فصلنامــه اقتصاد مالی
سال سیزدهم / شماره ۴۹ / زمستان ۱۳۹۸
صفحه ۰۱ تا ۴۵

بررسی اثر شوک مالیات‌های مستقیم بر تولید ناخالص داخلی و تورم در ایران در چارچوب یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی*

سید نظام‌الدین مکیان[۱]
حسین توکلیان[۲]
سیدمحمدصالح نجفی فراشاه[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۰۶

چکیده

هدف از این پژوهش بررسی اثرات مالیات‌های مستقیم بر متغیرهای کلان اقتصادی تولید و تورم بوده است. برای این منظور، از یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی استفاده شده است. نتایج نشان داد که ایجاد یک شوک به میزان یک انحراف معیار در مالیات بر شرکت‌ها می‌تواند سبب کاهش ۰/۱۳ درصدی در تولید ناخالص داخلی و کاهش ۰/۰۱ واحد درصدی در تورم شود. در واقع افزایش مالیات بر شرکت‌ها، سرمایه‌گذاری بنگاهها را تحت تأثیر قرار داده و سبب کاهش ۱/۵ درصدی در سرمایه گذاری می‌شود. همچنین ایجاد یک شوک در مالیات بر درآمد نیروی کار به میزان یک انحراف معیار باعث می‌شود تولید ناخالص داخلی به میزان ۰/۰۰۷۴ درصد کاهش یابد که دلیل آن در کاهش عرضه نیروی کار می‌باشد. با بروز شوک مالیات بر درآمد، مقدار عرضه نیروی کار ۰/۰۱۲ درصد کاهش می‌یابد اثر شوک بر تولید ناخالص داخلی پس از ۱۰ دوره از بین می رود. در کوتاه مدت تورم به میزان ۰/۰۲۵ درصد افزایش یافته و سپس کاهش یافته و در کمتر از یک سال به مقدار باثبات خود باز می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: مالیات بر درآمد نیروی کار، مالیات مستقیم، مالیات بر شرکتها، مدل تعادل عمومی پویای تصادفی.

طبقه بندی JEL: H3،H24،E62، C54

---

* مقاله مستخرج از رساله دکتری می‌باشد.

۱- دانشیار دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری دانشگاه یزد، یزد، ایران. (نویسنده مسئول) nmakiyan@yazd.ac.ir
۲- استادیار دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران. tavakoliyanh@gmail.com
۳- دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه یزد، یزد، ایران. saleh.najafi@stu.yazd.ac.ir

۱- مقدمه

درآمدهای نفتی و اتکای به این منبع درآمدی با توجه به ماهیت نوسانی و برون‌زا بودن بخش قابل توجهی از آن، اثرات نامطلوب و زیان‌باری را بر اقتصاد ایران تحمیل کرده است. اقتصاد تک محصولی، تورم پایدار، کاهش ارزش پول ملی، گسترش ناکارآمد بخش عمومی و تضعیف بخش‌های خصوصی نمونه‌ای از این آثار زیان‌بار است. بر این اساس لازم است به دنبال جایگزین کردن سایر درآمدها به جای درآمدهای نفتی بود. یکی از انواع این درآمدها، درآمدهای مالیاتی است. مالیات‌ها نه‌تنها ابزار تأمین کننده مصارف بودجه دولت محسوب می‌شوند، بلکه در اجرای سیاست‌ها و راهبردهای کلان اقتصادی نیز نقش تنظیم‌گری را ایفا می‌کنند (گرایی‌نژاد & چپردار, ۱۳۹۱).

یکی از مؤلفه‌های مهم در خصوص سنجش وضعیت درآمدهای مالیاتی، شاخص نسبت مالیات به تولید ناخالص داخلی است. این شاخص در کشور ما در طی سالیان گذشته همواره کمتر از ۱۰ درصد بوده است به گونه‌ای که هدف‌گذاری برنامه پنجم توسعه رسیدن به ۱۰ درصد عنوان شده بود، که محقق نشد. در برنامه ششم توسعه نیز برای سال‌های ۱۳۹۶، ۱۳۹۷، ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ به ترتیب برابر با ۷/۴، ۸، ۸/۷ و ۹/۴ و برای سال ۱۴۰۰ به میزان ۱۰ درصد در نظر گرفته شده است.

مقایسه این نسبت در ایران با دیگر کشورهای پیشرفته و نیز کشورهای با ساختار مشابه اقتصادی به خوبی وضعیت نامطلوب نظام مالیاتی کشور را نشان می‌دهد. شاخص نسبت مالیات‌ها به تولید ناخالص داخلی یا تلاش مالیاتی در ایران نسبت به سایر کشورها به طور معناداری پایین‌تر است (زیر ۸ درصد). در این نسبت، متوسط عملکرد جهانی حداقل دو برابر و متوسط عملکرد کشورهای اروپا و آسیا حدود ۳ برابر عملکرد ایران ارزیابی شده است. در واقع در میان ۱۴۰ کشور رتبه‌بندی‌شده از سوی بانک جهانی، ایران در جایگاه ۱۳۵ قرار دارد. این نسبت در کشورهایی با اقتصاد ضعیف‌تر از ایران نظیر آذربایجان، نیجریه و کامرون ۱۲ درصد و برای اقتصادهای همسطح ایران مثل پاکستان، مصر و اندنزی ۱۷ درصد است و در کشورهای پیشرفته اروپایی این رقم بالغ بر ۳۰ درصد می‌باشد (پژویان & درویشی, ۱۳۸۹).

در شرایط کنونی مالیات بر شرکت‌ها، مالیات بر درآمد اشخاص حقیقی، مالیات بر کالا و خدمات (شامل مالیات بر ارزش افزوده)، مالیات بر واردات و مالیات بر ثروت به عنوان عمده‌ترین بخش‌های درآمد مالیاتی کشور به حساب می‌آیند که در یک دسته‌بندی ذیل دو عنوان کلی مالیات مستقیم (مالیات شرکت‌ها و مالیات بر درآمد) و مالیات غیرمستقیم (مالیات بر کالا و خدمات و مالیات بر واردات) گنجانده می‌شوند. فقدان نظام جامع اطلاعات مالیاتی، تعدد نرخ‌های مالیاتی در بخش‌های مختلف اقتصادی از یک طرف و معافیت‌های وسیع و متنوع مالیاتی از طرف دیگر، اعمال نظرات شخصی در فرآیند وصول مالیات‌ها، نادیده گرفتن بخش‌هایی از اقتصاد در فرآیند شمول

مالیاتی، ناکافی بودن نظارت‌های فنی بر فرآیندهای تشخیص و وصول مالیات و در پی آن گسترش فساد در برخی حوزه‌های مالیاتی از جمله مهم‌ترین آسیب‌ها و کاستی‌های نظام مالیاتی ایران محسوب می‌شوند. در همین خصوص ایجاد زمینه‌های اجرای مالیات بر مجموع درآمد به عنوان یکی از پایه‌های مالیاتی مغفول در نظام مالیاتی کشور اقدام مؤثری در زمینه تحقق افزایش درآمدهای مالیاتی به حساب خواهد آمد. مالیات بر مجموع درآمد، در واقع یکی از انواع مالیات مستقیم بوده که از طریق محاسبه مجموع درآمد افراد، با توجه به نظام جامع اطلاعات مالی و اقتصادی آن‌ها و با نرخ‌های مشخص وضع می‌شود. در یک تعریف مالیات بر مجموع درآمد افراد حقیقی بر اساس تعریفی منطقی از توانایی پرداخت؛ یعنی مصرف بعلاوه افزایش در خالص ثروت سالیانه ارائه شده است (درویشی & محمدیان, ۱۳۹۶).

نکته قابل توجه در این میان بررسی اثرات اعمال سیاست‌های مالیاتی بر متغیرهای کلان اقتصادی در کشور است. به عبارت دیگر یکی از مهم‌ترین پیش‌شرط‌های لازم جهت بررسی و تجزیه و تحلیل اثرات اعمال یک سیاست مالیاتی در نظام اقتصادی، بررسی اثرات تکانه‌های مالیاتی بر متغیرهای کلان اقتصادی خواهد بود که در حقیقت بررسی نحوه تأثیرگذاری این سیاست‌ها در رفتار عاملان اقتصادی محسوب می‌شود. تغییر در ترکیب پایه‌های مالیاتی و یا نرخ‌های آن علاوه بر اثرات مستقیم در درآمدهای مالیاتی، بر دیگر متغیرهای اقتصاد نظیر مصرف، پس‌انداز و سرمایه‌گذاری نیز مؤثر خواهد بود. در این مقاله به دنبال بررسی اثرگذاری تغییرات مالیات‌های مستقیم بر رشد تولید ناخالص داخلی و تورم خواهیم بود. برای فهم و تحلیل اثرات این تکانه‌ها از یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی استفاده خواهد شد. این مقاله در ۵ بخش تدوین گردیده است. بعد از مقدمه در بخش دوم مبانی نظری و پیشینه پژوهش، در بخش سوم روش تحقیق، در بخش چهارم تحلیل مدل پژوهش و نهایتا در بخش پنجم نتیجه‌گیری پژوهش ارائه شده است.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

در این بخش پس از بیان مختصری از مبانی نظری موضوع به بررسی پیشینه تحقیقاتی این موضع در داخل و خارج از کشور خواهیم پرداخت.

۲-۱- مبانی نظری

در بین انواع درآمدهای دولت، مالیات قابل قبول‌ترین و مناسب‌ترین نوع آن از نظر اقتصادی است و به عنوان ابزاری کارآمد در جهت اهداف کلان اقتصادی مانند تثبیت اقتصادی، ایجاد اشتغال، بهبود رفاه اجتماعی و رشد اقتصادی بشمار می‌آید. مقایسه این منبع با سایر منابع نشان

می‌دهد که هر چه سهم مالیات‌ها در تأمین مخارج دولت بیشتر باشد، از ایجاد آثار نامطلوب اقتصادی به میزان چشم‌گیری جلوگیری می‌شود. از این‌رو وجود یک نظام مالیاتی کارآمد برای رسیدن به رشد اقتصادی از ضروریات است.

در خلال قرن بیستم، در اغلب کشورهای توسعه یافته سطح مالیات‌ها به طور چشم‌گیری افزایش یافت. مالیات‌ها، از حدود ۵ تا ۱۰ درصد GDP در آغاز قرن گذشته به ۳۰ تا ۴۰ درصد GDP در زمان حاضر، افزایش یافته‌اند. چنین افزایش معنی‌داری در مالیات‌ها سبب طرح پرسش‌هایی در مورد اثر مالیات بر رشد اقتصادی شده است. مالیات‌ها بر تصمیم خانوارها در مورد میزان پس‌انداز، عرضه نیروی کار و میزان سرمایه گذاری در سرمایه انسانی تأثیر می‌گذارند. همچنین تصمیم‌گیری بنگاه‌ها در مورد میزان تولید، ایجاد موقعیت‌های شغلی جدید، سرمایه‌گذاری و نوآوری را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

رشد اقتصادی یکی از اهداف مهم کلان اقتصادی هر کشور است و تأثیر انکارناپذیری در بهبود سطح رفاه افراد جامعه دارد. ازاین رو تعیین عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی و این‌که نرخ رشد چگونه از طریق سیاست‌های مختلف تحت تأثیر قرار می‌گیرد، همواره مورد توجه اقتصاددانان بوده است.

تا قبل از نیمه دوم دهه هشتاد مدل‌های رشد برون‌زا مطرح بودند. نظریات رشد سنتی نئوکلاسیک مانند سولو و رمزی-کاس-کوپمنز نرخ رشد بلندمدت اقتصادی را متأثر از نرخ رشد جمعیت و تغییرات تکنولوژی می‌دانستند که به صورت برون‌زا در نظر گرفته می‌شدند. از این رو اثرات سیاست‌های مالیاتی بر رشد در این مدل‌ها قابل بررسی نبود. در پاسخ به این کاستی‌ها افرادی مانند رومر و لوکاس و دیگر محققان همچون کینگ و ربلو (۱۹۸۹) ، گروسمن و هلپمن (۱۹۹۱) ، آقیون و هویت (۱۹۹۶) و جونز (۱۹۹۵) الگوهای رشد درون‌زا مرتبط با R&D ارائه کردند. در این الگوها نرخ رشد یکنواخت به پارامترهای توابع مطلوبیت، تولید و سیاست مالیاتی بستگی دارد.

پس از سیر تطورات مدلهای رشد برون‌زا، نظریات رشد درون‌زا از طریق بهینه کردن تصمیمات کارگزاران اقتصادی مطرح شد. در این‌گونه مدل‌ها با درون‌زا شدن نرخ بلندمدت رشد اقتصادی، امکان بررسی نقش سیاست‌های اقتصادی نظیر سیاست مالیاتی فراهم شد.

در مدل‌های رشد نئوکلاسیک، کالاها با استفاده از نهاده نیروی کار و سایر نهاده‌هایی که آن‌ها را نهاده سرمایه می‌نامیم تولید می‌شوند. عرضه نیروی کار ثابت است اما عامل سرمایه K می‌تواند طی زمان انباشته گردد. نرخ بازدهی واقعی عامل سرمایه با انباشت آن کاهنده می‌شود و در نتیجه محرکی برای انباشت آن وجود ندارد بنابراین رشد بلندمدت صورت نمی‌گیرد. مدل‌های رشد درون‌زا، با غیر کاهنده نمودن نرخ بازدهی واقعی عامل K این مشکل را حل نموده‌اند، به‌نحوی که

کاهنده نبودن نرخ بازدهی عامل K انگیزه انباشت آن را فراهم نموده و درنتیجه رشد پایدار را امکان پذیر می‌نماید.

اگر مالیات بر درآمد با نرخ τ وضع شود، درآمد پس از کسر مالیات به صورت زیر درمی‌آید:

رابطه ۲-۱)

$$Y_t = (1-\tau)AK_t^{1-\alpha}X_t^{\alpha}$$

از آن‌جایی که افزایش در نرخ مالیات بر درآمد، نرخ بازدهی عامل Kو X را کاهش می‌دهد بر رشد اثر منفی می‌گذارد. از سوی دیگر اگر فرض شود که درآمد بخش تولید کالاهای سرمایه‌ای، مشمول نرخ مالیاتی τ قرار گیرد درحالی‌که درآمد بخش ایجادکننده سرمایه انسانی، مالیاتی نپردازد، افراد با سرمایه‌گذاری بیشتر در بخش تولید سرمایه انسانی به این افزایش در نرخ مالیات بر درآمد، عکس‌العمل نشان می‌دهند که کاهش نسبت سرمایه فیزیکی به سرمایه انسانی را (در جریان تولید) به‌دنبال دارد.

در یک نگاه دیگر، اقتصاددانان طرف تقاضا و در رأس آنها کینز، عدم تعادل در اقتصاد را در نابرابری عرضه و تقاضای کل می‌بینند. از این دید، علت رکود اقتصادی، کمبود تقاضای کل و علت ایجاد تورم، مازاد تقاضای کل می‌باشد. ازنظر کینز و اقتصاددانان پیرو او، دولت برای از بین بردن رکود اقتصادی، باید سیاستی اتخاذ کند که درنتیجه آن تقاضای کل افزایش یابد؛ بنابراین در چنین وضعیتی از سیاست های مالی انبساطی مانند، کاهش مالیات ها یا افزایش مخارج دولت یا افزایش هم زمان مخارج و مالیات ها به میزان مساوی، حمایت می‌کنند. از سوی دیگر برای غلبه بر تورم، حذف مازاد تقاضا را چاره ساز می‌دانند. به این صورت که با اعمال سیاست مالی انقباضی، مانند افزایش مالیات‌ها یا کاهش مخارج دولت، یا کاهش هم زمان مخارج و مالیات‌ها به میزان مساوی، حمایت می‌کنند. ازاین رو در الگوی کینز، مالیات‌ها می‌توانند به عنوان عاملی برای ایجاد تعادل در اقتصاد کلان، از طریق مدیریت تقاضا، نقش قابل توجهی ایفا کنند. درمجموع کینز نقش مالیات را فقط در خصوص تغییرات مصرف و درنتیجه تأثیر بر تقاضای کل، بررسی می‌کند درحالی که مالیات‌ها بر عرضه کل نیز تأثیر می‌گذارند.

برخلاف نظریه کینز که علت تورم را مازاد تقاضای کل می‌داند و برای رفع آن، افزایش مالیات‌ها را پیشنهاد می‌کند، اقتصاد طرف عرضه، معتقد است که برای مبارزه با تورم، راه حل مناسب، افزایش عرضه و تولیدات از طریق کاهش مالیات‌ها هست. اقتصاد طرف عرضه معتقد است عرضه عوامل تولید نسبت به قیمت عوامل تولید از کشش پذیری خوبی برخوردار است. بنابراین، با کاهش مالیات، انگیزه تولید افزایش خواهد یافت. یکی از مهم‌ترین ادعاهای مکتب اقتصاد طرف عرضه این

است که نرخ‌های مالیات، یکی از عوامل مؤثر در کاهش انگیزه نیروی کار در اقتصاد بوده است. طرفداران این مکتب (به رهبری آرتور لافر) معتقد بودند، درنتیجه کاهش نرخ‌های مالیات، افزایش در سطح اشتغال و تولید، در اقتصاد به وجود می آید و درنتیجه با افزایش عرضه کل می‌توان تورم را مهار کرد.

