مدل دینامیکی به منظور تعیین نحوه تخصیص درآمدهای نفتی به توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور

محبوبه علی پور[1]، سید حسین حسینی[2]، فرشید عبدی[3]

[1] فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی (واحد تهران-جنوب)؛ mahboobeh_alipour82@yahoo.com
[2] دکتری مهندسی صنایع، مدیرعامل موسسه آموزشی-پژوهشی سیستم‌های مدیریتی الگومحور (سمام)؛ s.h.hosseini@samamsystem.com
[3] دکتری مهندسی صنایع، عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی (واحد تهران-جنوب)؛ farshidabdi@azad.ac.ir

چکیده

از آنجا که منابع سوخت‌های فسیلی پایان پذیر است و این نوع انرژی‌ها تا حد زیادی آلاینده محیط زیست محسوب می‌شوند. برای توسعه پایدار کشور میبایست سهم این نوع سوختها در سبد انرژی کشور کاهش یافته و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر جایگزین آنها شوند. ارزش نسبی قیمت خرید برق تجدیدپذیر توسط دولت به هزینه تمام شده آن، متغیر مهمی است که منجر به مشارکت بخش خصوصی در توسعه و تولید این نوع انرژی خواهد شد. در این تحقیق، ساختار و نحوه تخصیص درآمدهای نفتی به توسعه و تولید انرژی تجدیدپذیر با استفاده از ابزار سیستم دینامیک مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این تحقیق پس از ارائه مدل شبیه‌سازی و اعتبارسنجی شده است. پس از تایید اعتبار مدل، با تعریف ۶ سناریوی مختلف، نتایج شبیه‌سازی مدل مورد تحلیل قرار گرفته است. در پایان دو نوع سناریو بر روی مدل مورد آزمایش قرار گرفت. در سناریوی نوع اول نتایج نشان داد تخصیص ۵ درصد از درآمد نفتی به افزایش قیمت FIT منجر به افزایش ظرفیت تولید بخش خصوصی تا حد ۱۶۴ درصد خواهد شد. همچنین نتایج حاصل از سناریوی نوع دوم نشان داد از سال ۱۳۹۵ تا سال ۱۴۰۴ افزایش قیمت FIT از ۰/۱۸ به ۰/۱، ۰/۱۸ و ۰/۳ منجر به تغییر ظرفیت تولید برق تجدید پذیر خصوصی به ترتیب تا ۳/۰، ۳/۶ و ۴/۵ خواهد شد.

کلمات کلیدی: سیستم دینامیک، سوخت‌های فسیلی، انرژی تجدیدپذیر باد، برق

نویسنده مسئول: دکتر سید حسین حسینی، مدیرعامل موسسه آموزشی-پژوهشی سیستم‌های مدیریتی الگومحور (سمام)،
s.h.hosseini@samamsystem.com ، شماره تماس: ۰۹۱۲۶۰۰۲۲۷۵

