فصلنامه اقتصاد دفاع
دانشگاه و پژوهشگاه عالی دفاع ملی و تحقیقات راهبردی- گروه منابع و اقتصاد دفاع
سال اول، شماره اول، پاییز ۱۳۹۵، صص ۱۳۶-۹۱

سهم انرژی‌های نو در سبد انرژی و راهبردهای ارتقاء سهم آن در راستای تحقق اهداف اقتصاد مقاومتی

سید میلاد موسویان حجازی[۱]
حامد شکوری گنجوی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۱/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۲۰

چکیده

از آنجایی که یکی از اصلی‌ترین محورهای مفهوم اقتصاد مقاومتی در بیانات مقام معظم رهبری، کاهش وابستگی اقتصادی کشور به نفت و جلوگیری از سو استفاده‌ی کشورهای غربی از این موضوع جهت ضربه زدن به منافع جمهوری اسلامی است، توسعه‌ی انرژی‌های تجدیدپذیر از مهم‌ترین اقداماتی است که باید در دستور کار سازمان‌های ذی‌ربط قرار گیرد. در همین راستا اجرای سیاست تعرفه‌ی تغذیه به‌عنوان سیاستی حمایتی از سرمایه‌گذاران بخش انرژی‌های نو و نیز پرکاربردترین سیاست حمایتی در سطح جهان، از سال ۱۳۹۴ در ایران عملیاتی شد. در این مقاله، پس از بررسی تطبیقی سهم انرژی‌های نو در سبد انرژی ایران و دیگر کشورها، یک مدل پویایی‌شناسی سیستم با هدف شبیه‌سازی فرایند توسعه‌ی انرژی‌های نو در ایران و بررسی نقاط قوت و ضعف سیاست تعرفه‌ی تغذیه در طول این فرایند، ارائه‌شده است. همچنین در این مدل، اثرات اجتماعی ناشی از مکانیزم‌های مالی سیستم به طرز نوآورانه‌ای در نظر گرفته شده است. با توجه به نتایج حاصل از شبیه‌سازی، به نظر می‌رسد که سیستم تا سال ۱۳۹۹ که هدف‌گذاری ۵۰۰۰ مگاواتی برنامه ششم توسعه نیز در همین سال است، رفتار نسبتاً مطلوبی از خود نشان می‌دهد؛ اما مدتی بعد، مکانیزم‌های دیگری در سیستم غلبه یافته و یک بحران مالی را دامن خواهند زد. سه سیاست تحت سناریوهای مختلف جهت بهبود فرایند توسعه پیشنهاد و در مدل اعمال شد. نتایج نشان داد که سیاست بهینه، تعیین سالانه‌ی عوارض برق تجدیدپذیر مبتنی بر وضعیت مالی سیستم و در دسترس بودن بودجه‌ی توسعه‌ی انرژی‌های نو می‌باشد.

کلید واژه‌ها: اقتصاد مقاومتی، انرژی‌های نو، پویایی‌شناسی سیستم، تعرفه‌ی تغذیه.

---

[۱] دانشگاه تهران، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشکده‌ی مهندسی صنایع و سیستم‌ها، تهران، ایران.
milad_mousavian@ut.ac.ir (مسئول مکاتبات)

[۲] دانشگاه تهران، پردیس دانشکده‌های فنی، دانشکده‌ی مهندسی صنایع و سیستم‌ها، تهران، ایران
hshakouri@ut.ac.ir

۱- مقدمه

یکی از چالشی‌ترین بحث‌هایی که امروزه مطرح است، مسئله‌ی آینده‌ی انرژی جهان می‌باشد. آینده‌ای که با استفاده‌ی روزافزون سوخت‌های فسیلی و کاهش ذخایر آن گره خورده است. از سوی دیگر آسیب‌های جبران‌ناپذیری که استفاده از سوخت‌های فسیلی به محیط‌زیست وارد می‌کند و اثرات جانبی آن (مانند گرم شدن کره زمین در اثر انتشار گازهای گلخانه‌ای، باران‌های اسیدی، گرمایش آب، آلودگی آب و اتمسفر و ...)، کشورهای مختلف جهان اعم از پیشرفته و درحال‌توسعه را با نگرانی‌هایی بزرگ روبه‌رو کرده است. ایران نیز از این قاعده مستثنی نیست. کاهش روزافزون ذخایر فسیلی ملی و مشترک با کشورهای حاشیه‌ی خلیج‌فارس و قرار گرفتن در جایگاه هشتم کشورهای تولیدکننده کربن دی‌اکسید، با انتشار شش‌صد و شانزده میلیون تن کربن دی‌اکسید در سال (اطلس جهانی کربن، ۲۰۱۵، www.globalcarbonatlas.org)، گواه‌هایی بر این مدعاست. برای کشوری غنی از انرژی‌های فسیلی و دارای اقتصادی به‌شدت وابسته به آن مانند ایران، نیاز به توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر جهت مواجه شدن با چالش‌های اساسی مانند امنیت انرژی، کاهش وابستگی اقتصاد به درآمد نفتی و کاهش انتشار کربن مسئله‌ای است که ضرورت آن بیش‌از پیش احساس می‌شود.

انرژی از جمله مباحثی است که همواره ارتباطی تنگاتنگ با اقتصاد داشته است به‌طوری که حتی به‌عنوان نهاده‌های تولید در کنار نیروی کار و مواد اولیه در نظر گرفته می‌شود. اهمیت این موضوع زمانی مشخص می‌شود که در چند سال اخیر، مقام معظم رهبری در پاسخ به تحریم‌های یک جانبه‌ی غرب مفهوم اقتصاد مقاومتی را مطرح کردند. مفهومی که یکی از محورهای اصلی آن به رابطه‌ی نفت (به‌عنوان انرژی فسیلی) و اقتصاد تأکید دارد. پیام اصلی این انگاره این است که وابستگی اقتصادی کشور به نفت کاهش یابد تا اینکه غرب نتواند از این ضعف استفاده کند و به منافع جمهوری اسلامی ایران ضربه بزند. در واقع، اقتصاد مقاومتی یک نظام اقتصادی است که هماهنگ با سیاست‌های کلان سیاسی و امنیتی نظام اسلامی و برای مقاومت در برابر اقدامات تخریبی شکل می‌گیرد تا بتواند در برابر ضربات اقتصادی تحریم‌ها و توطئه‌های گوناگون اقتصادی نظام استکبار مقاومت کرده و توسعه و پیشرفت خود را ادامه دهد و روند رو به رشد همه‌جانبه خود را در ابعاد ملی، منطقه‌ای و جهانی حفظ کند. این اقتصاد همان‌طور که یک اقتصاد خودکفا و خود اتکاست اما این خودکفایی به معنی منزوی بودن نیست. توجه به تولیدات داخلی، استفاده از نیروی کار و سرمایه‌ی

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول/شماره اول/پاییز ۱۳۹۵

داخلی، اتکا بر اقتصاد «دانایی محور»، توجه خاص به تولید کالاهای اساسی و محصولات زیربنایی و کم کردن وابستگی به انرژی‌های فسیلی از مهم‌ترین مؤلفه‌های اقتصاد مقاومتی‌اند. (آجیلی ۹۲، ۹)

در ادامه این مقاله ابتدا به بیان مسئله پرداخته خواهد شد، سپس فایده و هدف پژوهش مورد بررسی قرارگرفته و در ادامه ادبیات و پیشینه‌ی پژوهش ارائه خواهد شد. روش مورد استفاده جهت انجام این تحقیق و یافته‌های حاصل از تحقیق هم در قسمت‌های بعدی آورده شده است. در نهایت نیز نتیجه‌گیری و ذکر برخی شکاف‌های تحقیقاتی جهت انجام پژوهش‌های آتی ارائه شده است.

۲- بیان مسئله

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول/ شماره اول/ پاییز ۱۳۹۵

اگر عمیقاً به محورهای اصلی انگاره‌ی اقتصاد مقاومتی که توسط رهبر معظم انقلاب اسلامی مطرح شده است، نگریسته شود این نکته آشکار می‌شود که فراتر از فواید زیست‌محیطی و اجتماعی انرژی‌های نو، در اقتصادهای وابسته به نفتی همچون ایران، گسترش سهم این انرژی‌ها در سبد انرژی کشور بسیار استراتژیک محسوب می‌شود؛ زیرا بزرگ‌ترین دغدغه‌ی کشورهایی مانند ایران در زمینه‌ی امنیت انرژی، کاهش وابستگی اقتصاد ملی به نفت می‌باشد. این امر دلایل متعددی دارد از جمله آن‌که با توجه به تحریم‌های نفتی و اقتصادی که کشورهای غربی به بهانه‌های مختلف همواره از آن به‌عنوان اهرم‌های تحت فشار قرار دادن اقتصاد ایران و جلوگیری از رشد و بالندگی در حوزه‌های مختلف علمی و اقتصادی استفاده کرده‌اند، هرچه اقتصاد کشور به نفت وابسته‌تر باشد، آسیب‌ها و مشقت‌هایی که از تحریم‌ها به ایران منتقل می‌شود بیشتر خواهد بود. با نگاهی بلندمدت‌تر حتی اگر تحریمی هم در کار نباشد، به‌طور کلی ذخایر سوخت‌های فسیلی تجدید ناپذیر بوده و اگر با همین سرعت استخراج از آن‌ها بهره‌برداری شود، در آینده‌ای نه‌چندان دور تمامی منابع فسیلی کشور به اتمام خواهد رسید. پس روی آوردن به فنّاوری‌های استفاده از انرژی‌های نو و تجدیدپذیر و رشد سرمایه‌گذاری در این حوزه و اقتصادی شدن آن‌ها امری اجتناب‌ناپذیر خواهد بود. در همین راستا، مقام معظم رهبری، مفهومی جدید به نام اقتصاد مقاومتی را مطرح کرده‌اند که مفهومی بسیار گسترده‌تر از مبحث توسعه‌ی پایدار است و مؤلفه‌هایی گوناگونی دارد که یکی از ابعاد آن راهبردهایی در جهت برون رفت از شرایط فشار اقتصادی کنونی از طریق کم کردن وابستگی به نفت می‌باشد که این امر باز هم اهمیت توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر را بیش از پیش نمایان می‌کند. اگرچه اخیراً توافق‌هایی در رابطه با

تحریم‌های غرب علیه ایران صورت گرفته است، اما خطر تحریم و فشارهای اقتصادی توسط غرب به ایران همیشه احساس می‌شود. مبتنی بر این امر، عده‌ای این وضعیت را وضعیت جنگ اقتصادی می‌دانند که اگر به‌درستی مدیریت نشود بسیار مخرب‌تر از جنگ نظامی است. آنچه در این شرایط تعیین‌کننده است، انتخاب راهکاری برای غلبه بر این تحریم‌ها و فشارهاست دیپلماتیک جهت زدودن آثار منفی و کاستن از سختی تحریم‌ها، در داخل کشور نیز باید راهکاری تعیین شود. با توجه به این شرایط ضرورت توجه به راهکار اقتصاد مقاومتی مشخص می‌شود. این نوع اقتصاد معمولاً در رویارویی با اقتصاد وابسته و مصرف کننده یک کشور قرار می‌گیرد که منفعل نیست و در مقابل اهداف اقتصادی سلطه، ایستادگی نموده و سعی در تغییر ساختارهای موجود و بومی‌سازی آن بر اساس جهان‌بینی و اهداف دارد (آجیلی ۹۲، ۹). برای تداوم این نوع اقتصاد، باید هر چه بیشتر به سمت محدود کردن استفاده از منابع نفتی و رهایی از اتکای اقتصاد کشور به این منابع حرکت کرد و توجه داشت که اقتصاد مقاومتی در شرایطی معنا پیدا می‌کند که جنگی وجود داشته باشد و در برابر جنگ اقتصادی و همچنین جنگ نرم دشمن است که لزوم اقتصاد مقاومتی معنا پیدا می‌کند (غفارپور و پورحاتمی ۹۲).

انرژی‌های نو که امروزه با سرعت زیادی در حال گسترش هستند، انواع مختلفی مانند انرژی بادی، زیست توده، خورشیدی، امواج دریا، زمین گرمایی و ... دارند. به‌عنوان مثال در رابطه با انرژی بادی به‌عنوان یکی از توسعه یافته‌ترین انواع این انرژی‌ها بر اساس گزارش سازمان جهانی باد از کل ظرفیت انرژی جهان در راستای تولید برق بادی تا پایان سال ۲۰۱۷ میلادی، حدود ٪۲۵ آن در آسیا خواهد بود (مجمع جهانی انرژی بادی، ۲۰۱۰، www.wwindea.org). ایران نیز امیدوار است دراین بین سهمی قابل‌توجه داشته باشد. در همین راستا در یک دهه‌ی گذشته اقداماتی جهت حمایت از توسعه این انرژی‌ها انجام در ایران صورت پذیرفته که متأسفانه هیچ‌کدام از این اقدامات به نتایج مطلوب منجر نشده است. اگرچه کل ظرفیت نصب و بهره‌برداری از نیروگاه‌های بادی در ایران ۱۵ گیگاوات برآورد شده است (ترازنامه انرژی ۱۳۸۸)، اما با تلاش‌های بسیار و حمایت‌های دولتی تاکنون تنها حدود ۱۱۷ مگاوات ظرفیت نصب‌شده برق بادی در کشور موجود است (گزارش چشم‌انداز انرژی جهان ۲۰۱۵). همین منبع کل ظرفیت نصب‌شده انرژی‌های تجدیدپذیر (به‌جز انرژی برق‌آبی) تا به امروز در ایران را حدود ۱۴۰ مگاوات اعلام کرده است (کمتر از ۰/۵ درصد ظرفیت نیروگاهی کشور). این آمار

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول/شماره اول/پاییز ۱۳۹۵

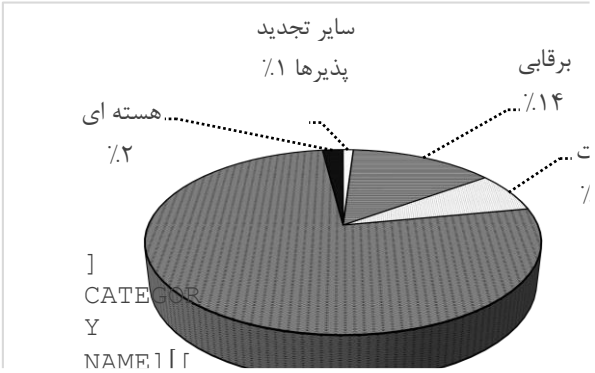
حاکی از عدم توسعه پایدار وجود چالش‌های جدی در مسیر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران است. ضرورت طراحی و تدوین نقشه راه‌ها، برنامه‌ها و سیاست‌ها مبتنی بر اصول مطرح شده در اقتصاد مقاومتی جهت حمایت از توسعه پایدار انرژی‌های نو در ایران، حیاتی به نظر می‌آید. برای درک بهتر وضعیت ایران ازلحاظ توسعه‌ی انرژی‌های نو باید بررسی تطبیقی بین ایران، کشورهای پیشرو در این حوزه و کشورهای درحال‌توسعه‌ای مانند ایران انجام داد. در ادامه سهم هریک از انواع انرژی در تولید الکتریسیته در کشورهای ایران، آلمان، فرانسه، دانمارک، برزیل و ترکیه در قالب نمودارهای دایره‌ای آورده شده است. (آمار آژانس بین‌المللی انرژی‌های تجدیدپذیر ۱ ۲۰۱۶، www.irena.org).

انرژی برق‌آبی اگرچه تجدیدپذیر محسوب می‌شود اما نسبت به سایر انرژی‌های تجدیدپذیری که از لحاظ فناورانه نوپا بوده و امروزه توسعه و گسترششان بسیار بیشتر از انرژی برق‌آبی در دستور کار دولت‌ها قرار دارد، از اولویت کمتری جهت توسعه برخوردار است. خصوصاً که امروزه چالش‌های زیست‌محیطی مطرح شده در رابطه با گونه‌های زیستی اطراف سدهای بزرگ، اکوسیستم محدوده و... اولویت توسعه‌ی این‌گونه از انرژی را کاهش داده است. به‌جز انرژی برق‌آبی که سهم قابل قبول ۱۴٪ تولید الکتریسیته‌ی کشور را به خود اختصاص داده سایر انرژی‌های نو از وضعیت مطلوبی ازلحاظ توسعه یافتگی در ایران برخوردار نیستند. کشورهایی مثل برزیل با ۷۲٪ در این زمینه بسیار جلوتر از ایران هستند. کشور ترکیه نیز به‌عنوان کشوری در حال توسعه و با اقلیم و فرهنگ نسبتاً نزدیک به ایران در قیاس با سایر کشورهای مذکور، دارای سهم ۳۱٪ تولید الکتریسیته از طریق برق‌آبی است. سهم انرژی هسته‌ای در ایران در قیاس با کشورهایی نظیر آلمان و فرانسه بسیار ناچیز است. امروزه رویکرد جهانی، توسعه‌ی انرژی‌های تجدیدپذیری مانند انرژی بادی و خورشیدی و زیست توده را بسیار بیشتر از توسعه‌ی انرژی هسته‌ای دنبال می‌کند به‌طوری که برای مثال کشور ژاپن پس از حادثه‌ی انفجار نیروگاه هسته‌ای فوکوشیما، نیروگاه‌های هسته‌ای خود را تعطیل کرد. با این وجود تلاش ایران برای دستیابی به فناوری هسته‌ای بومی و بدون نیاز به کشورهای غرب در راستای تحقق اهداف اقتصاد مقاومتی ستودنی بوده است.