لافرمعتقد بود دولت در دو حالت استثنایی هیچ گونه درآمد مالیاتی نمی‌تواند کسب کند. یکی زمانی که نرخ مالیات صفر درصد باشد و دیگری زمانی که نرخ مالیات صد در صد باشد، زیرا اگر تمامی درآمد مشمول مالیات شود هیچ گونه انگیزه‌ای برای کار توسط افراد وجود نخواهد داشت و بنابراین مبنای مالیات صفر می‌شود. غیراز این دو حالت، درآمد مالیاتی همواره مثبت است. اقتصاد طرف عرضه، با توجه به منحنی لافر معتقد است، کاهش مالیات ممکن است به قدری مؤثر واقع شود که از طریق افزایش عرضه کار و تولید و درنتیجه افزایش درآمد ناشی از آن، بتوان آن را جبران کرد و علاوه بر این، با افزایش عرضه، تورم را بهبود بخشید. ازنظر دیدگاه طرف عرضه، نظام مالیاتی بهتر است که هدف‌های محدود کمتری را نشانه گیرد؛ مانند تصحیح نقصان بازارها و فراهم نمودن وسایلی که توسط آن با حداقل کردن اختلال‌های تخصیص منابع، دولت درآمد بیشتری کسب کند (جزدانی, ۱۳۹۵).

۲-۲ پیشینه پژوهش

در ادامه اهم مطالعات انجام شده در زمینه مسئله مورد تحقیق بیان می‌شود:

یکی از پژوهش‌هایی که اثرات تغییرات ساختار مالیاتی بر رشد اقتصادی را مورد بررسی قرار داده است، پکورینو (۱۹۹۴) می‌باشد. وی اثرات تغییرات ساختار مالیاتی را با این سوال که چه ترکیبی از مالیات‌ها بالاترین سطح رشد را پدید می‌آورد مورد بررسی قرار داد. تحلیل مقداری این مدل، با فرض درون‌زا بودن عرضه نیروی کار نشان می‌دهد که مالیات بر درآمد ناشی از دستمزد، زمانی که در تولید سرمایه فیزیکی و انسانی از سرمایه فیزیکی با شدت بیشتری نسبت به کالاهای مصرفی استفاده می‌شود، بایستی بیشتر از مالیات بر درآمد ناشی از سرمایه فیزیکی باشد. زمانی که تولید کالاهای سرمایه‌ای نسبت به تولید کالاهای مصرفی کم سرمایه برتر باشد نتیجه معکوس می‌شود. اثر بهینه سازی نرخ‌های مالیات بر نرخ رشد تقریباً یکسان است. در مقایسه با سیستم خطی که در آن نرخ‌های مالیات بر درآمد سرمایه انسانی و فیزیکی با هم برابرند، مالیات‌های بهینه رشد را سالانه بین ۰,۱ درصد تا ۰,۱۲ درصد افزایش دادند. برون‌زا بودن عرضه نیروی کار، اثرات کمی را بزرگتر می‌کند ولی مالیات‌های بهینه، هنوز رشد را کمتر از ۰,۲ درصد افزایش می‌دهند.

جایگزینی مالیات بر درآمد سرمایه فیزیکی با مالیات بر دستمزد، نرخ رشد را از ۱,۵ درصد به ۱,۳۷ درصد کاهش داد.

کوریا (۱۹۹۶) در مدل خود، فرض می‌کند که یک یا چند نهاده تولید وجود دارد که دولت نمی‌تواند بر آن ها مالیات وضع کند (و یا نمی‌تواند مالیات را به طور بهینه وضع کند). از این‌رو مالیات بر درآمد سرمایه به رابطه بین سرمایه و مالیات‌بندی بر نهاده‌هایی که قابل مالیات‌بندی نیستند بستگی دارد.

ژو (۱۹۹۲) مدل چاملی را با مرتب کردن شوک‌های ایجادکننده اخلال به مخارج دولتی و فنّاوری، گسترش داد. در این مدل، این فرض که نرخ مالیات بر سرمایه در بلندمدت بایستی صفر باشد وجود ندارد. یافته‌های ژو، اثر مالیات بر درآمد را در مدل رشد مبتنی بر سرمایه انسانی بدون اثر سرریز دانش، مدل‌های رشد ناشی از سرمایه انسانی با اثر سرریز دانش و مدل‌های رشد مبتنی‌بر نوآوری، منفی و در مدل‌های رشد مبتنی بر زیرساخت‌های عمومی، مبهم نشان می‌دهد. در زمینه مالیات بر مصرف، ژو، معتقد است زمانی که عرضه نیروی کار به انتخاب بین کار و فراغت بستگی دارد این مسئله، که مالیات بر مصرف بر رشد اثری دارد یا خیر، بستگی به ویژگی‌های تابع مطلوبیت لحظه‌ای دارد. نرخ رشد بلندمدت اقتصاد بستگی به نرخ رشد مطلوبیت جاری اوقات فراغت دارد. که آن نیز به نوبه خود وابسته به سطح فراغت است مالیات بر مصرف نیز بر سطح فراغت اثر می‌گذارد. ژو برای مطالعه اثر مالیات بر سرمایه بر رشد، مطالعه ربلو (۱۹۹۰) را در زمینه تفکیک سرمایه به کار رفته در تولید کالاهای مصرفی و سرمایه‌ای دنبال کرده است و فرض نموده است که در تولید کالاهای مصرفی و سرمایه ای به ترتیب θ و $1-\theta$ درصد از موجودی سرمایه استفاده می‌شود. افزایش نرخ مالیات بر سرمایه‌گذاری نرخ بازده فعالیت‌های سرمایه‌گذاری بخش خصوصی را کاهش می‌دهد و کاهش مستمر در نرخ انباشت سرمایه و نرخ رشد اقتصادی را به دنبال دارد.

مندوزا و همکاران (۱۹۹۷) در مقاله خود جهت آزمون نظریه هاربرگر، مبنی بر اینکه مالیات‌های مستقیم و غیرمستقیم بر سرمایه‌گذاری و رشد اقتصادی اثر می‌گذارند ولی اثر آن‌ها اندک می‌باشد، به تجزیه و تحلیل اثر مالیات‌ها بر رشد بلند مدت در یک مدل رشد درون‌زا مبتنی بر سرمایه انسانی، پرداخته‌اند. تولید با استفاده از سرمایه انسانی (H) و سرمایه فیزیکی (K) صورت می‌گیرد. بازدهی نسبت به مقیاس نیز ثابت فرض شده است. در این مدل بر اساس معادلات استخراجی نحوه اثرگذاری مالیات بر سرمایه فیزیکی و سرمایه انسانی به صورت مجزا بررسی شده است. مالیات بر سرمایه فیزیکی از یک سو رشد سرمایه انسانی را کاهش می دهند (اثر منفی بر رشد) و از سوی دیگر نسبت سرمایه به نیروی انسانی را در فرایند تولید کاهش می دهد، در زمان

تخصیص یافته بین کار - تحصیلات و فراغت، کل بازدهی سرمایه بعد از مالیات افزایش می یابد (اثر مثبت بر تولید)، مالیات بر سرمایه انسانی، نسبت سرمایه به نیروی کار در تولید را بالا می برد، در زمان تخصیص یافته بین کار تحصیلات و فراغت، کاهش بازدهی سرمایه پس از مالیات را به دنبال دارد، که به نوبه خود بر نسبت سرمایه به کار در تولید اثر می‌گذارد و اگر کشش جانشینی به حد کافی بالا باشد بر رشد اثر منفی می گذارد.

مطالعات تجربی، دامنه وسیعی از اثرات مالیات بر رشد را مطرح می‌کنند. ازاین رو برخی شواهد تجربی نیز در این قسمت بررسی می‌گردند. در جدول ۱، برخی از مطالعات انجام گرفته در زمینه اثرات مالیات آورده شده‌اند.

جدول۱- مطالعات تجربی منتخب در زمینه اثرات اقتصادی مالیات

مورد مطالعه	کشور یا منطقه	روش	خلاصه نتایج و یافته‌ها
مرتنز و راون (۲۰۱۳)	تغییرات در مالیات بر درآمد شرکتها و اشخاص - آمریکا بعد از جنگ دوم جهانی	خودرگرسیون برداری ساختاری	یک درصد کاهش در متوسط نرخ مالیات بر درآمد اشخاص، نرخ رشد تولید ناخالص داخلی سرانه را در اولین فصل ۱,۴ درصد و پس از سه فصل ۱,۸افزایش می دهد. یک درصد کاهش در متوسط نرخ مالیات بر درآمد شرکتها، نرخ رشد تولید ناخالص داخلی سرانه را در اولین فصل ۰,۴ و پس از یک سال ۰,۶ درصد افزایش می دهد.
دالبی و فرد (۲۰۱۲)	ایالت‌های کانادا سال‌های ۲۰۰۶-۱۹۹۷	داده‌های پنل	یک درصد کاهش در مالیات بر درآمد شرکتها نرخ رشد اقتصادی را بین ۰,۱ تا ۰,۲ افزایش می دهد
گمل و همکاران (۲۰۱۱)	۱۷ کشور OECD سالهای ۱۹۷۰- ۲۰۰۴	داده‌های تابلویی	مالیات بر درآمد و سود در بلندمدت دارای تأثیر منفی بر رشد اقتصادی می‌باشند
آرنولد و همکاران (۲۰۱۱)	۲۱ کشور OECD سالهای ۱۹۷۱- ۲۰۰۴	داده‌های تابلویی	مالیات بر درآمد سرمایه گذاری و رشد بهره‌وری را کاهش می‌دهند و یک درصد انتقال درآمد مالیاتی از مالیات بر درآمد (اشخاص و شرکتها) به مالیات بر مصرف و دارایی، تولید ناخالص داخلی سرانه را بین ۰,۲۵ تا ۱ درصد در بلندمدت افزایش می دهد.
آلسینا و آرداگنا (۲۰۱۰)	کشورهای OECD سالهای ۱۹۷۰- ۲۰۰۷	داده‌های تابلویی	محرک‌های مالی مبتنی بر کاهش مالیات با احتمال بیشتری نسبت به محرک‌های مبتنی بر افزایش مخارج، رشد اقتصادی را افزایش می‌دهند.
بارو و ردلیک	آمریکا سالهای ۱۹۱۲-	سری زمانی	کاهش یک درصدی در متوسط نرخ نهایی مالیات،

مورد مطالعه	کشور یا منطقه	روش	خلاصه نتایج و یافته‌ها
(۲۰۱۱)	۲۰۰۶		تولید ناخالص داخلی سرانه سال بعد را حدود ۰,۵ درصد افزایش می‌دهد.

ماخذ: یافته‌های پژوهشگر

میلانی و همکاران (۱۳۹۷) ضمن بررسی اثرات سیاست‌های مالیاتی بر اقتصاد زیرزمینی، نشان می‌دهند که مالیات بر سود و مالیات بر واردات به ترتیب بیشترین تأثیر را بر افزایش اقتصاد زیرزمینی داشته‌اند.(عبداله میلانی, بهرامی, توکلیان, & اکبرپور روشن, ۱۳۹۷)

فطرس و دلائی (۱۳۹۵) فرار مالیاتی را در چارچوب یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی مورد بررسی قرار داده‌اند. بر اساس نتایج این پژوهش وجود یک تکانه مثبت بهره‌وری بخش رسمی باعث افزایش تولید بخش رسمی و کاهش تولید زیرزمینی و به تبع آن کاهش فرار مالیاتی می‌شود.(فطرس & دلائی‌میلان, ۱۳۹۵)

میرمحمدی و جنتی (۱۳۹۵) با مروری بر تجربه اصلاح نظام مالیاتی در کشورهای مختلف، به مقایسه آن‌ها با اصلاح نظام مالیاتی ایران پرداخته‌اند. بر این اساس، رویکردهای اصلاح مالیاتی عموما بر کاهش آثار تحریفی مالیات به منظور حفظ رقابت پذیری اقتصاد، کاهش تنوع نرخ های مالیاتی به منظور کاهش تحریف‌های ناخواسته در قیمت های نسبی، گسترش مالیات بر ارزش افزوده به منظور کاهش بار مالیاتی بخش تولید، توجه به عدالت عمودی به جای عدالت افقی (پایه های مالیاتی گسترده، ساده و شفّاف) و همچنین کاهش هزینه‌های اداری و تمکین مالیاتی معطوف است. یکی از محورهای اصلاح مالیاتی، اصلاح دستگاه وصول مالیات است و شامل طیف وسیعی از اقدامات برای بهبود فرایندهای اجرایی مالیات می باشد. یکی از جنبه های اصلاح دستگاه مالیاتی، مدرنیزاسیون فرایندهای مالیاتی است. به گفته این مقاله، در بسیاری از کشورها حرکت به سمت بکارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات در این بخش، ارایه خدمات برخط به مودیان، تسهیل پراخت اینترنتی مالیات و غیره شتاب بیشتری گرفته و حتی برخی از آنها به استفاده از فناوری های مبتنی بر تلفن همراه در مالیات ستانی روی آورده اند. آنچه در بررسی تجربه برنامه های اصلاح مالیاتی در جهان در این مقاله مشاهده شده، ضرورت اصلاح سیاست‌های مالیاتی قبل از شروع برنامه اصلاح دستگاه مالیاتی و به تبع آن مدرنیزاسیون دستگاه اداری است. به عبارت دیگر، سیاستها، قوانین و مقررات مربوط بایستی برای یک دنیای مبتنی بر فناوری اطلاعات تدوین شوند و بدون توجه به آن، مکانیزاسیون فرایندهای مالیاتی با مقاومت‌های درونی و مخالفت‌های بیرونی همراه بوده و حتی ممکن است، نتیجه چندانی نداشته باشد.

حیدری و سعیدپور (۱۳۹۴) ضمن تجزیه و تحلیل تأثیر شوک‌های سیاست مالی و ضریب فزاینده مالی اقتصاد ایران در چارچوب مدل کینزین‌های جدید نشان می‌دهند که شوک افزایش مالیات بر مصرف منجر به کاهش تولید در کوتاه مدت می‌شود، همچنین شوک افزایش مخارج دولت با عث افزایش تولید در کوتاه مدت و افزایش تورم در بلند مدت می‌شود.(حیدری & سعیدپور, ۱۳۹۴)

احمدی موسوی و همکاران (۱۳۹۳) در مقاله‌ای با عنوان «آسیب‌شناسی نظام مالیاتی ایران و تبیین عوامل مؤثر در بروز آسیب‌ها» مهم‌ترین مشکل را نابسامانی قانونی دانسته و در بیان توضیحات پیرامون این مسئله به ابهام، عدم ثبات، تورم منابع فروقانونی (بخشنامه‌های مالیاتی) و عدم ضمانت اجرا به عنوان آسیب‌های قانونی در نظام مالیاتی ایران اشاره دارند. یکی دیگر از مواردی که از آن به عنوان مشکل نظام مالیاتی در این مقاله یاد شده، نبود زیرساخت مناسب در جهت پیشگیری از قانون‌گریزی مالیاتی در قالب عدم تمکین مالیاتی عنوان شده است.

عسکری (۱۳۹۲)، در مقاله‌ای با عنوان "کالبدشکافی اصلاح نظام مالیاتی کشور: چالش‌ها، برنامه‌ها و عملکرد نظام مالیاتی" به بیان ویژگی‌های نظام مالیاتی در ایران و بررسی مشکلات آن پرداخته است. ترکیب نامناسب تولید ملی و گستردگی بخش خدمات، تولید ملی و نحوه توزیع درآمد در کشور، سنتی بودن نظام توزیع و بخش مشاغل، سهم بالای بخش‌های معاف از مالیات و محدود بودن پایه‌های مالیاتی، حجم نسبتاً بالایی از اقتصاد زیرزمینی، وجود نهادهای عمومی با گردش مالی بالا، پیچیدگی قوانین و مقررات مالیاتی، ضعف ضمانت های اجرایی قوانین مالیاتی، محدودبودن پایه های مالیاتی، معافیت‌های گسترده مالیاتی، اثربخشی پایین برخی از مشوق‌های مالیاتی، کمبود نیروی انسانی ماهر بر بودجه، عدم وجود پایگاه اطلاعات اقتصادی و مالی یکپارچه، فرایندهای ناکارامد مالیاتی، عدم وجود نگاه یکپارچه به مؤدی مالیاتی، عدم همکاری اصناف درخصوص تکالیف قانونی و صنفی آنها از مهم‌ترین مشکلات و چالش های نظام مالیاتی براساس ارکان سه گانه تشکیل دهنده یعنی رکن تولید ملی، قوانین و مقررات و سازمان وصول مالیات عنوان شده است.

