چشم‌انداز مدیریت صنعتی
شماره ۲۰ ـ زمستان ۱۳۹۴
ص‌ص ۷۸ – ۵۹

تحلیل سیاست قیمت‌گذاری خوراک محصولات پتروشیمی با رویکرد سیستم‌های پویا

حسین سلطانیان تلک‌آبادی*، علی محقر، محمدرضا صادقی‌مقدم*****

چکیده

هدف این پژوهش، مدل‌سازی سیاست‌های قیمت‌گذاری خوراک محصولات اوره–آمونیاک پتروشیمی با استفاده از رویکرد پویایی‌های سیستم و تشریح اثرات اجرای سیاست‌های مختلف و ارزیابی اثرات هر سیاست است. برای تحلیل رفتار سیستم مدل‌سازی بر مبنای رویکرد پویایی سیستمی با استفاده از نرم‌افزار «ونسیم» صورت گرفت. پس از انتخاب رویکرد پویایی سیستمی با مصاحبه‌های عمیق با خبرگان و شناسایی حلقه‌ها و ارتباط علّی بین متغیرهای تأثیرگذار بر سیستم، همچون قیمت فروش اوره و آمونیاک، درصد تخفیف برای فروش داخل و طرح‌های تولیدی جدید اوره و آمونیاک، نمودار علّی و معلولی طراحی شد. بعد از طراحی نمودار جریان و فرمول‌بندی متغیرها، اعتبار مدل تأیید شده و رفتار سیستم تحت سناریوهای متعدد تحلیل و اثر سیاست‌های مختلف بررسی شد. نتایج نشان می‌دهد که با کاهش قیمت‌های جهانی اوره در سال‌های آینده برای اقتصادی‌بودن طرح‌های جدید اوره–آمونیاک و سودآوری شرکت‌های فعلی باید قیمتی کمتر از قیمت فعلی برای خوراک تعیین شود. با توجه به تغییرات زیاد در قیمت‌های جهانی در سال‌های اخیر می‌توان یکی از بهترین سیاست‌ها را ارتباط بین قیمت‌های فروش و خوراک اوره و آمونیاک دانست که بر این اساس هم قیمت عادلانه‌تر تعیین‌شده و هم به سودآوری صنعت ضربه وارد نمی‌شود.

کلیدواژه‌ها: اوره و آمونیاک؛ پویایی سیستم؛ پتروشیمی؛ قیمت‌گذاری.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۷/۱۰، تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۱۲/۲.

* دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران (نویسنده مسئول).
E-mail: soltanian1@ut.ac.ir
** دانشیار، دانشگاه تهران.
*** استادیار، دانشگاه تهران.

۱. مقدمه

قیمت‌گذاری یکی از ابزارهای مهم در برنامه‌ریزی بلندمدت و تخصیص کارای منابع است و سیاست‌های قیمت‌گذاری باید تمام ابعاد تأثیرگذار را در نظر بگیرند تا از ایجاد شوک‌های ناگهانی در مصرف جلوگیری کنند. قیمت‌گذاری بهینه اقتصادی همواره دغدغه سیاست‌گزاران است؛ اما آن‌ها علاوه بر مسائل اقتصادی ناچار به در نظرگیری سایر جنبه‌های موضوع بوده‌اند و به‌نحوی باید قیمت‌گذاری کنند که حداکثر منافع جامعه تأمین شود و فقط کارایی اقتصادی مدنظر نیست. ایران به‌عنوان کشوری درحال‌توسعه به‌طور ویژه با این مسئله درگیر است و تغییرات اساسی در چند سال اخیر با اجرای قانون هدفمندی یارانه و افزایش قیمت‌ها در قسمت‌های اعظم ساختار اقتصادی رخ‌داده است.

گاز طبیعی به‌عنوان منبعی پاک، نقش مهمی در اقتصاد انرژی دارد و افزایش سهم تقاضا و مصرف گاز در بخش‌های مختلف مشاهده می‌شود. طبق برآورد «آژانس بین‌المللی انرژی» سهم گاز طبیعی در سبد مصرف انرژی جهانی تا سال ۲۰۳۵ بیش از ۲۵ درصد خواهد بود [۲]. نحوه قیمت‌گذاری خوراک گاز از مباحث مهم و جزو مهم‌ترین سؤال‌هایی است که ذهن تصمیم‌گیرندگان را در بخش گاز به خود مشغول کرده و در چند سال اخیر در ایران همواره محل بحث بوده است.

گاز طبیعی به‌عنوان خوراک و ماده اولی، نقشی تعیین‌کننده در بهای تمام‌شده محصولات پتروشیمی و حتی سودآوری و درنهایت بقای آن دارد. با توجه به نقش پتروشیمی در تکمیل زنجیره ارزش صنعت نفت و ارتباط بین پایین‌دست و بالادست، صنعت پتروشیمی تأثیر مهمی در رشد و توسعه کشور دارد [۱۹] با اجرای قانون هدفمندی یارانه‌ها در ایران و افزایش قیمت حامل‌های انرژی هزینه تمام‌شده پتروشیمی‌های اوره و آمونیاک به‌شدت افزایش پیدا کرد؛ بنابراین بررسی و تعیین قیمت خوراک این محصولات اهمیت زیادی دارد تا بتوان تأثیر این افزایش قیمت را بر تولید، صادرات و سایر متغیرهای مهم بررسی کرد؛ از طرفی قیمت محصولات اوره و آمونیاک در بازارهای جهانی کاهش پیدا کرده و بر اساس شاخص قیمت محصولات پتروشیمی مؤسسه «ICIS[1]» (شاخص IPEX) میانگین قیمت این محصولات در ژانویه ۲۰۱۵ (در مقایسه با مدت مشابه سال قبل) با کاهش ۳۶ درصدی مواجه بوده است و طبق پیش‌بینی‌های بانک جهانی قیمت اوره و آمونیاک در بازارهای جهانی رو به کاهش است. یکی از علل این مسئله در مورد اوره و آمونیاک رشد بیشتر عرضه نسبت به تقاضا است. در سال‌های اخیر سرعت رشد عرضه نسبت به تقاضا بیشتر بوده و پیش‌بینی می‌شود تقاضا برای اوره ۳/۵ درصد سالیانه و ظرفیت تولید ۴/۷ درصد سالانه در سال‌های ۲۰۱۳–۲۰۱۸ رشد داشته باشند

1. International Chemical Information Service

[۱۳]کاهش قیمت جهانی اوره به همراه سیاست ایران مبتنی بر افزایش نرخ خوراک منجر به کاهش حاشیه سود شده است. با تغییر قیمت خوراک بهای تمام‌شده هر تُن محصول اوره افزایش و حاشیه سود واحد کاهش می‌یابد. با کاهش حاشیه سود توجیه و جذابیت طرح‌های جدید سرمایه‌گذاری کم می‌شود و سرمایه‌گذاران رغبت ورود به این حوزه را ندارند؛ بنابراین برای تداوم بلندمدت و تحریک صنعت باید قیمت خوراک تعدیل شودغ از طرفی با اعمال و افزایش درصد تخفیف داخل، حاشیه سود یک تُن اوره کاهش می‌یابد و باعث کاهش جذابیت صنعت و سرمایه‌گذاری و سودآوری کمتر در بلندمدت می شود.

پژوهش حاضر با توجه به ماهیت پویای موضوع موردمطالعه با استفاده از رویکرد پویایی سیستمی[1] به‌دنبال مدل‌سازی پویا و ارائه مدلی برای آزمودن سیاست‌های مختلف قیمت‌گذاری خوراک اوره پتروشیمی ایران است؛ بنابراین پس از تعیین متغیرهای اصلی تأثیرگذار در مسئله و شناسایی روابط بین متغیرها با تشکیل دوایر علّی و معلولی، مدل اعتبارسنجی و با شبیه‌سازی سیاست‌های مختلف آزمون شد تا اثر اجرای سیاست‌های مختلف مشخص شوود. اهمیت و ارزش این پژوهش بدین علت است که با مشخص‌شدن مدل پویای قیمت‌گذاری می‌توان محیطی برای یادگیری فراهم کرده و با آزمایش سیاست‌های مختلف قیمت‌گذاری نتیجه شبیه‌سازی‌شده چند سال آینده را مشاهده کرد.

