



دانشگاه صنعتی شریف

دانشکده مهندسی صنایع

پروژه درس تحلیل سیستم‌ها

نگارندگان:

عرفان امانی بنی (۹۸۱۰۳۹۱۸)

محمدتقی دهقان نژاد (۹۸۱۰۴۱۲۲)

ماهان پورحسینی (۹۸۱۰۳۹۷۵)

طاها جعفری (۹۸۱۰۹۰۰۱)

استاد درس:

جناب آقای دکتر شهرام شادرخ

دستیاران آموزشی:

سرکار خانم مرضیه آقایی

جناب آقای رامان ابراهیمی

بهار ۱۴۰۱

فهرست محتوا

عنوان	صفحه
۱ موضوع پیشنهادی.....	۱
۲ شرح پدیده (های) موردنظر.....	۱
۲.۱ بیماری هلندی.....	۱
۲.۲ نقدینگی افسار گسیخته.....	۱
۲.۳ تورم مزمن.....	۱
۲.۴ ۱ نمودارهای مرجع از رفتار پدیده‌ها.....	۲
۳ فرضیه‌های دینامیکی.....	۳
۴ شرح سیستم.....	۳
۵ سیاستها.....	۵
۵.۱ سیاست اول: رفع کسری بودجه دولت ^[۱۱، ۱۲]	۵
۵.۲ سیاست دوم: کاهش سود بانکی ^[۱۰، ۳]	۵
۵.۳ سیاست سوم: اصلاحات ساختاری نظام بانکی ^[۱۱]	۵
۶ مدل ارائه شده.....	۶
۶.۱ ماژول اول.....	۶
۶.۲ ماژول دوم.....	۷
۶.۳ ماژول سوم.....	۸
۶.۴ ماژول چهارم.....	۹
۶.۵ زیرسیستم GDP به همراه اثر جمعیت.....	۱۰
۶.۵ توضیحات روابط تکمیلی.....	۱۱
۸ اعتبارسنجی.....	۱۷
تدوین سناریو و سیاست گذاری.....	۲۲
سیاست شماره ۱.....	۲۲
سیاست شماره ۲.....	۲۳
ضمیمه.....	۲۴
Reference.....	۲۷

۱ موضوع پیشنهادی

مدل سازی دینامیکی خلق پول و بحران نقدینگی در ایران و بررسی سیاست های بهبود آن

۲ شرح پدیده (های) موردنظر

۲.۱ بیماری هلندی

درآمد ناشی از فروش نفت و گاز وارد کشور می شود. این درآمد ارزی، وارد گردونه توزیع و موجب افزایش نقدینگی می شود؛ بر اثر افزایش نقدینگی، تقاضای مصارف داخلی بالا رفته و موجب رونق کالاها و خدمات تجارت ناپذیر در داخل کشور می شود؛ چون بر اثر افزایش این تقاضا، سطح قیمت های داخلی بالا می رود، قدرت خرید ارزهای خارجی درازای کالای صادراتی سنتی کشور، کاهش می پذیرد و با کاهش صادرات این بخش ها، رکود بر آن ها مستولی می شود که آن نیز از بین رفتن مشاغل و تعطیلی واحدهای تولیدی این بخش ها را به دنبال دارد. در نتیجه، واردات از خارج، جای تولید در داخل را می گیرد و پول ملی متورم می شود. به عبارتی اگر سیستم نرخ ارز ثابت در کشور وجود داشته باشد و بانک مرکزی ارزش پول داخلی را در برابر ارز رایج ثابت نگه دارد (مشابه وضعیت ایران)، تبدیل ارز به پول داخلی سبب افزایش نقدینگی و به دنبال آن افزایش نرخ تورم می شود. رشد نرخ تورم سبب کاهش ارزش پول داخلی در برابر ارز مذکور می شود و به تضعیف ارزش پول کشور می انجامد [8, 9].

۲.۲ نقدینگی افسارگسیخته

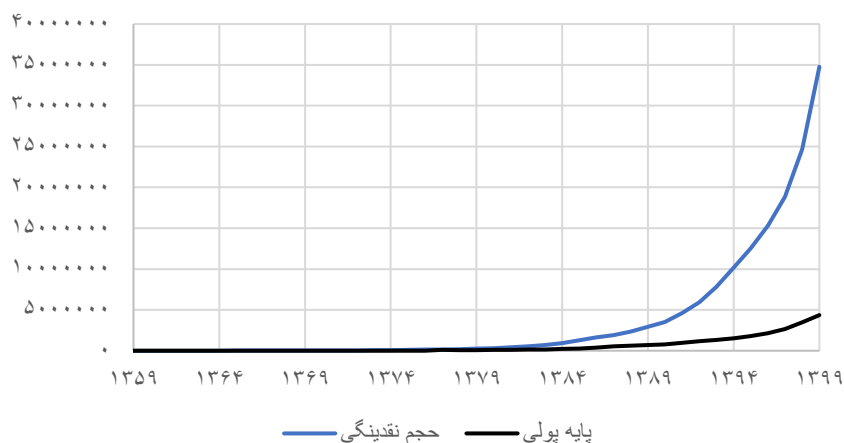
در ایران به دلیل ساختارهای حاکم، نقدینگی یا به بیان درست تر حجم پول به صورت درونزا تعیین می شود و بانک مرکزی کنترلی بر حجم پول ندارد. اگر در کشور قیمت ها افزایش یابد؛ مکانیسم هایی در اقتصاد فعال می شود که زمینه را برای رشد حجم پول فراهم می کند. اولین نتیجه افزایش نقدینگی افزایش نرخ تورم است، به طوری که افزایش تورم روی قیمت تمام کالاهای مصرفی و سرمایه ای تاثیر می گذارد. در این شرایط دولتها اقدام به افزایش واردات می کنند تا از طریق افزایش عرضه رشد قیمت ها را کنترل کنند. در واقع ابتدا رشد قیمت ها و تورم رخ می دهد و بعد افزایش حجم پول صورت می گیرد که این موضوع برخلاف نظریات اقتصادی می باشد. رشد قیمت ها منجر به افزایش ارزش پولی معاملات می شود؛ بدین معنا که برای انجام معامله به پول بیشتری نیاز است که منجر به افزایش تقاضای اسمی پول می شود. اضافه تقاضا منجر به افزایش نرخ بهره می شود و باز هم با دخالت بانک مرکزی برای تعدیل نرخ بهره با افزایش حجم پول مواجه خواهیم شد. همانطور که مشاهده کردیم رشد حجم پول به صورت درونزا و تحت کنترل بانک مرکزی نیست بلکه به صورت درونزا و تحت تاثیر عوامل اقتصادی است. اقدامات بانک مرکزی برای کنترل نرخ بهره منجر به افزایش حجم پول و تورم می شود اما این موضوع با تصمیم مستقل بانک مرکزی رخ نداده است [4, 6].

۲.۳ تورم مزمن

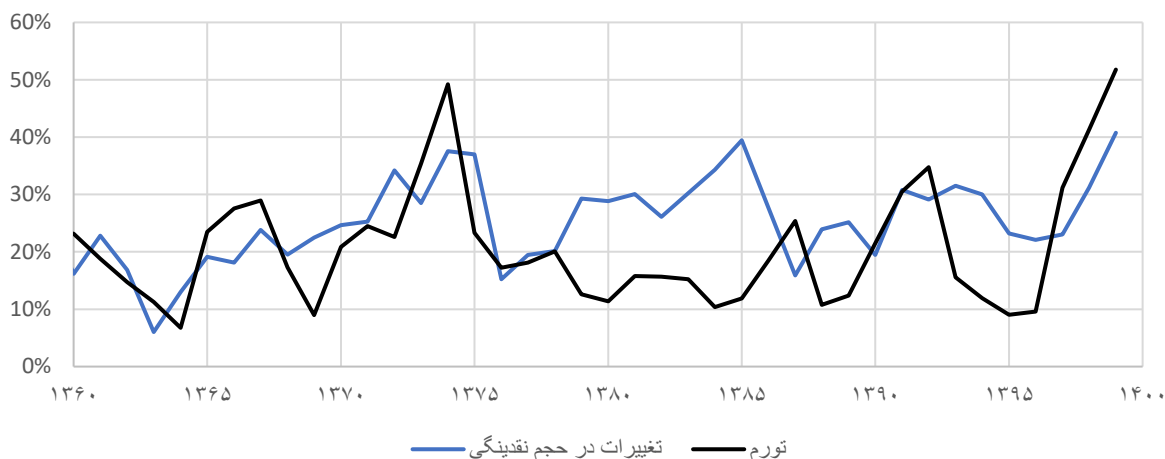
رابطه بین درآمد مالیاتی و رشد درآمد اسمی یک رابطه متناسب نیست و با افزایش درآمد، مالیات به همان میزان افزایش نمی یابد؛ بنابراین در زمان وقوع تورم با وجود افزایش درآمد اسمی، درآمد مالیاتی به همان اندازه افزایش نمی یابد. نتیجه این فرآیند کسری بودجه دولت است که از دو طریق قابل تامین است: ۱- استقراض مستقیم دولت از بانک مرکزی که نتیجه آن افزایش پایه پولی و در نهایت رشد نقدینگی و تورم است. ۲- انتشار اوراق بدهی که یکی از آثار آن، کاهش قیمت اوراق بدهی و افزایش نرخ بهره است. حال با افزایش نرخ بهره و کاهش سرمایه گذاری، بخش خصوصی با مشکل کمبود منابع مالی مواجه می شود. با توجه به اینکه یکی از وظایف مهم بانک مرکزی، مدیریت نرخ بهره است؛ باید نسبت به این افزایش نرخ بهره واکنش نشان دهد. این واکنش به صورت عملیات بازار باز و اعمال یک سیاست پولی انقباضی است؛ یعنی همان اوراق فروخته شده به مردم را بانک مرکزی خریداری می کند؛ نقدینگی را با ضریب بزرگتر از یک افزایش می دهد و مجدد منجر به تورم می شود. پس

همانطور که مشاهده کردیم رشد نقدینگی معلول تورم است؛ یعنی در ابتدا تورم وجود داشت که به کسری بودجه دولت انجامید و هر دو راه جبران این کسری به رشد حجم پول و نقدینگی ختم شد [2, 5].

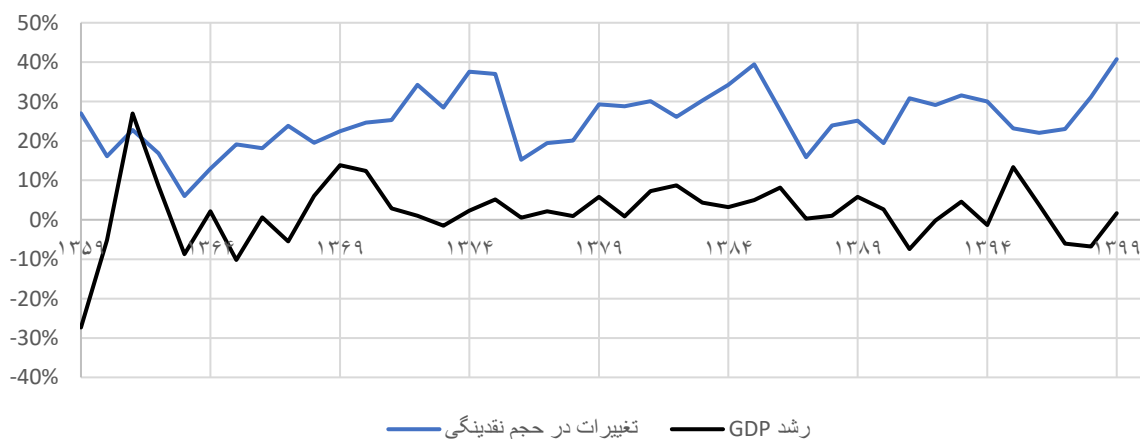
۱.۲ نمودارهای مرجع از رفتار پدیده‌ها



نمودار ۱: روند حجم نقدینگی و پایه پولی در طی ۴۰ سال گذشته (منبع: صندوق بین‌المللی پول و بانک مرکزی ایران)



نمودار ۲: روند تغییرات در حجم نقدینگی در قیاس با تورم (منبع: بانک جهانی و بانک مرکزی ایران)