نظری و فدایی (۱۳۹۲) به آسیب‌شناسی نظام مالیاتی در ایران از منظر ارکان آن یعنی قوانین و مقررات، سازمان اجرایی و مؤدیان مالیاتی پرداخته‌اند. آنها بر اساس گزارش وزارت امور اقتصادی و دارایی (۱۳۹۰) معتقدند که رکن اساسی نظام مالیاتی یعنی قوانین و مقررات از ضعف‌های زیر رنج می‌برد: «پیچیدگی و عدم جامعیت؛ وجود معافیت‌های کلی و گسترده در عین ناکارآمدی؛ ضعف در ضمانت‌های اجرایی؛ محدودیت در پایه‌های مالیاتی»

گرایی‌نژاد و چپردار (۱۳۹۱) ضمن اشاره به عملکرد پایین‌تر از متوسط نظام مالیاتی کشور نسبت به سایر کشورها، به عواملی نظیر وسعت بخش کشاورزی به عنوان بزرگترین بخش استفاده‌کننده از معافیت‌های مالیاتی، وابستگی بودجه به درآمدهای نفتی، عوامل فرهنگی، عوامل انگیزشی سازمان وصول‌کننده مالیات، حجم اقتصاد زیرزمینی و وضعیت توزیع درآمدها به عنوان علل این موضوع اشاره کرده‌اند. از نظر آنها معافیت‌های موضوعی باید برای یک دورهٔ مشخص تدوین و در طول دوره میزان معافیت به طور نزولی تعیین شود. در غیر این صورت اهداف دولت در راستای تشویق برخی فعالیت‌ها و بخش‌های اقتصادی نسبت به سایرین در عمل به ضد خود تبدیل می‌شود کما اینکه نتایج بررسی‌های آنها برای ایران حاکی از همین عارضه است. پیشنهاد اساسی آن‌ها این است که معافیت‌ها مثلاً معافیت‌های کشاورزی در یک زمان‌بندی مشخص حذف شود و در عوض عواید حاصله صرف توسعهٔ بخش مورد نظر (در اینجا کشاورزی) شود. وجود وقفه در وصول درآمدهای مالیاتی ناشی از مشکلات اجرایی، اعتراضات، مجوزهای قانونی و تخطی مؤدیان از دیگر مشکلات این بخش است که مخصوصاً در شرایط تورمی باعث کاهش ارزش درآمدهای دولت می‌شود. در نهایت تمکین نامناسب مالیاتی عمدتاً ناشی از عوامل فرهنگی و سیاسی و تاریخی کشور باعث افزایش هزینه‌های وصول مالیات در کشور شده است.

پژویان و درویشی (۱۳۸۹) در مقاله‌ای با عنوان اصلاحات ساختاری در نظام مالیاتی ایران به بیان برخی پیشنهادات در خصوص بهبود نظام مالیاتی پرداخته‌اند که اجرای مالیات بر جمع درآمد و مالیات بر عایدی سرمایه از این موارد است.

۳- روش پژوهش

ساختار مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) مانند دیگر مدل‌های تعادل عمومی، باهدف توصیف رفتار کل اقتصاد و به‌کارگیری تحلیل تعاملات تصمیمات خرد در سطوح مختلف بناشده است. تصمیماتی که در اغلب مدل های تعادل عمومی پویای تصادفی مدنظر قرار می‌گیرد، در ارتباط با کمیت های کلان مورد مطالعه در اقتصاد است. ازجمله این کمیت ها می‌توان به مصرف و پس انداز و سرمایه‌گذاری و درنهایت عرضه و تقاضای نیروی کار اشاره کرد. تصمیم گیران در این مدل کارگزار نامیده می شوند که می تواند شامل خانوار و بنگاه اقتصادی، دولت و حتی بانک های مرکزی کشورهای مختلف باشد. مدل تعادل عمومی پویای تصادفی دارای سه عنصر اساسی است که نام این مدل انعکاس این عناصر است که عبارتند از عنصر تعادل عمومی، عنصر پویایی و عنصر تصادفی بودن.

۳-۱- مفهوم تعادل عمومی

در اصل مفهوم تعادل عمومی از حوزه اقتصاد برنخاسته است . اصل این بحث به علم فیزیک مربوط می شود، اما اکنون به عنوان یک ویژگی سیستم‌ها و درنتیجه موضوع نظریه عمومی سیستم‌ها تلقی می‌گردد. طبق تعریف، تعادل به وضعیتی اطلاق می‌شود که هر حرکت در آن تمایل به ماندگاری و سکون دارد، بنابراین در (نقطه) تعادل دیگر حرکتی وجود نداشته و هیچ تمایلی به تغییر نیز وجود ندارد (فیزیک‌دانان حرکت دوره‌ای باثبات را نیز در زمره تعادل لحاظ می‌کنند) درواقع، این نوع تعریف و تجزیه و تحلیل از تعادل، تعادل مکانیکی نامیده می‌شود. این‌که آیا تعادل عمومی اقتصاد به طورکلی می‌تواند در هر شرایطی وجود داشته باشد نخستین بار به عنوان یک مسئله توسط لئون والراس مدنظر قرار گرفت. وی با کمک ابزار ریاضی و با در نظر گرفتن فروض رقابت کامل و تحرک کامل نهاده ها و انعطاف پذیری قیمت‌ها و ثبات سایر متغیرها و در یک قالب نظری محض به بیان چگونگی ارتباط بازارها با یکدیگر پرداخت، درنهایت به راه حلی دست یافت که در قالب آن تمام بازارها به طور هم زمان به تعادل می‌رسند. بولند (۱۹۹۳)

بنابراین از نظریه تعادل عمومی که توسط والراس معرفی شد به تعادل والراسی بازار نیز یاد می‌شود. نظریه تعادل عمومی شاخه‌ای از اقتصاد نئوکلاسیک است که تلاش می‌کند شکل گیری عرضه، تقاضا و قیمت را در کل اقتصاد با در نظر گرفتن ارتباط بین بازارهای مختلف توضیح دهد. برخلاف تعادل جزئی که در آن عرضه و تقاضا تنها در یک بازار بررسی می‌شود و قیمت در بازارهای دیگر ثابت در نظر گرفته می‌شود در نظریه تعادل عمومی تمام عوامل تشکیل دهنده بازارهای مختلف به صورت درون زا بررسی می‌شوند. به عبارت دیگر، در تعادل جزئی قیمت در هر بازار به صورت جداگانه و مستقل از سایر بازارها و با فرض ثابت بودن قیمت در سایر بازارها و به وسیله منحنی های عرضه و تقاضا تعیین می شود، اما در تحلیل تعادل عمومی قیمت‌ها و مقادیر در تمام بازارهای مرتبط با در نظر گرفتن آثار متقابل، تعامل‌ها و بازخوردها به طور هم‌زمان تعیین می‌شوند.

۳-۲- مفهوم پویایی

برای مؤثر بودن الگوهای اقتصاد کلان در تحلیل‌های سیاست‌گذاری، این الگوها باید بتوانند به تمام موارد مرتبط با یک سیاست‌گذاری پاسخ دهند. در اقتصادسنجی، سری‌های زمانی اجازه توصیف پویایی های اقتصاد کلان را می دهد. چنان‌چه X_t برداری از متغیرهای سری زمانی باشد که بتوان آنها را توسط وقفه‌های آن به صورت یک مجموعه چند متغیره (ARMA) مدل سازی کرد، در آن صورت می‌توان نوشت:

رابطه ۳-۱)

$$X_t = \varphi_1 X_{t-1} + \cdots + \varphi_p X_{t-p} + \varepsilon_t + \phi_1 \varepsilon_{t-1} + \cdots + \phi_q \varepsilon_{t-q}$$

که در آن $\varphi_1, \ldots, \varphi_p, \phi_1, \ldots, \phi_q$ ماتریس‌های مربع شامل پارامترها و ε_t بردار مربوط به جملات اخلال است. یک مدل VAR۱ را معمولا به شکل زیر می‌نویسند:

رابطه ۳-۲)

$$X_t = \varphi_1 X_{t-1} + \cdots + \varphi_p X_{t-p} + \varepsilon_t$$

می‌توان مدل خودرگرسیون برداری را به‌صورت زیر نیز در نظر گرفت:

رابطه ۳-۳)

$$X_t = A X_{t-1} + \varepsilon_t$$

که در آن A یک ماتریس n×n از ضرایب و ε_t یک بردار n×1 از شوک‌هاست؛ بنابراین مدل VAR یک الگوی اقتصاد کلان ارائه می‌دهد که پویایی‌های اقتصاد در آن آورده شده است به نحوی که چگونگی تغییر اقتصاد را در طول زمان درنظر می‌گیرد.

۳-۳- مفهوم تصادفی بودن

الگوهای VAR، الگوهای تصادفی محسوب می‌شوند. داشتن جزء تصادفی از اهمیت قابل توجهی برخوردار است که علاوه بر ویژگی پویایی یک الگو می‌باشد. مدلی مانند مدل زیر تنها دارای پویایی می‌باشد:

رابطه ۳-۴)

$$X_t = a + b X_{t-1}$$

در این مدل پویا اگر $-1 < b < 1$ باشد مدل در طول زمان به سمت مقدار $\frac{a}{1-b}$ میل می‌کند که اگر$0 < b < 1$ باشد به سمت مقدار $\frac{a}{1-b}$ به صورت یکنواخت میل می‌کند و اگر $-1 < b < 0$ باشد به صورت نوسانی به سمت این مقدار می‌رود. اگر $|b| > 1$ باشد X_t به صورت انفجاری خواهد بود و در بلند مدت به سمت هیچ مقداری میل نخواهد کرد؛ بنابراین چنین مدلی که فاقد عنصر تصادفی بودن است به‌عنوان یک مدل اقتصاد کلان دارای محدودیت‌های زیادی خواهد بود. متغیرهای اقتصاد خرد، در عمل به صورت انفجاری یا نوسانی در چرخش نیستند و به سمت مقدار بلند مدت خود میل می‌کنند. در مقابل، متغیرهای اقتصاد کلان به صورت نوسانات تصادفی

مشخص می‌شوند. بر این اساس در طراحی و ساخت مدل کلانی که قابلیت هماهنگی با نوسانات مشاهده شده در اقتصاد را داشته باشد بایستی شوک‌ها در نظر گرفته شوند. این موضوع که این شوک‌ها چه هستند و چگونه اقتصاد به آن‌ها واکنش نشان می‌دهد از جمله سوالات اصلی مطرح در اقتصاد سنجی حال حاضر می‌باشند.

مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی ازآن جهت تصادفی هستند که تحت تأثیر شوک های تصادفی نظیر تغییرات فناوری یا خطا در سیاست گذاری اقتصاد کلان قرار می‌گیرند؛ که وجه تمایز آن ها با مدل‌های ایستای تحت مطالعه در تئوری تعادل عمومی والراسی و تعادل عمومی قابل محاسبه کاربردی۲ است. مدل‌های پیش‌بینی سنتی کلان-سنجی از دهه ۷۰ تاکنون مورد توجه بانک‌های مرکزی بوده و رابطه پویا بین قیمت‌ها و مقادیر را در بخش‌های مختلف اقتصاد برآورد کرده که متشکل از تعداد زیادی متغیر هستند. مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی با تعداد متغیر کمتری سروکار داشته و تمایل زیادی به خلاصه کردن جزئیات دارند. آنچه این مدلها در تلخیص جزئیات از دست می‌دهند با به دست آوردن سازگاری منطقی جبران می‌شود (ابراهیمی, ۱۳۸۹).

۳-۴- انتظارات در مدل تعادل عمومی پویای تصادفی

همانند سایر مدل‌های تعادل عمومی، مدل‌های DSGE به دنبال تبیین اقتصاد به عنوان یک کل از طریق کنش متقابل میان تعداد زیادی از تصمیم گیری‌های اقتصاد خردی (مانند مصرف، پس‌انداز، سرمایه گذاری، عرضه نیروی کار و تقاضای نیروی کار) می باشند. تصمیم گیران در مدل، اغلب کارگزار نامیده می‌شوند که می‌تواند شامل خانوارها، بنگاه‌های تجاری و برحسب شرایط مورد مطالعه دولت و بانک مرکزی شود. این مدل ها به این دلیل که چگونگی روند اقتصاد در طول زمان را در نظر می‌گیرند پویا نامیده می شوند و ازآن رو تصادفی هستند که این واقعیت را در نظر می‌گیرند که اقتصاد تحت تأثیر تکانه های تصادفی از قبیل تغییرات فن آوری، تغییرات در قیمت نفت یا تغییرات در سیاست‌گذاری‌های کلان اقتصادی قرار می‌گیرد. این مدل‌ها جهت داشتن یک توصیف منسجم از اقتصاد کلان باید اجزاء اقتصادی زیر را در برداشته باشند:

ترجیحات: اهداف عاملین اقتصادی بایستی مشخص شود. برای مثال ممکن است خانوارها به عنوان کارگزار اقتصادی که به دنبال حداکثر نمودن تابع مطلوبیت ناشی از مصرف و کار می باشد در نظر گرفته شود یا بنگاه ها به عنوان کارگزار اقتصادی که به دنبال حداکثر کردن سود می‌باشد در نظر گرفته شود.

فناوری: ظرفیت تولیدی کارگزاران در اقتصاد بایستی مشخص شود. به عنوان مثال بنگاه ها ممکن است دارای تابع تولیدی ای در نظر گرفته شوند که میزان کالاهای تولیدی را تابعی از میزان نیروی کار، سرمایه یا نهاده‌های دیگری که بنگاه‌ها استخدام می‌کنند در نظر بگیرد. همچنین محدودیت‌های فناوری تصمیمات کارگزاران بایستی هزینه های تعدیل موجودی‌های سرمایه، نیروی کار یا قیمت تولیدات آن‌ها را نیز در برداشته باشد.

چارچوب نهادی: محدودیت‌های نهادی حاکم بر کنش‌های متقابل اقتصادی بایستی مشخص شوند. در بسیاری از مدل های DSGE این موضوع می‌تواند به معنای اتخاذ تصمیمات توسط کارگزاران تحت محدودیت‌های برونزای بودجه‌ای باشد؛ و اینکه قیمت‌ها به نحوی در نظر گرفته شوند که تا تسویه بازارها، آن‌ها تعدیل شوند. همچنین می‌تواند به معنی لزوم تعیین قواعد سیاست پولی یا مالی یا حتی چگونگی تغییر قواعد سیاستی و محدودیت‌های بودجه‌ای بر پایه تغییر فرآیندهای سیاستی باشد.

با تصریح ترجیحات (آنچه کارگزاران میخواهند)، فنّاوری (آنچه کارگزاران بتوانند تولید کنند) و نهادها (روشی که بر اساس آن در تعامل هستند)، امکان آن فراهم می شود که با حل مدل DSGE بتوان پیش‌بینی کرد چه چیزی واقعاً تولید، مبادله و مصرف می‌شود و این پیش‌بینی با به‌کارگیری چارچوب جدید نهادی معتبر خواهد بود.

در مقابل، مدل‌های سنتی بر اساس روابط مشاهده شده گذشته بین متغیرهای کلان اقتصادی برآورد می‌شوند و انتظار می‌رود چنین روابطی با معرفی سیاست‌های جدید دچار تغییر شوند و به این ترتیب پیش‌بینی‌های مبتنی بر مشاهدات گذشته اعتبار خود را از دست بدهد (متوسلی, ابراهیمی, شاهمرادی, & کمیجانی, ۱۳۸۹).

یکی از ابعاد رفتار بهینه که در الگوهای اقتصادسنجی کلان دارای اهمیت است انتظارات است. آنچه کارگزاران و عوامل اقتصادی انتظار دارد به وقوع بپیوندد در چگونگی رفتار فعلی آن‌ها بسیار مؤثر است. یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی را می‌توان به صورت زیر در نظر گرفت:

رابطه ۳-۵)

$$\mathrm{X_t} = C\mathrm{X_{t-1}} + DE_t\mathrm{X_{t+1}} + \varepsilon_t$$

به نحوی که D,C ماتریس n×n از ضرایب هستند و E_t به معنای انتظارات شکل گرفته در دوره زمانی t است. برای تعیین عامل یا عواملی که ارزش‌های انتظاری $E_t\mathrm{X_{t+1}}$ را مشخص می‌کنند نگرش جدید اتخاذ فرض عوامل بهینه بر فرض انتظارات عقلایی قرار دارد. این انتظارات ارزش‌هایی را می‌گیرند که با امید ریاضی کسی که می‌داند ساختار اقتصادی مبتنی بر رابطه (۳-۵) می‌باشد

سازگاری دارند. تحت برخی شرایط و به‌کارگیری برخی از روش‌ها، این مدل‌ها به صورت فرم تقلیل یافته زیر در می‌آیند:

رابطه ۳-۶)

$$X_t = FX_{t-1} + G\varepsilon_t$$

که در این معادله F,G ماتریس‌های n×n هستند که ضرایب آن‌ها به ضرایب ساختاری در D,C و ماهیت فرایند شوک‌ها بستگی دارد. از این‌رو مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی مانند الگوی *VAR* مقید شده عمل می‌کنند (جزدانی, ۱۳۹۵).

۳-۵- ساختار الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی

جهت خلق یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی، ابتدا یک مدل اولیه طراحی می شود که روابط اساسی میان اجزاء و کارگزاران یعنی خانوارها، بنگاه‌ها، دولت و برحسب ماهیت مطالعه بانک مرکزی و دنیای خارج را در برمی‌گیرد. سپس با افزودن جزئیات متناسب با شرایط مورد نظر مطالعه، و با در نظر گرفتن اجزای زیر مدل اولیه بسط یافته و گسترش داده می شود.

الف- خانوارها:

۱) مصرف کننده هستند.
۲) تصمیم می‌گیرند که چه مقدار مصرف کنند و چه مقدار سرمایه گذاری کنند.
۳) تنها عرضه کننده انحصاری انواع مختلف نیروی کار هستند.
۴) درآمد آن‌ها از محل عرضه نیروی کار خود، دریافت سود بنگاه‌های تولیدکننده کالای واسطه و دریافت پرداخت‌های انتقالی از دولت می‌باشد.
۵) ارزش حال مطلوبیت انتظاری خود را حداکثر می‌نمایند.
۶) مخارج آن‌ها شامل خرید کالاها و خدمات نهایی و پرداخت مالیات به دولت می‌شود.

