پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران
سال ششم، شماره 24، پائیز 1396، صفحات 186-151

بررسی اثرات اقتصادی، رفاهی و زیست محیطی سیاست قیمت‌گذاری تعرفه‌ای به منظور توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران: کاربرد الگوی تعادل عمومی پویای محاسبه‌پذیر با رهیافت تلفیقی

شراره مجدزاده طباطبایی[1]
ابراهیم هادیان[2]

تاریخ دریافت:1396/11/21 تاریخ پذیرش:1397/06/20

چکیده:

تحقیق حاضر بدنبال بررسی اثرات سیاست قیمت‌گذاری تعرفه‌ای(FIT) در اقتصاد ایران می‌باشد. در این راستا از یک الگوی سه جانبه اقتصاد- انرژی- محیط زیست (E3) از نوع تعادل عمومی پویای بازگشتی قابل محاسبه با رهیافت تلفیقی استفاده شده است. با استفاده از الگوی تدوین شده، اثرات سیاست قیمت‌گذاری تعرفه‌ای در طی دوره1404-1390، با هدف دسترسی به سهم 10 درصدی در انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید برق کشور، تحت دو سناریوی پرداخت یارانه یکسان و مختلف بر اساس نوع تکنولوژی، مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج بیانگر آن است که دستیابی به هدف کاهش بیشتر در آلودگی و هزینه اجتماعی ناشی از آن، به قیمت کاهش بیشتر در تولید ناخالص تعادلی بخش‌ها حاصل خواهد شد. لذا اظهار نظر قطعی در مورد انتخاب ابزار مناسب در سیاست FIT، به اهمیت دستیابی به اهدف زیست محیطی، در مقابل اثرات اقتصادی و رفاهی آن، برای سیاست‌گذار، دارد.

طبقه‌بندی JEL : H23, H72 , I30

کلید واژه‌ها: سیاست، انرژی تجدیدپذیر، قیمت‌گذاری تعرفه‌ای ، تعادل عمومی پویا، تلفیقی

---

1. استادیار گروه مدیریت و اقتصاد، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی، مرودشت، ایران
Sh_tabamajd@miau.ac.ir

2. دانشیار گروه اقتصاد، دانشگاه شیراز
ehadian@rose.shirazu.ac.ir

1. مقدمه

امروزه استفاده وسیع از انواع سوخت‌های فسیلی و آلودگی ناشی از آن، مشکلات زیست محیطی نظیر افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای، بالا رفتن دمای کره زمین و پدیده گرمایش جهانی را به‌همراه داشته است. این امر الگوهای توسعه صنعتی را به سمت در نظر گرفتن ملاحظات زیست محیطی و استفاده از الگوهای پایدار در توسعه اقتصادی، با تاکید بر ارتباط متقابل بین اقتصاد، انرژی و محیط زیست رهنمون ساخته است. توسعه پایدار صنعتی به آن نوع از الگوهای صنعتی شدن اطلاق می‌شود که موجبات ارتقاء منافع اقتصادی و اجتماعی دوره حال و آینده را، بدون آنکه به فرایندهای اکولوژیکی آسیب برساند، میسر می‌گرداند[1]. لذا به منظور دستیابی به توسعه پایدار باید توسعه صنعتی بر مفهوم پایداری زیست‌محیطی استوار گردد.

امروزه استفاده از انرژی‌های پایدار تجدیدپذیر، به عنوان یکی از گزینه‌های انتخابی در جهت افزایش سرعت نیل به اهداف زیست‌محیطی و توسعه پایدار کشورها، مطرح شده است. مقایسه بین منابع مختلف انرژی حاکی از مزایای استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در مقابل انرژی‌های فسیلی می‌باشد. منابع انرژی تجدیدپذیر دارای عمر طولانی و چرخه‌های طبیعی می‌باشند، که این امر تداوم مصرف انرژی را برای نسل‌های بعدی تضمین می‌نماید. این منابع دارای قابلیت‌های بالا در تولید انرژی بوده و می‌توانند موجب صرفه‌جویی بسیاری در مصرف سوخت‌های فسیلی گردند. بدین ترتیب استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر باعث ارتقاء عرضه انرژی و تنوع‌بخشی به سبد انرژی و بدنبال آن ارتقای امنیت انرژی، که یکی از اولویت‌های بخش انرژی در کشورها قلمداد می‌شود، می‌گردد.

1.ضرابی و اذانی(1380)

در این میان، انرژی‌های تجدیدپذیر با توجه به وضعیت بازار، قدرت رقابت با سایر تکنولوژی‌های فسیلی را دارا نمی‌باشند. لذا بهبود بخشیدن به شرایط این نوع از انرژی‌ها، نیازمند اتخاذ سیاست‌های مناسب در کوتاه‌مدت است.[1] اعتقاد بر آن است که به تدریج در آینده، زمانی که تکنولوژی‌های مربوط به انرژی‌های تجدیدپذیر به اندازه کافی پیشرفت نمایند، استفاه از سیاست‌هایی چون وضع مالیات بر استفاده از انرژی‌های فسیلی، به‌عنوان سیاست‌های اولویت دوم[2]، شناخته خواهند شد[3]. یکی از متداول‌ترین سیاست‌هایی که در زمینه توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر بکار گرفته می‌شود، سیاست قیمت‌گذاری تعرفه‌ای(FIT) [4] است.[5] این سیاست از طریق تضمین یک قیمت ثابت برای برق تولیدی از محل یک تکنولوژی مشخص، می‌تواند تکنولوژی‌ها را در سطوح مختلف توسعه‌ای آنها مورد حمایت قرار دهد. بکارگیری این سیاست امکان سرمایه‌گذاری توسط افراد بیشتری را فراهم ساخته و به واسطه ایجاد یک جریان نقدینگی مشخص، می‌تواند به کاهش ریسک سرمایه‌گذاری در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر و ایجاد امنیت برای پروژه‌های سرمایه بر منجر گردد.[6].

در این راستا دولت ایران نیز (1394) بدنبال مصوبه شورای اقتصاد(1391) در خصوص اصلاح الگوی مصرف انرژی اقدام به ابلاغ تعرفه خرید تضمینی برق از نیروگاه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر نموده است. مجدزاده طباطبائی و همکاران(2017) تحت یک مدل تعادل عمومی ایستا با رهیافت تلفیقی، با نظر گرفتن خصوصیات تکنولوژی تولید برق در سطح میانی، به بررسی آثار اقتصادی، رفاهی و زیست‌محیطی اجرای سیاست FIT در جهت دستیابی به سهم

1. Kancs and Wohlgemuth (2008)
2. Second Best
3. Madlener, and Stagl(2005)
4. Feed in Tariff
5. Hoppmann, Huenteler and Girod (2014)
6. Guillet and Midden(2009)

10 درصدی انرژی‌های تجدیدپذیر در کل برق تولیدی پرداخته‌اند. لذا از آنجا که تحت یک الگوی ایستا امکان بررسی روند تغییرات متغیرها در طول زمان وجود ندارد، هدف از تحقیق حاضر بررسی اثرات سیاست FIT در اقتصاد ایران با استفاده از یک الگوهای تعادل عمومی پویای بازگشتی قابل محاسبه تلفیقی[1]، در تکمیل مطالعه مذبور می‌باشد. در این تحقیق با استفاده از یک الگوی پویا، آثار اقتصادی، رفاهی و زیست‌محیطی اجرای سیاست FIT برای دوره زمانی 1404-1390 مورد بررسی قرار گرفته است. سوال اصلی که این تحقیق سعی در پاسخ گوئی به آن دارد، این است که میزان تاثیر گزینه‌های مختلف در حمایت از انرژی‌های تجدیدپذیر بر روی سطح و ترکیب تولیدات و رفاه جامعه چقدر خواهد بود. هم‌چنین این سیاست چه آثار زیست‌محیطی می‌تواند درطول دوره مورد بررسی در بر داشته باشد.

در ادامه بخش دوم به پیشینه موضوع، بخش سوم به بیان مبانی نظری آثار اقتصادی، رفاهی و زیست محیطی سیاست قیمت‌گذاری تعرفه‌ای، بخش چهارم به بیان ساختار الگو، بخش پنجم به نتایج شبیه‌سازی آثار سیاست‌گذاری و بیان نتایج و بالاخره بخش ششم به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات پرداخته است.

2. پیشینه پژوهش

مطالعات مختلفی در زمینه آثار اقتصادی و رفاهی سیاست‌های مرتبط با توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر انجام شده است. بسیاری از مطالعات انجام شده در این گروه با استفاده از روش‌های الگو سازی تعادلی صورت گرفته است. در این راستا رهیافت‌هایی که جهت مقداری نمودن

1. Hybrid Recursive Dynamic Computable General Equilibrium

اثرات سیاست‌های انرژی بکار رفته است را می‌توان به سه دسته الگوهای جزء به کل[1] الگوهای کل به جزء[2] و الگوهای تلفیقی[3] تقسیم نمود.[4]

در الگوهای جزء به کل جزئیات تکنولوژی در سطح فعالیت‌های خاص در نظر گرفته شده و بازارهای انرژی به طور جداگانه مورد بررسی قرار می‌گیرند. لذا در این روش عملا به متغیرها در سطح کلان اقتصادی توجهی نشده و تعاملات بین بازارها و بخش‌های مختلف اقتصادی نادیده گرفته می‌شود. در الگوهای کل به جزء بر خلاف گروه اول، جزئیات تکنولوژی نادیده گرفته شده و الگوسازی در سطح کلان اقتصادی انجام می‌گیرد. معروفترین نوع الگو سازی که از این رهیافت در بررسی اثرات سیاست‌های انرژی استفاده می‌کند، الگوهای داده- ستاده[5] و تعادل عمومی محاسبه‌پذیر[6] می‌باشند. الگوهای تعادل عمومی محاسب‌پذیر در بررسی سیاست‌های زیست‌محیطی، بواسطه در نظر گرفتن تعاملات بین بخشی، نسبت به الگوهای تعادل جزئی از مزیت نسبی برخوردارند.[7] در این میان الگوسازی تلفیقی برای رفع مشکل عدم توجه به تعاملات بین بازارها و بخش‌های اقتصادی در الگوهای جزء به کل و عدم توجه به جزئیات تکنولوژی در الگوهای کل به جزء، مطرح شده است. در این نوع رهیافت از الگوسازی به نوعی الگوهای کل به جزء و جزء به کل با یکدیگر ترکیب می‌شوند، اگرچه که در این الگوها نحوه ترکیب متفاوت می‌باشد.

