

طراحی مدل سیاستگذاری انرژی در صنعت نفت و گاز (گزینه‌های مبتنی بر طرح هدفمندسازی یارانه‌ها)

علی محقر*

استادیار دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران

علیرضا شریفی سلیم**

دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران

علی زارع میرک آباد***

دانشجوی دکتری آینده پژوهی، دانشکده علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران، تهران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۷/۲۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۵/۲۲

چکیده

در این مقاله مدل سیستم پویایی ارائه شده که سیاستهای مختلف صنعت نفت را ارزیابی می‌کند. همچنین صادرات نفت و گاز و تزریق مازاد گاز به مخازن نفتی در این مدل برای ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضا در نظر گرفته شده است. در نتیجه، اثر گزینه‌های مختلف سیاستهای نفتی و گازی در بخشهای مختلف اقتصادی ایران، همراه با اثر متقابل مصرف انرژی و درآمد نفتی آزموده شده است. با توجه به اجرای طرح هدفمندسازی یارانه‌ها سه گزینه افزایش قیمت گاز مصرفی، افزایش تزریق گاز به مخازن نفتی و افزایش همزمان سهمیه اوپک و تزریق گاز به مخازن نفتی برای بررسی روندهای آتی متغیرهای اصلی همچون میزان مصرف گاز بخش خانگی، تجاری و عمومی و میزان مصرف کلی گاز مورد ملاحظه قرار گرفته است. نتایج بیان می‌کند، افزایش قیمت گاز باعث کاهش مصرف کلی گاز در کشور می‌شود و نیز زمانی تزریق گاز به میادین نفتی برای کشور ایجاد ارزش می‌کند که سهم ایران در اوپک افزایش یابد.

* پست الکترونیکی: Amohaghar@ut.ac.ir

** مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Sharifisalim@ut.ac.ir

*** پست الکترونیکی: Alizare@ut.ac.ir

واژه‌های کلیدی: سیاستگذاری، تحلیل سیستمی، هدفمندی یارانه‌ها، صنعت نفت و گاز.

طبقه‌بندی JEL: Q48, C69, M00.

۱. مقدمه

ایران دارنده دومین منابع نفت و گاز در جهان است. همچنین ایران چهارمین تولیدکننده و مصرف‌کننده بزرگ گاز و چهارمین تولیدکننده و صادرکننده بزرگ نفت در جهان است. یک وابستگی قوی بین بخش نفت و گاز و رشد اقتصادی طی صد سال گذشته تولید نفت و چهل سال توسعه شبکه مصرف گاز به وجود آمده است. درآمد نفتی بزرگترین تأمین‌کننده بودجه دولت است، علاوه بر این توسعه تمامی بخشهای اقتصادی به‌طور مستقیم و غیرمستقیم تحت تأثیر درآمد نفت است.^۱

از آنجا که سهم مصرف گاز خانگی و یارانه‌های نقدی پرداختی در این حوزه از اقتصاد کشور میزان قابل توجهی را به خود اختصاص می‌دهد و با توجه به رشد خطوط لوله گازرسانی به منظور پوشش طیف گسترده‌تری از آحاد مردم، میزان مصرف به شدت افزایش یافته و ادامه روند موجود کشور را با مشکل مواجه می‌سازد، برای حل این مشکل باید به دنبال گزینه‌هایی بود که با اصلاح الگوی مصرف از منابع موجود انرژی استفاده بهینه را برد و با سیاستهای درست، از اسراف خودداری نمود و میزان استخراج را بهبود داد تا درآمد بیشتری عاید کشور شود.

از آنجا که تصمیم‌گیری در این زمینه متغیرهای زیادی همچون میزان سهم اوپک، میزان هزینه تمام شده برق میزان تولید ناخالص داخلی و میزان آلودگی هوا را تحت تأثیر قرار می‌دهد، برای بررسی تغییر هر عامل بر سایر عوامل در این مقاله با به‌کارگیری روش پویایی سیستم‌ها، سیستم تولید و مصرف انرژی در ایران مطالعه شد.

سازماندهی ادامه مقاله بدین شکل است که پس از بیان مقدمه، ادبیات موضوع با تأکید بر مطالعات و مدل‌های سیستم‌های پویا در زمینه انرژی مورد بررسی قرار گرفته است. در ادامه با استفاده از روش پویایی سیستم مدل سیستم تولید و مصرف انرژی در ایران ایجاد می‌شود و نمودار علت و معلولی مربوط ترسیم و حلقه‌های اصلی مدل تبیین خواهد شد. پس از بررسی اعتبار مدل و تحلیل گزینه‌های مختلف در نهایت نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی ارائه می‌شود.

^۱ Central Bank of Iran (2009), Deputy of Electricity and Energy Affairs, Ministry of Energy, Spring (2008)

۲. ادبیات تحقیق

ایده اصلی برای استفاده از مدل سیستم‌های پویا در زمینه انرژی در صنعت گاز ایالات متحده از سوی نیل^۱ (۱۹۷۳) مطرح شد. وی متغیرهایی نظیر اکتشاف، تولید، تقاضا و نیز سرمایه‌گذاری را بررسی می‌کند و گزینه‌هایی در زمینه میزان ذخایر اثبات نشده، نرخ مالیات، عوامل فناورانه و قوانین ارائه می‌دهد. این مدل یکی از اولین و نیز بهترین مدل‌های شبیه‌سازی پویای انرژی است و در ضمن تقاضا در این مدل برونزاست و رابطه متقابل میان بخش اقتصاد و انرژی در نظر گرفته نشده است. در این مدل چرخه تولید به‌طور تفصیلی مدلسازی نشده و نیاز سرمایه‌گذاری بررسی نشده است. یکی دیگر از مشکلات مدل برابری نرخ تولید و نرخ مصرف است که جهان شمول نیست و نیاز به جایگزینی منبع انرژی در نظر گرفته نشده است. در نهایت، می‌توان بیان داشت که معمولاً نرخ اکتشاف به‌وسیله پیش‌بینی تولید و تقاضای آینده تعیین می‌شود اما در این مدل با نرخ فعلی تولید مشخص شده است.

استرمن^۲ (۱۹۸۱) یک مدل سیستم پویا را در زمینه رابطه متقابل اقتصاد و انرژی توسعه داد. در ادامه استرمن و همکاران (۱۹۸۸) به بررسی صنعت نفت پرداخته و متغیرهای اکتشاف، تولید و مصرف، فناوری، قیمت، درآمد و سرمایه‌گذاری، تقاضا و جایگزینی را در نظر گرفته‌اند. آنها در مدل پویای نفت خود گزینه‌هایی نظیر کنترل‌های قیمت و قوانین، مالیات، هزینه‌ها، تأثیرات جایگزینی، سیاست‌های اوپک و دیگر تأمین‌کنندگان، هزینه واردات و محدودیتها، ذخایر و ذخیره‌های راهبردی را بررسی نمودند. این مدل معضلات مدل نیل را در رابطه با زمان حل کرده است.