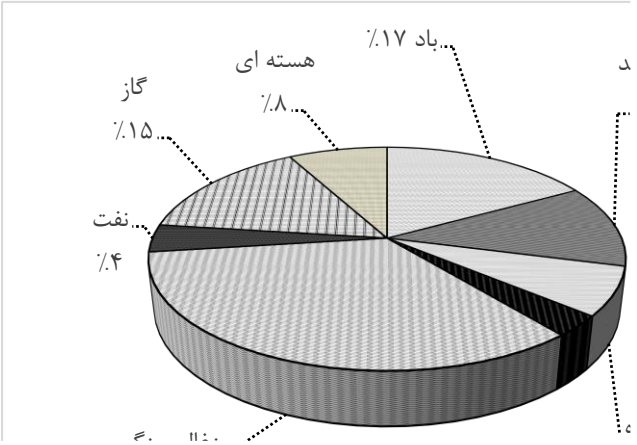
اما مهم‌ترین گونه‌های انرژی نو که امروزه کشورها در سرتاسر جهان در راستای توسعه‌ی پایدار به دنبال جایگزین کردن انرژی‌های فسیلی با این‌گونه‌ها هستند انرژی‌های تجدیدپذیری مانند انرژی خورشیدی، بادی، زیست توده، پیل سوختی، امواج دریاها و ... است. مقایسه‌ی سهم این انرژی‌ها در سبد تولید الکتریسیته‌ی

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول/ شماره اول/ پاییز ۱۳۹۵

ایران با سایر کشورهای مورد بررسی نشان از وضعیت بسیار نامطلوب روند توسعه در ایران است. همان‌طور که مشخص است این انرژی‌ها کمتر از ۱٪ انرژی الکتریسیته‌ی کشور را تولید می‌کنند. درحالی که این عدد برای کشورهای دانمارک ۳۸٪، آلمان ۳۶٪، فرانسه ۷٪، برزیل ۷٪ و ترکیه ۴٪ است.

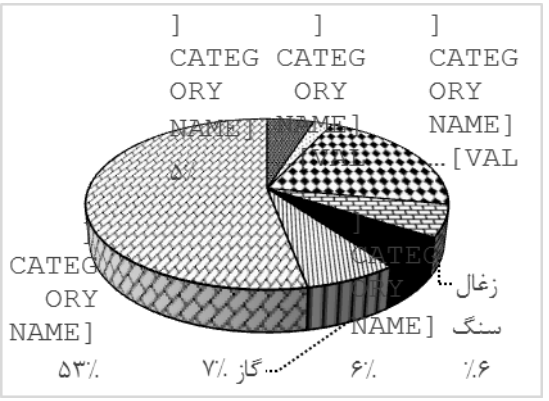


شکل ۱: سهم انواع انرژی در تولید الکتریسیته در ایران



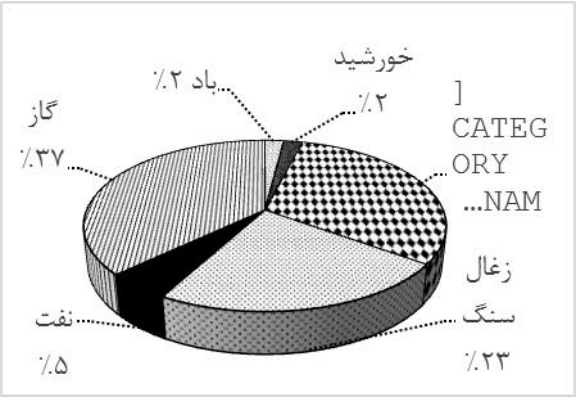
شکل ۲: سهم انواع انرژی در تولید الکتریسیته در آلمان

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول / شماره اول / پاییز ۱۳۹۵

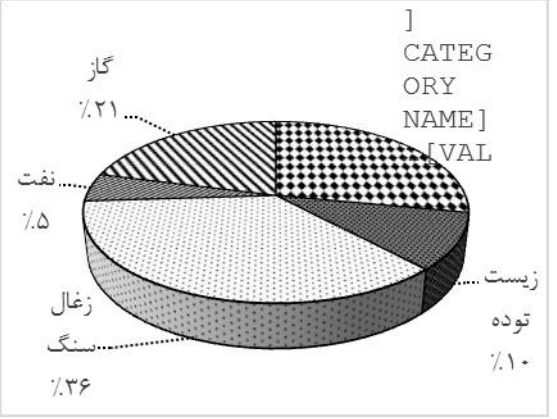


شکل ۳: سهم انواع انرژی در تولید الکتریسیته در فرانسه

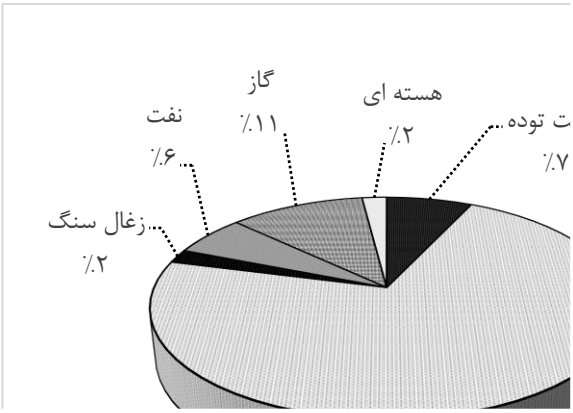
فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول/ شماره اول/ پاییز ۱۳۹۵



شکل ۴: سهم انواع انرژی در تولید الکتریسیته در ترکیه

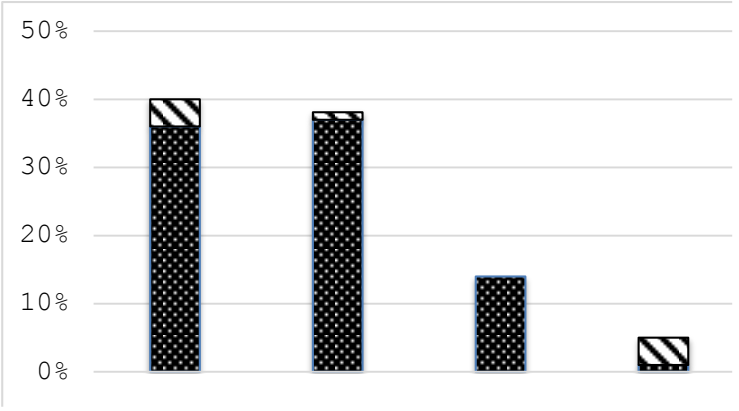


شکل ۵: سهم انواع انرژی در تولید الکتریسیته در دانمارک



شکل ۶: سهم انواع انرژی در تولید الکتریسیته در برزیل

در شکل ۷ سهم انرژی‌های تجدیدپذیر و نیز هدف‌گذاری برخی کشورها تا سال ۲۰۲۰ آورده شده است (گزارش وضعیت جهانی انرژی‌های تجدیدپذیر ۲۰۱۵). سهم ناچیز فعلی ایران از انرژی‌های تجدیدپذیر در این نمودار به‌وضوح مشخص است. نکته‌ی قابل توجه آن‌که میزان سهم هدف‌گذاری شده تا سال ۲۰۲۰ میلادی در کشور ایران حتی از کشورهایی نظیر اسپانیا و آلم آن‌که از پیشگامان این حوزه در دنیا هستند نیز بیشتر است. این هدف‌گذاری جاه‌طلبانه مستلزم طراحی و پیاده‌سازی مکانیزم‌های کارا جهت حمایت از انرژی‌های نو در ایران می‌باشد.



شکل ۷: سهم کنونی و سهم هدف‌گذاری شده‌ی انرژی‌های تجدیدپذیر تا سال ۲۰۲۰ در کشورهای مختلف

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول/شماره اول/پاییز ۱۳۹۵

برای درک بهتری از چگونگی فرایند توسعه و الگویابی از این کشورها و دیگر کشورهای طلایه‌دار توسعه‌ی انرژی‌های نو شناسایی مکانیزم‌ها و سیاست‌های حمایتی توسعه‌ی این انرژی‌ها امری ضروری است.

سازوکارهای حمایتی انواع بسیاری دارند که تا سال ۲۰۱۵ رایج‌ترین آن‌ها در جهان سیاست تعرفه‌ی تغذیه[۲]، مناقصه[۳] و سهم گذاری[۴] بوده است. (گزارش وضعیت جهانی انرژی‌های تجدیدپذیر۵ ۲۰۱۵). تعرفه‌ی تغذیه حداقل قیمت تضمینی هر کیلووات ساعت است که دولت یا متولی شبکه برق به یک تولیدکننده انرژی تجدیدپذیر باید پرداخت کند (سیجم ۲۰۰۲، ۶). بر اساس مطالعات قبلی، تعرفه‌ی تغذیه رایج‌ترین و کاراترین سیاست برای گسترش بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر است. (گادسن و میدتون ۲۰۰۷، ۳۹ و سو ۲۰۱۲، ۱۰۰). این سیاست برای سرمایه‌گذاران در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر در ازای برق تولیدشده، حداقل قیمت تضمینی را فراهم می‌کند که در بازه‌های زمانی چندساله به آن‌ها پرداخت شود؛ بنابراین، سیاست تعرفه‌ی تغذیه عملاً تمایل سرمایه‌گذاران به سرمایه‌گذاری را با فراهم کردن قابلیت اطمینان مالی و کاهش خطر سرمایه‌گذاری افزایش می‌دهد (لسر و سو ۲۰۰۸، ۳۶). اگرچه این سیاست مزایای بسیاری دارد، اما اگر به‌درستی مدیریت نشود ممکن است به بروز برخی از اشکالات منجر شود. قیمت تضمینی خرید باید به‌اندازه کافی بالا باشد تا هزینه سرمایه‌گذاری در یک چارچوب زمانی منطقی برای سرمایه‌گذار بازگردد. (داسونچت و تلارتی ۲۰۱۰، ۳۸) درعین‌حال به حدی کم باشد تا از تحمیل یک فشار بزرگ مالی به دولت جلوگیری شود. (روتر و زیل ۲۰۱۱، ۳۹).

در ایران نیز از ابتدای سال ۱۳۹۰ هم قوانینی برای خرید برق تجدیدپذیر تصویب شد اما عملاً همان‌طور که در قبل به آن اشاره شد، هیچ‌یک به هدف‌های از پیش تعیین‌شده خود منتج نشد؛ تا اینکه در تیرماه سال ۱۳۹۴ با نظارت مستقیم وزیر نیرو و مدیرعامل وقت سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا) بازنگری اساسی در سیاست‌های سازمان و مکانیزم‌های حمایتی صورت پذیرفته و در قوانین مربوط به سیاست تعرفه‌ی تغذیه به مسئولان و سازمان‌های مربوط ابلاغ شد (سازمان انرژی‌های نو ایران ۱۳۹۴، www.suna.org. ir). برخی از مهم‌ترین این تغییرات عبارت‌اند از: ابلاغ قیمت‌های خرید برق تجدیدپذیر با نرخ‌های متفاوت و بسیار قابل‌رقابت با انرژی‌های فسیلی (به تفکیک ظرفیت تولید و نوع انرژی تجدیدپذیر)، تسریع فرایند اداری اخذ مجوز برای احداث نیروگاه‌های تولید برق تجدیدپذیر به مدت کمتر از یک هفته و تغییرات ساختاری و منابع انسانی در سازمان انرژی‌های

نو ایران. همچنین رسیدن به ۵ گیگاوات ظرفیت نصب‌شده تجدیدپذیر تا سال ۱۳۹۹ به‌عنوان هدف‌گذاری توسعه انرژی‌های نو در برنامه ششم توسعه در راستای نیل به اهداف اقتصاد مقاومتی قرار داده شد.

۳- فایده و هدف پژوهش

با توجه به توضیحاتی که داده شد، توسعه‌ی انرژی‌های تجدیدپذیر یکی از مهم‌ترین اقداماتی است که کشور باید در راستای تحقق آرمان‌های اقتصاد مقاومتی انجام دهد. این انرژی‌ها برای توسعه و رقابت با انرژی‌های فسیلی نیاز به حمایت دارند. به تازگی در ایران سیاست حمایتی تعرفه‌ی تغذیه طراحی شده و در حال پیاده‌سازی است. هدف اصلی از این مطالعه ابتدا بررسی تطبیقی سهم انرژی‌های نو در سبد انرژی ایران و جهان و شناسایی و تحلیل فرایند توسعه‌ی انرژی‌های نو به کمک سیاست‌های حمایتی مختلف می‌باشد. سپس توسعه و طراحی یک آزمایشگاه مجازی در قالب مدل نرم‌افزاری است که توسط آن سیاست‌گذاران می‌توانند اثرات سیاست‌های مختلف را بر فرایند توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر دیده و به سمت سیستم‌های مدیریت بودجه کارآمدتر در جهت تولید برق تجدیدپذیر پایدار گام بردارند. با استفاده از این مدل، سیاست‌گذاران می‌تواند تجزیه‌وتحلیل‌هایی برای پیش‌بینی شرایط آینده انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران داشته باشند. همچنین دیدی از قیمت بهینه تضمینی جهت خرید برق تجدیدپذیر در دوره‌های مختلف زمانی به دست آورند.

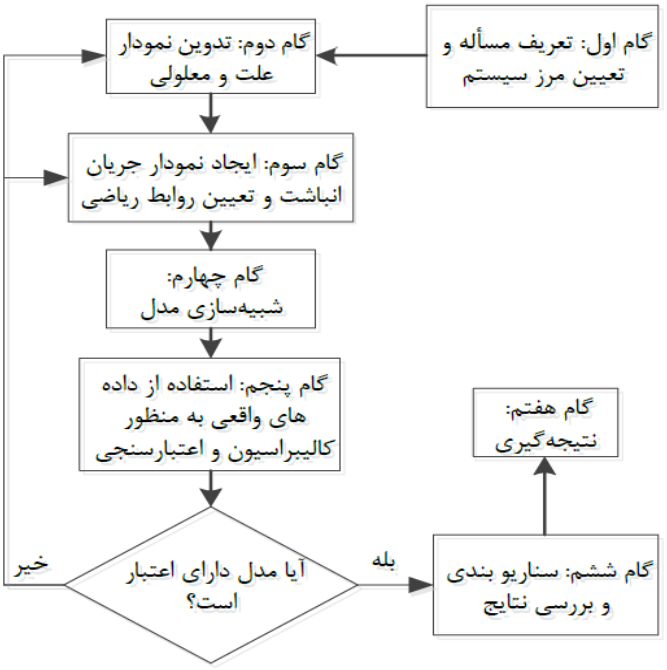
۴- مبانی نظری و ادبیات پژوهش

این پژوهش با رویکرد پویایی‌شناسی سیستم صورت پذیرفته است. گام‌ها و توالی متدلوژی این تحقیق در نمودار ذیل به‌صورت شماتیک ارائه شده است. (استرمن ۲۰۰۰)

۴-۱ تعریف دقیق مسئله و تعیین مرز سیستم مورد بررسی

در این گام ابتدا مسئله موردنظر به‌صورت دقیق تعریف شده و پس از شناخت دقیق ابعاد مختلف مسئله، عوامل درون‌زا و برون‌زای سیستم مشخص شده و ارتباطات درون بخشی و بین بخشی نیز تعریف می‌شود. به بیان دیگر مرز سیستم مشخص می‌شود. پژوهشگر به مطالعه‌ی اجزای درون مرز خواهد پرداخت و اجزای برون‌زا نیز به‌صورت پیش فرض و با مقادیر از پیش تعیین شده به فرایند مدل‌سازی وارد خواهند شد.