---

1. Bottom-Up
2. Top-Down
3. Hybrid Model
4. Bohringer and Rutherford, (2005)
5. Input- Output Model
6. Computable General Equilibrium (CGE)
7. Nestar and Pasurka (1995), pp:53

با توجه به نوع ترکیب، الگوهای تلفیقی را به سه گروه تقسیم می‌نمایند. در گروه اول دو الگوی جدا از هم کل به جزء و جزء به کل به هم مرتبط می‌شوند، مانند کارهایی که در دهه 70 توسط هافمن و جورگنسون[1] (1976) و هوگان و ویانت[2] (1982) انجام شده است. اکثر این الگوها با چالش‌هایی در رابطه با ایجاد ارتباط بین دو نوع الگوی یاد شده، که هر کدام به طور جداگانه تحت مفروضات مختلف ساخته شده‌اند، مواجه هستند. در واقع عدم وجود انسجام کلی، بواسطه تناقص‌های موجود در مفروضات رفتاری در هر یک از الگوها و همچنین وجود تفاوت بین مفاهیم حسابداری در سطح خرد و کلان اقتصادی، ایجاد ارتباط نرم‌افزاری بین این دو نوع الگو را دشوار می‌سازد. در گروه دوم، مانند کاری که توسط من (1977) تحت عنوان الگوی ETA-MACRO یا مسینر و شراتنهویزر[3] (2000)، صورت گرفته، محققین سعی در ایجاد ارتباط بین یک الگوی انرژی جزء به کل با جزئیات کامل با یک الگوی تک بخشی از مصرف و تولید درچارچوب بهینه‌سازی نموده‌اند. اگر چه که این نوع از الگوها مشکلات کمتری در زمینه ادغام داشتند، ولی اشکال اصلی آنها آن است که یک اقتصاد تک بخشی را در نظر گرفته و بنابر این توجهی به ساختار بخشی در اقتصاد نشده است. در سومین گروه شاهد کارهای انجام شده در نیمه دوم دهه 1990 توسط دیکز و فریس[4] (1995) یا رادفورد[5] (1995) می‌باشیم. در این رهیافت، الگوهای کاملاً تلفیقی بر پایه توسعه الگوریتم‌های حل عددی برای مسائل مکمل تلفیقی (MCP)[6] تدوین گردیده و به غیر از آن‌که به تکنولوژی‌های مختلف در سطح خرد اقتصادی توجه می‌گردد، دیگر لزومی به برقراری شرط انتگرال‌پذیری، که استفاده

1. Hotman and Jorgenson
2. Hogan and Weyant
3. Messner and Schrattenhoizer
4. Dirkse and Ferris
5. Ratherford
6. Mixed Complementary Problems

از الگوهای جزء به کل منوط به برقراری این شرط است، نمی‌باشد. همچنین در این نوع از الگو سازی محقق از قید مفروضات تکنیکی در زمینه بهینه‌یابی، مانند مقعر بودن توابع هدف در مسائل حداکثر سازی، رهایی می‌یابد.[1]

3.آثار اقتصادی، رفاهی و زیست محیطی سیاست قیمت‌گذاری تعرفه‌ای

سیاست قیمت‌گذاری تعرفه‌ای اگر چه که با هدف توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر صورت می-گیرد، اما بواسطه ایجاد تغییر در قیمت‌های نسبی، می‌تواند آثار اقتصادی و رفاهی مختلفی را بدنبال داشته و بالتبع منافع و هزینه‌هایی را برای جامعه ایجاد نماید. مکانیزم‌هایی که می‌تواند به عکس‌العمل تولیدکنندگان در زمینه میزان و ترکیب محصول و تقاضای نهاده‌ها و همچنین عکس‌العمل مصرف‌کنندگان بوسیله کاهش تقاضا برای گروهی از کالاها و در مقابل افزایش تقاضا برای گروه دیگری از کالاها در بازار گردد را می توان به صورت زیر طبقه‌بندی نمود[2]:

1-اثرات هزینه‌ای و قیمتی[3] که ناشی از تاثیر این سیاست بر روی قیمت‌ها و هزینه‌های صرف شده برای انرژی توسط صنایع و خانوارها می‌باشد. کاهش تولید کل به واسطه افزایش هزینه های تولید و تغییر در تخصیص عوامل‌تولید و تغییر در سطح اشتغال از جمله اثرات قیمتی و هزینه‌ای می‌باشد. همچنین این سیاست بودجه دولت را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد، چرا که اثرهزینه‌ای باعث می‌شود که دولت اقدام به کاهش سایرهزینه‌ها (اثر بودجه دولت) و یا افزایش درآمدهای مالیاتی نماید که در این حالت به کاهش بودجه قابل دسترس مصرف کنندگان و تولید کنندگان منجر می گردد.

1. Bohringer and Rutherford, (2005)
2. Ragwitz et al.(2009)
3. Price and Cost Effects

2-اثرات تقاضای ساختاری [1]، عبارت است از تاثیر بر روی تقاضای صنایع، خانوارها و تجارت. این اثرات می توانند دارای جنبه‌های مثبت یا منفی، مستقیم یا غیر مستقیم باشند. به عنوان مثال این سیاست‌ها در زمینه سوخت‌های زیستی[2] و زیست توده[3] می‌تواند به شوک مثبت مستقیم افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی و جنگلی منجر گردد. اما درهمان زمان می‌توانیم شاهد یک شوک منفی غیر مستقیم به صورت کاهش تقاضا و سرمایه‌گذاری برای حامل‌های انرژی مرسوم یا همان سوخت‌های فسیلی باشیم.

3-اثرات تکاثری و شتابی[4]، عبارت است از تاثیر رفتار صنایع و خانوارها بر روی بخش‌های دیگر اقتصادی. در صورت برقراری فرض اقتصاد کینزی مبنی بر اثرات سمت تقاضا بر روی بیکاری و تولید، افزایش تولید برق ناشی از بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر، مشروط بر آنکه باعث کاهش سایر اجزاء تقاضا نگردد، دو اثر عمده می‌تواند بر جای بگذارد. اول آنکه شوک ایجاد شده در سمت تقاضا بواسطه افزایش در درآمد ایجاد شده به اثرات تکاثری درآمد منجر خواهد شد. به عبارتی تحرک ایجاد شده باعث افزایش در درآمد تمام بخش‌ها به واسطه افزایش سرمایه‌گذاری در یک بخش می‌شود و تغییر اولیه در مخارج می‌تواند به افزایش بیشتر در درآمدملی منجر شود. دوم آنکه بواسطه سرمایه‌گذاری اضافی مورد نیاز برای آماده‌سازی ظرفیت تولیدی جدید شاهد اثرات شتابی این سیاست خواهیم بود.[5]

4-اثرات اختراع و بهره وری در صنایع و خانوارها[6]، عبارت است از تغییر تکنولوژی ایجاد شده که در بسیاری از موارد با سرمایه‌گذاری‌های قبلی در ارتباط می‌باشد. در بلندمدت سیستم‌های

1. Structural Demand Effect
2. Biofuel
3. Biomass
4. Multiplier and Accelerator Effects
5. Ragwite, Schade, Breltschopf, Walz and Helfrich (2009)
6. Innovation - Productivity Effects

جدید با تغییرات تکنولوژی همراه شده و با ایجاد نوآوری در ذخایر سرمایه، می‌توانند باعث افزایش در مجموعه امکانات تولید در اقتصاد ملی گردند. اثرات نهایی اشاعه تکنولوژی‌های مربوط به انرژی‌های تجدید پذیر بستگی به این امر دارد که آیا اشاعه این نوع از تکنولوژی‌ها به خودی خود بیانگر افزایش بهره‌وری سایر عوامل تولید در اقتصاد می باشد یا خیر.

4. تشریح ساختار الگو

برای بررسی روند تغییرات متغیرها در طول زمان از الگوهای تعادل عمومی پویا[1] استفاده می‌شود. این الگوها نسبت به الگوهای ایستا واقع‌گرایانه‌تر می‌باشند. این نوع از الگوها، کمابیش در پی به تصویر کشیدن اثرات یک سیاست در طول زمان مشروط بر آن‌که هیچ‌گونه شوک و تغییرات ساختاری در اقتصاد بوقوع نپیوندد، می‌باشند. این الگوها وسیله‌ای مناسب برای سیاست‌گذاران در جهت اطلاع از تبعات تصمیمات و سیاست‌های اقتصادی اتخاذ شده به‌شمار می‌روند، اگرچه که برخی از فرضیاتی که در ساختن این الگوها بکار می‌روند، می‌تواند محقق را از واقعیت دور سازد.

الگوهای پویا به دو دسته کلی پویای بازگشتی2 و پویای کامل چند دوره‌ای3 تقسیم می‌شوند. تفاوت اصلی آن‌ها، در الگوسازی رفتار پس‌انداز و سرمایه‌گذاری است. علیرغم آن‌که در هر دو الگو نیاز به تخصیص سرمایه‌گذاری بین بخشی در طول زمان می‌باشد، اما در روش پویای کامل چند دوره‌ای، تصمیمات پس‌انداز و سرمایه‌گذاری به صورت درون‌زا شده و با بار محاسباتی بالاتری روبرو هستیم. در مقابل در الگوهای پویای بازگشتی با یکسری از الگوهای ایستا روبرو هستیم، که به صورت پیوسته در طول زمان حل می‌شوند. این الگوهای ایستا،

1. Dynamic Computable General Equilibrium
2. Recursive Dynamic CGE Model
3. Full Multi-Period Dynamic CGE Model

ساختار درون دوره‌ای[1] الگوی پویای بازگشتی را تشکیل می‌دهند. در این میان، نتایج حاصل از حل الگو درهر دوره به عنوان اطلاعات ورودی برای دوره بعد بکار گرفته می‌شوند، که ساختار بین دوره‌ای[2] در الگوی پویا را مشخص می‌کنند. اولین تعادل در زنجیره این الگوهای ایستا، بر اساس اطلاعات سال پایه تعیین می‌گردد. سپس تعادل‌ها، بوسیله متغیرهای چون سرمایه‌گذاری و نیروی کار به یکدیگر مرتبط می‌شوند. فرض اصلی در این نوع از الگوسازی بر آن است که متغیرها در سال پایه در مسیر رشد وضعیت یکنواخت قرار داشته و لذا مقادیر متغیرها بر اساس یک نرخ رشد ثابت در وضعیت یکنواخت رشد می‌یابند. هم‌چنین فرض اصلی بر پایه شکل-گیری انتظارات قیمتی بر اساس وضعیت فعلی و گذشته اقتصاد می‌باشد. در ادامه به تشریح ساختار دو بخش درون دوره‌ای و بین دوره‌ای الگوی تدوین شده، پرداخته شده است.