چوکری^۳ (۱۹۹۰) در کشور مصر به بررسی مدل نفت پرداخته و با کمک متغیرهای اکتشاف (توسط دولت و شرکتهای بین‌المللی)، تولید (توسط دولت و شرکتهای بین‌المللی)، سرمایه‌گذاری (توسط دولت و شرکتهای بین‌المللی)، مصرف داخلی و صادرات مدل خود را ایجاد کرده و گزینه‌هایی نظیر تغییرات در قیمت‌های بین‌المللی، تغییرات در قیمت‌های محلی، تغییرات ذخایر، تغییرات در سهم شرکتهای خصوصی را بررسی نموده است. این مدل برای کشورهای در حال توسعه و تولیدکننده نفت عالی است، مزیت اصلی این مدل تمایز بین مناطق تولید نفت، مصرف داخلی و صادرات، قیمت‌های محلی و بین‌المللی است.

بودجر و می^۴ (۱۹۹۲) در نیوزلند مدل انرژیهای حاصل از، چوب، نفت، گاز، هسته‌ای و خورشیدی بررسی کرده‌اند. ایشان به بررسی متغیرهای منابع انرژی، صنایع پالایش انرژی،

^۱ Naill

^۲ Sterman

^۳ Choucri

^۴ Bodger and May

بخشهای تولیدی و مصرفی در مدل خود پرداخته‌اند. این مدل پویا، امکان جایگزینی انواع منبع انرژی را برای کمک به سیاستگذاران در عرصه انرژی در دسترس قرار می‌دهد. مدل مشابهی نیز از سوی چوتاری و شاو^۱ (۱۹۹۲) در اکتشاف و استخراج نفت هند ایجاد شد. در نهایت، چی و همکاران^۲ (۲۰۰۹) مدل پویایی سیستمی را برای صنعت گاز انگلستان ارائه دادند. در این مدل، متغیرهای اکتشاف، تولید و مصرف، پیش بینی مصرف و جایگزینی مطرح بوده که در گزینه‌های سیاستهای مالیاتی، تقاضا، فناوری، سطح مستقل صادرات گاز بررسی شده است و بنای این مدل بر اساس مدل استرمن و همکاران بنا شده است.

عوامل عدیده‌ای ساختار و طبیعت روابط موجود در بخش انرژی ما را از دیگر کشورها متمایز می‌سازد. برای مثال پندی^۳ (۲۰۰۲) تعدادی از عواملی که در برخی از کشورهای در حال توسعه باید در هنگام توسعه مدل سیاستگذاری انرژی مد نظر قرار گیرند، بیان کرده است. تحقیق دیگری را آربان و همکاران^۴ (۲۰۰۷) برای مدلسازی سیستم انرژی در این زمینه ارائه داده‌اند. آنها روش اصلاح مدل‌های انرژی برای تناسب هر چه بیشتر با کشورهای در حال توسعه را پیشنهاد و نیز توصیه‌هایی برای تکنیک‌های مدلسازی و داده‌های مورد نیاز ارائه دادند.

۳. مدل و روش تحقیق

مطالعه حاضر تحقیقات سیستم‌های پویا در زمینه انرژی را مورد بررسی قرار داده، در این باره به مطالعات صورت گرفته در زمینه‌های گاز، نفت و انرژیهای نو و نیز متغیرهای شناسایی شده هر یک از مطالعات پرداخته است.

تفاوت ساختاری در مدل‌های بخش انرژی ایران با مدل‌های ایجاد شده برای اغلب کشورهای توسعه یافته وجود دارد. در نتیجه روابط علی بیان شده از چی و همکاران (۲۰۰۹)، نیل (۱۹۷۳)، استرمن (۱۹۸۱) با مدل‌های شکل گرفته در کشورهای نظیر ایران دارای تفاوت‌های بنیادی هستند. برای مثال قیمت انرژی مصرفی تابعی از هزینه‌های تولید نیست و یا میزان استخراج و تولید نفت تابعی از قیمت جهانی نیست، بلکه تحت تأثیر سهمیه اوپک است. بنابراین، مدل‌های انرژی برای ایران می‌بایست بعد از شناخت عناصر ویژه این کشور و روابط و پویاییهای موجود در کشور، به‌عنوان مبنای ساخت مدل انرژی در روش شبیه‌سازی مدل پویا به‌کار گرفته شود. در مطالعه موردی ایران، مدل‌های پویایی سیستم می‌توانند روابط علی لازم و بازخوردهای مربوط را به خوبی

^۱ Chowdhury and Shau

^۲ Chi et al.

^۳ Pandey

^۴ Urban et al.

نشان دهند که در قسمت چهارم این مقاله به طور خلاصه تشریح می‌شود. تعدادی از ویژگی‌هایی که ساختار روابط ایران را از دیگر کشورها متمایز می‌سازد، آورده شده است:

- مدیریت دولتی تولید نفت و گاز و تصمیم‌گیری و سیاستگذاری‌های ویژه آنها.
- قیمت پایین انرژی و ذخیره زیاد انرژی موجود و مصرف غیرمنطقی و غیراقتصادی به خاطر قیمت پایین انرژی.
- فقدان توان تکنیکی و مالی برای توسعه تولید نفت و گاز ناشی از تحریم‌های سیاسی، مشکلات ناشی از جنگ.
- وجود منابع عظیم توسعه یافته و رشد آهسته منابع صرف‌نظر از ظرفیت نهایی تولید آنها.
- ظرفیتهای بالای صادرات نفت و گاز در آینده با عنایت به وجود محدودیتهای این منابع در کل جهان.
- میزان اسراف بالا در مصرف نفت، گاز و انرژی از گذشته‌های دور که تا حال حاضر ادامه دارد.
- هزینه‌های نهایی بسیار پایین تولید نفت و گاز در مقایسه با دیگر کشورها و امکان رقابت با قیمت‌های پایین نفت جهانی.
- تأثیر بالای درآمد نفت بر روی اقتصاد و اثر در آمد نفت بر روی سرمایه‌گذاری در تولید نفت و گاز.

با توجه به واقعیت‌های برشمرده نقاط ضعف و قوتی بر بخش انرژی ایران اثر می‌گذارد. سیاست‌های اصلی باید به سمت مدیریت تقاضا و بهینه کردن راهبردی تولید برود. چارچوب روابط و اولویتهای مورد استفاده در این مدل مبتنی بر سیاست‌های اصلی برای افزایش بهره‌وری در کشور است. برای دستیابی به این سیاستها، مصرف گاز باید بر اساس مواردی که در ادامه می‌آید، اولویت‌بندی شود:

- ۱- مصرف داخلی؛
 - ۲- تزریق به منابع نفتی به منظور افزایش تولید نفت؛
 - ۳- صادرات گاز مایع و گاز.
- میزان صادرات نفت به سهم کشور در اوپک و سهم اوپک به تقاضای جهانی وابسته است. از سوی دیگر، سیاست جایگزینی مصرف نفت با گاز در بخشهای مختلف، وابسته به روند تولید گاز با توجه به اوج تقاضا در فصل سرد سال است. سیاست‌های اعمال شده در این مدل را می‌توان در گروه‌های زیر مورد بررسی قرار داد:

- چگونگی تغییر الگوی مصرف بخش‌های مختلف اقتصاد و بررسی میزان مصرف انرژی.
- چگونگی تغییر چرخه تولید، پالایش و توزیع نفت و گاز و برق.