۳ فرضیه‌های دینامیکی

افزایش سپرده‌های بانکی منجر به رشد سرمایه‌گذاری کل خواهد شد. سرمایه که یکی از مؤلفه‌های تولید ناخالص داخلی است، افزایش GDP را نیز به همراه خواهد داشت. به طور معمول در ایران به این صورت بوده است که افزایش GDP، به دولت امکان خرج بیش از حد داده و در این مواقع اندازه دولت نیز افزایش داشته است و در نتیجه شاهد رشد در هزینه‌های دولت در این مواقع بوده‌ایم. رشد هزینه‌های دولت بی‌خطر نیز نبوده و خلغ بین درآمد و هزینه (کسری) را در بودجه ایجاد کرده است. یکی از روش‌های دولت در کنار استفاده از ارز نفتی به منظور کاهش این خلغ، استقراض از بانک مرکزی بوده که بدهی دولت را به سیستم بانکی تشدید کرده است. افزایش بدهی دولت به بانک‌ها نیز نقدینگی را در سطح اقتصاد کشور افزایش قابل ملاحظه‌ای داده است. در سیستم نقدینگی کشور، تولید ناخالص داخلی چه با در نظر گرفتن نفت و چه بدون آن، متغیری است که نقش کلیدی ایفا می‌کند. مؤلفه‌هایی که GDP را شکل می‌دهند، شامل مصرف، هزینه‌های دولت، سرمایه‌گذاری و خلص تراز تجاری‌اند. این مؤلفه‌ها به طبع، حلقه‌های مثبتی با خود عامل اصلی (GDP) خواهند داشت.^[7]

ایران کشوری بوده که بنا بر مجموعه از سیاست‌ها، دوران زیادی را طی دهه‌های اخیر تحریم بوده است. در برخی زمان‌ها مانند پیش از توافق برجام و چه از سال ۲۰۱۸ به این سمت، تحریم نفت ایران از سوی ایالات متحده، درآمد نفتی را کاهش داده است، که این موضوع با کاهش درآمد دولت همراه است. کاهش درآمد دولت و به تبعیت از آن، افزایش کسری بودجه، طبق دینامیکی که در بند اول این بخش شرح داده شد، افزایش نقدینگی نیز از درون این تحریم‌ها رخ خواهد داد. علاوه بر این موضوع تحریم صادرات ایران را نیز محدودتر می‌کند، زیرا مبادله مالی با ایران سخت‌تر و در نتیجه صادرات کاهش خواهد یافت. به طور معمول در زمان‌هایی که پولی نفت در اختیار دولت قرار می‌گیرد، بخشی از آن را در اختیار بانک مرکزی قرار می‌دهد تا با تزریق به بازار ارز، قیمت ارز را سرکوب می‌کند تا به نوعی رضایت عمومی را از عملکرد خود حفظ کند. این کار با کاهش صادرات به خاطر کم‌رنگ شدن مطلوبیت آن و از طرف مقابل افزایش واردات، نه تنها تولید را در کشور سرکوب می‌کند، بلکه کاهش GDP را به همراه خواهد داشت. در علم اقتصاد هم‌اکنون که در بخش ۲ توضیح داده شد، به این پدیده بیماری هلندی گفته می‌شود. یارانه‌ها منجر به تشدید کسری بودجه دولت می‌شود به این علت که به صورت مشابه دینامیک اول، هزینه‌ای مازاد بر دولت تحمیل کرده که تنها خلغ بین درآمد و هزینه را برای دولت بزرگ ایران بیشتر خواهد کرد. این موضوع استقراض دولت از بانک مرکزی را افزایش داده (افزایش بدهی‌ها به سیستم بانکی) و سبب رشد پایه پولی می‌شود. مکانیزم ضریب فزاینده پولی نیز در بانکداری باعث رشد نقدینگی می‌شود.^[8, 9]

دینامیک دیگری که در حال حاضر نیز فعال است، تورم‌های دورقمی در اقتصاد ایران است. تحت اثر رشد نقدینگی در دینامیک‌های قبلی، سپرده‌های بانکی افزایش خواهد یافت و به طور کل پول در گردش در اقتصاد بیشتر شده و طبق اصل عرضه و تقاضا با افزایش عرضه پول در اقتصاد، ارزش پول کاهش خواهد یافت و منجر به افزایش سطح قیمت‌ها خواهد شد. رشد سطح عمومی قیمت‌ها نیز تورم‌های بالایی را در اقتصاد ایران به همراه دارد. با افزایش تورم، نرخ بهره حقیقی بانکی نیز کاهش خواهد داشت و سبب می‌شود تا تمایل مردم به نگهداری پول خود در بانک کمتر شده و در نتیجه با خارج شدن پول از سیستم بانکی کشور، اندوخته بانک‌ها نیز کاهش خواهد یافت. رابطه بین اندوخته بانکی و ضریب فزاینده پول نیز رابطه‌ای معکوس است؛ در نتیجه شاهد افزایش این ضریب نیز خواهیم بود. این ضریب نیز با چند برابر کردن پایه پولی، نقدینگی را افزایش خواهد داد تا این دایره شوم نیز به افزایش افسار گسیخته نقدینگی، دامن‌بزند.^[2, 5]

۴ شرح سیستم

افزایش نقدینگی در ایران یک بحران طولانی‌مدت است که عامل اصلی بحران‌های دیگری مانند تورم و بیماری هلندی در اقتصاد بوده است. در این سیستم با تمرکز بر زیرسیستم‌های تورم، GDP و نقدینگی (خلق پول) که در تعامل با یکدیگر قرار دارند، پویایی نقدینگی از جهات مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد. زیرسیستم‌های اصلی شامل بخشی از نظام بانکداری کشور،

تولید ناخالص داخلی و تورم است. علاوه بر آن زیرسیستم‌های دیگری وجود دارند که منشأ اقتصادی ندارند، مانند جمعیت نیروی کار و جمعیت فعال که در حال حاضر آنها را به عنوان متغیرهای برون‌زا لحاظ کرده‌ایم. در جدول ۱، اسم متغیرها، نماد آنها در دیگرام‌ها و جنس آنها از نظر نرخ یا حالت بودن و نیز برون‌زا یا درون‌زا بودن آورده شده است.

مرز سیستم توصیف شده، در چارچوب اقتصاد ایران است و به نوعی متغیرهای برون‌زا در جدول ۱ این مرز را به خوبی نشان می‌دهند. به علاوه سیستم بانکی در ایران به علت پاره‌ای از مسائل پیچیدگی خود را دارد و تنها بخش کوچکی از آن در مدل‌سازی نقدینگی در نظر گرفته شده است. از نظر زمانی افق ۱۳۶۰ الی ۱۴۱۰ در این سیستم مدل خواهد شد. در ادامه به تشریح حلقه‌ها و زیرسیستم‌های مورد بررسی خواهیم پرداخت و در نهایت نمودار علت و معلولی از سیستم نقدینگی ارائه خواهد شد.

اسم متغیر	اسم متغیر در دیگرام‌ها	برون‌زا/درون‌زا	نرخ/انباشت/کمکی
صادرات	Export	درون‌زا	کمکی
واردات	Import	درون‌زا	کمکی
تولید ناخالص داخلی	GDP	درون‌زا	کمکی
تولید ناخالص داخلی (بدون نفت)	Non-Oil GDP	درون‌زا	کمکی
تحریم‌ها	Sanctions	درون‌زا	کمکی
نرخ ارز	Exchange Rate	درون‌زا	کمکی
فروش نفت	Oil Income	برون‌زا	کمکی
قیمت نفت	Oil Price	برون‌زا	کمکی
مصرف	Consumption	درون‌زا	کمکی
پس انداز	Savings	درون‌زا	کمکی
مالیات	Tax	درون‌زا	کمکی
جمعیت	Population	درون‌زا	انباشت (حالت)
رشد جمعیت	Net Birth Rate	درون‌زا	نرخ
هزینه‌های دولت	Government Costs	درون‌زا	کمکی
درآمدهای دولت	Government Incomes	درون‌زا	کمکی
موجودی سرمایه	Capital Stock	درون‌زا	انباشت (حالت)
سطح قیمت‌ها	Price Level	درون‌زا	کمکی
نرخ تورم	Inflation Rate	درون‌زا	کمکی
نرخ بهره حقیقی	Real Interest Rate	درون‌زا	کمکی
نرخ بهره اسمی	Nominal Interest Rate	درون‌زا	کمکی
نقدینگی	Liquidity	درون‌زا	انباشت (حالت)
پایه پولی	Monetary Base	درون‌زا	کمکی
ضریب فزاینده پولی	Money Multiplier	درون‌زا	کمکی
نسبت ذخیره بانکی	Bank Reserve Ratio	درون‌زا	کمکی
سپرده‌های بانکی	Deposits	درون‌زا	کمکی
سرمایه‌گذاری کل	Total Investment	درون‌زا	نرخ
کسری بودجه	Budget Deficit	درون‌زا	انباشت (حالت)
تغییر در کسری بودجه	Net Change in Budget	درون‌زا	نرخ
درآمد نفت	Oil Income	درون‌زا	کمکی
بدهی دولت به سیستم بانکی	Government Debts to Banking System	درون‌زا	کمکی
تغییر در نقدینگی	Liquidity Change	درون‌زا	نرخ

جدول ۱: جدول متغیرهای سیستم

۵ سیاست‌ها

۵. ۱ سیاست اول: رفع کسری بودجه دولت^[11, 12]

برای رفع کسری بودجه دولت، باید سه عامل مهم یارانه‌ها، ناکارآمدی نظام مالیاتی، بریز و بیش‌های دولت‌ها اصلاح شوند:

۱. دولت همواره تلاش کرده با سرکوب قیمت‌ها از طریق قیمت‌گذاری و یارانه، قیمت‌ها را ثابت نگه دارد و این موضوع چرخه شومی را ایجاد می‌کند که به تشدید کسری بودجه منجر می‌شود؛ لذا برای رفع آن باید دولت به صورت مرحله‌به‌مرحله دست به حذف یارانه‌ها بزند. این اتفاق قیمت اقلامی مانند حامل‌های انرژی را بالا می‌برد و ممکن است دولت را با مقاومت اجتماعی سنگینی روبه‌رو کند؛ انتظار می‌رود با کاهش کسری بودجه ناشی از آن، سیاست مالی انبساطی دولت کاهش می‌یابد و به تبع آن تورم نیز کاهش خواهد داشت.

۲. راه دیگر اصلاح نظام مالیاتی کشور و افزایش درآمدها است که باید به سمتی حرکت کنیم که از مجموع درآمد افراد مالیات بگیریم (PIT)، همچنین با کاهش مالیات شرکت‌ها (CIT) و بالا بردن مالیات بر سود تقسیمی و گرفتن مالیات از سپرده‌های بانکی، تولید را تشویق کنیم. اما در این مسیر به علت آنکه سازمان امور مالیاتی کشور که زیر نظر وزارت امور اقتصاد دارایی است، تام‌الاختیار است و نمایندگان مجلس شورای اسلامی، از لابی قدرتمندی برخوردارند، عملاً اصلاح این نظام مالیاتی فعلی با چالش‌های اقتصاد سیاسی بزرگی روبه‌رو خواهد شد.

۳. در آخر دوره اول دولت احمدی‌نژاد، هزینه‌های زیادی به طور غیرمستقیم صرف جلب رأی مردم برای دوره بعدی شد. این مورد تنها نیست، در آخر دوره اول بسیاری از دولت‌ها، موارد ریزودرشت مشابهی را می‌توان یافت. وجود نهاد ناظر یا اضافه‌شدن این دست موارد به قانون تعارض منافع، می‌تواند از وقوع این چنین اتفاقی‌هایی جلوگیری کند.

۵. ۲ سیاست دوم: کاهش سود بانکی^[3, 10]

کاهش سود بانکی منافع دو زیر نفع سود سپرده بگیران و شرکت‌های تأمین مالی بگیر را دچار مشکل می‌کند:

عده‌ای از مردم تنها منبع درآمدشان سود سپرده بانکی است و با کاهش سود سپرده، احتمال اعتراض آنها وجود دارد. می‌توان از طریق فضای مجازی و یا ساخت مستندات اقتصادی، مردم را از مشکلات بالا بودن سود بانکی مطلع کرد و بعد از آن برای تأمین درآمد این خانواده‌ها، آنها را به‌سوی بورس و بازارهایی که رابطه مستقیم با تولید و رشد اقتصادی دارند، سوق داد.

پروژه‌ها و شرکت‌هایی که نیاز به تأمین منبع مالی دارند با مشکل مواجه می‌شوند؛ زیرا با کاهش سود بانکی حجم سپرده‌ها کاهش می‌یابد و تأمین مالی بانک‌ها کاهش می‌یابد. راه‌حل این است که همان‌طور که در مورد قبلی گفته شد با سوق دادن مردم به‌سوی بورس و بازارهای مشابه آن، شرکت‌ها می‌توانند با سهام حق تقدم، اقدام به جذب سرمایه موردنیاز خود کنند. اما اگر شرکت نتواند سهام حق تقدم جذابی عرضه کند، طبیعتاً شاهد استقبال زیادی نخواهد بود و اگر این روند ادامه پیدا کند، ممکن است نتواند سرمایه دلخواه را جذب کند؛ در این حالت می‌توانند به سراغ راه‌های دیگر از جمله سرمایه‌گذاری خارجی و یا واگذاری بلوکی سهام و ... بروند.