1-4. ساختار الگو در درون دوره‌ها

ساختار الگو در هر دوره زمانی، یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه(CGE) با رهیافت تلفیقی است. این الگو توسط مجدزاده طباطبائی و همکاران(1395؛ 2017) برای اقتصاد ایران طراحی و اعتبار سنجی شده است. در این الگو علاوه بر در نظر گرفتن تعاملات بین بخشی، به جزئیات تکنولوژی تولید برق در سطح میانی توجه خاص شده است. ساختار بخشی در نظر گرفته شده برای بخش‌های تولیدی با تأکید بر نقش بخش‌های تولیدکننده و مصرف‌کننده انرژی در اقتصاد می‌باشد. لذا کل اقتصاد به پنج بخش اصلی تولید انرژی اولیه، تبدیل انرژی، صنایع انرژی‌بر، حمل و نقل و سایر بخش‌ها تقسیم شده است. تمام بخش‌های تولیدی بجز بخش برق، تولید کننده یک کالا بوده و برای تولید هر کالا تنها یک تکنولوژی خاص بکار می‌رود. تفاوت اصلی این الگو، در سمت عرضه اقتصاد نسبت به الگوهای CGE مرسوم، در

1. Within Periods Structure
2. Between Periods Structure

نظر گرفتن امکان تولید برق با استفاده از تکنولوژی‌های مختلف می‌باشد. بدین ترتیب بخش تولید برق به زیر بخش‌های تولید برق توسط تکنولوژی‌های فعال شامل تولید برق از محل انرژی‌های فسیلی(گازی، بخاری، سیکل ترکیبی، دیزلی) و تولید برق توسط تکنولوژی‌های غیر فعال[1] شامل برق بادی، خورشیدی و بیوگازسوز تقسیم شده و برای نشان دادن هر یک از این تکنولوژی‌ها، بر اساس قضایای دوگانگی[2] ، از یک تابع هزینه با ضرایب ثابت[3] استفاده شده است.

2-4. ساختار الگو در بین دوره‌ها

1-2-4. رشد سرمایه، پس‌انداز و سرمایه‌گذاری

یکی از راه‌هایی که رشد اقتصادی را در الگو از یک دوره زمانی به دوره زمانی دیگر ممکن می‌سازد، سرمایه‌گذاری در ظرفیت‌های جدید تولیدی است. طراحی رفتار سرمایه‌گذاری یکی از اصلی‌ترین قسمت‌های مرتبط با پویایی الگو است. برای طراحی مکانیزم سرمایه‌گذاری نیاز به مشخص نمودن این مهم داریم که چه میزان سرمایه در هر مقطع زمانی به هر بخش و زیربخش تعلق می‌گیرد. میزان سرمایه‌گذاری جدید در هر بخش به صورت نسبتی از پس‌انداز جامعه که در هر دوره شکل می‌گیرد، تعیین می‌شود. هر بخش تولیدکننده یک کالاست و زیربخش‌ها بیانگر راه‌های مختلف تولید آن کالا می‌باشند. در این الگو تنها بخشی که دارای زیربخش است، بخش تولید برق می‌باشد. رقابت بین تکنولوژی‌های مختلف برای تولید برق بر اساس نرخ سود مورد انتظار شکل می‌گیرد که تعیین‌کننده سهم هر تکنولوژی در تولید برق است و از

1.سهم 0/21درصدی تکنولوژی‌های تجدیدپذیر در سال 1390 در تولید برق و عدم اتصال برق تولیدی به شبکه سراسری توزیع برق، بیانگر آن است که در سال مزبور عملا تکنولوژی های نو در زمره تکنولوژی های غیر فعال قرار داشته‌اند.

2. Duality Lemma

3. Fixed Coefficient Function

طریق یک معادله سهم لاجیت[1]، تعیین می‌شود. فرض می‌کنیم پس از انجام سرمایه‌گذاری در کوتاه‌مدت امکان انتقال سرمایه در بین بخش‌های تولیدی و زیر بخش‌های غیرفعال بخش تولید برق وجود دارد، در حالی‌که میزان سرمایه خالص صرف شده در زیربخش‌های فعال بخش تولید برق ثابت باقی می‌ماند. بدین‌ترتیب آن‌چه که تعیین‌کننده ادامه فعالیت تولیدی در زیربخش‌های فعال بخش تولید برق می‌باشد، میزان هزینه‌های عملیاتی آن است. لذا تا زمانی که درآمد حاصل از تولید می‌تواند هزینه‌های عملیاتی را پوشش دهد، زیر بخش مورد نظر به فعالیت تولیدی خود ادامه می‌دهد. با در نظر گرفتن موجودی سرمایه اولیه در سال پایه، میزان موجودی سرمایه در هر دوره از رابطه شماره یک بدست می‌آید.

$$K_{t+1} = K_t(1-\delta) + I_t \qquad (1)$$

رابطه 1 بیانگر آن است که ذخایر سرمایه در دوره بعد (K_{t+1}) تابعی از میزان ذخایر سرمایه در دوره جاری (K_t) پس از کسر استهلاک با نرخ δ[2] و سرمایه‌گذاری جدید I_t، که توسط الگو تعیین می‌شود، محاسبه می‌گردد. میزان سرمایه‌گذاری در هر مرحله بر اساس میزان پس-انداز انجام شده، تعیین می‌شود. میزان پس‌انداز نسبت ثابتی از درآمد قابل تصرف است که به فرض برابری میل نهایی و میل متوسط به پس‌انداز این نسبت با استفاده از اطلاعات سال پایه بدست می‌آید.

سرمایه‌گذاری و انباشت سرمایه در دوره t در هر بخش بستگی به نرخ بازگشت سرمایه مورد انتظار برای دوره t+1 دارد. این نرخ بر اساس نرخ بازگشت واقعی سرمایه در دوره t تعیین می‌شود. بدین ترتیب سرمایه‌گذاری در الگوعلاوه بر آن‌که یکی از اجزاء تقاضا می‌باشد، به

---

1. Logit Share Equation

1. نرخ استهلاک یک پارامتر برون‌زا در الگو می‌باشد.

عنوان یک کالای ترکیبی همگن در فرایند پویای اقتصاد شناخته می‌شود. این کالای ترکیبی بر اساس نرخ بازگشت سرمایه واقعی بخش j ام در دوره t، در بین بخش‌های اقتصادی توزیع می-گردد.نرخ انتظاری تعادلی بازگشت سرمایه[1] در تمام بخش‌های اقتصادی بر اساس یک تابع معکوس لجستیک[2] از رشد نسبی در ذخایر سرمایه j ام تعیین می‌شود. این رهیافت در الگوسازی رفتار پویای سرمایه‌گذاری، بر اساس روش بکار رفته در الگوی دانشگاه موناش[3] که توسط دیگسون و ریمر[4] (2002) طراحی شده، می‌باشد. رابطه شماره دو نرخ انتظاری تعادلی بازگشت سرمایه برای بخش j ام در دوره t را نشان می‌دهد.

$$\begin{aligned} ROR_{j,t} &= ROR0_{j,t} + (1/B_j).\{\ln(KSKg_{j,t} - KSKg\min_j) \\ &- \ln(KSKg\max_j - KSKg_{j,t}) - \ln(KSKtrend_j - KSKg\min_j) \\ &+ \ln(KSKg\max_j - KSKtrend_j)\} \end{aligned} \qquad (2)$$

که در آن:

ROR نرخ انتظاری تعادلی بازگشت سرمایه [5]، KSKg نرخ رشد واقعی سرمایه، KSKming حداقل نرخ رشد واقعی سرمایه، KSKmaxg حداکثر نرخ رشد واقعی سرمایه، KSKtrend نرخ رشد تاریخی سرمایه و β یک پارامتر مثبت می‌باشد که بیانگر حساسیت رشد سرمایه در بخش i ام نسبت به تغییرات نرخ بازگشت سرمایه تعادلی است. در رابطه 2، حداکثر نرخ رشد واقعی سرمایه به علت اجتناب از برآورد غیر واقعی از نرخ رشد معادل نرخ رشد تاریخی سرمایه بعلاوه

1. Equilibrium Expected Rate of Return

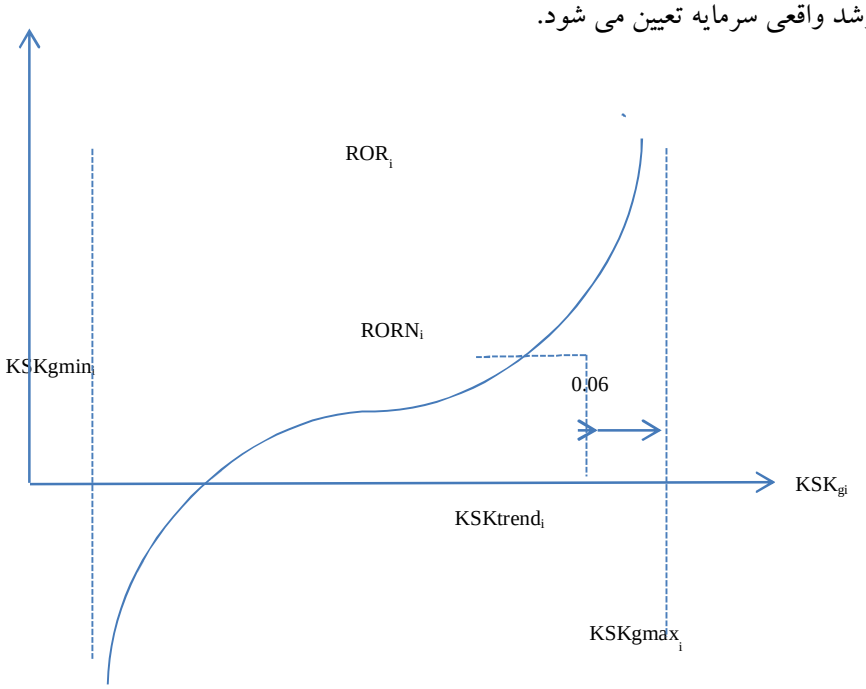
2. Inverse Logestic Function

3 .MONASH University

4. Dixon and Rimmer (2002)

1..نرخ انتظاری تعادلی بازگشت سرمایه بیانگر نسبت سود به سرمایه در هر دوره می‌باشد.

(0/06)[1] در نظر گرفته می‌شود[2]. شکل 1 نحوه تعیین نرخ انتظاری تعادلی بازگشت سرمایه را بر اساس تابع یاد شده نشان می‌دهد. بر اساس این تابع نرخ انتظاری بازگشت سرمایه بر اساس نرخ رشد تاریخی سرمایه تعیین می‌شود و این در حالی است که مقدار آن در بازه حداقل و حداکثر نرخ رشد واقعی سرمایه تعیین می شود.



شکل 1: نرخ انتظاری تعادلی بازگشت سرمایه در بخش j ام

1. در نظر گرفتن یک نرخ رشد حداکثر بیانگر آن است که اگر نرخ رشد تاریخی در یک بخش 4 درصد باشد آنگاه حد بالایی رشد در هیچ‌کدام از دوره‌ها نمی‌تواند بیشتر از 10 درصد باشد.

