infty}[Pq - C_1(R)q - C_2(w) - C_3(K(q))]e^{-\delta t}dt$$
$$\dot{R} = \dot{x} - q$$
$$\dot{x} = f(w,x)$$
$$R \geq 0, q \geq 0, w \geq 0, x \geq 0$$

برای حل حداکثر نمودن رابطه‌ی فوق از آن نسبت به قیود بالا از روش همیلتون تعدیل‌یافته استفاده می‌کنیم و از آن نسبت به R و میزان استخراج، مشتق می‌گیریم و مطابق با شرایط کان‌تاکر در حالت وجود قیود نامساوی، فرض می‌کنیم که q>0 و R>0 هستند و با این دو شرط تمامی مشتقات را در قالب تساوی می‌نویسیم:

$$\frac{\partial H}{\partial q} = P - C_1(R) - C_3'(K).K'(q) - \lambda_1 = 0 \qquad (۸)$$

$$\frac{\partial H}{\partial R} = \delta\lambda_1 - \dot{\lambda}_1 - C_1'(R)q = 0 \qquad (۹)$$

Archive of SID

www.SID.ir

با استفاده از روابط (۸) و (۹) به مسیر بهینه استخراج در حالت رقابتی در سناریوی اول با وجود محدودیت زیست‌محیطی می‌رسیم.

$$\dot{q}_c = \frac{-\delta[P - C_1(R) - C_3'(K).K'(q)] - C_1'(R) f(w,x) + \dot{P}}{C_3''(K)K'(q) + K''(q)C'(K)} \qquad (۱۰)$$

مابه‌التفاوت میان روابط (۱۰) که مسیر بهینه‌ی استخراج در حالت رقابتی و رابطه‌ی(۵) که مسیر بهینه‌ی استخراج در حالت بازار انحصاری است بیانگر زیان مرده‌ی اجتماعی[1] می‌باشد. در حقیقت در حالت انحصاری میزان بهینه استخراج از حالت رقابتی کمتر خواهد بود. در بازاری که استخراج‌کننده و عرضه‌کننده انحصارگر باشد، محصول کمتر با قیمت بالاتر به بازار عرضه خواهد شد. (لیتی و لین، ۲۰۱۲)[2]

با استفاده از روابط (۸) و (۹) مسیر بهینه قیمت در حالت رقابتی در سناریوی اول را با وجود محدودیت زیست‌محیطی استخراج می‌کنیم:

$$\dot{P}_c = \delta[P - C_1(R) - C_3'(K).K'(q)] + C_1'(R) f(w,x) - \dot{q}[C_3''(K).K'(q) + K''(q).C_3'(K)] \qquad (۱۱)$$

اگر $C_3''(K).K'(q) = K''(q).C_3'(K) = C_3'(K).K'(q) = 0$ در این حالت مسیر بهینه قیمت در حالت نبود محدودیت‌های زیست‌محیطی به صورت رابطه‌ی(۱۲) استخراج می‌شود:

$$\dot{P}_c = \delta[P - C_1(R)] + C_1'(R) f(w,x) \qquad (۱۲)$$

سناریوی دوم

در این سناریو فرض می‌کنیم که هزینه‌ی درونی‌سازی آلودگی توسط شرکت استخراج‌کننده به صورت $C_3(K)$است و K (آلودگی) تابعی از میزان استخراج و تعداد چاه‌های حفر شده می‌باشد و با افزایش میزان استخراج و حفاری بر میزان آلودگی افزوده می‌شود. در حقیقت در این سناریو برخلاف سناریوی اول، فرض می‌شود که شرکت استخراج‌کننده هم باید آلودگی ناشی از استخراج و هم آلودگی ناشی از حفاری را رفع کند و در نتیجه، شرکت طرف قرارداد و به عهده گیرنده استخراج از مخزن باید هزینه بیشتری را برای رفع این آلودگی یا به بیانی به درونی‌سازی این آلودگی بپردازد

در اینجا فرض می‌کنیم که بهره‌برداری از مخزن در بازار انحصاری صورت می‌گیرد. لذا برای دستیابی به مسیر بهینه استخراج در بازار انحصاری از مخزن فراساحلی پارس جنوبی، قیمت را به صورت P=a-bq تابعی خطی از میزان استخراج در نظر می‌گیریم و رابطه‌ی۱) را بازنویسی می‌کنیم.