• چگونگی تغییر میزان استفاده از انرژیهای نو، انرژی هسته‌ای و انرژی برق آبی.

در این مدل اثر متقابل و بازخورد سیستمی موجود بین متغیرهای اصلی مدل در بخشهای مختلف اقتصاد قابل ملاحظه است. در نتیجه، اثر سیاستهای نفت و گاز در گزینه‌های مختلف برای بخشهای مختلف اقتصاد ایران همراه با اثر متقابل مصرف انرژی و درآمد نفتی مورد مطالعه قرار گرفته است. سه گزینه افزایش قیمت گاز مصرفی، افزایش تزریق گاز به مخازن نفتی و افزایش سهمیه اوپک برای پیدا کردن روندهای آتی متغیرهای اصلی همچون، میزان مصرف گاز بخش خانگی، تجاری و عمومی، میزان مصرف کلی گاز، میزان درآمد نفت و گازصادراتی، میزان استفاده از انرژیهای نو مورد توجه قرار گرفته است. نویسندگان سعی دارند تا نشان دهند کدام یک از متغیرها تأثیر بیشتری از سیاستهای فعلی می‌پذیرند و برعکس کدام یک، نظیر میزان صادرات نفت و گاز، از سیاستگذاری تأثیر زیادی نمی‌پذیرند.

در این مقاله از روش پویایی سیستم به منظور مدلسازی سیستم تولید و مصرف انرژی در ایران استفاده شده است. روشهای سیستمی از الگوهای مبتنی بر تفکر سیستمی استفاده می‌کنند. این روش در سال ۱۹۶۱ در دانشگاه MIT آمریکا و توسط فورستر^۱ ایجاد شد. در آن زمان وی از این روش در کارهای مهندسی برق استفاده می‌کرد. این روش با در نظر گرفتن روابط بین اجزای سیستم رفتار سیستم را پیش‌بینی می‌کند. این الگوها روشی برای درک رفتار سیستم‌های پیچیده در طول زمان هستند. آنچه روش پویایی سیستم را از دیگر روشها متمایز می‌سازد، استفاده از حلقه‌های بازخورد و متغیرهای جریان و حالت است که در شناخت رفتار سیستم کمک می‌کنند. در این روش شناختن ساختار سیستم - روابط غیرخطی، تأخیرها و بازخوردها - در مشخص کردن رفتار سیستم به اندازه شناختن تک تک اجزا اهمیت دارد. همچنین این روش ادعا می‌کند خواصی در کل سیستم وجود دارد که آنها را نمی‌توان در تک‌تک عناصر یافت. در برخی حالات رفتار کل سیستم نمی‌تواند به وسیله رفتار اجزای آن شرح داده شود. این روش نتیجه یک نوع نگرش سیستمی^۲ پویاست که برای توسعه محدوددهای مدلهای ذهنی و توسعه ابزاری برای فهمیدن اینکه چگونه ساختار یک سیستم پیچیده رفتار آن را ایجاد می‌کند، استفاده می‌شود. در جهت ساخت مدل پویای تولید و مصرف انرژی گامها به ترتیب طی شده است.

گام ۱ شناخت سیستم: در این مرحله زیرسیستم‌های مؤثر بر تولید و مصرف انرژی به طور کامل مطالعه شده و محدوده‌ای که این گزارش برای مطالعه این سیستم در نظر می‌گیرد مشخص شده است. افق شبیه‌سازی در این مدل از سال ۱۳۸۴ تا ۱۴۰۰ در نظر گرفته شده است.

^۱ Forrester

^۲ System Thinking

گام ۲ تعیین فرضیه پویایی درباره علتها و معلولهای سیستم: در این مرحله یک فرضیه پویایی برای توصیف پویایی سیستم تولید و مصرف انرژی ارائه شده است. برای نشان دادن این فرضیه از نمودارهای علت و معلولی^۱ زیر سیستمها و نمودارهای جریان و حالت^۲ استفاده شده است.

گام ۳ ساختن یک مدل شبیه‌سازی: در این مرحله پارامترها و روابط بین متغیرها و شرایط اولیه تخمین زده می‌شود و با تست سیستم از اینکه مدل در جهت اهداف و محدوده‌های سیستم است، اطمینان به دست می‌آید.

گام ۴ اعمال سیاستها و ارزیابی آنها با مدل: در این مرحله خصوصیات گزینه‌های مختلف را با توجه به تغییر شرایط موجود مشخص کرده و سیاستها و راهبردها و قوانین مختلفی را که در جهان واقعی می‌تواند ایجاد شود، بررسی می‌کنیم.

۴. نمودار علت و معلولی و تبیین حلقه‌های اصلی مدل

در مدل ارائه شده تعداد زیادی حلقه‌های علت و معلولی در بخش انرژی وجود دارد که در مواردی با بخش اقتصاد نیز مرتبط هستند. در ادامه برخی از حلقه‌های اصلی را توضیح می‌دهد و در نهایت تمامی مدل که شامل روابط اصلی و علت و معلولی است، ارائه می‌شود.

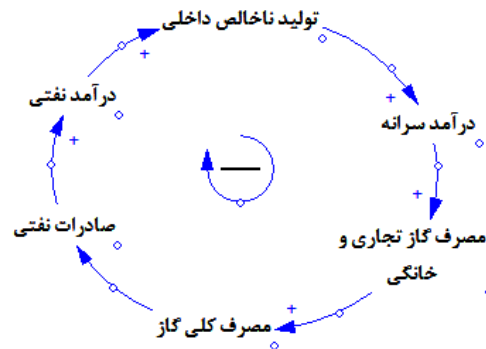
۱- حلقه تعادلی درآمد نفتی و صادرات گاز

رابطه بین درآمد نفتی و GDP مثبت است، افزایش صادرات نفتی باعث افزایش درآمد نفتی شده است و این خود باعث افزایش تولید ناخالص داخلی و افزایش درآمد سرانه می‌شود. در ادامه افزایش درآمد سرانه باعث افزایش مصرف کلی گاز می‌شود و در نهایت شاهد کاهش میزان صادرات خواهیم بود. چرخه مذکور در شکل ۱ آمده است. برای تعیین توابع هر یک از عوامل از گزارشهای رسمی استفاده شد، برای مثال، از آنجا که درآمد نفتی به طور مستقیم بر روی تولید ناخالص اثر دارد، با استفاده از گزارش بانک مرکزی و استفاده از رگرسیون، تابع مربوط به رشد GDP به دست آمد.