3.همان منبع شماره 3

با فرض آنکه سرمایه‌گذار انتظاری مبنی بر تغییر در قیمت کالای ترکیبی سرمایه‌گذاری در دوره بعد نخواهد داشت، نرخ انتظاری بازگشت سرمایه بر اساس انتظارات تطبیقی[1] توسط رابطه سه تعریف می‌گردد. در این رابطه $PCINDEX_t$ بیانگر شاخص قیمت مصرف‌کننده در سال t ام، deprj نرخ استهلاک در بخش j ام و عبارت $[\frac{1+RINT_t}{PCINDEX_t}]$ منعکس کننده انتظارات تطبیقی از نرخ بهره واقعی است. هم‌چنین نرخ بهره واقعی در سال t ام (RINTt) برابر نرخ اجاره سرمایه است که از حل الگو در هر دوره بدست می‌آید. در نهایت، موجودی سرمایه در دوره بعد (t+1) از رابطه 4 بدست می‌آید.

$$ROR_{j,t} = -1 + \frac{[\frac{RK_t}{PK_{j,t}} + (1 - depr_j)]}{[\frac{(1+RINT_t)}{PCINDEX_t}]} \quad (3)$$

$$KSK_{j,t+1} = (1 - depr_j) KSK_{j,t} + INV_{j,t} \quad (4)$$

4-2-2. رشد اقتصادی ورشد نیروی کار

رشد اقتصادی در وضعیت یکنواخت معادل 2/5 درصد در نظر گرفته خواهد شد. این میزان بر مبنای برآورد بانک جهانی از رشد اقتصادی ایران برای سال‌های 2015 الی 2016 می‌باشد.میزان نیروی کار در هر دوره به صورت برون‌زا و با استفاده از نرخ رشد اقتصادی در وضعیت یکنواخت، تعیین گردیده است.

4-2-3 . قیمت‌های سال پایه و قیمت‌های اولیه آینده

قیمت بازاری کالاها در سال پایه برابر یک فرض شده است. در الگو از نرخ ارز به‌عنوان شمارنده استفاده شده و لذا قیمت‌های آتی نیز نسبت به نرخ ارز سنجیده می‌شوند. قیمت‌های

1. Adoptive Expectation

پرداخت شده برای نهاده‌های متغیر (14، .....، i=1) که از عرضه بخش i ام در هر فعالیت تولیدی برای بخش‌های مختلف و زیربخش در زمان t در نظر گرفته می‌شود، از رابطه 5 به‌دست می‌آید.

$$p_i = p_{it}(1+t_i^o) \qquad (5)$$

که p_i قیمت بازار که در سال پایه توسط جدول داده و ستاده و در سایر سال‌ها توسط الگو به‌دست می‌آید، t_i^o نرخ مالیات یا یارانه برون‌زا می‌باشد.

4-2-4. تغییر تکنیکی

در الگوی حاضر تغییرات تکنیکی به صورت برون‌زا اعمال است. همچنین از آنجا که بخش برق بزرگترین مصرف‌کننده انرژی‌های فسیلی به عنوان عوامل اصلی تولید آلودگی می‌باشد، در این الگو امکان تولید برق با استفاده از تکنولوژی‌های مختلف وجود دارد. بدین ترتیب بخش برق به زیر بخش‌های تولید برق توسط تکنولوژی‌های فعال شامل تولید برق از محل انرژی‌های فسیلی(گازی، بخاری، سیکل ترکیبی، دیزلی) و تولید برق توسط تکنولوژی‌های غیر فعال[1] شامل برق بادی، خورشیدی و بیوگازسوز تقسیم شده و برای نشان دادن هر یک از تکنولوژی‌های تولید برق، بر اساس قضایای دوگانگی[2]، از یک تابع هزینه با ضرایب ثابت[3] که توسط رابطه 6 مشخص شده ،استفاده نموده‌ایم. سپس با توجه به جمع‌پذیر بودن تولید برق، تابع

1 .سهم 0/21درصدی تکنولوژی‌های تجدیدپذیر در سال 1390 در تولید برق و عدم اتصال برق تولیدی به شبکه سراسری توزیع برق، بیانگر آن است که در سال مزبور عملا تکنولوژی های نو در زمره تکنولوژی های غیر فعال قرار داشته‌اند.

2. .Duality Lemma

3. .Fixed Coefficient Function

هزینه واحد تولید کل برق را از جمع توابع هزینه واحد[1] برای j امین تکنولوژی که توسط رابطه 7 نشان داده شده ، بدست آمده است.

$$C_j = \frac{1}{\alpha_{0j}} \sum_{i=1}^{N} \frac{P_i}{\alpha_{ij}} \quad (6)$$

$$g(P) = \sum_j S_j C_j \quad (7)$$

به‌طوریکه C_j هزینه واحد تولید هر کیلو وات ساعت برق از محل تکنولوژی jام، i=1,……,N تعداد نهاده های تولید، α_{0j} و α_{ij} ضرایب تکنولوژی و P_i قیمت نهاده i ام، S_j سهم هر تکنولوژی در تولید برق و g(p) تابع هزینه واحد کل تولید برق می‌باشد. در این چارچوب با ایجاد تفاوت در تابع هزینه واحد تولید برق از محل تکنولوژی‌های مختلف، امکان تغییر در سهم هر تکنولوژی در تولید برق در نتیجه تغییر در سودآوری در امر تولید را بوجود خواهد آمد. به عبارتی آن تکنولوژی که تولید را با هزینه کمتری به ثمر می‌رساند، دارای سهم بیشتری در تولید برق خواهد بود. بدین ترتیب تغییرات فنی بر اثر اعمال سیاست قیمت‌گذاری تعرفه‌ای به صورت برون‌زا از طریق کاهش در هزینه‌های تولید و افزایش در سهم تولید برق از محل انرژی‌های غیرفسیلی، در الگو صورت می‌گیرد.[2]

4-2-5. شاخص رفاه

به منظور تعیین شاخص رفاه خانوار از تغییرات معادل[3] استفاده شده است. این شاخص بیانگر اختلاف بین شاخص مصرف در سال جاری به قیمت سال پایه و شاخص مصرف در سال پایه می‌باشد. رابطه 8 نحوه محاسبه شاخص رفاه را نشان می‌دهد.

$$EV_{sc,t} = \left(\frac{C_{sc,t}}{PPI_{sc,t}^{Laspeyres}}\right) - C_{sc,0} \quad (8)$$

1 .Unit Cost Function

2. Bohringer and Rutherford (2006)

3. Equivalent Variation

که در آن $PPI_{sc,t}$ شاخص قیمت تولیدکننده تحت سناریو sc در سال t ام، $C_{sc,t}$ شاخص مصرف خصوصی تحت سناریو sc در سال t ام و $C_{sc,0}$ شاخص مصرف خصوصی تحت سناریو sc در سال پایه می‌باشد.

6-2-4. قانون بستار[1] الگو

در هر الگوی اقتصادی، بایستی به تعیین متغیرهای درون‌زا و برون‌زا پرداخته شود. این انتخاب به بستار الگو[2] یا قانون بستار معروف است. در یک الگوی CGE برای سیستم کلان اقتصادی، قوانین بستار را برای بخش‌های دولتی و خارجی و همچنین تراز سرمایه‌گذاری و پس‌انداز مشخص می‌نمایند. این‌که کدام قانون بهتر است، بستگی به زمینه تجزیه و تحلیل و دامنه پیشنهاد کاربردی تحقیق دارد. از آن‌جا که یکی از اهداف این تحقیق، بررسی آثار رفاهی سیاست FIT می‌باشد، بایستی در مدل‌های ایستا، تراز پرداخت‌های خارجی و مخارج دولتی ثابت فرض شود.[3] چنین ترکیبی باعث می شود که در محاسبه میزان اثرات رفاهی یک این سیاست اشتباه نکنیم. در واقع اندازه گیری رفاه اقتصادی بر پایه مصرف خانوار زمانی که تراز تجاری انعطاف پذیر است قابل توجیه نیست. زیرا استقراض خارجی باعث افزایش مصرف در آن دوره شده و مدل قادر به اندازه گیری اثرات رفاهی بازپرداخت بدهی در دوره بعد نمی‌باشد. به عنوان مثال، در صورت آنکه امکان کسری در تراز پرداخت‌های خارجی(پس‌انداز خارجیان) در الگو وجود داشته باشد، امکان افزایش رفاه در یک دوره بوجود آمده و نمی توانیم اثر کاهش در رفاه دوره بعد که ناشی از افزایش بدهی‌های خارجی بوقوع می‌پیوندد را اندازه‌گیری نمائیم. در این راستا انتخاب نرخ ارز به عنوان شمارنده باعث می شود که بتوان به طور مستقیم تراز

1. Closure Role
2. Closure Model
3. Robinson Sh. and Lofgren H. (2005)

پرداخت‌های خارجی را ثابت فرض نمود. همچنین در صورت امکان تغییر در مخارج واقعی دولت، در یک مدل کلاسیک CGE، قادر به اندازه‌گیری اثرات مستقیم و غیر مستقیم رفاهی ناشی از اعمال سیاست‌ها نخواهیم بود. لذا دراین الگوها برای اجتناب از اشتباه در تفسیر نتایج، ترجیح داده می شود که مخارج واقعی دولت ثابت فرض شود.

در این الگو دولت از طریق منابع سوخت فسیلی و خالص مالیات‌ها اقدام به کسب درآمد می‌نماید. شرط توازن بودجه بیان کننده آن است که مجموع درآمدهای دولت با مجموع مخارج مصرفی دولت و پس‌انداز دولتی(مازاد بودجه) برابر باشد. برای الگوسازی مخارج واقعی دولتی از تابع مخارج با ضرایب ثابت استفاده شده است. ضرایب به صورت برون‌زا و بر اساس اطلاعات سال پایه مقداردهی شده است. در صورت بکارگیری سیاست FIT، مخارج دولت شامل یارانه‌های پرداختی خواهد بود. بکارگیری سیاست FIT به کسری‌بودجه منجر شده و از آن‌جاکه پس‌انداز کل ناخالص جامعه از مجموع پس‌انداز خانوارها به صورت درصدی از درآمد قابل تصرف، پس‌انداز دولت به صورت مازاد بودجه و پس‌انداز خارجی به صورت کسری در تراز پرداخت‌های خارجی حاصل می‌شود، این سیاست به کاهش منابع پس‌اندازی جامعه منجر می گردد.