1. Dead Weight Loss
2. Leighty & Lin, 2012

Archive of SID

www.SID.ir

(۱۳)

$$Max\int_0^{\infty}[(a-bq)q-C_1(R)q-C_2(w)-C_3(K(q,w))]e^{-\delta t}dt$$

St:

$$\dot{R}=\dot{x}-q$$

$$\dot{x}=f(w,x)$$

$$R\geq 0, q\geq 0, w\geq 0, x\geq 0$$

مطابق قبل رابطه‌ی(۱۳) را نسبت به q، R ، x و w حداکثر می‌کنیم و مطابق با شرایط کان‌تاکر در حالت وجود قیود نامساوی، فرض می‌کنیم q>0 و R>0 هستند و با این دو شرط تمامی مشتقات را در قالب تساوی می‌نویسیم:

(۱۴)

$$H=[Pq-C_1(R)q-C_2(w)-C_3(K(q,w))]+\lambda_1(f(w,x)-q)+\lambda_2(f(w,x)$$

$$\frac{\partial H}{\partial q}=a-2bq-C_1(R)-C_3'(K).K'(q,w)-\lambda_1=0$$

$$\frac{\partial H}{\partial R}=\delta\lambda_1-\dot{\lambda}_1-C_1'(R)q=0 \qquad (۱۵)$$

$$\frac{\partial H}{\partial w}=-C_2'(w)-C_3'.K_w+\lambda_1 f_w+\lambda_2 f_w=0 \qquad (۱۶)$$

$$\frac{\partial H}{\partial x}=-\delta\lambda_2+\dot{\lambda}_2+\lambda_1 f_x+\lambda_2 f_x=0 \qquad (۱۷)$$

با استفاده از روابط (۱۴) و (۱۵) به مسیر بهینه‌ی استخراج در سناریوی دوم با وجود محدودیت زیست‌محیطی می‌رسیم. بدین‌منظور مقدار λ_1 را از رابطه‌ی(۱۴) و سپس معادله‌ی دینامیک آن را از رابطه‌ی(۱۵) تعیین نموده و نتایج به دست آمده را در رابطه‌ی(۱۵) جایگزین می‌کنیم. در نهایت بعد از مرتب و تنظیم نمودن عبارات، معادله‌ی دینامیک مسیر استخراج در حالت انحصاری در سناریوی دوم به صورت زیر خواهد بود:

$$\Rightarrow \dot{q}_m=\frac{2b\delta q+\delta C_1(R)+\delta C_3'(K).K'(q,w)-C_1'(R).f(w,x)-\delta a}{2b+C_3''(K).K'(q,w)+K''(q,w).C_3'(K)} \qquad (۱۸)$$

در این حالت هم مشابه حالت قبل، در حالت وجود محدودیت زیست‌محیطی و حالت عدم وجود آن تنها عامل $\delta C_3'(K).K'(q,w)$ (با فرض صفر بودن مشتق دوم $C_3(K),K(q,w)$) است که این

Archive of SID

www.SID.ir

عامل در حقیقت تحت عنوان مالیات پیگویی از استخراج‌کننده‌ی آلوده‌گر اخذ می‌شود. لذا همان‌طور که در قسمت قبل ذکر شد باید برای جلوگیری از ایجاد آلودگی زیست‌محیطی کشور خارجی طرف قرارداد در متن قرارداد، شرایطی میان شرکت منعقدکننده و شرکت پذیرنده قرارداد (یا کشور میزبان و شرکت خارجی طرف قرارداد) لحاظ شود. اعمال این قید، انگیزه طرف قرارداد (به خصوص شرکت خارجی طرف قرارداد) را برای دستیابی به تکنولوژی جدید و به کار گیری آن برای کاهش هزینه‌های ناشی از درونی‌سازی آلودگی‌ها افزایش خواهد داد.