مقاله حاضر از پنج بخش تشکیل‌شده است. پس از بررسی پیشینه پژوهش، در بخش دوم، روش‌شناسی بیان می‌شود. در بخش سوم اعتبارسنجی مدل و در قسمت چهارم شبیه‌سازی و تحلیل نتایج انجام می‌شود. در انتها نیز نتیجه‌گیری و پیشنهادها آورده خواهد شد.

۲. مبانی نظری و پیشینه تحقیق

رویکرد پویایی سیستم در اوایل دهه ۶۰ میلادی توسط یکی از اساتید دانشگاه MIT[2] به نام فارستر به‌عنوان روش مدل‌سازی و شبیه‌سازی برای ارزیابی تصمیم‌گیری در محیط‌های پویای صنعتی مطرح شد [۱۱]. سیستم‌های پویا با به‌کارگیری دیدگاه سیستمی مدیران را قادر به تصمیم‌گیری سازگار با محیط برای دستیابی به منافع بلندمدت سیستم به‌عنوان یک کل می‌سازد. ازآنجاکه در ساختمان سیستم‌های پویا، متغیرها از رشته‌های گوناگون هستند و ساختمان‌های مختلف در موضوع‌های مختلف صادق هستند، سیستم‌های پویا یک حوزه میان‌رشته‌ای است [۱۴].

مدل‌های قیمت‌گذاری چهار هدف را دنبال می‌کنند: ۱. در یک محیط جایگاه سیاست قیمت‌گذاری را وصف می‌کنند؛ ۲ چگونگی شکل‌گیری سیاست‌های قیمت‌گذاری را توضیح

1. Dynamic of System
2. Massachusetts Institute of Technology

می‌دهند؛ ۳ قوانین و اصول قیمت‌گذاری را به تصمیم‌گیرندگان ارائه می‌دهند؛ ۴ برای سناریوهای مختلف فروش، سیاست‌های قیمت‌گذاری و سود را پیش‌بینی کنند [۷]. فرآیند مدل‌سازی پویا شامل: چارچوب‌بندی مسئله، فرموله‌کردن فرضیه پویا یا نظریه در مورد علل مسئله، فرموله‌کردن یک مدل شبیه‌سازی برای آزمایش فرضیه، آزمون مدل تا حصول اطمینان از مناسب‌بودن آن برای هدف و طراحی و ارزیابی سیاست‌هایی برای بهبود است [۲۱].

نیل (۱۹۷۳) مدل‌سازی بخش‌های اکتشاف، تولید، تقاضا و سرمایه‌گذاری در صنعت گاز آمریکا را انجام داد. این مدل جزو اولین مدل‌های شبیه‌سازی پویای انرژی است. استرمن و همکاران (۱۹۸۸)، مدلی برای نفت آمریکا با در نظرگیری متغیرهای اکتشاف، تولید و مصرف، فنّاوری، قیمت، درآمد و سرمایه‌گذار و تقاضا با استفاده از رویکرد سیستم های پویا و داده‌های ترکیبی ارائه دادند. چوکری (۱۹۹۰) به ارائه مدلی پویا برای بخش نفت کشور مصر با در نظرگیری بخش‌های اکتشاف، تولید، سرمایه‌گذاری و مصرف داخلی و صادرات پرداخت. این مدل برای کشورهای تولیدکننده و درحال‌توسعه توصیه شده است. باجر و می (۱۹۹۲)، مدلی پویا برای گاز کشور هند طراحی کردند. این مدل پویایی جایگزینی انواع منبع انرژی را برای کمک به سیاستگزاران در عرضه انرژی بررسی می‌کند. بالاردین (۲۰۰۵) یک مدل دینامیک سیستم برای شبیه‌سازی توسعه گاز طبیعی در کشور ایتالیا ارائه دادند. مؤسسه انستیتوی هزاره مدل T21 را که از آخرین مدل‌های انرژی‌ای است که با سیستم داینامیک انجام شده را در طول ۲۴ سال توسعه داده است. T21-USA نسخه خصوصی‌سازی‌شده مدل برای آمریکا است. تائو (۲۰۱۰) از ترکیب سیستم داینامیک و تحلیل عاملی سنتی برای پیش‌بینی الگوی مصرف سرانه نفت خام استفاده کرد و سناریوهای مختلف را تا سال ۲۰۲۵ مورد بررسی قرار داد. وو و همکاران (۲۰۱۱)، یک مدل سیستم دینامیک برای تجزیه‌وتحلیل اثرات مکانیسم قیمت شناور بنزین و دیزل در بازارهای تایوان طراحی کردند. اصلانی و همکاران (۲۰۱۴) مدلی دینامیکی با تمرکز خاص بر نقش منابع انرژی تجدیدپذیر برای ارزیابی سیاست‌های انرژی تجدید پذیر در فنلاند ارائه دادند. فرنک و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از یک مدل دینامیک سیستم به تجزیه‌وتحلیل سیاست‌های پیشرو فعلی با هدف افزایش نفوذ سوخت‌های زیستی پرداخته‌اند.

در ایران نیز قادری و همکاران (۱۳۸۴) در بخش انرژی، آثار پرداخت یارانه مستقیم بر نرخ تورم، فشار اقتصادی بر اقشار کم‌درآمد، مصرف سرانه و قاچاق انرژی را با رویکرد سیستم‌های پویا بررسی کردند. پورمعصومی و همکاران (۱۳۸۹)، یک مدل سیستم دینامیک اقتصاد و انرژی ارائه دادند که بخش انرژی شامل هشت بخش: نفت، تجارت خارجی، کشاورزی، جمعیت، آموزش، ماشین‌سازی، فنّاوری و بخش عمومی بود. محقر و همکاران (۱۳۹۱)، یک مدل سیستم پویا برای ارزیابی اثر سیاست‌های مختلف نفتی و گازی در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران

طراحی کردند و سیاست‌گزاری‌های مختلف برای صنعت نفت و گاز مبتنی بر هدفمندی یارانه‌ها صورت گرفت.

در بیشتر پژوهش‌های انجام‌شده در ایران به‌طورکلی صنعت گاز و بخش‌های اکتشاف و تولید در نظر گرفته شده و به پایین‌دست نفت و به‌طور خاص پتروشیمی پرداخته نشده است. در این مطالعه ارتباط با پایین‌دست، یعنی صنعت پتروشیمی، با استفاده از رویکرد پویایی سیستمی بررسی شده است. در مطالعات مختلف به بررسی مسائل مربوط به اکتشاف، تولید و سرمایه‌گذاری در بخش نفت پرداخته شده است. در این مطالعه سرمایه‌گذاری در پروژه‌های جدید با توجه به نرخ بازده سرمایه‌گذاری و تأثیر نرخ خوراک و تخفیف فروش داخل بر توجیه‌پذیربودن طرح‌ها بررسی می‌شود. در سال‌های اخیر اوره و آمونیاک با توجه به قیمت‌های فروش داخل و تغییرات قیمت فروش در بازارهای جهانی و قیمت خوراک گاز در داخل همواره موردبحث بوده است؛ بنابراین در این پژوهش با بررسی سناریوهای مختلف، آثار اجرای هر تصمیم در سالیان آینده تجزیه‌وتحلیل می‌شود.

۳. روش‌شناسی پژوهش

در مطالعه حاضر از روش‌شناسی پویایی سیستم استرمن[1] استفاده می‌شود. در این روش پس از تعریف مسئله و انتخاب رویکرد پویایی سیستمی چند گام باید طی شود:

تدوین فرضیه پویا: فرضیه پویا[2] علل رفتار مشکل‌ساز را بیان کرده و مسئله را در قالب بازخوردهای اصولی و ساختارهای حالت و جریان توصیف می‌کند. در سیستم‌های پویا تشریح فرضیه پویا منجر به معادلات، شبیه‌سازی برای درک رفتار پویا، ارزیابی سیاست‌های جایگزین، آموزش و انتخاب سیاست بهتر و اجرای آن می‌شود [۹،۸].

