



ارائه و تحلیل یک مدل سیستم‌های دینامیکی جهت بررسی رابطه رفتار قیمت نفت و نرخ تورم در جمهوری اسلامی ایران

سجاد دهنوی^۱، روشنگر مهدوی^۲، سارا نصیریانی^۳

^۱دانشجوی کارشناسی مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی شریف، Dehnoyi_Sajjad@ie.sharif.edu

^۲دانشجوی کارشناسی مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی شریف، Mahdavi_Roshanak@ie.sharif.edu

^۳دانشجوی کارشناسی مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی شریف، Nasiriyani_S@ie.sharif.edu

چکیده

اهمیت بالای قیمت نفت بر کل پیکره اقتصاد جمهوری اسلامی ایران آنچنان آشکار است که شاید سخن‌راندن از آن گزافه‌گوئی باشد. تمامی متغیرهای اقتصادی ایران در تمامی ابعاد متأثر از قیمت نفت و تغییرات آن هستند. از طرف دیگر یکی از مهم‌ترین متغیرهای اقتصادی که اخیراً در جریان بحث‌های مختلف سیاسی و اقتصادی بسیار مورد توجه بوده است، نرخ تورم است. در این پژوهش سعی شده با استفاده از مفاهیم مدل‌سازی سیستم‌های دینامیکی، مدلی جهت بررسی تأثیر قیمت نفت بر تمامی ساختارهای اقتصادی ایران و در نهایت نرخ تورم ساخته شود. در ادامه نتایج حاصل از مدل با داده‌های تاریخی تطبیق داده شده و اعتبارسنجی شده‌اند. همچنین سعی کرده‌ایم با استفاده از یک مدل معتبر سناریوهائی جهت بهبود رفتار متغیرهای مورد بررسی تعریف کنیم و در نهایت به تحلیل و بررسی سناریوها جهت ارائه راهکارهای کاربردی بپردازیم. بعد از اجرای مدل به عنوان نتیجه‌گیری سازوکارهای متعددی از جمله انتشار اوراق قرضه، شوک‌های نفتی و صادرات غیرنفتی را جهت کنترل نرخ تورم پیشنهاد داده‌ایم. به عنوان یکی از مهم‌ترین نتایج؛ نشان دادیم که برخلاف صادرات نفتی که با افزایش آن نرخ تورم افزایش می‌یابد، با افزایش صادرات غیرنفتی می‌توان نرخ تورم را در کشور کنترل کرد و حتی کاهش داد.

کلید واژه: داده‌های تاریخی، سیستم‌های دینامیکی، قیمت نفت، نرخ تورم، صادرات نفتی، صادرات غیرنفتی.



۱- مقدمه

اهمیت بالای قیمت نفت بر کل پیکره اقتصاد کشور برای ساکنان کشورهای نفت خیز جهان از جمله جمهوری اسلامی ایران بیش از سایرین ملموس است. همه ما یک شمای کلی از تاثیر نوسانات قیمت نفت بر قیمت سایر کالاها، نرخ تورم، نرخ سود سپرده بانکها و بسیاری متغیرهای دیگر اقتصادی در ذهن داریم. از طرف دیگر یکی از مهم ترین متغیرهای کلان اقتصادی نرخ تورم است، افزایش یا کاهش قیمت کالاها در طی دهه‌های اخیر به شدت روی وضعیت اقتصاد جمهوری اسلامی ایران اثر گذار بوده است.

پژوهش پیش رو سعی دارد با استفاده از روش مدل سازی دینامیک‌های سیستم به بررسی داده‌های تاریخی مربوط به بخشی از متغیرهای اقتصادی ایران بپردازد که رفتار داده‌های تاریخی مربوط به نرخ تورم را توجیه کند. در مرحله بعدی نگارندگان به پیشنهاد سیاست‌های اصلاحی برای وضعیت برخی دیگر از متغیرهای اقتصادی ایران اقدام می‌کنند. در این راستا در ابتدا تحقیقات و مطالعات پیرامون ادبیات موضوع صورت گرفته است، سپس ساختار مدل حالت-جریان سیستم‌های دینامیکی مربوط به این متغیرها در اقتصاد جمهوری اسلامی طرح ریزی شده است. در ادامه داده‌های مورد نیاز تکمیل شده و با توجه به این داده‌ها و همچنین الگوهای گرفته شده از مطالعه ادبیات موضوع؛ معادلات مربوط به متغیرها به دست آمده است. در ادامه، با اجرای مدل از تطبیق این مدل با داده‌های تاریخی مطمئن شده ایم. سپس، راهکارهایی جهت تطبیق بهتر متغیرها با هم تحت عنوان سه سناریو تدوین کرده ایم و آن‌ها را شرح داده ایم. بخش انتهایی این نوشتار نیز به نتیجه گیری از پژوهش انجام شده و ارائه راهکارهایی جهت توسعه این پژوهش و انجام پژوهش‌های مربوط به آن در آینده اختصاص دارد.

استفاده از روش‌ها، متغیرها، پارامترها و ساختارهای مدل سازی در تمام مراحل انجام این پژوهش به گونه‌ای بوده است که تا حد امکان به مسائل دنیای واقعی نزدیک باشد. در انتها نیز در بعضی موارد سلیقه‌ای با صلاح دید نگارندگان فرضیات و تخمین‌های مناسب لحاظ شده که در هر بخش جداگانه توضیح داده شده‌اند.

۲- مروری بر ادبیات

مطالعات مربوط به دینامیک‌های سیستم‌های اقتصادی مختلف به خصوص سیستم‌های اقتصاد کلان جایگاه والائی در پژوهش‌های حوزه سیستم‌های دینامیکی دارند. حجم بالای مقالات داخلی و خارجی موجود در این زمینه گواهی بر این مدعا هستند.

می دانیم تغییر قیمت جهانی نفت در کشورهای صادرکننده عمده نفت، سبب بروز بحران‌های مختلف و همچنین تشدید تورم یا رکود و یا هر دو میگردد.^۱ پژوهش‌های بسیاری به وجود چنین رابطه‌ای اشاره کرده‌اند.^{۲ و ۳}

بیدآبادی و همکارانش پس از انجام بررسی‌های مختلف ریاضی و تحلیلی، تغییرات قیمت نفت را در برخی مواقع قابل پیش‌بینی و در برخی مواقع بسیار دشوار و غیرقابل بررسی تلقی می‌کنند و در ادامه برای دسته اول تغییرات استراتژی تولید اوپک و برای دومین قسمت انقلاب‌ها و تغییرات سریع سیاسی را برمی‌شمارند.^۱

همان گونه که خواهیم دید ما در مدل حالت و جریان مورد بررسی مان قیمت نفت را به عنوان یک متغیر خارجی وارد کرده ایم، مقالات بسیاری به ارائه الگوهای جهت پیش‌بینی قیمت نفت می‌پردازند، هدف آن‌ها ارائه روش جدیدی برای الگوسازی



پیش‌بینی قیمت نفت است تا به وسیله آن با متغیرهایی که بر تغییرات سالیانه قیمت جهانی نفت مؤثرند بتوان قیمت نفت خام را پیش‌بینی نمود. این امر می‌تواند ادامه‌دهنده راه پژوهش پیش‌رو باشد، با اضافه‌شدن چنین سازوکاری به مدل امکان بررسی تأثیرات بلندمدت قیمت نفت بر نرخ تورم هم به وجود خواهد آمد. علی‌معینی و همکارانش^۵ برای این پیش‌بینی از روش تابع لجستیک استفاده کردند، همچنین عده‌ای به استفاده از روش‌های آماری مثل حداقل مربعات معمولی اقدام ورزیده‌اند (مانند روش مورد استفاده توسط ابراهیم عباسی، فاطمه غرقانی^۶) و در نهایت روش‌های اقتصادسنجی توسط بیژن بیدآبادی و همکارانش^۷ برای پیش‌بینی تقاضای قیمت نفت استفاده شده است.

برای تبیین نقش اوپک و تأثیر این سازمان در شرایط اقتصادی حاکم بر بازار نفت جهانی به سراغ پژوهش^۳ دیگری رفتیم که در آن به خوبی حدود اختیارات سازمان اوپک را شرح داده بود در این مقاله اشاره شده اوپک به عنوان مجموعه‌ای از صادرکنندگان نفت با ۱۲ عضو به عنوان عاملی مؤثر در بازار نفت فعالیت میکند. هرچند که در طول زمان با ایجاد شرکت‌های نفتی کوچکتر سهم اوپک در بازار جهانی نفت کاهش یافته است ولی هنوز اوپک سهم عمده‌ای در این بازار دارد. ایران دومین تولیدکننده نفت اوپک است. با توجه به اقتصاد نفتی کشور، قیمت نفت و درآمدهای حاصل از آن حائز اهمیت است. بنابراین بررسی تغییرات قیمت و تصمیمات اوپک به دلیل عملکرد ایران در چهارچوب سهمیه‌بندی‌های اوپک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در مورد مقدار سهمیه ایران از اوپک به دلیل کمبود داده‌ها و روش‌های ریاضی و همچنین تأثیر بسیار بالای موارد سیاسی و غیرقابل پیش‌بینی به سراغ منابع غیرعلمی^۸ رفته‌ایم. شرح نحوه اقتباس اطلاعات موردنیاز از این مقاله در متن توضیح داده شده است.

در مبحث ارتباط حجم نقدینگی با سایر متغیرهای مدل با استفاده از مرور بخش‌هایی از پژوهش یزدانی و همکارانش^۴ در رابطه با نقدینگی به الگوی مناسبی در اسلوب و چهارچوب‌های ذکر شده در فرضیه دینامیکی مدل مورد بررسی خودمان رسیدیم. یزدانی و همکارانش در این مقاله^۴ به تبیین این موضوع پرداخته‌بودند رابطه تنگاتنگی بین نرخ تورم و نقدینگی وجود دارد. نقدینگی سبب افزایش تقاضا برای کالاها و خدمات می‌شود و از طرف دیگر تورم نیز بر حجم نقدینگی بی‌تأثیر نبوده و افزایش آن می‌تواند موجب افزایش حجم نقدینگی شود.