در راستای مقایسه‌ی مسیر بهینه استخراج در حالت بازار انحصاری و در سناریوهای اول و دوم می‌توان نتیجه‌گیری نمود که در سناریوی دوم چون در حقیقت محدودیت زیست‌محیطی بیشتری بر استخراج‌کننده مخزن تحمیل می‌گردد لذا هزینه درونی‌سازی آثار خارجی بیشتر بوده و در نتیجه میزان استخراج کمتر خواهد بود.

با استفاده از روابط (۱۶) و (۱۷) مسیر بهینه‌ی پویای چاه‌های اکتشافی به صورت رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\dot{w} = \frac{C_2'(w)[\frac{f_{wx}}{f_w}.f(w,x) - f_x + \delta] + C_1'(R)qf_w}{C_2''(w) - C_2'(w)\frac{f_{ww}}{f_w}} \qquad (۱۹)$$

در پایان این بخش ذکر این نکته ضروری است که استفاده از تکنولوژی‌های جدید و پیشرفته توسط شرکت طرف قرارداد، گام موثری در راستای کاهش آلودگی‌های ناشی از اکتشاف و استخراج خواهد بود که قاعدتاً استفاده از این تکنولوژی‌های پیشرفته آثار منفی درونی‌سازی آثار خارجی ناشی از آلودگی‌های زیست‌محیطی را کاهش خواهد داد. لذا استفاده از دانش فنی و تکنولوژی‌های جدید بسیار حائز اهمیت خواهد بود و می‌تواند اثر مثبتی بر کاهش آلودگی‌های ناشی از استخراج و اکتشاف و قاعدتاً هزینه‌های درونی سازی این آثار خارجی داشته باشد و گام موثری در راستای بهبود اکتشاف و استخراج از مخزن در بلندمدت باشد.

۵. تخمین مسیر بهینه قیمت، استخراج و درآمد نهایی مخزن فراساحلی پارس جنوبی (در حالت نبود محدودیت‌های زیست‌محیطی)

جهت دستیابی به مسیر بهینه قیمت در حالتی که بهره‌برداری و استخراج از مخزن در شرایط نبود محدودیت زیست‌محیطی صورت می‌گیرد، از آمار سالانه قیمت گاز طبیعی عرضه شده از مخزن فراساحلی پارس جنوبی استفاده شد. جهت انجام تخمین از داده‌های مربوط به سال‌های ۹۱-۱۳۸۱ که دوره‌ی مربوط به تاسیس و بهره‌برداری از فازهای پارس جنوبی است، استفاده نمودیم.

Archive of SID

www.SID.ir

جهت انجام برازش‌ها در این مطالعه از نرم‌افزار OxMetrics 6 استفاده می‌شود. این نرم‌افزار یک نرم‌افزار سنجی است که توسط دورنیک و هندری[1] توسعه یافته است و برای انجام تحلیل‌های سری زمانی، بررسی مدل‌های اقتصادسنجی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مزیت این نرم‌افزار نسبت به سایر نرم‌افزارها این است که قابلیت کار با داده‌های اندک را دارد.

هزینه اکتشاف را در رابطه (۱) به صورت تابعی از تعداد چاه‌ها معرفی کردیم که مشابه رابطه (۲۰) تعریف شده است.[2] در این رابطه، w، بیانگر تعداد چاه‌های حفر شده می‌باشد:

$$C_2(w) = a_1 w + a_2 \qquad (۲۰)$$

$\frac{C_2(w)}{w}$ معرف هزینه‌ی متوسط حفر هر چاه است که با مراجعه به متخصصان در میدان گازی پارس جنوبی حاصل آمده است. بنابراین می توان رابطه (۱۹) برازش نمود که نتایج برازش در رابطه (۲۱) ذکر شده است: (عدد داخل پرانتز آماره t می‌باشد.)

