

## یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه پویا برای ارزیابی آثار سیاست‌های انرژی: شواهدی از ایران

ناصر خیابانی<sup>۱</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۱۲

تاریخ ارسال: ۱۳۹۴/۱۰/۰۹

### چکیده

هدف از نگارش این مقاله ارائه یک الگوی تعادل عمومی پویا است که بتواند با تأکید بر بخش انرژی، آثار تغییر قیمت حامل‌های انرژی و تغییر در ضرایب تکنولوژی را روی متغیرهای اقتصادی ایران و شدت انرژی مورد تحلیل قرار دهد. الگوی مورد نظر که آن را DGEMI<sup>۲</sup> می‌نامیم، الگویی است که بر اساس توسعه و گسترش الگوی 1-2-3-T، دوراجان و گو<sup>۳</sup> (۱۹۹۸)، الگوی خیابانی (۱۳۸۷) و گورمن<sup>۴</sup> (۲۰۰۱) حاصل شده است. نتایج حاصله گویای این واقعیت است که سیاست حذف یک‌باره و یا تدریجی یارانه‌های انرژی نمی‌تواند به تنهایی بدون استفاده از تکنولوژی نوین خارجی و عدم امکان افزایش لازم در بهره‌وری عوامل تولید، بهبود در روند اقتصاد را مهیا سازد. در واقع صرفاً با حذف اختلالات قیمتی انرژی و بدون توجه به توانایی بنگاه‌های تولیدی در جایگزینی عوامل تولید، خارج کردن تکنولوژی فرسوده و استفاده از تکنولوژی مدرن، نمی‌توان رشد اقتصادی را افزایش و کاهش تورم و بیکاری را تضمین نمود. انتقال تکنولوژی نوین خارجی از کانال ورود کالاهای سرمایه‌ای به تدریج در سرمایه ایرانی تبلور یافته و با تکمیل و حصول این فرآیند تدریجی<sup>۵</sup>، رشد اقتصادی را به دنبال خود افزایش می‌دهد. از سوی دیگر حذف تدریجی یارانه حامل‌های انرژی مکملی برای سیاست فوق محسوب شده و ورود تکنولوژی نوین با کارایی بالا در مصرف انرژی را توجیه و شدت انرژی را در طول زمان کاهش می‌دهد.

واژگان کلیدی: سیاست‌های انرژی، الگوی تعادل عمومی پویا، بهبود تکنولوژی و شدت انرژی.

طبقه‌بندی JEL: C68, C53, P48, Q48, H21.

۱- دانشیار گروه اقتصاد بازرگانی دانشگاه علامه طباطبائی، پست الکترونیکی: Naser.khiabani@atu.ac.ir

2- Dynamic General Equilibrium Model for Iran

3- Devarajan and Go

4- Gorman

5- Catch-up

## ۱- مقدمه

در تئوری اقتصادی، انحراف قیمت‌های نسبی از مقادیر تعادلی باعث تخصیص غلط منابع در اقتصاد می‌گردد. یک بررسی بسیار اجمالی در رابطه با قیمت حامل‌های اصلی انرژی در دو دهه اخیر کشور، به وضوح وجود انحراف شدید قیمتی را نمایان می‌سازد که تبعات آن در طول این دو دهه در کنار رشد روزافزون جمعیت باعث افزایش فزاینده و پرشتاب مصرف انرژی و اتلاف شدید آن در اقتصاد کشور شده است. این در حالی است که دولت با پذیرش و قبول این انحرافات و به بیان دیگر با پایین نگهداشتن قیمت این حامل‌ها، یارانه‌های پنهان و ضمنی فراوانی را به مصرف‌کنندگان انرژی که عمدتاً در دهک‌های بالای درآمدی قرار دارند پرداخته است.

وجود اختلالات قیمتی اشاره شده، از یک طرف روند رو به رشد مصرف بی‌رویه و ناکارآمد حامل‌های انرژی از کشور و از طرف دیگر افزایش آلاینده‌گی زیست محیطی را به دنبال داشته است. همچنین اجرای سیاست پرداخت یارانه به حامل‌های انرژی و استمرار خط‌مشی فوق توسط دولت، سبب شده است که نسبت قیمت‌های انرژی به قیمت سایر عوامل تولید متناسب با امکانات و محدودیت‌های نظام اقتصادی افزایش نیابد. پیامد این سیاست کاهش سطح فن‌آوری‌های تولید و جایگزینی مستمر انرژی با سایر عوامل تولید توسط تولیدکننده می‌باشد. بنابراین نقصان بازده تولید در کنار سایر موارد اشاره شده در بالا، هزینه‌ای است که به دلیل استمرار اجرای خط‌مشی پرداخت یارانه انرژی به جامعه تحمیل شده است.

بازنگری در سیاست یارانه انرژی کشور و تجدیدنظر در تخصیص منابع، امری است که هم اکنون در کشور با افزایش قیمت حامل‌های انرژی انجام گردیده است. اما بررسی آثار کوتاه‌مدت و بلندمدت چنین سیاستی، یکی از سؤالات مهم و اساسی است که مطالعه حاضر سعی دارد در چارچوب یک الگوی تعادل عمومی پویا به آن بپردازد.

در ارزیابی سیستم‌های انرژی دو رویکرد متعارف در مدل‌سازی وجود دارد: الگوهای با رویکرد پایین-بالا<sup>۱</sup> و الگوهای با رویکرد بالا-پایین<sup>۲</sup>. مدل‌های پایین-بالا جزئیات بیشتری از سیستم انرژی را الگو می‌نمایند، تصویری با جزئیات کامل از بخش انرژی ارائه می‌دهند و امکان ارزیابی طیف وسیع‌تری از گزینه‌های سیاستی را فراهم می‌سازند. با وجود آنکه این تحلیل‌ها برای برنامه‌ریزی بخشی بسیار مفید می‌باشد، اما اساساً وابستگی متقابل بخش انرژی و سایر بخش‌های اقتصاد را در نظر نمی‌گیرند.

مدل‌های اقتصاد انرژی بالا-پایین، مدل‌های چند بخشی و تعادل عمومی هستند که به رابطه بین بخش انرژی و سایر بخش‌های اقتصاد تأکید دارند. این مدل‌ها تصویر کاملی از اقتصاد ارائه می‌دهند، اما برعکس گروه اول تفاوت‌های تکنولوژی را با جزئیات الگوسازی نمی‌کنند. مدل‌های تعادل عمومی به سرعت جایگاه خود را در مطالعات گروه دوم پیدا کردند. با پیشرفت در توانایی محاسبه، مدل‌های  $CGE$ <sup>۳</sup> پویا به یک ابزار استاندارد برای تحلیل رفتار اقتصاد-انرژی تبدیل شده‌اند.

بخش وسیعی از مطالعات کاربردی انرژی از مدل‌های  $CGE$  پویا برای تجزیه و تحلیل استفاده کرده‌اند. هدف تمامی این مطالعات، بررسی آثار تغییر در سیاست‌های انرژی روی کل اقتصاد است. سؤالی که در این‌گونه مطالعات مورد توجه بیشتری قرار گرفته، اثرات تغییر در قیمت‌های انرژی و مالیات روی رشد اقتصادی است.

شایان ذکر است که آثار سیاست‌های انرژی روی بسیاری از موضوعات مانند تعامل عرضه و تقاضای انرژی، جایگزینی بین سوخت‌ها، درآمد دولت، تراز پرداخت‌ها، تورم، رفاه مردم و سایر موارد، از کانال سیاست‌های قیمتی مطرح می‌گردد. از این‌رو برای بررسی این موارد نیاز به الگوهای تعادل عمومی است تا به وسیله آن‌ها بتوانیم پیچیدگی‌های ارتباط بین بخش‌های مختلف اقتصادی را تحلیل کنیم. مدل‌های  $CGE$  پویا توانسته‌اند یک

---

1- Down – top

2- Top – down

3- Computable General Equilibrium

مکانیسم مناسب برای تحلیل‌های سیستماتیک در رابطه با هدف ارزیابی سیاست‌های انرژی و ارتباط بخش انرژی با ساختار اقتصاد فراهم کنند. البته باید گفت که در مجموع یک ضعف کلی در الگوهای تعادل عمومی وجود دارد که این الگوها قطعی هستند و فرآیند تصادفی را مدنظر قرار نمی‌دهند.

از سوی دیگر برای ساختار پویای الگوهای تعادل عمومی قابل محاسبه، رویکردهای متفاوتی وجود دارد. سه نوع از این مدل‌ها، مدل تعادل عمومی پایدار، مدل بازگشتی-پویا و مدل آینده‌نگر می‌باشند. ساده‌ترین مدل *CGE* پویا، مدل تعادل عمومی پایدار است. این مدل در اصل یک مدل ایستا است (تنها یک دوره وجود دارد) که در آن شروط تعادل پایدار (نسبت به سرمایه‌گذاری) تأمین می‌شود. این مدل برای نشان دادن مسیر رشد متوازن که ممکن است در بلندمدت رخ دهد و می‌تواند برای تحلیل ویژگی تعادل پایدار استفاده شود، مقید می‌گردد.

نوع دوم مدل‌ها، مدل تعادل عمومی پویای بازگشتی است. این نوع مدل پویا به صورت دنباله‌ای از شبیه‌سازی‌های مدل تک دوره‌ای مشخص می‌شود و مبتنی بر این فرض است که بازیگران اقتصادی رفتار آینده‌نگر ندارند. از این رو، مدل را می‌توان برای هر دوره مجزا به‌طور بازگشتی حل نمود. در این مدل دوره‌ها از طریق ذخیره سرمایه با هم ارتباط دارند. در مقایسه با مدل تعادل پایدار، رویکرد پویای بازگشتی بسیار حائز اهمیت است. بدین معنا که محاسبه مسیر انتقال از تعادل پایدار اولیه به تعادل پایدار جدید که برای سیاستگذاران اهمیت ویژه‌ای دارد و در مدل تعادل پایدار امکان محاسبه آن وجود ندارد را ممکن می‌سازد. طبیعتاً وارد کردن مسیر انتقال می‌تواند اثرات قابل ملاحظه‌ای بر پیشنهاد‌های سیاستی حاصل از تحلیل داشته باشد.

نوع سوم از مدل‌های *CGE* پویا، مدل آینده‌نگر است. مزیت این مدل نسبت به مدل‌های پویای بازگشتی آن است که مصرف‌کنندگان مطلوبیت خود را نه فقط براساس وضعیت جاری بلکه براساس مصرف آینده (که به ارزش حال تنزیل می‌شود) حداکثر می‌کنند. این جنبه بین دوره‌ای در مدل بازگشتی پویا وجود ندارد.

در این مطالعه با تأکید بر رویکرد بالا-پایین، یک الگوی CGE پویا طراحی می‌گردد که در آن فرض بر آن است که کارگزاران اقتصادی بر اساس فرض آینده‌نگری کامل، مسیر زمانی سرمایه‌گذاری را براساس بهینه‌یابی بین زمانی از ارزش حال خالص درآمدهای خود به دست می‌آورند. مصرف‌کنندگان مطلوبیت خود را نه فقط براساس وضعیت جاری بلکه براساس رفاه آینده (که به ارزش حال تنزیل می‌شود) حداکثر می‌کنند. فرض آینده‌نگری کامل، اجازه می‌دهد نرخ‌های بازدهی مورد انتظار سال  $t+I$  براساس بازدهی‌های واقعی سرمایه و هزینه‌های آن در سال  $t$  تعیین شود. این امر امکان حل پویای سیستم را در چارچوب رویکرد بازگشتی مهیا ساخته و باعث می‌گردد از پیچیدگی وجود انتظارات عقلایی نظر به آینده که در آن فرض می‌شود که نرخ‌های بازدهی مورد انتظار  $t+I$  با نرخ‌های بازدهی واقعی این سال برابرند اجتناب شود.

جدا از ساختار پویای الگو که به ساختار الگوی  $I-2-3-T$  و دوراجان و گو (۱۹۹۸) نزدیک است، طراحی ساختار اقتصادی الگو (شامل روابط بخشی و بین بخشی تولید، بخش انرژی و بخش مصرف و سایر روابط) تعمیمی از الگوی خیابانی (۱۳۸۷) است. در این مطالعه، وی براساس یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه ایستا به تحلیل رفتار تغییر قیمت حامل‌ها روی بخش‌های اقتصادی ایران پرداخته است.

ساختار الگوی فوق که به صورت از بالا به پایین طراحی شده است، توجه ویژه‌ای به بخش انرژی داشته، به طوری که نهاده‌های واسطه‌ای زیر بخش‌های تولیدی الگو و ارتباطات منطقی آن‌ها با سایر زیر بخش‌های تولیدی از جمله بخش انرژی برقرار گردیده است.

اگرچه در طراحی الگوی حاضر، ساختار تولیدی الگوی خیابانی همچنان حفظ می‌شود ولی برخلاف آن که تغییرات تکنولوژی را ثابت در نظر گرفته، در این الگو هماهنگ با گورمن (۲۰۰۱)، تغییرات تکنولوژی درون‌زا الگو می‌گردد. در این راستا ضریب تکنولوژی می‌تواند به عنوان یک عامل برون‌زا در طول زمان تغییر و اثر آن در طول زمان روی تولید و سایر متغیرهای درون‌زا بررسی گردد. بنابراین در یک جمع‌بندی، انتخاب رویکرد حاضر، امکان شبیه‌سازی و پیش‌بینی پویای آثار تغییر در ضرائب فنی و

کارایی انرژی و همچنین اثرات تغییر در قیمت حامل‌های انرژی روی بخش‌های مختلف اقتصاد از جمله بخش‌های تولیدی، خانوارها و رفاه اجتماعی را می‌دهد. علاوه بر این امکان بررسی تقاضای انرژی در بخش‌های تولیدی و دولت، روند تغییر در استفاده از شدت انرژی در بخش‌های تولیدی، تغییر در روند رشد اقتصادی و آثار تورمی آن‌را در فرآیند زمان میسر می‌سازد.<sup>۱</sup>

بخش‌های بعدی این مطالعه به صورت زیر سازمان یافته است. در بخش اول، جزئیات ساختار معادلات الگوی *DGEMI* ارائه می‌گردد. در بخش دوم منابع اطلاعاتی اصلی مورد نیاز برای حل الگوی *DGEMI* و کالیبراسیون الگو ارائه می‌گردد. بخش بعدی هم اختصاص به حل الگو و نتایج شبیه سازی دارد و در نهایت نتایج ارائه می‌گردد.