در اکثر مدل‌های CGE در زمینه قانون بستار مرتبط با تراز پس‌انداز-سرمایه‌گذاری، از دو گزینه پس‌انداز محور[1] یا سرمایه‌گذاری محور[2] استفاده می‌کنند[3]. با توجه به هدف پژوهش حاضر مبنی بر تشویق سرمایه‌گذاری در زمینه برق تجدیدپذیر و انتقال منابع از برق فسیلی به سمت منابع تجدیدپذیر، از گزینه پس‌انداز محور استفاه شده است. در این چارچوب میزان سرمایه‌گذاری کل بر اساس میزان پس‌انداز جامعه تعیین می‌شود

1. Saving Driven
2. Investment Driven
3. Robinson. and Lofgren (2005)

با برقرای شروط تسویه بازارها، توازن بودجه و قید بودجه در تمام دوره‌ها، در ساختار مدل بین دوره‌ای کلیه متغیرهای برون زا از جمله مخارج واقعی دولت و خالص ترازپرداخت‌های خارجی واقعی در طول دوره 1390-1404 همراه با نرخ رشد اقتصادی، رشد می‌یابد. اما چون نرخ ارز به عنوان شمارنده در الگو در نظر گرفته شده و قیمت نسبی سایر کالاها با آن سنجیده می‌شود، در طول دوره مورد بررسی ثابت فرض شده است.

3-4. پایه اطلاعاتی و روش حل الگو

از آنجا که الگوی مورد نظر یک الگوی تعادل عمومی بر پایه ماتریس حسابداری اجتماعی می‌باشد، جهت محاسبه ضرایب و مقادیر متغیرهای برون زا از ماتریس حسابداری اجتماعی 71 بخشی سال 1390 که توسط مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی تدوین شده، استفاده گردیده است. سپس این ماتریس به یک ماتریس 14 بخشی مطابق با ساختار بخشی با تاکید بر بخش‌های تولید کننده و مصرف کننده انرژی، تعدیل شده است. بخش‌های تولیدکننده انرژی شامل نفت خام و گاز، زغال سنگ، فرآورده‌های نفتی، تولید و توزیع برق و تصفیه و توزیع گاز و بخش‌های مصرف کننده انرژی شامل صنایع انرژی بر(فلزات اساسی، تولید سایر محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین‌آلات و تجهیزات، تولید محصولات کانی غیرفلزی، تولید محصولات شیمیایی، تولید محصولات غذایی و آشامیدنی و سایر صنایع انرژی‌بر)، حمل و نقل، کشاورزی، جنگل‌داری و ماهیگیری و سایر بخش‌ها می باشند.

برای تفکیک میزان تولید برق در سال پایه از اطلاعات آماری تراز انرژی سال 1390 و برای تعیین هزینه تولید برق از محل انرژی‌های تجدیدپذیر، از اطلاعات مهندسی و مقادیر برآورد شده برای هزینه تولید برق هم‌تراز شده[1] (LEC) توسط گروه مطالعات استراتژیک و اقتصادی معاونت برنامه‌ریزی و توسعه سازمان انرژی‌های نو(سانا)، استفاده گردیده است.

1. Levelized Cost

الگوی طراحی شده با استفاده از زیر برنامه MPSGE [1] تحت نرم افزار GAMS[2] حل شده است. مقادیر انتخاب شده برای کشش‌های جانشینی بین نهاده‌ها و همچنین عوامل تولید از مقادیر در نظر گرفته شده توسط موسسه تحقیقات تغییرات آب و هوایی مشترک جهانی[3] ، برای کشش قیمتی تقاضا برای صادرات از مطالعه اشراف‌زاده و ارمکی(1385)، برای کشش جانشینی آرمینگتون از مطالعه کفایی و میری(1390) استفاده شده و جهت حصول اطمینان از دقت[4] نتایج الگو از تحلیل حساسیت نسبت به مقادیر کشش‌ها استفاده گردیده است.

5. نتایج شبیه‌سازی

سیاست قیمت‌گذاری تعرفه‌ای عمدتا بوسیله خرید تضمینی برق تولیدی از محل انرژی‌های تجدیدپذیر اعمال می‌شود. مبلغ تعیین شده برای خرید تضمینی می‌تواند به صورت یکسان، مستقل از نوع تکنولوژی(T-N)[5] یا بر اساس نوع تکنولوژی (S-N) تعیین گردد[6]. در این بخش با استفاده از الگوی طراحی شده، برای دو سناریوی مختلف با هدف دستیابی به سهم 10 درصدی کل انرژی‌های تجدیدپذیر بادی، خورشیدی و بیوگازسوز در تولید برق در سال 1404[7] پس از تعیین نرخ یارانه مناسب به صورت درون‌زا، به بررسی آثار اقتصادی، رفاهی و زیست‌محیطی اجرای سیاست قیمت‌گذاری تعرفه‌ای در طول دوره زمانی 1404-1390 پرداخته شده است. برای تعیین نرخ یارانه به صورت درون‌زا با هدف دستیابی به سهم 10 درصدی

1. Mathematical Programming System for General Equilibrium Model(Rutherford,1992)

2. GAMS(Brooke et al., 1999)

3. Joint Global Research Institute

4. Robustness

5.Technology- Neutral(Uniform Subsidy)

6. Technology Specific

7. بر اساس سند چشم‌انداز 20 ساله (1404 ـ1384) سهمی معادل 10 درصد برای انرژی‌های نو در ظرفیت تولید برق کشور در نظر گرفته شده است.

انرژی‌های تجدیدپذیر، از بسط فرمول‌بندی MCP[1] استفاده شده است. به کمک این روش می‌توان قیودی را بر متغیرهای تصمیم‌گیری مانند قیمت‌ها و سطوح فعالیت‌های تولیدی اعمال نمود. در این تحقیق از اعمال محدودیت مقداری بر روی سهمیه تولید از محل انرژی‌های فسیلی و تجدیدپذیر استفاده شده است. به این ترتیب برای قیود مقداری مورد نظر، یک متغیر کمکی درون‌زای قیمتی(یارانه) وارد الگو شده است. این متغیر کمکی بیانگر درصد افزایش قیمت برای برق تجدیدپذیر به منظور تشویق ورود تولیدکنندگان جدید به بازار می‌باشد. در سناریو ی (T-N) یک متغیر کمکی و در سناریو(S-N) سه متغیر کمکی متناظر با هر نوع از تکنولوژی‌ها در نظر گرفته شده است. سناریوهای در نظر گرفته شده عبارتند از:

1-سناریوی اعمال نرخ یارانه‌ای یکسان (T-N)

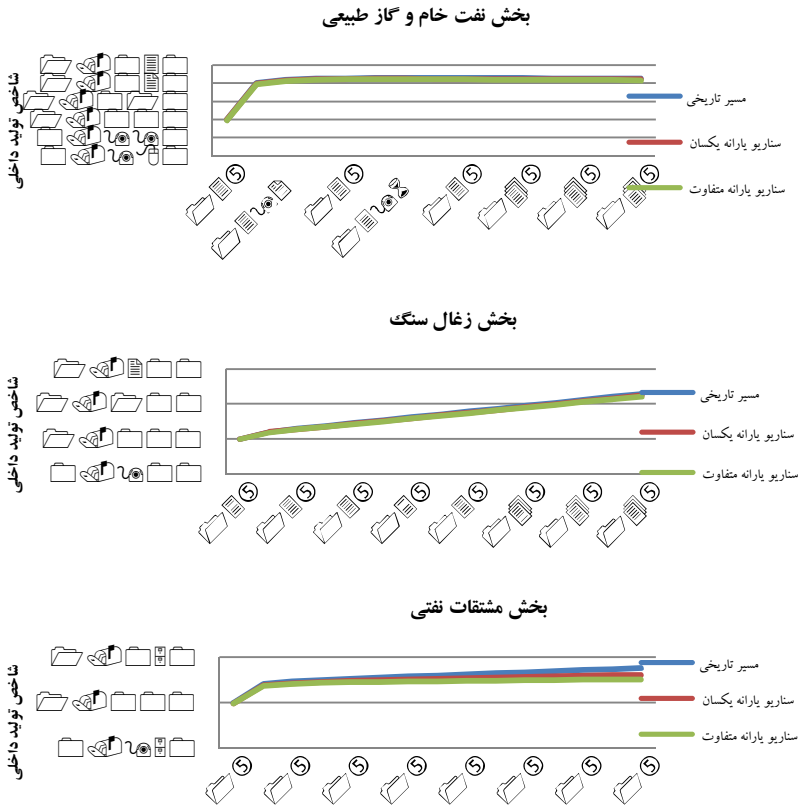
2-سناریوی اعمال نرخ یارانه‌ای متفاوت(S-N)، متناسب با عدم مزیت نسبی انواع انرژی‌های تجدیدپذیر به منظور دسترسی به رشد متوازن در سهم هر کدام از انرژی‌های مزبور