مفهوم‌سازی سیستم: مفهوم‌سازی سیستم شامل تعیین مرز مدل، شناسایی روابط علی و معلولی و چهارچوب سیاست‌ها هست. مرز بسته[3] بیانگر این است که چه پارامترها و متغیرهایی در چه روابطی با هم قرار می‌گیرند تا سیستم رفتار موردنظر را نشان دهد. مرز بسته عملاً گستره و وسعت مسئله را نشان می‌دهد.

صورت‌بندی مدل: در این مرحله بر اساس حلقه‌های بازخوردی حاصل از نمودار علّی و معلولی و روابط بین آن‌ها، متغیرهای سطح، نرخ، کمکی و روابط و فرمول‌های ریاضی بین این متغیرها تعیین می‌شود. ساختمان مدل‌های سیستم‌های پویا شامل متغیرهای حالت[4] (انباشت) و متغیرهای

1. Streman
2. Dynamic Hypothesis
3. Closed Boundary
4. State variable

نرخ[1] (جریان) است. ساختمان مدل و روابط بین متغیرها به‌وسیله نمودار جریان نمایش داده می‌شود [۱۱،۱].

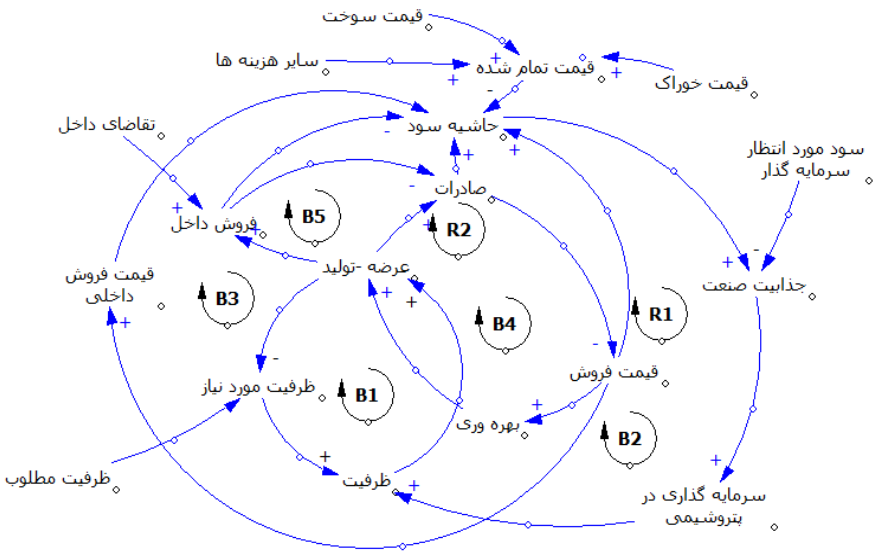
اعتبارسنجی مدل: اعتبارسنجی مدل‌های پویایی سیستم فرایندی برای ایجاد اطمینان نسبت به‌درستی و سودمندی مدل به‌عنوان یک ابزار سیاست‌گزاری است. فرآیند اعتبارسنجی شامل فرآیند انتقالی است که از طریق آن سازنده مدل اطمینان نسبت به سودمندی مدل را به مخاطب موردنظر منتقل می‌کند. این انتقال اطمینان برای ارتقاء درک مدل و اجرای سیاست‌های اثربخش در سیستم واقعی حائزاهمیت است [۲۲]

شبیه‌سازی و تحلیل سیاست‌ها: رویکرد سیستم‌های پویا قابلیت آزمون سیاست‌های مختلف و ارزیابی نتایج آن در دوره‌های زمانی را دارد؛ ازاین‌رو ابزار خوبی برای تطبیق مدل با شرایط محیط واقعی است. در این گام سیاست‌های مختلف شبیه‌سازی می‌شوند و هدف نهایی که بررسی اثر سیاست‌های مختلف بر رفتار سیستم و تلاش برای بهبود سیستم با یادگیری از اثرات اجرای هر سیاست است در این مرحله رخ می‌دهد. [۱]

٤. تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

نمودار علّی و معلولی. نمودار علت و معلولی پایه و اساس شکل‌گیری بازخورد و سنگ بنای رویکرد پویایی سیستم است. نمودار علّی و معلولی با مصاحبه‌های عمیق و استفاده از نظرهای مدیران سازمان‌های مربوطه و خبرگان تصحیح و تکمیل شده است. در این بخش حلقه‌های اصلی نمودار علّی و معلولی به‌تفصیل معرفی می‌شود.

1. Rate variable



شکل ۱. حلقه‌های اصلی نمودار علی و معلولی

از هفت حلقه نشان داده شده در شکل ۱ دو حلقه بازخوردی مثبت و پنج حلقه بازخوردی منفی است. لازم به توضیح است که اوره در داخل با تخفیف ۳۰ درصدی نسبت به قیمت فروش صادراتی عرضه می‌شود و شرکت‌ها ابتدا ملزم به تأمین نیاز داخلی در حدود ۲ میلیون تُن هستند.

حلقه R1: اولین حلقه خودتقویت‌کننده سیستم، رابطه بین صادرات و تولید و ظرفیت را نشان می‌دهد. در این حلقه با افزایش تولید و عرضه، محصول بیشتری برای صادرات موجود است. صادرات بیشتر متوسط حاشیه سود را بیشتر می‌کند و سبب افزایش جذابیت صنعت می‌شود. جذابیت صنعت منجر به سرمایه‌گذاری شده و پس از گذشت زمان تأخیر برای ایجاد ظرفیت منجر به افزایش ظرفیت می‌شود. افزایش ظرفیت نیز به افزایش تولید منجر می‌شود و تولید صادرات را افزایش می‌دهد.

حلقه R2: این حلقه بازخوردی مثبت رابطه بین فروش داخل و تولید را نشان می‌دهد. بدین‌صورت که با افزایش فروش داخل صادرات کاهش یافته و درنتیجه قیمت فوب افزایش می‌یابد، با افزایش قیمت فوب بهره‌وری بالا می‌رود و تولید افزایش می‌یابد.

در هر سیستمی همواره دو نوع حلقه مثبت و منفی وجود دارد. نوع دوم حلقه‌ها، حلقه‌های هدف‌جو هستند که از حرکت نمایی جلوگیری کرده و متغیرهای انباشت را به سمت مقدارهای خاصی هدایت می‌کنند؛ به‌عبارت‌دیگر برای رشدهای موجود در طبیعت همواره عوامل محدودکننده‌ای وجود دارد. در زیرحلقه‌های تعادلی توضیح داده می‌شود:

حلقه B1: اولین حلقه تعادلی با هدف تنظیم ظرفیت با توجه به فاصله با ظرفیت مطلوب مانع از رشد نمایی ظرفیت می‌شود. در این حلقه با افزایش عرضه و تولید نیاز برای ظرفیت کاهش می‌یابد. با کاهش نیاز به ظرفیت از رشد ظرفیت جلوگیری می‌شود.