## ۲- چارچوب الگوی *DGEMI*

در این بخش ساختار الگوی *DGEMI* با جزئیات ارائه می‌گردد. این الگو شامل ۷ بلوک یعنی بلوک‌های خانوار، رفتار سرمایه و سرمایه گذاری، رفتار تکنولوژی، تولید، تجارت خارجی، درآمد عوامل تولید و تعادل بازار می‌باشد.<sup>۲</sup> پویایی الگو براساس این فرض حاصل می‌گردد که کارگزاران اقتصادی با داشتن آینده‌نگری کامل، مسیر زمانی سرمایه گذاری را براساس بهینه‌یابی بین زمانی از ارزش حال خالص درآمدهای خود به دست می‌آورند و مصرف کنندگان مطلوبیت خود را نه فقط براساس وضعیت جاری بلکه براساس رفاه آینده (که به ارزش حال تنزیل می‌شود) حداکثر می‌کنند.

۱- الگو می‌تواند برای در نظر گرفتن عوامل محیط زیستی نیز گسترش یابد. در این رابطه به Resosudarmo (2003) مراجعه کنید.

۲- شرح کامل بلوک‌های فوق‌الذکر در کتاب "یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه پویا برای ارزیابی آثار سیاست‌های انرژی روی اقتصاد ایران" (خیابانی ۱۳۹۱) آمده است و در این مقاله تنها به برخی از آن‌ها که در راستای هدف مقاله است اشاره می‌کنیم.

## ۲-۱ بلوک خانوار

## ۲-۱-۱ رفتار مصرفی بین زمانی یک خانوار نماینده

رفتار مصرفی یک خانوار مفروض به صورت بین زمانی، در دوره‌های زمانی گسسته مدل می‌شود. تنزیل در زمان گسسته مستلزم یک قرارداد زمانی است. بدین منظور برای ساده سازی در کالیبراسیون مدل فرض می‌شود که مبادلات در آخر هر دوره به وقوع می‌پیوندد، در حالی که تصمیم برای انجام آن‌ها در زمان شروع انجام شده است. در زمان شروع ( $t=0$ ) که هر درآمد در آن سال به دست می‌آید براساس نرخ  $r_0$  تنزیل می‌گردد به طوری که ارزش حال درآمد در دوره بعدی برابر  $\frac{y_1}{(1+r_0)(1+r_1)}$  بوده و ذخیره ثروت  $w_t$  در دوره  $t$  درآمدی معادل  $r_t w_t$  را در شروع دوره بعدی ( $t+1$ ) به دست می‌دهد. در این راستا مصرف کننده مفروض، مطلوبیت تنزیل شده خود را براساس مصرف در زمان‌های بعدی - در شکل تجمیع شده - به صورت ذیل حداکثر می‌نماید:

$$\max u_0 = \sum_{t=0}^{\infty} \left( \frac{1}{1+\rho} \right)^{t+1} \frac{1}{1-\nu} (cp_t)^{1-\nu} \quad (1)$$

که در واقع یک تابع مطلوبیت همگن و به طور جمعی جداپذیر<sup>۱</sup> بوده که در آن  $\nu$  کشش ثابت مطلوبیت نهایی،  $cp_t$  مصرف کل و  $\rho$  نرخ ترجیح زمانی است.

برای تعیین محدودیت بودجه خانوار، ثروت خانوار براساس حاصل جمع ثروت حاصل از تولید، درآمد سرمایه‌ای آتی، ثروت انسانی و سایر ثروتها تعریف می‌شود. ثروت اولیه  $w_0$  براساس قیمت جاری سرمایه  $p_{k,t}$  ارزش گذاری می‌گردد. درآمد آینده سرمایه برابر است با سرمایه ایجاد شده در زمان  $t$ ،  $(k_t)$  که برحسب قیمت سایه‌ای  $q_t$  ارزش گذاری شده است. ثروت انسانی و سایر ثروتها، بر حسب جریان تنزیل شده درآمد

---

1- Additively separable

بعد از کسر مالیات از نیروی کار و با اضافه کردن انتقالات دولتی به خانوارها به دست می آید. معادله ثروت براساس موارد فوق به صورت ذیل قابل نمایش است:

$$w_{t+1} = (1 + r_t)(w_t - p_{cp,t} cp_t) \quad (2)$$

$$w_t = p_{k,t} w_{o,t} + q_t k_t + y_t + \sum_{j=t+1}^{\infty} \left( \prod_{k=t}^{j-1} (1 + r_t)^{t-v} \right) y_j \quad \text{که:}$$

ثروت های درآمدی براساس نرخ  $r_t$  ایجاد و به مصرف جاری  $cp_t$  در قیمت  $p_{cp,t}$  و یا به پس انداز (که براساس تغییر در ثروت از یک دوره به دوره بعد تعریف می شود) تخصیص داده می شود.

همانگ با الگوی  $I-2-3-T$ ، حداکثر سازی (۱) نسبت به محدودیت ثروت (۲) تابع مصرف ذیل را ارائه می نماید:

$$cp_t = \frac{w_t}{p_{c,t} \left[ 1 + \sum_{j=t+1}^{\infty} \prod_{k=t}^{j-1} \left[ \frac{(1 + r_t)^{1-v}}{(1 + \rho)} \right] \right]^{\frac{1}{v}}} \quad (3)$$

شرط بین زمانی برای مصرف از تحمیل شرط سازگاری زمانی<sup>۱</sup> حاصل می گردد. این خاصیت از این نظر حائز اهمیت است که ارزش نهایی مصرف را در طول دوره ها فقط وابسته به سطوح مصرف در این دوره ها می نماید. بنابراین مصرف بین زمانی می تواند به صورت ذیل نمایش داده شود.

$$cp_{t+1} = \left( \frac{1 + r_t}{1 + \rho} \right)^{\frac{1}{v}} cp_t \quad (4)$$

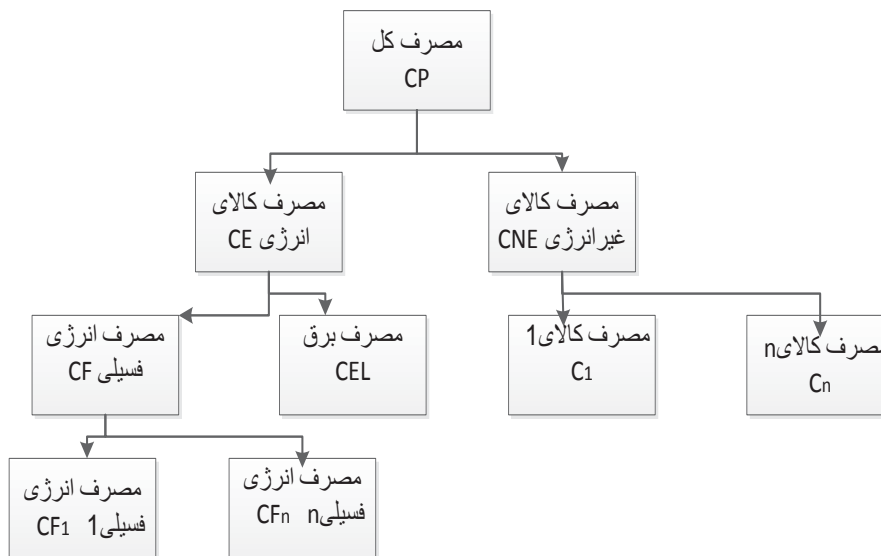
## ۲-۱-۲ رفتار مصرف کالایی خانوارها

خانوار درآمد را از عرضه نیروی کار خود به بنگاه های اقتصادی، مالکیت سرمایه و پرداخت های انتقالی از دولت به دست می آورد. در این راستا خانوار تصمیم گیری خود را



در رابطه با مصرف در چهار مرحله انجام می‌دهد. در مرحله اول خانوار تصمیم خود را در رابطه با کل مصرف و پس‌انداز برای دوره جاری و دوره آتی اتخاذ می‌نماید. چنین تصمیمی به صورت پویا و در چارچوب حداکثرسازی تابع مطلوبیت بین زمانی انجام می‌شود. در مرحله دوم خانوار مطابق رجحان فردی و قیمت جاری، تصمیم مصرفی خود را برای تخصیص هزینه به کالاها یا خدمات می‌گیرد. فرض می‌کنیم تصمیم خانوار در مرحله دوم براساس حداکثرسازی تابع مطلوبیت CES بین کالاهای انرژی و کالاهای غیرانرژی صورت می‌گیرد (شکل ۱). در مرحله سوم، تقاضای مصرفی کالاهای غیرانرژی برای رشته فعالیت‌ها و مصرف کل انرژی براساس حداکثرسازی تابع مطلوبیت CES حاصل می‌گردد که در آن کل مصرف انرژی تابعی از مصرف انرژی فسیلی و انرژی برق است. در مرحله چهارم کل انرژی فسیلی برحسب یک تابع مطلوبیت کاب داگلاس از ۷ حامل انرژی فسیلی تعیین می‌گردد.

شکل ۱: رفتار مصرفی خانوارها



## ۲-۲- بلوک رفتار سرمایه و سرمایه گذاری

همانگ با گورمن (۲۰۰۱) ما فرض می‌نماییم که بخش تولید از دو نوع سرمایه باتکنولوژی مختلف استفاده می‌نماید:

- ۱- تکنولوژی جاری که از طریق سرمایه گذاری در دوره قبل خریداری می‌گردد.
- ۲- تکنولوژی قدیمی که به‌عنوان ترکیبی از تمام سرمایه‌های خریداری شده در دوره‌های اولیه در نظر گرفته می‌شود.

در دوره  $t$  مجموعه‌ای از تولیدات بالقوه توسط یک بنگاه منتخب در هر بخش، با برداری از سرمایه به صورت  $k_t = (k_{1,t}, k_{2,t})$  نمایش داده می‌شود. جایی که  $k_{2,t}$  موجودی سرمایه با تکنولوژی جاری و  $k_{1,t}$  موجودی سرمایه با ترکیبی از تکنولوژی قدیمی است. هر سرمایه از یک سطح پیشرفت فنی تصحیح شده عامل بر، برخوردار است که از یک سطح پیشرفت فنی به سطح بعدی متفاوت است.

همچنین فرض بر آن است که هر دو نوع سرمایه، کالای سرمایه همگن می‌باشند. شایان ذکر است از آنجایی که داده و اطلاعات در رابطه با سرمایه با تکنولوژی قدیمی قابل دسترس نیست، ذخیره سرمایه اولیه با یک تکنولوژی یکنواخت قدیمی در نظر گرفته می‌شود.

همچنین فرض می‌کنیم در مدل تا زمانی که سرمایه با تکنولوژی جاری آخرین پیشرفت فنی عامل بر را در تولید دارد، به‌طور کامل مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما در عوض سرمایه با تکنولوژی قدیمی که تولید نهایی پایینی را به‌دلیل قدیمی شدن تکنولوژی دارد، به‌طور کامل مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. همچنین تا زمانی که تولید نهایی آخرین واحد تولید سرمایه در دوره‌های زمانی بعدی به صفر تقلیل می‌یابد، فرض مدل بر آن است که واحدهایی از سرمایه در نتیجه قدیمی شدن از دور خارج می‌شوند. بنابراین اگر ما سرمایه مورد استفاده را با بردار  $z_t = (z_{1,t}, z_{2,t})$  به نمایش بگذاریم، می‌دانیم که  $z_{2,t} = k_{2,t} = I_{t-1}$  و  $z_{1,t} \leq k_{1,t}$  می‌باشد.

علاوه بر خارج کردن ماشین‌آلات قدیمی، هر سرمایه با هر کیفیتی دارای یک طول عمر می‌باشد که وابسته به نرخ استهلاک سرمایه در طول زمان است. در این الگو فرض می‌کنیم سرمایه جدید با نرخ استهلاک  $\delta$  در یک بخش ویژه مستهلک شده به طوری که تمامی سرمایه بعد از  $\frac{1}{\delta}$  دوره جایگزین می‌گردد. بنابراین موجودی سرمایه در طول زمان به صورت ذیل مدل می‌شود.

$$k_{t+1} = I_t + k_t(1 - \delta) \quad (5)$$

هزینه سرمایه‌گذاری برای هر بنگاه در هر بخش  $J_t$ ، براساس حاصل جمع هزینه مستقیم سرمایه‌گذاری (که براساس هزینه‌های جایگزین سرمایه تعیین می‌گردد) و هزینه‌های تعدیل و با کسر مالیات بر اعتبارات اعطایی از آن که نرخ‌های آن‌ها به ترتیب با  $\theta(x_t)$  و  $CT_t$  به نمایش گذاشته شده است، تعیین می‌گردد:

$$J_t(I_t) = I_t P_{k,t} [1 + \theta(x_t) - CT_t] \quad (6)$$

هزینه‌های تعدیل شامل هزینه‌های نصب و راه‌اندازی بوده و فرض می‌شود یک تابع افزایشی از نرخ سرمایه‌گذاری  $x_t = \frac{I_t}{K_t}$  است. در این صورت این تابع می‌تواند به فرم تبعی ذیل تصریح گردد:

$$\theta(x_t) = \begin{cases} \left( \frac{\beta_x}{2} \right) \frac{(x_t - \alpha_x)^2}{x_t} & \text{if } f(x_t - \alpha_x) \geq 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (7)$$

پارامترهای  $\beta_x$  و  $\alpha_x$  به صورت برون‌زا تعیین می‌شوند و برای بخش‌های مختلف به منظور در نظر گرفتن تفاوت در ترکیب سرمایه می‌توانند متفاوت باشند.

وجود هزینه تعدیل در هزینه‌های سرمایه‌گذاری نقش مهمی را در الگو ایفا می‌نماید. از این نظر که وجود آن می‌تواند مسئله بنگ‌بنگ<sup>۱</sup> را در تئوری سرمایه‌گذاری

حل نماید. در واقع مشکل بنگ بنگ، وجود تعدیل آنی موجودی سرمایه است. این مشکل باعث می‌گردد که سرمایه قدیمی یا به‌طور کامل مورد استفاده قرار گیرد و یا اصلاً مورد استفاده قرار نگیرد. بنابراین وجود تابع هزینه تعدیل در تابع سرمایه‌گذاری این امکان را فراهم می‌نماید که تولید به‌صورت آنی نسبت به تغییر قیمت‌ها تعدیل نشود و از سوی دیگر تعدیل در موجودی سرمایه به‌صورت تدریجی به میزان مطلوب خود برسد.