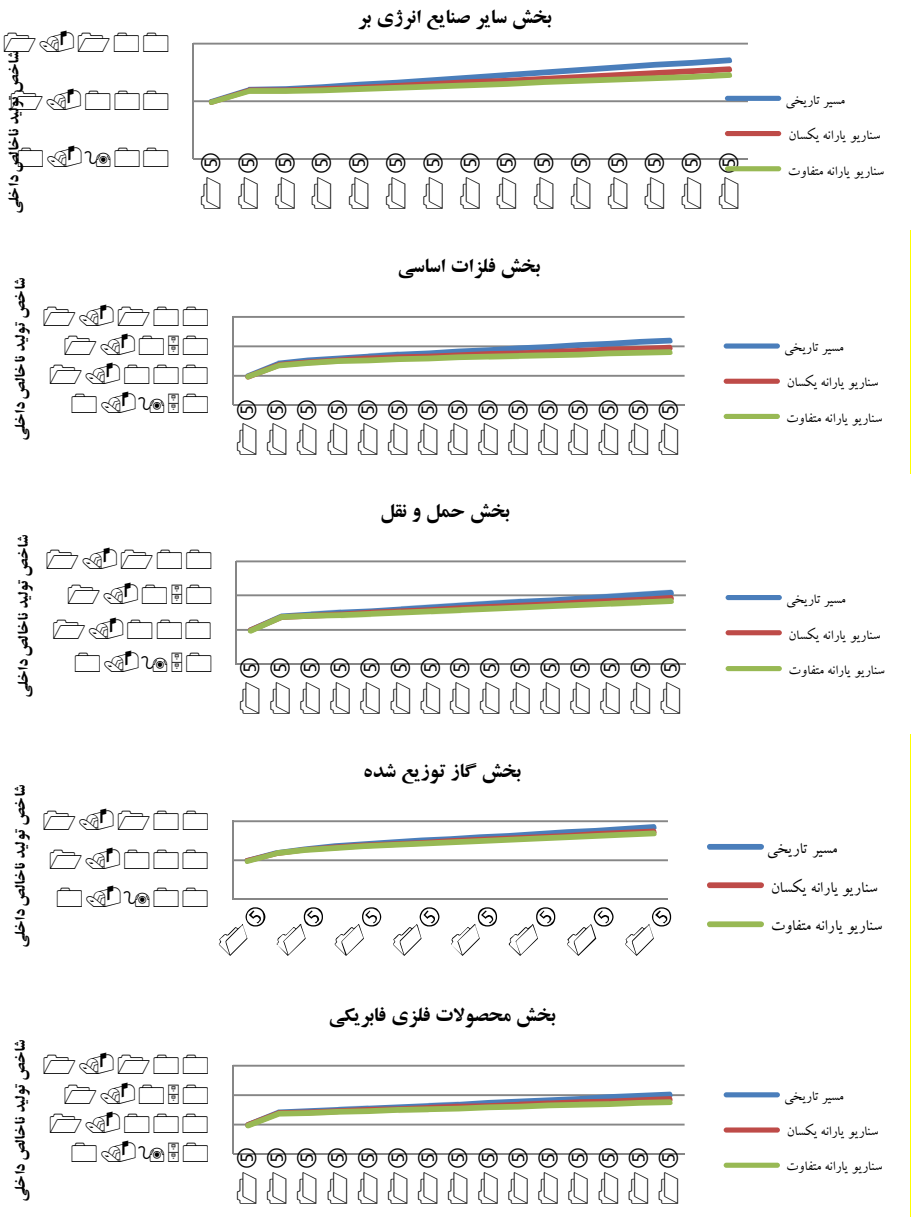
1-5. اثرات اقتصادی و رفاهی

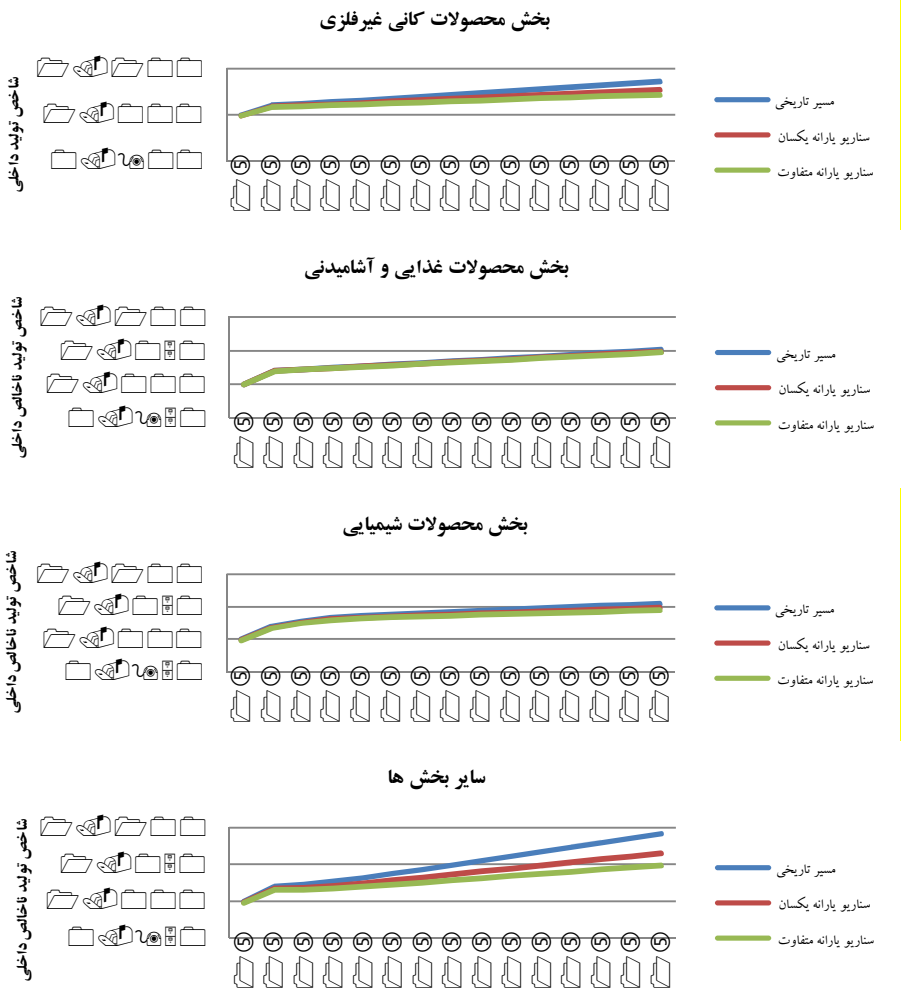
شکل 2 روند تاریخی شبیه سازی شده برای شاخص تولید ناخالص داخلی بخش‌های تولید کننده انرژی و بخش‌های مصرف‌کننده انرژی، به همراه روند شبیه سازی شده آن را تحت دو سناریوی مختلف نشان می‌دهد. نتایج حاصل بیانگر آن است که سیاست FIT در هر دو سناریو باعث کاهش در تولید ناخالص داخلی تعادلی بخش‌ها بجز بخش برق می‌شود. خرید تضمینی برق تجدیدپذیر باعث افزایش هزینه‌های دولت و در نتیجه کاهش مازاد بودجه و بدنبال آن پس‌انداز کل می‌گردد. از آنجا که طبق فرضیات الگو میزان منابع سرمایه‌گذاری بوسیله پس-انداز کل تعیین می‌شود، این امر تشکیل سرمایه ثابت را کاهش داده و با کاهش در تقاضای کل به کاهش در سطح تعادلی تولید ناخالص داخلی بخش‌ها به جز بخش برق که با سیاست خرید

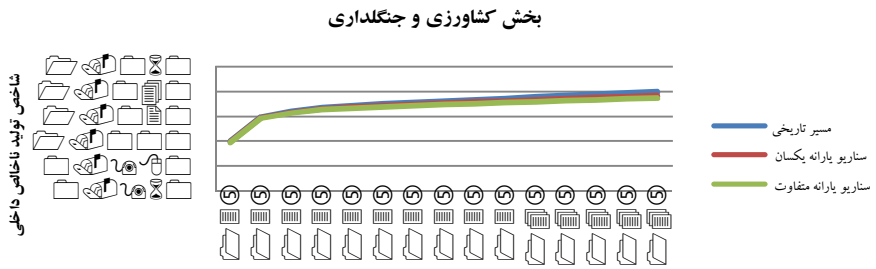
1 .Mixed Complimentary Problem

تضمینی روبرو است، می‌گردد. میزان کاهش برآورد شده بین 0/02 الی 2/67 درصد قرار دارد. کمترین عکس‌العمل مربوط به بخش نفت خام و گاز طبیعی و بخش موادغذایی و آشامیدنی و بیشترین عکس‌العمل مربوط به سایر بخش‌ها که عمدتا از بخش‌های خدماتی تشکیل شده‌اند، می‌باشد.




بخش سایر صنایع انرژی بر
شاخص تولید ناخالص داخلی
مسیر تاریخی
سناریو یارانه یکسان
سناریو یارانه متفاوت
بخش فلزات اساسی
شاخص تولید ناخالص داخلی
مسیر تاریخی
سناریو یارانه یکسان
سناریو یارانه متفاوت
بخش حمل و نقل
شاخص تولید ناخالص داخلی
مسیر تاریخی
سناریو یارانه یکسان
سناریو یارانه متفاوت
بخش گاز توزیع شده
شاخص تولید ناخالص داخلی
مسیر تاریخی
سناریو یارانه یکسان
سناریو یارانه متفاوت
بخش محصولات فلزی فابریکی
شاخص تولید ناخالص داخلی
مسیر تاریخی
سناریو یارانه یکسان
سناریو یارانه متفاوت


بخش محصولات کانی غیرفلزی
شاخص تولید داخلی
مسیر تاریخی
سناریو یارانه یکسان
سناریو یارانه متفاوت
بخش محصولات غذایی و آشامیدنی
شاخص تولید ناخالص داخلی
مسیر تاریخی
سناریو یارانه یکسان
سناریو یارانه متفاوت
بخش محصولات شیمیایی
شاخص تولید ناخالص داخلی
مسیر تاریخی
سناریو یارانه یکسان
سناریو یارانه متفاوت
سایر بخش ها
شاخص تولید ناخالص داخلی
مسیر تاریخی
سناریو یارانه یکسان
سناریو یارانه متفاوت



شکل 2: روند شبیه‌سازی شده تولید ناخالص داخلی (1390-1404)

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول 1 درصد تغییرات در شاخص قیمت تولیدکننده، شاخص مازاد بودجه و تغییرات در شاخص رفاه را تحت دو سناریوی مختلف نشان می‌دهد. نتایج حاصل از شبیه‌سازی برای درصد تغییر شاخص قیمت تولیدکننده لاسپیرز در طول دوره 1404-1390، نسبت به سال پایه 1390، نشان می‌دهد که اگرچه که اعمال سیاست قیمت‌گذاری تعرفه‌ای به افزایش در سطح عمومی قیمت‌ها نسبت به سال پایه می‌گردد، اما این میزان افزایش، با فرض قبول کسری بودجه، در سناریو پرداخت یارانه یکسان کمتر از 0/4 درصد و در سناریو پرداخت یارانه متفاوت کمتر از 0/6 درصد می‌باشد. لذا یافته‌های تحقیق حاکی از آن است که اعمال سیاست FIT اثر قابل توجهی بر سطح عمومی قیمت‌ها نسبت به مسیر تاریخی ندارد.

نتایج حاصل از شبیه‌سازی روند مازاد بودجه دولت در طول دوره مورد بررسی، نشان می‌دهد که میزان کاهش در مازاد بودجه دولت در سناریوهای خرید تضمینی یکسان و متفاوت در پایان دوره به ترتیب 75/56،2/3 درصد می‌یاد. کاهش در مازاد بودجه در طول زمان نه تنها ناشی از افزایش نرخ‌های خرید تضمینی لازم جهت دستیابی به هدف تعیین شده در سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید برق ، بلکه ناشی از کاهش تولید بخش‌ها و در نتیجه کاهش درآمدهای مالیاتی دولت نیز می‌باشد. مقایسه وضعیت مازاد بودجه دولت تحت دو سناریوی

مورد نظر نشان می‌دهد که سناریو اعمال قیمت خرید تضمینی یکسان نسبت به سناریو اعمال قیمت خرید تضمینی متفاوت، بار هزینه‌ای کمتری را برای دولت در جهت دستیابی به رشد مشخصی در انرژی‌های تجدیدپذیر به همراه خواهد داشت. این امر ناشی از آن است که در سناریو T-N به دلیل پایین بودن میزان عدم مزیت نسبی تولید برق بادی نسبت به برق خورشیدی و بیوگاز سوز در مقابل برق فسیلی، تنها زیر بخش تولید برق بادی در واکنش به تغییر قیمت-های نسبی فعال شده و لذا نیاز به پرداخت یارانه کمتری از سوی دولت نسبت به سناریو T-S برای دستیابی به هدف مورد نظر است. در حالی که در سناریو T-S ، دولت برای ایجاد رشد متوازن در انواع تکنولوژی، مجبور به پرداخت یارانه بیشتری به دو تکنولوژی خورشیدی و بیوگاز سوز می‌باشد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که میزان یارانه لازم در آخر دوره بیشتر از ابتدای دوره می‌باشد. این امر حاکی از این واقعیت اقتصادی است که به مرور برای تشویق سرمایه‌گذاران جدید به امر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر، نیاز به مشوق‌های مالی بیشتری است. لذا همانطور که در جدول شماره 1 مشاهده می‌شود، به مرور شکاف بین تغییرات بودجه در دو سناریو بیشتر می‌شود.