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول/شماره اول/پاییز ۱۳۹۵



شکل ۸: فرایند انجام گام‌های پژوهش

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول/ شماره اول/ پاییز ۱۳۹۵

۴-۲ تدوین نمودار حلقه‌های علی:

پس از انجام گام اول، متغیرها و بازخوردهایی که در هر سیستم وجود دارند، استخراج شده و مبتنی بر روابط بازخوردی بین هریک، نمودار حلقه‌های علی سیستم ترسیم می‌شود. در این مرحله ارتباطات علی با علامت مثبت و منفی از یکدیگر تمیز داده می‌شوند و نیز حلقه‌های علی باز فزاینده و تعدیل‌کننده مشخص می‌شوند.

۴-۳ ایجاد نمودار انباشت جریان و تدوین معادلات ریاضی:

مدل انباشت جریان با شناسایی متغیرهای انباره و نرخ و مبتنی بر مدل علی معلولی در این مرحله خلق می‌شود و روابط و معادلات ریاضی بین متغیرها با استفاده از روابط منطقی، داده‌های مرتبط و نظر خبرگان تعیین می‌شود.

۴-۴: شبیه‌سازی مدل:

در این گام مدل ریاضی با استفاده از نرم‌افزار Vensim PLE (شبیه‌ساز مدل‌های اقتصادی – اجتماعی) شبیه‌سازی شده است.

۴-۵ کالیبراسیون و اعتبار سنجی:

پس از استفاده از روش‌های اعتبار سنجی رفتاری و ساختاری که صحت رفتار و ساختار مدل را مشخص می‌کند، ممکن است برخی از پارامترهای مدل مقدار دقیقی نداشته باشد که در فرایند کالیبره سازی مدل با تنظیم مقادیر این پارامترها، نتایج عددی حاصل از مدل با نتایج دنیای واقعی و منطق موجود در ساختار سیستم تطبیق داده شده تا خطای حاصل از شبیه‌سازی کاهش یابد. ضمناً اعتبار رفتاری و ساختاری مدل از طرق مختلف مانند آزمون رفتار حدی، آزمون حساسیت و ... در این مرحله صحت سنجی می‌شود.

۴-۶ تحلیل سناریو و بررسی نتایج

در صورتی که مدل معتبر شناخته شود، می‌توان از آن برای ارزیابی سناریوها و همچنین انتخاب راهکار مناسب از بین راهکارها و سیاست‌های پیشنهادی برای بهبود و ضعیت سیستم بهره جست. در این پژوهش نیز پس از اطمینان از صحت و اعتبار رفتاری – ساختاری مدل ایجاد شده، سیاست‌هایی جهت بهبود رفتار سیستم و جهت دادن سیستم به سمت سیستمی که منجر به توسعه‌ی پایدار انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور می‌شود، ارائه شده است.

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول/ شماره اول/ پاییز ۱۳۹۵

۴-۷ تحلیل نتایج:

در این گام نتایج در حالت پایه و در حالت اعمال سیاست‌های مختلف تحلیل شده و کاربست‌هایی مرتبط با تحقیقات آتی نیز ارائه می‌شود.

۵- پیشینه‌ی پژوهش

به دلیل اهمیت نقش انرژی‌های نو در اقتصاد کلان امروز کشورها در سرتاسر جهان تحقیقات زیادی در زمینه‌ی توسعه‌ی این انرژی‌ها صورت گرفته است. در ایران فقدان پژوهش‌های مرتبط با شبیه‌سازی توسعه‌ی انرژی‌های نو تحت سناریوهای مختلفی که کشور می‌تواند آن‌ها را به کار گیرد احساس می‌شود. در ادامه، خلاصه‌ای از برخی پژوهش‌های پیشین انجام‌شده مرتبط با این پژوهش آورده شده است.

در تحقیقی در سال ۲۰۱۰ با اشاره به اینکه از ۱۸۶ تراوات ساعت برق تولیدشده در ایران تنها ۰،۲ تراوات ساعت توسط انرژی‌های تجدیدپذیر (به‌غیراز برق‌آبی) تولیدشده است و هدف‌گذاری برنامه پنجم توسعه تولید ۵ گیگاوات توسط

این انرژی بوده است، ضرورت وجود سیاست‌های حمایتی بسیار پررنگی را برای نیل به هدف مطرح شده است (حسینی و همکاران ۲۰۱۰). این محققین تمرکز خود را بر گونه بادی از انواع انرژی‌های نو گذاشته‌اند. در نظر نگرفتن هزینه‌های سرمایه‌گذاری ازجمله شکاف‌های تحقیقاتی در این پژوهش بود. در مقاله‌ی دیگری به تحلیل سیاست‌های بلندمدت بودجه انرژی‌های تجدیدپذیر کشور مالزی پرداخته شده است. محققان در این پژوهش یک مدل پویایی‌شناسی سیستم ارائه داده‌اند تا سیاست‌گذاران را در ارزیابی اثرات پیاده‌سازی مکانیزم تعرفه‌ی تغذیه با نرخ‌ها و مدت‌زمان‌های گوناگون و نیز نرخ جریمه‌های گوناگون برای مشترکین پرمصرف یاری رساند (شاه‌محمدی و همکاران ۲۰۱۴). آن‌ها با شبیه‌سازی نشان داده‌اند که بودجه تخصیص داده‌شده برای توسعه انرژی تجدیدپذیر با گذر زمان کاهش تصاعدی خواهد داشت. از نکاتی که در این پژوهش بهتر بود در نظر گرفته شود درون‌زا در نظر گرفتن تقاضای برق و بازخورد گرفتن از قیمت الکتریسیته برای تقاضای آن و دیگری در نظر گرفتن اثرات اجتماعی ناشی از اعتماد سرمایه‌گذاران بر تمایل به سرمایه‌گذاری آن‌ها در پروژه‌های تجدیدپذیر است. همین پژوهشگران در پژوهشی دیگر که آن نیز حول تأثیر سیاست حمایتی تعرفه‌ی تغذیه بر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر صورت پذیرفته است، به محاسبه زمان اقتصادی شدن۶ انواع مختلف انرژی‌های تجدیدپذیر با استفاده از نتایج شبیه‌سازی مدل سیستم دینامیکی توسعه داده‌شده در این پژوهش پرداخته‌اند (شاه‌محمدی و همکاران ۲۰۱۵، ۱۴۶). ده سیاست مختلف پرداخت تعرفه‌ی تغذیه مورد آزمایش قرار گرفتند و نشان‌دهنده این واقعیت بوده‌اند که نرخ تعرفه‌ی تغذیه بالاتر لزوماً توجیه اقتصادی نخواهد داشت. تایوان به‌عنوان کشوری که به‌تازگی در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر قد برافراشته است مورد مطالعه‌ای در همین زمینه در سال ۲۰۱۲ بود. محقق در این مقاله پرداخت یارانه به سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر و همچنین پیاده‌سازی مکانیسم تعرفه‌ی تغذیه را از راه‌های مؤثر رسیدن به اهداف مشخص‌شده در رابطه با کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌داند که دولت تایوان آن‌ها را به کار گرفته است (چیونگ ون۷ ۲۰۱۲، ۱۰۰). در این پژوهش از این سیاست به‌عنوان تیغی دو لبه یادشده که می‌تواند منجر به ناکارآمدی دولت ازلحاظ تأمین بودجه، نارضایتی‌های اجتماعی و بحث‌های چالش‌برانگیز آکادمیک شود. تعدیل نکردن قیمت سالانه تعرفه‌ی تغذیه با برخی شاخص‌های اقتصادی مانند تورم و نیز در نظر نگرفتن هزینه زمین به‌عنوان یکی از هزینه‌های سرمایه‌ای جهت احداث نیروگاه خورشیدی از مواردی است که به نظر می‌رسید در این پژوهش باید

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول/ شماره اول/ پاییز ۱۳۹۵

به آن توجه می‌شد. در پژوهشی دیگر سعی بر شناساندن مکانیزم‌های موجود در سیستم بخش انرژی کشورهای عضو اتحادیه اروپا از طریق توسعه یک مدل سیستم دینامیکی بوده است. محقق به کمک این مدل سیاست‌ها و سناریوهای زیادی رو موردبررسی و نتایج آن‌ها را تحت شرایط قطعیت و عدم قطعیت موردبررسی قرار داده است (اریک پرویت ۲۰۰۷، ۲۵). تمرکز بیش‌ازحد بر قسمت تحلیل سیاست‌ها به‌جای تمرکز بر توضیح ساختار و مکانیزم‌های کارکردی سیستم ازجمله ایرادهایی است که به این پژوهش می‌تواند وارد دانست. ترکیه ازجمله کشورهایی است که قصد بر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر داشته و تاکنون نیز سیاست‌های موفقی در این زمینه پیاده‌سازی کرده است. دراین‌باره پژوهش‌های بسیاری از ابعاد مختلف و با استفاده از ابزار مختلف صورت گرفته است که بررسی آن‌ها برای کشور ما که ازلحاظ جغرافیایی، اقتصادی و فرهنگی شباهت‌های قابل‌توجهی با این کشور دارد خالی از لطف نخواهد بود. در یکی از ده‌ها کار پژوهشی در این زمینه در سال ۲۰۱۲، به بررسی اثر سیاست تعرفه‌ی تغذیه بر توسعه انرژی بادی فراساحلی در ترکیه پرداخته شده است (ارتورک ۲۰۱۲، ۴۵). رویکرد این محقق اقتصادی بوده و تحلیل‌های آن مبتنی بر شاخص ارزش فعلی خالص است. البته برای بهتر شدن نتایج و تطابق هر چه بیشتر واقعیت، با استفاده از فرایند شبیه‌سازی مونت‌کارلو، عدم قطعیت سرعت باد در مناطق موردنظر را در تصمیم‌گیری لحاظ کرده است. اکراین نیز ازجمله کشورهایی است که از سال ۲۰۰۸ اقدام به پیاده‌سازی مکانیزم‌های حمایتی ازجمله تعرفه‌ی تغذیه کرده است. در همین راستا تحقیقی با تمرکز بر معایب سیاست گذاشته‌شده (قیمت‌گذاری، زمان حمایت، نحوه حمایت و ...) و موانع پیش روی آن و ارائه پیشنهادهای اصلاحی برای هرچه بهتر اجراشدن این مکانیزم، انجام در این کشور در سال ۲۰۱۲ انجام شده است. پژوهشگر علاوه بر وجود موانع فنی در مسیر پیشرفت انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور اکراین، از وجود چالشی به‌مراتب بااهمیت‌تر سخن به میان آورده است و آن چالش توان مالی دولت برای اجرای کامل این سیاست در بلندمدت است (تریپولسکا ۲۰۱۲، ۴۵). در این مقاله اگرچه بر مزیت نسبی سیاست‌های حمایتی بر سیاست اجباری تأکید شده است اما مقایسه شفافی بین این دو گونه از سیاست ارائه نشده است.

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول/شماره اول/پاییز ۱۳۹۵

۶- روش پژوهش (ساختار مدل سیستم دینامیکی)

در این بخش ساختار مدل تشریح می‌شود. سازوکارهای بازخوردی بازفزاینده و تعدیل کننده‌ی موجود در مدل به تفکیک توضیح داده شده است. سپس مبتنی بر

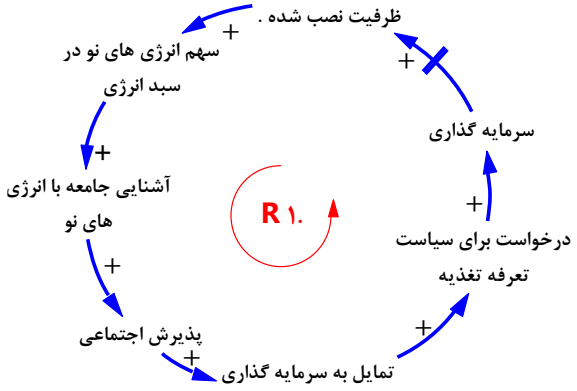
مدل علی پژوهش و معادلات ریاضی تدوین شده، مدل انباشت – جریان تحقیق تدوین و سپس شبیه‌سازی شده است. لازم به ذکر آن است که این مدل برای شبیه‌سازی روند توسعه تمامی انواع انرژی‌های تجدیدپذیر قابل‌استفاده است. تنها کافی است که با پارامترهای مربوط به آن با یک گونه‌ی خاص از انرژی تنظیم شود. نکته دیگر آن‌که پیاده‌سازی این سیاست در ایران با طراحی کنونی سابقه‌ای کمتر از یک سال دارد و عملاً داده‌های تاریخی برای این سیستم جهت اعتبار سنجی بازتولید رفتار گذشته وجود ندارد. ضمن اینکه ظرفیت نصب‌شده انرژی تجدیدپذیر جمعاً حدود ۱۵۰ مگاوات است که در مقایسه با حدود ۷۰۰۰۰ مگاوات توان تولیدی کشور عملاً به صفر میل می‌کند. اگرچه به دلایل فوق انجام اعتبار سنجی رفتاری ممکن نبود، اما اعتبارسنجی ساختاری از طریق مصاحبه با برخی از خبرگان این حوزه و برخی از مدیران اجرایی سازمان انرژی‌های نو ایران که متولی توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر هستند صورت گرفته است. در این مصاحبه‌ها روابط علی، مرز مدل و ارتباطات بین مؤلفه‌های گوناگون عقلایی و منطقی تشخیص داده شد. اعتبار سنجی رفتاری مدل در شرایط غایی[8] نیز انجام شد. به‌عنوان نمونه میزان تقاضای برق صفر در نظر گرفته شد. بدیهی است که در این شرایط ظرفیت نصب‌شده زیادتر نشود و عملاً ساخت نیروگاه‌های جدید متوقف شود. آزمون دیگر در شرایط غایی این بود که هنگامی‌که تمایل به سرمایه‌گذاری صفر در نظر گرفته می‌شود درخواست برای سیاست تعرفه‌ی تغذیه نیز کاهش یابد حتی اگر نرخ بازگشت سرمایه یا پذیرش اجتماعی بسیار بالا باشد. انتظار دیگر این است که وقتی تمایل به سرمایه‌گذاری به صفر کاهش یابد، درخواست برای تعرفه‌ی تغذیه نیز کاهش یابد حتی اگر بازدهی سرمایه نسبی و پذیرش اجتماعی مقدار مثبت داشته باشند. پس از انجام هردو آزمون، نتایج مورد انتظار حاصل شد و بنابراین اعتبار مدل مجدداً تأیید شد.

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول/ شماره اول/ پاییز ۱۳۹۵

۶-۱ پذیرش اجتماعی؛ سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد تولید انرژی کشور

اگر پذیرش اجتماعی درون جامعه نسبت به یک فناوری به‌اندازه کافی افزایش یابد، تمایل به سرمایه‌گذاری در حوزه‌ی آن فناوری افزایش خواهد یافت. تمایل به سرمایه‌گذاری بیشتر باعث درخواست بیشتر برای استفاده از سیاست تعرفه‌ی تغذیه که در صورت تأیید توسط تصمیم‌گیرندگان منجر به سرمایه‌گذاری بیشتر می‌شود؛ بنابراین، وقتی سرمایه‌گذاری افزایش یابد با تأخیری که در ساخت و احداث نیروگاه

وجود دارد، نیروگاه‌های تولید برق تجدیدپذیر بیشتری به ظرفیت تولید برق افزوده می‌شوند و این‌گونه یا سهم انرژی‌های نو در سبد انرژی افزایش می‌یابد. این به معنی آشنایی بیشتر جامعه با انرژی‌های نو است که باعث پذیرش اجتماعی بیشتر، تمایل بیشتری به سرمایه‌گذاری و درخواست بیشتر برای تعرفه‌ی تغذیه می‌شود و مسیر این حلقه (R1) مجدداً طی می‌شود.

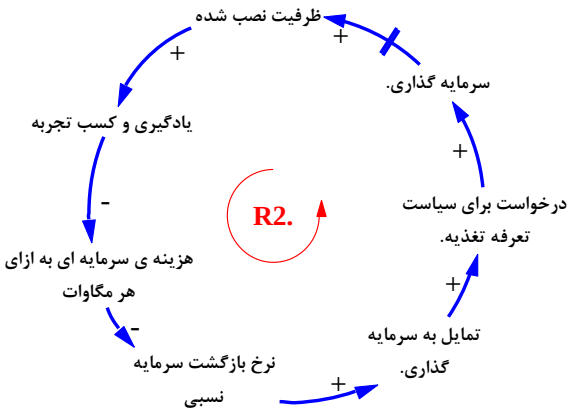


شکل ۹: حلقه‌ی باز فزاینده‌ی پذیرش اجتماعی

۶-۲ یادگیری؛ صرفه‌های ناشی از مقیاس

وقتی ظرفیت نصب‌شده انرژی‌های تجدیدپذیر رشد می‌کند، یادگیری فنی و تجربه بیشتری به دست می‌آید و هزینه سرمایه‌ای پروژه‌های تجدیدپذیر را به‌تدریج طبق منحنی یادگیری محاسبه‌شده برای آن فناوری خاص کاهش می‌دهد؛ بنابراین، کاهش سهم هزینه سرمایه‌ای در بازدهی سرمایه که به معنی نرخ بازگشت سرمایه‌ی بالاتر و تمایل بیشتر به سرمایه‌گذاری در آن نوع از منبع تجدیدپذیر است محقق می‌شود. همچنین درخواست برای تعرفه‌ی تغذیه، سرمایه‌گذاری و ظرفیت نصب‌شده بیشتر باعث می‌شود که فرایند این حلقه (R2) مجدداً طی شود.