هم‌گام با رویکردهای آبل<sup>۱</sup> (۱۹۸۹)، هیاشی<sup>۲</sup> (۱۹۹۲) مسئله تصمیم پویا برای بنگاه، انتخاب مسیری از سرمایه‌گذاری است که ارزش بنگاه ( $V_0$ ) را که به‌عنوان خالص ارزش حال درآمدهای بنگاه تعریف می‌گردد، نسبت به محدودیت‌های (۵)، (۶) و (۷) حداکثر نماید:

$$\max V_0 = \sum \mu(t)R(t) \quad (۸)$$

به‌طوری که  $R(t)$  برابر سود ناخالص منهای مخارج سرمایه‌گذاری،  $\mu(t) = \frac{1}{\prod_{t=0}^t (1+r_{p,t})}$

و  $r_{p,t}$  نرخ تنزیل تولید می‌باشد که براساس حاصل جمع نرخ بهره جهانی ( $i_t^*$ ) و تغییر در نرخ انتظاری ارز حاصل می‌گردد. نرخ ارز ( $e_t^p$ ) بر حسب نسبت قیمت صادراتی به وارداتی تعریف می‌شود:

$$r_{p,t} = i_t^* + \frac{e_{t+1}^p - e_t^p}{e_t^p} \quad (۹)$$

حداکثرسازی معادله (۸) با توجه به محدودیت‌های فوق، شروط اولیه ذیل را برای سرمایه‌گذاری ارائه می‌نماید:

$$\begin{aligned} q_t &= J'(t) = p_{k,t}(1 + [\theta(x_t) + x_t\theta'(x_t)] - CT_t) \\ r_{p,t} &= R_k(t) + \Delta q - \delta q_{t+1} \end{aligned} \quad (۱۰)$$

حال می‌توان با داشتن شرط تراگردی  $\lim_{T \rightarrow \infty} \mu(t,T)q_{T+1}k_T = 0$ ، معادله تفاضلی قیمت سایه‌ای سرمایه را که به‌صورت ارزش حال درآمدهای نهایی تولید سرمایه  $R_k$  به‌دست می‌آید، به‌صورت زیر به نمایش گذاشت:

1- Abel  
2- Hayashi

$$q_t = \sum_{s=t}^{\infty} \mu(s) [R_k(s)(1-\delta)^{s-t}] \quad (11)$$

حل پویا از سرمایه‌گذاری آن مقداری خواهد بود که سرمایه‌گذاری را به قیمت سایه‌ای سرمایه، هزینه جایگزینی سرمایه و پارامترهای تابع هزینه تعدیل وابسته می‌سازد:

$$\frac{I_t}{k_t} = \alpha_x + \frac{1}{\beta} \left( \frac{q_t}{p_{k,t}} - (1-CT_t) \right) \quad (12)$$

شایان ذکر است که نسبت قیمت سایه‌ای سرمایه به هزینه جایگزینی آن  $(\frac{q_t}{p_{k,t}})$ ، برابر توین  $q$  خواهد بود.

### ۲-۳- بلوک رفتار تغییر در تکنولوژی

برای در نظر گرفتن رفتار تغییر پیشرفت فنی در الگو، فرض می‌کنیم که هر سرمایه در هر بخشی که وجود دارد و شامل پیشرفت فنی عامل بر متفاوت می‌باشد، در نتیجه تغییر تکنولوژی از یک سطح فنی به سطح فنی بعدی بهبود می‌یابد (ارو<sup>۲</sup> ۱۹۶۱). در این الگو تغییر تکنولوژی که با  $Tech(t)$  نمایش داده می‌شود، به صورت تابعی جدایی پذیر از سه ضریب تکنولوژی که در تابع تولید مرتبط به هر بخش وجود دارد (به قسمت الگو سازی بخش تولید مراجعه کنید) به نمایش گذاشته می‌شود. این سه ضریب تکنولوژی به طور مجزا در سه تابع تولید انرژی، ارزش افزوده و تابع نهاده‌های واسطه‌ای ظاهر می‌گردند. تفاوت تکنولوژی در سطوح مختلف تولیدی این امکان را فراهم می‌سازد، که تغییر در پیشرفت فنی انرژی را از تغییر در بهره‌وری عوامل تولید در ارزش افزوده و مواد واسطه‌ای تفکیک نماییم. بنابراین تغییر تکنولوژی را می‌توان به صورت ذیل به نمایش گذاشت:

1-Tobin's Q

2- Arrow

$$Tech(t) = f(\varphi_{EN}(t), \varphi_{VA}(t), \varphi_M(t)) \quad (13)$$

که  $i = EN, VA, M$ ،  $\frac{d\varphi_i}{dt} > 0$  ارزش ضرایب فنی می تواند در طول زمان تغییر یابد، اما برای تکنولوژی تولید که با یک نوع خاص از سرمایه جدید ارتباط پیدا می کند ثابت است. علاوه بر آن ارزش ضرایب فنی برای هر بخش منحصر به فرد بوده که این فرض، هم منطقی و هم ممکن به نظر می رسد؛ چون تا زمانی که یک کالای سرمایه ای توسط بخش تولیدات کالاهای سرمایه ای تولید می شود، کالاهای سرمایه ای فوق در برگیرنده پیشرفت فنی تصحیح شده عوامل بر بخش نیز خواهد بود.

همچنین شایان ذکر است که ضرایب فنی در طول زمان وابسته به نرخ تغییر فنی است و در الگو برونزا در نظر گرفته می شود. نرخ تغییر فنی خود از دو منبع حاصل می گردد:

۱- کالاهای سرمایه ای وارداتی که در برگیرنده تکنولوژی پیشرفته قابل دسترسی خارجی می باشد ( $WT$ ).

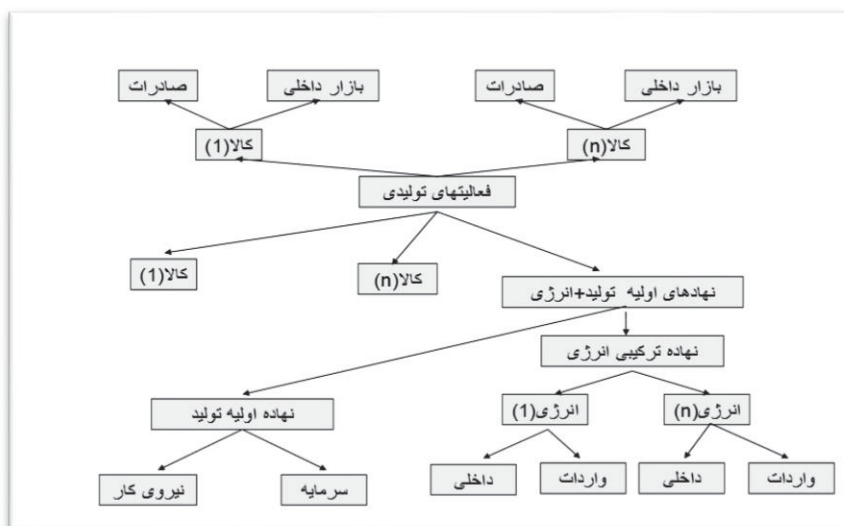
۲- کالاهای سرمایه ای تولید شده در داخل کشور که در برگیرنده پیشرفت فنی قابل دسترس ایرانی می باشد ( $IT$ ).

همچنین فرض می نمایم که  $WT$  ثابت است به طوری که کالاهای سرمایه ای وارد شده در هر زمان همان پیشرفت فنی را در بردارند. در حالی که  $IT$  در یک نرخ ثابت در هر فاز انتقال، افزایش می یابد و این افزایش تا رسیدن به میزان  $WT$  ادامه دارد. قابل ذکر است که در زمان  $t$ ، ارزش ضرایب فنی به ترکیبی از سرمایه وارداتی و سرمایه داخلی وابسته است.

## ۲-۴- بلوک تولید و تجارت خارجی

بنگاه‌ها در داخل بخش‌های تولید تجمیع می‌شوند. براساس ساختار  $SAM^1$  که در مطالعه خیابانی (۱۳۹۱) ارائه گردیده است، بخش‌های تولیدکننده انرژی از سایر بخش‌های غیرانرژی تفکیک می‌گردند. هر بخش می‌تواند تولیدکننده چند محصول بوده و از سوی دیگر کالاهای تولیدی توسط یک بخش می‌تواند به‌عنوان عامل واسطه‌ای توسط بخش‌های دیگر و یا به‌عنوان مصرف نهایی توسط نهادهای خانوار، دولت و غیره استفاده گردد.

شکل ۱: ساختار تولید الگو<sup>۲</sup>



شکل (۲) ساختار الگوی تولیدی را به نمایش می‌گذارد. براساس نمودار فوق، ساختار تولید سه مرحله دارد و براساس ترکیب نهاده‌های واسطه‌ای و نهاده‌های اولیه

### 1- Social Accounting Matrix

۲- برای مطالعه ساختار ریاضی الگو به فصل چهارم خیابانی (۱۳۹۱) مراجعه کنید.

به دست می آید. نهاده‌های اولیه خود شامل دو زیرگروه هستند. گروه اول نهاده‌های نیروی کار و سرمایه و گروه دوم نهاده انرژی. خود نهاده انرژی نیز از ۷ زیربخش شامل نهاده‌های بنزین، گازوئیل، برق، نفت سفید، نفت کوره، گاز طبیعی و گاز مایع تشکیل شده و در کل هر کدام براساس میزان تولید آنها در داخل و میزان واردات آنها از خارج تعیین می‌شوند. کل فعالیت‌های تولیدی در اقتصاد  $n$  کالا تولید می‌نمایند و این  $n$  کالا صرف مصرف داخلی و یا صرف صادرات به خارج می‌گردد. از سوی دیگر از طرف عرضه میزان مصرف داخلی توسط تولید داخل و توسط واردات تأمین می‌گردد.<sup>۱</sup>

### ۳- داده‌ها و کالیبراسیون

برای کالیبراسیون الگو به مجموعه‌ای از اطلاعات و پارامترهای توابع تولید، مصرف، ضرایب تابع مطلوبیت بین زمانی و ضرایب تابع تعدیل هزینه سرمایه گذاری نیاز داریم که در ذیل مراحل به دست آوردن این اطلاعات ارائه می‌گردد:

۱- پایگاه اطلاعاتی الگو، جدول حسابداری- اجتماعی ۲۶۲-۲۶۲ بخشی سال ۱۳۸۰ (تراز شده براساس جدول داده-ستانده (جداول تقاضا و عرضه) سال ۱۳۸۰) است.<sup>۲</sup> همچنین از جدول تشکیل سرمایه آن برای محاسبه قیمت سرمایه استفاده شده است. جدول حسابداری اجتماعی فوق‌الذکر شامل ۱۴۷ کالا و ۹۱ فعالیت بوده که بعد از تجمیع آن به یک جدول ۵۸-۵۸ با ۲۴ کالا و ۱۷ فعالیت اساس کالیبراسیون الگو را تشکیل داده است.

۱) کالیبراسیون الگو در سه مرحله براساس ضرایب تبدیلی فوق انجام گرفته است. در مرحله اول مقادیر ضرایب تبدیل جایگزینی توابع  $CES$  و  $CET$ ، از کشش‌های جانشینی برآورد شده خیابانی (۱۳۹۱)، خیابانی (۱۳۸۷) هسن و تار (۱۹۹۹) گرفته شد و سپس براساس آنها، ضرایب انتقال و ضرایب سهم در توابع  $CES$  و  $CET$  با دو عامل تولیدی به دست

1 - Lofgren, Harris, Robinson, Thomas and El-Said (2002)

۲- برای جزئیات بیشتر به فصل دوم خیابانی (۱۳۹۱) مراجعه کنید.



آمد. برای توابع CES و کاب داگلاس با بیش از دو عامل تولیدی، ابتدا یک الگوی ساده بهینه‌سازی با تابع هدفی که مجموعه ضرایب آن برابر یک بوده و با محدودیت‌هایی که شامل تابع تولید می‌شود و شروط مرتبه اول برای هر یک به‌طور مجزا وجود دارد، اجرا شده و پس از محاسبه مقدار ضرایب انتقال و ضرایب سهم، ضرایب فوق وارد الگوی DGEMI می‌شود. در مرحله دوم، الگو با ضرایب تعیین شده فوق حل و رفتار الگو براساس ضرایب کالیبره می‌گردد. در مرحله آخر، تحلیل حساسیت روی زیرمجموعه‌ای از ضرایب مربوط به بخش‌ها انجام و قدرت الگو در رابطه با تولید داده‌های واقعی مورد آزمایش و تحلیل دقیق قرار می‌گیرد و به این ترتیب الگو در معرض اعتمادسنجی دقیق قرار گرفته است.

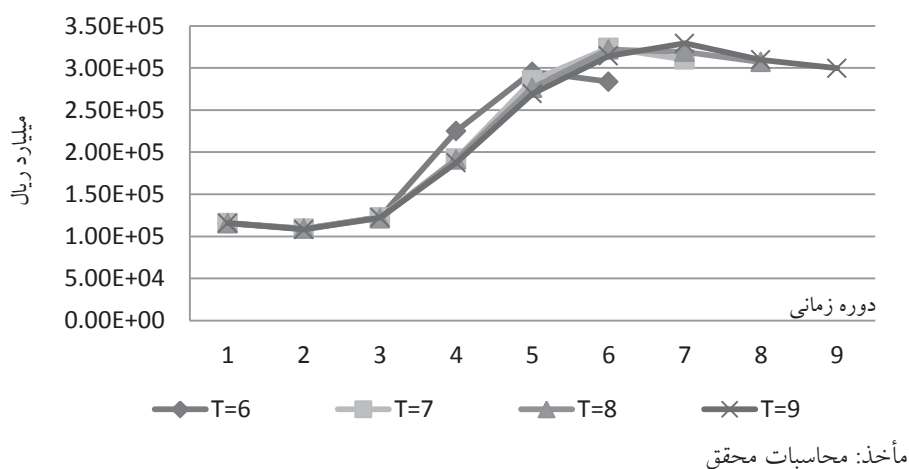
(۲) با دنبال کردن رویکرد دوراجان و گو (۱۹۹۹)، نرخ استهلاک  $\delta$ ، سرمایه‌گذاری واقعی  $I_t$ ، مقدار توبین  $q_t$ ، سرمایه  $K_t$  و هزینه تعدیل سرمایه  $\theta(x_t)$  می‌تواند براساس تعیین مقادیر تعادلی پایدار<sup>۱</sup> و تعیین ضرایب تابع هزینه تعدیل سرمایه ( $\alpha_x$  و  $\beta_x$ ) به‌دست آید. هماهنگ با مطالعه دوراجان و گو،  $\alpha_x = 0, \beta_x = 2$  در نظر گرفته شده که تابع هزینه تعدیل سرمایه‌گذاری را به یک تابع خطی تبدیل می‌نماید. رشد اقتصادی با توجه به روند تاریخی رشد در ایران سالانه ۳ درصد در نظر گرفته شده که رشد ۵ ساله آن برابر با  $\frac{I_{it}}{K_{it}} = g + \delta$  خواهد بود. بنابراین رشد تعادل پایدار ایجاد می‌نماید که  $g = 15/9\%$  باشد. نهایتاً با توجه به فروض بالا مقادیر  $\delta, I_t, q_t$  و  $K_t$  با استفاده از معادلات ۵ تا ۱۲ در کنار سایر مقادیرهای درون‌زای الگوی DGEMI کالیبره می‌گردد.