$$\frac{C_2(w)}{w} = 0/092 + 72/4\frac{1}{w}$$
$$(3/71) \quad (2/18) \qquad (۲۱)$$
$$R^2 = 0/621$$

تابع تولید به صورت $\dot{X} = f(w, x)$ می‌باشد (مطابق با مقاله پندیک (۱۹۷۸) که در رابطه‌ی(۱) نیز نشان داده شده است. بنابراین تغییر در اکتشافات را مطابق با رابطه زیر تعریف می‌کنیم:

$$\log \dot{X} = C + \alpha \log w - \beta x \qquad (۲۲)$$

رابطه‌ی(۲۲) را با توجه به آمار مربوط به تعداد چاه‌ها (w)، میزان اکتشافات در هر دوره و رشد میزان کشفیات ($\dot{X}$) فازهای پارس جنوبی (با گسترش حفاری، بر میزان کشفیات افزوده شده و اندازه مخزن افزایش می‌یابد). نتایج در رابطه‌ی(۲۳) نشان داده شده است: (عدد داخل پرانتز آماره t می‌باشد.)

1. Doornik J, Hendry D
2. Pyndyck, 1978

Archive of SID

www.SID.ir

(۲۳)

$$\log \dot{X} = 1/78 + 0/48 \log w - 0/00179x$$
$$(1/68) \quad (2/22) \quad (3/71)$$
$$R^2 = 0/712 \qquad \overline{R}^2 = 0/70$$

مطابق با رابطه (۲۳) تمامی متغیرها معنادار هستند و با افزایش حفاری بر میزان کشفیات افزوده شده است.

همانطور که در رابطه (۱) نشان داده شد، شرکت استخراج‌کننده در فرایند استخراج منابع پایان‌پذیر با هزینه‌ای موسوم به هزینه کاهش ذخایر نیز مواجه هست به طوریکه با افزایش استخراج، از حجم ذخایر کاسته شده و با هزینه $C_1(R)$ مواجه می‌شود که به صورت ضریبی از عکس ذخایر یعنی $C_1(R) = \frac{m}{R}$ تعریف شده و $C_1'(R) = -\frac{m}{R^2}$ می‌باشد.

مطابق با داده‌های اداره مهندسی مخازن شرکت مناطق نفت‌خیز و همچنین مطابق با مدل‌های مدل‌سازی شده برای ایران توسط آژانس بین‌المللی انرژی، هزینه ذخایر به صورت $C_1(R) = \frac{351}{R}$ لحاظ شده است.[1]

پس برای مخزن فراساحلی پارس جنوبی، می‌توان مسیر بهینه قیمت گاز طبیعی را مطابق با رابطه (۱۲) در حالت نبود محدودیت‌های زیست‌محیطی برای دوره مورد بررسی، به صورت رابطه (۲۴) برازش نمود: (عدد داخل پرانتز آماره t می‌باشد.)

(۲۴)

$$P_t = 0/30P_{t-1} - 243\frac{1}{R_{t-1}} - 341\frac{(w_{t-1}^{0/5} e^{-0/0018x_{t-1}})}{R_t^2}$$
$$(1/76) \quad (2/01) \quad (1/93)$$
$$R^2 = 0/69 \qquad \overline{R}^2 = 0/65$$

در رابطه (۲۴)، P قیمت گاز طبیعی استخراج شده از مخزن فراساحلی و عرضه شده در بازار، R میزان ذخایر گازی میدان پارس جنوبی، w تعداد چاه‌های حفر شده و مورد بهره‌برداری قرار گرفته و x میزان اکتشافات در هر دوره می‌باشد و همانطورکه نتایج برازش نشان می‌دهند، در مسیر بهینه قیمت، قیمت یک دوره متاثر از قیمت دوره قبل و میزان ذخیره گاز طبیعی می‌باشد.