۵. ۳ سیاست سوم: اصلاحات ساختاری نظام بانکی^[1]

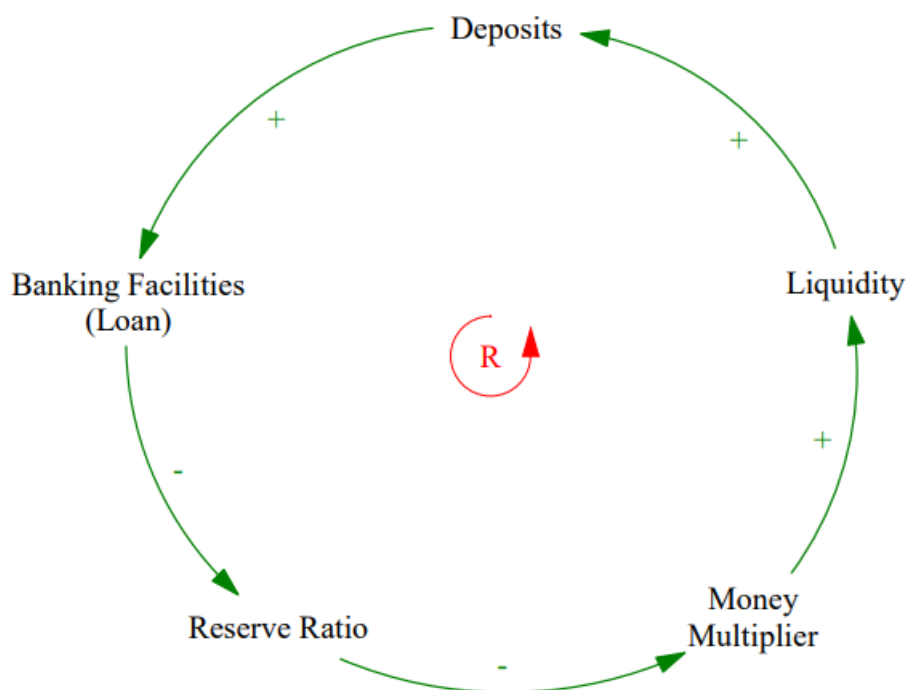
اصلاحات ساختاری نیز می‌تواند یکی دیگر از اقدامات اساسی و زیرساختی برای مهار نقدینگی باشد؛ زیرا نظام بانکی ایران که بخشی از آن مشی لیبرالیستی و بخشی تاکیدیهای اسلامی دارد، ساختار پولی و بانکی ایران را پیچیده‌تر کرده است. نظارت درستی نیز توسط بانک مرکزی بر بخش‌های این سیستم بانکی وجود ندارد و همین موضوع نیز یکی از دلایل اختلاس‌های سال‌های اخیر می‌باشد که تشریح آن از حوصله این گزارش خارج است. اصلاحات مذکور شامل موارد زیر می‌شود:

۱. سیاست‌های احتیاطی برای رشد ترازنامه بانک‌ها
۲. سیاست‌های نظارتی در بحث اعطای وام‌ها توسط سیستم بانکی
۳. تقویت بازار بین بانکی
۴. بررسی صلاحیت افراد وام‌گیرنده و گیرندگان اعتبارهای بانکی
۵. استقلال بانک مرکزی از دولت

۶ مدل ارائه شده

در این بخش، مدل‌سازی سیستم خلق پول با تمرکز بر زیرسیستم‌های GDP، تورم و نقدینگی در نظام بانکداری ایران، در سطوح مختلف انجام شده است. روند مدل‌سازی بدین صورت است که در ابتدا حلقه اصلی مدل ارائه شده و پس از آن حلقه‌ها و زیرسیستم‌ها در قالب نمودار علن و معلولی، متناسب با فرضیه‌های دینامیکی تشریح‌شده در بخش ۳ توسعه داده شده‌اند.

۶.۱ ماژول اول

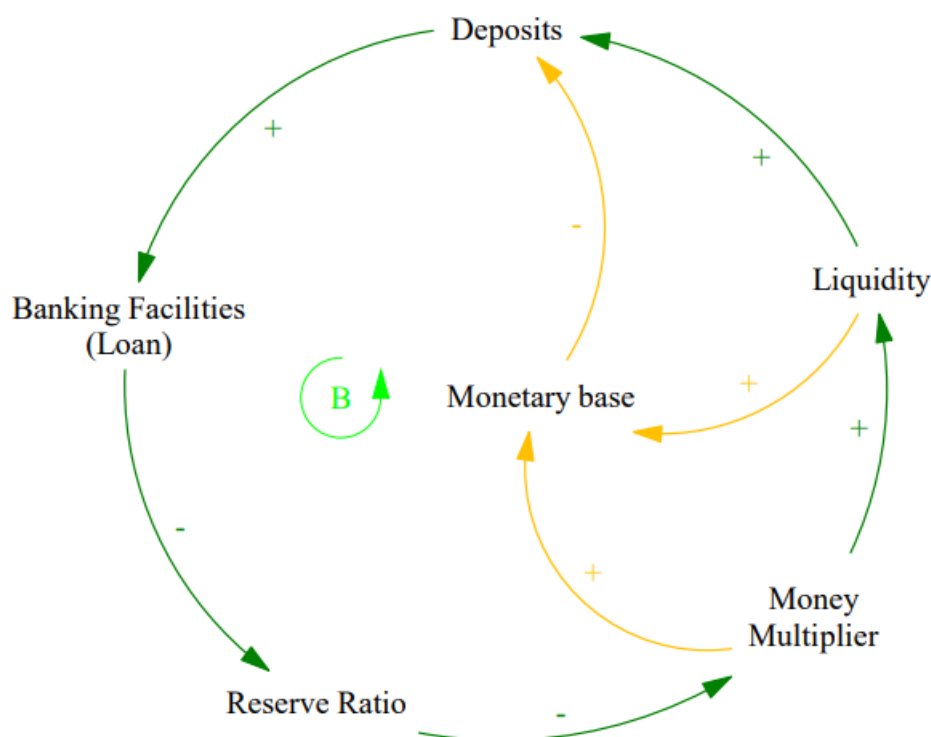


نمودار ۴: نمودار علت و معلول ماژول ۱، حلقه اصلی خلق پول در اقتصاد ایران

متغیر نقدینگی، متغیر اصلی سیستم مورد بررسی به شمار می‌آید. واحد آن به طور معمول با هزار میلیارد تومان (همت) مطرح می‌شود. این حلقه‌ای مثبت است که حقیقتی مهمی را در مورد اقتصاد ایران بازگو می‌کند. در شرایطی که علل مختلف تولید ناخالص ایران افزایش پیدا می‌کند (تحت شرایطی که رشد اقتصادی مثبت داریم)، دولت ایران خود را بزرگ‌تر

می‌کند، این موضوع به وضوح در دوران دولت دهم، در دورانی که قیمت جهانی نفت به بیش از ۱۰۰ دلار به ازای هر بشکه رسیده بوده، دیده شد. بزرگ‌تر شدن دولت افزایش هزینه‌ها و در نتیجه کسری بیشتر در بودجه را به همراه دارد که موتور مولد نقدینگی در اقتصاد ایران است. یکی از اصلی‌ترین روش‌های دولت ایران برای تامین این کسری استقراض از سیستم بانکی و در نتیجه افزایش بدهی به این سیستم است. پول مستقر نیز که بودن پشتوانه به حساب می‌آید وارد سیستم بانکی ایران شده و از طریق مکانیزم ضریب فزاینده پولی، چند برابر شده و رشد نقدینگی را به همراه خواهد داشت. بخش قابل توجهی از نقدینگی نیز به صورت انواع سپرده، در سیستم بانکی باقی می‌ماند و تسهیلات دریافتی مردم از روی آن به نوعی رشد در سرمایه‌گذاری را به همراه دارد. سرمایه‌گذاری کل که یکی از مولفه‌های تولید ناخالص داخلی است نیز مجدد سبب رشد آن می‌شود.^[10]

۲.۶ ماژول دوم



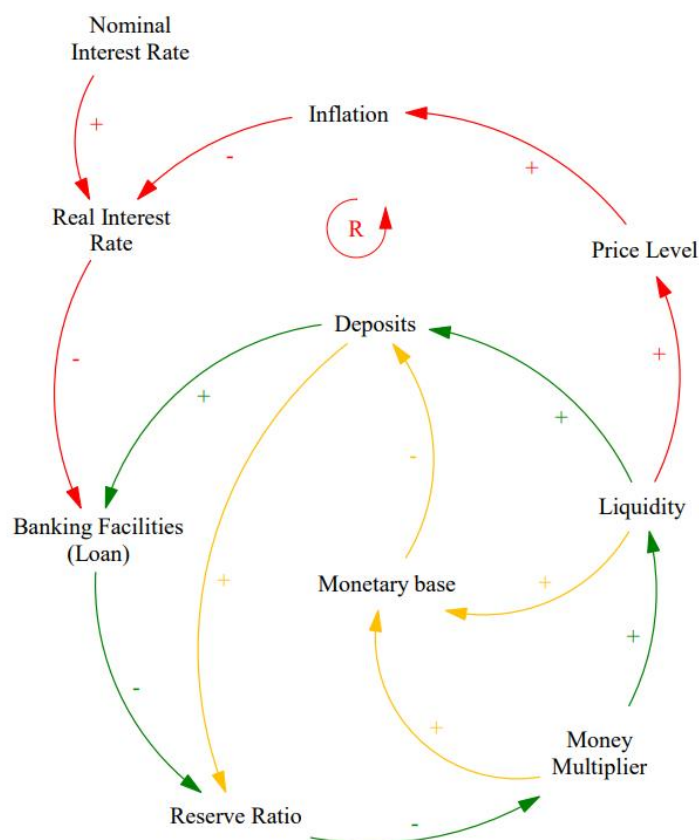
نمودار ۵: نمودار علت و معلول ماژول ۲، حلقه تورم در کنار حلقه اصلی در ماژول اول

ماجرای به رشد دائمی نقدینگی در حلقه مثبت ماژول اول ختم نمی‌شود. پدیده دیگری که در قسمت ۲ تشریح شده بود، تورم‌های مزمن در اقتصاد ایران طی دهه‌های اخیر است که به نوعی ناشی از سیاست‌های ارزی انبساطی دولت به‌شمار می‌آید. رشد نقدینگی در پی سیاست انبساط ارزی در ماژول اول، عرضه پول را در اقتصاد افزایش می‌دهد. حجم پول در دست مردم نیز رابطه مستقیمی با ارزش آن دارد و رشد نقدینگی با بی‌ارزش کردن پول ملی، سطح عمومی قیمت‌ها را افزایش می‌دهد که علت آن نیز واضح است؛ پول با ارزش کمتر به معنی نیاز به حجم بیشتر پول برای خرید مقدار ثابتی از کالاها و خدمات است. افزایش سطح عمومی قیمت‌ها که با شاخص CPI سنجیده می‌شود، مولد پدیده‌ای به نام تورم است. افزایش تورم طبق رابطه مشهور فیشر^۱ که نرخ بهره حقیقی را به تقریب برابر اختلاف نرخ بهره اسمی و تورم می‌داند، سبب کاهش نرخ بهره حقیقی شده و مردم را به خارج کردن پول خود از سیستم بانکی ترغیب می‌کند که در نتیجه آن اندوخته بانک‌ها کاهش می‌یابد. علت این

¹ Fisher Equation

موضوع به ثابت بودن نرخ بهره نیز در ایران باز می‌گردد؛ نرخ بهره در ایران برخلاف اکثر کشورهای توسعه یافته، توسط مکانیزم عرضه و تقاضا تعیین نمی‌شود، بلکه شورایی به نام شورای پول اعتبار وظیفه تعیین مقدار نرخ بهره را به صورت دستوری دارد. از طرفی بر طبق رابطه ضریب فزاینده پولی و اندوخته بانک که رابطه معکوس است، کاهش اندوخته بانک‌ها نیز منجر به رشد ضریب فزاینده پولی شده و سبب می‌شود تا مستقیماً رشد افسار گسیخته‌ای در نقدینگی رخ دهد. در نتیجه حلقه مثبت پر قدرت دیگری که در حال حاضر در اقتصاد ایران فعال است را در نمودار ۵ قابل مشاهده می‌باشد.^[11, 12]