¹ Casual Loop Diagram

² Stock and Flow Diagram

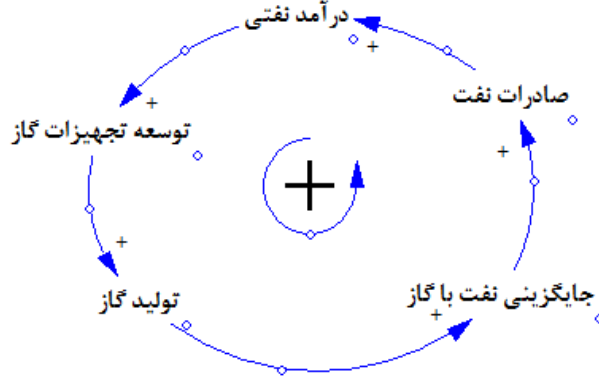
شکل ۱. حلقه تعادلی درآمد نفتی و صادرات گاز



۲. حلقه تقویتی جایگزینی نفت با گاز

در دو دهه گذشته سیاست اصلی ایران جایگزینی مصرف نفت داخلی با گاز بوده است. در نتیجه این سیاست بخش عمده تقاضای داخلی توسط گاز تأمین شده و نفت مازاد یا به طور مستقیم صادر شده و یا به عنوان ماده اولیه در صنعت پتروشیمی مورد استفاده قرار گرفته و محصولات پتروشیمی صادر شده است. یکی دیگر از دلایل اصلی اعمال این سیاست قیمت بیشتر نفت در مقایسه با گاز، آلودگی کمتر گاز در مقایسه با نفت، امکان جابه‌جایی و صادرات راحت‌تر نفت و کاربردهای بیشتر نفت در مقایسه با گاز بوده است. شواهد حاکی از آن است که این سیاست در آینده نیز ادامه خواهد یافت. توسعه بخش گاز به منظور تولید هر چه بیشتر و گسترش شبکه توزیع برای دستیابی به این سیاست ضروری است. همچنین مطابق قانون مجلس شورای اسلامی ۳ درصد از درآمد نفت و گاز صادراتی باید به توسعه این بخش اختصاص یابد. بنابراین، افزایش درآمد نفتی باعث توسعه تجهیزات گاز و افزایش تولید گاز می‌شود. در ادامه گاز تولیدی جایگزین نفت شده و نفت مازاد صادر شده و درآمد نفت افزایش می‌یابد. چرخه مذکور در شکل ۲ آمده است.

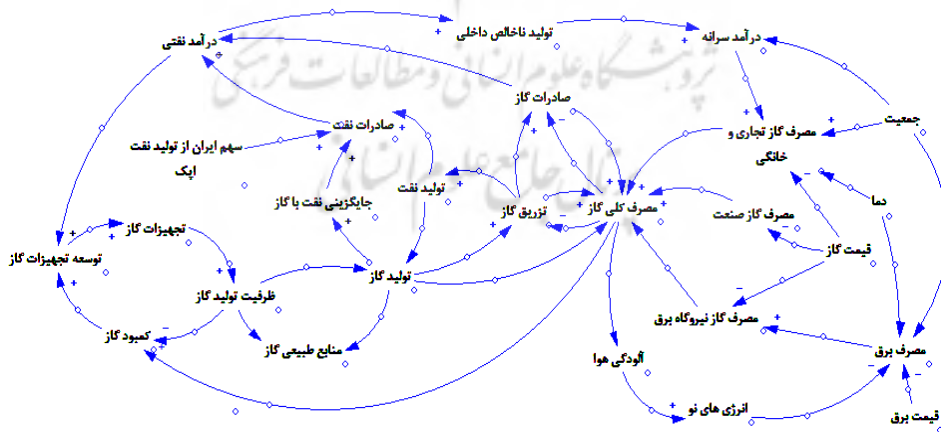
شکل ۲. حلقه تقویتی جایگزینی نفت با گاز



۳. نمودار علت و معلولی

در شکل ۳ روابط علی اصلی در مدل تولید و مصرف انرژی ایران آورده شده است. در مدل نهایی علاوه بر حلقه‌های تعادلی و تقویتی که در قسمت قبل آمد، حلقه‌های تعادلی و تقویتی دیگری نیز وجود دارد. برای مثال، افزایش مصرف گاز باعث افزایش آلودگی هوا، آلودگی هوا باعث تشویق بیشتر دولت به استفاده از انرژی‌های نو می‌شود که این امر خود باعث کاهش مصرف نیروگاه برق و در نتیجه باعث کاهش مصرف گاز توسط نیروگاهها می‌گردد و مصرف کلی گاز کاهش می‌یابد.

شکل ۳. مدل اصلی شامل روابط علت و معلولی



۵. بررسی اعتبار مدل

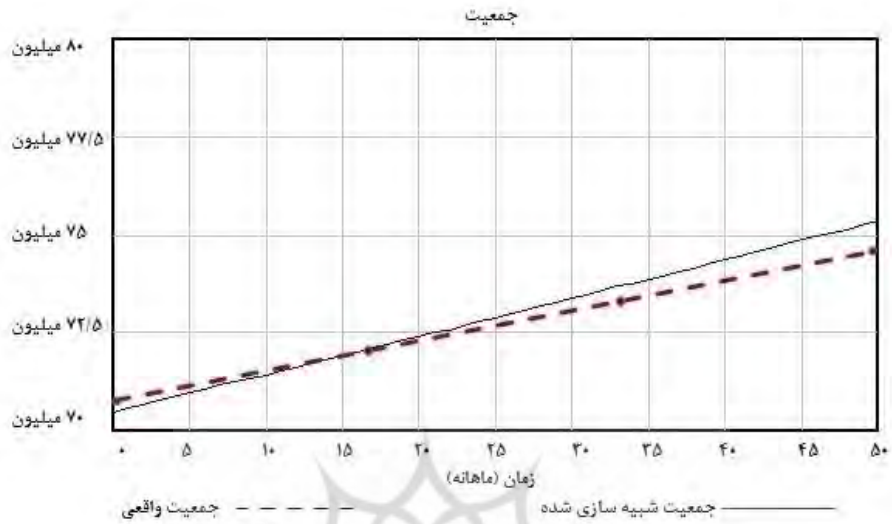
یکی از مهمترین مراحل در پویایی سیستم‌ها بررسی اعتبار مدل است. از نظر فلسفی اعتبار یک مدل میزان تناسب مدل با سیستم حقیقی با رعایت مسائل و نقاط بحرانی است.^۱ نمودار جریان و حالت مدل، بر مبنای حلقه‌های علت و معلولی که در قسمت قبل تبیین شد و پارامترها و متغیرهای لازم توسعه یافت. روابط مربوط به نمودار جریان بر مبنای واقعیت‌های موجود فرمول‌بندی شد و به منظور بررسی اعتبار ساختار مدل، از یکسان بودن واحدها و ابعاد طرفین معادلات اطمینان حاصل شد، در نهایت آزمون حدود نهایی متغیرهای کلیدی از قبیل قیمت نفت، سهم اوپک، قیمت گاز، تزریق گاز و قیمت برق اعمال شد. برای مثال، با ثابت نگه داشتن سایر متغیرها و افزایش چند برابری قیمت نفت مشاهده شد که صادرات حداکثر تا سقف تعریف شده اوپک افزایش یافت. بنابراین، رفتار مدل در خصوص این متغیر منطقی است. در ادامه برای بررسی اعتبار ساختاری مدل، ابتدا مدل را در بازه زمانی سالهای ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۸ به کمک نرم افزار اجرا و داده‌های حاصل با داده‌های تاریخی موجود مقایسه شد. اگرچه تطابق روندهای تاریخی با داده‌های حاصل از شبیه سازی به تنهایی نمی‌تواند تضمین کننده روندهای آینده باشد تا زمانی که رفتار و ساختار مدل شبیه سازی شده متناسب با مفروضات گذشته باشد می‌توان انتظار داشت پیش‌بینی‌ها با شرایط آتی مطابقت داشته باشند. در ادامه نمودارهای مقایسه‌ای (نمودارهای ۱ تا ۳) آورده شده است.