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول / شماره اول / پاییز ۱۳۹۵



شکل ۱۰. حلقه‌ی باز فزاینده‌ی یادگیری و کسب تجربه

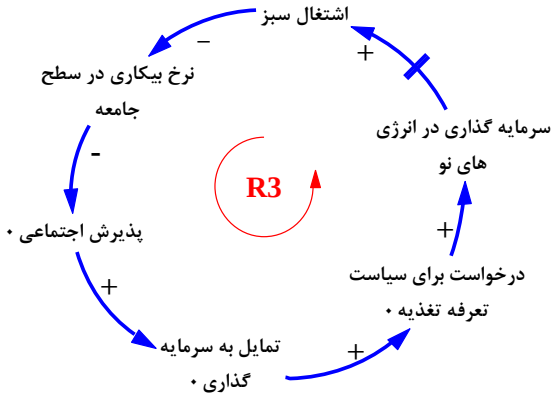
فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول/ شماره اول/ پاییز ۱۳۹۵

۳-۶ توسعه انرژی‌های نو و اقتصاد مقاومتی؛ اشتغال‌زایی سبز

یکی از مهم‌ترین اثراتی که توسعه‌ی انرژی‌های نو بر اقتصاد کلان یک کشور می‌گذارد، افزایش اشتغال است، به‌گونه‌ای که کشورهای پیشرو در این حوزه مانند آلمان از آن به‌عنوان موتور اشتغال کشور در دهه‌ی اخیر یاد می‌کنند. (فروندل و همکاران ۲۰۱۰، ۳۸).

به شغل‌هایی که به واسطه‌ی انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر به ایجاد می‌شود اصطلاحاً مشاغل سبز[۹] گفته می‌شود. نکته‌ی مهم آن است که تعداد شغلی که به واسطه‌ی تولید یک واحد الکتریسیته از انرژی‌های نو ایجاد می‌شود بیشتر از تعداد شغلی است که به واسطه‌ی تولید یک واحد الکتریسیته از انرژی‌های فسیلی ایجاد می‌شود (وی و همکاران ۲۰۰۹، ۳۸). از این رو توسعه‌ی این انرژی‌ها در راستای اهداف اقتصاد مقاومتی بسیار استراتژیک محسوب می‌شود زیرا کاهش قابل توجه نرخ بیکاری در میان مدت و بلندمدت را در پی خواهد داشت.

با افزایش سرمایه‌گذاری در بخش انرژی‌های نو مشاغل سبز شروع به افزایش می‌کنند که این امر منجر به کاهش نرخ بیکاری در سطح جامعه شده و می‌تواند افزایش رغبت جامعه را نسبت به توسعه‌ی این انرژی‌ها به همراه داشته باشد. در واقع از این طریق موجب افزایش پذیرش اجتماعی می‌شود؛ و افزایش پذیرش اجتماعی طبق سازوکاری که قبلاً توضیح داده شد مجدداً منجر به افزایش سرمایه‌گذاری در این حوزه می‌شود. (حلقه‌ی R۳).

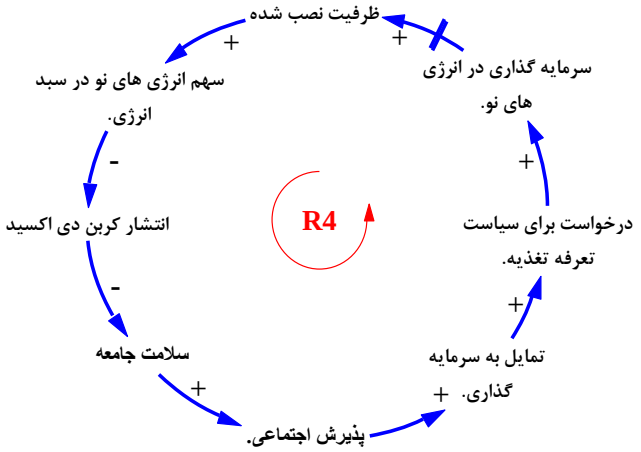


شکل ۱۱. حلقه‌ی باز فزاینده‌ی اشتغال‌زایی سبز

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول / شماره اول / پاییز ۱۳۹۵

۴-۶ توسعه انرژی‌های نو و اقتصاد مقاومتی؛ کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی

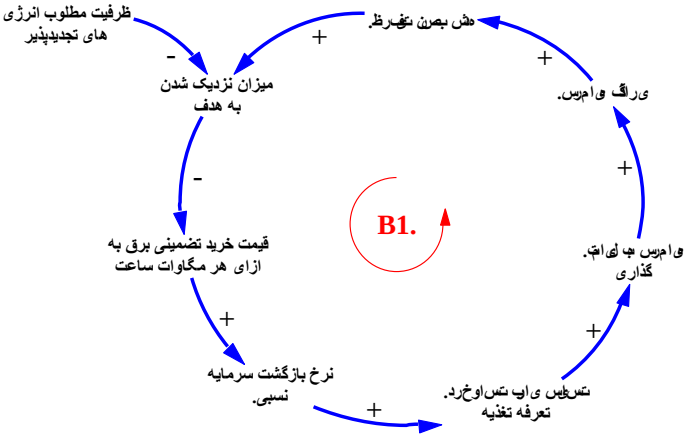
شاید بتوان گفت مهم‌ترین اثر توسعه‌ی انرژی‌های نو، کاهش آلاینده‌های ناشی از سوخت‌های فسیلی، مخصوصاً گازهای گلخانه‌ای مانند کربن دی‌اکسید می‌باشد (شکرچیان و همکاران ۲۰۱۱، ۱۵). کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای اثرات مثبت متفاوتی می‌تواند داشته باشد. ایران به واسطه‌ی قرار گرفتن در جایگاه هشتم تولیدکنندگان سرانه‌ی کربن دی‌اکسید در دنیا نسبت به جامعه‌ی جهانی مسئول است. نمود این مسئولیت، مالیات بر کربنی است که ایران باید به ازای کربن دی‌اکسید فراتر از حد مجازی که تولید می‌کند پرداخت کند. با توسعه‌ی انرژی‌های نو از این هزینه کاسته شده و عملاً به اقتصاد کشور کمک می‌شود. از طرف دیگر کاهش انتشار کربن دی‌اکسید مکانیزم باز فزاینده‌ی دیگری را نیز به راه می‌اندازد. کاهش انتشار این آلاینده‌ها و کاهش بیماری‌های تنفسی ناشی از آلودگی هوا و تأثیر مثبت بر سلامت جامعه، موجب افزایش پذیرش اجتماعی انرژی‌های نو و مجدداً سرمایه‌گذاری فزاینده در این حوزه می‌شود. (حلقه‌ی R4).



شکل ۱۲. حلقه‌ی باز فزاینده‌ی کاهش آلاینده‌ی زیست‌محیطی

۶-۵ نزدیک شدن به هدف مطلوب از پیش تعیین شده

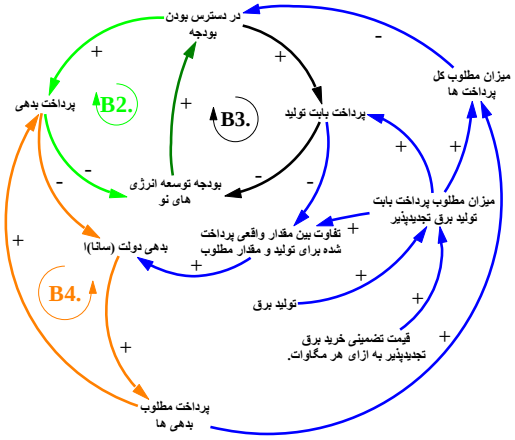
این حلقه تعادلی (B1) نشان می‌دهد که وقتی ظرفیت نصب‌شده رشد می‌کند، فاصله از میزان هدف‌گذاری شده برای ظرفیت انرژی‌های تجدیدپذیر کاهش می‌یابد. با کم شدن فاصله از هدف، سیاست‌گذاران شروع به کاهش قیمت تضمینی خرید برق می‌کنند که این به معنی تمایل به سرمایه‌گذاری کمتر است و از طریق مکانیزم‌هایی که در قبل توضیح داده شد، سرعت رشد ظرفیت نصب شده کاهش می‌یابد.



شکل ۱۳: حلقه‌ی تعدیل کننده نزدیک شدن به هدف مطلوب

۶-۶ مکانیزم‌های مالی سیاست حمایتی توسعه انرژی‌های نو

کل الکتریسیته تجدیدپذیر تولیدشده ضربدر قیمت تضمینی که دولت مکلف به پرداخت آن شده است، مفهومی به نام پرداختی مطلوب دولت بابت تولید الکتریسیته در همان سال را تشکیل می‌دهد. اگر تحت شرایطی دولت نتواند تمامی مبلغ موردنظر را پرداخت کند، بدهی برای دولت ایجاد می‌شود. مبتنی بر همین استدلال امکان دارد از سالیان گذشته نیز مقادیری از تعهدات دولت پرداخت نشده باشد و مقداری بدهی انباشت شده باشد. متغیر بدهی پرداختنی مطلوب نمایانگر همین مفهوم است. نهایتاً تجمیع «پرداخت مطلوب بابت تولید» امسال و «بدهی مطلوب پرداختنی»، متغیر کل پرداختنی‌های مطلوب دولت را تشکیل می‌دهد. حال هر مقدار از پرداختی بابت تولید الکتریسیته در امسال پرداخت شود از بودجه کسر شده و میزانی از پولی که بابت تولید الکتریسیته امسال باید پرداخت می‌شده اما محقق نشده است به بدهی‌هایی که از سال‌های گذشته انباشت شده است، اضافه می‌شود. مفهومی به نام در دسترس بودن بودجه نیز تعریف‌شده است که از نسبت بین کل بودجه به کل پرداختی‌های مطلوب دولت در هرسال به دست می‌آید. به کمک این متغیر، وضعیت توان مالی شناسایی شده و جهت سیاست‌گذاری‌ها مرتبط در این حوزه از آن بازخورد گرفته می‌شود. مبتنی بر در دسترس بودن بودجه، هر سال مقداری از بودجه به پرداخت بابت تولید اختصاص یافته و مقداری دیگر نیز برای پرداخت بدهی‌های قبلی در نظر گرفته می‌شود (B2 و B3). بدیهی است که هرچقدر مقدار پرداخت بدهی بیشتر باشد، از بدهی دولت کاسته می‌شود و این به معنی بدهی مطلوب کمتر و در نتیجه پرداخت بدهی کمتر خواهد بود. (B4)

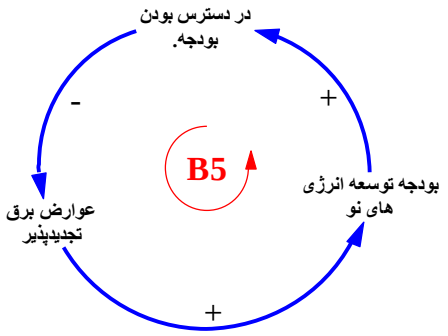


شکل ۱۴. مکانیزم‌های تعدیل کننده‌ی مالی

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول / شماره اول / پاییز ۱۳۹۵

۶-۹ متوازن کردن عوارض برق تجدیدپذیر

هنگامی‌که کمبود بودجه توسط دولت درک شود، شاید تصمیم بگیرد که فشار ناشی از کمبود بودجه را به مردم منتقل کند و عوارض برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر را -باهدف جبران کمبود بودجه- افزایش می‌دهد؛ بنابراین در بودجه‌ی در دسترس دوباره تنظیم می‌شود. (B5)؛ اما همان‌طور که قبلاً ذکر شد، به نظر می‌رسد در شرایط فعلی سیاست‌گذاران از این سیاست استفاده نمی‌کنند، چراکه هیچ درک عمیقی از این مکانیزم در نظر سیاست‌گذاران فعلی در مصاحبه‌ها احساس نمی‌شد. عملاً این مکانیزم در مدل‌سازی سیستم به‌عنوان ساز و کاری موجود اما غیر فعال در نظر گرفته شده است.



شکل ۱۵. حلقه‌ی تعدیل کننده متوازن کردن عوارض برق تجدیدپذیر

۶-۱۰ اثرات اجتماعی در یک سیستم انرژی

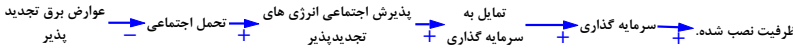
سیستم‌های انرژی سیستم‌های یک‌بعدی ازلحاظ فنی نیستند، آن‌ها سیستم‌های اجتماعی-اقتصادی هستند و نقش مردم در آن‌ها با تعاملات گوناگون به‌ویژه در قسمت اقتصادی فراوان است. پس وجود یک دید سیستمی واقعی برای درک پویایی‌های این سیستم ضروری است؛ بنابراین، هنگامی‌که موضوع یک تصمیم و سیاست اقتصادی است، اول‌ازهمه اینکه چه مکانیزم‌های اجتماعی را تحریک می‌کند باید در نظر گرفته شود. چراکه همان مکانیسم‌های اجتماعی مجدداً طی فرایند بازخوردی بر مکانیزم‌های اساسی اقتصادی تأثیر خواهند گذاشت. متأسفانه وجود دیدگاهی سیستمی در رویکرد تصمیم‌گیرندگان این حوزه کمتر احساس می‌شود.

در این مقاله، برخی از اثرات اجتماعی در نظر گرفته‌شده است که حتی در بخش مرور ادبیات به‌ندرت ذکرشده‌اند. این اثرات شامل اثر تأخیر پرداخت بدهی بر

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول/ شماره اول/ پاییز ۱۳۹۵

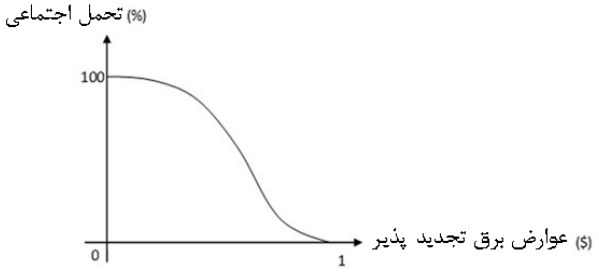
اعتماد سرمایه‌گذار و نیز فعالیت‌های نگهداری تعمیرات توسط مالکان نیروگاه‌های تجدیدپذیر است. همچنین اثر قیمت‌گذاری مالیاتی بر تحمل اجتماعی و پذیرش اجتماعی هم در نظر گرفته‌شده است. این مکانیزم‌ها در ادامه توضیح داده خواهد شد.

۶-۱۰-۱ رابطه عوارض برق تجدیدپذیر با میزان پذیرش اجتماعی



شکل ۱۶. رابطه عوارض برق تجدیدپذیر و تحمل اجتماعی

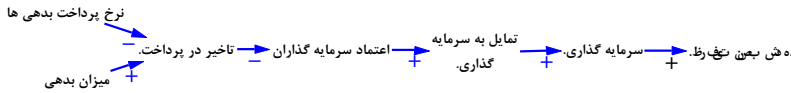
هنگامی‌که دولت عوارض برق تجدیدپذیر را بالا ببرد، به‌تدریج تحمل جامعه نسبت به پرداخت این عوارض کاهش می‌یابد. به‌بیان‌دیگر دولت نمی‌تواند هر میزانی که بخواهد این عوارض را بالا ببرد زیرا در جامعه آستانه‌ی تحملی برای این موضوع وجود دارد. کاهش تحمل اجتماعی به معنای کاهش پذیرش انرژی‌های تجدیدپذیر در جامعه خواهد بود. سرمایه‌گذاران نیز از افراد همین جامعه هستند و کاهش پذیرش اجتماعی به معنای کاهش تمایل به سرمایه‌گذاری و نیز کاهش سرمایه‌گذاری محقق شده است. بدین ترتیب نرخ ساخت ظرفیت جدید نیروگاهی انرژی‌های تجدیدپذیر کاهش می‌یابد. در شکل ۱۷ رابطه میان تحمل اجتماعی و عوارض برق تجدیدپذیر نشان داده‌شده است. این نمودار بیان می‌کند که وقتی عوارضی که مشترکین شبکه برق کشور روی قبض برق خود مشاهده می‌کنند که ملزم به پرداخت آن نیز هستند به حدود ۱ دلار (حدوداً ۳۵۰۰۰ ریال) برسد تحمل اجتماعی به پایین‌ترین میزان خود می‌رسد. هم‌اکنون نیز که این عوارض حدود ۰٫۰۰۸ یک دلار است، تحمل اجتماعی تقریباً ۱۰۰ درصد است و جامعه واکنشی به این مقدار کم عوارض از خود نشان نمی‌دهد.