۳.۶ ماژول سوم

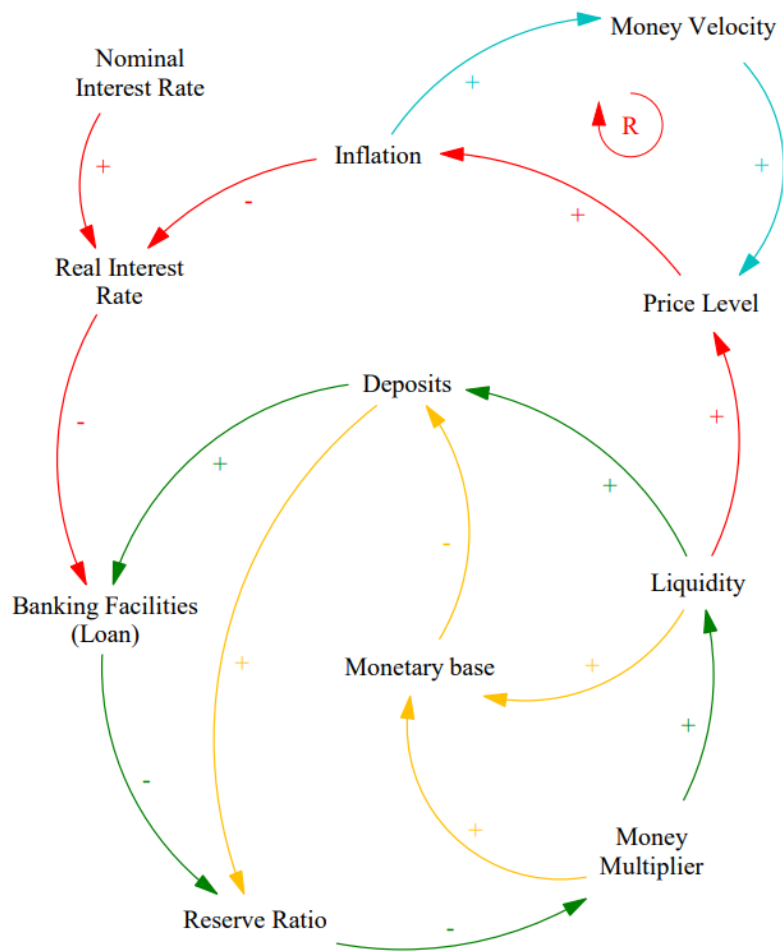


نمودار ۶: نمودار علت و معلول ماژول ۳، افزوده شدن دینامیک بیماری هلندی به ماژول ۲

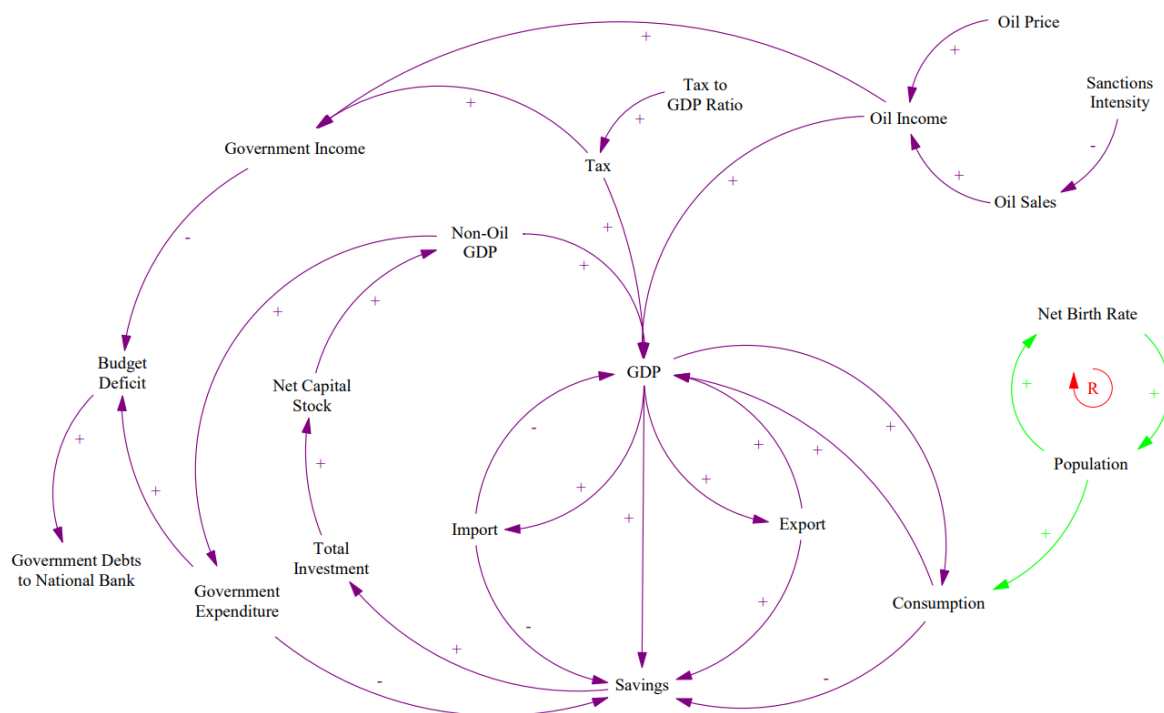
بخشی از درآمد نفت همواره در ایران توسط دولت به بانک مرکزی داده می‌شود و بانک مرکزی نیز در شرایط مختلف بنا به درخواست دولت به علت مستقل نبودن از قوه اجرایی، با تزریق دلارهای نفتی^۲ در پی سرکوب قیمت ارز در بازار آزاد و جلب رضایت مردم است. این اقدام که بازی دو سر باخت است، با کاهش ارزش دلار در مقابل ریال در بازار، تمایل صادرکنندگان را برای صادرات کاهش داده و در نهایت مقدار کل صادرات را نیز کاهش می‌دهد. از طرف دیگر کاهش قیمت دلار در مقابل ریال، به معنی به صرفه شدن واردات برخی کالاها خواهد شد که مشابه داخلی دارند و با افزایش واردات، تولید در داخل را کاهش می‌دهد. بنابراین سیاست کاهش نرخ ارز، جای خود را به سیاست سرکوب پنهان تولید می‌دهد که کاهش تولید ناخالص داخلی را به همراه دارد. هرچند جنبه مثبت این سیاست برای دولت این است که کاهش نرخ ارز سبب کاهش سطح قیمت‌ها خواهد شد؛ زیرا به علت وابسته بودن اقتصاد ایران به واردات بسیاری از نهاده‌های تولید، قیمت ارز اثر مستقیمی بر قیمت سایر کالاهای تولید داخل و وارداتی دارد.^[11, 12]

² Petro-Dollars

٦. ٤ ماڙول چهارم



۶. ۵ زیرسیستم GDP به همراه اثر جمعیت

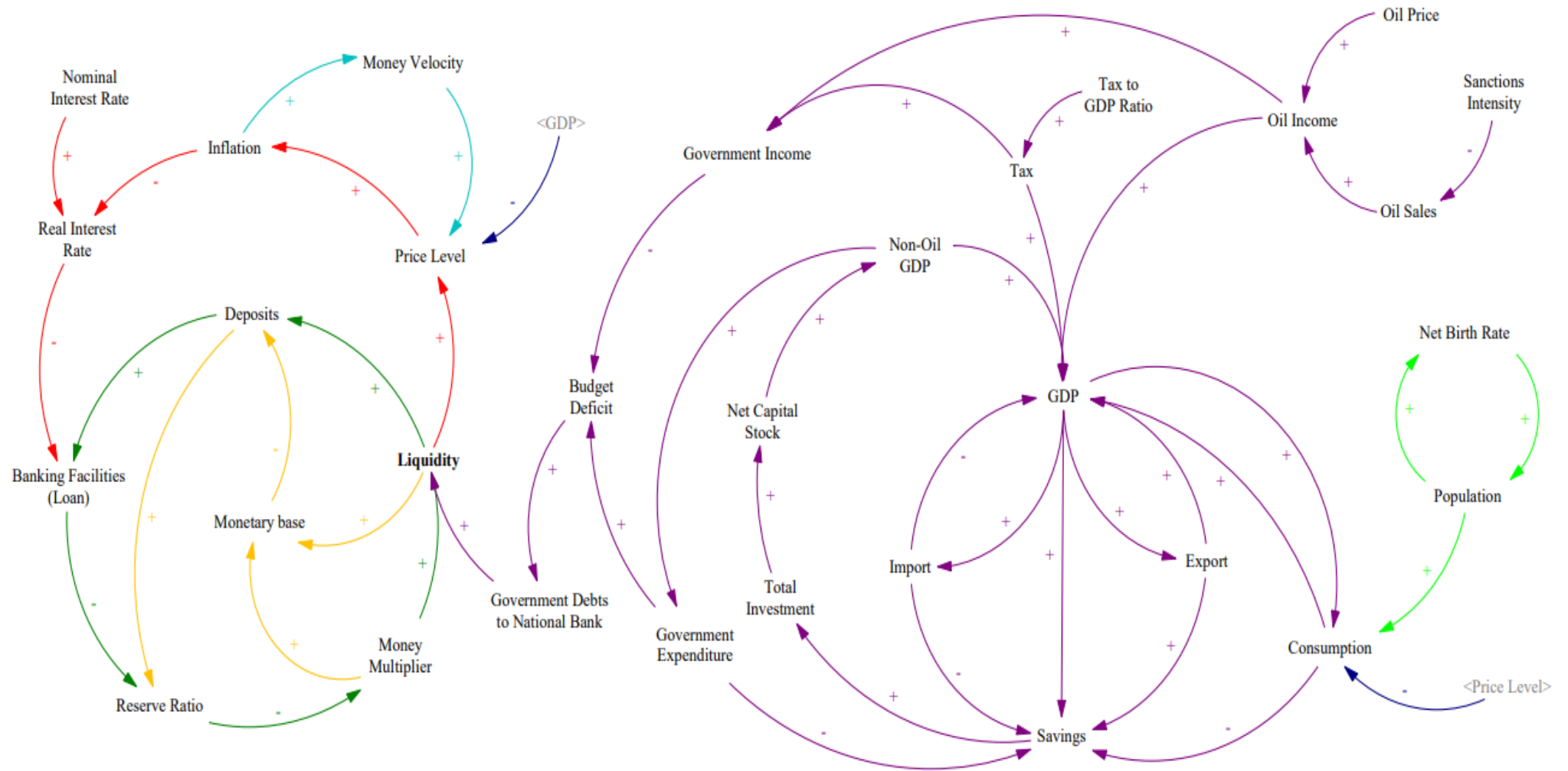


نمودار ۷: نمودار علت و معلول تکمیل شده زیرسیستم تولید ناخالص داخلی بر روی ماژول ۳

تولید ناخالص داخلی، از پنج مؤلفه تشکیل می‌شود. مصرف، سرمایه‌گذاری کل، هزینه‌های دولت و خالص صادرات که در واقع اختلاف صادرات و واردات است. به طبع، GDP با هریک از مؤلفه‌های خود رابطه دوسویه داشته و حلقه‌های مثبتی را با هر یک ایجاد می‌کند. افزایش GDP به دلایل مختلف که در دینامیک‌های قبلی اشاره شد، مصرف و پس‌انداز را توانمند می‌دهد. از طرف دیگر افزایش مصرف در اقتصاد، مستقیماً افزایش پس‌انداز ملی را به همراه دارد. در اقتصاد کلان، پس‌انداز کل باید با سرمایه‌گذاری کل برابر باشد، بدین معنی که فرض می‌کنیم افزایش پس‌انداز، تماماً به صورت سپرده درمی‌آید و در نتیجه باعث افزایش سرمایه‌گذاری کل به همان میزان می‌شود. برای ادامه توضیح زیرسیستم GDP باید ابتدا تعریفی از موجودی سرمایه ارائه دهیم که توسط بانک مرکزی ایران مطرح شده است.^[11]

موجودی سرمایه عبارت است از مجموعه کالاهای سرمایه‌ای و دارائی‌های غیر مالی تولید شده کشور که تحت عنوان ارقام تشکیل سرمایه ثابت ناخالص قابل اندازه‌گیری بوده و در فرایند تولید کالاها و خدمات و ایجاد درآمد نقش دارند. بنا به تعریف نظام استاندارد حساب‌های ملی، موجودی سرمایه، خالص ارقام تجمعی تشکیل سرمایه با توجه به طول عمر مفید آنها است. بنابراین موجودی سرمایه دارائی‌های غیر مالی تولید شده را می‌توان مجموع ارزش «ساختمان و تاسیسات»، «ماشین‌آلات و تجهیزات»، «تحقیق و توسعه»، «اکتشاف معادن» و «سایر دارائی‌های ثابت تولید شده» دانست که در فرایند تولید مورد استفاده قرار گرفته یا قابل استفاده می‌باشند. [منبع: بانک مرکزی]

با این تعریف، افزایش سرمایه‌گذاری کل، سبب افزایش موجودی سرمایه می‌شود. موجودی سرمایه نیز تولید ناخالص داخلی غیر نفتی را افزایش خواهد داد. بدیهی است که افزایش تولید ناخالص غیرنفتی منجر به افزایش GDP خواهد شد.