(۳) در تابع مطلوبیت بین زمانی، کشش نهایی بین زمانی مصرف برابر با ۰/۴ در نظر گرفته شده است که با داشتن این کشش و در نظر گرفتن نرخ بهره بین‌المللی ۰/۴، میزان نرخ ترجیح زمانی مصرف در شرایطی تعادلی پایدار به این صورت کالیبره می‌گردد: با در نظر گرفتن رابطه تعادلی پایدار از (۹) داریم  $i^* = r_p$  و با دانستن اینکه در تعادل پایدار رشد

اقتصادی برای ۵ سال ( $g$ ) با رشد مصرف برابر می‌گردد، میزان نرخ ترجیح زمانی از رابطه (۴) کالیبره می‌گردد. شایان ذکر است که حل الگو بر اساس ۷ دوره انجام شده که هر دوره ۵ سال در نظر گرفته شده است.

(۴) از آنجایی که اطلاعات قابل دسترسی و قابل اعتمادی در رابطه با زمان رسیدن به تعادل پایدار وجود ندارد، برای یافتن زمان تعادل پایدار الگو، مشابه رویکرد دوراجان و گو (۱۹۹۹) ابتدا الگو برای زمان‌های مختلف به صورت پویا حل می‌شود. براساس این رویکرد، تعادل پایدار زمانی حاصل خواهد شد که متغیر در افق زمانی به روند ثابت زمانی جدید رسیده و بعد از آن بدون تغییر باقی بماند. از این رو اضافه کردن دوره زمانی بیشتر تغییری در وضعیت تعادلی جدید ایجاد نخواهد کرد. به این منظور ابتدا رفتار الگو را در  $T=6$  بررسی می‌کنیم.

نمودار ۱- اثر دوره‌های مختلف زمانی روی تولید ناخالص برای یافتن تعادل پایدار



نمودار (۱) رفتار تولید ناخالص داخلی را به عنوان نماینده سایر متغیرها در  $T=6,7,8,9$  بررسی می‌نماید. مطابق نمودار از دوره  $T=7$  به بعد تغییری در رفتار پویای

الگو ایجاد نگردیده و به روند ثابت زمانی خود همگرا می‌گردد. از این‌رو دوره تعادل پایدار الگو  $T=7$  در نظر گرفته می‌شود.

#### ۴- شبیه سازی

هدف از نگارش این بخش بررسی رفتار الگو در افق زمان براساس در نظر گرفتن سناریوهای مختلف است. این سناریوها شامل ادامه روند موجود (بدون در نظر گرفتن هرگونه سناریو سیاستی)، حذف یک‌باره یارانه‌های انرژی، حذف تدریجی یارانه‌های انرژی و بهبود تکنولوژی (براساس تئوری تکمیل تدریجی فرآیند رشد) می‌باشد. در ذیل نتایج حاصل از شبیه‌سازی این سناریوها در الگو مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرند.

#### ۴-۱- سناریوی پایه: قبل از حذف یارانه‌های انرژی

بعد از حل الگو برای  $T=7$  و انجام تحلیل حساسیت‌های لازم، سناریو پایه قبل از تحمیل هرگونه تکانه سیاستی به الگو بررسی شده و نتایج آن در جدول ( ) ارائه گردیده است. در این جدول مطابق فرض سازگار با واقعیت‌های آشکار شده در اقتصاد ایران، رشد تعادلی پایدار سالانه تولید و مصرف ۳ درصد (برای دوره ۵ ساله ۱۵/۹ درصد) در نظر گرفته شده است.

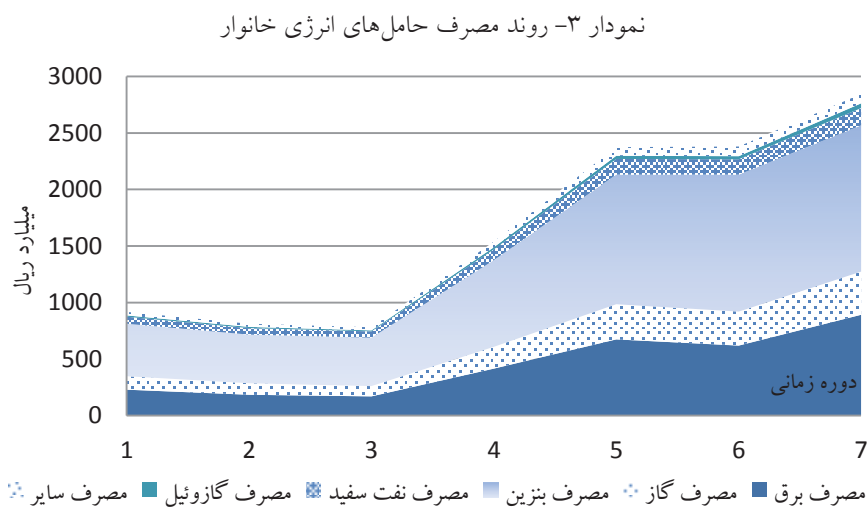
براساس نتایج ارائه شده در جدول بیشترین مصرف انرژی در کل بخش‌ها، به ترتیب مربوط به برق، بنزین، گاز طبیعی و گازوئیل می‌باشد که به ترتیب حدود ۵۲، ۱۵، ۱۱ و ۱۱ درصد از مصرف انرژی را به خود اختصاص داده‌اند.

صنایع پوشاک، نفت و گاز طبیعی، انرژی و صنایع ماشین‌آلات، به ترتیب با ۸۱، ۸۰، ۷۸ و ۷۴ درصد بزرگترین مصرف‌کننده‌های برق، بخش حمل و نقل جاده‌ای با ۵۸ درصد بزرگترین مصرف‌کننده بنزین، بخش‌های صنایع غیرفلزی و غذایی به ترتیب با ۲۲ و ۱۸ درصد بزرگترین مصرف‌کننده گاز و بخش‌های حمل و نقل ریلی، جاده‌ای،

ساختمان و کشاورزی به ترتیب با ۶۰، ۴۰، ۴۳ و ۴۰ درصد بزرگترین مصرف کننده گازوئیل می باشند.



مأخذ: محاسبات محقق



مأخذ: محاسبات محقق

شدت انرژی براساس نسبت ارزش کل انرژی مصرف شده توسط بخش‌های تولیدی به ارزش افزوده بخش محاسبه می‌شود. بیشترین شدت انرژی در بین بخش‌ها مربوط به بخش انرژی است. همچنین روند شدت انرژی در چارچوب سناریو پایه (ادامه روند موجود) در نمودار (۲) به نمایش گذاشته شده است. براساس این نمودار، شدت انرژی در افق زمان ثابت و بدون تغییر باقی می‌ماند. همچنین نسبت سرمایه‌گذاری به تولید برای کل بخش‌ها در حدود ۴ درصد می‌باشد.

بیشترین وزن مصرفی خانوار معطوف به کالاهای خدماتی، صنایع غذایی و کشاورزی می‌باشد که به ترتیب ۳۹، ۱۹ و ۱۶ درصد بوده و میزان مصرف خانوار از بخش انرژی معادل ۲/۵ درصد است. بر اساس نمودار (۳) بیشترین سهم مصرف انرژی خانوار مربوط به بنزین، برق و گاز می‌باشد که با ادامه وضع موجود، به مرور زمان افزایش می‌یابند.

جدول (۱): نتایج شبیه سازی الگو برای سناریو پایه (۱۳۸۰)

صنعت	خدمات	حمل و نقل (زمینی)	حمل و نقل (هوایی)	ساخت‌وساز	سایر صنایع	صنایع شیمیایی	کالای غیر انرژی	کالای انرژی	کالای کلان	صنایع ماشین	پوشاک	صنایع غذایی	مدیریت	تولید و نفت گاز	انرژی	صنایع	صنایع	صنایع
ترکیب مصرف انرژی در بخشها (درصد)																		
برق	۵۲	۷۸	۸۰	۶۲	۳۵	۴۰	۸۱	۷۴	۷۲	۷۳	۵۱	۳۶	۲۷	۱۰	۶	۲۹	۵۹	۵۹
گاز	۱۱	۱۵	۴/۴	۰/۷	۱۸	۱۱	۶/۵	۱۸	۱۱	۲۲	۱۳	۱۳	۱۳	۰	۰/۴	۱۲	۱۲	۱۲
بترین	۱۵	۱/۵	۳/۸	۵/۷	۱۸	۳۳	۱/۸	۴/۹	۲/۹	۰/۷	۱/۴	۱/۷	۱/۲	۳۹	۳/۸	۱۳	۶/۳	۱۳
گازوئیل	۱۱	۱/۱	۱۱	۲۹	۴۰	۵/۲	۶/۷	۵/۱	۵/۱	۲/۲	۵	۳/۶	۸/۶	۰/۷	۰/۷	۶۰	۶۰	۱۰
نفت کوره	۷/۹	۳/۲	۰/۲	۱/۲	۰/۲	۱۳	۳	۰/۹	۳/۴	۰/۸	۲/۷	۱/۲	۱/۳	۳/۳	۰/۲	۴/۴	۱/۱	۴
سایر	۳/۱	۰/۳	۰/۴	۱/۲	۵	۵	۱/۷	۲/۵	۱/۲	۰/۶	۲/۶	۵/۴	۳/۳	۰	۰	۰	۰	۴
تولید و شدت انرژی																		
رشد تولید (%)	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
سهم تولید (%)	۱۰۰	۳/۵	۹	۰/۵	۱۱	۷	۲	۶	۰/۶	۳/۵	۱/۷	۳	۰/۴	۸	۲/۱	۵	۰/۲	۳۶
سهم کل انرژی (%)	۱۰۰	۲۰	۱	۰/۸	۵	۲/۲	۱/۷	۲	۰/۷	۹	۷	۴	۰/۳	۶/۶	۱۳	۰/۳	۳۶	۰/۲
شدت انرژی	۰/۲۴	۱/۳	۰	۰/۳	۰	۰	۰/۲	۰	۰/۳	۰/۶	۰/۹	۰/۳	۰/۱	۱/۴	۰	۰	۰/۲	۰/۲
سرمایه گذاری، سرمایه و نیروی کار																		
سرمایه گذاری به تولید (%)	۳/۵	۰	۰	۰/۳	۱/۲	۰	۱	۱۳	۰/۷	۱۷	۰/۵	۱	۳۵	۱۲	۰	۰	۰	۲
سهم سرمایه (%)																		
سهم نیروی کار (%)	۱۰۰	۵	۱۵	۱۶	۱۶	۰/۶	۴/۶	۴	۵	۴	۶	۴	۵	۴	۵	۴	۵	۷
مصرف خانوار																		
رشد مصرف (%)	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳	۳
سهم مصرف (%)	۱۰۰	۲/۵	۰	۰	۰	۱۶	۶	۷/۵	۵	۴/۱	۵	۲/۵	۱/۴	۱/۸	۱	۳/۴	۰/۸	۳۹

۴-۲- سناریوی اول: حذف یکباره یارانه حامل های انرژی

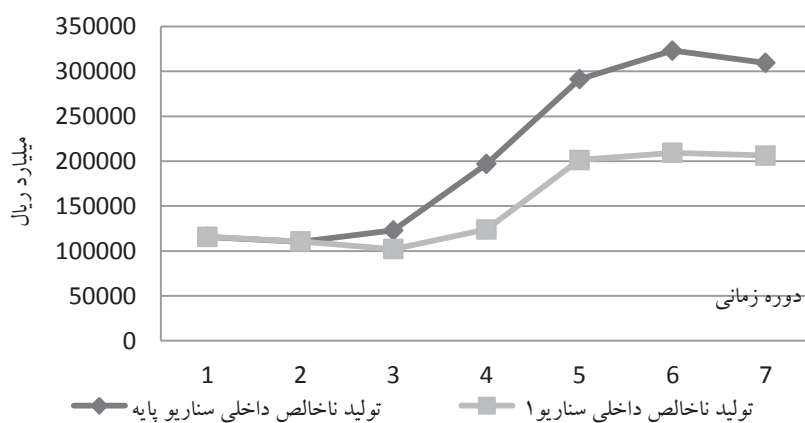
در این سناریو قیمت حامل های انرژی به میزان هزینه فرصت آن ها که براساس قیمت های بین المللی با نرخ ارز رایج اندازه گیری می شود، افزایش می یابد. زمان تحمیل این تکانه به الگو دوره دوم  $T=۲$  بوده و اثر آن تا دوره هفتم  $T=۷$  (تارسیدن به تعادل پایدار) ادامه می یابد.

نمودار (۴) روند تولید ناخالص داخلی را قبل و بعد از اعمال تکانه حذف یکباره یارانه های انرژی به نمایش می گذارد. کاهش در رشد تولید ناخالص داخلی به صورت

پایدار ادامه می‌یابد، به طوری که میزان رشد سالانه اقتصادی آن با ۲ درصد کاهش، از ۳ درصد رشد پایدار تعادلی به ۱ درصد می‌رسد.

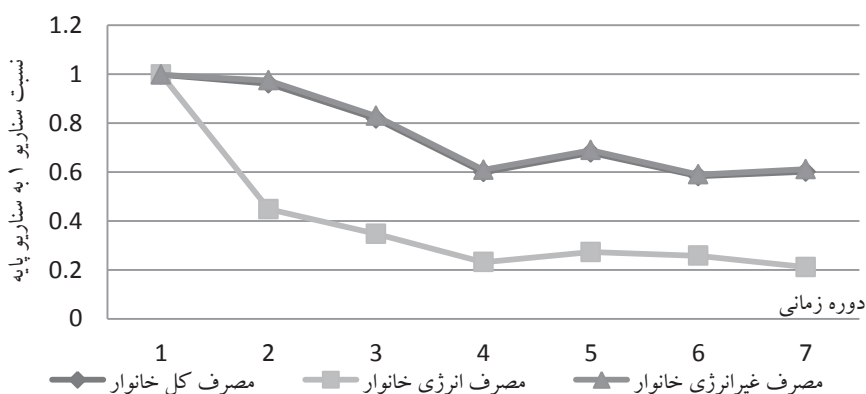
نمودار (۵) رفتار سطوح مختلف مصرف را نمایش می‌دهد. طبق این نمودار، میزان کاهش سالانه مصرف کل معادل ۲ درصد، میزان کاهش سالانه مصرف کالاهای انرژی معادل ۵ درصد و میزان کاهش سالانه مصرف کالاهای غیرانرژی معادل ۲/۵ درصد است که دلالت بر کاهش رفاه اقتصادی در افق زمانی دارد.