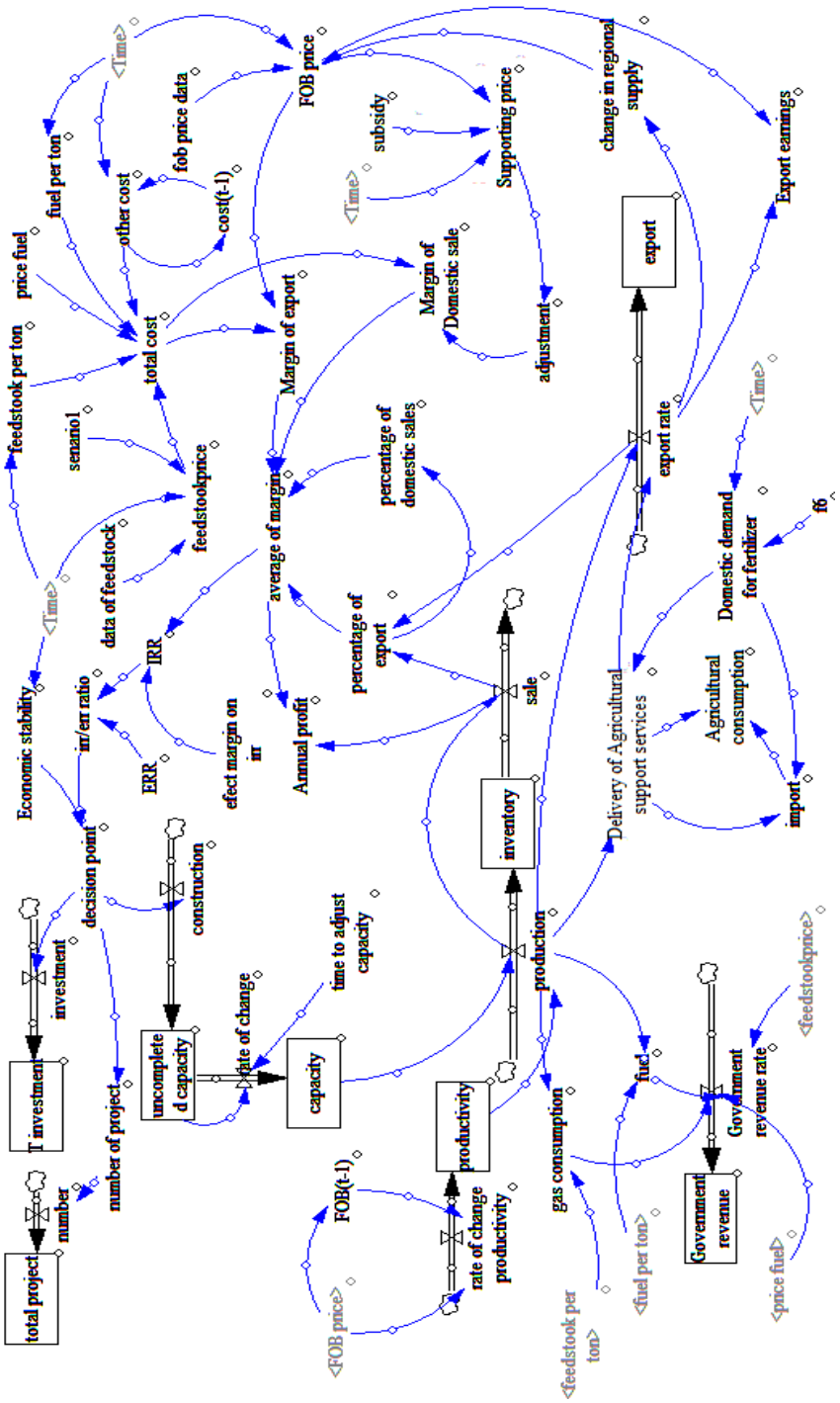
حلقه B2: دومین حلقه در مقابله با حلقه خودتقویت‌کننده R1 فعالیت می‌کند؛ بدین‌صورت که با افزایش صادرات تعادل عرضه و تقاضای منطقه‌ای به سمت عرضه تغییر کرده و درنتیجه قیمت فوب کاهش می‌یابد. با کاهش قیمت جذابیت کاهش می‌یابد و سرمایه‌گذار تمایل خود برای سرمایه‌گذاری را از دست می‌دهد.

حلقه B3: این حلقه نیز عملکردی مشابه با حلقه قبل دارد و به‌نحوی ادامه کاهش قیمت فوب است. در این حلقه افزایش صادرات منجر به کاهش قیمت فوب شده که این مهم سبب کاهش قیمت فروش داخل و درنتیجه حاشیه سود و درآمد می‌شود و بقیه روابط همانند حلقه قبل دنبال می‌شود.

حلقه B4: حلقه بازخوردی B4 یک حلقه هدف‌جو است که رابطه بین صادرات و تولید محصول را نشان می‌دهد؛ بدین معنا که هر چه تولید بیشتری باشد، سطح صادرات افزایش می‌یابد و قیمت فوب تغییر می‌کند. با افزایش قیمت فوب تمایل به تولید بیشتر شده و درنتیجه بهره‌وری افزایش می‌یابد. با افزایش بهره‌وری تولید نیز بیشتر می‌شود.

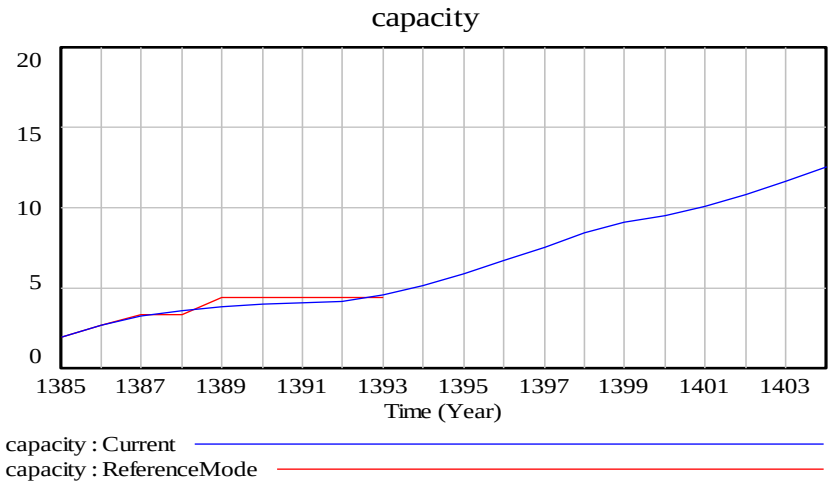
حلقه B5: در حلقه هدف‌جوی پنجم با افزایش تولید، مقدار فروش داخل افزایش می‌یابد. با افزایش فروش داخل صادرات کاهش یافته و متوسط حاشیه سود نیز کاهش می‌یابد که منجر به عدم‌سرمایه‌گذاری و ظرفیت جدید می‌شود.

اعتبارسنجی مدل ایجادشده. اعتبارسنجی مدل‌های پویایی سیستم فرایندی برای ایجاد اطمینان نسبت به درستی و سودمندی مدل به‌عنوان یک ابزار سیاست‌گزاری است. در این مطالعه از موارد زیر برای اعتبار سنجی مدل (شکل ۲) استفاده شده است.



شکل۲. نمودار جریان

بازسازی رفتار مرجع و محاسبه میزان خطا. این آزمون رفتارهای ایجادشده توسط مدل را با رفتار واقعی سیستم مقایسه می‌کند؛ به عبارت دیگر رفتار مدل تا چه حد با رفتار سیستم واقعی از نظر ایجاد مشخصه‌های رفتاری همخوانی دارد. برای بازسای رفتار مرجع و محاسبه میزان خطا مدل برای سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۳ اجرا شده است.برای نمونه بازتولید رفتار متغیر ظرفیت در نمودار ۱ نشان داده شده است. نمودار ۱ مقدار ظرفیت پیش‌بینی‌شده و مقدار واقعی را نشان می‌دهد. این دو نمودار رفتاری شبیه به یکدیگر دارند.



نمودار ۱. نتایج بازسازی رفتار مرجع ظرفیت

آزمون محاسبه میزان خطا. محاسبه میزان خطا از روش حداقل خطای مجذورات[1] (RMSPE) استفاده شده است. بر اساس این شاخص هر چه میزان تفاوت بین داده‌های واقعی و شبیه‌سازی‌شده کمتر باشد، به نتایج شبیه‌سازی بیشتر می‌توان اعتماد کرد. میزان خطا در این روش بر اساس فرمول ۱ محاسبه می‌شود.

$$RMSPE = \sqrt{1/\mathrm{n}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{y^{s}_{T+i} - y^{a}_{T+i}}{y_t}\right)} * 100$$ فرمول (۱)

در فرمول ۱:

y^{a}_{T+i} : داده‌های واقعی و n نشان‌دهنده تعداد دوره‌ها؛

1. Root Mean Square Percent Error

y^{s}_{T+i}: نتایج شبیه‌سازی‌شده.