1. www.iea.org

Archive of SID

www.SID.ir

مسیر بهینه استخراج را با توجه به رابطه (۶) در حالت نبود محدودیت‌های زیست‌محیطی، برای دوره مورد بررسی ۹۱-۱۳۸۱ برای مخزن فراساحلی پارس جنوبی، با استفاده از نرم‌افزار OxMetrics 6 به صورت زیر برازش می‌کنیم: (عدد داخل پرانتز آماره t می‌باشد.)

$$q_t = 0/24 + 0/31q_{t-1} - 210\frac{1}{R_{t-1}} - 317\left(\frac{w_{t-1}^{0/5} e^{-0/0018x_{t-1}}}{R^2}\right)$$

$$(1/81) \quad (2/01) \quad (2/15) \quad (1/91) \qquad (۲۵)$$

$$R^2 = 0/73 \qquad \overline{R}^2 = 0/71$$

مطابق رابطه (۲۵) مسیر بهینه استخراج تابعی از میزان استخراج دوره قبل و عکس میزان ذخایر دوره قبل می‌باشد. رابطه (۲۵) در حقیقت، نتیجه برازش رابطه (۶) است. با تطبیق این دو رابطه می‌توان گفت که δ یا نرخ تنزیل در این مدل برابر با ۰/۶۹ است که کوچکتر از یک و مثبت می‌باشد ، b یا شیب تابع تقاضا برابر با ۰/۵۷۶ می‌باشد. بنابراین طبق این بررسی شیب تابع تقاضا از یک کوچکتر است و بدین معنی است که با تغییر یک واحد مقدار تقاضا قیمت به اندازه ۰/۵۷۶ تغییر خواهد کرد.

مطابق با رابطه (۲۵) که دسترسی به منابع پولی، نقش مهمی در راستای دستیابی به ذخایر بیشتر و بهبود مسیر بهینه استخراج به لحاظ گسترش ذخایر و استخراجات را به دنبال دارد.

٦. نتیجه‌گیری

در این مقاله مسیر بهینه قیمت و استخراج از میدان پارس جنوبی به عنوان بزرگترین قطب گازی ایران، در بازار رقابتی و انحصاری برآورد گردید و نشان داده شد که قیمت دوره قبل و میزان ذخایر نقش معناداری در تعیین مسیر بهینه قیمت دارند و همچنین میزان استخراج دوره قبل و میزان ذخایر تاثیر معناداری در تعیین مسیر بهینه استخراج از منابع پایان‌پذیر دارد. لذا جذب سرمایه‌های خارجی و همچنین استفاده از منابع پولی داخلی می‌تواند نقش موثری در راستای بهبود استخراج در هر دوره داشته باشد و می‌تواند بر اندازه ذخایر بیفزاید که قاعدتاً مسیر بهینه استخراج بهبود خواهد یافت.

در ادامه در راستای پاسخ به سوال اصلی مقاله، مسیر بهینه قیمت و استخراج در حالت وجود دو سناریوی زیست محیطی استخراج شد. سناریوی اول مبتنی بر این بود که آلودگی ناشی از میزان استخراج می‌باشد یعنی با افزایش استخراج امکان نشت نفت و گاز به آب دریا بیشتر شده و قاعدتاً آثار نامطلوبی به لحاظ اکوسیستمی به همراه خواهد داشت. لذا درونی سازی این آثار خارجی هزینه بیشتری بر بنگاه یا شرکت استخراج‌کننده از مخزن تحمیل خواهد کرد.

Archive of SID

www.SID.ir

در سناریوی دوم فرض شد که آلودگی ناشی از میزان استخراج و حفاری در اعماق دریا می‌باشد. پس با گسترش حفاری میزان آلودگی بیشتر شده و هزینه درونی کردن آثار خارجی ناشی از آلودگیِ حفاری و استخراج افزایش می‌یابد. (که از سناریو اول بیشتر خواهد بود) لذا اثر اعمال هزینه درونی‌سازی آثار خارجی ناشی از آلودگی حفاری و استخراج توسط شرکت بهره‌بردار، بر مسیر بهینه قیمت و استخراج بررسی و تحلیل شد. در قالب هر دو سناریو مسیر بهینه استخراج و مسیر بهینه قیمت متاثر از هزینه درونی‌سازی آثار خارجی بودند.