همان طور که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود میزان جمعیت شبیه‌سازی شده با روند بسیار نزدیکی با واقعیت در حال رشد است، که نشان دهنده نزدیک بودن پیش‌بینی‌های مدل در زمینه متغیرهایی پایه‌ای نظیر جمعیت است، زیرا این عوامل در نهایت شکل دهنده میزان متغیرهای پیچیده‌تری نظیر مصرف کل بخش خانگی و تجاری است، که در نمودار ۲ دیده می‌شود. باید توجه داشت که به دلیل آنکه داده‌های حاصل از ونسیم^۲ به صورت طیف پیوسته است، ولی داده‌های ملی منتشر شده به صورت سالانه است، نمی‌توان انتظار داشت داده‌ها در تمامی نقاط منطبق باشند و نرخ رشد نمودار صحت پیش‌بینی مدل را نشان می‌دهد. در نهایت، در نمودار ۳ مشاهده می‌شود که با توجه به مفروضات مدل و تخمین درآمد ملی انرژی و مقایسه آن با داده‌های واقعی از واقع‌نمایی لازم مدل برخوردار است.

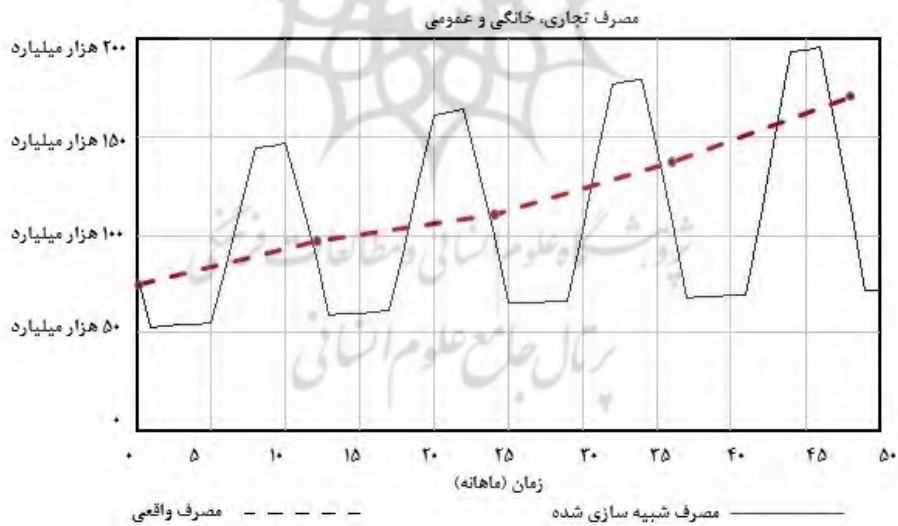
¹ Barlas and Carpenter (1990)

² Vensim

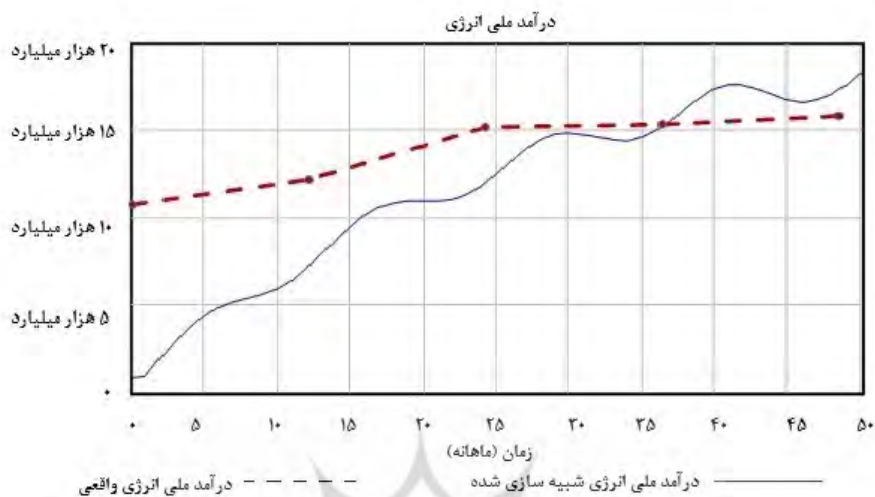
نمودار ۱. مدل اصلی شامل روابط علت و معلولی جمعیت



نمودار ۲. مدل اصلی شامل روابط علت و معلولی مصرف خانگی، تجاری و عمومی



نمودار ۳. مدل اصلی شامل روابط علت و معلولی درآمد ملی انرژی



شایان ذکر است، هنگامی از مدل‌سازی برای بررسی شرایط بهره‌می‌بریم که بنا به تغییرات جدی در زمینه پیش‌فرض‌های موجود در سیاستگذاری یک بخش خاص باشد، ولی مفروضات در نظر گرفته شده در مدل باید مشرف بر شرایط جدید (برای مثال نقدی شدن یارانه‌ها) باشد و تلاش صرف برای پیش‌بینی دقیق گذشته در اولویت بعدی قرار خواهد گرفت و بیشتر باید مفروضات جدید را لحاظ نمود. در نهایت، پس از اطمینان از اعتبار، مدل جریان با استفاده از نرم‌افزار Vensim 5.9e اجرا شد.

۶. تحلیل گزینه‌های مختلف

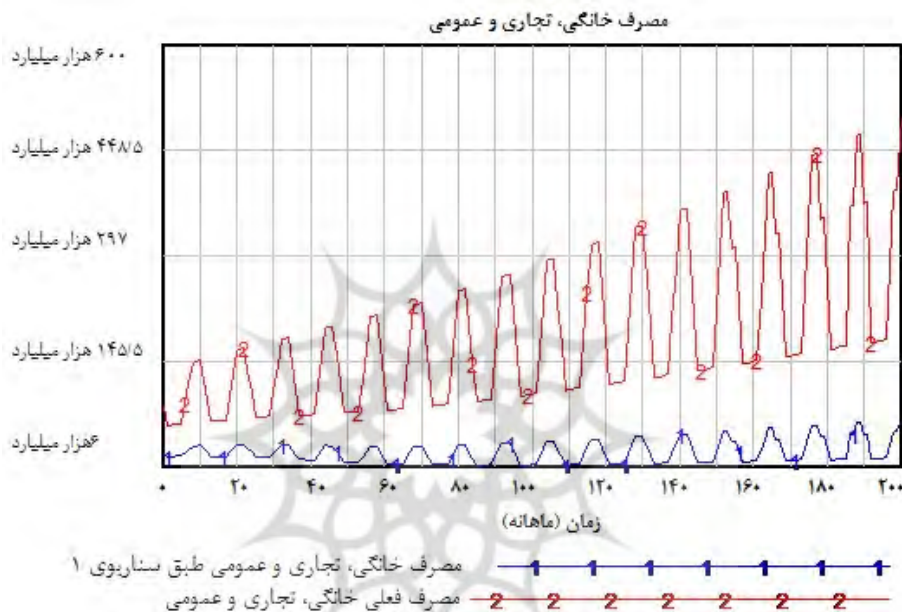
در این بخش سه گزینه افزایش قیمت گاز مصرفی، افزایش تزریق گاز به مخازن نفتی و افزایش همزمان سهمیه اوپک و تزریق گاز به مخازن نفتی اعمال گردیده و نتایج به دست آمده از هر یک از این گزینه‌ها و اثرهای بالقوه تغییر سیاست‌های انرژی مربوط به هر یک از آنها نشان داده شده است.