هر چه میزان RMSPE به صفر نزدیک‌تر باشد به مفهوم خطای کمتر است و نزدیک‌بودن به ۱۰۰ درصد نشان‌دهنده خطای بالا است [۲۱]

برای محاسبه مقدار دقیق خطا جدول ۱تهیه شده است.

جدول ۱. مقایسه مقدار واقعی ظرفیت و مقدار پیش‌بینی‌شده توسط مدل

سال	مقدار واقعی (هزارتُن)	مقدار پیش‌بینی‌شده (هزارتُن)	مقدار خطا
۱۳۸۵	۱۹۲۱۰۰۰	۱/۹۰۰۰۰۰	۰/۰۱
۱۳۸۶	۲۷۰۷۰۰۰	۲۷۰۰۰۰۰	۰/۰۱
۱۳۸۷	۳۳۶۶۷۰۰۰	۳۲۳۳۳۰	۰/۰۷
۱۳۸۸	۴۳۹۴۰۰۰	۳۵۸۸۸۹۰	۰/۱۳
۱۳۸۹	۳۳۶۶۷۰۰۰	۳۸۲۵۹۳۰	۰/۰۹
۱۳۹۰	۴۳۹۴۰۰۰	۳۹۸۳۹۵۰	۰/۰۹
۱۳۹۱	۴۳۹۴۰۰۰	۴۰۸۹۳۰۰	۰/۰۷
۱۳۹۲	۴۳۹۴۰۰۰	۴۱۵۹۵۳۰	۰/۰۵
۱۳۹۳	۴۳۹۴۰۰۰	۴۵۳۹۶۹۰	۰/۰۳
RMSPE	۰/۰۷	متوسط خطا	۰/۰۶

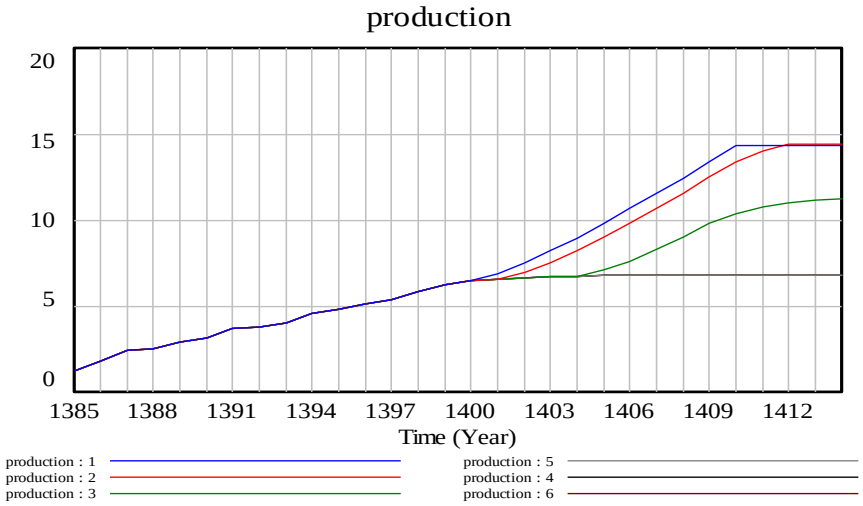
مقدار خطای مدل در مقدار پیش‌بینی‌شده و مقدار واقعی به‌طور میانگین، ۰/۰۶ به‌دست آمد که این عدد حاکی از دقت خوب مدل در پیش‌بینی رفتار مرجع است.

نظر خبرگان و آزمون کفایت مرز. نتایج شبیه‌سازی سیستم توسط مدیران سازمان موردمطالعه و تعدادی از خبرگان دانشگاهی بررسی شد. نتایج مدل از نظر مدیران با تجربه‌های آن‌ها منطبق بود و نتایج موردانتظار خبرگان حاصل شد. مرز مدل باید به اندازه کافی گسترش یابد تا بتواند متغیرهایی که بر مسئله تأثیر می‌گذارند و تأثیر می‌پذیرند را در خود جای دهد. مدیران سازمان‌های مربوطه و خبرگان درگیر با مسئله روابط و متغیرهای در نظر گرفته‌شده در مدل را برای شبیه‌سازی مدل کافی دانستند.

شبیه‌سازی و تحلیل نتایج. یکی از مهم‌ترین استفاده‌های پویایی‌شناسی سیستم‌ها اجرای سناریوهای مختلف و مقایسه نتایج این سناریوها است. در سناریوبندی با توجه به ماهیت مسئله و نظر خبرگان، تصمیم‌های مختلف اتخاذ شد و شبیه‌سازی صورت گرفت. در سناریوی اول وضعیت سیستم در قیمت‌های مختلف خوراک بررسی شد و در سناریوی دوم یک سیاست

ساختاری در نظر گرفته شد که قیمت فروش را مبنای قیمت خوراک قرار می‌دهد. در انتها نیز به ترکیب سیاست‌های قیمت خوراک و قیمت فروش اوره پرداخته شد. در این مطالعه شبیه‌سازی و سناریو پردازی با استفاده از نرم‌افزار «ونسیم» صورت گرفت.

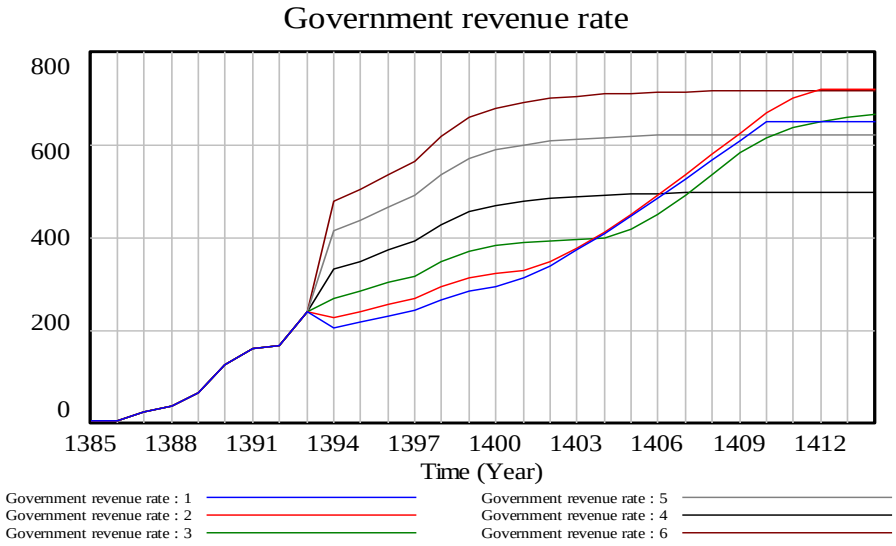
سناریوبندی برای قیمت خوراک. در این سناریو قیمت‌های مختلف با توجه به نظرهای خبرگان و قیمت‌های مطرح‌شده شرکت‌های پتروشیمی و «شرکت ملّی گاز» در نظر گرفته شد. سناریوی اول قیمت ۷ سنت برای خوراک، سناریوی دوم ۸ سنت، سوم ۱۰ سنت، چهارم ۱۳، پنجم ۱۷ و سناریوی ششم قیمت ۱۷ سنت است. احتمال پاداری قیمت‌های ۷، ۸، ۱۰ و ۱۳ در سال‌های بعد بیشتر است؛ ولی قیمت‌های ۱۷ و ۲۰ حالت بدبینانه برای قیمت خوراک هستند. در هر یک از قیمت‌ها مدل اجراشده و نتایج به صورت نمودار ۲ است.