ب- بنگاه ها:

۱) تقاضاکننده نیروی کار هستند.
۲) سرمایه استخدام می‌کنند.
۳) عرضه کننده انحصاری کالاهای مختلف هستند و توانایی قیمت‌گذاری دارند.
۴) از محل عرضه کالاهای تولیدی خود درآمد کسب می‌کنند.
۵) مخارج آن‌ها شامل پرداخت هزینه‌های تولید ناشی از به‌کارگیری نهاده‌های تولیدی و پرداخت مالیات به دولت می‌باشد.

۶) سود خود را حداکثر می‌کنند.

هردوی خانوارها و بنگاه‌ها با قیود اصطکاکی اسمی[۳] زیادی مانند دستمزدها و قیمت‌های چسبنده، شاخص بندی جزئی دستمزدها و قیمت‌ها، روبرو هستند که توانایی آنان را در تنظیم مجدد دستمزدها و قیمت‌ها محدود می‌نماید. در بخش حقیقی، سرمایه به صورت درونزا انباشت می‌شود و محدودیت‌های حقیقی وجود دارد که به علت وجود سرمایه‌گذاری و هزینه‌های تعدیل و هزینه‌های ثابت و متغیر به‌کارگیری سرمایه ایجاد می‌شود. عادات مصرفی خانوارها مقاومت‌هایی را در مصرف آن‌ها ایجاد می‌کند و تابع مطلوبیت آن‌ها برحسب مصرف، فراغت و تراز پولی، جدا پذیر است.

ج- دولت:

از محل دریافت مالیات از بنگاه ها و خانوارها، با استفاده از حق انتشار پول و بدهی درآمد کسب می‌کند و درآمد خود را صرف خرید کالا و خدمات و نیز بازپرداخت بدهی‌ها می‌کند.

د- مقام پولی:

با توجه به ساختار اقتصادی یک کشور، مقام پولی ابزارهای مختلفی مانند نرخ بهره، حجم پول و غیره در اختیار داشته و به دنبال هدف‌گیری نرخ تورم یا رشد اقتصادی یا اهداف تعریف شده دیگر بر اساس نیاز اقتصاد می‌باشد.

ه- دنیای خارجی:

دنیای خارج برای اقتصاد داخلی سرمایه، کالا و خدمات فراهم می‌کند و بازاری بالقوه برای تولیدات داخلی محسوب می‌شود.

این مدل پایه‌ای با ساختار تصادفی مرتبط با انواع شوک‌ها مانند: شوک طرف عرضه (بهره‌وری و نیروی کار)، شوک طرف تقاضا (ترجیحات سرمایه گذاری و مخارج دولت) و شوک پولی (نرخ بهره و سایر متغیرهای هدف گذاری شده) پایه‌گذاری شده است؛ که این شوک‌ها معمولاً از یک فرآیند خودرگرسیونی مرتبه اول تبعیت می‌کنند (جزدانی, ۱۳۹۵).

بعد از تصریح مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی، دو شرط مهم برای حصول تعادل باید برقرار باشد. ۱- کارگزاران بهینه‌یابی انجام دهند. ۲- بازارها اعم از بازار کالا و کار تسویه شوند.

۳-۶- فرآیند حل مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی

جهت ارزیابی تجربی مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی، تمرکز، بر دستیابی به راه‌حل‌های تقریبی، پس از به دست آوردن معادلات اصلی است زیرا این معادلات غالباً غیرخطی هستند. در

این زمینه چند نوع تقریب وجود دارد که یکی از آنها روش تقریب لگاریتم خطی است. به این ترتیب یکی از متداول‌ترین رویه‌های حل مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی غیرخطی طی کردن مراحل زیر می‌باشد:

۱) تعیین معادلات اصلی که شامل معادلات حاصل از استخراج شرایط مرتبه اول بهینه‌یابی کارگزاران اقتصادی، معادلات مربوط به قیدهای مربوط به تسویه بازارها و معادلات شوک‌های تصادفی
۲) تعیین وضعیت پایدار (یکنواخت) معادلات اصلی مدل
۳) تعیین فرم لگاریتم خطی معادلات اصلی حول وضعیت پایدار با استفاده از روش‌هایی مانند بسط تیلور و یا روش اوهلیگ (۱۹۹۵)
۴) کالیبره نمودن پارامترها و برآورد مدل از روش بیزی
۵) جایگذاری داده‌های حاصل از برآورد در مدل و به دست آوردن توابع واکنش

۳-۷- بررسی تجربی مدل تعادل عمومی پویای تصادفی

بررسی تجربی مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی نیازمند تکمیل و طی دو مرحله می باشد. مرحله اول، آماده ساختن مدل برای تحلیل است و در مرحله دوم، باید داده‌های لازم برای تطبیق مدل با واقعیت، تهیه شود.

در مرحله آماده سازی مدل، باید شرایط حاکم بر تصمیم‌گیرندگان اقتصادی، مجموعه قواعد تصمیم‌گیری که رفتار آن‌ها را تبیین می‌کند و نااطمینانی‌هایی که این کارگزاران با آن روبرو هستند، مشخص شود. این اجزاء، منتهی به شکلی از سیستم غیرخطی معادلات دیفرانسیل انتظاری می شوند. چنین سیستمی به صورت مستقیم قابلیت تحلیل تجربی را ندارد، ولی با انجام تبدیلاتی می توان آنها را به سیستم‌های قابل کاربرد تجربی تبدیل کرد. برای این تبدیلات، باید سیستم غیرخطی را تقریب خطی زد که معمولاً از تقریب تیلور استفاده می شود. در مرحله بعد، بایستی داده ها را برای استفاده، آماده نمود. آماده سازی داده‌ها در دو گام صورت می‌گیرد:

گام اول، در نظر گرفتن وجود مطابقت میان متغیرهای استفاده شده در مدل و متغیرهایی که توسط داده‌ها اندازه‌گیری شده‌اند می‌باشد. گام دوم آماده سازی داده‌ها، روند زدایی از داده هاست. اگر یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی برای تبیین رفتار ادواری مجموعه‌ای از داده‌ها طراحی شده و داده‌های دنیای واقعی حاوی اطلاعات روندی و سیکلی باشد، قبل از شروع تحلیل باید جزء روند را ازداده‌ها حذف کرد. فیلتر هدریک-پرسکات ازجمله روش‌هایی است که برای حذف جزء روند داده‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرد.

روش بیزین یکی از روش‌های اصلی جهت تخمین تجربی و برآورد پارامترهای ساختاری مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی است (روش حداکثر درست‌نمایی نیز در واقع، حالت خاصی از بیزین است). روش بیزین با افزودن مفهوم توزیع پیشین داده‌ها به تابع درست‌نمایی و تشکیل توزیع پسین داده‌ها، بر پایه روش‌های شبیه‌سازی مونت کارلو و الگوریتم‌هایی چون متروپولیس-هستینگز تجزیه و تحلیل تجربی مدل‌های تعادل عمومی را انجام می‌دهد.

رویکرد بیزی جایگزینی برای آمار کلاسیک به شمار می‌رود. این رویکرد تلفیقی از عناصر کالیبراسیون و دیگر روشهای برآورد است که مستلزم تصریح اطلاعات پیشین از طریق تابع چگالی اطلاعات پیشین و اطلاعات نهفته در مشاهدات نمونه از طریق تابع درست‌نمایی می‌باشد. از حاصل ضرب این دو توزیع بر اساس قضیه بیز، توزیع جدیدی که توزیع احتمال پسین نامیده می‌شود به دست می‌آید. قضاوت‌ها و تصمیم‌گیری بر اساس این توزیع می باشد. نتایج استنباط بیزی در قالب میانگین پسین، انحراف استاندارد پسین و فاصله اعتبار که مشابه مفهوم فاصله اطمینان اما متفاوت از آن است بیان می‌شود (رستمی & مکیان, ۱۳۹۸).

برای تعیین پارامترهای مدل‌های تعادل عمومی تصادفی از دو روش کالیبراسیون و بیزی استفاده می‌شود. قبل از مطالعه اسمت و وترز (۲۰۰۷)، روش تعیین پارامترهای معادلات براساس روش کالیبره کردن بود، دلیل آن عدم وجود داده‌ها و کمی حجم داده‌ها بوده است. درحالی‌که روش بیزی اساساً بر حجم داده‌های بسیار اندک استوار است و بر همین اساس امروزه این روش در برآورد مدل های DSGE از اهمیت بالایی برخوردار است. مشخصه بارز رویکرد بیزی برای استنتاج، نسبت دادن احتمالات عددی به درجه اطمینان محقق می‌باشد. البته درجه اطمینان محقق در مورد درستی یک فرضیه به میزان اطلاعات وی در آن لحظه بستگی دارد، پس با تغییر اطلاعات در مورد یک عبارت می‌بایست در مورد احتمال درستی و نادرستی عبارت موردنظر تجدیدنظر صورت گیرد. فرایند تجدیدنظر در احتمال از طریق اطلاعات جدید به وسیله بردار اطلاعات Y مشخص می‌شود. $P(H|I_0)$ تابع چگالی احتمال پیشین مربوط به فرض H، مبتنی بر اطلاعات پیشین I_0 است. این اطلاعات معمولا ترکیبی از اطلاعات قبلی داده‌ای، مطالعات تجربی، مشاهدات و نظریه‌ها می‌باشند. $P(Y|H)$ تابع چگالی احتمال برای مشاهدات جدید Y به وسیله فرضیه H هست. این تابع چگالی احتمال به عنوان تابع درست‌نمایی شناخته می‌شود. برای بدست آوردن تابع چگالی احتمال پسین می‌بایست تابع چگالی احتمال پیشین با تابع درست‌نمایی به وسیله نظریه بیزی با هم ترکیب شوند. (توکلیان & صارم, ۱۳۹۶).

روش بیزین با افزودن مفهوم توزیع پیشین داده‌ها به تابع درست‌نمایی و تشکیل توزیع پسین داده‌ها، بر پایه روش‌های شبیه‌سازی مونت کارلو (MCMC) و الگوریتم هایی چون متروپولیس-هستینگز تجزیه وتحلیل تجربی مدل‌های تعادل عمومی را انجام می‌دهد. (همان)

۴- تحلیل مدل پژوهش

۴-۱- خانوار

در چارچوب یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی، فرض می‌شود اقتصاد از تعداد زیادی خانوار همگن (با اندیس i) تشکیل شده که به‌دنبال حداکثر نمودن مطلوبیت تنزیل شده انتظاری بین‌دوره‌ای خود می‌باشند:

رابطه ۴-۱)

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\frac{\left(C_{T,t}^i\right)^{1-\sigma_c}}{1-\sigma_c} - \frac{\chi}{1+\eta}\left(L_t^i\right)^{1+\eta} + \frac{\zeta}{1-b}\left(\frac{M_t^i}{P_{T,t}}\right)^{1-b} \right)$$

که در آن E عملگر انتظارات و β عامل تنزیل ذهنی است که در بازه $0 < \beta < 1$ قرار دارد. $\eta \geq 0$ نشان دهنده معکوس کشش عرضه‌ی نیروی کار با توجه به دستمزد حقیقی است $\left(L_t^i : t \geq 0\right)$، $\sigma_c > 0$ بیانگر ضریب ریسک‌گریزی نسبی است که نشان دهنده معکوس کشش جانشینی مصرف$\left(C_t^i\right)$ است. معکوس کشش مانده پول نسبت به نرخ بهره با b نشان داده شده است. ζ پارامتر ترجیح مانده پولی است. مصرف و مانده‌ی حقیقی پول با مطلوبیت خانوار رابطه مستقیم و میزان کار کردن با آن رابطه عکس دارد.

$C_{T,t}^i$ شاخص مصرف کلیه‌ی کالاها است که از سوی خانوار به مصرف می‌رسد و به صورت ترکیبی از کالاهای مصرفی داخلی$C_{d,t}$ و کالاهای مصرفی وارداتی$C_{m,t}$ به صورت زیر درنظر گرفته می‌شود:

رابطه ۴-۲)

$$C_{T,t} \equiv \left[(1-\alpha_c)^{\frac{1}{\eta_c}} \left(C_{d,t}\right)^{\frac{\eta_c - 1}{\eta_c}} + (\alpha_c)^{\frac{1}{\eta_c}} \left(C_{m,t}\right)^{\frac{\eta_c - 1}{\eta_c}} \right]^{\frac{\eta_c}{\eta_c - 1}}$$

که η_c کشش جانشینی بین دوره‌ای مصرف میان کالاهای مبادله‌ای تولید داخل و کالاهای وارداتی است. همچنین α_c و $(1-\alpha_c)$ به ترتیب سهم کالاهای وارداتی و کالاهای داخلی در سبد مصرفی خانوار می‌باشند. به منظور بیان شکل ریاضی شاخص مصرف، اولا باید نشان دهیم بی‌نهایت کالای مصرفی اما شمارش‌پذیر در اقتصاد وجود دارد و دوم با استفاده از یک شکل تبعی، ارتباط

میان این بی‌نهایت کالا و شاخص مصرفی را نشان دهیم. اگر $C_t(j)$ مبین میزان مصرف خانوار از کالای jام باشد، آن‌گاه تعداد بی‌نهایت اما شمارش‌پذیر کالاهای مصرفی را می‌توان به صورت نماد نشان داد. در مرحله دوم باید شکل تبعی ارتباط میان شاخص مصرف و این بی‌نهایت کالای مصرفی را نشان دهیم. به عبارت دیگر، این رابطه باید به نحوی باشد که شاخص مصرف را به صورت ترکیب کلیه کالاها نشان دهد. به طور معمول در مطالعات، از شاخص دیگزیت و استیگلیتز (۱۹۹۷) برای نشان دادن این شکل تبعی استفاده می‌شود. بر این اساس، شاخص مصرف به صورت زیر تعریف و بیان می‌شود:

رابطه ۴-۳)

$$C_{d,t} = \left[\int_0^1 C_{d,t}(j)^{\frac{\upsilon-1}{\upsilon}} dj\right]^{\frac{\upsilon}{\upsilon-1}}$$

رابطه ۴-۴)

$$C_{m,t} = \left[\int_0^1 C_{m,t}(j)^{\frac{\upsilon-1}{\upsilon}} dj\right]^{\frac{\upsilon}{\upsilon-1}}$$

که در رابطه فوق، $\upsilon > 1$ کشش جانشینی مصرف میان کالاهای مختلف است. بنابراین، خانوار باید دو مسیر بهینه را مشخص کند: ۱.نخست، خانوار باید مسیر بهینه‌ی مصرف C_t را مشخص سازد. مسیر بهینه‌ی شاخص مصرف از حداکثرسازی تابع مطلوبیت خانوار نسبت به قید بودجه‌ی آن مشخص می‌شود. ۲. پس از مشخص شدن مسیر بهینه‌ی شاخص مصرف، در مرحله‌ی دوم، خانوار باید مشخص کند از این میزان شاخص مصرف، چه مقدار باید به مصرف هر کالای نوعی $C_t(j)$ تخصیص یابد؛ به عبارت دیگر، تقاضای بهینه برای هر کالای مصرفی تعیین می‌شود.

هزینه خانوار برای خرید کالای مصرفی که ترکیبی از کالاهای وارداتی و تولیدی داخل است را می‌توان به صورت زیر نوشت:

رابطه ۴-۵)

$$P^c_{T,t}C_{T,t} = \left(1+\tau^c_{d,t}\right)P^c_{d,t}C_{d,t} + \left((1+\tau^c_{d,t})(1+\tau^c_{m,t})\right)P^c_{m,t}C_{m,t}$$

$P^c_{T,t}$، شاخص کل قیمت کالاهای مصرفی (CPI)، $P^c_{d,t}$، شاخص قیمت کالاهای مصرفی داخلی (برابر با شاخص قیمت کالاهای تولیدی داخلی) و $P^c_{m,t}$ شاخص قیمت کالاهای مصرفی وارداتی می‌باشند. کالاهای مصرفی تولید داخل در هنگام خرید با نرخ $\tau^c_{d,t}$ (نرخ مالیات بر مصرف کالاهای

داخلی) مشمول مالیات می‌شوند. در مورد کالاهای مصرفی وارداتی علاوه بر نرخ $\tau_{d,t}^{c}$ مشمول مالیات بر واردات کالاهای مصرفی با نرخ $\tau_{m,t}^{c}$ نیز می شوند.