۵.۶ توضیحات روابط تکمیلی

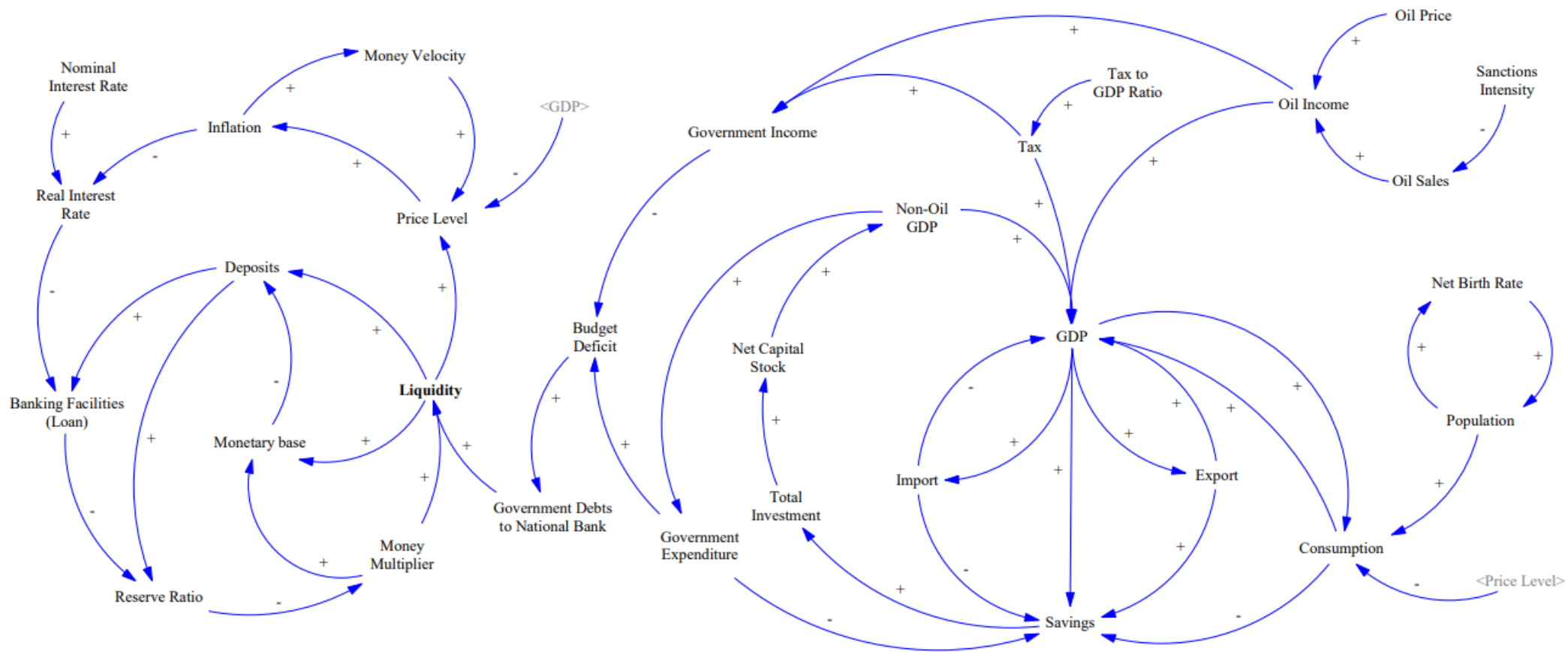
در این بخش نیز روابط تکمیلی که شامل متغیرهای کمکی و خارجی هستند را تشریح می‌کنیم. از عوامل مهمی که در اقتصاد ایران تا همین امسال وجود داشته و واردات را بشدت تحت تاثیر خود قرار می‌داد، ارز ترجیحی بود. این متغیر را یک متغیر خارجی در نظر می‌گیریم که افزایش آن منجر به کاهش واردات خواهد شد.

بخشی از درآمد نفت در ایران به صندوق توسعه ریخته می‌شود و بخشی در قالب درآمد برای دولت تا کسری بودجه را تامین کند. بنابراین هرچه درآمد ارزی از نفت بیشتر باشد، درآمد دولت بیشتر خواهد بود و این مهم نیز مسبب کاهش کسری بودجه خواهد شد. از طرفی با توجه به دینامیک تشریح شده در مازول اول، هرچه درآمد ارزی دولت بیشتر باشد، اندازه خود را افزایش می‌دهد و این موضوع هزینه‌های مازادی را بر دولت تحمیل می‌کند. منبع درآمدی مهم دیگر دولت، از راه مالیات است، هر چه مالیات بیشتر باشد، درآمد دولت نیز بالاتر خواهد بود. از طرفی هرچه مالیات بالاتر باشد، پس‌انداز برای مردم سخت‌تر خواهد شد.

دو متغیر مهم دیگر نیز بر روی نقدینگی تاثیر می‌گذارند که در حال حاضر آنها را در مرز سیستم مورد بررسی و به عنوان متغیر برون‌زا در نظر گرفته‌ایم. اول، خالص دارایی‌های خارجی و دوم، بدهی بانک‌ها به بانک مرکزی است که دو بر روی نقدینگی اثر مثبت دارند.^[12]

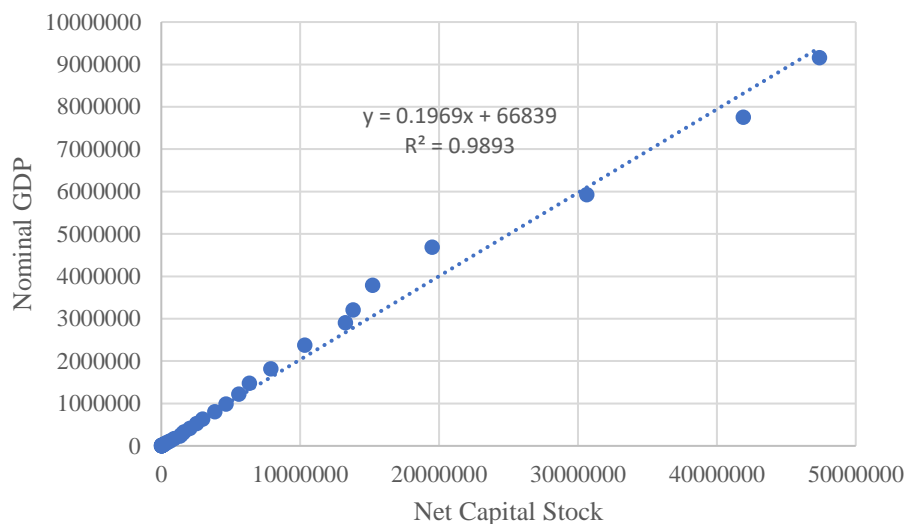
اثر صادرات و واردات بر روی سطح عمومی قیمت‌ها را نباید فراموش کنیم. طبیعی است که هرچه صادرات بیشتر و واردات کمتر باشد، سطح عمومی قیمت‌ها بیشتر خواهد بود. به علاوه سطح عمومی قیمت‌های خارجی نیز متغیر مهمی است که به عنوان متغیر برون‌زا در نظر گرفته شده و مستقیماً بر روی سطح قیمت‌های داخلی تاثیر می‌گذارد.^[12]

جمعیت فعال در اقتصاد ایران تعریفی شفاف دارد، که شامل جمعیت بین ۱۶ تا ۶۰ سال می‌شود. این متغیر را برون‌زا در نظر می‌گیریم. هر چه جمعیت فعال بیشتر باشد، جمعیت شاغل در اقتصاد بیشتر خواهد بود. بدیهی است که جمعیت شاغل نیز اثر مثبتی برای روی رشد اقتصاد و تولید ناخالص داخلی (بودن در نظرگفتن نفت) دارد. باید توجه کرد که با تعریفی که در بخش قبل در مورد موجودی سرمایه داده‌شد، این متغیر نیز اثر مثبتی بر جمعیت شاغل در اقتصاد خواهد داشت.



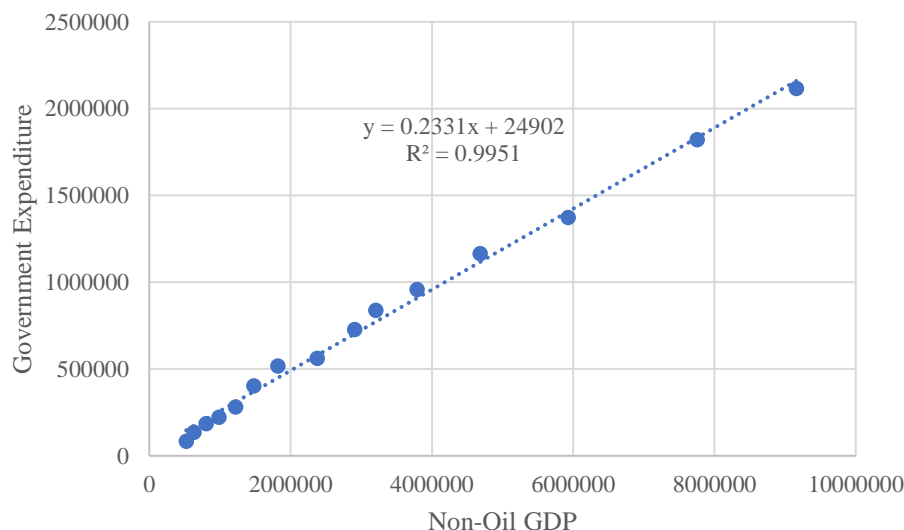
۷ روابط جاری در مدل

همان‌طور که از رابطه موجود در داده‌های بانک مرکزی در مورد مقدار GDP اسمی و مقدار موجودی سرمایه خالص مشهود است، رابطه خطی که در نمودار ۱۰ آمده، استخراج می‌شود.



نمودار ۱۰: نمودار نقطه‌ای GDP اسمی و موجودی سرمایه خالص

داده‌های هزینه‌های دولت که از سایت مرکز آمار بدست آمده است به همراه داده‌های تولید ناخالص داخلی که از بانک مرکزی استخراج شده است، بر روی یک نمودار نقطه‌ای نشان داده شده است. رابطه خطی رگرسیون با ضریب همبستگی بالا ۰.۹۹ بدست می‌دهد.



نمودار ۱۱: نمودار نقطه‌ای هزینه‌های دولت و GDP بدون نفت

همواره رابطه بین تورم در کشور و میزان شدت تحریم‌ها واضح بوده است. رابطه خطی نسبتاً قوی (با همبستگی ۰.۶۱) بین این دو متغیر بدست آمده که در نمودار ۱۲ رفتار این دو متغیر نسبت به هم در یک نمودار نقطه‌ای مشخص است. به علاوه

از اقتصاد کلان می‌دانیم که رابطه تعادلی زیر نیز بین نقدینگی (M)، سرعت گردش پول (V)، تولید ناخالص واقعی (Y) و سطح عمومی قیمت‌ها (P) به صورت زیر است.

$$MV = PY \rightarrow V\Delta M = \Delta(PY) = P_2Y_2 - P_1Y_1$$

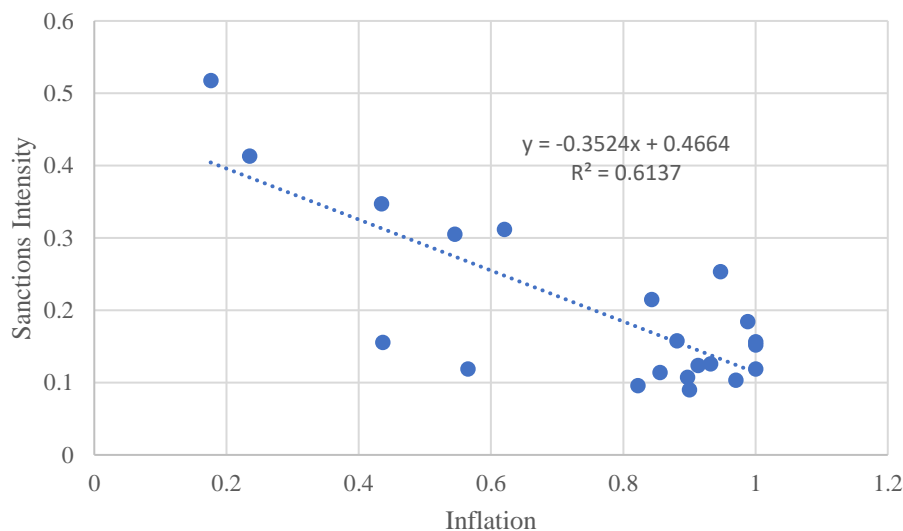
$$Price\ level_t = \frac{V\Delta M + (GDP_{t-1})(Price\ level_{t-1})}{Nominal\ GDP_t}$$

$$Price\ level_{t-1} = Delay(Price\ level_t, 1, Price\ level_{1379})$$

$$GDP_{t-1} = Delay(GDP_t, 1, GDP_{1379})$$

$$Inflation_t = Max\left(\frac{Price\ level_t - Price\ level_{t-1}}{Price\ level_{t-1}}, a \times Sanctions\ Intensity + b\right)$$

که در رابطه تورم، منظور از a و b به ترتیب شیب و عرض از مبدا خط رگرسیونی برازش شده است.