نمودار ۲. نتیجه شبیه‌سازی حاصل از قیمت‌های خوراک مختلف

نمودارهای بالا نشان می‌دهد در صورتی تمام طرح‌های فعلی قابلیت عملی‌شدن را دارند که نرخ خوراک ۷ و یا ۸ سنت تعیین شود. حتی با نرخ خوراک ۱۰ سنت نیزسرمایه‌گذاری در تعدادی از پروژه‌ها در آینده به‌صرفه خواهد بود. تنها در صورتی می‌توان به خوراک‌های بیش از این مقدار اندیشید که یا تخفیف فروش داخل تغییر کند و یا تغییراتی در قیمت فروش محصولات رخ دهد که با توجه به کاهش قیمت نفت و مازاد عرضه نسبت به تقاضا دور از انتظار است. نتایج نرخ خوراک‌های متعدد از سال ۱۳۹۷ به بعد، اثر خود را در تولید نشان داده است که این امر ناشی از

زمان لازم برای شروع راه‌اندازی تولید و تأخیر موجود در سیستم است. اثر قیمت خوراک بر درآمد دولت نیز در نمودار ۳ مشاهده می‌شود.



نمودار ۳. نتیجه شبیه‌سازی حاصل از قیمت‌های خوراک مختلف

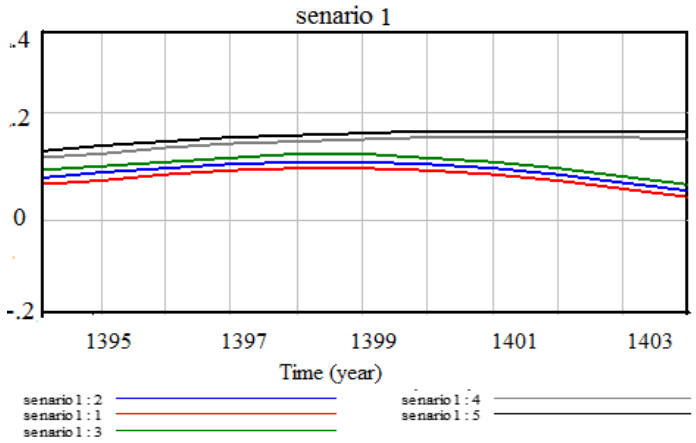
نمودار ۳ اثر قیمت خوراک بر درآمد حاصل از فروش گاز را نشان می‌دهد. علی‌رغم اینکه فرض می‌شود با افزایش قیمت گاز درآمد دولت افزایش می‌یابد، مشاهده می‌شود با افزایش قیمت گاز از یک جایی رشد درآمد دولت نسبت به خوراک‌های ارزان‌تر کاهش می‌یابد. علت این امر کمتربودن حجم مصرف گاز مصرفی به‌دلیل عدم‌ایجاد واحدهای جدید در قیمت‌های بالا است. خوراک‌های ۷ و ۸ سنت پس از سال ۱۴۰۴ درآمد بیشتری نسبت به خوراک ۱۰ سنت و از سال ۱۴۰۶ نسبت به خوراک ۱۳ سنت و از سال ۱۴۰۹ نسب به خوراک ۱۷ سنت برای دولت به همراه دارند. حتی نرخ ۸ سنت از سال ۱۴۱۲ درآمد بیشتری نسبت به نرخ ۲۰ سنت تولید می‌کند؛ همچنین از سال ۱۴۰۸ خوراک ۱۰ سنت درآمد بیشتری نسبت به خوراک ۱۳ سنت و از سال ۱۴۱۲ درآمد بیشتری نسبت به خوراک ۱۷ سنت خواهد داشت در افق ۱۴۱۴ نرخ‌های خوراک استفاده شده درسناریو به‌ترتیب ۶۴۸، ۷۱۹، ۶۶۶، ۶۲۲، ۴۹۶، ۷۱۵ میلیون دلار سالیانه برای «شرکت ملی گاز» ایجاد خواهد کرد؛ همچنین با افزایش طرح‌ها نه‌تنها درآمد دولت افزایش می‌یابد؛ بلکه تأثیر مثبت بر سایر متغیرها ازجمله درآمد ملی، ارزآوری، اشتغال و غیره نیز خواهد داشت. با توجه به برنامه‌های تولید گاز از «پارس جنوبی» به‌صرفه است.

با تغییر نرخ خوراک، حجم سرمایه‌گذاری تغییر می‌کند؛ به‌نحوی‌که با نرخ‌های ۱۳ سنت و بیشتر سرمایه‌گذاری منطقی نیست و صورت نمی‌گیرد. بیشترین سرمایه‌گذاری در نرخ ۷ سنت با حجم تقریبا ۶۰۰۰ میلیون دلار، سپس در نرخ ۸ سنت با حجمی تقریبی ۵۴۰۰ و بعد از آن در نرخ ۱۰ سنت در حدود ۳۰۰۰ میلیون صورت می‌گیرد. درآمد حاصل از صادرات در افق ۱۴۱۴ با نرخ‌های مختلف تفاوت سالیانه در حد ۱۴۷۷ میلیون دلار برای کشور دارد که با توجه سند چشم‌انداز و اهداف صادراتی کشور تفاوت بسیار مهمی محسوب می‌شود. طبق نتایج بالا خوراک‌های ۷ و ۸ سنت درآمدی ۲۸۷۳ و ۲۸۹۵ میلیون دلار، نرخ ۱۰ سنت ۲۳۲۰ میلیون دلار و نرخ‌های بیشتر از آن ۱۳۹۶ میلیون دلار درآمد تولید می‌کنند. خلاصه نتایج سناریوی اول در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲. خلاصه نتایج سناریوی اول

سناریو	نرخ خوراک (سنت)	تعداد طرح جدید	حجم سرمایه‌گذاری میلیون دلار	مجموع درآمد دولت میلیون دلار	مجموع درآمد صادراتی میلیون دلار	مجموع صادرات میلیون تن
۱	۷	۱۰	۶۰۰۰	۹۰۴۰	۳۹۸۱۷	۱۵۹
۲	۸	۹	۵۴۰۰	۹۵۸۰	۳۸۳۳۰	۱۵۱
۳	۱۰	۶	۳۶۰۰	۹۵۴۷	۳۲۵۳۱	۱۲۴
۴	۱۳	۰	۰	۱۲۱۴۴	۲۶۴۳۶	۱۰۰
۵	۱۷	۰	۰	۹۶۹۹	۲۶۴۳۶	۱۰۰
۶	۲۰	۰	۰	۱۳۹۷۸	۲۶۴۳۶	۱۰۰

نوع دوم سناریوی قیمت خوراک، ربط‌دادن قیمت خوراک و قیمت فروش با درنظرگرفتن حاشیه سودهای متفاوت است. با ارتباط قیمت‌های خوراک و قیمت فروش محصولات هم می‌توان به قیمت خوراک مناسب دست یافت و هم شرکت‌های پتروشیمی‌ها به سود خود می‌رسند؛ همچنین روش بر اساس بازدهی محصول نهایی بوده و به عدالت نزدیک‌تر است. با تغییر حاشیه سودهای مختلف قیمت خوراک در سال‌های مختلف فرق می‌کند. نتیجه نرخ خوراک با حاشیه سودهای ۱۱۵، ۱۱۰، ۱۰۵، ۱۰۰ و ۹۰ دلار بر تُن به صورت نمودار ۴ است.