پس از حل معادله لاگرانژ و بهینه‌یابی خانوار و استخراج توابع تقاضای خانوار، فرم لگاریتم خطی شاخص کل قیمت کالاهای مصرفی به صورت زیر خواهد بود:

رابطه ۴-۶)

$$\hat{\pi}_t^c = (1-\alpha_c)\left(\frac{(1+\bar{\tau}_d^c)\bar{p}_d}{\bar{P}_T^c}\right)^{1-\eta_c}\left(\hat{\pi}_{d,t}^c + \frac{\bar{\tau}_d^c(\hat{\tau}_{d,t}^c - \hat{\tau}_{d,t-1}^c)}{1+\bar{\tau}_d^c}\right) + \alpha_c\left(\frac{(1+\bar{\tau}_d^c)(1+\bar{\tau}_m^c)\bar{P}_m^c}{\bar{P}_T^c}\right)^{1-\eta_c}\left(\hat{\pi}_{m,t}^c + \frac{\bar{\tau}_d^c(\hat{\tau}_{d,t}^c - \hat{\tau}_{d,t-1}^c)}{1+\bar{\tau}_d^c} + \frac{\bar{\tau}_m^c(\hat{\tau}_{m,t}^c - \hat{\tau}_{m,t-1}^c)}{1+\bar{\tau}_m^c}\right)$$

که در آن $\hat{\pi}_t^c = \hat{P}_{T,t}^c - \hat{P}_{T,t-1}^c$ معادله نرخ تورم بر اساس شاخص قیمت مصرف‌کننده است. شکل لگاریتم خطی معادله مصرف داخلی و وارداتی نیز به تفکیک عبارتند از:

رابطه ۴-۷)

$$\hat{c}_{d,t} = \hat{c}_{T,t} - \eta_c \hat{\gamma}_{d,t}^c$$

و

رابطه ۴-۸)

$$\hat{c}_{m,t} = \hat{c}_{T,t} - \eta_c \hat{\gamma}_{m,t}^c$$

که در آن نسبت شاخص قیمت کالاهای داخلی پس از وضع مالیات بر مصرف کالاهای داخلی به شاخص CPI با نماد $\gamma_{d,t}^c$ و نسبت شاخص قیمت کالاهای مصرفی وارداتی پس از وضع مالیات به شاخص CPI با نماد $\gamma_{m,t}^c$ در نظر گرفته شده است.

خانوار برای تعیین میزان بهینه عرضه نیروی کار با استفاده از بهینه‌سازی رفتار خود براساس قید بودجه به تابع زیر دست خواهد یافت:

رابطه ۴-۹)

$$L_t^{\eta} = \frac{(1-\tau_t^l){C_{T,t}}^{-\sigma_c} w_t}{\chi}$$

که شکل لگاریتم خطی آن عبارتست از: $\widehat{w}_t = \sigma_c \hat{c}_t + \eta \hat{l}_t + \frac{\bar{\tau}^l \hat{\tau}_t^l}{1-\bar{\tau}^l}$

بر همین اساس شرط مرتبه اول برای سرمایه‌گذاری که از تلفیق معادله تشکیل سرمایه خانوار با معادله $k_t^i = (1-\delta)k_{t-1}^i + \left[1 - S(\frac{I_t^i}{I_{t-1}^i})\right] I_t^i \varepsilon_t^I$ در تابع لاگرانژ حاصل می‌شود به صورت زیر خواهد بود:

رابطه ۴-۱۰)

$$\begin{aligned}\mathcal{L}_t = E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \Bigg\{ & \frac{\left(C_{T,t}^i\right)^{1-\sigma_c}}{1-\sigma_c} - \frac{\chi}{1+\eta}\left(L_t^i\right)^{1+\eta} + \frac{\zeta}{1-b}\left(\frac{M_t^i}{P_{T,t}}\right)^{1-b} \\ & + \lambda_t \Bigg[(1+r_{t-1}) \frac{B_{t-1}^i}{P_{T,t-1}^c \pi_t^c} + (1-\tau_t^l) w_t^i L_t^i + R_t^k k_{t-1}^i + \frac{M_{t-1}^i}{P_{T,t-1}^c \pi_t^c} + \frac{D_t^i}{P_{T,t}^c} \\ & + \frac{TR_t^i}{P_{T,t}^c} - C_{T,t}^i - I_t^i - \frac{B_t^i}{P_{T,t}^c} - \frac{M_t^i}{P_{T,t}^c} - \frac{T_t^{ls}}{P_{T,t}^c} \Bigg] \\ & + Q_t \left[(1-\delta)k_{t-1}^i + \left[1 - S(\frac{I_t^i}{I_{t-1}^i})\right] I_t^i \varepsilon_t^I - k_t^i \right] \Bigg\}\end{aligned}$$

داریم:

رابطه ۴-۱۱)

$$\begin{aligned}\frac{\partial \mathcal{L}_t}{\partial I_t} = & -\beta^t \lambda_t + \beta^t \varepsilon_t^I Q_t \left[1 - S\left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right) - S'\left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right)\frac{I_t}{I_{t-1}}\right] \\ & + \beta^{t+1} \varepsilon_{t+1}^I E_t \left\{ Q_{t+1} S'\left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right)\left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right)^2 \right\} = 0\end{aligned}$$

رابطه ۴-۱۲)

$$q_t \left[1 - S\left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right) - S'\left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right)\frac{I_t}{I_{t-1}}\right] + \beta E_t \left\{ q_{t+1} \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} S'\left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right)\left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right)^2 \right\} = 1$$

که در آن q_t نسبت ضریب لاگرانژ Q_t به ضریب لاگرانژ λ_t می‌باشد $\left(q_t = \frac{Q_t}{\lambda_t}\right)$ و بیانگر ارزش میزان سرمایه‌گذاری برحسب هزینه جایگزینی سرمایه می‌باشد که در اصطلاح q توبین نهایی نامیده می‌شود. از رابطه فوق می‌توان به معادله اویلر سرمایه‌گذاری نیز تعبیر کرد که بیانگر مسیر بهینه سرمایه‌گذاری است. در نبود هزینه‌های تعدیل سرمایه‌گذاری، یعنی $S\left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right)$، معادله پویایی‌های سرمایه‌گذاری $q_t = 1$ خواهد بود. معادله سرمایه گذاری در فرم لگاریتم خطی شده به صورت زیر است:

رابطه ۴-۱۳)

$$\hat{\imath}_t = \frac{1}{1+\beta}\hat{\imath}_{t-1} + \frac{\beta}{1+\beta} E_t \hat{\imath}_{t+1} + \frac{\hat{q}_t}{(1+\beta)\kappa^A} + \hat{\varepsilon}_t^I$$

فرم لگاریتم خطی شده معادله اولر مصرف نیز عبارت خواهد بود از:

رابطه ۴-۱۴)

$$\hat{c}_t = E_t\hat{c}_{t+1} - \frac{1}{\sigma_c}(\hat{r}_t - E_t\hat{\pi}^c_{t+1})$$

با گرفتن مشتق تابع لاگرانژ نسبت به مانده حقیقی پول شرط مرتبه اول تقاضای پول بدست می‌آید:

رابطه ۴-۱۵)

$$\frac{\partial \mathcal{L}_t}{\partial\left(\frac{M_t}{P^c_{T,t}}\right)} = \beta^t\left(\zeta\left(\frac{M_t}{P^c_{T,t}}\right)^{-b} - \lambda_t\right) + E_t\beta^{t+1}\frac{\lambda_{t+1}}{\pi^c_{t+1}} = 0$$

$$\zeta\left(\frac{M_t}{P^c_{T,t}}\right)^{-b} - \lambda_t + \beta E_t\frac{\lambda_{t+1}}{\pi^c_{t+1}} = 0$$

که پس از ساده سازی فرم لگاریتم خطی شده معادله تقاضای پول برابرست با:

رابطه ۴-۱۶)

$$\widehat{m}_t = \frac{1}{b}\sigma_c\hat{c}_{T,t} - \frac{1}{b}\frac{\hat{r}_t}{\bar{r}}$$

۴-۲- بخش بنگاه

الف- بنگاه تولید کننده کالای نهایی

در هر دوره زمانی، یک بنگاه تولیدکننده کالای نهایی وجود دارد که با خرید $Y_{j,t}$ واحد کالای واسطه‌ای تولیدی بنگاه‌های تولیدکننده کالای واسطه، با قیمت $P_{j,t}$ و ترکیب آن‌ها، Y_t واحد کالای نهایی را با فناوری زیر تولید می‌کنند:

رابطه ۴-۱۷)

$$Y_t = \left[\int_0^1 Y_{j,t}^{\frac{1}{1+\lambda^p_t}}dj\right]^{1+\lambda^p_t}$$

λ^p_t تکانه تصادفی مارک آپ قیمت تولیدکننده در طول زمان است که از رابطه زیر تبعیت می‌کند:

رابطه ۴-۱۸)

$$\log\lambda^p_t = \rho_p\log\lambda^p_{t-1} + (1-\rho_p)\log\lambda^p + u^p_t\ ,\ \ u^p_t \sim N(0,\sigma^2_p)$$

که در آن λ^p مقدار با ثبات λ_t^p است. این معادله به عنوان شوک فشار هزینه برای معادله تورم شناخته می‌شود. فرم لگاریتم خطی شده مارک آپ قیمت به صورت زیر است:

رابطه ۴-۱۹)

$$\hat{\lambda}_t^p = \rho_p \hat{\lambda}_{t-1}^p + \hat{u}_t^p$$

از حداکثر سازی سود بنگاه تولیدکننده کالای نهایی، تابع تقاضا برای محصول متمایز تولیدی هر یک از بنگاههای واسطه‌ای به دست خواهد آمد:

رابطه ۴-۲۰)

$$Y_{j,t} = \left(P_{j,t}/P_{d,t}\right)^{-\frac{1+\lambda_t^p}{\lambda_t^p}} Y_t$$

به این ترتیب با توجه به معادله ۴-۲۰ تابع تقاضا برای محصول متمایز تولیدی هر یک از بنگاههای واسطه‌ای، تابعی از نسبت قیمت آن به قیمت کالای نهایی داخلی خواهد بود. $P_{j,t}$ قیمت کالای واسطه‌ای j ام و $P_{d,t}$ شاخص قیمت کالاهای تولیدی داخلی است. با جایگذاری معادله ۴-۲۰ در معادله ۴-۱۷ و ساده سازی آن، می‌توان شاخص قیمت کالای نهایی تولید داخلی را به‌دست آورد:

رابطه ۴-۲۱)

$$P_{d,t} = \left[\int_0^1 P_{j,t}^{\frac{-1}{\lambda_t^p}} dj\right]^{-\lambda_t^p}$$

ب- بنگاه تولید کننده کالای واسطه‌ای داخلی

مجموعه ای از بنگاه‌های رقابت انحصاری در بخش تولید کالاهای واسطه‌ای، اقدام به تولید کالاهای متمایزی می‌کنند. این بنگاهها با استفاده از نیروی کار خانوارها و سرمایه کالاهای واسطه‌ای را تولید می‌نمایند. آنها دستمزد اسمی W_t را به خانوارها پرداخت می‌کنند و در مقابل اجاره سرمایه، عایدی یا نرخ بازدهی حقیقی سرمایه R_t^k را می پردازند. بنگاه jام، $Y_{j,t}$ را با توجه به تابع تولید زیر، تولید می‌نماید:

رابطه ۴-۲۲)

$$Y_{j,t} = A_t K_{j,t-1}^{\alpha} L_{j,t}^{1-\alpha} - \phi_j$$

ϕ_j نشان دهنده هزینه ثابت است که تضمین کننده سود صفر در شرایط باثبات می‌باشد. A_t نشان دهنده شوک بهره‌وری است که برای تمام بنگاهها مشترک است و فرض می‌شود که به صورت زیر است:

رابطه ۴-۲۳)

$$\log A_t = \rho_A \log A_{t-1} + u_t^a \ , \ \ u_t^a \sim N(0, \sigma_a^2)$$

با توجه به معادله ۴-۲۲ و ۴-۲۳، لگاریتم خطی تابع تولید و شوک بهره‌وری به صورت زیر می‌باشد:

رابطه ۴-۲۴)

$$\hat{y}_t = (1+\varphi)\left(\alpha \hat{k}_{t-1} + (1-\alpha)\hat{l}_t + \hat{a}_t\right)$$

رابطه ۴-۲۵)

$$\hat{a}_t = \rho_a \hat{a}_{t-1} + \hat{u}_t^a$$

در معادله ۴-۲۴ مقدار φ برابر است با سهم هزینه ثابت در تولید:

رابطه ۴-۲۶)

$$\varphi = \frac{\overline{\Phi}}{\overline{Y}}$$

بهینه‌یابی بنگاه‌های واسطه‌ای به منظور تعیین میزانی از نهاده‌های تولید که هزینه‌اش را حداقل می‌کنند صورت می‌گیرد. بر این اساس، تابع هدف بنگاه واسطه‌ای زام به صورت زیر می‌باشد:

رابطه ۴-۲۷)

$$\min_{L_{j,t} K_{j,t-1}} \left(\frac{W_t}{P_{T,t}^c}\right) L_{j,t} + R_t^k K_{j,t-1} + \tau_t^{\pi} (Y_{j,t} - \left(\frac{W_t}{P_{T,t}^c}\right) L_{j,t} - R_t^k K_{j,t-1})$$
$$s.t:$$

رابطه ۴-۲۸)

$$Y_{j,t} = A_t K_{j,t-1}^{\alpha} L_{j,t}^{1-\alpha} - \phi_j$$

τ_t^{π} نرخ مالیات بر شرکتها می‌باشد .تابع لاگرانژ مسئله فوق به صورت زیر خواهد بود:

رابطه ۴-۲۹)

$$\Xi_t = (1-\tau_t^{\pi}) \left[\left(\frac{W_t}{P_{T,t}^c}\right) L_{j,t} + R_t^k K_{j,t-1}\right] + \tau_t^{\pi} Y_{j,t} + \varsigma_{j,t}\left[Y_{j,t} - A_t K_{j,t-1}^{\alpha} L_{j,t}^{1-\alpha} + \phi_j\right]$$

ضریب لاگرانژ $\varsigma_{j,t}$ هزینه نهایی حقیقی تولید یک واحد کالای واسطه jام می‌باشد. شرایط مرتبه اول عبارت اند از:

رابطه ۴-۳۰)

$$\frac{\partial \Xi_t}{\partial L_{j,t}} = (1-\tau_t^{\pi})\frac{W_t}{P_{T,t}^{c}} - \varsigma_{j,t} A_t (1-\alpha) K_{j,t-1}^{\alpha} L_{j,t}^{-\alpha} = 0$$

رابطه ۴-۳۱)

$$\frac{\partial \Xi_t}{\partial K_{j,t-1}} = (1-\tau_t^{\pi}) R_t^{k} - \varsigma_{j,t} \alpha K_{j,t-1}^{\alpha-1} L_{j,t}^{1-\alpha} = 0$$

از معادله‌های ۴-۳۰ و ۴-۳۱ روابط زیر حاصل می‌شود:

رابطه ۴-۳۲)

$$\frac{W_t}{P_{T,t}^{c}} = (1-\tau_t^{\pi})^{-1} \varsigma_{j,t} (1-\alpha)\frac{Y_{j,t}}{L_{j,t}}$$

رابطه ۴-۳۳)

$$R_t^{k} = (1-\tau_t^{\pi})^{-1} \varsigma_{j,t} \alpha \frac{Y_{j,t}}{K_{j,t-1}}$$

با استفاده از معادله‌های فوق تابع تقاضای نیروی کار استخراج می‌شود:

رابطه ۴-۳۴)

$$L_{j,t} = \frac{(1-\alpha)}{\alpha}\left(\frac{W_t}{P_{T,t}^{c}}\right)^{-1} R_t^{k} K_{j,t-1}$$

تابع تقاضای نیروی کار به صورت لگاریتم خطی عبارت خواهد بود از:

رابطه ۴-۳۵)

$$\hat{l}_t = \hat{k}_{t-1} + \hat{R}_t - \hat{w}_t$$

همچنین از معادله ۴-۳۴، نسبت دستمزد به بازدهی سرمایه را می‌توان به دست آورد:

رابطه ۴-۳۶)

$$\frac{W_t}{P_{T,t}^{c}} (R_t^{k})^{-1} = \frac{(1-\alpha)}{\alpha}\frac{K_{j,t-1}}{L_{j,t}}$$

با استفاده از معادله‌های ۴-۲۸، ۴-۳۲ و ۴-۳۳ معادله هزینه نهایی تولید بر حسب قیمت‌های حقیقی به صورت زیر بدست می‌آید:

رابطه ۴-۳۷)

$$mc_t = A_t^{-1}(1-\alpha)^{\alpha-1}(1-\tau_t^{\pi})^{-1}(\alpha)^{-\alpha}(W_t)^{1-\alpha}(R_t^k)^{\alpha}$$

فرم لگاریتم خطی شده معادله هزینه نهایی حقیقی نیز برابر است با:

رابطه ۴-۳۸)

$$\widehat{mc}_t = (1-\alpha)\hat{w}_t + \bar{\tau}^{\pi}\left(\frac{\hat{\tau}_t^{\pi}}{1+\bar{\tau}^{\pi}}\right) + \alpha\hat{R}_t^k - \hat{a}_t$$

ج- قیمت گذاری تولید کنندگان داخلی

علاوه بر حداقل کردن هزینه‌ها، مسئله دیگری که بنگاه‌های تولیدکننده داخلی با آن روبرو هستند نحوه قیمت‌گذاری و تعدیل قیمت‌هاست. در این تحقیق فرض می‌شود که قیمت بنگاه‌های داخلی به صورت کامل انعطاف‌پذیر نبوده و با استفاده از الگوی کالوو، چسبندگی سطح قیمت‌ها در این بخش مدل سازی می‌شود. بر اساس این روش فرض می‌شود در هر نقطه‌ای از زمان یک نسبت تصادفی θ_d از بنگاه‌ها قادر به تعدیل قیمت خود P_t^* به صورت بهینه نبوده و بقیه $1-\theta_d$ بنگاه‌ها قیمت خود را تغییر می‌دهند. برای بنگاه‌هایی که نمی‌توانند بهینه‌یابی کنند، قیمت ها با تورم دوره قبل شاخص بندی می‌شوند:

رابطه ۴-۳۹)

$$P_{j,t+1} = \left(\pi_{d,t}^{c}\right)^{\tau_{\pi}} P_{j,t}$$

که در آن $\pi_{d,t}^{c}$ نرخ تورم تولیدات داخلی و τ_{π} پارامتری است که درجه تعدیل نسبت به تورم دوره قبل را مشخص می‌کند. واضح است که اگر $\tau_{\pi} \neq 1$ باشد آنگاه بخشی از تورم دوره قبل در قیمت‌های جدید لحاظ می‌شود. این روش به رویکرد تعدیل جزئی معروف است. بنگاه در دوره t قیمت بهینه جدید را به نحوی انتخاب می‌کند که ارزش حال سود تنزیل شده انتظاری اش در دوره ای که $P_{j,t}^*$ حاکم است حداکثر شود. مسئله حداکثر سازی سود تنزیل شده انتظاری بنگاه با توجه به تابع تقاضای کالای واسطه به وسیله تولیدکنندگان نهایی حل می‌شود. پس از حل مسئله حداکثر سازی و تشکیل شرط مرتبه اول برای تعیین قیمت بهینه، با استفاده از معادله ۴-۲۱ شاخص قیمت کل در زمان t مطابق با متوسط وزنی زیر عمل می‌کند:

رابطه ۴-۴۰)

$$P_{d,t} = \left[\int_0^{\theta_d}\left[P_{d,t}\left(\pi_{d,t-1}^{c}\right)^{\tau_{\pi}}\right]^{\frac{-1}{\lambda_t^p}} + \int_0^1 (P_t^*)^{\frac{-1}{\lambda_t^p}}\right]^{-\lambda_t^p}$$

رابطه ۴-۴۱)

$$\left(P_{d,t}\right)^{\frac{-1}{\lambda_t^p}} = \theta_d\left[P_{d,t}\left(\pi_{d,t-1}^{c}\right)^{\tau_\pi}\right]^{\frac{-1}{\lambda_t^p}} + (1-\theta_d)(P_t^*)^{\frac{-1}{\lambda_t^p}}$$

از ترکیب این معادلات معادله‌ای برای نرخ تورم داخلی ایجاد می‌شود که به منحنی فیلیپس تلفیقی (با رویکرد تعدیل جزئی) معروف است(توکلیان & صارم, ۱۳۹۶). صورت لگاریتم خطی شده این منحنی به‌صورت زیر است:

رابطه ۴-۴۲)

$$\hat{\pi}_{d,t}^{c} = \frac{\beta}{1+\beta_{\tau_\pi}}E_t\hat{\pi}_{d,t+1}^{c} + \frac{\tau_\pi}{1+\beta_{\tau_\pi}}\hat{\pi}_{d,t-1}^{c} + \frac{1}{1+\beta_{\tau_\pi}}\frac{(1-\theta\beta)(1-\theta)}{\theta}(\widehat{mc}_t + \hat{\lambda}_t^p)$$

درصورتی که تمام بنگاه‌ها قادر باشند قیمت‌های خود را به صورت بهینه تعدیل نمایند ($\theta_d = 0$) و مارک آپ قیمت تولیدکننده در طول زمان صفر باشد ($\lambda_t^p = 0$) معادله ۴-۴۲ به معادله‌ای که در آن هزینه نهایی حقیقی مساوی با یک است تبدیل می‌شود.

۴-۴- دولت و بانک مرکزی

به دلیل پایین بودن میزان استقلال بانک مرکزی در ایران دولت و بانک مرکزی در مدل سازی مطالعه حاضر در یک چارچوب در نظر گرفته شده‌اند ازاین رو دولت و بانک مرکزی به صورت دو بخش مجزا مدل سازی نشده‌اند. هدف دولت متوازن نگاه داشتن بودجه خود است. بر این اساس بانک مرکزی نیز به گونه‌ای عمل می‌نماید تا دولت بتواند تعادل بودجه‌ای خود را حفظ کند. دولت هزینه‌های خود را از طریق درآمدهای حاصل از دریافت مالیات بر مصرف کالاهای داخلی، مالیات بر مصرف کالاهای مصرفی وارداتی، مالیات بر شرکت‌ها، مالیات بر درآمد نیروی کار، مالیات یکجا، فروش اوراق مشارکت و درآمد حاصل از فروش نفت تأمین مالی می‌نماید.

فروش ارز حاصل از درآمدهای نفتی از سوی بانک مرکزی به دولت، در پایه پولی منعکس خواهد شد؛ بنابراین، آنچه در قید بودجه دولت به صورت تغییرات پایه پولی منعکس می‌شود ترکیب درآمدهای نفتی و برداشت از سپرده‌های دولت نزد بانک مرکزی است. رابطه زیر قید بودجه دولت را تصریح می‌نماید:

رابطه ۴-۴۳)

$$G_t + \frac{TR_t}{P^c_{T,t}} + (1+r_{t-1})\frac{B_{t-1}}{P^c_{T,t}} = \tau^c_{d,t}C_{d,t} + \left(\tau^c_{d,t} + \tau^c_{m,t} + \tau^c_{d,t}\tau^c_{m,t}\right)C_{m,t} + \tau^l_t w_t L_t + \tau^\pi_t\left(Y_t - w_t L_t - R^k_t K_{t-1}\right) + \frac{T^{ls}_t}{P^c_{T,t}} + \frac{B_t}{P^c_{T,t}} + \left(\frac{M_t - M_{t-1}}{P^c_{T,t}}\right)$$

M_t پایه پولی و G_t مجموع مخارج دولتی است. $\tau^c_{d,t}$ نرخ مالیات بر مصرف کالاهای داخلی $\tau^c_{m,t}$ نرخ مالیات بر مصرف کالاهای وارداتی، τ^l_t نرخ مالیات بر درآمد نیروی کار و τ^π_t نرخ مالیات بر شرکتها می‌باشند که به صورت یک فرآیند خودرگرسیون مرتبه اول که از روابط زیر تبعیت می‌کنند:

$$\tau^c_{d,t} = \rho_d\tau^c_{d,t-1} + (1-\rho_d)\bar{\tau}^c_d + u^d_t \ , \qquad u^d_t \sim N(0,\sigma^2_d)$$

$$\tau^c_{m,t} = \rho_m\tau^c_{m,t-1} + (1-\rho_m)\bar{\tau}^c_m + u^m_t \ , \qquad u^m_t \sim N(0,\sigma^2_m)$$

$$\tau^l_t = \rho_l\tau^l_{t-1} + (1-\rho_l)\bar{\tau}_l + u^l_t \ , \qquad u^l_t \sim N(0,\sigma^2_l)$$

$$\tau^\pi_t = \rho_\pi\tau^\pi_{t-1} + (1-\rho_\pi)\bar{\tau}_\pi + u^\pi_t \ , \qquad u^\pi_t \sim N(0,\sigma^2_\pi)$$

روابط فوق در فرم لگاریتم خطی به شکل زیر نوشته می‌شود:

رابطه ۴-۴۴)

$$\hat{\tau}^c_{d,t} = \rho_d\hat{\tau}^c_{d,t-1} + \hat{u}^d_t$$

رابطه ۴-۴۵)

$$\hat{\tau}^c_{m,t} = \rho_m\hat{\tau}^c_{m,t-1} + \hat{u}^m_t$$

رابطه ۴-۴۶)

$$\hat{\tau}^l_t = \rho_l\hat{\tau}^l_{t-1} + \hat{u}^l_t$$

رابطه ۴-۴۷)

$$\hat{\tau}^\pi_t = \rho_\pi\hat{\tau}^\pi_{t-1} + \hat{u}^\pi_t$$

پایه پولی، مجموع اعتبارات داخلیDC_t و ارزش ذخایر خارجی (خالص دارایی‌های خارجی) بانک مرکزی FR_t است که با استفاده از نرخ ارز اسمی ($S_{e,t}$) به پول داخلی تبدیل شده است:

رابطه ۴-۴۸)

$$M_t = DC_t + S_{e,t}FR_t$$

و صورت لگاریتم خطی آن به صورت زیر خواهد بود:

رابطه ۴-۴۹)

$$\widehat{m}_t = \frac{\overline{dc}}{\overline{m}}\widehat{dc}_t + \frac{\overline{efr}}{\overline{m}}(\hat{e}_t + \widehat{fr}_t)$$

کل درآمدهای صادراتی $XR_{T,t}$ از مجموع درآمدهای ارزی حاصل از صادرات نفت، به صورت اسمی (O_t^n) و درآمدهای ارزی صادرات غیرنفتی ($X_t = P_t^x x_t$) حاصل می‌شود.

کل درآمدهای صادراتی در فرم حقیقی خود به صورت $xr_{T,t} = o_t + x_t$ می‌باشد و صورت لگاریتم خطی آن نیز $\widehat{xr}_{T,t} = \frac{\bar{o}}{\overline{xr}}\hat{o}_t + \frac{\bar{x}}{\overline{xr}}\hat{x}_t$ می‌باشد.

P_t^x شاخص قیمت کالاهای صادراتی در بازارهای جهانی به صورت ارزی می‌باشد و لگاریتم خطی شده درآمدهای صادراتی به صورت زیر است:

رابطه ۴-۵۰)

$$\widehat{XR}_{T,t} = \frac{\bar{O}}{\overline{XR}}\hat{O}_t^n + \frac{\bar{X}}{\overline{XR}}\hat{X}_t = \frac{\bar{O}}{\overline{XR}}\hat{O}_t^n + \frac{\bar{p}^x}{\overline{XR}}(\hat{p}_t^x + \hat{x}_t)$$

IM_t نشان دهنده سطح واردات است ازآنجا که در مدل، واردات تنها کالاهای مصرفی را شامل می‌شود ($IM_t \equiv C_{m,t}$)، می‌توان معادله تغییر در ذخایر خارجی بانک مرکزی را به صورت زیر در نظر گرفت:

رابطه ۴-۵۱)

$$FR_t = FR_{t-1} + X_t + O_t^n - P_t^* IM_t$$

با تعدیل این رابطه نسبت به شاخص قیمت خارجی P_t^*، انباشت ذخایر خارجی حقیقی عبارت خواهد بود با:

رابطه ۴-۵۲)

$$fr_t = \frac{fr_{t-1}}{\pi_t^*} + \frac{X_t}{P_t^*} + \frac{O_t^n}{P_t^*} - IM_t = \frac{fr_{t-1}}{\pi_t^*} + x_t + o_t - IM_t$$

معادله انباشت ذخایر حقیقی، در صورت لگاریتم خطی شدن به شکل زیر تبدیل می‌شود:

رابطه ۴-۵۳)

$$\widehat{fr}_t = \widehat{fr}_{t-1} - \hat{\pi}_t^* + \frac{\bar{x}}{\overline{fr}}\hat{x}_t + \frac{\bar{o}}{\overline{fr}}\hat{o}_t - \frac{\overline{im}}{\overline{fr}}\widehat{im}_t$$

نسبت شاخص قیمت کالاهای صادراتی (P_t^x) به شاخص قیمت کالای خارجی (P_t^*) با نماد γ_t^x در نظر گرفته شده است:

رابطه ۴-۵۴)

$$\gamma_t^x = {P_t^x}/{P_t^*}$$

معادله فوق در شکل لگاریتم خطی خود عبارتست از:

رابطه ۴-۵۵)

$$\hat{\gamma}_t^x = \hat{P}_t^x - \hat{P}_t^*$$

اگر این معادله یک دوره به عقب برگشته و از وقفه‌اش کم شود خواهیم داشت:

رابطه ۴-۵۶)

$$\hat{\gamma}_t^x = \hat{\pi}_t^x - \hat{\pi}_t^* + \hat{\gamma}_{t-1}^x$$

هر بنگاه تولیدکننده داخلی، می‌تواند کالاهای خود را در بازار داخلی و بازار جهانی به فروش برساند. با فرض اینکه تقاضای خارجی برای کالاهای صادراتی، مانند تقاضا برای کالاهای تولید داخل باشد می‌توان تابع تقاضا برای کالاهای صادراتی در بازارهای جهانی را به صورت زیر نوشت:

رابطه ۴-۵۷)

$$X_t = \left({P_t^x}/{P_t^*}\right)^{-\mu_w} C_t^*$$

در معادله بالا، μ_w کشش جانشینی بین کالاهای تولیدی داخلی و صادراتی در بازارهای جهانی است. P_t^* شاخص قیمت مصرف‌کننده جهانی و C_t^* مصرف در سطح جهانی است. با توجه به اینکه اقتصاد ایران در مقایسه با اقتصاد جهان، خیلی کوچک است، بنابراین اقتصاد جهان، نسبت به اقتصاد ایران بسته محسوب می‌شود و صادرات ایران سهم اندکی از سطح کل مصرف جهان را تشکیل می دهد. بنابراین؛ در معادله ۴-۵۷ به جای C_t^* می‌توان تولید ناخالص داخلی جهان (Y_t^*) را جایگزین کرد:

رابطه ۴-۵۸)

$$X_t = \left({P_t^x}/{P_t^*}\right)^{-\mu_w} Y_t^*$$

که با جایگذاری از معادله ۴-۵۴ خواهیم داشت:

رابطه ۴-۵۹)

$$X_t = (\gamma_t^x)^{-\mu_w} Y_t^*$$

که در فرم لگاریتم خطی خود عبارت است از:

رابطه ۴-۶۰)

$$\hat{x}_t = \hat{\gamma}_t^* - \mu_w \hat{\gamma}_t^x$$

همچنین فرض می‌شود که در بازار صادرات، قانون قیمت واحد برقرار است زیرا سهم صادرات ایران در تولید ناخالص داخلی جهانی اندک بوده و بنابراین کالاهای صادراتی ایران در بازارهای جهانی، گیرنده قیمت (قیمت پذیر) هستند؛ بنابراین هر نوع افزایش در نرخ ارز و قیمت جهانی، باقیمت کالاهای تولیدی ایران برحسب پول داخلی، رابطه یک به یک دارد:

رابطه ۴-۶۱)

$$P_t^x = {P_{\mathrm{d},t}}\Big/{S_{e,t}}$$

در معادله فوق به جای $P_{\mathrm{d},t}$ باید قیمت کالاهای تولید داخل صادراتی لحاظ شود ولی فرض شده است که شاخص قیمت تولیدی صادراتی با شاخص قیمت کالاهای تولید داخل یکسان است. این معادله فوق، درشکل لگاریتم خطی به صورت زیر است:

رابطه ۴-۶۲)

$$\hat{P}_t^x = \hat{P}_{d,t} - \hat{s}_{e,t}$$

اگر معادله فوق را یک دوره به عقب ببریم و آن‌را از وقفه‌اش کم کنیم، معادله نرخ تورم کالاهای صادراتی بدست خواهد آمد:

رابطه ۴-۶۳)

$$\hat{\pi}_t^x = \hat{\pi}_{d,t}^c - \hat{d}_t$$

همچنین ازآنجایی که جریان تولید نفت بیشتر تکیه بر ذخایر نفتی کشور داشته و با افزایش سرمایه و نیروی کار چندان تغییر نمی‌کند بنابراین در این مطالعه، تولید نفت از طریق بنگاه‌های تولیدی، مدل سازی نشده و به صورت برون زا در نظر گرفته شده است از سوی دیگر، تعیین قیمت نفت در بازارهای جهانی صورت گرفته و سهمیه صادراتی نیز از طریق اوپک مشخص می‌شود

بنابراین درآمدهای ارزی حاصل از صادرات نفت به صورت برون‌زا بوده و فرض می‌شود که از یک فرآیند خود رگرسیون مرتبه اول به فرم زیر تبعیت می‌کند:

رابطه ۴-۶۴)

$$\log O_t = \rho_O \log O_{t-1} + u_t^O \ , \ \ u_t^O \sim \text{i. i. d} N(0, \sigma_o^2)$$

شکل لگاریتم خطی معادله درآمد ارزی نفتی به صورت زیر است:

رابطه ۴-۶۵)

$$\hat{O}_t = \rho_O \hat{O}_{t-1} + \hat{u}_t^o \ , \hat{u}_t^o \sim i.i.dN(0, \sigma_o^2)$$

بازار کالای نهایی زمانی در تعادل است که تولید مساوی تقاضای خانوارها برای مصرف و سرمایه گذاری، مخارج دولت و صادرات منهای واردات باشد:

رابطه ۴-۶۶)

$$Y_T = C_{d,t} + C_{m,t} + I_t + G_t + O_t + X_t - IM_t$$

که فرم لگاریتم خطی آن برابراست با:

رابطه ۴-۶۷)

$$\hat{y}_t = \frac{\bar{c}_d}{\bar{y}} \hat{c}_{d,t} + \frac{\bar{c}_m}{\bar{y}} \hat{c}_{m,t} + \frac{\bar{\imath}}{\bar{y}} \hat{\imath}_t + \frac{\bar{g}}{\bar{y}} \hat{g}_t + \frac{\bar{o}}{\bar{y}} \hat{o}_t + \frac{\bar{x}}{\bar{y}} \hat{x}_t - \frac{\overline{im}}{\bar{y}} \widehat{im}_t$$

همچنین قاعده سیاست ارزی در شکل لگاریتم خطی از معادله زیر تبعیت می‌کند:

رابطه ۴-۶۸)

$$\hat{d}_t = \rho_z \hat{d}_{t-1} + w_1(\hat{\pi}_t^c - \hat{\pi}_t^{TA}) + w_2 \hat{y}_t + w_3 \hat{e}_t + \hat{\varepsilon}_t^j$$

$\hat{\pi}_t^{TA}$ نرخ تورم هدف‌گذاری شده و $\hat{\varepsilon}_t^j$ شوک سیاست ارزی بوده که به صورت یک فرآیند خودرگرسیون مرتبه اول به فرم‌های زیر، در نظر گرفته شده‌اند:

رابطه ۴-۶۹)

$$\hat{\varepsilon}_t^j = \rho_z \hat{\varepsilon}_{t-1}^j + \hat{u}_t^j$$

رابطه ۴-۷۰)

$$\hat{\pi}_t^{TA} = \rho_{\pi^{TA}} \hat{\pi}_{t-1}^{TA} + \hat{u}_t^{\pi^{TA}}$$

۴-۵- دنیای خارج

بقیه دنیا به صورت برون‌زا در نظر گرفته می‌شود. یعنی، متغیرهای تورم خارجی و تولید خارجی به صورت برون‌زا در مدل لحاظ می‌شود. تورم خارجی (π_t^*) و تولید خارجی (y_t^*) از فرآیند AR(1) تبعیت می‌کنند:

رابطه ۴-۷۱)

$$\log \pi_t^* - \log \pi^* = \rho_{\pi^*}(\log \pi_{t-1}^* - \log \pi^*) + u_t^{\pi^*}, u_t^{\pi^*} \approx i.i.d\, N(0, \sigma_{\pi^*}^2)$$

رابطه ۴-۷۲)

$$\log y_t^* - \log y^* = \rho_{y^*}(\log y_{t-1}^* - \log y^*) + u_t^{y^*}, u_t^{y^*} \approx i.i.d\, N(0, \sigma_{y^*}^2)$$

۴-۶- برآورد پارامترهای مدل

برای برآورد پارامترها از روش بیزین که روشی ما بین کالیبراسیون و حداکثر درست‌نمایی است و از الگوی متروپولیس- هستینگز استفاده شده است۴. با استفاده از الگوریتم متروپولیس-هستینگز ۵ زنجیره موازی با حجم پانصد هزار برداشت نمونه برای بدست آوردن چگالی پسین پارامترها استخراج می‌شود.