نمودار ۱۲: نمودار نقطه‌ای بین تورم و شدت تحریم

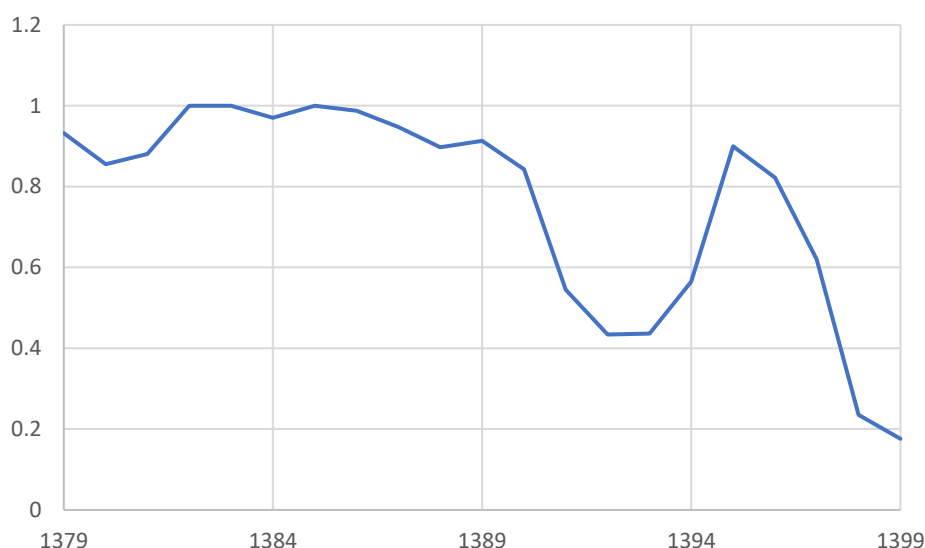
مقدار GDP بودن نفت با کمک رابطه خطی بدست آمده در نمودار ۱۰، حساب می‌شود. مقدار GDP اسمی نیز مجموعی از تولید ناخالص بودن نفت و فروش نفت است. بنابراین رابطه GDP بدست می‌آید و خود تولید ناخالص داخلی از مولفه‌های زیر بدست می‌آید.

$$GDP = Consumption + Investment + Government\ Expenditure + Export - Import$$

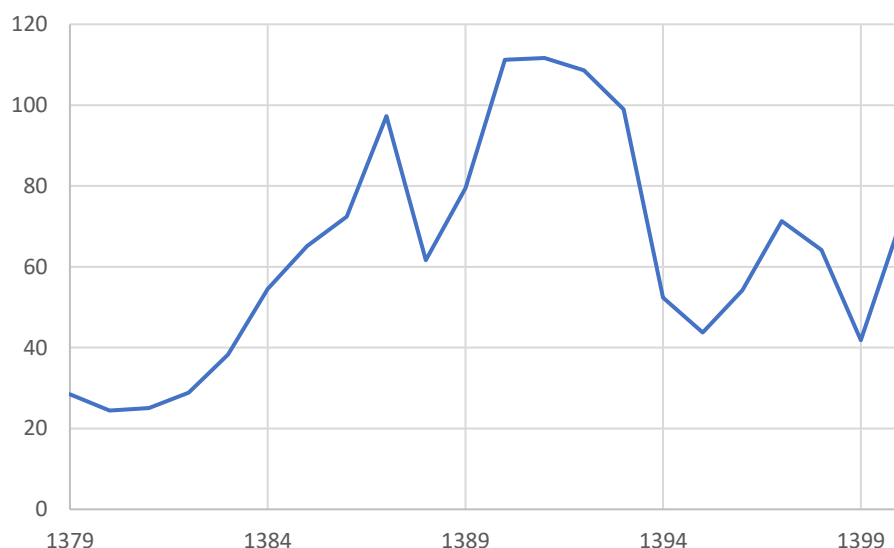
با استفاده از داده‌های تاریخی نسبت هر مولفه به GDP که از بانک جهانی بدست آمده است، میانگین درصد نقش هر مولفه به جز سرمایه‌گذاری، در GDP بدست آمده و در جدول روابط (جدول ۲) مشخص شده است؛ به عنوان نمونه به طور متوسط نقش واردات از تولید ناخالص داخلی در طی افق مورد بررسی (۱۳۷۹ تا ۱۴۰۰) در حدود ۲۲.۵ درصد بوده و به همین طریق نیز رابطه آن نشان داده شده است. در رابطه با سرمایه‌گذاری می‌دانیم که در شرایط تعادلی برابر با پس‌انداز (Savings) است. بنابراین رابطه پس‌انداز به صورت زیر مدل شده است.

$$Savings = GDP - Consumption - Government\ Expenditure - Export + Import$$

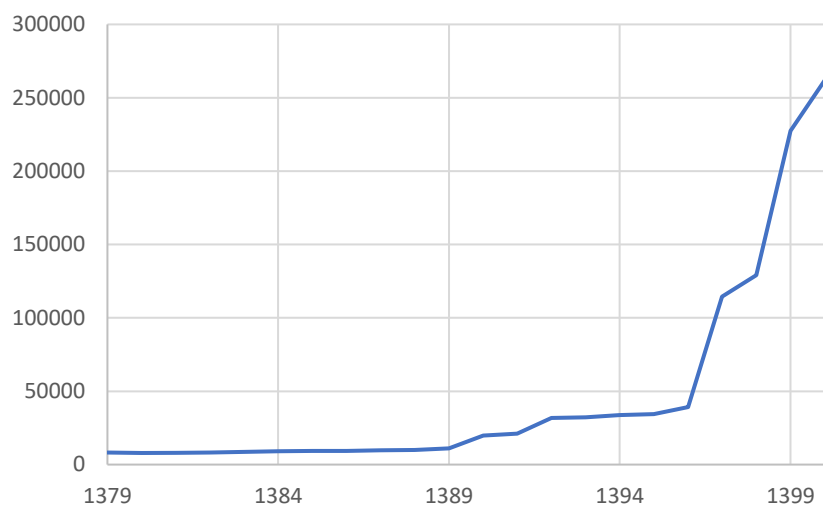
در ادامه روند متغیرهای ورودی به مدل با کمک Look-up در نمودارهای ۱۳ تا ۱۷ آمده است، که به ترتیب شامل روند متغیر شدت تحریم، قیمت نفت، نسبت ارزش دلار به ریال و ضریب فزاینده پولی می‌باشد. شایان ذکر است که شدت تحریم متغیری کیفی است و ایده استفاده شده در این مدل برای کمی‌سازی آن بدین صورت بوده است تا نسبت میانگین مقدار فروش نفت در سال مد نظر را به بیشترین مقدار فروش نفت در طول یکسال در افق ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۹ بدست آید که متغیری بین صفر تا یک خواهد بود. داده‌های آن نیز در اسکل ضمیمه شده آمده است. داده‌های سایر اعداد ثابتی که مدل استفاده شده‌اند در اکسل ضمیمه شده به همراه محاسبات آن قرار داده شده است.



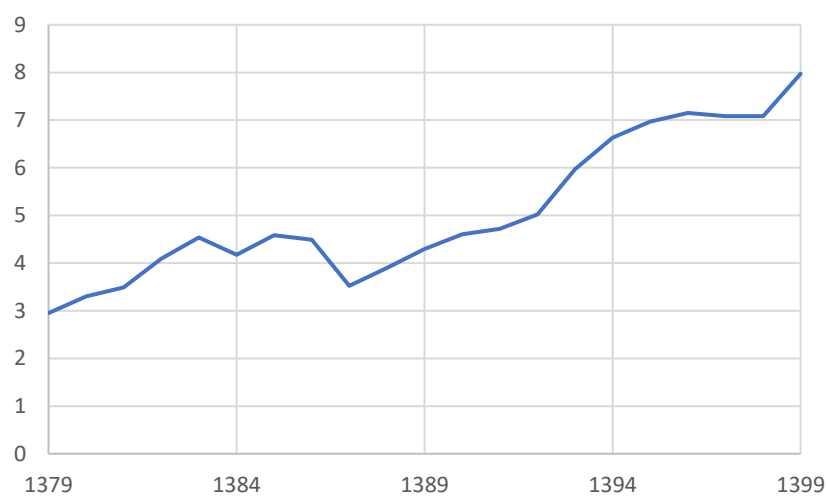
نمودار ۱۳: روند تغییرات متغیر شدت تحریم در طول سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۹



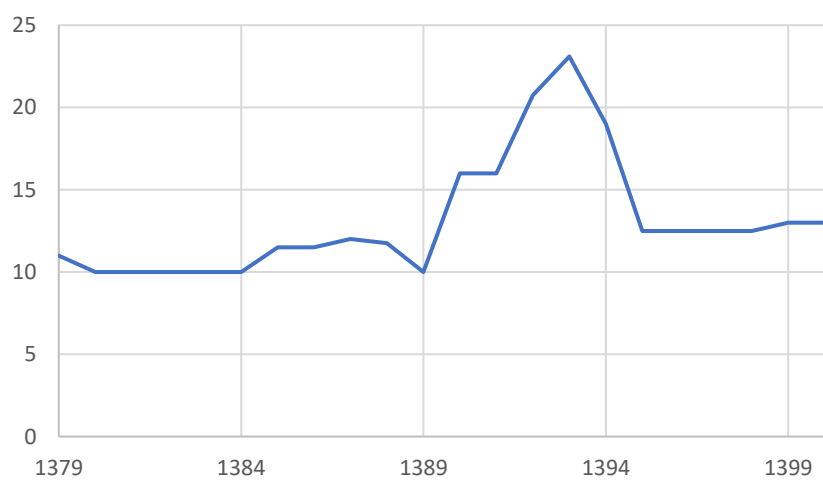
نمودار ۱۴: روند تغییرات متغیر قیمت نفت (\$) در طول سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۴۰۰



نمودار ۱۵: روند تغییرات متغیر ارزش دلار به ریال در طول سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۴۰۰



نمودار ۱۶: روند تغییرات متغیر ضریب فزاینده پولی در طول سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۴۰۰



نمودار ۱۷: روند تغییرات متغیر نرخ بهره اسمی در طول سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۴۰۰

۸ اعتبارسنجی

برای صحت‌سنجی و اعتبارسنجی داده‌ها از آماره‌های زیر استفاده کردیم:

$$R^2 = \left(\frac{1}{n} \times (X_d - \bar{X}_d) \times \frac{X_M - \bar{X}_M}{S_M \times S_d} \right)^2$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \times \sum \frac{|X_M - X_d|}{X_d}$$

$$MSE = \frac{1}{n} \times \sum (X - X_d)^2$$

$$U_M = \frac{\bar{X}_M^2 - \bar{X}_d^2}{MSE}$$

$$U_S = \frac{\bar{S}_M^2 - \bar{S}_d^2}{MSE}$$

$$U_c = \frac{2 \times (1 - R) \times S_M \times S_d}{MSE}$$

نتایج آماره‌ها برای متغیر اصلی سیستم (نقدینگی) بصورت جدول ۲ است.