همچنین نتیجه نهایی این پژوهش در زمینه تأکید بر درآمدهای غیرنفتی با نتیجه حاصل از پژوهش سعید صمدی و همکارانش نیز تطبیق دارد. آن‌ها نیز صادرات غیرنفتی را عاملی بسیار مهم جهت مهار تورم و سایر سازوکارهای اقتصادی برشمرده‌اند.^۹

۳- توسعه مدل

پس از آشنائی با روند تحقیقات صورت‌گرفته در ادبیات موضوع، نوبت به توسعه مدل مورد نیاز برای تحلیل رفتارهای دینامیکی مدنظرمان در متغیرهای مورد بررسی می‌رسد. در ادامه، ابتدا به توضیح فرضیه‌های دینامیکی مدنظر نگارندگان می‌پردازیم. این فرضیه‌ها به صورت گرافیکی و فارسی مورد بحث و تحلیل قرار گرفته‌اند. بخش بعدی به مشخص نمودن مرز سیستم اختصاص داد. انجام این بخش پیش از شروع هر پروژه مدل‌سازی ضروری است. بخش ۳.۳ و ۳.۴ به تشریح علل و حلقه‌های مهم و تأثیرگذار



بر رفتار کلی مدل با رسم اشکال و شماره‌گذاری آن‌ها می‌پردازد و در نهایت بخش ۵.۳ اختصاص به تشریح منطق مورد استفاده برای معرفی معادلات متغیرها دارد.

انجام این فعالیت‌ها بخش اصلی و اساسی در پیشبرد اهداف کلی مدل است. بخش‌های بعدی متأثر از این بخش هستند و به تحلیل و بررسی عواقب این بخش می‌پردازند.

۱_۳ فرضیه دینامیکی

فرضیه‌های دینامیکی مورد نظر برای توجیه رفتارها را در سه بخش اصلی تقسیم می‌کنیم و به توضیح هر بخش می‌پردازیم.

۱. **فرضیه اول:** ناظر بر تأثیرات ناشی از افزایش قیمت نفت به عنوان یک متغیر خارجی بر ساختار مدل است.

با افزایش قیمت نفت از طرفی تقاضای خارجی برای نفت کاهش پیدا می‌کند (که به دلیل دشواری نمایش این تأثیر تقاضا بر قیمت نفت و تأثیر قیمت نفت بر تقاضای آن از نشان دادن آن در مدل نهایی حالت-جریان صرف نظر شده است ولی در اینجا صرف توجه به این تأثیر بیان شده است).^۱ و از طرف دیگر صادرات نفتی (که حاصل ضرب قیمت نفت در مقدار صادرات نفت است) افزایش می‌یابد. هم‌چنین مقدار صادرات نفت بعد از یک تأخیر زمانی سبب تأثیر روی مقدار صادرات بالقوه (سهیمیه) می‌شود و بالعکس. (با توجه به این که این سهیمیه نفت علاوه به کلیت ذکر شده به عوامل بسیار زیادی از جمله شرائط سیستمی منطقه و جهان و همچنین مذاکرات انجام شده در سطح بالای حکومتی و بین‌المللی دارد از تأثیر مقدار صادرات نفت بر این سهیمیه خودداری شد و با سازوکاری که در بخش‌های بعدی توضیح داده شده است به سهیمیه ایران یک مقدار ثابت را نسبت دادیم).

۲. **فرضیه دوم** برای توجیه تأثیر داخلی تغییر قیمت نفت بیان شده است.

درآمد نفتی سبب تأثیر روی ذخایر بانک مرکزی می‌شود (شایان ذکر است که از درآمد غیرنفتی در اینجا صرف نظر شده است). این تأثیر با تغییر حجم پول سبب تغییر نقدینگی می‌شود، نقدینگی یک رویکرد دوگانه دارد، از یک سو با افزایش سرمایه‌گذاری مولد در بخش‌های مختلف کشور بعد از مدتی از طریق افزایش ارزش ستانده فعالیت‌های اقتصادی (شامل کل کالاها و خدمات تولید شده) تورم را کاهش می‌دهد و از سوی دیگر با افزایش تقاضا برای کالاها و خدمات موجود در کشور سبب افزایش تورم می‌شود.

۳. **فرضیه سوم** ناظر بر تأثیرات مختلف نقدینگی به عنوان یکی از متغیرهای مهم اقتصاد کلان بر ساختار مدل است.

نقدینگی بر مقدار رانت‌های موجود در اقتصاد اثر می‌گذارد؛ تجربه ثابت کرده است که همیشه در صد معینی از افراد در کشورها وجود دارند که با استفاده از رانت‌های اقتصادی موجود از شرائط سواستفاده می‌کنند و به کسب درآمد از راه‌های نامشروع می‌پردازند. این رانت‌ها تمایل مردم را برای استفاده‌ی بیشتر از رانت در پی دارد که این خود سبب عدم تمایل سرمایه‌گذاران به سرمایه‌گذاری و تغییر روی نقدینگی از طریق تغییر حجم شبه پول دارد

^۱ نگاه کنید به مرور ادبیات بند آخر صفحه ۶، همچنین منابع (۱) و (۵) و (۶)



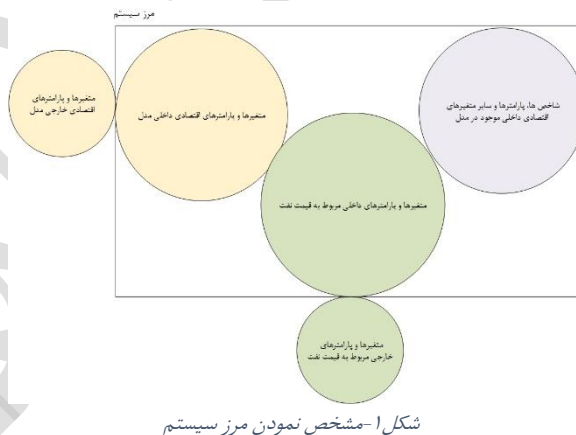
۴. فرضیه چهارم آخرین حلقه از حلقه‌های موجود جهت توجیه این بخش از اقتصاد کشور است.

این فرضیه تغییرات صورت گرفته در نقدینگی را با یک سلسله تاثیرات روی متغیرهای مدل به تغییر در خود نقدینگی برمی گرداند. می دانیم هنگامی که کشور دچار تورم می شود و برای مدتی قیمت کالاها و خدمات مختلف مرتباً افزایش می یابد بانک مرکزی ناچار است که به چاپ پول دست بزند تا بتواند این افزایش قیمت برای کالاها را با وجود مقدار مناسب اسکناس جبران کند. لذا حصول شرائط تورمی در اقتصاد باعث افزایش نرخ تورم نقطه به نقطه می شود. این افزایش نرخ تورم سبب افزایش مقدار حجم پول می شود. همان طور که می دانیم این تغییر در حجم پول نقدینگی را زیاد می کند، افزایش نقدینگی مجدداً از طریق دو فرضیه ای که در بالا گفته شد بر تورم تاثیر منفی و مثبت خود را می گذارد.

۲-۳ مشخص نمودن مرز سیستم

سیستم مورد بررسی بخشی از سیستم اقتصادی ایران است، مثل هر سیستم اقتصادی دیگری متغیرهای فراوانی بر این سیستم تاثیر می گذارند. این متغیرها در سه دسته ی متغیرهای اقتصادی، متغیرهای مربوط به قیمت نفت و شاخص ها و متغیرهای متفرقه دسته بندی شده اند.

برای بخش های مختلف سیستم نمودار شکل ۱ را به عنوان نمودار بررسی مرز سیستم ارائه کرده ایم:



در مرحله بعدی و به صورت دقیق تر برای تمامی متغیرها بررسی داخلی (endogenous) و خارجی (exogenous) بودن انجام شده است. همچنین واحدهای متغیرها نیز همراه آنها آورده شده اند. نتایج حاصل از این بررسی ها در جدول ۱ ارائه شده اند.



اولین کنفرانس ملی
انجمن ایرانی پویاشناسی سامانه‌ها

جدول ۱- مشخص نمودن مرز سیستم بین متغیرها

ردیف	دسته	نام متغیر/شاخص/پارامتر	واحد	داخلی/خارجی
۱	متغیرها و پارامترهای خارجی مربوط به قیمت نفت (صرف نظر شده در حالت نهایی)	تقاضا برای نفت	سال/میلیون بشکه	داخلی
۲	متغیرها و پارامترهای خارجی مربوط به قیمت نفت	قیمت نفت	بشکه/دلار	خارجی
۳	متغیرها و پارامترهای خارجی مربوط به قیمت نفت	مقدار صادرات نفت	سال/میلیون بشکه	داخلی
۴	متغیرها و پارامترهای داخلی مربوط به قیمت نفت	مقدار صادرات بالقوه (سهامیه اوپک)	سال/میلیون بشکه	خارجی
۵	متغیرها و پارامترهای داخلی مربوط به قیمت نفت	صادرات نفت	میلیارد تومان (در واقع دلار است که با ضریب تبدیل به میلیارد تومان تبدیل می شود)	داخلی
۶	متغیرها و پارامترهای داخلی مربوط به قیمت نفت	درآمد نفتی	میلیارد تومان	داخلی
۷	متغیرها و پارامترهای اقتصادی داخلی مدل	حجم پول	میلیارد تومان	داخلی
۸	متغیرها و پارامترهای اقتصادی داخلی مدل	حجم شبه پول	میلیارد تومان	داخلی
۹	متغیرها و پارامترهای اقتصادی خارجی مدل	درصد تمایل به سرمایه گذاری مولد	ندارد (درصد)	خارجی
۱۰	متغیرها و پارامترهای اقتصادی داخلی مدل	نرخ افزایش نقدینگی	ندارد (درصد)	داخلی
۱۱	متغیرها و پارامترهای اقتصادی داخلی مدل	راست های اقتصادی	ندارد (درصد)	داخلی
۱۲	متغیرها و پارامترهای اقتصادی داخلی مدل	نقدینگی	میلیارد تومان	داخلی
۱۴	متغیرها و پارامترهای اقتصادی داخلی مدل	ارزش ستانده فعالیت های اقتصادی	میلیارد تومان	داخلی
۱۵	متغیرها و پارامترهای اقتصادی داخلی مدل	نرخ کاهش نقدینگی	ندارد (درصد)	داخلی
۱۶	متغیرها و پارامترهای اقتصادی داخلی مدل	نرخ پس انداز و سپرده های بلندمدت	ندارد (درصد)	داخلی
۱۷	متغیرها و پارامترهای اقتصادی خارجی مدل	متوسط نرخ بازده سالانه	ندارد (درصد)	خارجی
۱۸	متغیرها و پارامترهای اقتصادی خارجی مدل	ارزش ستانده فعالیت های اقتصادی در سال پایه	ندارد (درصد)	خارجی
۱۹	شاخص ها و پارامترها و متغیرهای داخلی موجود در مدل	شاخص کالاها و مواد مصرفی	ندارد (درصد)	داخلی
۲۰	شاخص ها و پارامترها و متغیرهای داخلی موجود در مدل	شاخص کالاها و مواد مصرفی در سال قبلی	ندارد (درصد)	داخلی
۲۱	شاخص ها و پارامترها و متغیرهای داخلی موجود در مدل	نرخ تورم	ندارد (درصد)	داخلی

۳_۳ تشریح علل مهم در سطوح مختلف

الف. تشریح علل سطوح صفر

قیمت نفت

در مدل فرض کرده ایم، که رابطه تقاضا و قیمت نفت وجود دارد ولی به دلیل پیچیدگی نمایش داده نمی شود. لذا داده های قیمت نفت را از طریق متغیر خارجی و با سازوکار Lookup وارد کرده ایم.