گزینه اول: افزایش قیمت گاز به ۴۱۲۵ ریال

قیمت منطقه‌ای گاز در محل تحویل هر متر مکعب ۹ سنت است که با قیمت فعلی دلار (۱۰۰۰) تومان، معادل ۹۰ تومان (۹۰۰ ریال در معادل سازی) محاسبه می‌شود. مابه‌التفاوت قیمت داخلی و منطقه‌ای همان یارانه است که توسط دولت پرداخته شده است. باید یادآوری

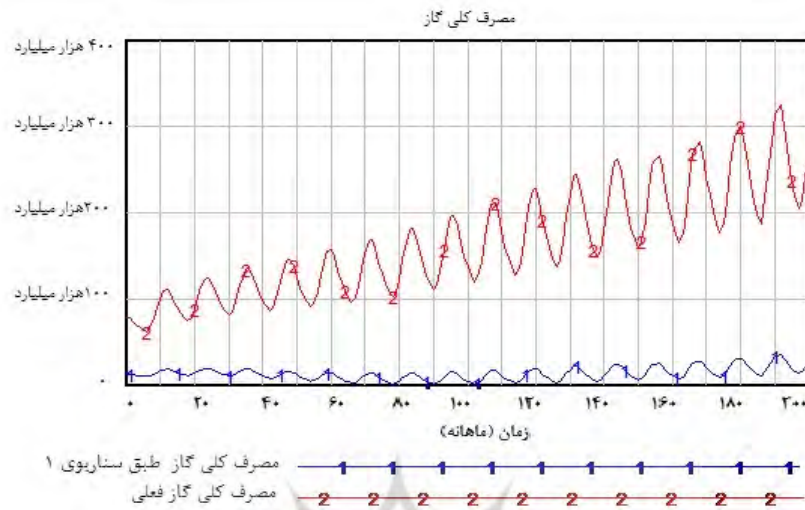
کرد که بیشترین یارانه گاز به بخش خانگی (معادل ۳۵/۳ درصد گاز طبیعی) تعلق دارد و در جایگاه دوم بخش نیروگاهی با ۳۲/۳ درصد گاز طبیعی قرار می‌گیرد. (آمار شرکت ملی نفت ایران ۱۳۸۹) پس از اجرای مدل با قیمت گاز ۴۱۲۵ ریال نمودار مصرف گاز بخش خانگی، تجاری و عمومی پس از حذف یارانه‌ها در نمودار ۴ نشان داده شده است.

نمودار ۴. مصرف گاز بخش خانگی، تجاری و عمومی



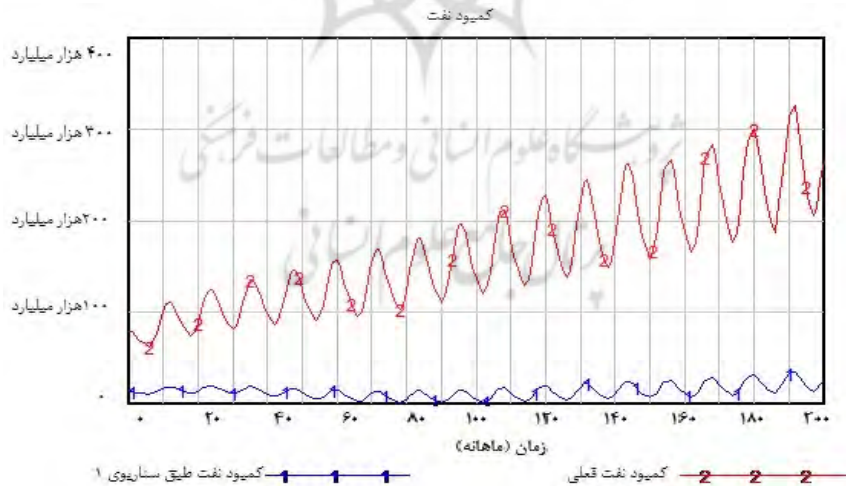
همان‌طور که در نمودار ۴ مشاهده می‌شود، در صورت ادامه روند کنونی مصرف به‌شدت افزایش می‌یابد. اما با حذف ناگهانی یارانه‌های گاز، مصرف گاز در بخش خانگی کاهش خواهد یافت، مصرف کنندگان به دنبال بهره‌وری بیشتر و مصرف بهینه خواهند بود. از آنجا که سهم گاز مصرفی در بخش خانگی، تجاری و عمومی در سبد مصرف گاز کشور بسیار زیاد است، انتظار می‌رود که مصرف کلی گاز کشور کاهش چشمگیری داشته باشد. در نمودار ۵ سیر مصرف گاز به‌صورت کلان نشان داده شده است:

نمودار ۵. مصرف کلی گاز



با کاهش روند مصرف گاز رفتار متغیر دیگری به نام متغیر کمبود، تحت تأثیر مستقیم قرار گرفته و افزایش نخواهد یافت، این بدان معناست که می‌توان از مازاد نفتی که باید با گاز جایگزین می‌شد، در صادرات استفاده نمود.

نمودار ۶. کمبود نفت



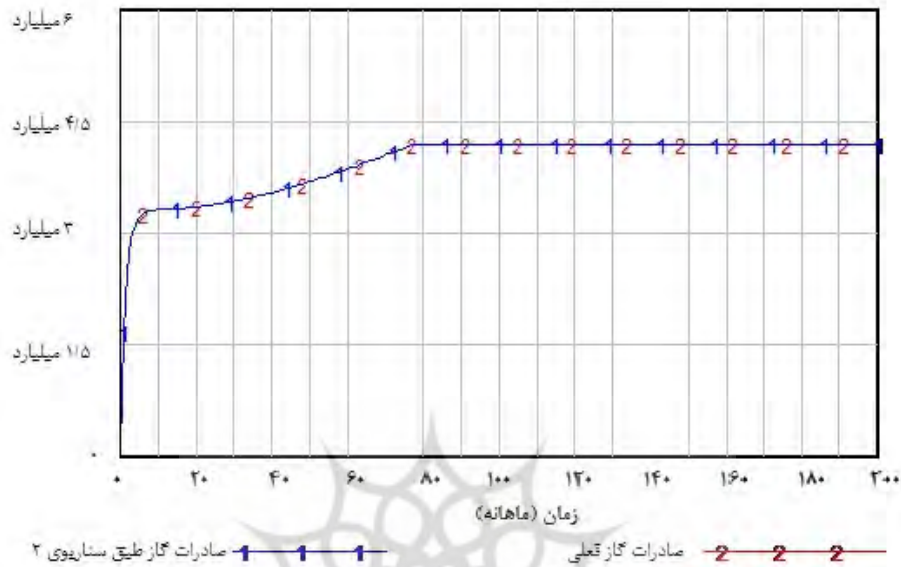
گزینه دوم: افزایش تزریق گاز به میزان دو برابر