شکل ۱۷. رابطه عوارض برق تجدیدپذیر و میزان تحمل اجتماعی

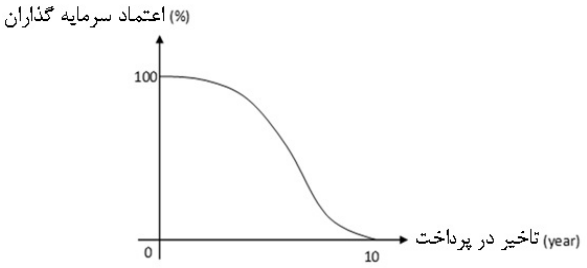
فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول / شماره اول / پاییز ۱۳۹۵

۶-۱۰-۲ رابطه بین تأخیر در پرداخت و اعتماد سرمایه‌گذاران



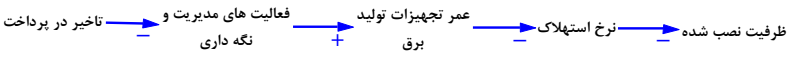
شکل ۱۸. مکانیزم اثرگذاری تأخیر در پرداخت به تولیدکنندگان برق تجدیدپذیر بر روند توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر

تولیدکنندگان برق تجدیدپذیر میزان توانایی مالی دولت برای حمایت از پیاده‌سازی سیاست تعرفه‌ی تغذیه و پرداخت برای برق تجدیدپذیری که تولیدشده است را از طریق تأخیری که در پرداخت صورت می‌پذیرد درک می‌کنند. بدیهی است هرچه این تأخیر بیشتر باشد تولیدکنندگان ناراضی‌تر خواهند بود و مشابه مکانیسم انتقال دهان‌به‌دهان[۱۰] میزان توانایی مالی دولت درک شده توسط تولیدکنندگان به جامعه و سرمایه‌گذارانی که تازه قصد سرمایه‌گذاری دارند رسیده و بر اعتماد سرمایه‌گذاران اثر می‌گذارد. پس اگر تأخیر در پرداخت زیاد شود، اعتماد سرمایه‌گذاران و به‌تبع آن میزان سرمایه‌گذاری و تمایل به آن کم شده و نرخ ساخت ظرفیت جدید نیروگاهی تجدیدپذیر را کاهش می‌دهد. بدیهی است تأخیر در پرداخت حاصل تقسیم میزان کل بدهی بر نرخ پرداخت آن است. پس هرچه میزان کل بدهی بیشتر شود تأخیر در پرداخت نیز بیشتر می‌شود و هرچه نرخ پرداخت بدهی بیشتر شود (پرداخت بدهی‌ها تسریع شود) تأخیر در پرداخت کم خواهد شد. رابطه بین اعتماد سرمایه‌گذاران و میزان تأخیر در پرداخت در شکل ۸ نشان داده‌شده است. این شکل بیان می‌کند که باکمی تأخیر در پرداخت (حدوداً تا یک سال) تقریباً اعتماد سرمایه‌گذاران دستخوش تغییر نمی‌شود اما با تأخیر بیشتر به‌مرور، اعتماد سرمایه‌گذاران جدیدی که از تولیدکنندگان فعلی برق تجدیدپذیر راجع به عدم توانایی دولت در پرداخت بدهی‌های عقب‌افتاده‌اش شنیده‌اند کم‌تر می‌شود تا آنجا که در شرایط غایی اگر این تأخیر به ۱۰ سال و بیشتر برسد دیگر سرمایه‌گذاران جدید هیچ اعتمادی به دولت در انجام تعهدات خود در پروژه‌های تجدیدپذیر ندارند. به‌بیان‌دیگر در شرایطی که تأخیر در پرداخت به ۱۰ سال یا بیشتر برسد که خود نشانه‌ای از روبه‌رو شدن دولت با یک بحران مالی است، دیگر هیچ سرمایه‌گذاری جدیدی در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر اتفاق نخواهد افتاد.



شکل ۱۹. رابطه بین تأخیر در پرداخت بدهی‌ها و اعتماد سرمایه‌گذاران

۶-۱۰-۳ تأثیر تأخیر در پرداخت بدهی‌ها بر میزان فعالیت‌های مدیریت و نگه‌داری

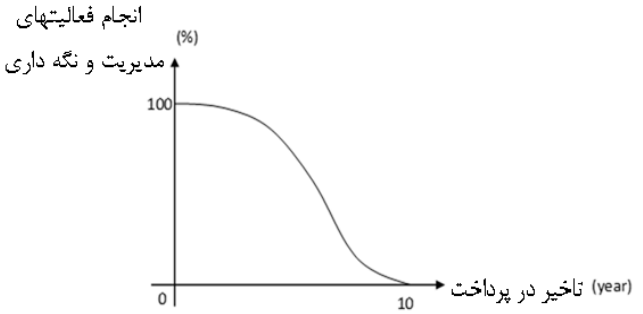


شکل ۲۰: مکانیسم اثرگذاری تأخیر در پرداخت بر ظرفیت نصب‌شده انرژی‌های تجدیدپذیر

تأخیر در پرداخت علاوه بر تأثیری که بر روند سرمایه‌گذاری‌هایی جدید آر طریق مکانیزمی که توضیح داده شد، می‌گذارد، بر تولیدکنندگان برق تجدیدپذیری که درواقع سرمایه‌گذاران پیشین بوده‌اند نیز بی‌تأثیر نیست. هنگامی‌که بدهی‌های این تولیدکنندگان با تأخیر پرداخت شود، این افراد به‌تدریج جهت مدیریت کردن هزینه‌های خود دست به کاهش فعالیت‌های مدیریت و نگه‌داری می‌زنند. رابطه بین تأخیر در پرداخت و میزان انجام فعالیت‌های مدیریت و نگه‌داری همانند شکل ۲۱ در فرایند مدل‌سازی تعریف‌شده است. همان‌طور که در این نمودار مشخص است این رفتار در ابتدا کمی حالت چسبندگی دارد و به‌محض ایجاد تأخیر در بدهی تولیدکنندگان از فعالیت‌های مدیریت و نگه‌داری خود نمی‌کاهند؛ زیرا هم تأخیر در درک عدم توانایی مالی دولت توسط تولیدکنندگان وجود دارد و هم اینکه این افراد به میزان کمی تأخیر در پرداخت حساس نبوده و همچنان به فعالیت‌های خود به‌صورت کامل ادامه می‌دهند؛ اما با زیادشدن مدت‌زمانی که طول می‌کشد که بدهی‌ها پرداخت شود (افزایش زمان تأخیر در پرداخت)، تولیدکنندگان شروع به کاستن میزان فعالیت‌های نگه‌داری و مدیریت می‌کنند تا حدی که در شرایط غایی (برای مثال وقتی بدهی‌ها تا ۱۰ سال پرداخت نشود) میزان این فعالیت‌ها را به صفر رسانده یا به‌بیان‌دیگر نیروگاه را رها می‌کنند. ازآنجایی‌که عملیات مدیریت و نگه‌داری رابطه تنگاتنگی با دوره عمر تجهیزات دارد، باکم شدن میزان نگه‌داری و

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول / شماره اول / پاییز ۱۳۹۵

دیگر فعالیت‌های عملیاتی، طول عمر تجهیزات نیروگاهی کاهش‌یافته و زودتر مستهلک می‌شوند. این امر به معنای استهلاک سریع‌تر ظرفیت تجدیدپذیر نصب‌شده در سطح کشور است.



شکل ۲۱: رابطه بین تأخیر در پرداخت و درصد انجام فعالیت‌های مدیریت و نگه‌داری

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول/ شماره اول/ پاییز ۱۳۹۵

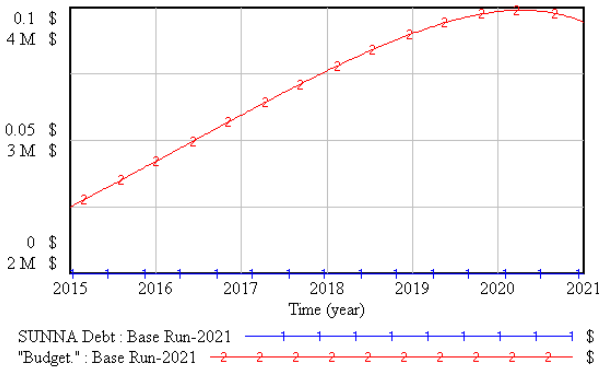
۷-یافته‌های پژوهش

در این قسمت، مدل شبیه‌سازی‌شده و نتایج آن به تفکیک متغیرهای مختلف مورد تجزیه‌وتحلیل قرارگرفته است.

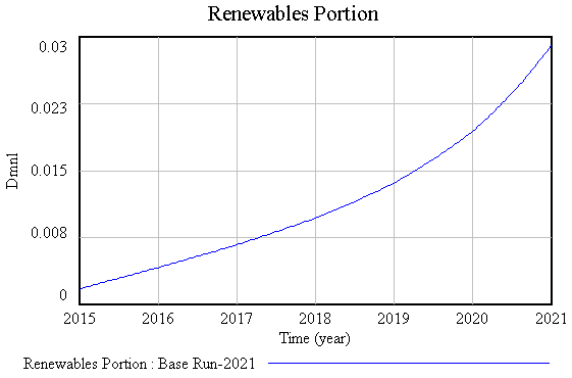
۷-۱ آینده انرژی‌های تجدیدپذیر تا سال ۲۰۲۱ (۱۳۹۹ شمسی، سال هدف‌گذاری شده)

ازآنجایی‌که هدف‌گذاری کوتاه‌مدت دولت، رسیدن به ۵۰۰۰ مگاوات در سال ۲۰۲۱ است، ابتدا نتایج متغیرهای کلیدی سیستم تا سال ۲۰۲۱ بررسی می‌شود.

متغیرهای مهم مالی نشان از وضعیت بدی نمی‌دهند. بودجه تقریباً در حال افزایش است. البته در سال آخر کمی افت می‌کند که این می‌تواند نشانه‌ای از شروع تغییر وضعیت سیستم باشد؛ اما بدهکاری سانا صفر است و سازمان ازلحاظ مالی با مشکلی مواجه نیست. سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید الکتریسیته تا سال ۲۰۲۱ به حدود ۳٪ خواهد رسید. اگرچه با هدف تعیین‌شده که حدود ۵٪ است، فاصله دارد اما روند نمایی مطلوبی داشته و به نظر می‌رسد در آینده‌ای نزدیک به هدف برسد.



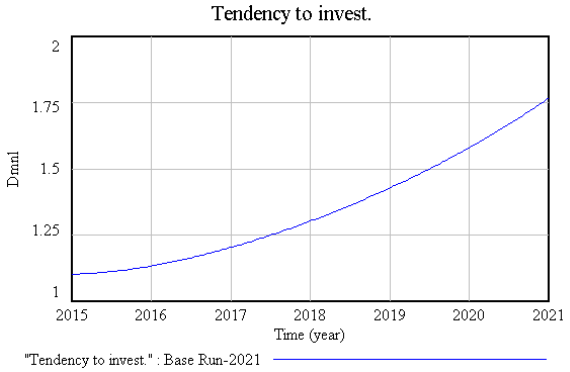
شکل ۲۲. نتیجه شبیه‌سازی بدهی در مقابل بودجه تا سال ۲۰۲۱



شکل ۲۳. نتیجه شبیه‌سازی سهم انرژی‌های نو در سبد انرژی کشور تا سال ۲۰۲۱

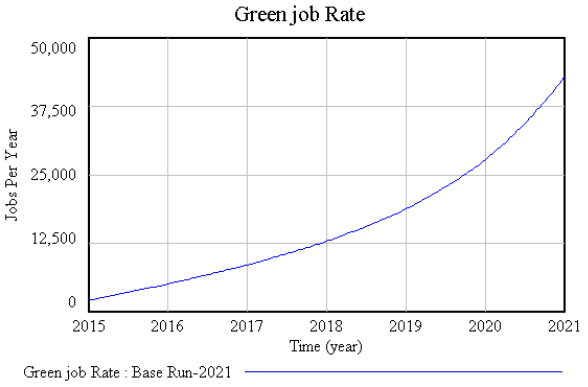
تمایل به سرمایه‌گذاری که محرک اصلی توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر است با روندی نمایی در حال افزایش است و در این بازه زمانی حدوداً ۱۰۵ برابر شده است. بدین معنی که در سال ۲۰۲۱ میزان درخواست‌ها برای سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر ۱۰۵ برابر می‌شود که این نیز بسیار مطلوب است. نرخ ایجاد اشتغال سبز نیز مانند دیگر متغیرهای کلیدی سیستم روندی نمایی را دنبال می‌کند. به‌طوری که در سال ۱۳۹۹ شمسی حدود ۴۰۰۰۰ شغل به واسطه‌ی توسعه‌ی انرژی‌های نو ایجاد خواهد شد.

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول / شماره اول / پاییز ۱۳۹۵



شکل ۲۴. نتیجه شبیه‌سازی تمایل به سرمایه‌گذاری تا سال ۲۰۲۱

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول/ شماره اول/ پاییز ۱۳۹۵



شکل ۲۵. نتیجه شبیه‌سازی نرخ ایجاد اشتغال سبز تا سال ۲۰۲۱

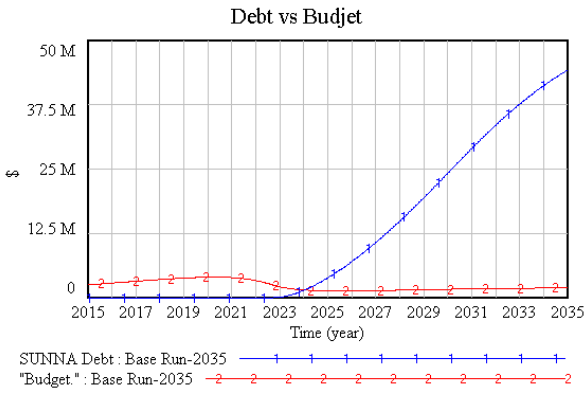
۷-۲ گسترش افق زمانی تا سال ۲۰۳۵ (۱۴۱۳ شمسی)

همان‌طور که دیده شد شرایط سیستم تا سال ۲۰۲۱ (۱۳۹۹ شمسی) مطلوب به نظر می‌رسد؛ اما یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های تفکر سیستمی، تفکر در طول زمان است و پرهیز دیدگاه کوتاه‌مدت و مقطعی است؛ همان‌طور که استرمن اشاره می‌کند، مدل‌سازان سیستم دینامیکی به دنبال توصیف مسئله به‌صورت پویا هستند. بدین معنی که الگوی رفتاری را که نشان می‌دهد مشکل از کجا سرچشمه گرفته و ممکن است چگونه در آینده تکامل یابد کشف کنند (استرمن، ۲۰۰۰). کافی است در افق زمانی گسترده‌تری به مسئله نگاه شود. برای مثال مدل تا سال ۲۰۳۵ (۱۴۱۳ شمسی) شبیه‌سازی شده و نتایج در ادامه آورده شده است.

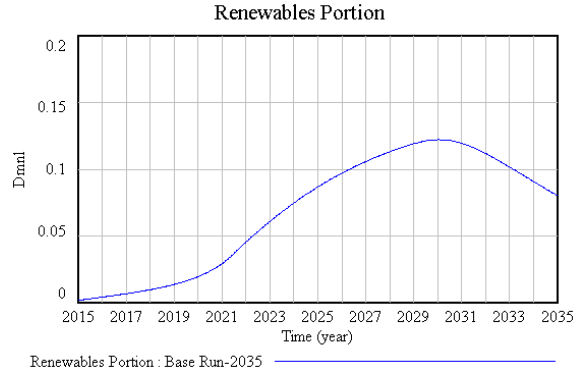
از سال ۲۰۲۴ (۱۴۰۳ شمسی) مشکل آغاز می‌شود. بدهکاری شروع به افزایش کرده و بودجه شروع به کاهش می‌کند. به‌طوری‌که اختلاف آن‌ها در سال ۲۰۳۵

(۱۴۱۴ شمسی) به حدود چهل میلیون دلار می‌رسد و این یعنی سیستم با بحران مالی شدیدی مواجه خواهد شد. سهم انرژی‌های نو در سبد تولید الکتریسیته تنها ۲ سال بعد از سال ۲۰۲۱ به هدف از پیش تعیین‌شده می‌رسد؛ و تا آن سال بازهم روند نمایی افزایشی است و ممکن است تصمیم‌گیرندگان را به اشتباه بی اندازد؛ اما رفتار به‌تدریج تبدیل به نمایی کاهنده می‌شود (از سال ۲۰۲۴ که بحران مالی آغاز می‌شود) و پس از سال ۲۰۳۰ (۱۴۰۹ شمسی) که به حدوداً ۱۲ درصد می‌رسد، به دلیل اینکه نرخ استهلاک نیروگاه‌ها از نرخ ساخت آن به دلایلی که در ادامه آمده است بیشتر می‌شود، ظرفیت نصب شده‌ی انرژی‌های نو کاهش و در نتیجه سهم این انرژی‌ها نیز در سبد تولید الکتریسیته رو به کاهش می‌گذارد.