برای برآورد مدل از یازده متغیر قابل مشاهده تولید ناخالص داخلی (به قیمت پایه ۱۳۹۰)، نرخ موثر مالیات بر مصرف کالاهای مصرفی داخلی، نرخ موثر مالیات بر مصرف کالاهای مصرفی وارداتی، نرخ موثر مالیات بر شرکتها و نرخ موثر مالیات بر درآمد حقوق و دستمزد، مخارج دولت، مخارج مصرفی خصوصی، سرمایه گذاری کل، نرخ رشد پایه پولی، تورم مصرف کننده (CPI) نرخ رشد ارز اسمی در بازار آزاد و تورم خارجی استفاده شده است. برای جمع‌آوری داده‌های مورد استفاده از بانک اطلاعاتی سری‌های زمانی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، مرکز آمار ایران، بانک داده‌های وزارت اقتصاد، سازمان امور مالیاتی و بانک جهانی استفاده شده است. داده‌های مورد استفاده برای دوره ۱۳۶۹:۱ تا ۱۳۹۵:۴ بوده و به صورت فصلی تعدیل شده می‌باشند به این صورت که ابتدا لگاریتم داده‌ها گرفته شده و در مرحله بعد با استفاده از فیلتر هدریک-پرسکات با $\lambda = 677$ روندزدایی شده‌اند.

قبل از برآورد پارامترها، باید پارامترهایی که نیاز به برآورد ندارند مشخص شده و مقدار آنها کالیبره شوند. برخی از پارامترها از مقادیر وضعیت پایدار متغیرها استخراج می‌شوند و نیازی به برآورد آنها نیست. به طور مثال معادله تشکیل سرمایه خانوار در وضعیت پایدار به صورت زیر خواهد بود:

رابطه ۴-۷۳)

$$\bar{k} = (1-\delta)\bar{k} + \left[1 - S(\frac{\bar{I}}{\bar{I}})\right]\bar{I}\bar{\varepsilon}^{I}\ , S(1) = 0\ , \bar{\varepsilon}^{I} = 1 \xrightarrow{yields} \delta = \frac{\bar{I}}{\bar{k}}$$

برخی دیگر از پارامترها نیز نسبت متغیرها در وضعیت پایدار مدل می‌باشند. بر این اساس پارامترهایی که بر مبنای داده‌های اقتصاد ایران قابل کالیبره کردن می‌باشند در جدول ۲ آورده شده‌اند.

جدول ۲- پارامترهای کالیبره شده مدل بر اساس داده‌های اقتصاد ایران

پارامتر	تعریف پارامتر	نماد	مقدار پارامتر
$\bar{\gamma}_d^c$	نسبت شاخص قیمت تولیدکننده به شاخص قیمت مصرف کننده	gamadbar	۰/۹۷۹
$\bar{\gamma}_m^c$	نسبت شاخص قیمت وارداتی به شاخص قیمت مصرف کننده	gamambar	۱/۲۸۶۳
$\bar{\tau}_d^c$	ضریب فرآیند خود رگرسیون تکانه مالیات بر مصرف داخلی	taudbar	۰/۰۳۶۱۸
$\bar{\tau}_m^c$	ضریب فرآیند خود رگرسیون تکانه مالیات بر مصرف وارداتی	taumbar	۰/۴۵۵۱
$\bar{\tau}^l$	ضریب فرآیند خود رگرسیون تکانه مالیات بر درآمد	taulbar	۰/۰۴۸۵
$\bar{\tau}^{\pi}$	ضریب فرآیند خود رگرسیون تکانه مالیات بر شرکتها	taubbar	۰/۰۹۷۱
$\frac{\bar{I}}{\bar{y}}$	نسبت سرمایه‌گذاری به تولید	ibar_ybar	۰/۱
$\frac{\overline{im}}{\bar{y}}$	نسبت واردات به تولید	imbar_ybar	۰/۱۸
δ	نرخ استهلاک سرمایه	delta	۰/۰۴۱۳
$\bar{R}^k$	نرخ بازدهی حقیقی سرمایه	Rbark	۱/۰۳۱۸
$\bar{r}$	نرخ عایدی اوراق قرضه	rbar	۰/۹۵۹
$\frac{\overline{xr}}{\bar{y}}$	نسبت صادرات به تولید	xrbar_ybar	۰/۲۳
$\bar{c}_d/\bar{y}$	نسبت کالاهای مصرفی از تولید داخل به تولید	cdbar_ybar	۰/۱۹۳۷
$\bar{c}_m/\bar{y}$	نسبت کالاهای مصرفی وارداتی به تولید	cmbar_ybar	۰/۰۱۲۵
$\frac{\bar{g}}{\bar{y}}$	نسبت مخارج دولت به تولید	gbar_ybar	۰/۵۲۸۸
$\frac{\overline{dc}}{\overline{m}}$	نسبت اعتبارات داخلی به پایه پولی	dcbar_mbar	۰/۴۱
$\frac{\overline{efr}}{\overline{m}}$	نسبت خالص داراییهای خارجی بانک مرکزی به پایه پولی	efrbar_mbar	۰/۵۹
$\frac{\bar{o}}{\overline{xr}}$	نسبت صادرات نفتی به کل صادرات	obar_xrbar	۰/۸۳۴
$\frac{\bar{x}}{\overline{xr}}$	نسبت صادرات غیرنفتی به کل صادرات	xbar_xrbar	۰/۱۶۵

پارامتر	تعریف پارامتر	نماد	مقدار پارامتر
$\frac{\bar{x}}{\overline{fr}}$	نسبت صادرات غیرنفتی به خالص داراییهای خارجی بانک مرکزی	xbar_frbar	۰/۳
$\frac{\bar{o}}{\overline{fr}}$	نسبت صادرات نفتی به خالص دارایی‌های خارجی بانک مرکزی	obar_frbar	۱/۷۰۱۳
$\frac{\overline{im}}{\overline{fr}}$	نسبت واردات به خالص داراییهای خارجی بانک مرکزی	imbar_frbar	1/5964

ماخذ: یافته‌های پژوهشگر

۴-۶-۱- برآورد پارامترها بر اساس روش بیزین

در برآورد بیزی پارامترهای مدل ابتدا باید توزیع، میانگین و انحراف معیار پیشین که برای پارامترها در نظر گرفته می‌شود مشخص شوند. با در نظر گرفتن مقادیر اولیه برای میانگین و انحراف معیار پارامترها می‌توان با استفاده از روش بیزی، پارامترها را برآورد کرد. برآورد مدل در فضای برنامه Dynare تحت نرم افزار Matlab صورت گرفته است. برای این منظور از قالب الگوریتم متروپولیس -هستینگز با تعداد ۵ بلوک و پانصد هزار برداشت نمونه در هر بلوک استفاده شده است. توزیع پیشین برای هر پارامتر بر اساس ویژگی‌های آن پارامتر و ویژگی‌های توزیع مورد نظر انتخاب شده‌اند. برای مثال توزیع بتا، توزیعی است که با سه پارامتر میانگین، انحراف معیار، حد بالا و حد پایین مشخص می‌شود. بنابراین برای برآورد پارامترهایی که در بازه خاصی از اعداد قرار می‌گیرند بهتر است از این توزیع استفاده شود. به همین دلیل در مورد پارامترهایی مانند $\alpha, \beta, \theta, \kappa$ که در بازه صفر تا یک قرار می‌گیرند از توزیع بتا استفاده شده است. همچنین توزیع گاما، توزیعی با دامنه از صفر تا بینهایت است. به همین دلیل برای پارامترهایی مانند b, η, σ_c که دارای دامنه مثبت هستند از این توزیع استفاده شده است. در صورتی که برای این پارامترها از توزیع نرمال استفاده شود ممکن است برای مشاهدات با چند انحراف معیار پایین‌تر از میانگین، مقادیری حاصل شوند که خارج از دامنه مورد نظر برای آن پارامتر است. نرخ پذیرش مدل بایستی بین ۰/۲۵ تا ۰/۴ باشد. داینر چندین بار الگوریتم متروپولیس هستینگز را اجرا می‌کند اگر نتایج این زنجیره‌ها منطقی باشد باید رفتار این زنجیره‌ها شبیه به هم باشد یا به سمت یکدیگر همگرا شوند. آزمون تشخیصی بروکز و گلمن دارای سه شاخص با نام‌های Interval ,m2 ,m3 نیز از طریق MCMC قابل مشاهده است که به ترتیب بیانگر فاصله اطمینان ۸۰ درصدی از میانگین، واریانس و گشتاور سوم پارامترهاست. با استفاده از این نمودارها می‌توان شرایطی برای همگرایی و ثبات نسبی در تمام گشتاورهای پارامترها ارائه نمود. براساس آزمون تک متغیره واریانس درون نمونه‌ای و بین نمونه ای،

کلیه پارامترها به هم نزدیک شده نهایتاً به مقدار ثابتی همگرا می‌شوند. با درستی این آزمون می توان گفت نتایج برآورد رویکرد بیزی با استفاده از روش MCMC از صحت خوبی برخوردار است.
با توجه به موارد فوق، با استفاده از روش بیزین، برآورد پارامترها در قالب جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- برآورد پارامترهای مدل بر اساس روش بیزین

پارامتر	توزیع پیشین			توزیع پسین			
	نوع	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	فاصله اطمینان	٪۹۰
β	بتا	۰/۹۶۹	۰/۰۱۲۵	۰/۹۵۶۴	۰/۰۱۲۵	۰/۹۳۰۲	۰/۹۸۳۹
α_c	بتا	۰/۱۵	۰/۰۵	۰/۰۸۵۴	۰/۰۵	۰/۰۴۰۳	۰/۱۲۹۲
σ_c	گاما	۱/۵۷۱	۰/۰۹	۱/۸۳۲۴	۰/۰۹	۱/۶۸۷۱	۱/۹۷۸
η	گاما	۲/۱۷	۰/۱	۲/۶۶۵	۰/۱	۲/۴۸۶۵	۲/۸۴۶
b	گاما	۲/۳۹	۰/۱	۲/۵۱۹۹	۰/۱	۲/۳۷۹۲	۲/۶۶۳۴
α	بتا	۰/۴۲	۰/۰۱	۰/۴۷۱۷	۰/۰۱	۰/۴۵۴۵	۰/۴۸۸۹
φ	بتا	۰/۳	۰/۱۲	۰/۱۲۷۱	۰/۱۲	۰/۰۲۷۱	۰/۲۲۳۲
τ_π	بتا	۰/۵۱۱	۰/۰۷	۰/۵۱۷۳	۰/۰۷	۰/۴۰۳۳	۰/۶۳۲
κ^A	بتا	۰/۲۵۳۶	۰/۰۲	۰/۱۳۱۱	۰/۰۲	۰/۱۲۲۳	۰/۱۳۹۸
η_c	گاما	۱/۰۵	۰/۲۵	۰/۶۴۳۷	۰/۲۵	۰/۴۰۱۵	۰/۸۷۹۱
θ	بتا	۰/۳۷۵	۰/۰۳	۰/۳۱۲۶	۰/۰۳	۰/۲۷۲	۰/۳۵
μ_w	گاما	۲/۵	۰/۲۸	۲/۳۷۹۳	۰/۲۸	۱/۹۴۴۸	۰/۸۲
w_1	نرمال	-۲/۹	۰/۲۹	-۲/۴۸۱۱	۰/۲۹	-۲/۹۵۶۳	-۱/۹۸
w_2	نرمال	-۲/۸	۰/۲۸	-۲/۹۷۵	۰/۲۸	-۳/۴۳۲	-۲/۵۱۵
w_3	نرمال	۲/۰۵	۰/۳۲	۲/۷۸	۰/۳۲	-۳/۲۰۸	-۲/۳۴۲۹
ρ_a	بتا	۰/۹۲۶	۰/۰۱	۰/۹۵۲	۰/۰۱	۰/۹۴۱	۰/۹۶۴
ρ_g	بتا	۰/۸	۰/۰۵	۰/۷۲۷	۰/۰۵	۰/۶۴۴۸	۰/۸۱۰
ρ_p	بتا	۰/۴۸	۰/۰۸	۰/۸۵۲	۰/۰۸	۰/۸۰۷	۰/۸۹۸
ρ_i	بتا	۰/۶	۰/۰۴	۰/۷۸۳۲	۰/۰۴	۰/۷۳۹	۰/۸۲۸
ρ_m	بتا	۰/۶۸۵	۰/۰۸	۰/۷۵۳۶	۰/۰۸	۰/۶۵۶	۰/۸۱۵
ρ_d	بتا	۰/۵۶۲	۰/۰۱	۰/۵۷۵	۰/۰۱	۰/۵۵۹	۰/۵۹۱۶
ρ_b	بتا	۰/۷۴۵	۰/۰۵	۰/۷۹۹	۰/۰۵	۰/۷۴۵	۰/۸۵۴
ρ_l	بتا	۰/۶۵	۰/۰۸	۰/۸۲۷	۰/۰۸	۰/۷۷	۰/۸۸
ρ_j	بتا	۰/۷۸	۰/۰۸	۰/۷۶	۰/۰۸	۰/۶۳	۰/۸۹
ρ_{π^*}	بتا	۰/۶۲	۰/۰۶	۰/۵۱	۰/۰۶	۰/۴۲۵۱	۰/۶
ρ_o	بتا	۰/۲۷	۰/۰۸	۰/۲۶	۰/۰۸	۰/۱۶	۰/۳۶
$\rho_{\pi^{TA}}$	بتا	۰/۶۸	۰/۰۵	۰/۵۷	۰/۰۵	۰/۴۹۸	۰/۶۴۵
ρ_{y^*}	بتا	۰/۳۲	۰/۰۸	۰/۳۱۹	۰/۰۸	۰/۱۸	۰/۴۴

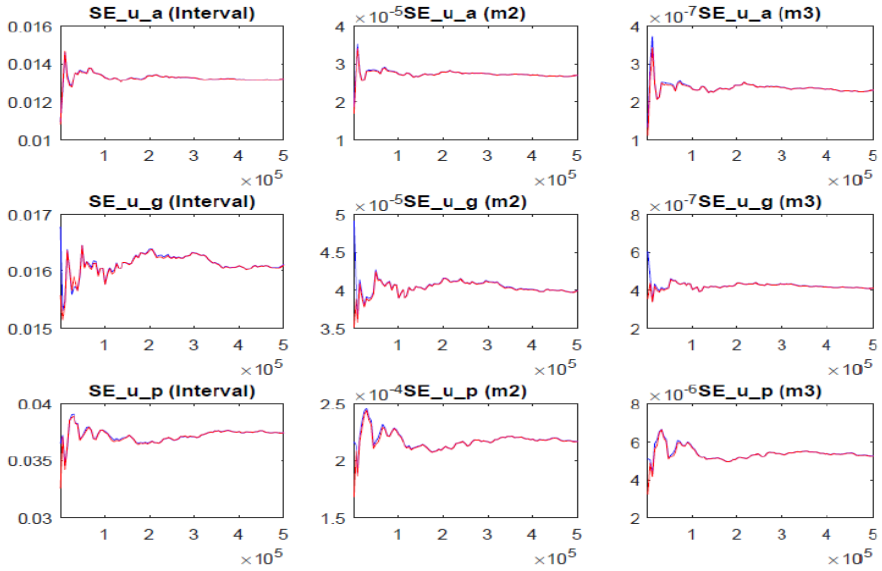
همچنین برآورد شوک‌های موجود در مدل بر اساس روش بیزین برآورد و در جدول ۴ ارایه شده است