به منظور تعیین تغییرات در رفاه خانوار از شاخص تغییرات معادل[1] استفاده شده است. این شاخص بیانگر اختلاف بین شاخص کالای ترکیبی مصرفی در سال جاری به قیمت سال پایه و شاخص کالای ترکیبی مصرفی در سال پایه می‌باشد. تغییر در درآمد خانوارها و هم‌چنین تغییر در قیمت نسبی کالاها به دنبال خود تغییر در مصرف و مطلوبیت خانوارها یا به عبارتی همان شاخص کالای مصرفی ترکیبی را به‌همراه دارد. برآوردهای انجام شده نشان می‌دهد که تحت هر دو سناریو، درآمد و شاخص قیمت کالای ترکیبی مصرفی خانوار نسبت به مسیر تاریخی افزایش یافته است. اگرچه‌که برآیند این تغییرات به افزایش شاخص کالای ترکیبی مصرفی

1. Equivalent Variation

خانوار و در نتیجه افزایش رفاه گردیده است. اگرچه که نتایج حاکی از آن است که نحوه اعمال قیمت خرید تضمینی تاثیر چندانی بر میزان تغییرات در شاخص رفاه ندارد.

جدول 1: آثار اقتصادی سیاست FIT(درصد تغییرات) (1390-1404)

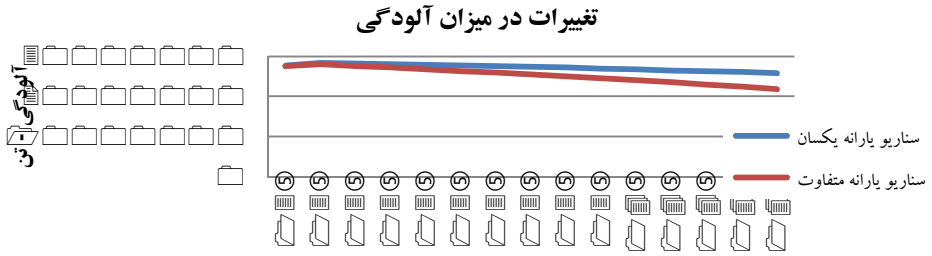
سال	شاخص قیمت PPI		مازاد بودجه دولت		شاخص رفاهEV	
	سناریو T_N	سناریو T_S	سناریو T_N	سناریو T_S	سناریو T_N	سناریو T_S
1390	0/15	0/24	-/63	-3/66	0/0	0/1
1391	0/30	0/48	-1/28	-7/41	2/1	2/1
1392	0/27	0/44	-3/66	-9/74	2/14	2/2
1393	0/26	0/42	-6/49	-12/40	2/4	2/4
1394	0/26	0/42	-9/41	-16/05	2/7	2/7
1395	0/27	0/43	-12/34	-20/61	3/1	3/1
1396	0/27	0/44	-15/24	-24/05	3/5	3/5
1397	0/28.	0/46	-18/09	-28/38	3/9	3/9
1398	0/29	0/47	-20/90	-33/61	4/3	4/4
1399	0/30	0/49	-23/67	-38/74	4/7	4/8
1400	0/31	0/51	-26/39	-44/78	5/1	5/2
1401	0/32	0/52	-29/37	-48/94	5/5	5/6
1402	0/34	0/54	-31/72	-52/62	5/9	6/0
1403	0/35	0/56	-34/33	-55/44	6/3	6/5
1404	0/36	0/58	-36/90	-56/19	6/8	6/9

*اعداد تا دو رقم اعشار درج شده اند

منبع: یافته‌های پژوهش

2-5. آثار زیست محیطی(تغییرات آلودگی و هزینه‌های اجتماعی ناشی از آن)

تاثیر سیاست FIT بر آلودگی هوا را می‌توان از دو جنبه مورد بررسی قرار داد. از یک سو اجرای این سیاست بر اساس سناریوهای مورد نظر باعث تغییر در مصرف کالاهای ترکیبی آرمینگتون که ناشی از تغییر در مصرف کالاهای تولید شده و مصرف شده در داخل و واردات آن‌ها می‌باشد، نسبت به مسیر تاریخی خواهد شد. از آنجا که میزان انتشار آلاینده‌ها در تراز انرژی کشور (1390) بر اساس تقاضا برای تولیدات بخش زغال سنگ، مشتقات نفتی، گاز طبیعی و فلزات اساسی(کوره‌های بلند) برآورد شده، در این تحقیق پس از برآورد تغییرات ایجاد شده در تقاضاهای مزبور، میزان تغییر در آلودگی ناشی از این تغییرات محاسبه شده است. شکل شماره 3 درصد تغییرات در میزان آلودگی هوا ناشی از پرداخت یارانه بدون در نظر گرفتن کاهش بالقوه آلودگی ناشی از بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید برق را نشان می‌دهد. همانگونه که مشاهده می‌شود، سناریو یارانه متفاوت نسبت به یارانه یکسان به میزان بیشتری باعث کاهش در میزان آلودگی شده و به مرور این اختلاف افزایش می‌یابد. اگرچه که تحت دو سناریو مطرحه میزان تغییرات به هم نزدیک است.



شکل 3: روند شبیه‌سازی تغییرات در میزان آلودگی (1390-1404)

منبع: یافته‌های پژوهش

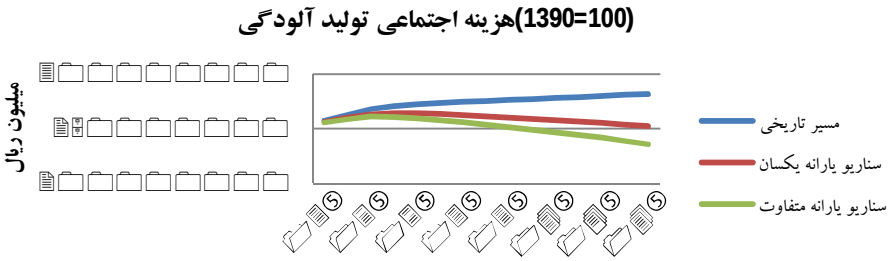
از سوی دیگر با فرض ثابت بودن تولید برق از محل انرژی‌های فسیلی و بوجود آمدن امکان رشد تولید برق از محل انرژی‌های تجدیدپذیر بواسطه اتخاذ سیاست خرید تضمینی، از انتشار بالقوه آلودگی ناشی از تولید برق از محل منابع فسیلی جلوگیری خواهد شد. میزان کاهش در انتشار بالقوه گازهای آلاینده و گلخانه‌ای در جدول 2 نشان داده شده است. اعداد بیان شده در جدول مزبور بر اساس برآورد انجام شده از رشد تولید برق از محل انرژی‌های تجدیدپذیر بدنبال اعمال سیاست خرید تضمینی توسط الگو و آمار موجود در تراز انرژی سال 1390 در زمینه میزان انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای در بخش نیروگاهی صورت گرفته است.

جدول 2: کاهش بالقوه گازهای آلاینده و گلخانه‌ای ناشی از تولید برق تجدیدپذیر (هزار تن)

سال/آلودگی (هزار تن)	NOX	SO2	SO3	CO	SPM	CO2	CH4	N2O	جمع
1390	4/26	4/76	0/03	1/00	0/2	1108/62	0/03	0/00	1118/91
1391	8/58	9/59	0/07	2/01	0/42	2232/23	0/06	0/01	2252/95
1392	12/96	14/48	0/10	3/03	0/63	3371/12	0/08	0/01	3402/41
1393	17/39	19/44	0/14	4/07	0/84	4525/61	0/11	0/02	4567/62
1394	21/89	24/46	0/18	5/12	1/06	5696/03	0/14	0/02	5748/91
1395	26/45	29/56	0/21	6/19	1/28	6882/70	0/17	0/03	6946/59
1396	31/08	34/73	0/25	7/27	1/50	8085/97	0/20	0/03	8161/03
1397	35/77	39/97	0/29	8/37	1/73	9306/19	0/23	0/04	9392/58
1398	40/52	45/28	0/33	9/48	1/96	10543/72	0/26	0/04	10641/59
1399	45/35	50/67	0/37	10/61	2/19	11798/92	0/29	0/05	11908/45
1400	50/24	56/14	0/41	11/75	2/43	13072/18	0/32	0/05	13193/53
1401	55/21	61/69	0/45	12/91	2/67	14363/90	0/36	0/06	14497/24
1402	60/24	67/32	0/49	14/09	2/92	15674/48	0/39	0/06	15819/98
1403	65/36	73/03	0/53	15/29	3/16	17004/33	0/42	0/07	17162/18
1404	70/54	78/82	0/57	16/50	3/41	18353/88	0/45	/07	18524/25

منبع: یافته‌های پژوهش

برای محاسبه هزینه اجتماعی انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای به ازای هر تن از انواع آلاینده‌ها، از آمار موجود در ترازنامه انرژی سال 1390 استفاده شده است. سپس این اطلاعات به قیمت ثابت سال 1390 تغییر یافته تا ارزش هزینه‌های اجتماعی در سال پایه 1390 محاسبه گردد. با استفاده از این اطلاعات و مقادیر برآورد شده برای شاخص قیمت ، هزینه اجتماعی انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای به ازای هر تن از انواع آلاینده‌ها به قیمت ثابت سال 1390 بر روی مسیر تاریخی محاسبه شده است. آنگاه با استفاده از این اطلاعات و اطلاعات جدول 3 میزان کل هزینه‌های اجتماعی انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای در طول مسیر تاریخی به قیمت ثابت سال 1390 محاسبه گردیده است. در پایان با استفاده از این محاسبات و درصد تغییرات در میزان آلودگی تحت سناریوهای مختلف به محاسبه هزینه اجتماعی تولید آلودگی در سناریوهای مختلف اقدام شده است. شکل شماره 4 هزینه اجتماعی آلودگی را در طول مسیر تاریخی و تحت سناریوهای مورد بررسی نشان می‌دهد.