متغیر	U_M	U_S	U_C
نقدینگی	0.57	0.33	0.1

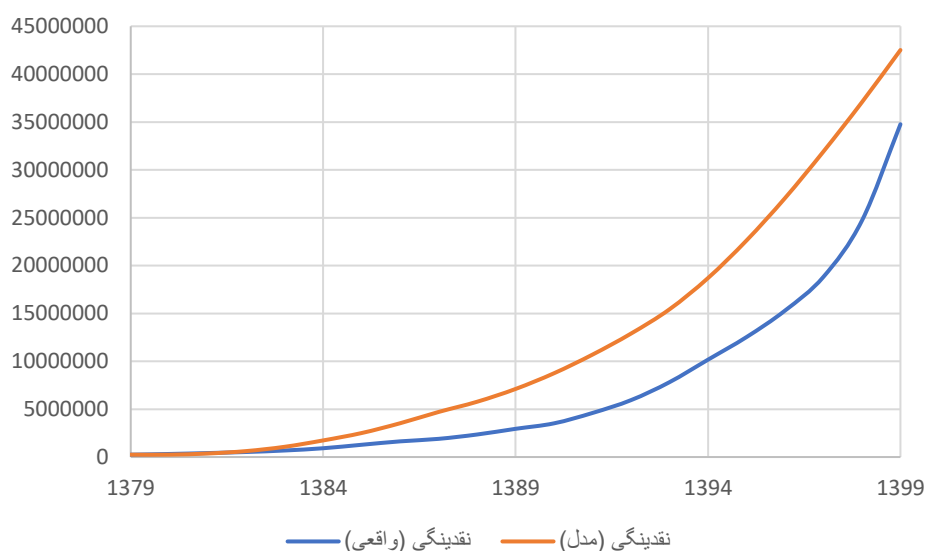
جدول ۲: نتایج اعتبارسنجی مدل روی متغیر نقدینگی

آماره U_M برای بررسی جبهه‌گیری^۳ سیستم در مقایسه با داده‌های واقعی استفاده می‌شود که عددی است بین ۰ و ۱ است. با توجه به اینکه خروجی مدل ارائه شده، عدد ۰.۵۷ است، نتیجه می‌گیریم که اندکی نمودار به نسبت داده‌های واقعی به بالا یا پایین شیفت داده شده است که البته این موضوع در نمودار ۱۳ مشخص است. آماره U_S نیز برای بررسی واریانس استفاده می‌شود که با توجه به عدد ۰.۳۳ مقداری تفاوت در همبستگی شکل دو نمودار وجود دارد. آماره U_C نیز برای بررسی کواریانس استفاده می‌شود که اگر دو نمودار نسبت به هم دارای تاخیر زمانی باشند این آماره مقدار بالایی می‌گیرد ولی با توجه به اینکه برای ما ۰.۱ شده است، نشان دهنده‌ی این است که روابط مربوط به تاخیر در مدل‌سازی به خوبی لحاظ شده‌است. برای بررسی نهایی از آماره‌ی جمع مربعات خطا استفاده شده است که عدد ۰.۹۷ حاصل شده است و این نشان دهنده‌ی فیت شدن مدل شبیه‌سازی با مدل واقعی است.

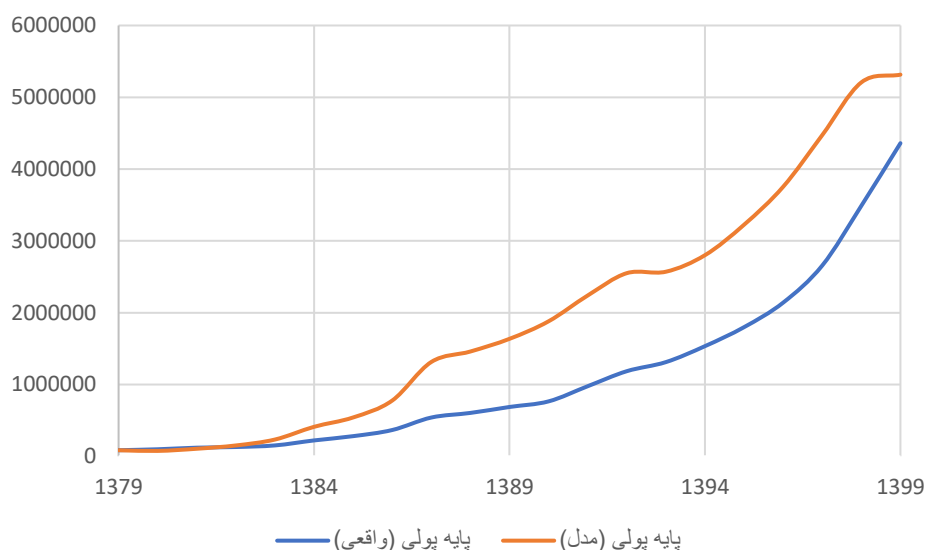
فارغ از موارد گفته شده، برای اصلاح مدل به صورت مکرر تلاش شده تا دقت روابط بالاتر بروند و از طرفی از Overfit شدن روابط رگرسیونی بر داده‌ها پیشگیری شود. همچنین سعی شده تا دقت داده‌های ورودی به خصوص داده‌هایی که منجر به محاسبه قیمت نفت بوده‌اند، بالاتر برده شود. جدای از این موارد، طی روند غیرخطی چندین مرتبه نتایج مدل بررسی شده و بر اساس بازخورد حاصل، اصلاحاتی انجام شده است؛ به عنوان نمونه مقدار متوسط نسبت استقراض دولت از بانک مرکزی به کسری بودجه از مقدار ۰.۵ که طبق داده‌های تاریخی بوده به ۰.۳ کاهش داده شده است و علت آن نیز این است که در واقع بخشی از استقراض دولت از بانک مرکزی همواره با دلارهای نفتی به آن جبران می‌شود و مشخصاً مقدار واقعی از ۰.۵ کمتر خواهد بود که با تنظیم چند مرتبه‌ای آن به مقدار ۰.۳ رسیده‌ایم. تغییر دیگری که برای تطابق انجام شده است وارد کردن متغیری به نام شدت تحریم به مدل است. بدون در نظر گرفتن اثر این متغیر مهم در اقتصاد ایران در سایر متغیرهایی چون تورم و درآمد نفت،

³ Biasness

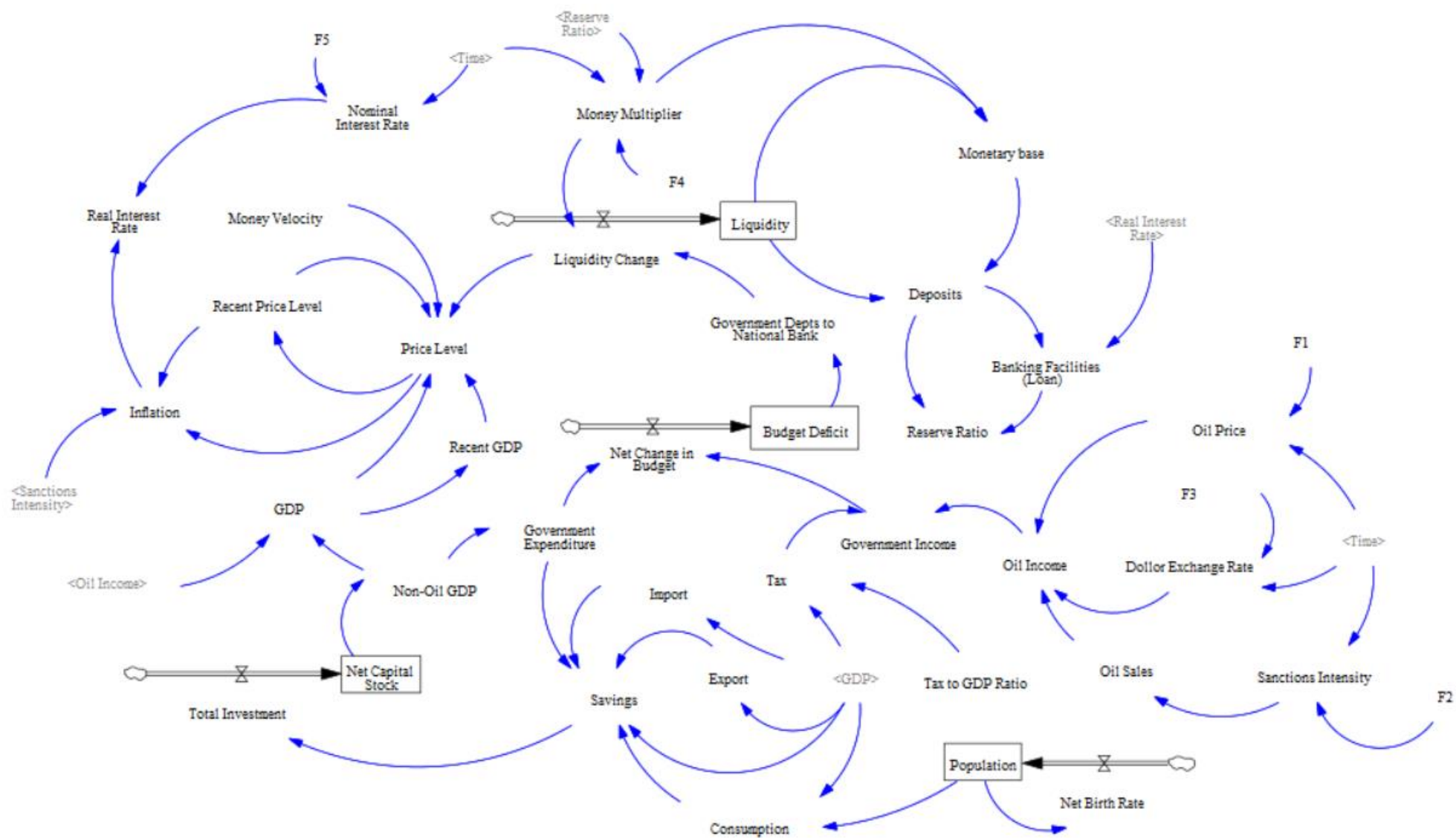
مدل ایرادات جدی در رفتار برخی متغیرها داشت که با اضافه کردن این متغیر به سیستم تا حد خوبی رفتار این متغیرها اصلاح شد. تغییر عمده سوم نیز بدین صورت انجام شد که رابطه خطی بین متغیر GDP بدون نفت و موجودی خالص سرمایه، در ابتدا از چندجمله‌ای از درجه چهار انتخاب شده بود ولی علت منطقی پشت آن وجود نداشت و صرفاً برای بالا بردن همبستگی صورت گرفته بود ولی باعث Overfit داده‌ها می‌شد که با خطی کردن رابطه این مشکل نیز برطرف شد و رفتار متغیر اصلی با داده‌های تاریخی تطبیق خوبی پیدا کردند.



نمودار ۱۸: نمودار مقایسه نقدینگی مدل و واقعی بین سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۴۰۰



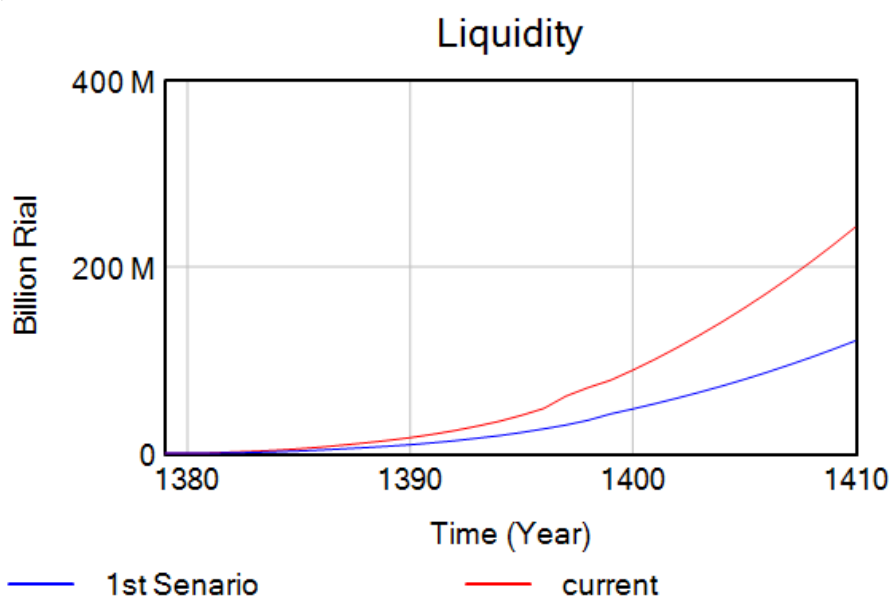
نمودار ۱۹: نمودار مقایسه پایه پولی مدل و واقعی بین سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۴۰۰



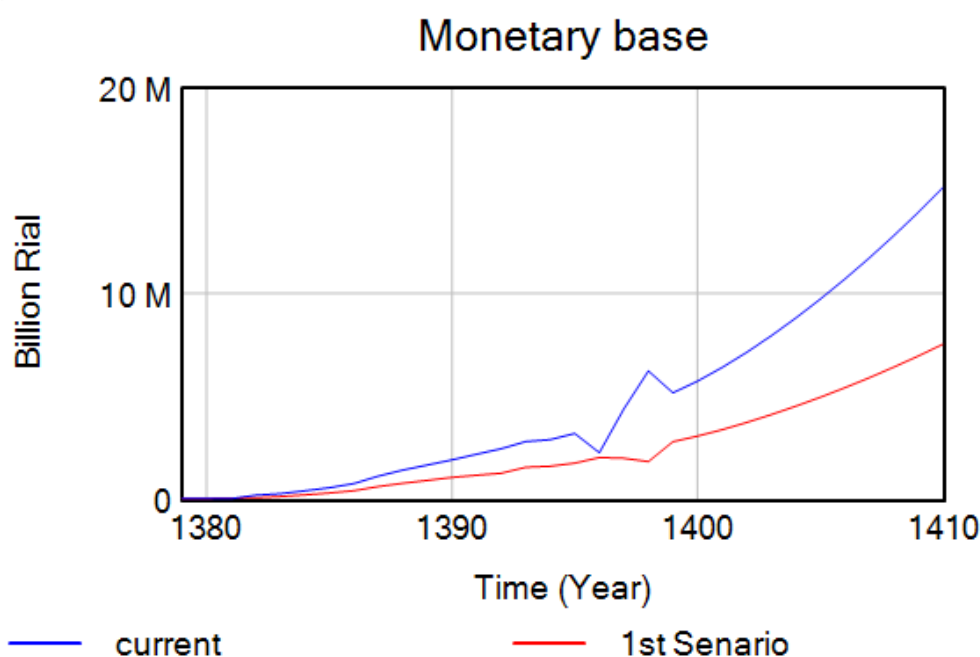
تدوین سناریو و سیاست گذاری

سیاست شماره ۱

دولت در برنامه ششم توسعه برای کاهش کسری بودجه و افزایش تامین مالی از طریق مالیات، میزان درآمد مالیاتی را به حدود ۳۰ درصد GDP برسد. این کار همان طور که در بخش ۱.۵ توضیح داده شد، امکان پذیر است ولی از جهتی بدلیل عديده‌ای که ساختار نظام تخصیص بودجه در ایران دارد، این کار با مشکلاتی همراه خواهد بود؛ بنابراین برای حفظ احتیاط می‌توان نسبت مالیات به GDP را از ۶ درصد فعلی به ۱۵ درصد افزایش داد و نتایج را بررسی کرد.