مقدار صادرات نفت

به صورت متغیر خارجی، Lookup وارد مدل می شود.

حجم پول



در مدل‌سازی، کلا از درآمدهای غیر نفتی صرف‌نظر کرده ایم، لذا فرض می‌کنیم افزایش حجم پول بر اساس افزایش درآمدهای نفتی و با تاثیر تورم است.

حجم شبه پول

حجم شبه پول حاصل ضرب درصد تمایل افراد به سرمایه‌گذاری در نقدینگی کل کشور است. این نرخ تمایل به سرمایه‌گذاری برای هر دو بخش خصوصی و دولتی است و لذا می‌تواند در نقدینگی ضرب شود و حجم شبه‌پول را به ما بدهد.

درصد تمایل به سرمایه‌گذاری افراد

یک رابطه‌ی خطی با مقدار رانتهای موجود در اقتصاد دارد.

هرچقدر این رانتهای بیشتر باشند تمایل افراد برای سرمایه‌گذاری مولد کمتر است و بیشتر به دنبال کسب درآمد از طریق رانت‌خواری هستند. لذا درصد تمایل سرمایه‌گذاری یک مقدر ثابت است که با ضریبی حدود ۰.۰۲ از رانتهای اقتصادی از آن کاسته می‌شود.

نرخ پس‌انداز و سپرده‌های بلندمدت

منظور مقدار کاسته‌شده از نقدینگی کشور به منظورهای مختلف از جمله بلوکه‌کردن در منازل و سایر نقاط و از بین رفتن است.

ب. توضیح علل سطح یک مؤثر برفرضیه(های) دینامیکی:

مقدار صادرات بالقوه(سهیمیه اوپک)

پس از بررسی‌ها دریافتیم که ساختار محاسبه سهمیه هر کشور از روی این داده‌ها بسیار پیچیده است و تا حد زیادی به مذاکرات و بحث‌های صورت گرفته در جلسات آن سازمان بستگی دارد. لذا تلاش کردیم به دنبال منبع صریح‌تری بگردیم. پس برای این بخش از اطلاعات موجود در پایگاه اطلاع‌رسانی وزارت نفت استفاده کردیم^۷ جناب زنگنه، وزیر محترم نفت، میزان سقف حداکثر سهمیه صادرات نفت ایران را برای چهارسال گذشته (که ما برای سادگی آن را به کل بازه مورد بررسی بسط دادیم) طبق نظام سهمیه‌بندی اوپک معادل ۴/۲ میلیون بشکه در روز اعلام کرده‌اند.

رانتهای اقتصادی

رانت درآمدهای است که بدون اتکای مستقیم به کار و تلاش تولیدی و بدون ریسک و خطر فعالیتهای اقتصادی به دست می‌آید درحقیقت رانت به سوءاستفاده از فرصت‌ها و امکانات جامعه با توجه به موقعیت اجتماعی افراد و دسترسی به منابع اطلاعاتی و قدرت می‌باشد.^۸



سرمایه گذاری مولد

سرمایه گذاری یعنی خرید یک دارایی یا هر چیز دیگری به این امید که در آینده قیمت آن افزایش خواهد یافت و یا درآمدی را ایجاد خواهد کرد. در علم اقتصاد، سرمایه گذاری یعنی خرید کالایی که در حال حاضر مصرف نمی شود اما در آینده فرد به آن نیاز پیدا خواهد کرد و آن کالا برای او سودآور خواهد بود^۹

ارزش ستانده فعالیت های اقتصادی

مجموع ارزش کالاها و خدمات تولید شده در یک کارگاه بمنظور عرضه به خارج از کارگاه و ارزش کالاها و خدمات تولید شده به منظور مصرف در همان کارگاه را ارزش ستانده آن کارگاه می نامند. از جمع ارزش ستانده های کارگاه های فعال در یک اقتصاد، ارزش کل ستانده آن اقتصاد بدست می آید.^{۱۰}

متوسط نرخ بازده سالانه

متوسط نرخ بازده سالانه به این معنی است که با انجام یک سرمایه گذاری، شرکت سالانه به طور متوسط چقدر بازده کسب میکند. به عنوان مثال ما اوراق قرضه ای را به نرخ ۲۰ درصد خریداری کنیم ولی سالانه به طور متوسط ۲۲ درصد سود کسب کنیم. و یا اینکه از تاسیس شرکت چه سودی عاید ما می شود.^{۱۱و۱۲}

شاخص کالاها و مواد مصرفی

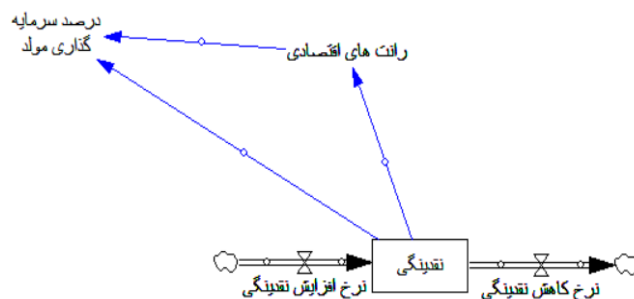
شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی (CPI) معیار سنجش تغییرات قیمت کالاها و خدماتی است که توسط خانوارهای شهرنشین به مصرف می رسد. این شاخص به عنوان وسیله ای برای اندازه گیری سطح عمومی قیمت کالاها و خدمات مورد مصرف خانوارها، یکی از بهترین معیارهای سنجش تغییر قدرت خرید پول کشور به شمار میرود.^{۱۳}

فرایند محاسبه شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی شامل دو مولفه اصلی است. مولفه اول تعیین ترکیب کالاها و خدمات مصرفی خانوارها و میزان مصرف هر یک از اقلام در سال پایه است که به آن سبد شاخص می گویند. رصد تغییرات قیمت اقلام سبد شاخص در طول زمان نیز مولفه دوم در فرایند محاسبه بهای کالاها و خدمات مصرفی است.

رصد تغییرات قیمت اقلام از اول هر ماه آغاز می شود و تا روز بیست و نهم همان ماه ادامه می یابد. جمع آوری اطلاعات مربوط به قیمت کالاها و خدمات در همه شهرهای مورد بررسی از طریق مراجعه مستقیم آمارگیران ثابت، رسمی، محلی و کارآموده اداره آمار اقتصادی بانک مرکزی به منابع اطلاع و مصاحبه با آنها صورت می گیرد.

نرخ تورم

پدیده تورم از برهم خوردن تعادل میان کالای موجود در جامعه با مقدار نقدینگی یا پول در گردش پدید می آید. به عبارت بهتر، وقتی کالا کمیاب و پول یا قدرت خرید برای مالکیت آن زیاد باشد، خلاء حاصل تورم نام می گیرد.^{۱۴}



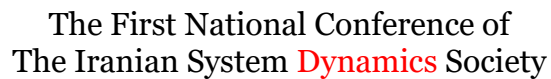
شکل ۳- زیرحلقه شماره ۱



شکل ۴- زیرحلقه شماره ۲

تشریح حلقه‌های فرعی (که از برهمکنش حلقه‌های اصلی به وجود می‌آیند یا نشان‌دهنده پدیده‌های علی مهمی نیستند) مؤثر بر فرضیه(های) دینامیکی، حلقه‌های اصلی یا متغیرهای علی:

با تغییر این شاخه‌ها در لوپ اصلی لوپ‌های فرعی مانند زیر بوجود می‌آیند:



ادامه تشریح حلقه‌های اصلی (که حداقل شامل یکی از علل سطح صفر هستند) مؤثر بر فرضیه(های) دینامیکی :

```

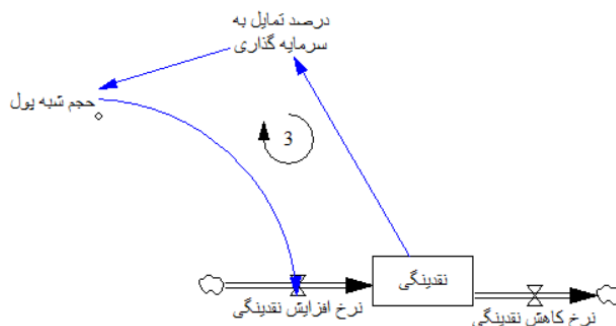
graph TD
    A[رانت اقتصادی] --> B[درصد تمایل به سرمایه گذاری]
    B --> C[حجم شبکه پول]
    C --> D[نقدینگی]
    D --> A
    D -- "نرخ افزایش نقدینگی" --> B
    D -- "نرخ کاهش نقدینگی" --> A
    
```

,,



در این حلقه همانطور که قابل مشاهده است با افزایش میزان نقدینگی کل کشور میزان سواستفاده‌های مالی و بانکی در کشور افزایش می‌یابد و در ادامه با افزایش رانتهای اقتصادی در کشور درصد تمایل افراد به سرمایه‌گذاری کاهش می‌یابد. با افزایش درصد تمایل سرمایه گذاری حجم شبه پول نیز در کشور افزایش می‌یابد که با افزایش نرخ نقدینگی همراه است.

حلقه ۳



شکل ۸- نمودار حالت جریان حلقه شماره ۳

در این حلقه با افزایش نقدینگی درصد تمایل به سرمایه گذاری رشد می‌کند و در ادامه آن سطح حجم شبه پول زیاد می‌شود همانطور که در تعاریف بالا ذکر شده است شبه پول نزدیک‌ترین جانشین برای پول است. یکی از مهمترین خصوصیات شبه پول، ضد تورمی بودن آن در کوتاه‌مدت است چرا که دارندگان این دارایی لافل برای مدتی از هزینه و خرج کردن آن، منصرف شده‌اند که این خود باعث افزایش نرخ افزایش نقدینگی میشود.