جدول۴- برآورد انحراف معیار شوک‌های مدل بر اساس روش بیزین

پارامتر	توزیع پیشین		توزیع پسین		
	نوع	میانگین	میانگین	فاصله اطمینان ۹۰٪	
σ_a	گامای معکوس	۰/۰۱	۰/۰۵۹	۰/۰۵	۰/۰۶
σ_g	گامای معکوس	۰/۰۱	۰/۰۷۹	۰/۰۶۹	۰/۰۸۹
σ_p	گامای معکوس	۰/۰۱	۰/۱۲۵	۰/۱	۰/۱۴
σ_d	گامای معکوس	۰/۰۱	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۱۴
σ_m	گامای معکوس	۰/۰۱	۰/۱۸۹	۰/۱۶۵	۰/۲۱
σ_l	گامای معکوس	۰/۰۱	۰/۰۲۵	۰/۰۲۲	۰/۰۲۸
σ_h	گامای معکوس	۰/۰۱	۰/۰۵۲	۰/۰۴۵	۰/۰۵۸
σ_o	گامای معکوس	۰/۰۱	۰/۱۳	۰/۱۱	۰/۱۴
σ_{π^*}	گامای معکوس	۰/۰۱	۰/۰۰۴۷	۰/۰۰۴۱	۰/۰۰۵۲
σ_b	گامای معکوس	۰/۰۱	۰/۰۷	۰/۰۶۲	۰/۰۷۹
$\sigma_{\pi^{TA}}$	گامای معکوس	۰/۰۱	۰/۳۵۹	۰/۲۵۳	۰/۴۶۳
σ_i	گامای معکوس	۰/۰۱	۲/۲۸۷	۱/۹۵۱	۲/۶۰
σ_j	گامای معکوس	۰/۰۱	۰/۰۱۱	۰/۰۰۲	۰/۰۱۹

ماخذ: یافته‌های پژوهشگر

برای بررسی صحت برآوردهای بدست آمده از روش MCMC، از دو آزمون تشخیصی استفاده می‌شود. آزمون تشخیصی تک متغیره و چند متغیره بروکز و گلمن. نتایج آزمون تشخیصی بروکز و گلمن در نمودارهای زیر ارایه شده است. بر اساس این آزمون، واریانس درون نمونه‌ای و بین نمونه‌ای کلیه پارامترها به یکدیگر نزدیک شده و در آخر به مقدار ثابتی همگرا شده‌اند و با توجه به اینکه آزمون چند متغیره واریانس درون نمونه ای و بین نمونه ای نیز به مقدار ثابتی همگرا می‌شوند نتایج برآورد رویکرد بیزی با استفاده از روش MCMC از صحت خوبی برخوردار هستند.

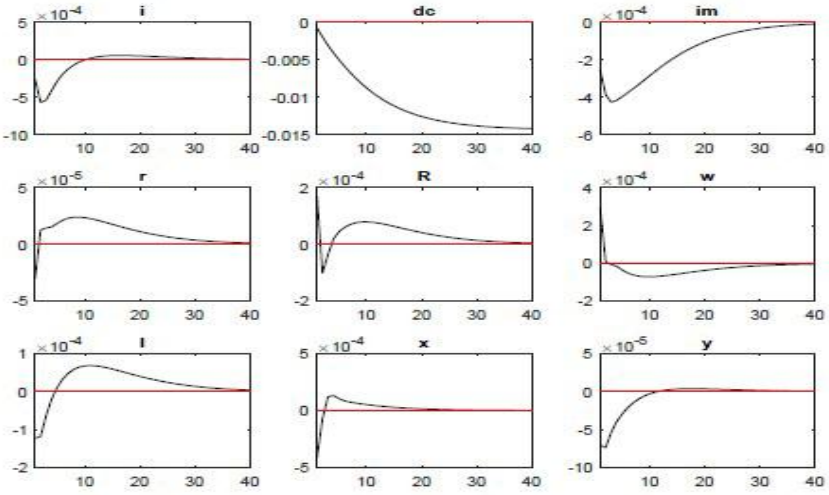


نمودار ۱- همگرا شدن واریانس‌های درون نمونه‌ای و بین نمونه‌ای

ماخذ: یافته‌های پژوهشگر

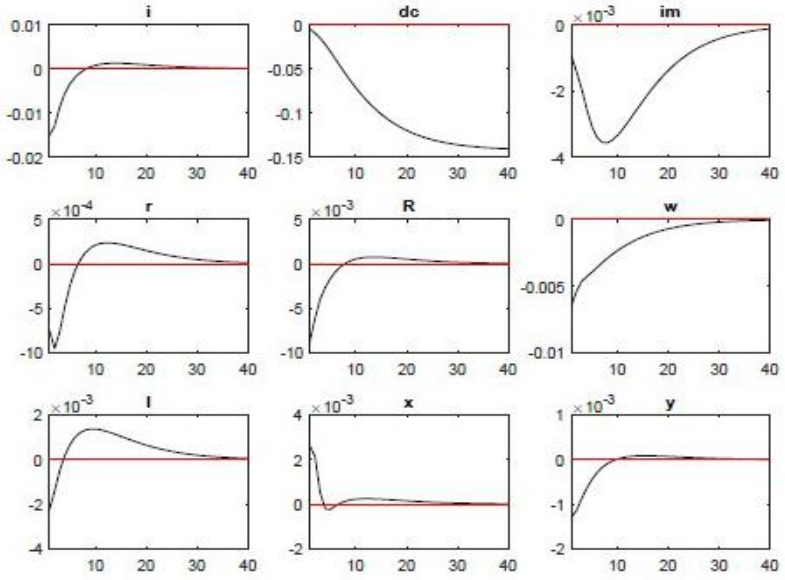
جهت بررسی پویایی متغیرهای اقتصادی نسبت به تکانه‌های مختلف، از نمودارهای عکس‌العمل آنی که بر اساس الگوی برآورد شده به دست آمده و از ابزارهای مهم تجزیه وتحلیل اقتصادی به شمار می‌روند استفاده می‌شود. با توجه به اینکه متغیرهای مدل به شکل انحراف لگاریتمی از مقادیر باثباتشان هستند اعداد درج شده در محور عمودی نمودارهای عکس‌العمل آنی، با ضرب آن‌ها در عدد ۱۰۰، درصد تغییرات متغیرها را نشان می دهند. برای مثال عدد ۰/۰۱۵ بیانگر ۱/۵ درصد می‌باشد البته در مورد متغیرهایی که به صورت رشد می‌باشند مانند نرخ تورم، نرخ رشد پایه پولی و نرخ رشد ارز، میزان انحراف متغیر مورد نظر از وضعیت باثباتشان را نشان می‌دهد که در این حالت عدد ۰/۰۱۵ برای متغیری مانند نرخ تورم، بیانگر انحراف نرخ تورم به میزان ۱/۵ واحد درصد از وضعیت باثباتش می‌باشد.

با وقوع یک شوک به مقدار یک انحراف معیار به پایه مالیاتی درآمد نیروی کار، تولید ناخالص داخلی به میزان ۰/۰۰۷۴ درصد کاهش می‌یابد که دلیل آن در کاهش عرضه نیروی کار می‌باشد. با بروز شوک مالیات بر درآمد، مقدار عرضه نیروی کار ۰/۰۱۲ درصد کاهش می‌یابد اثر شوک بر تولید ناخالص داخلی پس از ۱۰ دوره از بین می رود. در کوتاه مدت تورم به میزان ۰/۰۲۵ درصد افزایش یافته و سپس کاهش یافته و در کمتر از یک سال به مقدار باثبات خود باز می‌گردد.



نمودار ۲- نمودارهای عکس العمل آنی برخی از متغیرها در برابر شوک مالیات بر درآمد نیروی کار

ماخذ: یافته‌های پژوهشگر



نمودار ۳- نمودارهای عکس العمل آنی برخی از متغیرها در برابر شوک مالیات بر شرکت‌ها

ماخذ: یافته‌های پژوهشگر

همانطور که در نمودار ۳ مربوط به عکس‌العمل آنی مشاهده می‌شود برای بررسی اثر مالیات بر شرکتها به بررسی اثر وقوع شوکی به میزان یک انحراف معیار در این پایه مالیاتی می پردازیم. وقوع چنین شوکی سبب کاهش ۰/۱۳ درصدی در تولید ناخالص داخلی و کاهش ۰/۰۱ واحد درصدی در تورم خواهد شد. در واقع افزایش مالیات بر شرکت‌ها، سرمایه‌گذاری بنگاهها را تحت تأثیر قرار داده و سبب کاهش ۱/۵ درصدی در سرمایه گذاری می‌شود. کاهش سرمایه گذاری از یک سو عرضه کل و تولید ناخالص داخلی را کاهش می‌دهد و از سوی دیگر از آنجایی که سرمایه گذاری یکی از اجزاء تشکیل دهنده تقاضای کل می باشد سبب کاهش تقاضای کل و در کوتاه مدت، کاهش تورم می‌شود. با گذشت یک دوره، تأثیر شوک مالیات بر شرکتها بر تورم مثبت می‌شود.

۵- نتیجه‌گیری

۱) پایه‌های مالیاتی اعم از مالیات بر درآمد نیروی کار و مالیات بر شرکت‌ها، اثرات کوچک ولی معنی‌داری را بر تولید ناخالص داخلی و تورم می‌گذارند که این موضوع مؤید پایین بودن سهم مالیات‌ها در اقتصاد ایران می باشد.

۲) از بین پایه‌های مالیاتی بررسی شده، مالیات بر شرکت‌ها، بیشترین تأثیر را بر تغییرات تولید ناخالص داخلی دارا می‌باشد.

۳) کمترین سهم در تغییرات تولید ناخالص داخلی در بین پایه‌های مالیاتی مورد بررسی، مربوط به مالیات بر درآمد نیروی کار می‌باشد.

۴) در بین پایه‌های مالیاتی، بیشترین سهم در تغییرات تورم، مربوط به مالیات بر شرکتها می‌باشد.

۵) کمترین سهم در تغییرات تورم مربوط به مالیات بر درآمد نیروی کار می‌باشد.

۶) در یک تقسیم‌بندی کلی، با در نظر گرفتن مالیات بر درآمد نیروی کار و مالیات بر شرکت‌ها ذیل مالیات‌های مستقیم می‌توان گفت اثر مالیات‌های مستقیم بر تغییرات تولید ناخالص داخلی کم است. از این رو اعمال سیاست‌های اصلاحی احتمالی در قالب تعریف پایه مالیات بر مجموع درآمد از منظر نگرانی از آسیب‌زا بودن اثرات آن بر اقتصاد، امکان‌پذیر خواهد بود.

فهرست منابع

۱) ابراهیمی, ا. (۱۳۸۹). طراحی یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی برای اقتصاد صادرکننده نفت. (دکتری), دانشگاه تهران,

۲) احمدی موسوی، سید مهدی؛ صالح‌ولیدی، محمد و علی نجفی‌توانا (۱۳۹۳) "آسیب‌شناسی نظام مالیاتی ایران و تبیین عوامل مؤثر در بروز آسیب‌ها" مجله حقوقی دادگستری، سال هشتادم، شماره ۹۶، زمستان ۹۵، ص ۳۷-۵۹.

۳) پژویان, ج., درویشی, ب. (۱۳۸۹). اصلاحات ساختاری در نظام مالیاتی ایران. پژوهشنامه مالیات, ۵۶, ۴۰-۴۱.

۴) توکلیان, ح., صارم, م. (۱۳۹۶). الگوهای DSGE در نرم افزار DYNARE. تهران: پژوهشکده پولی و بانکی.

۵) جزدانی, ع. ح. ز. (۱۳۹۵). بررسی اثر مالیات بر تولید ناخالص داخلی و تورم در ایران در چارچوب مدل تعادل عمومی پویای تصادفی. (دکتری), دانشگاه تربیت مدرس,

۶) حیدری, ح., سعیدپور, ل. (۱۳۹۴). تجزیه و تحلیل تأثیر شوک‌های سیاست مالی و ضریب فزاینده مالی اقتصاد ایران در چارچوب مدل کینزین‌های جدید. پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی(۲۰), ۶۱-۷۸.

۷) درویشی, ب., محمدیان, ف. (۱۳۹۶). بررسی مقایسه‌ای نظام مالیاتی ایران با اصلاحات مالیاتی دهه ۱۹۹۰ با تأکید بر مالیات بر مجموع درآمد. پژوهشنامه مالیات, ۳۳(۸۱), ۶۹-۱۱۶.

۸) رستمی, م., مکیان, س. ن. ا. (۱۳۹۸). آزمون ریشه واحد بیزی با لحاظ مشاهدات پرت: مطالعه موردی بازده روزانه ۵۰ شرکت فعال بورس تهران. مدلسازی اقتصادسنجی, ۴(۳), ۵۹-۸۶. doi:10.22075/jem.2019.17640.1295

۹) عبداله میلانی, م., بهرامی, ج., توکلیان, ح., اکبرپور روشن, ن. (۱۳۹۷). اثر سیاست‌های مالیاتی بر اقتصاد زیرزمینی: الگوی DSGE. پژوهشهای اقتصادی ایران, ۲۳(۷۶), ۱-۵۱. doi:10.22054/ijer.2018.9511

۱۰) فطرس, م., دلائی‌میلان, ع. (۱۳۹۵). بررسی اقتصاد زیرزمینی و فرار مالیاتی در چارچوب مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی. پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی, ۷(۲۵), ۶۵-۸۴.

۱۱) گرایی‌نژاد, غ., چپردار, ا. (۱۳۹۱). بررسی عوامل مؤثر بر درآمدهای مالیاتی در ایران. فصلنامه اقتصاد مالی, ۶(۲۰), ۶۹-۹۲.

۱۲) متوسلی, م., ابراهیمی, ا., شاهمرادی, ا., کمیجانی, ا. (۱۳۸۹). طراحی یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی نیوکینزی برای اقتصاد ایران به عنوان یک کشور صادر کنند نفت. فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی(۴۰), ۸۷-۱۱۶.

13) Aghion, P., & Howitt, P. (1996). Research and development in the growth process. Journal of Economic Growth, 1(1), 49-73
14) Alesina, A., & Ardagna, S. (2010). Large changes in fiscal policy: taxes versus spending. Tax policy and the economy, 24(1), 35-68 .
15) Arnold, J. M., Brys, B., Heady, C., Johansson, Å., Schwellnus, C., & Vartia, L. (2011). Tax policy for economic recovery and growth. The Economic Journal, 121(550), F59-F80 .
16) Barro, R. J., & Redlick, C. J. (2011). Macroeconomic effects from government purchases and taxes. The Quarterly Journal of Economics, 126(1), 51-102 .
17) Boland, L. (1993). Methodology for a new microeconomics: the critical foundations.
18) Correia, I. H. (1996). Should capital income be taxed in the steady state? Journal of Public Economics, 60(1), 147-151 .
19) Dahlby, B., & Ferede, E. (2012). The impact of tax cuts on economic growth: evidence from the Canadian provinces. National Tax Journal, 65(3), 563-594 .
20) Gemmell, N., Kneller, R., & Sanz ,I. (2011). The timing and persistence of fiscal policy impacts on growth: evidence from OECD countries. The Economic Journal, 121(550), F33-F58 .
21) Grossman, G. M., & Helpman, E. (1991). Quality ladders in the theory of growth. The review of economic studies, 58(1), 43-61
22) Jones, C. I. (1995). R & D-based models of economic growth. Journal of political Economy, 103(4), 759-784.
23) King, R. G., & Rebelo, S. T. (1989). Transitional dynamics and economic growth in the neoclassical model. Retrieved from
24) Mendoza, E. G., Milesi-Ferretti, G. M., & Asea, P. (1997). On the ineffectiveness of tax policy in altering long-run growth: Harberger's superneutrality conjecture. Journal of Public Economics, 66(1), 99-126 .
25) Mertens, K., & Ravn, M. O. (2013). The dynamic effects of personal and corporate income tax changes in the United States. American Economic Review, 103 ,(۴) 1212-1247 .
26) Pecorino, P. (1994). The growth rate effects of tax reform. Oxford Economic Papers, 492-501 .
27) Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. Journal of political Economy, 98(5, Part 2), S71-S102.
28) Zhu, X. (1992). Optimal fiscal policy in a stochastic growth model. Journal of Economic Theory, 58(2), 250-289.

یادداشت‌ها

[1] . Vector Auto Regressive
[2] . Applied Computable General Equilibrium
[3] . Nominal Frictions
[4] در این روش مقادیر اولیه براي پارامترها به عنوان اطلاعات پیشین مي‌باشد. چنانچه اطلاعات دقیقي باشد، روش بیزي تبدیل به کالیبراسیون مي‌شود. اگر اطلاعات اولیه نادرست باشد، این روش به حداکثر درست‌نمایي تبدیل مي‌شود.