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول / شماره اول / پاییز ۱۳۹۵



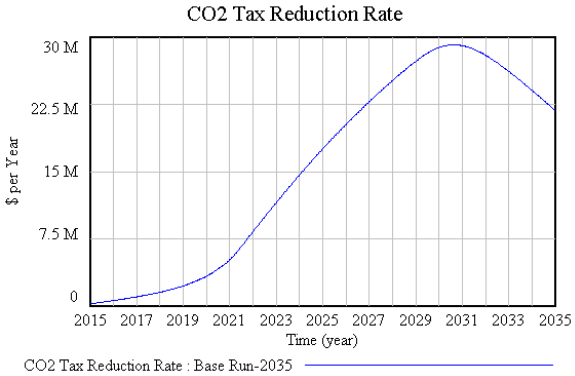
شکل ۲۶. نتیجه شبیه‌سازی بدهی در مقابل بودجه تا سال ۲۰۳۵



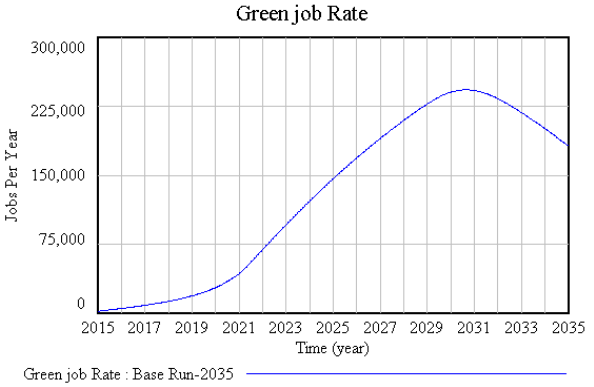
شکل ۲۷. نتیجه شبیه‌سازی سهم انرژی‌های نو تا سال ۲۰۳۵

طبعاً روندی که در سهم انرژی‌های تجدیدپذیر دیده می‌شود در نرخ کاهش انتشار کربن دی‌اکسید، نرخ صرفه‌جویی سالیانه مالیات برکربن و نرخ اشتغال‌زایی سبز نیز دیده خواهد شد. به‌طوری روندی به‌صورت نمایی فزاینده آغاز و با رفتار نمایی کاهنده ادامه می‌یابد و پس از رسیدن به نقطه‌ی اوجی، روند کاهشی در پیش گرفته می‌شود. همان‌طور که مشخص است صرفه‌جویی در هزینه‌ی مالیات بر کربن تا حدود ۳۰ میلیون دلار در سال زیاد می‌شود اما پس از آن این صرفه‌جویی کاهش می‌یابد. از طرفی نرخ اشتغال‌زایی سبز تا حدود ۲۲۶۰۰۰ شغل سالانه زیاد می‌شود و سپس رو به کاهش می‌گذارد. این روندها هیچ یک مطلوب نبوده و روند پایداری را دنبال نمی‌کند.

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول/ شماره اول/ پاییز ۱۳۹۵



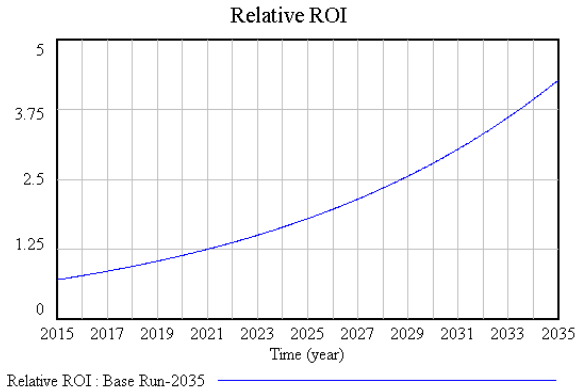
شکل ۲۸. نتیجه شبیه‌سازی کاهش سالانه هزینه‌ی مالیات کربن تا سال ۲۰۳۵



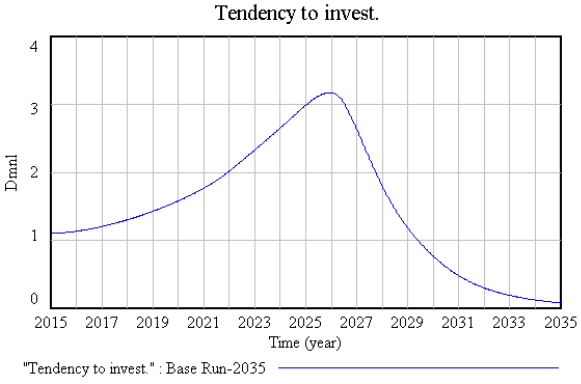
شکل ۲۹. نتیجه شبیه‌سازی نرخ سالانه‌ی اشتغال‌زایی سبز تا سال ۲۰۳۵

نسبت نرخ بازگشت سرمایه پروژه‌های تجدیدپذیر به میانگین نرخ بازگشت سرمایه سایر پروژه‌ها به‌طور قابل‌توجهی در حال افزایش است. این نسبت یکی از محرک‌های اصلی تمایل به سرمایه‌گذاری است که روند بسیار مطلوبی را نشان می‌دهد. نرخ بازگشت سرمایه پروژه‌های تجدیدپذیر به دلیل اینکه تعرفه‌ی تغذیه پرداخت می‌شود و هزینه‌های سرمایه‌ای با فرایند یادگیری پایین می‌آید، در حال افزایش است اما برخلاف انتظار، تمایل به سرمایه‌گذاری شروع به افت شدیدی می‌کند. دلیل این امر ریشه در بحران مالی سیستم دارد که در ادامه تبیین خواهد شد. همان‌طور که مشاهده می‌شود علی‌رغم افزایش نرخ بازگشت سرمایه‌ی نسبی، تمایل به سرمایه‌گذاری از سال ۲۰۲۶ میلادی (۱۴۰۵ شمسی) شروع به کاهش شدیدی می‌کند. با توجه به افزایش نرخ بازگشت سرمایه‌ی نسبی، قاعدتاً دلیل افت

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول / شماره اول / پاییز ۱۳۹۵



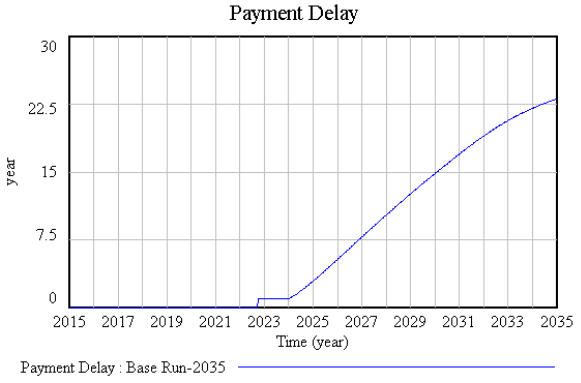
شکل ۳۰. نتیجه شبیه‌سازی نرخ بازگشت سرمایه نسبی تا سال ۲۰۳۵



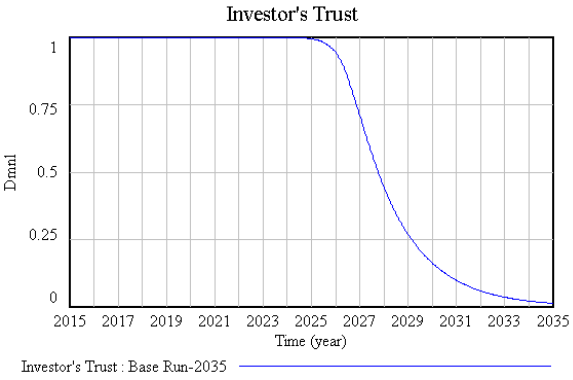
شکل ۳۱. نتیجه شبیه‌سازی تمایل به سرمایه‌گذاری تا سال ۲۰۳۵

تمایل به سرمایه‌گذاری را در عوامل دیگر باید جست‌وجو کرد. عواملی که ریشه در مسائل اجتماعی داشته و در ادامه تجزیه تحلیل‌شده‌اند.

با شروع افزایش بدهی نسبت به بودجه، توانایی مالی دولت برای پرداخت تعرفه‌ی تغذیه کم می‌شود. در عمل، سرمایه‌گذاران جدید و تولیدکنندگان فعلی برق تجدیدپذیر از میزان بدهی و بودجه سازمان خبر ندارند بلکه این افراد پس از مدتی اثر کمبود بودجه و افزایش بدهی را از طریق تأخیر در پرداخت درک می‌کنند. همان‌طور که در نمودار مشاهده می‌شود تا سال ۲۰۳۵ میزان تأخیر در پرداخت به ۲۳ سال می‌رسد این یعنی این‌که تولیدکننده باید ۲۳ سال صبر کند تا پول برقی که تولید کرده است را به‌طور کامل دریافت کند. این موضوع تأثیرات اجتماعی را که در قسمت‌های قبل بیان شد به وجود می‌آورد. همان‌طور که در شکل ۳۳ مشخص است حدود ۱ سال پس از شروع بحران مالی، به دلیل تأخیر در پرداخت، اعتماد سرمایه‌گذاران شروع به کاهش می‌کند به صورتی که در مدت ۱۰ سال از ۱۰۰٪ به حدود صفر٪ می‌رسد. درنتیجه سرمایه‌گذاری جدید که منجر به ساخت ظرفیت جدید شود روند کاهشی به خود می‌گیرد. این نشان می‌دهد که ساختار مدل در شرایط غایی نیز به‌خوبی عمل می‌کند و رفتار آن دارای اعتبار است زیرا اگرچه نرخ بازگشت سرمایه نسبی افزایش‌یافته اما وقتی اعتماد سرمایه‌گذاری صفر شود هرچقدر هم نرخ بازگشت سرمایه نسبی جذاب باشد، تمایل به سرمایه‌گذاری نیز صفر خواهد شد.



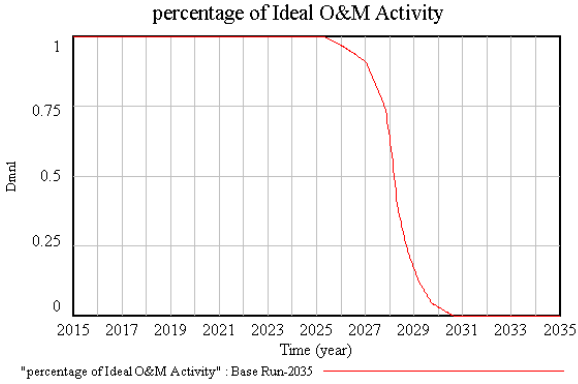
شکل ۳۲. نتیجه شبیه‌سازی تأخیر در پرداخت تا سال ۲۰۳۵



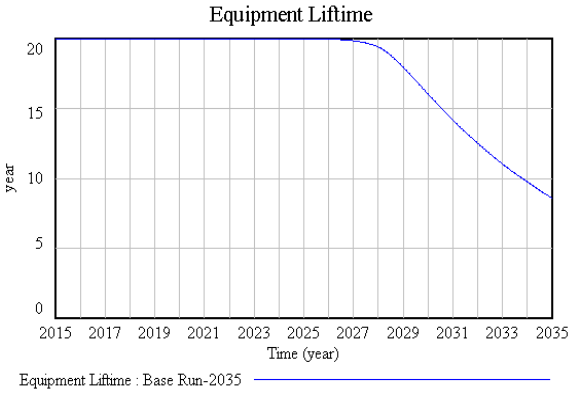
شکل ۳۳. نتیجه شبیه‌سازی اعتماد سرمایه‌گذار تا سال ۲۰۳۵

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول/شماره اول/پاییز ۱۳۹۵

هرچه تأخیر در پرداخت زیاد می‌شود، تولیدکنندگان برق تجدیدپذیر فعالیت‌های مدیریت و نگه‌داری را کاهش می‌دهند تا از هزینه‌هایشان کاسته شود تا جایی که در سال ۲۰۳۱ (۱۴۱۰ شمسی) که تأخیر در پرداخت طلب‌های قبلی‌شان به ۱۵ سال می‌رسد، عملاً نیروگاه را رها کرده و فعالیت‌های مدیریت و نگه‌داری انجام نمی‌دهند. طبعاً هرچه فعالیت مدیریت و نگه‌داری کم‌تر شود استهلاک تجهیزات بالا رفته، عمر تجهیزات پایین می‌آید و بعد از مدتی نرخ استهلاک ظرفیت نصب‌شده از نرخ ساخت بیشتر شده و همان‌طور که در شکل ۲۷ نشان داده شد، موجب افول میزان ظرفیت نصب‌شده و در نتیجه سهم انرژی‌های نو در سبد تولید انرژی کشور می‌شود.



شکل ۳۴. نتیجه شبیه‌سازی سهم انجام فعالیت نگهداری تعمیرات نسبت به حالت ایده آل تا سال ۲۰۳۵



شکل ۳۵. نتیجه شبیه‌سازی طول عمر تجهیزات تا سال ۲۰۳۵

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول/ شماره اول/ پاییز ۱۳۹۵

۷-۳ سیاست‌گذاری

در این قسمت سه سیاست پیشنهاد شده است. سیاست اول با یک نگاه کوتاه‌مدت و غیر سیستمی به مسئله در نظر گرفته‌شده است، درحالی‌که دو سیاست دیگر، مبتنی بر نگاهی بلندمدت جهت توسعه پایدار و با در نظر گرفتن بازخوردهایی در سیستم طراحی و پیشنهاد شده است. مدل با اعمال هر سه سیاست شبیه‌سازی و نتایج با هم مقایسه و تحلیل شده‌اند.

۷-۳-۱ افزایش قیمت تضمینی خرید برق تجدیدپذیر

با توجه به نتایج شبیه‌سازی که تا سال ۲۰۲۱ در حالت مدل پایه ارائه شد، شاید تصمیم گیران به این فکر بیفتند که برای رسیدن به هدف ۵۰۰۰ مگاوات با افزایش مقدار تعرفه‌ی تغذیه سرعت توسعه ظرفیت نصب‌شده را بالا ببرند. میزان افزایش ۰۰۰۳ دلار در نظر گرفته‌شده است.

۷-۳-۲ تعیین نرخ تعرفه‌ی تغذیه مبتنی بر وضعیت مالی سیستم و در دسترس بودن بودجه

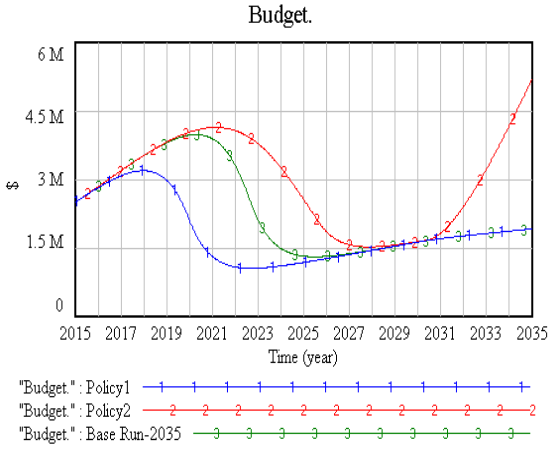
با توجه به شناختی که از سیستم حاصل شد، معلوم شد که ریشه ناپایدار بودن توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ناکارآمدی زیرسیستم مالی است، یک سیاست می‌تواند این باشد که میزان نرخ تعرفه‌ی تغذیه با توجه به میزان بودجه تعیین شود. بدین‌صورت که هرچقدر میزان بودجه در دسترس کمتر شود نرخ تعرفه‌ی تغذیه که برای آن سال اعلام می‌شود کمتر شود و زمانی که دولت ازلحاظ مالی در وضعیت خوبی قرار داشت نرخ تعرفه‌ی تغذیه بالاتری اعلام کند.