در این گزینه سهم گاز برای تزریق به مخازن نفت به میزان دو برابر افزایش می‌یابد. افزایش سهم تزریق گاز به مخازن و میادین نفتی بر اساس برنامه‌های وزارت نفت و سیاست‌های کلی نظام در بخش نفت و گاز در دستور کار قرار دارد. از آنجا که افزایش تزریق گاز به مخازن نفت باعث افزایش فشار مخازن نفت و افزایش برداشت نفت از مخازن موجود می‌شود، از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. به همین جهت مهمترین اولویت شرکت ملی نفت ایران افزایش تزریق گاز است. این امر به چند دلیل عمده از اهمیت خاصی برخوردار است:

- لزوم حفظ حق آیندگان از منابع هیدروکربوری.
 - لزوم نگاه‌داشت ثروتی ملی که باید تأمین‌کننده سرمایه‌گذاری بلندمدت بخش نفت و دیگر بخش‌های اقتصادی و نیز استحکام بخش زیرساخت‌های اقتصادی کشور باشد.
 - وابستگی اقتصاد ایران به درآمدهای ناشی از صادرات نفت خام.
- در ادامه به بررسی رفتار متغیر مربوط به میزان صادرات نفت، با فرض دو برابر شدن میزان تزریق گاز به مخازن نفت پرداخته شده است.
- با افزایش تولید نفت، علاوه بر اینکه نفت بیشتری برای صادرات در دسترس خواهد بود، میزان گازهای استحصال‌ی همراه نفت نیز افزایش خواهد یافت، با توجه به برنامه‌های بلندمدت و راهبردی دولت و سیاستگذاران حوزه انرژی در خصوص اصلاح الگوی مصرف انرژی، چنانچه ازدیاد برداشتی از محل نفت خام صورت بگیرد با توجه به سهمیه محدود اوپک باید آن را به فرآورده‌هایی با ارزش افزوده بالاتر تبدیل کرد.
- همان‌طور که مشاهده می‌شود در نمودار ۷ روند صادرات نفت خام را در اثر ازدیاد برداشت ناشی از تزریق گاز به میادین نفتی افزایش یافته، با این حال پس از رشد اولیه میزان صادرات در سطح سهمیه اوپک باقی مانده است.

نمودار ۷. صادرات گاز

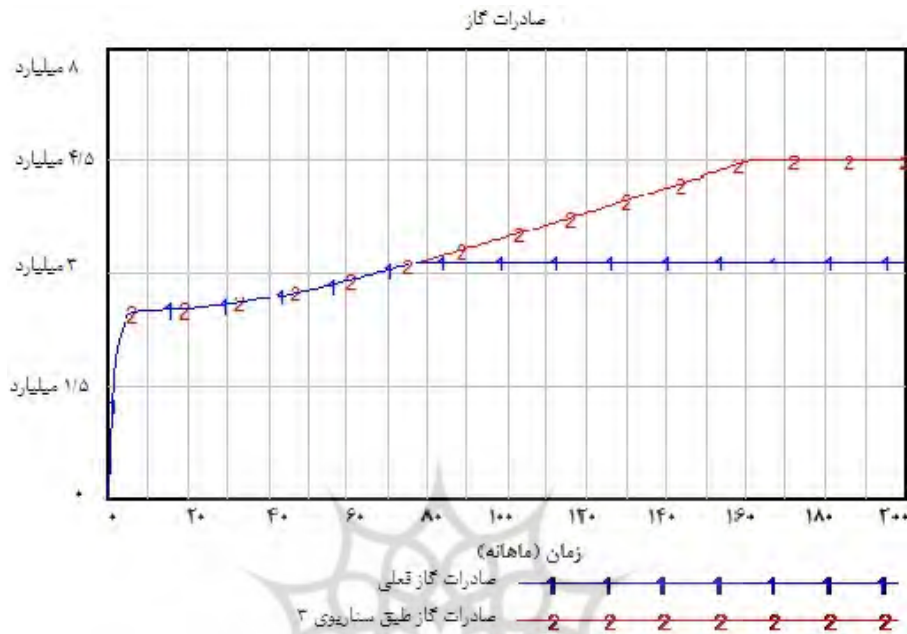
صادرات گاز



گزینه سوم: افزایش همزمان سهمیه اوپک به میزان شش میلیون بشکه در روز و سه برابر شدن میزان تزریق گاز به مخازن

همان طور که در نمودار ۸ مشاهده می شود، افزایش میزان سهمیه اوپک باعث افزایش امکان صادرات می شود و از سوی دیگر، بالا رفتن میزان تزریق به میزان سه برابر محدودیت احتمالی کاهش برداشت نفت را از میان برده است. اما در این حالت با توجه به افزایش سقف محدودکننده اوپک روند صادرات نفت ادامه یافته و در سقف جدید دوباره متوقف شده است که این امر نشان دهنده این است که در صورت نبود سقف اوپک امکان افزایش روند صعودی صادرات نفتی امکان پذیر است.

نمودار ۸. صادرات گاز



۷. نتیجه گیری

بررسی روند مصرف گاز در سالهای گذشته علاوه بر روند افزایشی میزان مصرف گاز در کشور، بیانگر فقدان توازن بین بخشهای مختلف مصرف کننده و تابعیت تخصیص گاز از متغیرهای برنامه ریزی نشده مانند شرایط آب و هوایی و مسائل سیاسی و امنیتی است.

گزینه هایی بر اساس سیاستهای کلان نظام در بخش انرژی در افق چشم انداز کشور و برنامه های کلان وزارت نفت اجرا شد. یکی از گزینه ها حذف ناگهانی یارانه گاز است. در این گزینه ها نسبت به حذف یارانه اقدام و میانگین قیمت منطقه ای گاز به مدل وارد شد. نتایج به دست آمده نشان داد که با حذف یارانه گاز به صورت ناگهانی، مصرف گاز در بخش خانگی به طور چشمگیری کاهش خواهد یافت. از آنجا که سهم گاز مصرفی در بخش خانگی، تجاری و عمومی در سبد مصرف گاز کشور سهم عمده ای را شامل می شود، مصرف کلی گاز کشور نیز کاهش قابل ملاحظه ای را نشان می دهد. به نظر می رسد این امر به علت صرفه جویی خانوارها در مصرف انرژی باشد.