۳.۵ منطق و چگونگی ساخت معادلات ساخته‌شده

برای متغیرهای موجود در مدل معادلات موجود و منطق استفاده‌شده جهت رسیدن به آن‌ها در زیر ارائه شده‌است:

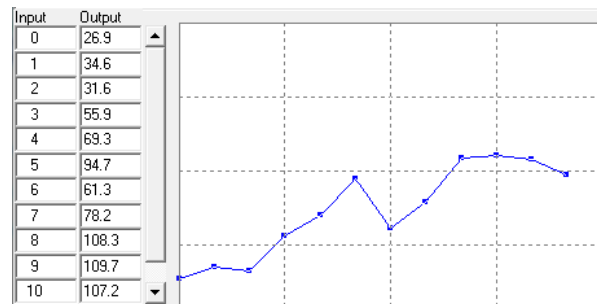
قیمت نفت و Lookup آن :

قیمت نفت را به کمک متغیر Lookup که شامل داده‌های قیمت نفت به ازای هر بشکه برای بازه زمانی مورد^۲ نظر (از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۳) است، وارد مدل کرده‌ایم:

^۲ منبع (۱۵)



(Time) قیمت نفت Lookup = قیمت نفت



شکل ۹- لوک آپ قیمت نفت

مقدار صادرات بالقوه (سهامیه اوپک) :

$$=1533$$

طبق نظام سهامیه‌بندی اوپک این مقدار را معادل ۴/۲ میلیون بشکه در روز اعلام کرده‌اند^۷. پس با محاسبات ساده‌ی زیر سهامیه سالانه صادرات نفت ایران را محاسبه نمودیم:

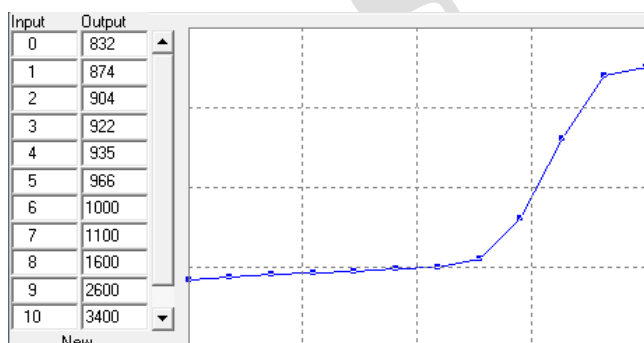
$$\text{سهامیه اوپک} = 4.2 \times 365 = 1533$$

مقدار صادرات نفت (تعداد بشکه) و مقدار Lookup صادرات نفت^{۱۶}:

مقدار , مقدار صادرات بالقوه (سهامیه اوپک) \leq (Time) مقدار لوک آپ صادرات نفت (IF THEN ELSE = مقدار صادرات نفت (مقدار صادرات بالقوه (سهامیه اوپک) , (time) لوک آپ صادرات نفت

و منطق این فرمول به این صورت است که اگر که مقدار صادرات نفتی که متغیر Lookup مشخص کرده کمتر از سهامیه باشد، مقدار صادرات نفت برابر با خود متغیر Lookup و اگر بیشتر بود مقدار متغیر صادرات نفت برابر با سهامیه اوپک شود.

داده‌های موجود برای صادرات نفت خام جمهوری اسلامی ایران در سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۳ را پس از دریافت از پایگاه آمار ایران از طریق سازوکار متغیر lookup وارد مدل کردیم:

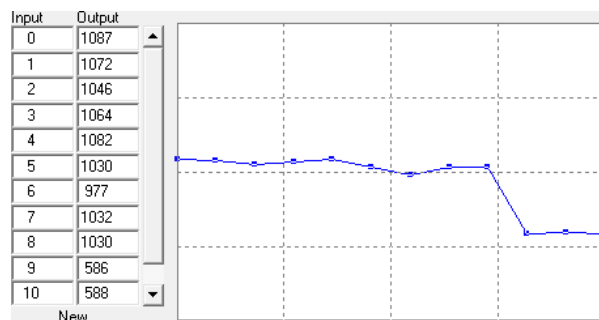




ضریب تبدیل دلار به میلیارد تومان و Lookup قیمت دلار^{۱۷}:

قیمت دلار Lookup = ضریب تبدیل دلار به میلیارد تومان
(Time) * $10^{(-9)}$

با توجه به اینکه قیمت نفتی که در دسترس داشتیم به دلار بوده،
و بقیه مدل به میلیارد تومان، متغیر ضریب تبدیل دلار به میلیارد
تومان را وارد مدل کردیم که این اختلاف در واحد برطرف گردد.



شکل ۱۱- لوک آب قیمت دلار

شکل ۱۰- لوک آب مقدار صادرات نفت

همچنین برای آوردن قیمت دلار وقت، از Lookup دلار در هر سال استفاده کردیم:

صادرات نفت:

ضریب تبدیل به میلیارد تومان * (10^6) * مقدار صادرات نفت (تعداد بشکه) * قیمت نفت =
(ضریب ده به توان ۶ به این خاطر است که واحد مقدار که برابر با قیمت ضربدر تعداد بشکه ضربدر ضریب تبدیل واحدهاست.
صادرات نفت به میلیون بشکه است)

درآمد نفتی:

$$= \text{INTEG} (\text{صادرات نفت}) + 17274.4$$

که عدد ۱۷۲۷۴٫۴ مقدار درآمد نفتی در سال پایه (۱۳۸۲) می‌باشد.

درصد تمایل به سرمایه‌گذاری مولد و lookup درصد تمایل به سرمایه‌گذاری^{۱۶}:

نقدینگی/رانت‌های (1- Time) درصد تمایل به سرمایه‌گذاری مولد Lookup = درصد تمایل به سرمایه‌گذاری مولد
(اقتصادی)

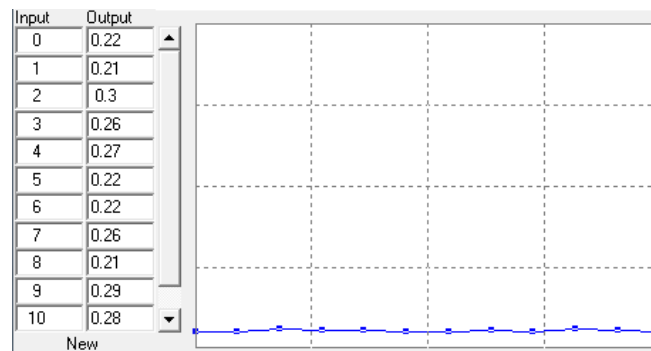
با بررسی‌های انجام شده و تحقیقات ما، به این نتیجه رسیدیم که افزایش رانت‌های اقتصادی رابطه‌ی مسقطیمی با کمتر شدن تمایل
ملت به سرمایه‌گذاری‌ها دارد. بنابراین شاخصی تعریف کردیم که از تقسیم مقدار این رانت‌ها به نقدینگی کل کشور بدست می‌آید
که بنابر توضیح داده شده، درصد عدم تمایل افراد را از آنچه که از قبل داشتند، به سرمایه‌گذاری‌ها نشان می‌دهد. بنابراین
(نقدینگی/رانت‌های اقتصادی) - ۱، میان تمایل افراد به آنچه را که از قبل می‌خواستند سرمایه‌گذاری کنند نشان می‌دهد.
متغیر Lookup نیز میزان تمایل افراد را به سرمایه‌گذاری در سال‌های مختلف نشان می‌دهد که به شرح زیر می‌باشد:

حجم شبه پول:

$$= \text{درصد تمایل به سرمایه‌گذاری مولد} * \text{نقدینگی}$$



شامل سپرده‌های بلندمدت و قرض‌الحسنه‌ها می‌باشد که از ضرب درصد تمایل به سرمایه‌گذاری در نقدینگی بوجود می‌آید.



شکل ۱۲- لوک آپ درصد تمایل به سرمایه‌گذاری

حجم پول :

$$= (\text{نرخ تورم} + 1) * \text{درآمد نفتی}$$

شامل پول‌های جاری شامل اسکناس و مسکوک است. علت ضرب درآمد نفتی در (۱+ نرخ تورم) آنست که دولت دلیل گران شدن کالاها و خدمات، اقدام به چاپ پول و اسکناس می‌کند که نتیجه‌ی آن، زیاد شدن مقدار حجم پول به اندازه‌ی تورم آن سال است.

نرخ پس‌انداز و سپرده‌های بلندمدت:

$$= 0.075$$

یک تخمین عددی جهت مقدار پولی که افراد در هر دوره زمانی از نقدینگی کشور خارج می‌کنند. این پول‌های خارج شده شامل مقادیر بلوکه شده در خانه‌ها و سایر نقاط و همچنین مقادیر از بین رفته نقدینگی است. این در صد یک مقدار تخمینی است و بر اساس مشورت با یک فرد آشنا با صنعت پولی و مالی کشور به دست آمده‌است.

نرخ افزایش نقدینگی :

$$= \text{حجم پول} + \text{حجم شبه پول}$$

طبق تعریف در اقتصاد، نقدینگی برابر با حجم پول و شبه پول می‌باشد.

نقدینگی :

$$= \text{INTEG} (\text{نرخ کاهش نقدینگی} - \text{نرخ افزایش نقدینگی}) + 52659.6$$

که ۵۲۶۵۹٫۶ حجم نقدینگی در سال پایه (۱۳۸۲) است^{۱۶}.

نرخ کاهش نقدینگی:

$$= \text{نرخ پس‌انداز و سپرده‌های بلندمدت} * \text{نقدینگی}$$



همانطور که واضح است مقداری به اندازه‌ی (نقدینگی * نرخ پس‌انداز و سپرده‌های بلندمدت) که برابر با پس‌اندازهای بلندمدت است از مقدار نقدینگی کاسته می‌شود.

رانت‌های اقتصادی :

$$\text{نقدینگی} * 0.02 =$$

ضریب مقدار رانت‌های اقتصادی برای یک سال، عدد ۰,۰۲ تخمین زده شده است.

سرمایه‌گذاری مولد :

$$\text{درصد تمایل به سرمایه‌گذاری مولد} * \text{نقدینگی} =$$

متوسط نرخ بازده سالانه :

$$= 0.2$$

با توجه به بهره‌ی بانک‌های مختلف و تحقیقات انجام شده، متوسط نرخ بازده سالانه ۰,۲ تخمین زده شده است.