۷-۳-۳- تعیین عوارض برق تجدیدپذیر مبتنی بر وضعیت مالی سیستم و در دسترس بودن بودجه

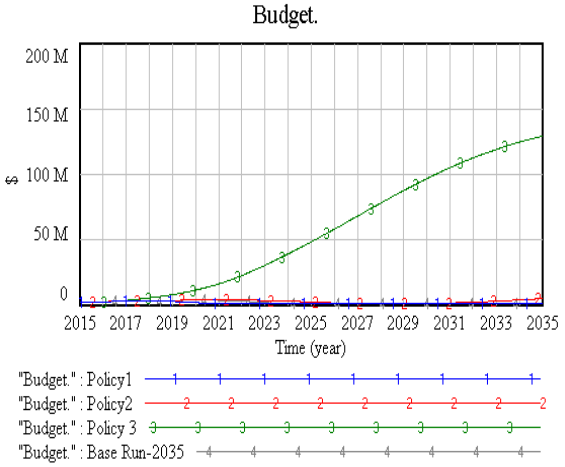
سیاست دیگر گرفتن بازخورد از میزان بودجه برای تعیین عوارضی است که از مشترکین برق مبتنی بر مصرفشان گرفته می‌شود. همان‌طور که در بخش‌های قبلی اشاره شد اگرچه در سازمان انرژی‌های نو ایران صحبت از افزایش مالیات در آینده بود، اما در عمل به دلیل اینکه در شرایط اولیه آغاز به راه‌اندازی مکانیسم تعرفه‌ی تغذیه در سال ۲۰۱۵ بودجه قابل‌توجهی از خارج سیستم به آن تزریق شده بود و به نظر نمی‌رسید که در آینده مشکلی بر سر راه توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر وجود داشته باشد، تنظیم مالیات مبتنی بر وضعیت بودجه بسیار جدی گرفته نشده است.

با اعمال سیاست یک، وضعیت بودجه بدتر از حالت اجرای پایه می‌شود و زودتر افت می‌کند زیرا قیمت تضمینی خرید برق تجدیدپذیر بالاتری تخصیص داده‌شده که زودتر بودجه را تمام می‌کند؛ اما سیاست دو به دلیل اینکه هر بار به که قرار است قیمت تضمینی خرید برق تجدیدپذیر تعیین شود وضعیت بودجه در نظر گرفته می‌شود، مانع از افت شدید بودجه مانند حالت پایه می‌شود و پس از مدتی نیز با شیب قابل‌توجهی موجب زیادشدن بودجه می‌شود؛ زیرا در آن سال‌هایی که در حالت پایه بدهی افزایش می‌یابد و دائماً بودجه پایین نگه‌داشته می‌شود، در حالتی که سیاست دو اعمال می‌شود، بدهی بسیار کمی در قیاس با حالت پایه ایجاد شده و این‌گونه به بودجه فرصت رشد می‌دهد؛ اما میزان افزایش بودجه در حالتی که سیاست سه اعمال می‌شود بسیار بیشتر خواهد بود زیرا در حالت اعمال سیاست دو، تمرکز بر به وجود نیامدن بدهی و پایین نگه‌داشتن نرخ خروجی بودجه است اما در شرایط پیاده‌سازی سیاست سوم علاوه بر تمرکز بر به وجود نیامدن بدهی، با افزایش مالیات، نرخ ورودی بودجه نیز افزایش می‌یابد. این تفاوت در شکل زیر کاملاً مشخص است.

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول/شماره اول/پاییز ۱۳۹۵



شکل ۳۶. نتیجه شبیه‌سازی بودجه تحت شرایط اعمال سیاست‌های یک و دو تا سال ۲۰۳۵



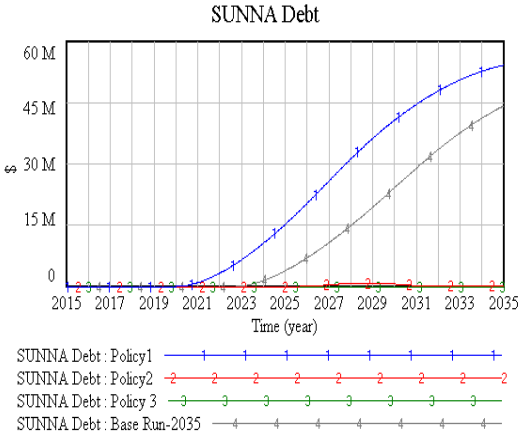
شکل ۳۷. نتیجه شبیه‌سازی بودجه تحت شرایط اعمال سیاست‌های سه‌گانه تا سال ۲۰۳۵

میزان بدهی نیز همان‌طور که انتظار می‌رود در حالت اعمال سیاست یک تا حدود ۵۲ میلیون دلار افزایش می‌یابد؛ که حتی از حالت پایه نیز حدود ۶ میلیون دلار بالاتر است. در حالت اعمال سیاست دو در سال ۲۰۲۹ مقدار اندکی حدود ۱ میلیون دلار بدهی ایجاد می‌شود که در سال بعد توسط بودجه جبران می‌شود. دلیل به وجود آمدن ۱ میلیون دلار بدهی علی‌رغم اینکه نرخ تعرفه‌ی تغذیه با توجه

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول/ شماره اول/ پاییز ۱۳۹۵

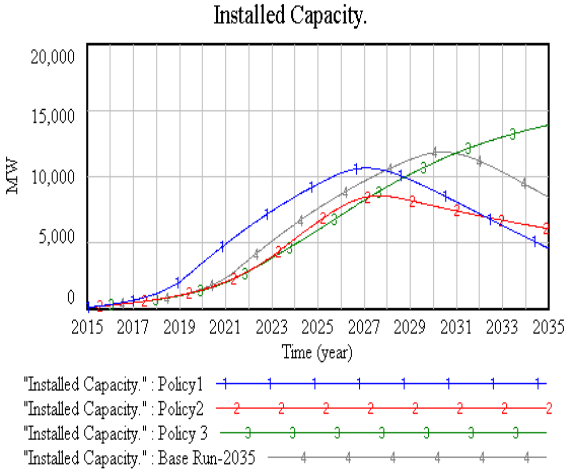
به وضعیت بودجه تعیین می‌شود، تأخیری است که در سیستم وجود دارد: این تأخیر اطلاعاتی از آن لحظه‌ای که کمبود بودجه درک می‌شود و سیگنال داده می‌شود که قیمت تضمینی خرید برق تجدیدپذیر کاهش یابد و سپس برقی که توسط نیروگاه‌های جدیدی که از آن به بعد تولید می‌شود با نرخ جدید قیمت تضمینی خرید برق تجدیدپذیر خریداری شود، آغاز می‌شود. در حالتی هم که سیاست سوم اعمال می‌شود هیچ‌گونه بدهی ایجاد نخواهد شد. در نمودار ظرفیت نصب‌شده که نشان‌دهنده فرایند توسعه است، تفاوت اعمال هریک از سیاست‌ها به‌خوبی مشخص شده است.

با اعمال سیاست یک تا سال ۲۰۲۱ (۱۳۹۹ شمسی) ظرفیت نصب‌شده به حدود ۵۰۰۰ مگاوات (میزان هدف‌گذاری شده در برنامه ششم توسعه) می‌رسد و اگر تصمیم‌گیرندگان از دید سیستمی بهره‌مند نباشند، همین سیاست را برمی‌گزینند؛ اما در واقعیت این سیاست زودتر از همه حالت‌های دیگر سیستم را با مشکل مواجه می‌کند و ظرفیت نصب‌شده پس از سال ۲۰۲۷ با افت شدیدی مواجه می‌شود. با اعمال سیاست دوم، اگرچه ظرفیت نصب‌شده کندتر رشد پیدا می‌کند اما به دلیل اینکه از وضعیت بودجه بازخورد گرفته می‌شود افت شدیدی که در حالت پایه اتفاق می‌افتد، روی نمی‌دهد و به نظر روند پایدارتری را دنبال می‌کند. ضمن اینکه با توجه به افزایش بودجه‌ای که از سال ۲۰۳۱ (۱۴۱۰ شمسی) رخ می‌دهد اگر طول مدت شبیه‌سازی افزایش پیدا کند، این افت کمتر هم می‌شود. ظرفیت نصب‌شده با اعمال سیاست سوم نیز دچار افت نمی‌شود و روند افزایشی مطلوبی را دنبال می‌کند.



شکل ۳۸. نتیجه شبیه‌سازی بدهی سانا تحت شرایط اعمال سیاست‌های سه‌گانه تا سال ۲۰۳۵

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول / شماره اول / پاییز ۱۳۹۵

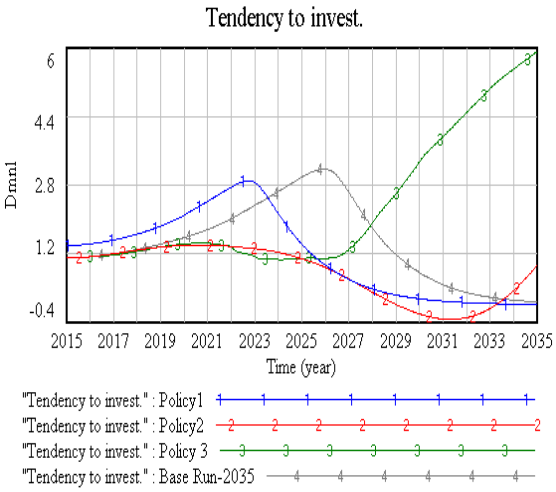


شکل ۳۹. نتیجه شبیه‌سازی ظرفیت نصب‌شده انرژی‌های نو تحت شرایط اعمال سیاست‌های سه گانه تا سال ۲۰۳۵

تمایل به سرمایه‌گذاری که موتور محرک توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر است، با به‌کارگیری سیاست یک که رفتاری شبیه حالت پایه ایجاد می‌کند و تمامی روندهای مشابه فقط زودتر اتفاق می‌افتد و نهایتاً تمایل به سرمایه‌گذاری نزدیک به صفر می‌شود. ناکارآمدی سیاست دوم در اینجا مشخص می‌شود؛ زیرا با اعمال آن تمایل به سرمایه‌گذاری شروع به کاهش کرده و به صفر می‌رسد و پس‌ازآن اندکی افزایش می‌یابد. درواقع این شکل نشان می‌دهد که سیاست ۲ فقط برای مدیریت زیرسیستم مالی کارآمد است. اگرچه با اعمال سیاست دوم همان‌طور که دیده شد جلوی ایجاد بحران مالی و افزایش زیاد بدهی گرفته می‌شود اما این فقط یک طرف ماجرا است. این سیاست با استفاده از کم کردن میزان قیمت تضمینی خرید برق تجدیدپذیر جلوی ایجاد بحران مالی را می‌گیرد؛ اما از سوی دیگر کاهش نرخ تعرفه تغذیه به معنای کاهش نرخ بازگشت سرمایه پروژه‌های تجدیدپذیر بوده و جذابیت سرمایه‌گذاری پایین می‌آید و نهایتاً این‌گونه تمایل به سرمایه‌گذاری را پایین می‌آورد؛ اما سیاست سوم روند مطلوبی را نشان می‌دهد و تمایل به سرمایه‌گذاری را تا سال ۲۰۳۵ میلادی (۱۴۱۳ شمسی) به ۵ برابر افزایش می‌دهد؛ اما نسبت به بقیه حالت‌ها تمایل به سرمایه‌گذاری دیرتر شروع به افزایش کرده و تا ۱۰ سال حدوداً ثابت می‌ماند. سیاست سوم با توجه به اینکه مانع ایجاد بدهی می‌شود عملاً اعتماد سرمایه‌گذاران را کم نمی‌کند از طرفی به دلیل فرایند یادگیری هزینه سرمایه کاهش پیدا کرده و نرخ بازگشت سرمایه افزایش می‌یابد. پس دلیل اینکه

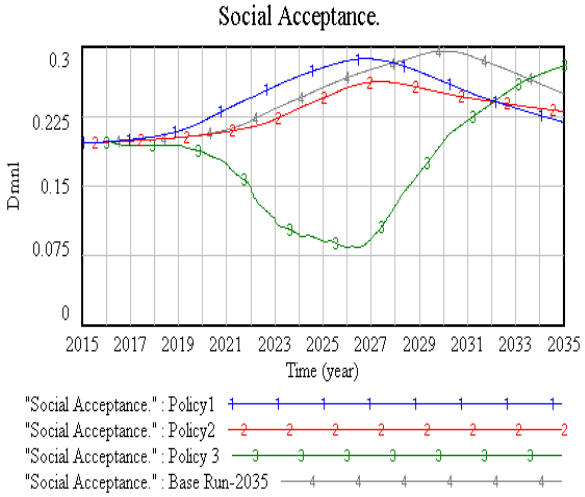
تمایل به سرمایه‌گذاری با تأخیر شروع به افزایش می‌کند چیست؟ دلیل این موضوع ریشه در افزایش مالیات و کاهش پذیرش اجتماعی در سالیان آغازین دارد.

افزایش مالیات ناشی از سیاست سه، جهت جلوگیری از ایجاد بدهی و هم‌چنین افزایش بودجه به‌قدری که توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر محقق شود و سیاست‌گذاران ناچار به کاهش ناگهانی نرخ تضمینی خرید برق تجدیدپذیر نشوند باعث می‌شود در سالیان آغازین پذیرش اجتماعی کاهش پیدا کند ولی پس از آن‌که بودجه موردنیاز برای رشد فزاینده ظرفیت نصب‌شده انرژی‌های تجدیدپذیر تأمین شد و حلقه‌های باز فزاینده شروع به کار کردند و اثرشان مرتباً قوی‌تر شد، مالیات به‌تدریج کاهش داده‌شده و پذیرش اجتماعی دوباره شروع به افزایش می‌کند که منجر به افزایش تمایل به سرمایه‌گذاری می‌شود.



شکل ۴۰. نتیجه شبیه‌سازی تمایل به سرمایه‌گذاری تحت شرایط اعمال سیاست‌های سه گانه تا سال ۲۰۳۵

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول / شماره اول / پاییز ۱۳۹۵

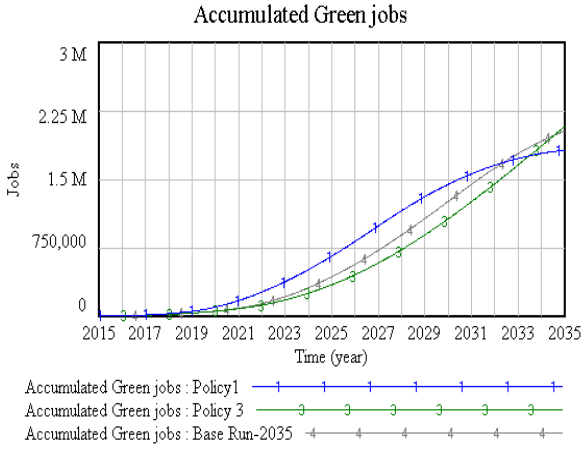


شکل ۴۱. نتیجه شبیه‌سازی پذیرش اجتماعی تحت شرایط اعمال سیاست‌های سه گانه تا سال ۲۰۳۵

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول/ شماره اول/ پاییز ۱۳۹۵

اشتغال سبز که یکی از مهم‌ترین تأثیرات توسعه‌ی انرژی‌های نو بر اقتصاد کلان کشور در راستای تحقق اهداف اقتصاد مقاومتی است، تحت اعمال سیاست‌ها رفتارهای متفاوتی از خود نشان می‌دهد. نرخ ایجاد سالانه اشتغال سبز در حالتی که سیاست سوم اجرا می‌شود مطلوب‌ترین رفتار را از خود نشان می‌دهد. به‌طوری که در سال ۲۰۳۵ (۱۴۱۳ شمسی) ۳۰۰ هزار شغل به واسطه‌ی توسعه‌ی انرژی‌های نو ایجاد خواهد شد (شکل ۴۲)؛ اما تعداد کل شغلی که از سال ۲۰۱۵ تا ۲۰۳۵ به‌صورت انباشتی ایجاد خواهد شد، تحت سیاست‌های مختلف تقریباً مقدار یکسانی دارد و چیزی در حدود ۲ میلیون شغل خواهد بود. دلیل این امر مشخص است زیرا برای مثال نرخ ایجاد اشتغال در حالتی که سیاست سوم اعمال می‌شود در سال‌های اولیه نسبت به حالتی که سیاست اول اعمال می‌شود خیلی کمتر است، اما از سال ۲۰۲۹ نرخ ایجاد اشتغال سبز در شرایط اعمال سیاست سوم از همین نرخ در حالت اعمال سیاست اول پیشی می‌گیرد و فاصله‌اش به‌طور فزاینده افزایش می‌یابد. بدیهی است که در سال‌های دورتر این فاصله بیشتر شده و کل تعداد کل شغل سبز ایجاد شده‌ی انباشتی در حالت اعمال سیاست سوم از بقیه حالات بیشتر می‌شود. اتفاقی که در شکل ۴۳ در انتهای بازه‌ی شبیه‌سازی در حال رخ دادن است.