نمودار ۴- روند تولید ناخالص داخلی

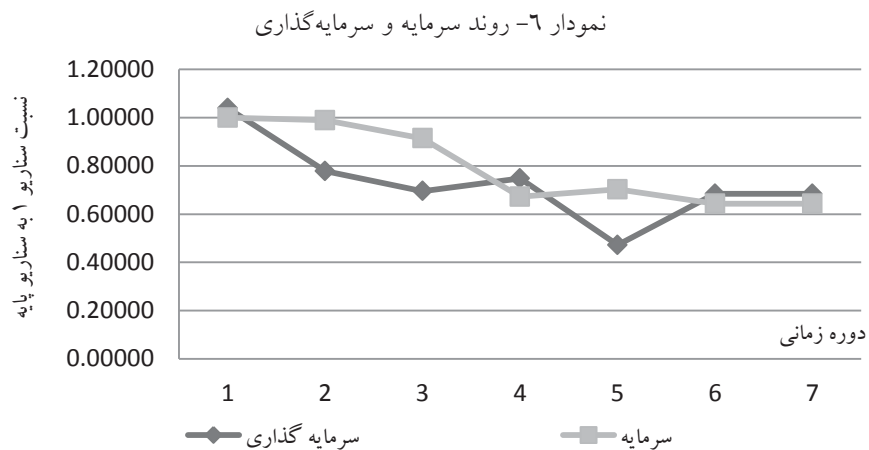


مأخذ: محاسبات محقق

نمودار ۱- روند سطوح مصرف



مأخذ: محاسبات محقق



مأخذ: محاسبات محقق

روند سرمایه‌گذاری کل و سرمایه کل در این سناریو نسبت به سناریو پایه در نمودار (۶) قابل مشاهده است. همان‌طور که مشخص است سرمایه‌گذاری کل از همان ابتدا و به دنبال آن و با تأخیر ۲ دوره‌ای، سرمایه کل، شروع به کاهش می‌نماید. کاهش در سرمایه‌گذاری و سرمایه بعد از دوره دوم می‌تواند با دلایلی مثل تغییر در قیمت‌های نسبی، تغییر در جایگزینی عوامل تولید و تغییر در تقاضای نهایی توجیه گردد. اگرچه کاهش اولیه در سرمایه می‌تواند به دلیل همراهی کردن بنگاه‌های تولیدی در تغییر بهره‌وری عوامل تولید باشد، اما ادامه روند کاهشی سرمایه و سرمایه‌گذاری دلالت بر این نکته دارد که عدم ورود تکنولوژی جدید و پیشرفته و همچنین افت مداوم رشد اقتصادی در فرآیند زمان، باعث شده است که امکان سرمایه‌گذاری جدید و افزایش سرمایه برای بنگاه‌های تولیدی فراهم نشود.

نمودار (۷) روند تولید بخش‌های اقتصادی منتخب در این سناریو نسبت به سناریوی پایه را نمایش می‌دهد. مطابق این نمودار بخش‌های دامپروری و کشاورزی، حمل و نقل جاده‌ای، حمل و نقل ریلی، کانی‌های غیرفلزی و کانی‌های فلزی به ترتیب بیشترین کاهش‌های تولید را تجربه می‌نمایند. شایان ذکر است که کم‌آسیب‌پذیرترین بخش



حداقل در میان مدت، بخش صنایع غذایی است که بعد از کاهش اولیه در دوره دوم با داشتن انعطاف پذیری لازم در جایگزینی عوامل و استفاده از تکنولوژی نوین و ایجاد بهبود در بهره‌وری، توانسته هر چند ضعیف، با بحران کاهش تولید مبارزه کند.

نکته حائز اهمیت اینکه کاهش پایدار تولید در سایر بخش‌ها می‌تواند دلالت بر این نکته داشته باشد که بنگاه‌های تولیدی بعد از کاهش تولید در دوره دوم ( $T=2$ ) نتوانسته‌اند در میان مدت و بلندمدت آثار منفی تکانه حذف یک‌باره یارانه‌های انرژی را با سرمایه‌گذاری در تکنولوژی‌های نوین (با کارایی بالا در مصرف انرژی) جبران نمایند.



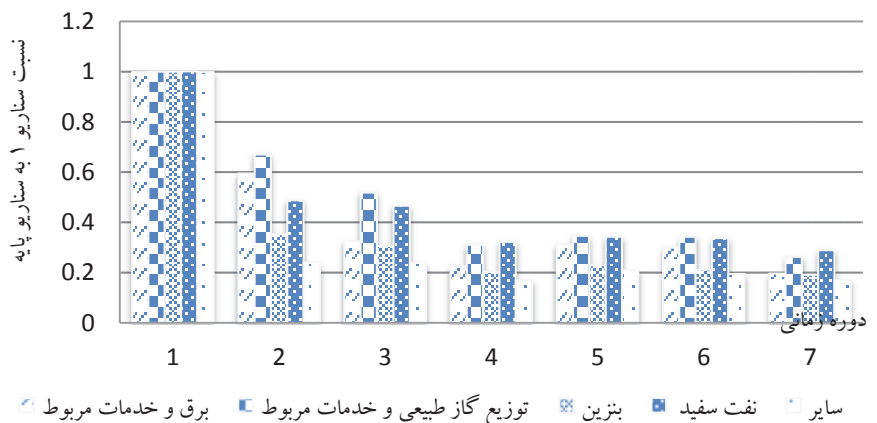
مأخذ: محاسبات محقق

نمودار (۸) و (۹) میزان نسبت مصرف انرژی خانوارها از کالاهای مختلف را به نمایش می‌گذارند. مطابق نمودار علی‌رغم کاهش مصرف انرژی توسط خانوارها در افق زمانی، بیشترین چسبندگی در کاهش مصرف گاز طبیعی و نفت سفید اتفاق می‌افتد که عمده‌ترین مصرف انرژی خانوارهای شهری و روستایی را تشکیل می‌دهند. این در حالی است که مصرف بنزین از کاهشی سریع و پایدار در فرآیند زمان برخوردار است. مصرف

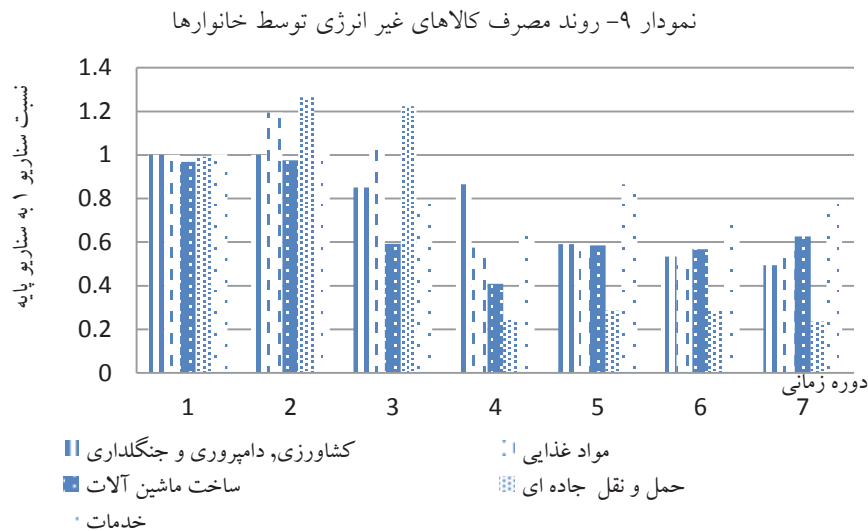
کالاهاى غيرانرژی نیز مشابه مصرف کالاهاى انرژی در افق زمانی کاهش می‌یابند (البته میزان کاهش در کل بسیار کمتر از کاهش مصرف کالاهاى انرژی می‌باشد). مصرف خدمات حمل و نقل جاده‌ای و غذایی در دوره دوم افزایش می‌یابد، در حالی که مصرف سایر کالاها شامل کالاهاى خدماتی، دامپروری و کشاورزی و ماشین‌آلات ثابت می‌ماند. بعد از دوره دوم مصرف تمامی کالاهاى فوق کاهش، اما از دوره چهارم به بعد مصرف سایر کالاهاى خدماتی و ماشین‌آلات رو به افزایش می‌گذارد.

نمودار (۱۰) روند شدت انرژی را برای سناریو پایه و سناریو حذف یک‌باره یارانه حامل‌های انرژی به نمایش می‌گذارد. همان‌طور که مشخص است علی‌رغم ثابت بودن روند شدت انرژی برای سناریو پایه، شدت انرژی برای سناریو حذف یک‌باره یارانه‌ها، کاهش می‌یابد. این کاهش برای دوره‌های اولیه چشم‌گیرتر است، اما پس از دوره چهارم روند آن در طول زمان تقریباً ثابت می‌ماند. مقایسه دو سناریو در دوره  $T=7$  دلالت بر آن دارد که شدت انرژی از میزان  $0/024$  به  $0/01$  کاهش یافته است.

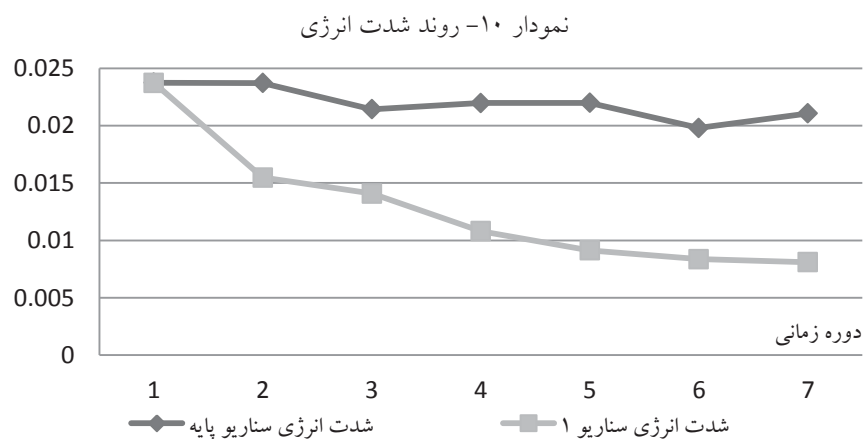
نمودار ۸- روند مصرف کالاهاى انرژی توسط خانوارها



مأخذ: محاسبات محقق



مأخذ: محاسبات محقق



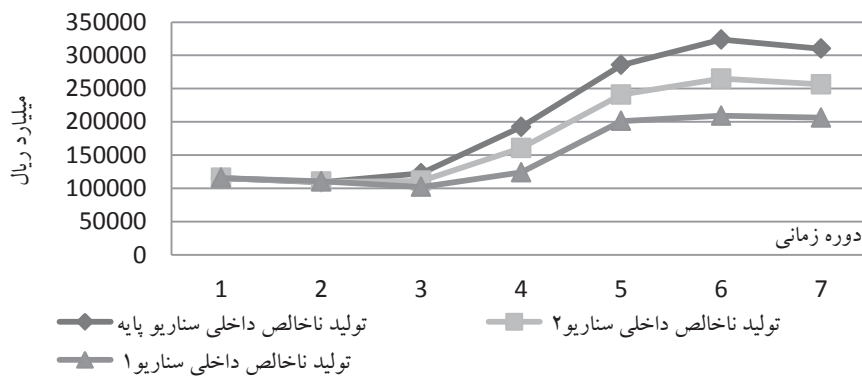
مأخذ: محاسبات محقق

#### ۴-۳- سناریوی دوم: حذف تدریجی یارانه حامل‌های انرژی

در این سناریو فرض می‌گردد که حذف یارانه‌های انرژی به تدریج از دوره  $T=2$  آغاز و در طول دوره  $2 \leq T \leq 4$  کامل می‌گردد. در ذیل آثار سناریو اتخاذی فوق مورد بررسی قرار گرفته است.

نمودار (۱۱) رفتار تولید ناخالص داخلی را برای سه سناریو: ۱- ادامه وضع موجود (سناریو پایه) ۲- حذف یکباره یارانه‌ها (سناریو ۱) ۳- حذف تدریجی یارانه‌ها (سناریو ۲) در طول زمان نمایش می‌دهد. مطابق نمودار آثار منفی سناریو فوق روی تولید ناخالص، از آثار منفی سناریو حذف یکباره یارانه‌های انرژی کمتر است. رشد سالانه تولید ناخالص در سناریو دوم به  $\frac{2}{3}$  درصد می‌رسد که کاهش  $\frac{7}{10}$  درصدی داشته است، در حالی که رشد تولید در سناریو اول با کاهش ۲ درصدی همراه بود.

نمودار ۲- روند تولید ناخالص داخلی



مأخذ: محاسبات محقق

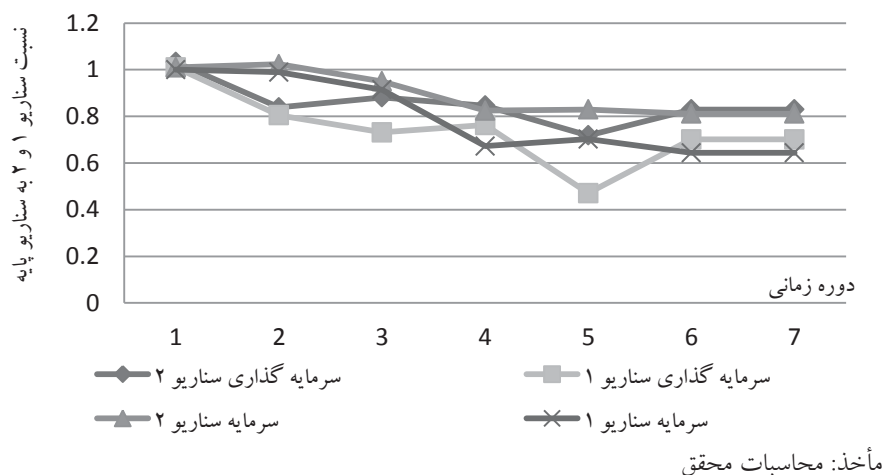
نمودارهای (۱۲) و (۱۳) آثار سناریو فوق را به ترتیب روی مصرف کل و رشد سرمایه و سرمایه گذاری به نمایش می‌گذارند. کاهش مصرف مطابق انتظار در این سناریو کم‌تر از سناریو دوم بوده و مصرف را به صورت سالانه  $\frac{4}{10}$  درصد کاهش می‌دهد. در این سناریو نیز مشابه سناریو اول، نرخ رشد سرمایه گذاری در دوره دوم کاهش می‌یابد؛ اما این میزان کاهش کمتر از میزان کاهش در سناریو اول است. همین رفتار را می‌توان در رابطه با رفتار سرمایه مشاهده نمود. در دوره سوم نرخ سرمایه گذاری (اگرچه به‌طور ضعیف) شروع به افزایش می‌کند، که کاملاً متضاد با رفتار سرمایه گذاری در سناریو اول می‌باشد. رفتار سرمایه گذاری دلالت بر این دارد که سیاست تدریجی حذف یارانه‌های

انرژی امکان جایگزینی عوامل تولید و افزایش کارایی در مصرف انرژی را به بنگاه (اگرچه ضعیف) می‌دهد. بنابراین کاهش رشد اقتصادی نیز در این سناریو کمتر است. در این راستا بررسی تولید بخش‌های اقتصادی می‌تواند، اطلاعات بیشتری را در رابطه با میزان توانمندی این بخش‌ها، پس از حذف تدریجی یارانه‌های انرژی آشکار سازد.