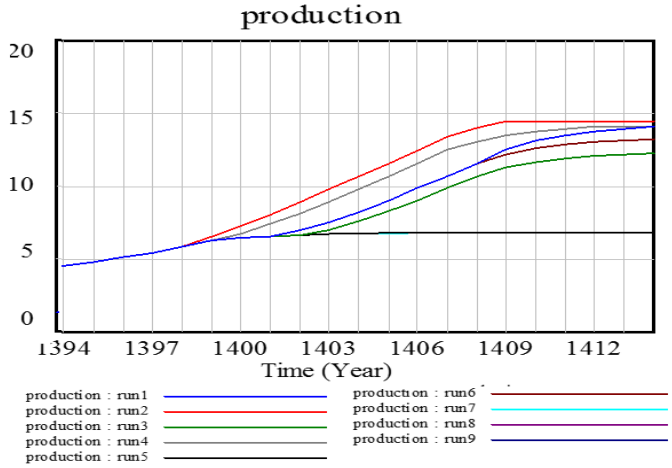
نمودار ۴. نتیجه شبیه‌سازی حاصل از ارتباط بین قیمت خوراک و قیمت فروش

با توجه به محاسبات نرخ بازده سرمایه‌گذاری نتایج اجرای سوم برای اقتصادی‌شدن طرح‌ها در مرز است. طبق نتایج این اجرا قیمت خوراک در سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۴۰۴ بین ۸ تا ۱۳ سنت تغییر می‌کند و میانگین در طول این سال‌ها ۱۱ سنت است؛ البته این مقدار تا سال ۱۴۰۰ برقرار است و بعد از آن با کاهش قیمت ایجادشده در اثر افزایش عرضه باد کاهش یابد.

سناریوبندی برای قیمت فروش (سناریوی ترکیبی). در این بخش برای قیمت فروش داخل چند سیاست در نظر گرفته شده است. با توجه به نتایج سناریوهای اول در این سیاست با تعدیل و افزایش قیمت فروش داخلی، شرایط شبیه‌سازی شده و محدوده‌ای که برای سرمایه‌گذاری به‌صرفه نیست در شرایط تغییر قیمت فروش داخل بررسی می‌شود (جدول ۳).

جدول ۳ سناریو سوم

سناریو	قیمت خوراک سنت	قیمت فروش داخل
اول	۱۰	۰/۹۰ فوب
دوم	۱۰	قیمت فوب
سوم	۱۱	۰/۹۰ فوب
چهارم	۱۱	قیمت فوب
پنجم	۱۲	۰/۹۰ فوب
ششم	۱۲	قیمت فوب
هفتم	۱۳	قیمت فوب
هشتم	۱۷	قیمت فوب
نهم	۲۰	قیمت فوب



نمودار ۵. نتیجه شبیه‌سازی حاصل از ترکیب قیمت‌های خوراک مختلف و تخفیف فروش داخل

نتایج نشان می‌دهد با تغییر در قیمت‌های فروش و حذف یارانه فروش و یا کاهش آن می‌توان شرایطی به‌وجود آورد که بتوان قیمت خوراک را تغییر داد. با فروش به قیمت ۰/۹۰ فوب قیمت ۱۱ سنت و با فروش به قیمت فوب، قیمت خوراک ۱۲ سنت را می توان اعمال کرد؛ همچنین نتایج حاکی از تأثیر زیاد تخفیف داخل در سوددهی طرح‌ها است که با افزایش این تخفیف حتی اثر آن از تغییر نرخ خوراک نیز بیشتر است. برای مثال، قیمت خوراک ۱۱ سنت و بدون تخفیف داخل از قیمت خوراک ۱۰ و فروش به قیمت ۰/۹۰فوب شرایط بهتری ایجاد می‌کند. نمودار ۵ نتیجه شبیه‌سازی و جدول ۴ خلاصه نتایج این اجراها را نشان می‌دهد.

جدول ۴. خلاصه نتایج سناریوی سوم

سناریو	قیمت خوراک	تخفیف فروش داخل	تعداد طرح ها	حجم سرمایه گذاری(میلیون دلار)	دولت (میلیون دلار)	مجموع درآمد صادراتی (میلیون دلار)	مجموع صادرات (میلیون تن)
۱	۱۰	۰,۱	۸	۴۸۰۰	۸۷۱۴	۳۶۹۲۴	۱۴۶
۲	۱۰	۰	۹	۵۴۰۰	۹۸۶۸	۴۱۹۵۳	۱۷۰
۳	۱۱	۰,۱	۶	۳۶۰۰	۸۸۶۹	۳۴۳۶۳	۱۳۳
۴	۱۱	۰	۸	۴۸۰۰	۱۰۳۱۷	۳۹۷۷۶	۱۶۰
۵	۱۲	۰,۱	۰	۰	۷۳۴۰	۲۵۴۴۳	۹۶
۶	۱۲	۰	۷	۴۲۰۰	۱۰۲۴۲	۳۶۲۴۹	۱۴۳
۷	۱۳	۰	۰	۰	۷۹۴۰	۲۵۰۷۸	۹۶
۸	۱۷	۰	۰	۰	۱۰۳۹۹	۲۵۰۷۸	۹۶
۹	۲۰	۰	۰	۰	۱۲۲۳۴	۲۵۰۷۸	۹۶

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف این مطالعه تلاش برای تحلیل روابط موجود و عوامل مؤثر بر صنعت اوره و آمونیاک ایران از جمله: قیمت خوراک، تخفیف فروش داخل، تعداد و حجم سرمایه گذاری و غیره است؛ بدین منظور بعد از تعریف مسئله موردنظر، رویکرد پویایی سیستمی برای مدل‌سازی و شبیه‌سازی استفاده شد. نتایج نشان داد که کاهش قیمت فروش در سال‌های آینده می‌تواند حساسیت را نسبت به تغییرات نرخ خوراک افزایش دهد. با توجه به کاهش قیمت نفت و گاز ازیک‌طرف و ایجاد طرح‌های جدید و رشد بیشتر عرضه نسبت به تقاضا از طرف دیگر، احتمال زیادی برای کاهش قیمت در آینده وجود دارد. عامل مهم دیگر، قیمت‌های فروش داخلی است. به‌منظور حمایت از کشاورزی به‌صورت تکلیفی قیمت داخل با تخفیف ۳۰ درصدی نسبت به قیمت فوب به سازمان خدمات حمایتی کشاورزی فروخته می‌شود.

دیگر عامل مهم در تعیین نرخ خوراک سرمایه‌گذاری در واحدهای جدید، نرخ بازده داخلی و نرخ موردانتظار سرمایه‌گذار است که باید در تصمیم‌گیری به آن توجه شود. برای یک واحد یک‌میلیون تُنی حدود ۶۰۰ میلیون دلار هزینه و برای بهره‌برداری، ۴ سال زمان لازم است. باید دید که سرمایه‌گذاران با چه نرخ خوراک و حاشیه سودی حاضر به سرمایه‌گذاری در این طرح‌ها هستند.

در صورتی تمام طرح‌های فعلی قابلیت عملی‌شدن دارند که نرخ خوراک ۷ و یا ۸ سنت تعیین شود. حتی با نرخ خوراک ۱۰ سنت نیز سرمایه‌گذاری در تعدادی از پروژه‌ها در آینده به‌صرفه خواهد بود. با تغییر قیمت‌های فروش و حذف یارانه فروش و یا کاهش درصد آن می‌توان شرایطی به‌وجود آورد که بتوان قیمت خوراک را تغییر داد. . با فروش به قیمت ۰/۹۰ فوب قیمت ۱۱ سنت و با فروش به قیمت فوب، قیمت خوراک ۱۲ سنت را می توان اعمال کرد؛ همچنین نتایج حاکی از تأثیر زیاد تخفیف داخل در سوددهی طرح‌ها است که با افزایش این تخفیف حتی اثر آن از تغییر نرخ خوراک نیز بیشتر است.

با تغییر نرخ خوراک، حجم سرمایه‌گذاری میزان زیادی تغییر می‌کند؛ به‌نحوی‌که با نرخ‌های ۱۳ سنت و بیشتر سرمایه‌گذاری منطقی نیست و صورت نمی‌گیرد. بیشترین سرمایه‌گذاری ها در نرخ های ۷، ۸ و ۱۰سنت به ترتیب با حجم های ۶۰۰۰، ۵۴۰۰ و ۳۰۰۰ میلیون دلار صورت می‌گیرد.

درآمد حاصل از صادرات در افق ۱۴۱۴ با نرخ‌های مختلف تفاوت سالیانه در حد ۱۴۷۷ میلیون دلار برای کشور دارد. خوراک‌های ۷ و ۸ سنت، ۲۸۷۳ و ۲۸۹۵ میلیون دلار، نرخ ۱۰ سنت، ۲۳۲۰ میلیون دلار و نرخ‌های بیشتر از آن، ۱۳۹۶ میلیون دلار درآمد ایجاد می‌کنند.