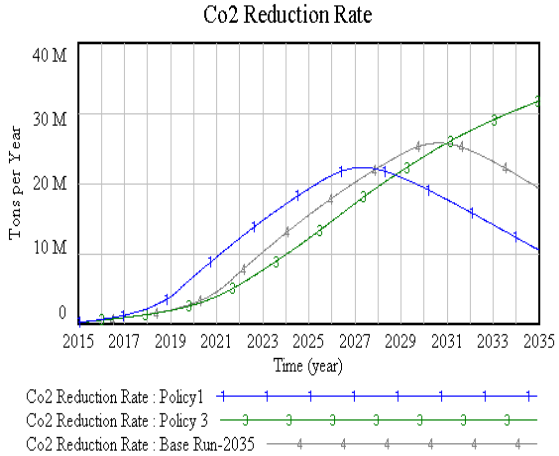
شکل ۴۲. نتیجه شبیه‌سازی نرخ اشتغال‌زایی سبز تحت شرایط اعمال سیاست‌های سه‌گانه تا سال ۲۰۳۵



شکل ۴۳. نتیجه شبیه‌سازی پذیرش اجتماعی تحت شرایط اعمال سیاست‌های سه‌گانه تا سال ۲۰۳۵

نرخ سالانه‌ی کاهش انتشار کربن دی‌اکسید نیز در شرایط اعمال سیاست سوم روند رو به رشد و پایدارتری داشته و تا سال انتهای شبیه‌سازی به حدود ۳۰ میلیون تن در سال می‌رسد. این روند می‌تواند ایران را از بین ده کشور اول انتشار دهنده‌ی کربن دی‌اکسید در جهان خارج کند. در بقیه‌ی حالات نرخ کاهش انتشار کربن دی‌اکسید کاهش می‌یابد که عملاً باعث دور شدن از اهداف کلان اقتصاد مقاومتی است.

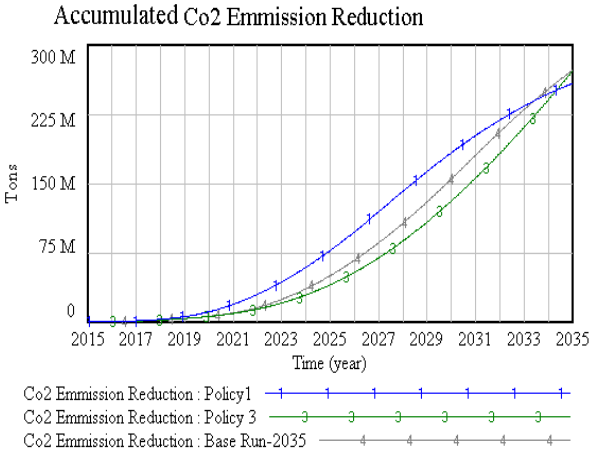
فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول / شماره اول / پاییز ۱۳۹۵



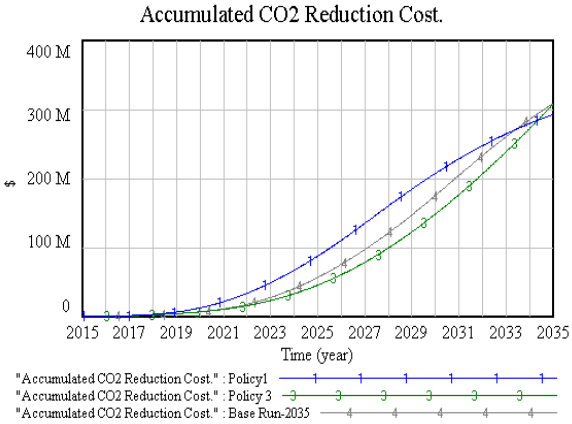
شکل ۴۴. نرخ سالانه کاهش انتشار کربن دی‌اکسید تحت شرایط اعمال سیاست‌های سه‌گانه سال ۲۰۳۵

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول/ شماره اول/ پاییز ۱۳۹۵

حدود ۲۵۰ میلیون تن کربن دی‌اکسید کمتری با توسعه‌ی انرژی‌های نو در ایران در طول ۲۰ سال آینده منتظر خواهد شد که این رقم نه تنها برای ایران بلکه در سطح دنیا می‌تواند بسیار مهم باشد؛ زیرا باعث کند شدن روند گرمایش جهانی نیز خواهد شد. از طرفی کلی صرفه‌جویی اقتصادی برای کشور در طول ۲۰ سال آینده در صورتی که انرژی‌های نو تحت سیاست‌های مختلف مذکور توسعه پیدا کنند حدود ۳۰۰ میلیون دلار خواهد بود. دلیل اینکه هر سه سیاست به‌صورت تجمعی در طول ۲۰ سال شبیه‌سازی مقادیر تقریباً یکسانی دارند دقیقاً مانند دلیلی است که برای کل اشتغال ایجاد شده در طول ۲۰ سال، در بالا توضیح داده شد.



شکل ۴۵. نرخ سالانه کاهش انتشار کربن دی‌اکسید تحت شرایط اعمال سیاست‌های سه‌گانه سال ۲۰۳۵



شکل ۴۶. نتیجه شبیه‌سازی کل هزینه‌ی صرفه‌جویی شده ناشی از کاهش مالیات بر کربن با اعمال سیاست‌های سه‌گانه تا سال ۲۰۳۵

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول / شماره اول / پاییز ۱۳۹۵

۴-۳-۷ سیاست بهینه

با توجه به تحلیل هر سه سیاست، سیاست سوم بهترین سیاست شناخته شد زیرا نه‌تنها مانع ایجاد بدهی برای سانا می‌شود و از اثرات اجتماعی که به‌تبع آن ایجاد می‌شود جلوگیری می‌کند، بلکه ایران را در راستای تحقق اهداف اقتصاد مقاومتی یاری می‌رساند. در ادامه مقادیر برخی از متغیرهای کلیدی سیستم تحت اعمال سیاست‌های سه‌گانه آورده شده است که نشان می‌دهد سیاست سوم سیاست بهینه است.

جدول ۱. مقایسه‌ی نتایج حاصل از اعمال سیاست‌های سه‌گانه به سیستم

	عنوان متغیر / سیاست	مقادیر تحت اعمال سیاست یک	مقادیر تحت اعمال سیاست دو	مقادیر تحت اعمال سیاست سه
۱	ظرفیت نصب شده‌ی انرژی‌های نو (مگاوات)	۴۵۰۰	۶۰۰۰	۱۴۰۰۰
۲	سهم انرژی‌های نو در سبد انرژی کشور (درصد)	۴	۵	۱۳
۴	پذیرش اجتماعی (بین ۰ و ۱)	۰,۲۲	۰,۲۳	۰,۲۷
۴	تمایل به سرمایه‌گذاری (بین ۰ و ۱)	۰	۱	۶
۵	نرخ سالانه‌ی اشتغال‌زایی سبز (شغل در سال)	۱۰۰۰۰۰	۱۷۰۰۰۰	۳۰۰۰۰۰
۶	نرخ سالانه‌ی صرفه‌جویی هزینه‌ی مالیات کربن (میلیون دلار در سال)	۱۱	۲۲	۳۱
۷	نرخ سالانه کاهش انتشار کربن دی‌اکسید (تن در سال)	۱۰	۱۹	۳۲

۸- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

یکی از اصلی‌ترین پیام‌های انگاره‌ی اقتصاد مقاومتی این است که وابستگی اقتصادی کشور به نفت کاهش یابد تا اینکه غرب نتواند از این ضعف استفاده کند و به منافع جمهوری اسلامی ایران ضربه بزند. امروزه کشور ایران با چالش‌های مهمی در رابطه با انرژی مواجه است. یکی از کاراترین راه‌حل‌های مواجه با این چالش‌ها، توسعه انرژی‌های نو است. علی‌رغم تلاش‌های پراکنده در ۵ سال اخیر موفقیت قابل‌توجهی در رابطه با توسعه این انرژی‌ها حاصل نشد. در همین راستا در اواسط سال ۱۳۹۴ دولت برنامه جدیدی در رابطه با سیاست حمایتی تعرفه‌ی تغذیه ارائه کرد که تغییرات زیادی نسبت به برنامه‌های معدود پیشین کرده بود. سیاست تعرفه‌ی تغذیه یکی از پرکاربردترین سیاست‌های حمایتی جهت توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در سطح جهان به شمار می‌رود. مبتنی بر مطالعه پژوهش‌های پیشین و مرور ادبیات مهم‌ترین مسئله در رابطه با پیاده‌سازی سیاست تغذیه تعرفه، مسئله مدیریت قسمت مالی، تأمین بودجه و تخصیص آن برای توسعه است. با مطالعه در رابطه با چگونگی طراحی و پیاده‌سازی این سیاست حمایتی و مبتنی بر شناخت از سیستم فعلی طراحی شده و وضعیت کنونی انرژی‌های نو در ایران، پیش‌بینی پژوهشگران این بود که با توجه به وضعیت کنونی سیستم در همه ابعاد و با توجه به مکانیزم تأمین بودجه این سیاست، پس از اجرای این سیاست در سال‌های آغازین سهم انرژی‌هایی تجدیدپذیر در سبد انرژی کشور با رشدی مقطعی همراه خواهد بود اما با گذر زمان به دلیل عدم کارایی بخش مالی سیستم که بازخوردهای تعدیل‌کننده مختلفی به روند توسعه وارد می‌کند این رشد متوقف شده و حتی شاید منفی شود و عملاً اهداف کلان اقتصاد مقاومتی در رابطه با انرژی به‌صورت پایدار محقق نشود. برای بررسی صحت این پیش‌بینی، یک مدل سیستم دینامیکی توسعه داده شد و مکانیزم‌های مختلف بازفزاینده و تعدیل کننده در حوزه‌های توسعه‌ی انرژی‌های نو، پذیرش اجتماعی، اثرات توسعه بر اقتصاد مقاومتی و... در طراحی آن در نظر گرفته شد. با رویکردی نوآورانه برخی اثرات اجتماعی که ریشه در مکانیزم‌های مالی داشتند نیز در فرایند مدل‌سازی وارد شدند. نتایج شبیه‌سازی اولیه مدل نشان داد که فرایند توسعه در سالیان ابتدایی به نظر مطلوب می‌رسد اما با گذر زمان ناپایداری در توسعه به‌وضوح قابل‌مشاهده است. توسعه به‌ظاهر مطلوب در سال‌های آغازین به دلیل مقدار اولیه بودجه تخصیص داده‌شده برای آغاز به کار این سیاست بود که با اتمام آن به دلیل عدم کارایی سیستم تأمین بودجه فرایند توسعه پس از حدود ۵ سال با مشکل مواجه می‌شد. این مشکل در افزایش بدهی

دولت نمود پیدا می‌کند و تحقق اهداف اقتصاد مقاومتی را در هاله‌ای از ابهام قرار می‌دهد.

برای پیشگیری از بحران مالی، سه سیاست پیشنهاد شد. پس از تحلیل نتایج حاصل از اعمال سیاست‌ها، تعیین عوارض برق تجدیدپذیر مبتنی بر وضعیت مالی سیستم، به‌عنوان سیاست بهینه انتخاب شد. تنها مشکل این سیاست کاهش پذیرش اجتماعی در سال‌های ابتدایی به دلیل افزایش عوارض برق تجدیدپذیر جهت تأمین بودجه توسعه است. به همین دلیل تحقیقات آتی می‌تواند تمرکز بر راهکاری جهت جلوگیری از کاهش پذیرش اجتماعی هنگام پیاده‌سازی این سیاست کند. دیگر مواردی که به نظر می‌رسد محققان آتی می‌توانند بر روی آن تمرکز کنند، در نظر گرفتن رقابت بین انواع فنّاوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر، درون‌زا در نظر گرفتن مصرف برق و اثر افزایش قیمت برق بر میزان مصرف آن و در نظر گرفتن اثرات توسعه‌ی انرژی‌های نو در امنیت انرژی است.

۹- منابع و مآخذ

آجیلی، هادی. ۱۳۹۲. اقتصاد مقاومتی در نظام اقتصاد سیاسی جهانی. فصلنامه تخصصی علوم سیاسی. سال ۹، شماره ۲۴.

غفارپور، داود و زهره پورحاتمی. ۱۳۹۲. اقتصاد مقاومتی، ضرورت مقاومت اقتصادی. همایش ملی مدیریت توانمندی‌ها در اقتصاد ایران، رشت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت.

ترازنامه انرژی، ۱۳۹۰، معاونت امور برق و انرژی. دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی.

Renewables 2015: Global status report. REN21 Renewable Energy Policy Network/Worldwatch Institute, 14.

Dusonchet, L., & Telaretti, E. (2010). Economic analysis of different supporting policies for the production of electrical energy by solar photovoltaics in western European Union countries. Energy Policy, 38 (7), 3297-3308.

Ertürk, M. (2012). The evaluation of feed-in tariff regulation of Turkey for onshore wind energy based on the economic analysis. Energy Policy, 45, 359-367.

Hosseini, S. H., Shakouri, G. H., & Akhlaghi, F. R. (2012, March). A study on the near future of wind power development in Iran: a system dynamics approach. In 2012 Second Iranian Conference on Renewable Energy and Distributed Generation (pp. 183-188). IEEE.

Hsu, C. W. (2012). Using a system dynamics model to assess the effects of capital subsidies and feed-in tariffs on solar PV installations. Applied Energy, 100, 205-217.

Lesser, J. A., & Su, X. (2008). Design of an economically efficient feed-in tariff structure for renewable energy development. Energy Policy,36 (3), 981-990.

Midttun, A., & Gautesen, K. (2007). Feed in or certificates, competition or complementarity? Combining a static efficiency and a dynamic innovation perspective on the greening of the energy industry. Energy Policy, 35 (3), 1419-1422.

Pruyt, E. (2007, August). The EU-25 power sector: a system dynamics model of competing electricity generation technologies. In Proceedings of the 25th International Conference of the System Dynamics Society.

Rüther, R., & Zilles, R. (2011). Making the case for grid-connected photovoltaics in Brazil. Energy policy, 39 (3), 1027-1030.

Shahmohammadi, M. S., Yusuff, R. M., Keyhanian, S., & Shakouri, H. (2015). A decision support system for evaluating effects of Feed-in Tariff mechanism: Dynamic modeling of Malaysia's electricity generation mix. Applied Energy, 146, 217-229.

Shahmohammadi, M. S., Yusuff, R. M., Shakouri, H., M, Mahmoud Sadat & Keyhanian, S (2014). Long Term Policy Analysis of Malaysia's Renewable Energy Fund Budget: A System Dynamics Approach. In

Proceedings of the 32th International Conference of the System Dynamics Society.
Sijm, J. P. M. (2002). The performance of feed-in tariffs to promote renewable electricity in European countries (Vol. 7). Energy research Centre of the Netherlands ECN.
Sterman, J. D. J. D. (2000). Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world (No. HD30. 2 S7835 2000)
Hsu, C. W. (2012). Using a system dynamics model to assess the effects of capital subsidies and feed-in tariffs on solar PV installations. Applied Energy, 100, 205-217.
Trypolska, G. (2012). Feed-in tariff in Ukraine: The only driver of renewables' industry growth?. Energy Policy, 45, 645-653.
Shekarchian, M., Moghavvemi, M., Mahlia, T. M. I., & Mazandarani, A. (2011). A review on the pattern of electricity generation and emission in Malaysia from 1976 to 2008. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15 (6), 2629-2642.
Wei, M., Patadia, S., & Kammen, D. M. (2010). Putting renewables and energy efficiency to work: How many jobs can the clean energy industry generate in the US? Energy policy, 38 (2), 919-931.
Frondel, M., Ritter, N., Schmidt, C. M., & Vance, C. (2010). Economic impacts from the promotion of renewable energy technologies: The German experience. Energy Policy, 38 (8), 4048-4056.
Birol, F. (2015). World energy outlook 2010. International Energy Agency, 1.

فصلنامه اقتصاد دفاع
سال اول / شماره اول / پاییز ۱۳۹۵

یادداشت‌ها

[۱] *International Renewable Energy Agency(IRENA)*

[2] *Feed in Tariff*
[3] *Tendering*
[4] *Quota*

[۵] *Renewables Global Status Report*

[۶] Grid Parity

[۷] Chiung-wen

[۸] *Extreme Conditions*

[۹] *Green Jobs*

[۱۰] *Word of Mouth*