همانطور که ذکر گردید، انعقاد قراردادهای توسعه‌ای با کشورهای خارجی به لحاظ جذب منابع پولی لازم برای گسترشِ بهره‌برداری از مخزن بسیار موثر است. ولی نحوه انعقاد این قراردادها نیز بسیار مهم می‌باشد. لذا باید محدودیت زیست‌محیطی نیز برای کشور خارجی طرف قرارداد طی نوشتار قرارداد در نظر گرفته شود، چون با این کار علاوه بر حفاظت از اکوسیستم دریایی و زیست‌محیطی، کشور طرف قرارداد خارجی به منظور کاهش هزینه‌های بهره‌برداری خود، مجبور می‌شود تکنولوژی‌ها و تاسیسات جدید را به کار گیرد. لذا به طور غیرمستقیم اعمال محدودیت زیست‌محیطی، به لحاظ ترغیب کشور خارجی به استفاده از تکنولوژی‌های جدید و پیشرفته، استخراج را بهبود خواهد داد.

در پایان این مقاله، به عنوان پیشنهاد، می‌توان بیان نمود که سیاستگذاری در راستای انعقاد قراردادها، به منظور جذب سرمایه‌های داخلی و خارجی و دقت در تنظیم مفاد این قراردادها می‌تواند گام موثری برای ورود تکنولوژی و دانش فنی جدید به کشور باشد. لذا استفاده از تکنولوژی‌های جدید و پیشرفته گام موثری در راستای کاهش آثار زیست‌محیطی ناشی از استخراج و اکتشاف بوده و میزان استخراج از بزرگترین مخزن فراساحلی جهان را افزایش خواهد داد. بنابراین بررسی راههای تامین مالی و پولی مخارج بهره‌برداری از مخزن فراساحلی پارس جنوبی بسیار حائز اهمیت است.

منابع

– بهروزی‌فر مرتضی، هند و چین، بازارهای بالقوه صادرات گاز ایران(۱۳۸۵)، مؤسسه‌ی مطالعات انرژی: ۱۸

– بهروزی‌فر مرتضی، هند و چین، بازارهای بالقوه صادرات گاز ایران(۱۳۸۵)، مؤسسه‌ی مطالعات انرژی: ۳۸.

-Bieker H, Slupphaug O, Johansen T.A, 2006, Real-Time Optimization of Oil and Gas Production Systems: A Technology Survey, SPE Intelligent Energy Conference and Exhibition, Amsterdam, The Netherlands.

-Devarjan S, Fisher A, 1981, Economics of Exhaustible Resources, Fifty Years Later, Journal of Economic Literature, Vol 5.

-Elgsater S, Slupphaug O, Johansen T, 2010, A Structured Approach to Optimizing Offshore Oil and Gas Production with Uncertain Models, Computers and Chemical Engineering, 34, 163–176.

Archive of SID

www.SID.ir

-Haile Ph, Hendricks K, Porter R, 2010, Recent U.S Offshore Oil and Gas Lease Bidding: A Progress Report, International Journal of Industrial Organization, 28(4), 390-396.
-Hotelling H, 1931, The Economics of Exhaustible Resources. The Journal of Political, Economy 39(2), 137-175.
-Jin D, Grigalunas T.A., 1993a. Environmental Compliance and Energy Exploration and Production: Application to Offshore Oil and Gas, Journal of Land Economics 69 (1), 82–97.
-Leighty W, Lin Y, 2012, Tax policy can change the production path: A model of optimal oil extraction in Alaska, Energy Policy, 41, 759–774.
-Lin C.Y, Wagner G, 2007, Steady-State Growth in a Hotelling Model of Resource Extraction, Journal of Environmental Economics and Management. 54(1), 68-83
Pyndyck R, 1978, The Optimal Exploration and Production of Nonrenewable Resources, Journal of Political Economy 86(5): 841-861.

Archive of SID

www.SID.ir