افزایش تزریق گاز به مخازن به میزان دو برابر در کوتاه مدت اثر زیادی بر روی حجم منابع و ذخایر مخازن ندارد، ولی با یک بازه تأخیری چند ساله اثر مثبتی بر روی ذخایر دارد. این گزینه راهکار مناسبی به منظور صیانت از مخازن و حفظ حقوق نسلهای آینده است و با اجرای واقعی

آن با حجم بیشتر می توان انتظار دستیابی به نتایج مطلوب را داشت. به نظر می رسد این گزینه تأثیر بسزایی بر روند رشد صادرات نفت خام نداشته، این امر ناشی از سهمیه اوپک است، زیرا میزان صادرات ما توسط اوپک محدود شده است.

در نهایت، گزینه سوم، همزمان سهمیه اوپک به میزان شش میلیون بشکه در روز و سه برابر شدن میزان تزریق گاز به مخازن است؛ این راهبرد سبب افزایش میزان صادرات نفت می شود. نکته قابل توجه در اینجا این است که به دلیل افزایش سهم اوپک ما شاهد افزایش محدود صادرات هستیم، زیرا تزریق به میادین نفتی اگر چه باعث افزایش تولید می شود - همان طور که در گزینه دوم مشاهده شد - اگر سهم ایران از اوپک محدود باشد افزایش تولید نفت نمی تواند ثمرات خود را نشان دهد.



مآخذ

- Bodger, P. S., & May, D. G. (1992). A system dynamics energy model of New Zealand. *Technological Forecasting and Social Changes*, 41, 97-106.
- Chi, K. C., Nuttall, W. J., & Reiner, D. M. (2009). Dynamics of the U.K. natural gas industry: System dynamics modeling and long-term energy policy analysis. *Technological Forecasting and Social Change* 76(3), 339-357.
- Choucri, N., Heye, C. & Lynch, M. (1990). Analyzing oil production in developing countries: A case study of Egypt. *The Energy Journal*, 11(3), 91-115.
- Chowdhury, S., & Shau, K. C. (1992). A system dynamics model for the Indian oil and gas exploration industry. *Technological Forecasting and Social Changes*, 42, 63-83.
- Forrester, J. W. (1961). Industrial dynamics. *Pegasus Communications*, (1st ed.), ISBN: 188-38-2336-6.
- Naill, R. F. (1973). The discovery lifecycle of an initer source. A case study of U. S. natural gas. In Meadows, DL (Eds.), *Toward global equilibrium collected papers*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Pandey, R. (2002). Energy policy modelling: Agenda for developing countries. *Energy Policy*, 30(2), 97-106.
- Sterman, J. D., Richardson, G. P., & Davidsen, P. I. (1988). Modeling the estimation of petroleum resources in the United States. *Technological Forecasting & Social Change*, 33, 219-249.
- Sterman, J. D. (1981). *The energy transition and economy: A system dynamic approach*. Ph. D. Dissertation, MIT.
- Urban, F., Benders, R. M. J., & Moll, H. C. (2007). Modelling energy systems for developing countries. *Energy Policy*, 35(6), 3473-3482.

پیوست

نویسنده	سال و محدوده تحقیق	موضوع بررسی	متغیرهای مورد بررسی	گزینه‌های اصلی	نقاط قوت و ضعف
نیل	۱۹۷۳ آمریکا	گاز طبیعی	<ul style="list-style-type: none"> اکتشاف تولید تقاضا سرمایه گذاری 	<ul style="list-style-type: none"> ذخایر اثبات نشده مالیات نرخ رشد تقاضا عوامل فناورانه قوانین 	<p>این مدل یکی از اولین و نیز بهترین مدل‌های شبیه‌سازی پویای انرژی است. تقاضا در این مدل برونزا است و رابطه متقابل میان بخش اقتصاد و انرژی را در نظر نگرفته است. چرخه تولید به طور تفصیلی مدلسازی نشده است. نیاز سرمایه‌گذاری بررسی نشده است. نیاز به جایگزینی در نظر گرفته نشده است. یکی دیگر از مشکلات مدل برابری نرخ تولید و نرخ مصرف است. نرخ اکتشاف معمولاً به وسیله پیش بینی تولید و تقاضای آینده تعیین می‌شود اما در این مدل با نرخ فعلی تولید مشخص شده است.</p>
استرمن، ربهاندرسون و دیویسون	۱۹۸۵ جهانی ۱۹۸۸ آمریکا	نفت	<ul style="list-style-type: none"> اکتشاف تولید و مصرف فناوری قیمت، درآمد و سرمایه گذاری تقاضا و جایگزینی 	<ul style="list-style-type: none"> کنترل‌های قیمت و قوانین مالیات هزینه‌ها تأثیرات جایگزینی سیاست‌های اوپک و دیگر تأمین کنندگان هزینه واردات و محدودیتها ذخایر و ذخیره‌های راهبردی 	<p>استفاده از پویایی سیستم و رویکرد synthetic data از مزایای این مدلهاست. این مدل معضلات مدل نیل را در رابطه با زمان حل کرده است.</p>
	۱۹۹۰ آمریکا	نفت	<ul style="list-style-type: none"> تقاضا، واردات و جایگزینی سرمایه گذاری تولید فناوری درآمد، قیمت و هزینه 		

ادامه پیوست

نقاط قوت و ضعف	گزینه‌های اصلی	متغیرهای مورد بررسی	موضوع بررسی	سال و محدوده تحقیق	نویسنده
این مدل برای کشورهای در حال توسعه و تولید کننده نفت عالی است. مزیت اصلی این مدل تمایز بین، مناطق تولید نفت، مصرف داخلی و صادرات، قیمت‌های محلی و بین المللی است.	<ul style="list-style-type: none"> تغییرات در قیمت‌های بین‌المللی تغییرات در قیمت‌های محلی تغییرات ذخایر تغییرات در سهم شرکت‌های خصوصی 	<ul style="list-style-type: none"> اکتشاف (توسط دولت و شرکت‌های بین‌المللی) تولید (توسط دولت و شرکت‌های بین‌المللی) سرمایه‌گذاری (توسط دولت و شرکت‌های بین‌المللی) مصرف داخلی و صادرات 	نفت	۱۹۹۰ مصر	چوکر
این مدل پویایی جایگزینی انواع منبع انرژی را برای کمک به سیاستگذاران در عرصه انرژی بررسی می‌کند.	<ul style="list-style-type: none"> ارزیابی منابع جایگزین انرژی 	<ul style="list-style-type: none"> منابع انرژی صنایع پالایش انرژی بخش‌های تولیدی و مصرفی 	انرژی‌های حاصل از، چوب، نفت، گاز، هسته‌ای، خورشیدی	۱۹۹۲ نیوزلند	بودجر و می
این مدل بر اساس مدل استرمن - ریهاندرسون بنا شده است.	<ul style="list-style-type: none"> سیاست‌های مالیاتی تقاضا تکنولوژی (فناوری) سطح مستقل صادرات گاز 	<ul style="list-style-type: none"> اکتشاف تولید و مصرف پیش بینی مصرف و جایگزینی 	گاز طبیعی	۲۰۰۹ انگلستان	چی، نوچال و رینر



پروہشکاه علوم انسانی ومطالعات فرہنگی
پرتال جامع علوم انسانی