ارزش ستانده‌ی فعالیت‌های اقتصادی :

$$(\text{متوسط نرخ بازده سالانه} * \text{سرمایه‌گذاری مولد}) + \text{صادرات نفت} =$$

ارزش ستانده‌ی فعالیت‌های اقتصادی همان درآمدیست که سالانه کشور از کالا و خدمات (درآمد غیرنفتی)، و درآمد نفتی بدست می‌آورد. و به درواقع همان پولی که از درآمد حاصل می‌شود. بنابراین ارتباط مستقیمی با قیمت کالاها دارد. (درآمد یک نفر خرج برای خدمات یا کالای دیگریست)

ارزش ستانده فعالیت‌های اقتصادی در سال پایه :

$$= 197229$$

که ارزش ستانده‌ی فعالیت‌های اقتصادی در سال ۱۳۸۲ طبق آمار را نشان می‌دهد^{۲۰}.

شاخص کالا و مواد مصرفی :

$$(\text{ارزش ستانده فعالیت‌های اقتصادی در سال پایه} / \text{ارزش ستانده فعالیت‌های اقتصادی}) * 100 =$$

شاخص کالا و مواد مصرفی شاخصیست که برای مشاهده‌ی چندبرابر شدن قیمت‌های کالا و خدمات در یک سال، نسبت به یک سال پایه در کشور استفاده می‌شود. به این صورت که برای سال پایه مقدار ۱۰۰ را در نظر می‌گیرند، و برای سال‌های بعد آنرا در "چند برابر شدن" قیمت‌ها ضرب می‌کنند.



شاخص کالا و مواد مصرفی سال قبلی:

(100 , 1 , شاخص کالاها و مواد مصرفی) = DELAY FIXED

برای محاسبه‌ی تورم، به شاخص‌های دوسال پشت هم نیاز است که برای بدست آوردن سال قبل از سال جاری، از تابع DELAY FIXED استفاده کردیم، به این صورت که Time آنرا برابر 1 واحد Time step در نظر می‌گیریم و مقدار اولیه‌ی متغیر را برابر 100 در نظر می‌گیریم.

نرخ تورم:

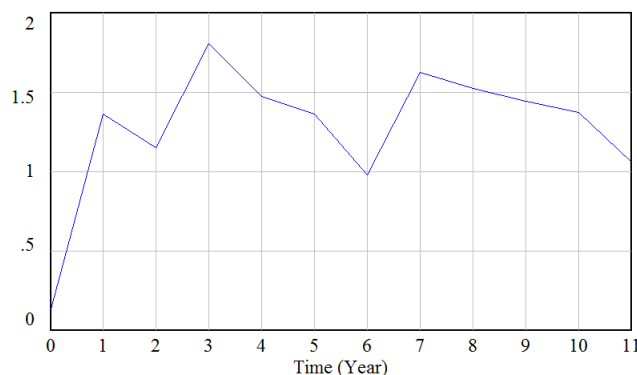
شاخص کالاها و مواد مصرفی سال قبلی / شاخص کالاها و مواد مصرفی =

که طبق تعریف تورم، فرمول تورم به صورت بالا می‌شود.

۴. نتایج شبیه‌سازی مدل و اعتبارسنجی آن

پس بررسی‌های صورت گرفته پیرامون ادبیات موضوع، طرح‌ریزی جهت به دست آوردن اطلاعات مورد نیاز و در نهایت توسعه مدل مورد نظر برای مساله، نوبت به اجرای مدل ساخته شده می‌رسد. مرحله‌ی اجرا ماحصل تمام بخش‌های قبلی پروژه است. در این

نرخ تورم



شکل ۱۳- نمودار نرخ تورم حاصل از شبیه‌سازی مدل

بخش تمامی خطاهای بخش‌های قبل مشخص می‌گردد و پژوهش‌گر را وادار می‌دارد تا به اصلاح آن‌ها مبادرت ورزد.

اجرای مدل حالت-جریان برای پروژه توسط نرم‌افزار Vensim PLE ورژن 6.3G صورت گرفته است.

بعد از اجرای شبیه‌سازی تنها پیغام خطائی که با آن مواجه شدیم، Lookup out of bound بود که با بررسی متغیرهای خارجی که با سازوکار Lookup به مدل اضافه شده بودند این پیغام خطا به راحتی برطرف شد. در بقیه موارد شبیه‌سازی با خطائی مواجه نشدیم.



همان گونه که می‌دانیم فرآیند شبیه‌سازی برای تمامی متغیرهای مدل صورت می‌گیرد؛ اما ما در اینجا فقط به بیان نتایج و بررسی آن‌ها برای نهایی‌ترین متغیر موجود در مدل یعنی "نرخ تورم" می‌پردازیم. در واقع همانطور که در بخش‌های قبلی هم بدان پرداخته‌شد، هدف در این پژوهش در درجه اول بررسی قیمت نفت و سپس چینش مدل به نحوی است که نتایج حاصل از متغیرهای آن بر نتایج حاصل از داده‌های تاریخی "نرخ تورم" منطبق شود. پس از نیل به این مقصود است که می‌توان با ایجاد تغییرات در بخش‌های مختلف مدل نتایج دلخواه را دریافت کرد و یا با اتخاذ سیاست‌هایی هدفمند نتایج متغیرهای مختلف را بهبود بخشید.

در ادامه نتایج حاصل از شبیه‌سازی برای نرخ تورم ارائه می‌گردد. شایان ذکر است که زمان صرف شده برای شبیه‌سازی در تمامی حالت‌ها ناچیز بوده لذا از بیان آن صرف‌نظر شده‌است.

داده‌های شبیه‌سازی به شرح شکل ۱۴ هستند:

سال	نتایج حاصل از شبیه‌سازی
۱۳۸۲	۰.۱۳۴۸۶۲
۱۳۸۳	۱.۳۴۲۰۶
۱۳۸۴	۱.۱۴۵۹۵
۱۳۸۵	۱.۸۲۳۲۲
۱۳۸۶	۱.۴۷۲۴۹
۱۳۸۷	۱.۳۶۲۵۹
۱۳۸۸	۰.۹۷۸۴۲۲
۱۳۸۹	۱.۶۲۵۳۸
۱۳۹۰	۱.۵۲۱۳۳
۱۳۹۱	۱.۴۴۰۱۵
۱۳۹۲	۱.۳۷۱۲۹
۱۳۹۳	۱.۰۵۶۳۹

شکل ۱۴- نتایج نرخ تورم حاصل از اجرای مدل

نمودار متناظر با این داده‌ها در نرم افزار Vensim مطابق شکل صفحه بعد است:

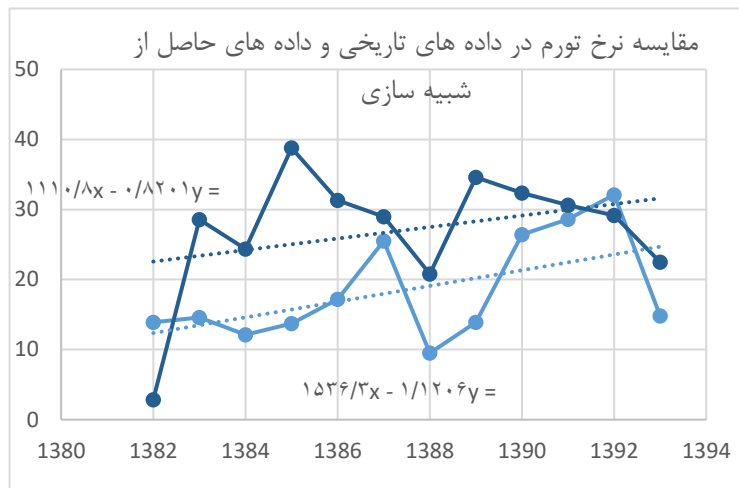


۱_۴ داده‌های تاریخی

در ادامه داده‌های تاریخی مورد بررسی و نتایج حاصل از شبیه‌سازی مربوط به آن‌ها را در ادامه نشان می‌دهیم. همان‌طور که در فازهای قبلی و در منابع به آن اشاره کرده‌ایم این داده‌ها از بخش داده‌های اقتصادی درگاه ملی آمار گرفته شده‌اند. داده‌های مربوط به تورم حاصل از شبیه‌سازی به جهت آن‌که بازه‌های شبیه‌سازی از ۰ شروع شده و تا ۱۱ ادامه می‌یابند و همچنین این که بازه‌های فوق معادل سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۳ هستند با داده‌های اصلی هم مقیاس نیستند. لذا جهت هم‌مقیاس کردن داده‌های شبیه‌سازی و داده‌های تاریخی از ضرب کردن یک ضریب ثابت در تمام داده‌های شبیه‌سازی استفاده شده است. بدیهی است که این ضریب ثابت بر روند کلی داده‌ها تاثیری نمی‌گذارد و فقط جهت واضح‌نمایی استفاده شده است. داده‌های جدید به شرح شکل شماره ۱۵ هستند:

سال	نتایج حاصل از شبیه‌سازی	نتایج تصحیح شده حاصل از شبیه‌سازی
۱۳۸۲	۰.۱۳۴۸۶۲	۲.۸۶۹۲۷۵۳۶
۱۳۸۳	۱.۳۴۲۰۶	۲۸.۵۵۳۱۸۵۴
۱۳۸۴	۱.۱۴۵۹۵	۲۴.۳۸۰۸۱۹۷
۱۳۸۵	۱.۸۲۳۲۲	۳۸.۷۹۰۱۷۲۴
۱۳۸۶	۱.۴۷۲۴۹	۳۱.۳۲۸۱۶۷۱
۱۳۸۷	۱.۳۶۲۵۹	۲۸.۹۸۹۹۷۴۳
۱۳۸۸	۰.۹۷۸۴۲۲	۲۰.۸۱۶۵۵۴۲
۱۳۸۹	۱.۶۲۵۳۸	۳۴.۵۸۰۹۹۹۷
۱۳۹۰	۱.۵۲۱۳۳	۳۲.۳۶۷۲۶۹۴
۱۳۹۱	۱.۴۴۰۱۵	۳۰.۶۴۰۱۱۲۹
۱۳۹۲	۱.۳۷۱۲۹	۲۹.۱۷۵۰۷۲۴
۱۳۹۳	۱.۰۵۶۳۹	۲۲.۴۷۵۳۷۳۳

شکل ۱۵- داده‌های تاریخی و داده‌های حاصل از شبیه‌سازی مدل



شکل ۱۶- نمودار مقایسه داده های تاریخی و داده های حاصل از اجرای مدل

حال برای فراهم آوردن امکان مقایسه داده ها و نشان دادن تفاوت و شباهت داده های حاصل از شبیه سازی با داده های تاریخی نمودار مربوط به هر دو سری داده را در یک نمودار رسم کرده ایم. شکل صفحه بعدی نشان دهنده این نمودار است. در این شکل نمودار داده های تاریخی مربوط به نرخ تورم در سال های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۳ با رنگ آبی کمرنگ و داده های حاصل از شبیه سازی با رنگ سرمه ای به تصویر کشیده شده اند. همچنین Trendline مربوط به هر دو نمودار (رگرسیون خطی داده های هر دو نمودار) روی نمودار نمایش داده شده اند. خطوط خط چین کنار نمودارها خطوط مربوط به همین Trendline ها می باشند.