شکل 4: هزینه اجتماعی تولید آلودگی تحت سناریوهای مختلف (1390-1404)

منبع: یافته‌های پژوهش

6. جمع‌بندی نتایج و پیشنهادات سیاستی

توسعه و ایجاد رقابت در بخش انرژی های تجدیدپذیر در کوتاه‌مدت را می توان به کمک اشکال مختلف مداخلات و با استفاده از ابزارهای سیاست‌گذاری مختلف دولت بهبود بخشید. هدف از تحقیق حاضر بررسی آثار اقتصادی، رفاهی و زیست‌محیطی سیاست قیمت‌گذاری تعرفه‌ای در اقتصاد ایران، در جهت دستیابی به سهم 10 درصدی انرژی‌های تجدیدپذیر در کل برق تولیدی که در سند چشم‌انداز 1404 در نظر گرفته شده است، می‌باشد. به این منظور، تعاملات اقتصادی، انرژی و زیست محیطی این سیاست با استفاده از یک الگوی تعادل عمومی پویای بازگشتی با رهیافت تلفیقی با توجه به ساختار اقتصادی ایران الگوسازی شده است. از این الگو جهت شبیه‌سازی دو سناریو مختلف پرداخت یارانه یکسان و متفاوت بر اساس نوع تکنولوژی استفاده شده و به بررسی اثرات اقتصادی، رفاهی و زیست محیطی پرداخته شده است.

نتایج حاکی از آن است که در هر دو سناریو، شاهد کاهش در تولید ناخالص داخلی تعادلی بخش‌ها بجز بخش برق هستیم. چرا که خرید تضمینی باعث تخصیص مجدد منابع و انتقال منابع از سایر بخش‌ها به بخش تولید برق بواسطه اقتصادی شدن تکنولوژی‌های تجدید-پذیر در امر تولید برق، منجر خواهد شد. سیاست خرید تضمینی باعث افزایش هزینه‌های دولت و در نتیجه کاهش مازاد بودجه (پس‌انداز بخش دولتی) و بدنبال آن پس‌انداز کل می‌گردد. همچنین مقایسه روند شاخص قیمت و تغییرات آن در طول دوره مورد بررسی بیانگر آن است که اعمال سیاست قیمت‌گذاری تعرفه‌ای اثر قابل توجهی بر سطح عمومی قیمت‌ها نسبت به مسیر تاریخی ندارد.از سوی دیگر نتایج حاکی از افزایش رفاه در نتیجه بکارگیری سیاست خرید تضمینی می‌باشد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که نحوه اعمال سیاست خرید تضمینی تاثیر چندانی بر میزان تغییرات در شاخص رفاه ندارد. اعمال سیاست در هر دو سناریو باعث کاهش آلودگی می‌باشد. اگر چه که با احتساب امکان رشد تولید برق از محل انرژی‌های تجدیدپذیر

بواسطه اتخاذ سیاست خرید تضمینی که از انتشار بالقوه آلودگی ناشی از تولید برق از محل منابع فسیلی نیز در آینده جلوگیری می‌شود، کاهش در آلودگی به مراتب بیشتر خواهد بود..

جمع‌بندی اثرات سیاست‌قیمت‌گذاری تعرفه‌ای، در قالب خرید تضمینی، تحت سناریوهای مختلف بیانگر آن است که دستیابی به هدف کاهش بیشتر در آلودگی و هزینه اجتماعی ناشی از آن، به قیمت کاهش بیشتر در تولید ناخالص تعادلی بخش‌ها حاصل خواهد شد. لذا اظهار نظر قطعی در مورد انتخاب سیاست مناسب، به اهمیت دسترسی به اهدف زیست محیطی برای سیاست‌گذار در مقابل اثرات اقتصادی سیاست بکار گرفته شده دارد. به عبارتی تا چه اندازه سیاست‌گذار حاضر است تبعاتی چون کسری بودجه، کاهش در تولید ناخالص تعادلی و کاهش در رفاه اقتصادی را در مقابل کاهش آلودگی پذیرا باشد. در این میان باید به این نکته توجه شود که با توجه به ساختار بازار برق در ایران، که عمدتا عرضه در آن به صورت انحصاری و دولتی صورت می‌گیرد، امکان استفاده از سیاست قیمت‌گذاری تعرفه‌ای به نسبت بیشتری از سایر سیاست‌ها وجود دارد. اما از آنجا که اتخاذ این نوع از سیاست می‌تواند هزینه‌های زیادی را در قالب خرید تضمینی به اقتصاد تحمیل کند، بنابر این به طور خاص موفقیت یا عدم موفقیت این سیاست می‌تواند به پایداری مکانیزم پوشش هزینه‌های اضافی ناشی از اتخاذ آن وابسته باشد.

با توجه به نتایج بدست آمده پیشنهاد می‌شود که اگر سیاست‌گذار بدنبال ایجاد رشد متوازن در تولید برق از محل انرژی‌های تجدیدپذیر نباشد، اعمال قیمت خرید تضمینی یکسان بار هزینه‌ای کمتری را برای دولت به منظور دستیابی به رشد مشخصی در انرژی‌های تجدیدپذیر به همراه دارد و سیاست خرید تضمینی بر اساس قیمت یکسان یک سیاست هزینه‌ای کاراتر نسبت به سیاست خرید تضمینی بر اساس قیمت متفاوت می‌باشد. اعمال سیاست قیمت‌گذاری تعرفه-ای، به دلیل بالا بودن شدت انرژی در ایران، با احتساب کاهش انتشار آلودگی ناشی از افزایش تولید برق از محل انرژی‌های فسیلی در آینده کارا می‌باشد. لذا به منظور دستیابی به هدف

توسعه پایدار، بکارگیری سیاست‌هایی که به افزایش در کارایی انرژی منجر می‌گردد نیز، امری ضروری است. در شرایط کنونی با توجه به سهم اندک انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد انرژی کشور، دولت بایستی علاوه بر شدت بخشیدن به سیاست‌های حمایتی در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر، اقداماتی در زمینه تشویق سرمایه گذاران خارجی به منظور ایجاد رشد مناسب در استفاده از تکنولوژی‌های نو بکار گیرد.

از آنجا که موانع موجود بر سر راه توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر تنها موانع اقتصادی نمی-باشد، اعمال محرک‌های قیمتی به تنهایی به ایجاد انگیزه لازم در سرمایه‌گذاران جهت ورود به بازار انرژی‌های تجدیدپذیر نمی‌گردد. به عبارت دیگر، عدم توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر تحت تاثیر مشکلات قانونی، اجتماعی و بالاخره عدم ثبات در قوانین وضع شده نیز قرار دارد. لذا بررسی نقاط قوت و ضعف، تهدیدها و فرصت‌های سرمایه‌گذاری در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند در مطالعات بعدی مورد توجه قرار گیرد.

7.منابع

الف) فارسی

آمار سری‌های زمانی، بانک مرکزی جمهوری اسلامی، 1390

آمار کارگاه‌های صنعتی ده نفر و بیشتر، مرکز آمار ایران، 1390

آمار معادن کشور، مرکز آمار ایران، 1390

تراز انرژی سال 1390، معاونت امور برق و انرژی ، *انتشارات وزارت نیرو*، 1392.

ماتریس حسابداری اجتماعی سال 1390، مرکز پژوهش‌های مجلس، مجلس شورای جمهوری اسلامی، 1394.

مجدزاده طباطبایی، شراره، هادیان، ابراهیم و زیبائی، منصور(1394)، تعیین میزان یارانه مناسب جهت توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران با استفاده از یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه با رهیافت تلفیقی، *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، سال 5، شماره 17، صص 167-129.

ضرابی، اصغر؛ اذانی، مهری (1380)، معنی و مفهوم توسعه پایدار در جهان صنعتی و در حال توسعه، *رشد آموزش جغرافیا*، شماره 59 ، صص 17 - 10

ب) انگلیسی

Böhringer Ch. and Rutherford T. F. (2006). Combining Top-Down and Bottom-up in Energy Policy Analysis: A Decomposition Approach, Discussion Paper, No. 06-007.

Dirkse S. and Ferris M. (1995). The PATH Solver: A Non-Monotone Stabilization Scheme for Mixed Complementarity Problems", *Optimization Methods & Software*, Vol.5, pp.123–156.

Dixon P.B.and Rimmer M.T. (2002). Dynamic General Equilibrium Modeling for Forecasting and Policy-A Practical Guide and Documentation of MONASH, *in: R. Blundell, R. Caballero, J.Laffont and T. Persson, eds, Contribution to economic analysis, Vol. 256 (North-Holland, Amesterdam).*

Guillet J. and Midden M. (2009). Financing Renewable Energy: Feed-in Tariffs Compared to Other Regulatory Regimes, *Dexia, Tallahassee, FL, 3February.*

Hofman K. and Jorgenson D. (1976). Economic and Technological Models for Evaluation of Energy Policy. *The Bell Journal of Economics*, Vol.8, No.2, pp.444–446.

Hoppmann J., Huenteler J. and Girod B. (2014). Compulsive Policy-Making-the Evolution of the German Feed-in Tariff System for Solar Photovoltaic Power". *Research Policy*, Vol.43. No.8, pp.1422-1441.

Hogan W. and Weyant, J. P. (1982). Combined Energy Models , *J. R. Moroney, ed., Advances in the Economics of Energy and Ressources, pp.117–150.*

Kancs D'A. and Wohlgemuth N. (2008). Evaluation of Renewable Energy Policies in an Integrated Economic-Energy-Environment Model", *Forest Policy and Economics,* Vol.10, pp. 128-139.

Madlener R. and Stagl S. (2009). Sustainability-Guided Promotion of Renewable Electricity Generation, *Ecological Economics,* Vol.53, pp. 147-167.

Majdzadeh Tabatabaei SH., Hadian E., Marzban H. and Zibaei, M. (2017). Economic, Welfare and Environmental Impact of Feed-in Tariff Policy: A case Study in Iran, *Energy Policy,* Vol.102, pp. 164–169.

Messner S. and Schrattenholzer L. (2000). MESSAGE-MACRO: Linking an Energy Supply Model with a Macroeconomic Module and Solving Iteratively, *Energy-The International Journal,* Vol.25, No.3, pp. 267–282.

Nestar D. V. and Pasurka C. A. (1995). CGE Model of Pollution Abatement Processes for Assessing the Economic Effects of Environmental Policy, *Economic modeling,* Vol.12, No.1, pp. 53-59.

Ragwitz M., Held A., Resch G., Faber T., Haas R., Huber C., Coenraads R., Voogt M., Reece G., Morthorst P.E., Jensen S.G., Konstantinaviciute I. and Heyder B. (2007). Assessment and Optimization of Renewable Energy Support Schemes in the European Electricity Market: Final Report, *Optimization of Renewable Energy Support (OPTRES), Karlsruhe, Germany, Available at: http://ec.europa.eu/energy/renewables/studies/doc/renewables/2007_02_optres. pdfS.*

Robinson Sh. and Lofgren H. (2005), Macro Models and Poverty Analysis: Theoretical Tensions and Empirical Practice", *Development Policy Review,* Vol.23, Issue.3, pp. 267-283.

Rutherford T. (1999). "Applied general equilibrium modeling with MPSGE as a GAMS subsystem: an overview of the modeling framework and syntax", *Computational Economics,* No.14, pp.1-46.

Rutherford, T. F. (1995). Extensions of GAMS for complementarity problems arising in applied economics", *Journal of Economic Dynamics and Control,* No.19, pp. 1299–1324.