نمودار ۳- روند مصرف کل



نمودار ۴- روند سرمایه‌گذاری و سرمایه



نمودار (۱۴) رفتار تولیدی بخش‌های انرژی‌بر را در طول زمان به نمایش می‌گذارد. براساس این نمودار، آسیب‌پذیری بخش‌های مختلف در مقایسه با سناریو قبلی کمتر بوده که در مورد بخش‌های صنایع غذایی، صنایع کانی فلزی و خدمات محسوس‌تر است. این امر دلالت بر این نکته دارد که بخش‌های فوق با جذب تدریجی تکانه افزایش قیمت انرژی و افزایش در کارایی مصرف انرژی (هر چند ضعیف)، بار منفی حذف یارانه‌های انرژی را روی تولید جبران ساخته‌اند.

برای مقایسه رفتار دستمزد واقعی در دو سناریو ۱ و ۲، روند آن در نمودار (۱۵) به تصویر کشیده شده است. دستمزد واقعی در هر دو سناریو روندی نزولی دارد، اما به‌وضوح کاهش آن در سناریو ۱ چشمگیرتر از سناریو ۲ است. این موضوع گویای این واقعیت است که اگرچه افزایش تورم در هر دو سناریو قدرت خرید آحاد اقتصادی را کاهش می‌دهد، اما کاهش قدرت خرید به‌طور محسوسی در سناریو اول بیشتر است. روند شدت انرژی برای سه سناریو ۱، ۲ و ۳ در نمودار (۱۶) منعکس شده است. روند شدت انرژی در سناریو دوم و سوم رفتار مشابه و نزدیکی را به نمایش می‌گذارند.

تا به اینجا با بررسی رفتار اقتصاد در قالب سه سناریو مختلف، به‌عنوان یک نتیجه‌گیری اولیه می‌توان این واقعیت را بیان کرد که حذف یارانه‌های انرژی چه در سناریو حذف یکباره و چه با حذف تدریجی نمی‌تواند به تنهایی و بدون توجه به تکنولوژی نوین خارجی و با وجود عدم امکان افزایش بهره‌وری عوامل تولید، بهبود در روند اقتصاد را مهیا سازد.

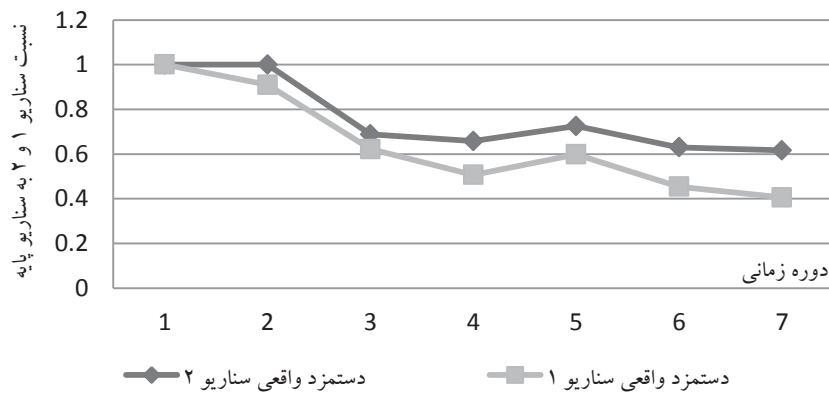
در واقع نمی‌توان صرفاً با حذف اختلالات قیمت انرژی و بدون توجه به توانایی بنگاه‌های تولیدی در جایگزینی عوامل تولید، خارج کردن تکنولوژی فرسوده و استفاده از تکنولوژی مدرن، رشد اقتصادی را افزایش و کاهش تورم و بیکاری را تضمین نمود. از این رو در قسمت بعدی سعی می‌گردد سناریویی را مدنظر قرار داد که در آن ضعف سیاست حذف تدریجی یارانه‌های انرژی با بهبود کارایی فنی در سه بخش ارزش افزوده، انرژی و مواد واسطه‌ای همراه گردد.

نمودار ۵- روند تولید بخشی

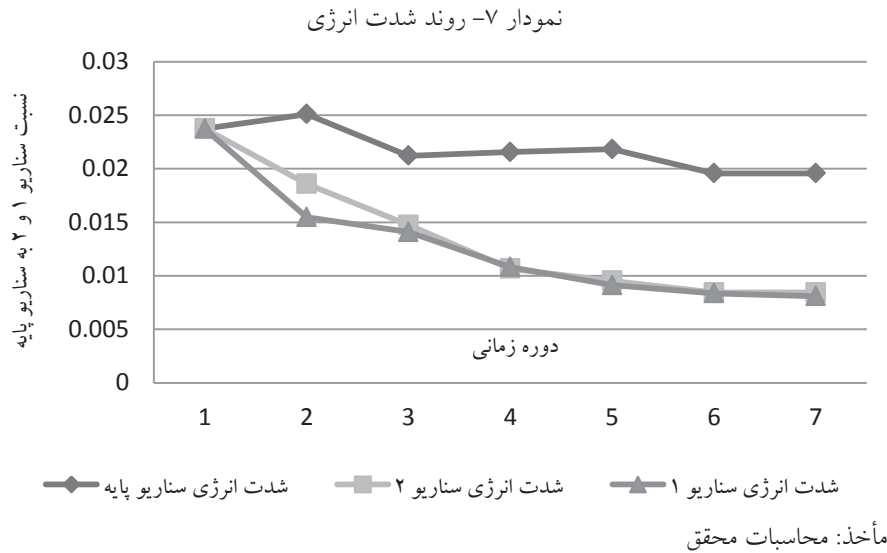


مأخذ: محاسبات محقق

نمودار ۶- روند دستمزد واقعی



مأخذ: محاسبات محقق



#### ۴-۴- سناریوی سوم: حذف تدریجی یارانه‌ها انرژی و تکانه تکنولوژی

همان‌طور که در قسمت‌های قبل به آن اشاره شد، برای در نظر گرفتن تغییر در پیشرفت فنی، فرض می‌گردد که در هر بخش سرمایه با پیشرفت فنی متفاوت که در برگیرنده پیشرفت فنی عامل بر می‌باشد، در نتیجه تغییر تکنولوژی از یک سطح فنی به سطح فنی بعدی بهبود می‌یابد. در این راستا ضرایب تکنولوژی مربوط به سه تابع تولید  $CEs$  (انرژی، ارزش افزوده و نهاده‌های واسطه‌ای  $(\varphi_{EN,i,t}, \varphi_{VA,i,t}, \varphi_{m,i,t})$ ) که در طول زمان تکامل می‌یابند، وابسته به مقدار برون‌زای نرخ تغییر در تکنولوژی خواهند بود. نرخ تغییر تکنولوژی خود از دو منبع استخراج می‌شود، که در بخش دوم آن‌ها را تکنولوژی خارجی

۱- معادلات ارزش افزوده به صورت  $QVA_{ist} = \varphi_{VA,i,t} a_i^{VA} (\delta_i^{VA} L^{-\rho_i^{VA}} + (1 - \delta_i^{VA}) Z_{ist}^{-\rho_i^{VA}})^{-1/\rho_i^{VA}}$  معادلات انرژی به صورت  $QVE_{ist} = \varphi_{EN,i,t} a_i^{VE} [(\delta_i^{VE} F_{ist}^{\rho_i^{VE}} + (1 - \delta_i^{VE}) EL_{ist}^{\rho_i^{VE}})^{-1/\rho_i^{VE}}$  واسطه‌ای به صورت  $QINT_{i,s,t} = \varphi_{m,i,t} \phi_m [\sum_{j=8}^{24} \gamma_{i,j} IC_{i,j}^{-\rho_{e,j}}]^{-1/\rho_{e,j}}$ ،  $\sum_{j=8}^{24} \gamma_{i,j} = 1$  در الگو به نمایش گذاشته شده است. برای جزئیات بیشتر به خیابانی (۱۳۹۱) مراجعه کنید.



(*WT*) و تکنولوژی ایرانی (*IT*) تعریف کردیم. همچنین فرض گردید که *WT* ثابت است در حالی که *IT* در یک نرخ ثابت و در یک فاز زمانی تا رسیدن به میزان *WT* افزایش می‌یابد. در این راستا تابع مربوط به هر یک از ضرایب تکنولوژی می‌تواند به صورت زیر فرموله گردد که میانگین وزنی از سرمایه وارداتی و سرمایه داخلی است.

$$\varphi_{j,i,t} = \begin{cases} 1 & t=1 \\ 1 + \frac{qmc_i}{k_i} \left( \frac{WT_{ji}}{IT_{ji}} - 1 \right) + \left( 1 - \frac{qmc_i}{k_i} \right) \left( \frac{WT_{ji}}{IT_{ji}} - 1 \right) (t-2) & 2 \leq t \leq 5 \\ WT_{ji} & 6 \leq t \leq 7 \end{cases} \quad (14)$$

که در آن  $i = 1, \dots, 17$ ،  $j = EN, VA, M$ ،  $k_i$  کل سرمایه و  $qmc_i$  واردات کالاهای سرمایه‌ای است که برای ایران معادل ۰/۴۳ درصد کل واردات ( $qmc_i = .43qm_i$ ) در نظر گرفته شده است.

ضریب تغییر تکنولوژی ( $\frac{WT_{ji}}{IT_{ji}}$ ) برای انرژی، ارزش افزوده و نهاده‌های واسطه‌ای، از نسبت ضرایب فنی جدول داده ستانده آمریکا و ایران (برای سال ۲۰۰۱) در یک واحد پولی یکسان به دست می‌آید. با داشتن این ضریب و افزایش آن براساس دوره زمانی اشاره شده در معادله (۱۴)، آثار تغییر در کارایی فنی ( $\varphi_{j,i,t}$ ) از کانال توابع تولید *CES* روی بخش‌های تولیدی و سایر بخش‌ها به دست می‌آید. از این رو در این بخش دو تکانه یعنی حذف تدریجی یارانه‌های انرژی به همراه ورود تکنولوژی همزمان به الگو تحمیل می‌گردد.

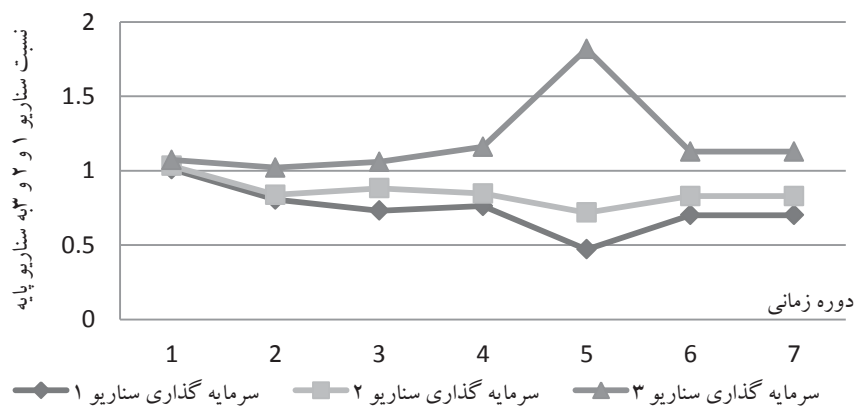
دوره حذف یارانه‌های انرژی مشابه قسمت قبل در دوره  $2 \leq t \leq 4$  و دوره بهبود تکنولوژی در دوره  $2 \leq t \leq 5$  است که بعد از دوره فوق، سرمایه وارداتی با

سرمایه داخلی دارای تکنولوژی یکسان بوده و پارامترهای تکنولوژی ایرانی بعد از رسیدن به تکنولوژی خارجی ثابت (از دوره ۶ به بعد) و بدون تغییر می‌ماند.

بررسی رفتار پویایی اقتصاد در سناریو حاضر (سناریو ۳) را با تحلیل رفتار سرمایه‌گذاری و سرمایه آغاز می‌کنیم. نمودار (۱۷) و (۱۸) به ترتیب مسیر پویایی سرمایه‌گذاری و سرمایه را در افق زمانی نمایش می‌دهند. مشاهده می‌شود که در دوره دوم، سرمایه‌گذاری با آغاز حذف یارانه‌های انرژی کاهش می‌یابد.

همان‌طور که در قسمت‌های قبل نیز به آن اشاره گردید، این کاهش به دلیل اینکه بنگاه‌های تولیدی، ذخیره سرمایه خود را به منظور تغییر در بازدهی عوامل، تقاضای کل و قیمت‌های نسبی تعدیل می‌نمایند، کاملاً مطابق انتظار است. این روند را می‌توان در هر سه سناریو مشاهده نمود. اما برعکس دو سناریو قبل، در سناریو سوم سرمایه‌گذاری از دوره دوم تا چهارم دارای افزایش ملایم، و بین دوره پنجم و ششم به دلیل بهبود در تکنولوژی و شتاب در رشد اقتصادی (که در قسمت‌های بعد به آن می‌پردازیم) دارای افزایش فزاینده است و پس از آن مجدداً به تعادل پایدار بر می‌گردد.

نمودار ۸- روند سرمایه‌گذاری



مأخذ: محاسبات محقق



کاهش سرمایه در این سناریو، تا دوره سوم به طول می‌انجامد و بعد از آن، سرمایه شروع به افزایش می‌کند. نرخ رشد بالای سرمایه‌گذاری (که در اکثر دوره‌های زمانی قابل مشاهده می‌باشد) این امکان را فراهم می‌آورد که تا قبل از رسیدن سرمایه به تعادل پایدار (که در آن سرمایه کاملاً مورد استفاده قرار گرفته و نرخ رشد سرمایه‌گذاری بانرخ استهلاک برابر می‌گردد)، آخرین تکنولوژی نیز از خارج به داخل منتقل شود.