۴_۲ توضیحات مربوط به تطبیق داده های تاریخی و داده های حاصل از اجرای شبیه سازی

همان گونه که از شکل بالا مشهود است، داده های حاصل از شبیه سازی و داده های تاریخی از لحاظ روند کلی (صعودی بودن در مقیاس کلی) به یکدیگر شباهت بسیار دارند. روندهای صعودی و نزولی برای هر دو سری داده ها به جز در پریودهای ۱۳۸۵ به ۱۳۸۶ و ۱۳۸۹ به ۱۳۹۰ مشابه یکدیگر هستند. همچنین سقوط ناگهانی نمودار داده های واقعی قیمت نفت در سال ۱۳۸۸ در داده های حاصل از شبیه سازی نیز به نحو احسن تصویر شده است. در مورد رگرسیون های خطی شیب هر دو نمودار مقداری مثبت اتخاذ کرده است که این دو مقدار تفاوت قابل قبول ۰,۳۰۰۵ را دارند. رگرسیون خطی مربوط به هر دو نمودار ترسیم شده دارای عرض از مبدا منفی است و این دو عرض از مبدا هم تفاوت قابل قبول ۴۲۵,۵ را دارند.

در حالت کلی به نظر می رسد که داده ها تا حد قابل قبولی باهم تطابق دارند. البته به این نکته نیز باید اشاره شود که اختلافات موجود در مدل در حد یک کار آکادمیک قابل قبول است، اما به عنوان مثال در عرض سیاست گذاری های ملی یا بین المللی هرگز نمی توان به چنین مجموعه ای از داده ها اعتماد کرد، زیرا این عدم تطابقات می توانند تاثیر فراوانی بر سایر متغیرها بگذارند. حلقه ها متعدد و مخصوصا حلقه های مثبتی که از این متغیرها در ساختار آنها استفاده شده است می توانند با یک پیش بینی اشتباه به طور



افسارگسیخته شرایط سیستم را از اختیار خارج کنند و باعث مشکلات عدیده شوند. در هر حال این داده‌ها حاصل اجرای مدل فکرشده‌ای هستند و ارزشمند می‌باشند.

در ادامه بعضی از دلایل مطرح برای این عدم تطابق‌ها ذکر شده‌اند:

۱. استفاده از مقادیر تخمینی:

در بعضی از متغیرهای مدل، از جمله متوسط نرخ بازده سالانه، یا نرخ پس‌انداز و سپرده‌های بلندمدت به دلیل عدم وجود اطلاعات مفید و یا مناسب نبودن و بعضاً در دسترس نبودن این داده‌ها ناچار به استفاده از تخمین‌های عددی شده‌ایم. البته در تمام موارد سعی کرده‌ایم که تخمین‌هایمان معقول و نزدیک به واقعیت باشند اما باز هم احتمال ایجاد عدم سازگاری توسط این تخمین‌ها وجود دارد.

۲. عدم توجه به تمام متغیرها:

مسلماً امکان توجه به تمامی متغیرهای موجود در دنیای واقعی در هیچ کار تحقیقاتی وجود ندارد. این متغیرهای بسیار زیاد و در جهات متفاوت و گسترده هستند. صرف‌نظر کردن از این متغیرها از یک طرف ساده شدن مدل و از طرف دیگر دور شدن مدل از واقعیت را به همراه دارند. به عنوان مثال ما در این مدل از تأثیرات صادرات غیرنفتی جمهوری اسلامی ایران بر اقتصاد کشور صرف نظر کرده‌ایم.

۳. اشتباهات ساختاری مدل:

هیچ ساخته دست بشری خالی از اشکال نیست. مدل ساخته شده نیز قطعاً دارای نواقص بسیاری است که با بررسی‌های دقیق‌تر آن‌ها آشکار خواهند شد. این اشتباهات شامل فهم اشتباه متغیرها، معادلاتشان و روابط بین آن‌ها می‌شود.

۴. اشتباهات عددی و حاصل از بی‌دقتی:

جزء جدائی‌ناپذیر حل مساله هستند. امکان کم‌وزیاد شدن متغیرها، علامت‌های مثبت و منفی و بسیاری موارد این‌چنینی ممکن است به اعتبار مدل و شبیه‌سازی لطمه بزند.

۵. تحلیل نتایج و تدوین سناریو

۵.۱ تعریف شرایط و نتایج مطلوب مورد انتظار

در بخش‌های قبل نیز اشاره کردیم؛ هدف اصلی پژوهش صورت‌گرفته توسعه یک مدل سیستم‌های دینامیکی به منظور توجیه معقول رفتار تورم است. در بخش‌های ۳ و ۴ این مدل توسعه یافت و سپس نتایج مطلوب از آن استخراج پیدا کرد و همچنین توضیح داده شد که چرا این نتایج معقول هستند و مدل در محدوده قابل قبولی رفتار داده‌های تاریخی را توجیه می‌کند. حال، در بخش پنجم هدف تعریف اثرات مطلوب مورد انتظار برای مدل و سپس اتخاذ سیاست‌هایی تحت عنوان سناریو برای نیل به این اثرات مطلوب می‌باشد.



نکته حائز اهمیت در تعریف یک اثر مطلوب برای تورم توجه به این حقیقت اقتصادی است که در شرائط کلی کاهش یا افزایش صرف تورم برای اقتصاد نتایج لزوماً مطلوبی نخواهد داشت. به عبارت دیگر، برخلاف تصور اغلب افراد لزوماً کاهش تورم به معنای یک موفقیت اقتصادی نیست، بلکه آن چه حائز اهمیت است امکان کنترل تورم است به این معنا که مدل دارای سازوکاری باشد که مثلاً اگر در یک بازه تورم به طور غیرعادی کم یا زیاد شد بتوان با تغییر آن سازوکار تورم را به مقدار منطقی‌اش بازگرداند. در تدوین سناریوهای مختلف این نکته اصلی را همواره مدنظر داشته‌ایم. با توجه به این نکته، سه سناریوی مختلف برای کنترل تورم تدوین نموده‌ایم. این سناریوها به طور مجزا اعمال شده‌اند و با هم اشتراکی ندارند. در سناریوی اول تغییرات شوک‌های قیمت نفت بر تورم مورد بررسی قرار گرفته‌اند، سناریوی دوم به سیاست چاپ اوراق قرضه جهت کنترل تورم می‌پردازد و سومین سناریو نیز ناظر بر وارد کردن درآمدهای غیرنفتی در مدل می‌باشد. سناریوهای فوق در ادامه توضیح داده شده‌اند.

۵.۲ سناریو ۱ (شوک در قیمت نفت)

در این قسمت هدف بر این بوده است که تاثیر قیمت نفت بر نرخ تورم سالانه را مورد بررسی قرار دهیم، از این رو در دوره ششم که معادل سال ۸۷ می‌باشد یک شوک قیمت به اندازه ۵۰ دلار به قیمت اضافه می‌شود

قیمت نفت $\text{Look up}(\text{time}) + \text{step}(50, 6)$

بعد از وارد کردن شوک نرخ تورم از دوره ۶ افزایش می‌یابد مقادیر تورم در سال‌های متوالی به شکل زیر می‌باشند:

جدول شماره ۲- نرخ تورم بعد از اعمال سناریوی اول

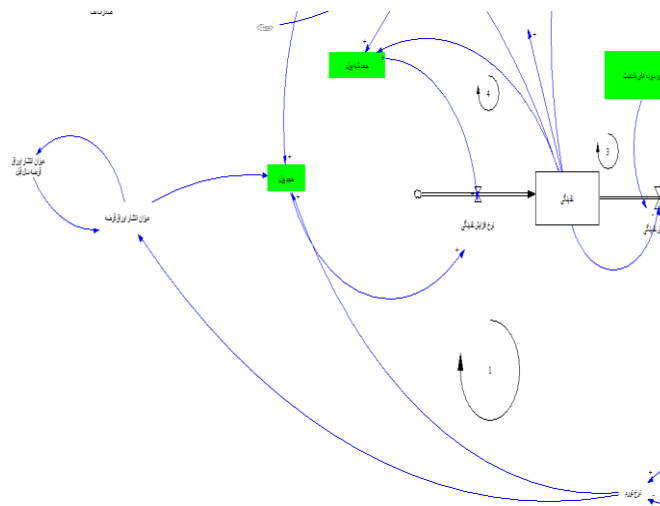
نرخ تورم

قبل از شوک	بعد از شوک
0.13486	0.13486
1.34206	1.34206
1.14595	1.14595
1.82322	1.82322
1.47249	1.47249
1.36259	1.36259
0.97842	1.30487
1.62538	1.53696
1.52133	1.51034
1.44015	1.38137
1.37129	1.39069

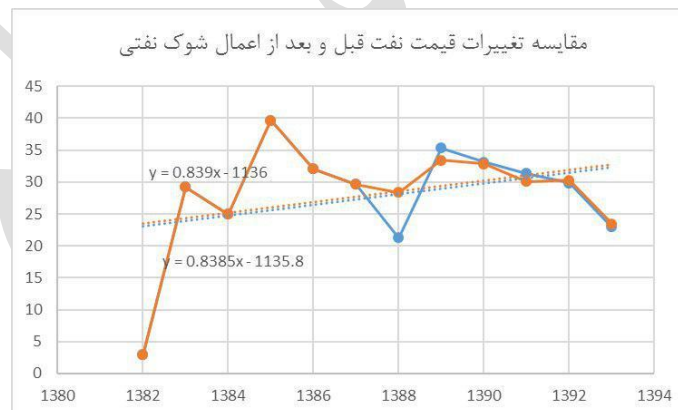


1.05639 | 1.07785

همانطور که در شکل زیر مشاهده می‌شود.