با ارتباط بین قیمت‌های خوراک و قیمت فروش محصولات هم می‌توان به قیمت گاز مناسب دست یافت و هم شرکت‌های پتروشیمی به سود خود می‌رسند. طبق نتایج با این ارتباط قیمت خوراک در در سال‌های ۱۳۹۴ تا ۱۴۰۴ ۸ تا ۱۳ سنت تغییر می‌کند و میانگین در طول این سال‌ها ۱۱ سنت است.

با افزایش بیش‌ازحد قیمت گاز از یک جایی در نمودار رشد درآمد دولت نسبت به خوراک‌های ارزان‌تر کاهش می‌یابد، علت این امر کمتربودن حجم مصرف گاز مصرفی به‌دلیل عدم‌ایجاد واحدهای جدید در این مقدار قیمت است. در افق ۱۴۱۴ نرخ‌ها به‌ترتیب درآمد ۶۴۸، ۷۱۹، ۶۶۶، ۶۲۲، ۴۹۶، ۷۱۵ میلیون دلار سالیانه برای «شرکت ملی گاز» ایجاد خواهد کرد.

پیشنهاد می شود از قیمت‌گذاری بر اساس رابطه بین قیمت فروش اوره و قیمت خوراک استفاده شود. این نوع قیمت‌گذاری علاوه بر عادلانه‌بودن در بلندمدت روشی است که باعث ثبات شیوه قیمت‌گذاری شده و سرمایه‌گذار با شرایط قابل‌پیش‌بینی‌تری روبه‌رو می‌شود.

با توجه به پیش‌بینی‌های قیمت فروش و کاهش جذابیت طرح‌ها درنظرگرفتن ده طرح جدید اوره قابل‌بازبینی است. این امر احتمالاً ناشی از تصمیم‌هایی است که بر اساس قیمت‌های اوره در سال ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ اتخاذ شده و با توجه به تأخیر اطلاعاتی در حال‌حاضر موضوع عملیاتی‌شدن آن‌ها مطرح است. با توجه به نرخ خوراک و نرخ بازده سرمایه‌گذاری مطرح‌شده باید بررسی لازم برای تعیین تعداد دوباره این طرح‌ها صورت گیرد.

پیشنهادها برای پژوهش‌های آتی

ـ قیمت‌گذاری خوراک با مقایسه ارزش محصول نهایی شرکت‌های اوره و آمونیاکی نسبت به سایر محصولات پتروشیمی؛

ـ قیمت‌گذاری خوراک با توجه به تسری درآمدهای بالادستی به پایین‌دست و اثر آن بر توسعه زنجیره ارزش در صنعت پتروشیمی؛

ـ توسعه مدل مطالعه از طریق گسترش مرزهای سیستم و درنظرگرفتن متغیرهای برون‌زای بیشتر در مدل.

توضیحات. برای اعداد و ارقام و داده‌های کمی از گزارش‌های عملکرد سالانه صنعت پتروشیمی، گزارش های FERTECOM، SRI و CRU، گزارش «بانک جهانی»، «سایت گمرک» و «سایت کدال» استفاده شده است.

منابع

1. Azar, A., Gholamrrezaei, D., Danaeifar, H., & Khodadad Hosseiny, H. (1392). Dynamic analysis between industry and university in higher education policy of Fifth development program by system dynamic approach. *Industrial Management Perspective, 9*. 79- 116.

2. Apostolopoulou, Evgenia, Bain, Barrie, Rowe, H. (2012). Fertecon Urea Outlook Quarterly outlook for the international urea market.

3. Aslani, A., Helo, P., & Naaranoja, M. (2014). Role of renewable energy policies in energy dependency in Finland: System dynamics approach. *Applied Energy*, *113*, 758–765.

4. Ballardin, G. (2005). Environmental benefits and economic rationale of expanding the Italian natural gas private car fleet. In *Proceedings of the 23rd System Dynamics Conference, Boston, USA*.

5. BankWorld. (2014). World Bank Commodities Price Forecast (nominal US dollars) World Bank Commodities Price Forecast (real 2010 US dollars), (January), 1–4.

6. Bassi, A. M., & Shilling, J. D. (2010). Informing the US energy policy debate with Threshold 21. *Technological Forecasting and Social Change*, *77*(3), 396–410.

7. Chenavaz, R., Carrier, L.-P., Etienne, L., & Paraschiv, C. (2011). Dynamic pricing in management science. *Journal of Economic Studies and Research DOI*, *10*(2011.283).

8. Faghih, N., Ranaei Kordshooli, H., Mohammadi, A., Samadi, A.H, Mousavi Haghighi, M. H., Ghafornyan, M. (1392). Assessment of Services Supply Chain of Iran Fixed Communications by System Dynamics Approach *Industrial management Perspective,. 11*, 111-138.

9. Forrester, J. W. (1994). System dynamics, systems thinking, and soft OR. *System Dynamics Review*, *10(2-3)*, 245–256

10. Franco, C. J., Zapata, S., & Dyner, I. (2015). Simulation for assessing the liberalization of biofuels. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *41*, 298–307.

11. Georgiadis, P., Vlachos, D., & Iakovou, E. (2005). A system dynamics modeling framework for the strategic supply chain management of food chains. *Journal of Food Engineering*, *70*(3), 351–364.

12. Ghaderi, F., Razmi, J., Seddighi, & A. (1384). The effect of energy directly subsidizing on macroeconomic indicators by systemic approach, *Journal of Faculty of Engineering*, *39*, 527-537.

13. Glauser, James Chiyo, F. (2014). Chemical Economics Handbook. *Text*.

15. Malmir, B. (2014). A system dynamics approach to housing prices: A case study of the Tehran real estate market, 450–460.

15. Mohaghar, A., Sharif Salim, A. R., & Zare MirakAbadi, A. (1391). Modeling energy policy in the oil and gas industry (based options subsidy optimizing). *New Economics and Business, 28*, 23-43.

16. Mousavi Haghighi, M. H., Ranaei Kordshooli, H., Ghafornyan, M. (1392). Analysis of mobile phone market with system dynamics approach. *Industrial Management Perspective, 9* , 135-158.

17. Mir-Kazemi M. M., Mohaghar, A. (1391). Simulate the effect of investment policy on the accumulation of innovation using system dynamics approach. *Journal of Industrial Management, School of Humanities, 19*, 81-95

18. Pormasomy, Said, shetab, Bushehri, Seyed Nader, Arbab Shirani, Behroz, mashayekhi, Alinaghi, 1389. A system dynamics model for the investigation and analysis of system of economy-energy of Iran. *Sharif. 2*, pp. 71-87.

19. Ray, S., Goldar, A., & Saluja, S. (2014). Feedstock for the Petrochemical Industry.

20. Sánchez, J. J., Barquín, J., Centeno, E., & López-Peña, A. (2007). System Dynamics models for generation expansion planning in a competitive framework: oligopoly and market power representation. In *Proceedings of the 25th International Conference of the System Dynamic Society, Boston*.

21. Sterman, J. D. (2000). *Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world* (Vol. 19). Irwin/McGraw-Hill Boston.

22. Sushil. (1993). *System dynamics: a practical approach for managerial problems*. Wiley Eastern Limited.

23. Tao, Z. (2010). Scenarios of China's oil consumption per capita (OCPC) using a hybrid Factor Decomposition–System Dynamics (SD) simulation. *Energy*, *35(1)*, 168–180.

24. Wallace, Alistair, Taarland, Lars, et al. (2015). Urea Market Outlook. *Global Commodity Industry Pricing & Market Analysis*.

25. Wu, J.-H., Huang, Y.-L., & Liu, C.-C. (2011). Effect of floating pricing policy: An application of system dynamics on oil market after liberalization. *Energy Policy*, *39*(7), 4235–4252.

26. http://www.codal.ir/

27. http://www.irica.gov.ir/