نمودار ۲۰: تغییرات نقدینگی در طول افق ۱۳۷۹ تا ۱۴۱۰ تحت حالت پایه (Current) و اعمال اولین سیاست مطرح شده

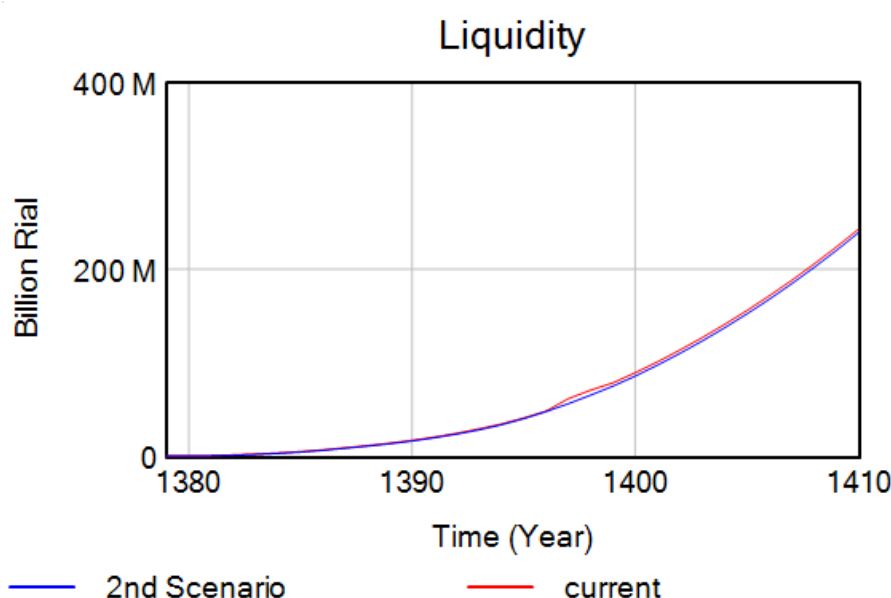


نمودار ۲۱: تغییرات پایه پولی در طول افق ۱۳۷۹ تا ۱۴۱۰ تحت حالت پایه (Current) و اعمال اولین سیاست مطرح شده

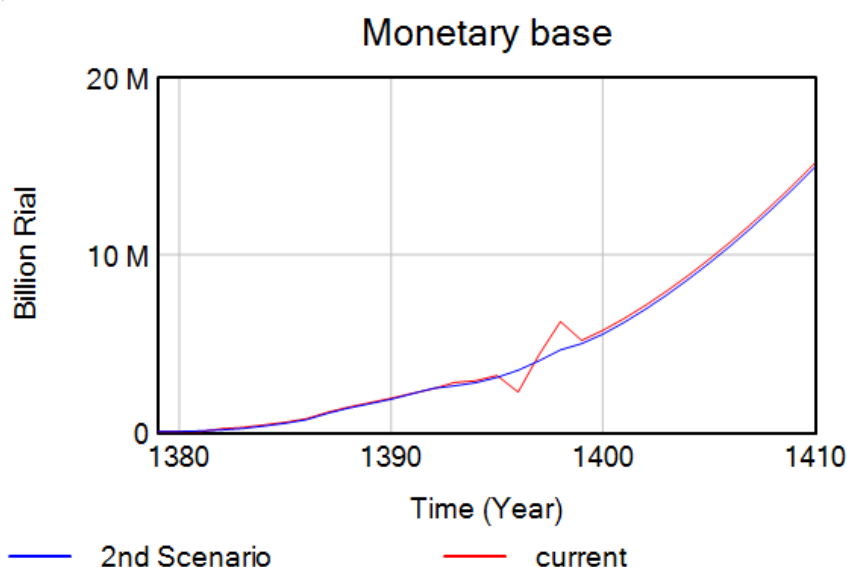
همان‌طور که از نتایج حاصل از نمودارهای ۲۰ و ۲۱ مشخص است این تغییر در سیاست مالیاتی دولت می‌تواند منجر به کاهش شدید رشد نقدینگی در کشور در طی ۹ سال آینده شود و این مهم که موتور محرکه اصلی تورم هم رشد نقدینگی است، سبب می‌شود تا این کاهش رشد، باعث کاهش قابل توجه تورم در ایران شود.

سیاست شماره ۲

نظام بانکی ایران نیز مشکلات بسیاری دارد. نظارت ناکافی بانک مرکزی بر روی نحوه تسهیلات‌دهی به خصوص در بانک‌های خصوصی، سبب شده تا خواسته یا ناخواسته مقدار ضریب فزاینده پولی با کاهش نسبت Reserve بانک‌ها، افزایش یابد و منجر به رشد نقدینگی شود. دولت و بانک مرکزی با اعمال قانون‌های سخت‌گیرانه‌تری بر روی مکانیزم تخصیص تسهیلات می‌تواند با کاهش میانگین نسبت تخصیص تسهیلات به سپرده‌های بانکی جاری از ۰.۸۴ با ۰.۶ منجر به کاهش رشد نقدینگی شد و به حل این بحران کمک کند.



نمودار ۲۲: تغییرات نقدینگی در طول افق ۱۳۷۹ تا ۱۴۱۰ تحت حالت پایه (Current) و اعمال دومین سیاست مطرح شده



نمودار ۲۳: تغییرات پایه پولی در طول افق ۱۳۷۹ تا ۱۴۱۰ تحت حالت پایه (Current) و اعمال دومین سیاست مطرح شده

نمودارهای ۲۲ و ۲۳ که مقایسه بین دو متغیر نقدینگی و پایه پولی را نشان می‌دهد، حاکی از این است که تغییر اعمال شده در سیاست دوم، تفاوت معناداری با حالت عالی ایجاد نکرده است؛ و این موضوع برخلاف انتظار است.

ضمیمه

نام متغیر	معادله مربوطه	واحد اندازه‌گیری
سرمایه‌گذاری کل	<i>Savings</i>	میلیارد ریال
موجودی سرمایه	$\int_{1379}^T (Total\ Investment)dt$	میلیارد ریال
GDP غیر نفتی	$0.1669 \times Net\ Capital\ Stock + 66839$	میلیارد ریال
GDP	<i>"Non – Oil GDP" + Oil Income</i>	میلیارد ریال
GDP اخیر	$DELAY1I(GDP, 1, GDP_{1379})$	میلیارد ریال
تورم	$Max((\frac{Price\ Level - Recent\ Price\ Level}{Recent\ Price\ Level} \times Sanctions\ Intensity + 0.4664), -0.3524)$	<i>Dmnl</i>
سطح قیمت‌ها	$((Money\ Velocity \times Liquidity\ Change) + (Recent\ Price\ Level \times Recent\ GDP)) / GDP$	<i>Dmnl</i>
سطح قیمت‌های اخیر	$DELAY1I(Price\ Level, 1, CPI_{1379})$	<i>Dmnl</i>
نرخ بهره اسمی	$F5(Time) + SMOOTH(F5(Time), 2)$	<i>Dmnl</i>
نرخ بهره حقیقی	$Nominal\ Interest\ Rate - Inflation$	<i>Dmnl</i>

ریال سال	$Average\ Money\ Velocity = 0.92$	سرعت پول
$\frac{1}{ریال}$	$MIN(DELAY1I(\frac{1}{Reserve\ Ratio}, 1, Reserve\ Ratio_{1379}), F4(Time))$	ضریب پولی
میلیارد ریال	$\int_{1379}^T (Liquidity\ Change)dt$	نقدینگی
میلیارد ریال	$Government\ Depts\ to\ National\ Bank \times Money\ Multiplier$	نرخ تغییرات نقدینگی
میلیارد ریال	$0.3 \times Budget\ Deficit$	بدهی دولت به بانک مرکزی
میلیارد ریال	$\int_{1379}^T (Net\ Change\ in\ Budget)dt$	کسری بودجه
میلیارد ریال	$Government\ Expenditure - Government\ Income$	نرخ تغییر در بودجه
میلیارد ریال	$(0.2331 \times "Non - Oil\ GDP" + 24902)$	مخارج دولت
میلیارد ریال	$GDP \times Tax\ to\ GDP\ Ratio$	مالیات
میلیارد ریال	$0.2426 \times GDP$	صادرات
میلیارد ریال	$0.225 \times GDP$	واردات
میلیارد ریال	$GDP - Consumption - Government\ Expenditure - Export + Import$	پس اندازها
میلیارد ریال	$(0.6 + \frac{Population_t}{Population_{t-1}}) \times GDP$	مصارف

میلیارد ریال	$(Oil\ Income + Tax)$	درآمدهای دولت
میلیارد ریال	$\frac{Liquidity}{Money\ Multiplier}$	پایه پولی
میلیارد ریال	$Liquidity - Monetary\ base$	سپرده‌ها
میلیارد ریال	$0.84 \times (1 + Real\ Interest\ Rate) \times Deposits$	تسهیلات بانکی
$\frac{Dmnl}{سال}$	$2.3 \times \frac{(Deposits - "Banking\ Facilities\ (Loan)")}{Deposits}$	نرخ پس‌انداز
دلار	$F1(Time) + SMOOTH(F1(Time), 2)$	قیمت نفت
میلیارد ریال	$Oil\ Price \times Oil\ Sales \times Dollar\ Exchange\ Rate / 1e + 09$	درآمد نفت
بشکه نفت	$Sanctions\ Intensity * 2.25e + 06$	مقدار فروش نفت
ریال	$F3(Time) + SMOOTH(F3(Time), 2)$	نرخ تبدیل دلار
$Dmnl$	$F2(Time) + SMOOTH(F2(Time), 2)$	شدت تحریم‌ها
$Dmnl$	0.061	نسبت مالیات به GDP
نفر	$\int_{1379}^T (Net\ Birth\ Rate) dt$	جمعیت
$\frac{نفر}{سال}$	$0.01257 \times Population$	نرخ زاد و ولد

جدول ۳: جدول متغیرها به همراه روابط و واحد آنها در مدل

Reference

1. Zahedi, R., & Azadi, P. (2018). Central banking in Iran. *Stanford Iran, 2040*, 1-37.
2. Mazrae, M. B., Ghezelbash, A., & Ahmadvand, A. (2018). Banking Soundness System: A System Dynamics Model. In *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Paris, France*.
3. Azadi, P., & Mirramezani, M. (2019). Iran's Large and Growing Financing Gap.
4. Shrestha, A. (2020). *Understanding Credit Crunch of 2018: A System Dynamics Study of Nepalese Banking Sector* (Master's thesis, The University of Bergen).
5. Yamaguchi, K. (2011). Workings of a public money system of open macroeconomies. In *Modeling the American monetary act completed. Paper at the 29th international conference of the system dynamics society. Washington, DC*.
6. Schultz, L. C. M. B. L. A DNAC opEL or TE FEDERAL REsEave sxsE.
7. Calida, B. Y., & Katina, P. F. (2015). Modelling the 2008 financial economic crisis: triggers, perspectives and implications from systems dynamics. *International Journal of System of Systems Engineering*, 6(4), 273-301.
8. Yamaguchi, K. On the Monetary and Financial Stability under A Public Money System (Revised).
9. Fahmy, T. (2015). Sustainability Assessment of a Municipal Utility Complex: A System of Systems Approach.
10. Yamaguchi, Y. (2017). *Developing an asd macroeconomic model of the stock approach-with emphasis on bank lending and interest rates* (Master's thesis, The University of Bergen).
11. Mankiw, N. G. (2020). *Principles of economics*. Cengage Learning.
12. Abel, A. B., Blanchard, O. J., Bernanke, B., & Croushore, D. (2017). *Macroeconomics*. Pearson UK