شکل ۱۷- مقایسه تغییرات نرخ تورم قبل و بعد از اعمال شوک نفتی



شکل ۱۸- نمودار حالت-جریان سناریو دوم (۱)

با وارد کردن شوک در دوره ششم ابتدا نرخ تورم افزایش چشمگیری می‌یابد چرا که در ابتدا کشور با افزایش درآمد ناگهانی روبرو است که مدت زمان معینی با توجه به نوع به‌کارگیری این درآمد، این مازاد درآمد بدون استفاده باقی می‌ماند. با گذشت یک دوره سالانه و به‌کارگیری این درآمد که صرف پرداخت بدهی‌های بانکی دولت، اشتغال‌زایی و می‌شود نرخ تورم با کاهش روبرو می‌شود اما باز هم با گذشت چند دوره و ادامه داشتن این افزایش درآمد نا متعارف حجم نقدینگی کشور افزایش می‌یابد که در دوره‌های ۱۱ و ۱۲ ام این خود باعث افزایش نرخ تورم می‌شود.



۳-۵ سناریو ۲ (انتشار اوراق قرضه)

از راه‌های مبارزه با تورم، سیاست‌های پولی و مالی ایست که دولت در مقابله با وضعیت موجود اتخاذ می‌کند. از جمله سیاست‌های مالی در مقابله با تورم، فروش اوراق قرضه به مردم است. اگر که فروش اوراق قرضه بیشتر شود، پول از دست مردم خارج شده، و نقدینگی کاهش پیدا می‌کند. این کاهش نقدینگی تا حدی سبب کنترل تورم می‌شود.

برای وارد کردن سناریو اوراق قرضه، متغیر میزان انتشار اوراق قرضه را در مدل وارد کردیم. برای تکمیل مدل، یک متغیر میزان انتشار اوراق قرضه سال قبل با فرمول زیر با تابع DELAY FIXED را در نظر گرفتیم:

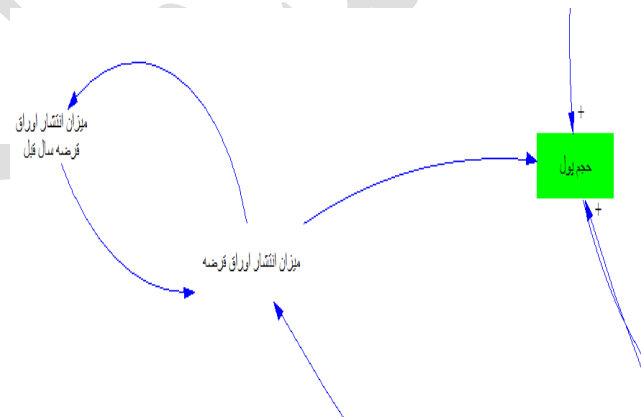
$$= \text{DELAY FIXED} (1, 11885) \text{ , میزان انتشار اوراق قرضه}$$

که مقدار in آن متغیر میزان انتشار اوراق قرضه، پارامتر dttime آن ۱ سال، و مقدار init آن (مقدار اولیه آن)، مقدار انتشار اوراق قرضه در سال پایه یا همان ۱۳۸۲ است که از آمار بانک مرکزی گرفته شده است. این متغیر مقادیر متغیر میزان انتشار اوراق قرضه را با تاخیر با فاصله زمانی ۱ سال در خود ذخیره می‌کند.

بنابراین فرمول میزان انتشار اوراق قرضه به صورت زیر می‌باشد:

$$= 0.8 * (\text{نرخ تورم} + 1) * \text{میزان انتشار اوراق قرضه سال قبل}$$

میزان انتشار اوراق هر سال از سال قبل گرفته می‌شود. بدلیل تاثیر دادن میزان تورم در میزان انتشار اوراق قرضه‌ی هر سال، (که هدف از این سناریو نیز همین است)، هر سال میزان انتشار اوراق سال قبل را در ضریبی از (۱+ نرخ تورم) ضرب می‌کنیم. این ضریب



با روش سعی و خطا بصورت تقریبی ۰,۸ بدست آمده است. (البته که بدست آوردن این ضریب به این آسانی نیست و باید فاکتورهای دیگری مثل هزینه‌ی اجرای این طرح را نیز در آن لحاظ کرد).



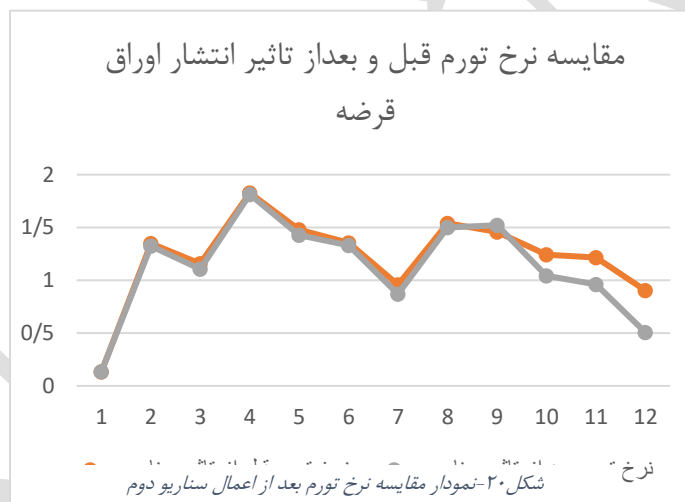
در نهایت تاثیر این سناریو باید کاستن از حجم نقدینگی در هر دوره باشد. واضح است که با خرید اوراق قرضه، پول از دست مردم کمتر شده، پس میزان حجم پول کمتر می‌شود. بنابراین در مدل نیز باید این کاهش حجم پول لحاظ شود. فرمول جدید حجم پول بصورت زیر خواهد شد:

$$\text{میزان انتشار اوراق قرضه} = \text{درآمد نفت} * (\text{نرخ تورم} + 1)$$

که تفاوتی که با فرمول اولیه خود دارد در همان تاثیر میزان انتشار اوراق قرضه است.

برای مقایسه‌ی نرخ تورم در سال‌های مختلف پیش و پس از اعمال سیاست اوراق قرضه، نمودار زیر آورده شده است:

همانطور که در شکل صفحه بعد مشاهده می‌شود به مرور زمان با افزایش میزان انتشار اوراق قرضه در هر سال با توجه به تورم آن سال، از مقدار تورم کاسته می‌شود.



۳-۵ سناریو ۳ (وارد کردن درآمدهای غیرنفتی)

در قسمت ۴.۲ اشاره کردیم که یکی از نقاط ضعف و کمبودهای مدل ما عدم دخالت برخی متغیرهاست. از جمله ای متغیرها می‌توان به درآمد غیرنفتی اشاره کرد. در مراحل قبلی با توجه به تاثیر محدود درآمدهای غیرنفتی در اقتصاد ایران و کم بودن سهم آن‌ها نسبت به درآمدهای نفتی از آوردن این درآمدها صرف نظر کرده‌ایم. بر همه ما آشکار است که درآمدهای غیرنفتی، که با توجه به شرایط کنونی جهان بسیار وابسته به پیشرفت‌های تکنولوژیک و زیر ساختی هستند، اگر افزایش پیدا کنند می‌توانند با کاهش وابستگی کشور به نفت و افزایش بودجه‌های مولد اقتصادی در کشور سهم به سزایی در کاهش نقدینگی کشور به نفع افزایش بخش سهم تولید و در نتیجه افزایش عرضه کالا و خدمات در کشور و کاهش تورم داشته باشند.

جهت اضافه کردن درآمدهای غیرنفتی در مدل تغییرات به شکل ۲۱ در مدل اعمال شدند.



با اضافه کردن متغیر حالت برای درآمد غیرنفتی ارزش ستانده فعالیت‌های اقتصادی به اندازه اختلاف واردات غیرنفتی و صادرات غیرنفتی در هر پریود افزایش می‌یابد. خطوط متصل شده به نرخ‌های ورودی و خروجی مربوط به ضریب تبدیل قیمت دلار است. در این مرحله درآمد غیرنفتی را به عنوان یک متغیر خارجی (Lookup) وارد مدل نمی‌کنیم، زیرا به دنبال نشان دادن روند واقعی این درآمد نیستیم و هدفمان اعمال این درآمد به عنوان یک سیاست در مدل است، سیاستی که نشان دهد با چه میزانی از درآمد غیرنفتی امکان کاهش معقول تورم وجود دارد.

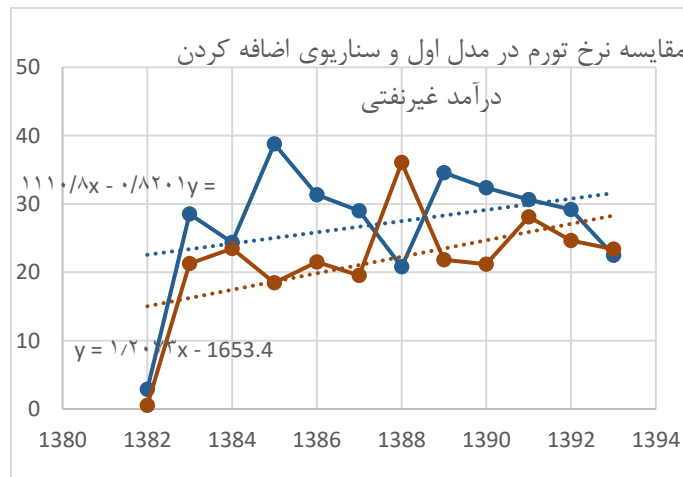
به همین منظور با نگاهی به داده‌های درآمدهای غیرنفتی جمهوری اسلامی یک مقدار معقول از بازه آن‌ها به دست آوردیم و سپس مقادیر خروجی و ورودی این درآمدها را به ترتیب: ۴۲۴۲۹ و ۲۰۰۰۰۰ در نظر گرفتیم. یعنی فرض کردیم کشور باید صادرات غیرنفتی‌اش را افزایش دهد ولی واردات غیرنفتی خود را نسبت به مقدار به مقدار واقعی (۴۱۷۳۱) افزایش دهد. با اعمال این تغییرات داده‌های جدید برای نرخ تورم به شرح جدول صفحه بعد خواهند بود:

جدول ۳- نرخ تورم بعد از اجرای سناریو ۳

دوره شبیه سازی	نرخ تورم
۰	۰.۵۲۹۸۴۳
۱	۲۱.۳۰۰۴۲۹۱
۲	۲۳.۴۶۶۴۷۴۹
۳	۱۸.۴۸۲۴۳۷۷
۴	۲۱.۴۹۹۴۵۶۴
۵	۱۹.۵۲۴۹۳۲۹
۶	۳۶.۰۵۴۲۰۹۴
۷	۲۱.۸۳۶۲۳۰۱
۸	۲۱.۲۰۵۵۱۶۴
۹	۲۸.۱۰۰۷۳۹۷
۱۰	۲۴.۶۶۲۰۷۴۷
۱۱	۲۳.۳۸۷۲۹۰۳



با تصحیح این داده‌ها برای مقیاس واقعی و ترسیم آن‌ها کنار داده‌های ناشی از مدل اول (و نه داده‌های تاریخی!) مطابق شکل زیر خواهیم داشت:



شکل ۲۲- مقایسه نرخ تورم قبل و بعد از اعمال سناریو سوم

همان‌طور که از شکل مشخص است نرخ تورم با افزایش میزان درآمدهای غیرنفتی به نحو قابل ملاحظه‌ای کاهش پیدا می‌کند به گونه‌ای که به‌جز سال ۱۳۸۸ در تمامی دوره‌ها مقدار تورم کمتر از مقدار قبلی‌اش می‌شود. این امر به وضوح اهمیت بالای درآمد غیرنفتی برای کشوری مثل ایران را نشان می‌دهد. هرچقدر بتوان با تکیه بر پیشرفت‌های تکنولوژیک و افزایش تعامل جهانی با سایر کشورها درآمد غیرنفتی کشور را افزایش داد بیشتر می‌توان بر افزایش افسارگسیخته تورم مقابله کرد. همچنین داده‌های ناشی از وجود درآمد غیرنفتی برای کشور نرخ تورمی با ترند بیشتر از ترند کنونی را نشان می‌دهند، یعنی علاوه بر اینکه تورم کمتر از مقادیر فعلی شده‌است، روند افزایش تورم از یک شیب ملایم برخوردار است که این امر خود سبب جلوگیری از کاهش متمادی تورم و بروز رکود است، یعنی با افزایش درآمد غیرنفتی ما هم تورم کمتری خواهیم داشت و هم دچار رکود نمی‌شویم. صادرات غیرنفتی برای کشور بسیار ضروری و حیاتی هستند.

منابع و مراجع

- [۱] بیدآبادی، بیژن و پیکارجو، کامبیز (۱۳۸۶). شبیه‌سازی و پیش‌بینی قیمت جهانی نفت خام. پژوهشنامه اقتصادی، دوره ۷، شماره ۲۷، ۸۳-۱۱۷.
- [۲] صمدی، سعید؛ یحیی‌آبادی، ابوالفضل و معلمی، نوشین (۱۳۸۸). تحلیل تاثیر شوک‌های قیمتی نفت بر متغیرهای اقتصاد کلان در ایران. فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، دوره ۱۷، شماره ۵۲، ۵-۲۶.
- [۳] حسن‌زاده، علی و کیانوند، مهران (۱۳۸۸). بحران مالی جهانی، بازار جهانی نفت و استراتژی اپک. تازه‌های اقتصاد، دوره ۱، شماره ۱۲۶، ۸۴-۹۴.



- [۴] پایتختی اسکونی، سید علی؛ طبقی اکبری؛ لاله (۱۳۹۲). **تورم و حجم نقدینگی در اقتصاد ایران**. دومین کنفرانس بین المللی مدیریت، کارآفرینی و توسعه اقتصادی. موسسه نورباران اندیشه، قم، شهریور ۱۳۹۲، دانشگاه پیام نور.
- [۵] معینی، علی؛ ابریشمی، حمید و احراری، مهدی (۱۳۸۵). **بکارگیری نمای لیاپانوف برای مدل سازی سری زمانی قیمت نفت بر پایه توابع پویا**. تحقیقات اقتصادی، دوره ۱، شماره ۷۶، ۷۷-۱۰۰.
- [۶] عباسی، ابراهیم و غرقانی، فاطمه (۱۳۹۴). **بررسی تابع تقاضای نفت خام در ایران با نگاهی به صادرات تا سال ۲۰۱۵**. مجله سیستم های پویا، دوره ۱، شماره ۱۱
- [۷]
- <http://www.mop.ir/portal/Home/ShowPage.aspx?Object=NEWS&ID=5e21da9c-82e9-493a-9590-796f26afeada&LayoutID=a720c1ea-c0e3-4bcc-8323-91bcb553fe7&CategoryID=b37c877a-1ec5-4ae5-90a0-a36ed666ca3c>
Accessed May 25, 2017
- [۸]
- <http://www.bultannews.com/fa/news/168215/%D8%B1%D8%A7%D9%86%D8%AA-%D8%A8%D9%87-%D8%B2%D8%A8%D8%A7%D9%86-%D8%B3%D8%A7%D8%AF%D9%87-%D8%AA%D8%B5%D9%88%DB%8C%D8%B1>
Accessed May 22, 2017
- [۹]
- <https://modiremali.com/dictionary/%D8%B3%D8%B1%D9%85%D8%A7%DB%8C%D9%87-%DA%AF%D8%B0%D8%A7%D8%B1%DB%8C>
Accessed May 23, 2017
- [۱۰]
- <http://www.cbi.ir>
Accessed May 22, 2017
- [۱۱]
- <http://www.cbi.ir>
Accessed June 2, 2017
- [۱۲]
- <http://www.bln.blog.ir>
Accessed June 2, 2017
- [۱۳]
- <http://www.mizanonline.ir/fa/news/307757/%D8%B4%D8%A7%D8%AE%D8%B5-%D8%A8%D9%87%D8%A7%DB%8C-%DA%A9%D8%A7%D9%84%D8%A7%D9%87%D8%A7-%D9%88-%D8%AE%D8%AF%D9%85%D8%A7%D8%AA-%D9%85%D8%B5%D8%B1%D9%81%DB%8C-%DA%86%DB%8C%D8%B3%D8%AA>



The First National Conference of
The Iranian System Dynamics Society

اولین کنفرانس ملی
انجمن ایرانی پویاشناسی سامانه‌ها



Accessed May 27, 2017

[۱۴]

[http://asrebank.ir/news/556/%D8%AA%D9%88%D8%B1%D9%85-%DA%86%DB%8C%D8%B3%D8%AA-%D9%88-%D9%86%D8%B1%D8%AE-%D8%AA%D9%88%D8%B1%D9%85-%DA%86%DA%AF%D9%88%D9%86%D9%87-%D9%85%D8%AD%D8%A7%D8%B3%D8%A8%D9%87-%D9%85%DB%8C%E2%80%8C%D8%B4%D9%88%D8%AF%D8%9F-\(-%D9%85%D8%AB%D8%A7%D9%84\)](http://asrebank.ir/news/556/%D8%AA%D9%88%D8%B1%D9%85-%DA%86%DB%8C%D8%B3%D8%AA-%D9%88-%D9%86%D8%B1%D8%AE-%D8%AA%D9%88%D8%B1%D9%85-%DA%86%DA%AF%D9%88%D9%86%D9%87-%D9%85%D8%AD%D8%A7%D8%B3%D8%A8%D9%87-%D9%85%DB%8C%E2%80%8C%D8%B4%D9%88%D8%AF%D8%9F-(-%D9%85%D8%AB%D8%A7%D9%84))

Accessed May 22, 2017

[۱۵]

<https://www.amar.org.ir/%D9%BE%D8%A7%DB%8C%DA%AF%D8%A7%D9%87-%D9%87%D8%A7-%D9%88-%D8%B3%D8%A7%D9%85%D8%A7%D9%86%D9%87-%D9%87%D8%A7/%D8%B3%D8%B1%DB%8C%D9%87%D8%A7%DB%8C-%D8%B2%D9%85%D8%A7%D9%86%DB%8C/agentType/ViewType/PropertyTypeID/1906>

Accessed May 26, 2017

[۱۶]

<https://www.amar.org.ir/%D9%BE%D8%A7%DB%8C%DA%AF%D8%A7%D9%87-%D9%87%D8%A7-%D9%88-%D8%B3%D8%A7%D9%85%D8%A7%D9%86%D9%87-%D9%87%D8%A7/%D8%B3%D8%B1%DB%8C%D9%87%D8%A7%DB%8C-%D8%B2%D9%85%D8%A7%D9%86%DB%8C/agentType/ViewSearch/CustomFieldIDs/-1/SearchValues/%D8%B5%D8%A7%D8%AF%D8%B1%D8%A7%D8%AA%20%D9%86%D9%81%D8%AA/sortBy/Published>

Accessed May 28, 2017

[۱۷]

<https://www.amar.org.ir>, Accessed May 28, 2017

[۱۸]

<http://ecotitr.ir/fa/news/528/150-%D8%AA%D8%A7-185-%D9%85%DB%8C%D9%84%DB%8C%D8%A7%D8%B1%D8%AF%D8%AF%D9%84%D8%A7%D8%B1-%D8%B3%D8%B1%D9%85%D8%A7%DB%8C%D9%87-%DA%AF%D8%B0%D8%A7%D8%B1%DB%8C-%D8%B3%D8%A7%D9%84%D8%A7%D9%86%D9%87-%D9%86%DB%8C%D8%A7%D8%B2-%D8%AF%D8%A7%D8%B1%DB%8C%D9%85>

Accessed May 22, 2017

[۱۹]

<https://www.amar.org.ir>, Accessed May 22, 2017

[۲۰]

<https://www.amar.org.ir>, Accessed May 22, 20



Development and Analysis of a System Dynamics Model for investigating the relationship Between Oil Price and the Inflation Rate in I.R Iran.

Abstract

Obviously, there is no need to talk about the significant importance of oil price over the whole body of Iranian economy. All of the economic variables will strongly react to the changes in the oil price. On the other hand, one of the most important and most prevailing topics of Iran today's society is the inflation rate. In this work, we tried to develop a system dynamics model in order to analyze the effects of changes in the oil price on some of the economic variables of Islamic Republic of Iran; especially inflation rate. After developing the model, we have used the historical data to validate the results of our model. Furthermore, we developed some practical scenarios for controlling the effects of changes in the oil price. We suggest scenarios such as: distribution of saving bonds, shocks to oil price and non-oil export. As an important result, we show that, unlike the oil export, the non-oil export has a significant role in declining and controlling the inflation rate in the I.R. IRAN economy.

Keywords: Historical data, System dynamics, Oil price, Inflation rate, Oil export, Non-oil export.