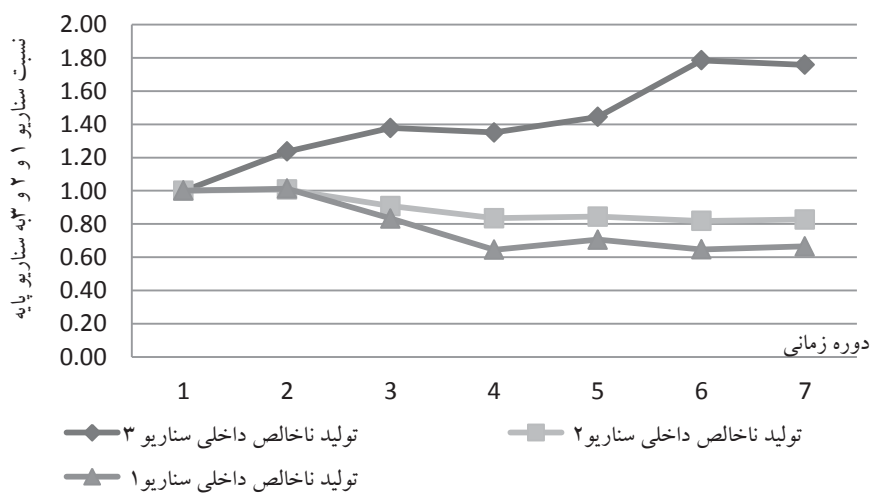
همان‌طور که در قسمت دوم اشاره گردید در الگوی ما دو نوع سرمایه وجود دارد؛ سرمایه با تکنولوژی قدیمی و سرمایه با تکنولوژی جاری که از طریق سرمایه‌گذاری در دوره قبل خریداری می‌گردد. از این‌رو زمانی که افزایش سرمایه اشاره شده در بالا را در سطح بخش‌های تولیدی و با استناد به دو نوع سرمایه ذکر شده مورد توجه قرار می‌دهیم، امکان اندازه‌گیری سرمایه فرسوده که بایستی در مراحل گذار، از خط تولید خارج شود، مقدور می‌گردد. نرخ سرمایه فرسوده خارج شده در بخش انرژی را براساس تفاوت بین سرمایه مورد استفاده قرار گرفته شده و کل سرمایه تعیین می‌کنند.<sup>۱</sup> نرخ سرمایه فرسوده خارج شده در دوره‌های اولیه زیاد و به مرور زمان از میزان آن کاسته می‌شود.

۱- فرض بر آن است که تمامی سرمایه با تکنولوژی جاری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

همان‌طور که اشاره شد نرخ بالای سرمایه‌گذاری در اکثر دوره‌های زمانی این امکان را به سرمایه می‌دهد که آخرین تکنولوژی ممکن را قبل از رسیدن به شرط تعادل پایدار، در خود متبلور سازد. از سوی دیگر این امر سبب می‌گردد که بهره‌وری سرمایه در طول زمان افزایش یافته و آن نیز باعث تداوم در رشد اقتصادی می‌شود. به طوری که رشد اقتصادی سالانه با دو درصد افزایش نسبت به رشد اقتصادی در سناریو پایه به ۵ درصد می‌رسد (نمودار ۱۹).

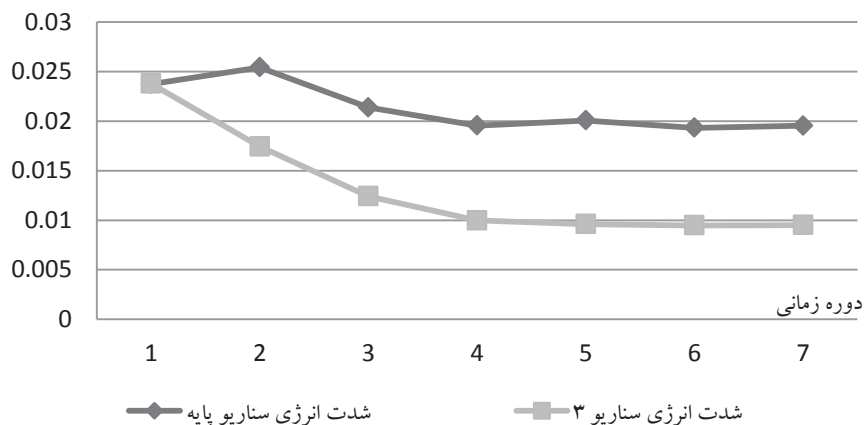
این امر همچنین دلالت بر این نکته دارد که انتقال تکنولوژی غربی (*WT*) به ایران که از کانال ورود کالاهای سرمایه‌ای اتفاق می‌افتد به تدریج در سرمایه ایرانی تبلور یافته و با تکمیل فرآیند تدریجی *Catch-up*، رشد اقتصادی نیز به همراه آن افزایش می‌یابد. از سوی دیگر حذف تدریجی حامل‌های انرژی مکملی برای تکانه فوق محسوب می‌گردد که ورود تکنولوژی نوین با کارایی بالا در مصرف انرژی را توجیه و شدت انرژی را در طول زمان کاهش می‌دهد (نمودار ۲۰).

نمودار ۹- روند تولید ناخالص داخلی



مأخذ: محاسبات محقق

نمودار ۱۰- روند شدت انرژی در سناریو سوم



مأخذ: محاسبات محقق

بازار کار نیز تعدیل خود را در واکنش به انتقال تابع تقاضای نهاده‌ها که خود ناشی از تغییر دستمزد و تغییر در بهره‌وری عوامل می‌باشد، آغاز می‌نماید. به مرور زمان سهم اشتغال در پایان دوره، در بخش‌های خدمات، حمل و نقل جاده‌ای و نفت و گاز طبیعی، گسترش و در مقابل در سایر بخش‌ها کاهش می‌یابد که با توجه به روند گسترش تکنولوژی، این نتیجه مورد انتظار هم می‌باشد (جدول ۲).

جدول (۲) - سهم اشتغال بخشی بر اساس سناریو ۳

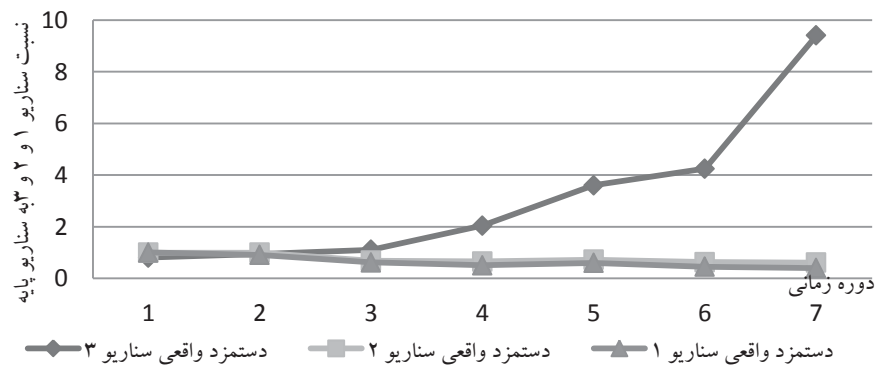
دوره	انرژی	نفت خام و گاز طبیعی	سایر معادن	کشاورزی، دامپروری و جنگلداری	مواد غذایی	پوشاک و متسوجات	ساخت ماشین آلات	چوب و انتشار	ساخت محصولات فلزی
۱	۵.۰۷٪	۱۶.۲۶٪	۱۶.۲۶٪	۰.۶۳٪	۴.۶۲٪	۴.۶۲٪	۴.۶۲٪	۴.۶۲٪	۴.۶۲٪
۲	۴.۱۱٪	۱۴.۱۶٪	۳.۶۳٪	۱.۰۹٪	۲.۴۰٪	۵.۸۰٪	۴.۶۰٪	۵.۰۲٪	۴.۶۴٪
۳	۳.۴۲٪	۱۴.۵۴٪	۲.۹۱٪	۲.۶۴٪	۱۰.۱۹٪	۳.۱۹٪	۵.۲۲٪	۷.۹۶٪	۳.۷۰٪
۴	۱.۹۰٪	۱۲.۴۲٪	۳.۲۰٪	۶.۹۶٪	۱۰.۷۱٪	۲.۵۸٪	۴.۶۲٪	۴.۸۶٪	۸.۴۱٪
۵	۲.۲۶٪	۱۰.۶۵٪	۳.۴۷٪	۶.۰۱٪	۹.۶۵٪	۳.۰۴٪	۴.۳۰٪	۴.۴۱٪	۵.۸۹٪
۶	۲.۱۷٪	۱۱.۱۷٪	۳.۹۷٪	۵.۰۸٪	۸.۴۹٪	۳.۰۲٪	۳.۱۸٪	۳.۴۹٪	۳.۵۶٪

ادامه جدول ۲-

دوره	محصولات کانی غیر فلزی	ساخت مواد و محصولات شیمیایی	سایر صنایع	ساختمان	حمل و نقل آبی، هوایی	حمل و نقل جاده ای	حمل و نقل راه آهن	خدمات
۱۰۰۰۰٪	۴۶۲٪	۴۶۲٪	۴۶۲٪	۴۵۶٪	۴۱۰٪	۴۱۰٪	۴۱۰٪	۷۹۰٪
۲۰۰۰۰٪	۱۰۲۰٪	۹۶۹٪	۳۹۱٪	۱۹۸٪	۵۲۷٪	۱۲۹۳٪	۲۳۹٪	۸۱۷٪
۳۰۰۰۰٪	۷۷۸٪	۸۳۲٪	۳۳۹٪	۱۶۷٪	۳۵۵٪	۱۱۱۷٪	۱۲۳٪	۹۱۱٪
۴۰۰۰۰٪	۶۵۲٪	۲۰۹٪	۳۲۹٪	۱۳۷٪	۱۶۸٪	۴۵۱٪	۱۵۰٪	۲۳۳۸٪
۵۰۰۰۰٪	۵۴۱٪	۲۱۹٪	۳۲۴٪	۱۴۸٪	۱۵۰٪	۳۸۰٪	۱۸۶٪	۳۰۸۴٪
۶۰۰۰۰٪	۴۵۳٪	۲۶۳٪	۳۱۷٪	۱۱۰٪	۱۵۴٪	۴۵۷٪	۲۰۴٪	۳۶۳۰٪
۷۰۰۰۰٪	۳۸۰٪	۲۴۷٪	۲۹۳٪	۰۹۱٪	۱۴۸٪	۱۳۶۲٪	۵۵۵٪	۲۹۵۳٪

رفتار دستمزد واقعی در نمودار (۲۱) نمایش داده شده است. با توجه به این نمودار ملاحظه می شود که دستمزد واقعی به ویژه در میان مدت و بلندمدت روندی صعودی دارد. این امر دلالت بر این نکته دارد که افزایش دستمزدها از افزایش قیمت‌ها پیشی گرفته و قدرت خرید آحاد اقتصادی را افزایش می دهد.

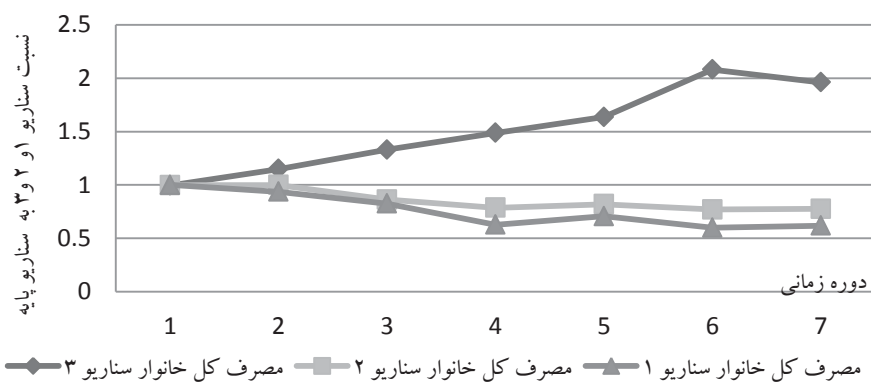
نمودار ۱۱- روند دستمزد واقعی



مأخذ: محاسبات محقق

رفتار مصرف کل براساس سه سناریو فوق در نمودار (۲۲) به نمایش گذاشته شده است. ملاحظه می‌شود که در سناریو سوم مصرف از روند صعودی تا رسیدن به تعادل پایدار برخوردار بوده و میزان رشد پایدار سالانه آن حدود ۵ درصد شده که سالانه معادل دو درصد بیشتر از سناریو پایه است. مصرف انرژی خانوار نیز اگرچه دارای روند صعودی است و در طول زمان افزایش می‌یابد اما افزایش آن به‌طور محسوس کمتر از سناریو پایه می‌باشد.

نمودار ۱۲- روند کل مصرف خانوارها

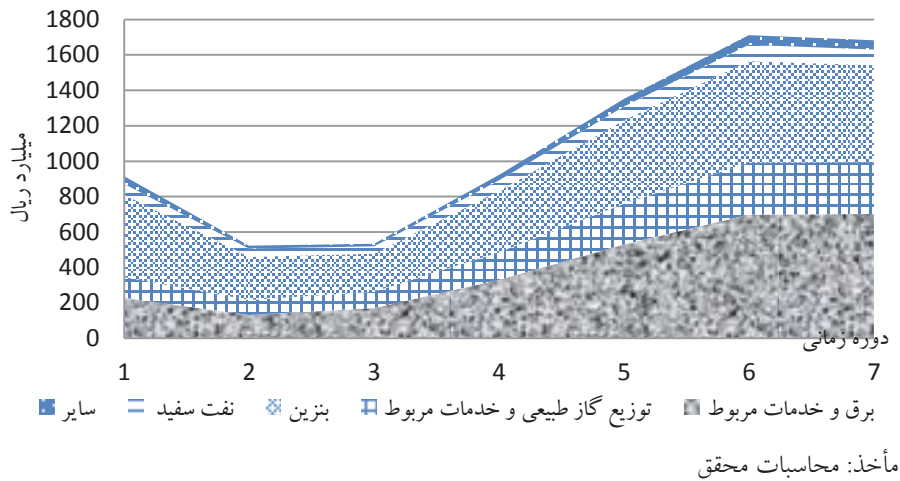


مأخذ: محاسبات محقق

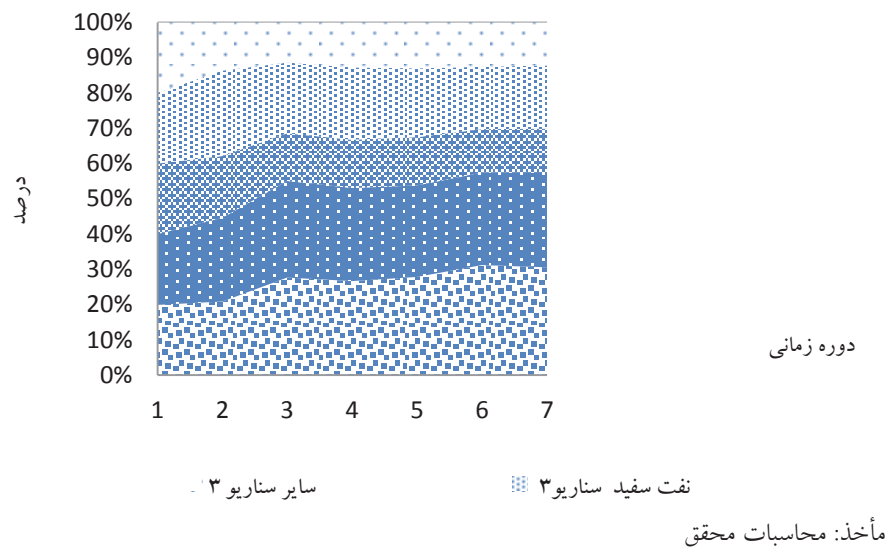
نمودار (۲۳) روند مصرف حامل‌های انرژی توسط خانوارها و نمودار (۲۴) سهم مصرف خانوارها از حامل‌ها را به نمایش می‌گذارد. این نکته حائز اهمیت است که در این سناریو، مصرف برق و گاز توسط خانوار افزایش یافته، در حالی که مصرف نفت سفید، بنزین و سایر حامل‌ها کاهش می‌یابد. شایان ذکر است، اگرچه رفتار مصرف حامل‌های انرژی برای کل اقتصاد و برای خانوارها مشابه می‌باشد، ولی نرخ رشد آن به دلیل کاهش شدت انرژی در بخش‌های تولیدی کمتر از نرخ رشد آن برای خانوار است. این تفاوت در نرخ رشد، عمدتاً در سال‌های اولیه قابل مشاهده است که انعکاس آن در نرخ پایین رشد تولید می‌باشد. به‌طوری‌که

پایین بودن نرخ رشد تولید در دوره‌های اولیه، دلالت بر تخصیص مجدد عوامل تولید و شروع بهبود کارایی-اکس<sup>۱</sup> در فرآیند رسیدن به تکنولوژی مدرن خارجی دارد.

نمودار ۱۳- روند مصرف حامل‌های انرژی خانوارها



نمودار ۱۴- سهم مصرف حامل‌های انرژی خانوار





## ۵- نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر بر اساس طراحی یک الگوی تعادل عمومی پویا (DGEMI) به بررسی آثار پویای حذف یارانه‌های انرژی و همچنین آثار بهبود تکنولوژی روی اقتصاد ایران می‌پردازد. پایه‌های اطلاعاتی الگو جدول حسابداری- اجتماعی سال ۱۳۸۰ بوده که در برگیرنده ۱۷ بخش و ۲۴ کالا می‌باشد.

رفتار پویای الگو بر اساس چهار سناریوی زیر مورد بررسی قرار گرفته است:

۱- سناریو پایه

۲- سناریو حذف یک‌باره یارانه‌ها

۳- سناریو حذف تدریجی یارانه

۴- سناریو حذف تدریجی یارانه‌ها به همراه تکانه مثبت تکنولوژی

نتایج به دست آمده دلالت بر این موضوع دارند که با ادامه روند موجود، انحراف قیمت‌های نسبی از مقادیر تعادلی افزایش یافته و این امر باعث می‌شود که با اتلاف بیشتر منابع انرژی در اقتصاد، شدت انرژی مربوط به بخش‌های مختلف کشور همچنان بالا ننگه داشته شود. همچنین با ادامه روند موجود، مصرف حامل‌های انرژی خانوارها در افق زمانی رو به افزایش خواهد بود. این نتیجه با رفتار دو دهه اخیر اقتصاد ایران نیز سازگار است.

در سناریو حذف یک‌باره یارانه‌های انرژی، قیمت حامل انرژی به میزان هزینه فرصت آنها که بر اساس قیمت‌های بین‌المللی در نرخ ارز رایج اندازه‌گیری می‌شود، افزایش می‌یابد. زمان تحمیل این تکانه به الگو دوره دوم  $T=2$  بوده و اثر آن تا دوره هفتم  $T=7$  (تارسیدن به تعادل پایدار) ادامه می‌یابد. براساس نتایج حاصل از این سناریو، تولید ناخالص داخلی، مصرف کل و میزان اشتغال در فرآیند زمان کاهش و به صورت پایدار ادامه می‌یابد. به طوری که رشد اقتصادی و مصرف کل سالانه ۲ درصد کاهش دارد. میزان کاهش سالانه مصرف کالاهای انرژی معادل ۵ درصد و مصرف کالاهای غیرانرژی معادل ۲/۵ درصد است که دلالت بر کاهش رفاه اقتصادی در افق زمانی دارد.

در این سناریو سرمایه گذاری و سرمایه نیز به صورت پایدار کاهش می یابند. اگرچه کاهش اولیه در سرمایه می تواند به دلیل همراهی کردن بنگاه های تولیدی در تغییر بهره وری عوامل تولید توجیه داشته باشد، اما ادامه روند کاهش در سرمایه و سرمایه گذاری نشان می دهد که عدم ورود تکنولوژی جدید و پیشرفته و افت مداوم رشد اقتصادی در فرآیند زمان باعث شده است که امکان سرمایه گذاری جدید و افزایش سرمایه برای بنگاه های تولیدی فراهم نشود.

در این سناریو همچنین، بخش های دامپروری و کشاورزی، حمل و نقل جاده ای، حمل و نقل ریلی، کانی های غیرفلزی و کانی های فلزی به ترتیب بیشترین کاهش تولید را تجربه می نمایند. شایان ذکر است که کم آسیب پذیرترین بخش حداقل در میان مدت بخش صنایع غذایی است که بعد از کاهش اولیه در دوره دوم با داشتن انعطاف پذیری لازم در جایگزینی عوامل و استفاده از تکنولوژی نوین و ایجاد بهبود در بهره وری، توانسته است هر چند ضعیف با بحران کاهش تولید مبارزه کند. نکته حائز اهمیت اینکه کاهش پایدار تولید در سایر بخش ها می تواند دلالت بر این داشته باشد که بنگاه های تولیدی پس از کاهش تولید در دوره دوم ( $T=2$ ) نتوانسته اند در میان مدت و بلندمدت آثار منفی تکانه حذف یک باره یارانه های انرژی را با سرمایه گذاری در تکنولوژی های نوین (با کارایی بالا در مصرف انرژی) جبران کنند.

در سناریو حذف تدریجی یارانه حامل های انرژی، فرض می شود که حذف یارانه ها به تدریج از دوره  $T=2$  آغاز و در طول دوره  $2 \leq T \leq 4$  تکمیل می گردد. در این سناریو آثار منفی حذف یارانه ها روی تولید ناخالص از آثار منفی سناریو حذف یک باره یارانه های انرژی کمتر است. کاهش رشد سالانه تولید ناخالص در این سناریو تنها ۰/۷ درصد است. همچنین در این سناریو مصرف و نرخ رشد سرمایه گذاری نیز کاهش کمتری نسبت به سناریو دوم داشته است. مشابه سناریو قبلی نرخ رشد سرمایه گذاری در دوره دوم کاهش می یابد اما در دوره سوم (اگرچه به طور ضعیف) شروع به افزایش می کند که کاملاً متضاد با رفتار سرمایه گذاری در سناریو قبلی است. رفتار سرمایه گذاری دلالت بر این دارد

که سیاست تدریجی حذف یارانه‌ها امکان جایگزینی عوامل تولید و افزایش کارایی در مصرف انرژی را به بنگاه (اگرچه ضعیف) می‌دهد. بنابراین کاهش رشد اقتصادی نیز در این سناریو کمتر است.

دستمزد واقعی در هر دو سناریو فوق، روند نزولی را به نمایش می‌گذارد. اما کاهش آن در سناریو حذف یک‌باره یارانه‌ها چشم‌گیرتر از سناریو حذف تدریجی یارانه‌ها است. این امر گویای این واقعیت است که اگرچه افزایش تورم در هر دو سناریو قدرت خرید آحاد اقتصادی را کاهش می‌دهد، اما کاهش قدرت خرید به‌طور محسوسی در سناریو اول بیشتر است.

نتایج حاصله نشان می‌دهند که حذف یارانه‌های انرژی چه به‌صورت یک‌باره و چه تدریجی نمی‌تواند به تنهایی و بدون استفاده از تکنولوژی نوین خارجی و افزایش لازم در بهره‌وری عوامل تولید، بهبود در روند اقتصاد را مهیا سازد. در واقع صرفاً با حذف اختلالات قیمتی انرژی و بدون توجه به توانایی بنگاه‌های تولیدی در جایگزینی عوامل تولید، خارج کردن تکنولوژی فرسوده و استفاده از تکنولوژی مدرن، نمی‌توان رشد اقتصادی را افزایش و کاهش تورم و بیکاری را تضمین نمود.

در سناریو حذف تدریجی یارانه‌های انرژی به‌همراه ورود تکنولوژی خارجی، فرض گردید که سرمایه با پیشرفت فنی متفاوت در هر بخش که در برگیرنده پیشرفت فنی عامل بر می‌باشد، از یک سطح فنی به سطح فنی بعدی در نتیجه تغییر تکنولوژی بهبود می‌یابد. در این راستا ضرایب تکنولوژی مربوط به سه تابع تولید  $CES$  انرژی، ارزش افزوده و نهاده‌های واسطه‌ای که در طول زمان تکامل می‌یابند وابسته به نرخ تغییر در تکنولوژی خواهند بود.

نرخ تغییر تکنولوژی خود از دو منبع استخراج می‌شود تکنولوژی غربی و تکنولوژی ایرانی. تکنولوژی غربی ثابت فرض می‌شود در حالی که تکنولوژی ایرانی با یک نرخ ثابت و در یک فاز زمانی تا رسیدن به میزان تکنولوژی غربی افزایش می‌یابد. در این سناریو که حذف تدریجی یارانه‌های انرژی با ورود تکنولوژی خارجی به کشور همراه

است، سرمایه‌گذاری و به‌دنبال آن سرمایه را افزایش می‌دهد. رشد اقتصادی سالانه در افق زمانی نزدیک به ۵ درصد زیاد می‌شود. در واقع نرخ بالای سرمایه‌گذاری در اکثر دوره‌های زمانی این امکان را می‌دهد که سرمایه، آخرین تکنولوژی ممکن را قبل از رسیدن به شرط تعادل پایدار، در خود متبلور سازد. از سوی دیگر این امر سبب می‌شود که بهره‌وری سرمایه در طول زمان افزایش یافته و باعث تداوم در رشد اقتصادی گردد.

در این سناریو مصرف انرژی خانوار و کل اقتصاد کاهش اما سهم مصرف انرژی‌های پاک- برق و گاز طبیعی- نسبت به سوخت‌های فسیلی افزایش می‌یابد. ورود تکنولوژی نوین به همراه حذف یارانه‌های انرژی باعث کاهش شدت انرژی در فرآیند زمان شده و از سوی دیگر با افزایش کارایی در مصرف انرژی و تبلور تکنولوژی نوین در سرمایه، بهره‌وری عوامل تولید را به مرور زمان بهبود می‌بخشد. در بخش اشتغال، سهم اشتغال در بخش‌های نفت و گاز و حمل و نقل جاده‌ای و خدمات در سال پایانی افزایش یافته و دستمزدهای واقعی هم در طول زمان افزایش داشته است که دلالت بر کاهش سطح عمومی قیمت‌ها نسبت به دستمزد اسمی بوده و در نتیجه قدرت خرید آحاد مردم را افزایش می‌دهد.

در کل می‌توان نتیجه گرفت، اتخاذ سیاست‌های حذف یارانه انرژی و صرفاً حذف اختلالات قیمتی آن، بدون فراهم نمودن بستر مناسب برای ورود تکنولوژی نوین غربی و بدون توجه به توانایی بنگاه‌های تولیدی در جایگزینی عوامل تولید و خارج کردن تکنولوژی فرسوده، ادامه حیات بنگاه‌های تولیدی را با مشکل مواجه ساخته و اقتصاد را وارد رکود تورمی می‌سازد. انتقال تکنولوژی نوین غربی از کانال ورود کالاهای سرمایه‌ای به تدریج در سرمایه ایرانی تبلور و با تکمیل فرآیند تدریجی *Catch-up*، رشد اقتصادی نیز به همراه آن افزایش می‌یابد. از سوی دیگر حذف تدریجی حامل‌های انرژی، مکملی برای تکانه فوق‌محسوب شده، که ورود تکنولوژی نوین با کارایی بالا در مصرف انرژی را توجیه و شدت انرژی را در طول زمان کاهش می‌دهد.

## منابع

- خیابانی، ناصر (۱۳۹۱)، *تدوین یک الگوی تعادل عمومی پویا برای ارزیابی سیاست‌های انرژی*، انتشارات موسسه مطالعات انرژی، در حال چاپ.
- خیابانی، ناصر (۱۳۸۷)، "یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه (CGE) برای ارزیابی آثار افزایش قیمت حامل‌های انرژی روی اقتصاد ایران"، *فصلنامه اقتصاد انرژی*، شماره ۱۶، صص ۳۴-۱.
- خیابانی، ناصر (۱۳۸۵)، *تدوین یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه (CGE) برای ارزیابی سیاست‌های تعرفه‌ای*، موسسه مطالعات بازرگانی.
- Abel, Andrew B. (1981), " A Dynamic Model of Investment and Capacity Utilization", *Quarterly Journal of Economics*, Vol,96, No3,PP.379-403.
- Arrow K.J, Chenery H.B, Minhas B.S & Solow R.M, (1961), "Capital – Labor Substitution & Economic Efficiency", *The Review of Economics & Statistics*, Vol ..43 , No. 3.PP. 225-250
- Devarajan, S. and D.E Go, (1999), *The Simplest Dynamic General Equilibrium Model of an Open Economy*, Mimeo, The world bank, Washington, D.C.
- Gorman H. J, (2001), *A Dynamic General Equilibrium Model of Energy Consumption and CO2 Emissions in Transitional Economics with Application to the Russian Federation*, Indiana University.
- Hayashi, Fumio (1982), "Tobin's Marginal Q and Average Q: A Neoclassical Interpretation", *Econometrica*, Vol, 50, No,1, pp. 213-224,  
Available at <http://ideas.repec.org/p/nwu/cmsems/457.html>.
- Jensen, J., and Tarr, D, (2003), "Trade, Exchange Rate and Energy Pricing Reform in Iran: Potentially Large Efficiency Effects and Gains to the Poor", *The Review of Development Economics*, Vol. 7, NO. 3., pp. 543-562.

Lofgren, H., Harris, R., Robinson, S., Thomas M., and El-Said, M. (2002), '*A Standard Computable General Equilibrium (CGE) model in GAMS.*' International Food Policy Research Institute, TMD Discussion Paper No. 75.

Resosudarmo, (2003), "*Computable General Equilibrium Model on Air Pollution Abatement Policies with Indonesia as a Case Study.*" *Economic Record* , Vol,79.,PP. 63-73.