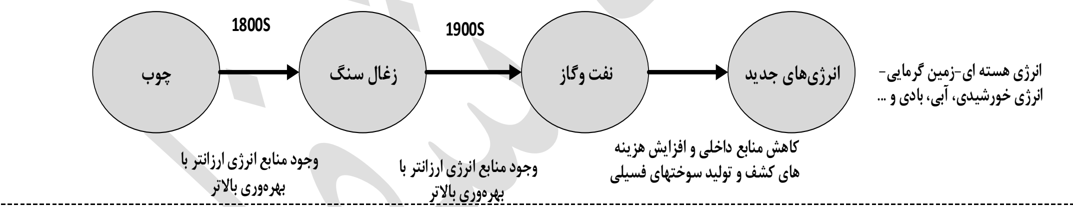
۱- مقدمه

گسترش روزافزون نیاز به انرژی و محدودیت منابع فسیلی، افزایش آلودگی محیط زیست ناشی از سوزاندن این منابع، بحث همگی لزوم صرفه جویی CO_2 گرم شدن هوا و اثرات پدیده گلخانه‌ای، ریزش باران‌های اسیدی و ضرورت متعادل نمودن نشر در مصرف سوخت‌های فسیلی و توجه مضاعف به استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر را ایجاب می‌کند. در طی سال‌های اخیر روند رو به رشد مصرف انرژی موجب پدیده بحران انرژی در جهان گردیده شده است که این امر در کشورهای در حال توسعه و از جمله ایران حالت تشدید دارد. برای رویارویی با این بحران می‌بایست از تکنولوژی‌های جدید تولید انرژی و جایگزینی منابع دیگر استفاده شود[۱]. امروزه احتراق سوخت‌های فسیلی، منابع تولید آلاینده‌ها محسوب شده و میزان انتشار این مواد در بیشتر شهرهای بزرگ کشور از حد مجاز خارج شده و این دارای اثرات مستقیم و غیرمستقیم بر سلامت انسان‌ها است. [۲]. نیاز روز افزون به انرژی، کمبود سوخت‌های فسیلی، آلودگی محیط زیست، گرم شدن کره زمین و ریزش باران‌های اسیدی از عواملی هستند که استفاده از انرژی‌های نو را در سطح جهان مطرح نموده‌اند. استراتژی اکثر کشورهای جهان، تنوع بخشیدن به منابع انرژی خود و عدم تکیه صرف بر منبع نفت می‌باشد. بحران نفت دنیا در دهه ۷۰ میلادی و نیز بحران آلودگی محیط زیست، کشورهای صنعتی را به استفاده از سایر منابع انرژی واداشت که در این میان انرژی هسته‌ای و انرژی‌های تجدیدپذیر بیشتر مورد توجه و توسعه قرار گرفت. انرژی‌های نو مانند باد و خورشید با دارا بودن مزایایی چون عدم آلودگی محیط زیست، و رایگان بودن، سهم زیادی را در آینده تولید انرژی در دنیا خواهند داشت. در میان منابع انرژی‌های تجدیدپذیر نیز انرژی باد اقتصادی‌تر و کاربردی‌تر جلوه کرد و لذا توربین‌های بادی تولید الکتریسیته رشد سریعتری را نسبت به دیگر منابع انرژی نو داراست. از دلایل این رشد سریع به راندمان بالا، توان بالای تولید برق، سهولت نصب و قیمت مناسب توربین‌های بادی می توان اشاره‌ی نمود[۳]. تا سال ۲۰۲۰ میلادی مصرف انرژی در دنیا به ۳۰۰ معادل میلیون بشکه نفت خام در روز افزایش خواهد یافت. و همین‌طورتا سال ۲۰۲۰ میلادی سهم مصرف انرژی‌های فسیلی بیش از ۸۰ درصد کل انرژی مصرفی دنیا خواهد بود. همزمان استفاده از انرژی غیرفسیلی نیز افزایش خواهد یافت. اما در طی این دوران بیش از ۸ میلیون بشکه در روز نخواهد بود. این در حالی است که افزایش تقاضا از سوخت‌های فسیلی در همین زمان معادل ۶۵ میلیون معادل بشکه نفت خام بود [۴]. جدول زیر سهم منابع مختلف تامین انرژی را طی سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۱۰، ۲۰۲۵ میلادی نشان می‌دهد [۵].

جدول۱: سهم منابع گوناگون در تامین انرژی دنیا تا سال ۲۰۲۵ [۵]

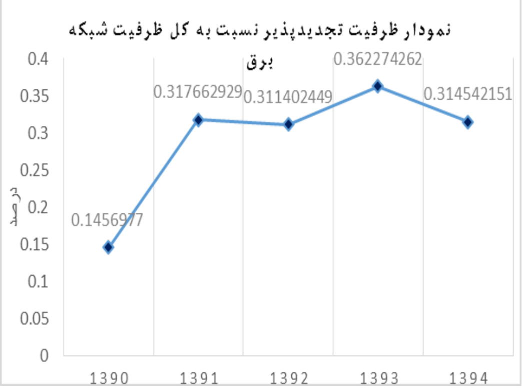
منابع / سال	۲۰۰۰	۲۰۱۰	۲۰۲۵
نفت	۴۰/۱	۳۸/۷	۳۶/۹
گاز	۲۳/۳	۲۵/۷	۲۹/۹
جامدات	۲۶	۲۵/۸	۲۵/۲
هیدرو/هسته‌ای/تجدیدپذیر	۱۰/۶	۹/۸	۸

مفهوم انرژی‌های تجدیدپذیر مجموعه‌ای از جریان‌های انرژی و استفاده از آنها را شامل می‌شود که به جزء موارد اندکی مانند انرژی زمین گرمایی از تابش نور خورشید ایجاد می‌گردند این موارد شامل انرژی آب، انرژی باد، انرژی زیست توده، انرژی زمین گرمایی و استفاده از انرژی امواج می‌باشند. بررسی‌های انجام شده بیانگر این موضوع هستند که در میان منابع انرژی‌های تجدیدپذیر، استفاده از انرژی باد کم هزینه‌ترین گزینه می‌باشد [۶]. تغییر اقلیم از جمله مسایل و مشکلات جهان امروز است. از زمان انقلاب صنعتی به بعد، فعالیت‌های انسان، بویژه استفاده از سوخت‌های فسیلی برای تولید الکتریسته، یکی از علل احتمالی تغییر اقلیم بوده است[۷]. یکی از راه حل‌هایی که در این زمینه مطرح شده، امروزه به شدت پیگیری می‌شود، استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر و سازگار با محیط زیست است. منابع انرژی تجدیدپذیر، آنهایی هستند که فناپذیر نیستند، مانند: انرژی خورشید، انرژی باد، انرژی امواج دریا، انرژی حاصل از جزر و مد و انرژی زمین گرمایی. این منابع علاوه بر تجدیدپذیر بودن، با محیط زیست هم سازگار هستند و آلودگی‌های زیست‌محیطی ایجاد نمی‌کنند و یا مقدار آلودگی حاصل از آنها بسیار کم و برای کره زمین تحمل پذیر است. انرژی‌های تجدیدپذیر، مجالی برای فراهم نمودن انرژی کافی و ایمن فراهم می‌کنند [۱۰]. با توجه به روند تاریخی رفتار بشر در استفاده از انرژی‌های مختلف، همراه هزینه‌های(فنی، اقتصادی، اجتماعی و ...) استفاده از یک حامل انرژی نقشی اساسی را در انتخاب و بکارگیری آن داشته است. در واقع، همواره بشر انرژی‌های کارآتر و ارزانتری را جایگزین موارد قبل کرده است. اما آنچه که اکنون با آن مواجه هستیم، تقلیل منابع فسیلی انرژی و از طرفی محدودیت‌های زیست‌محیطی برای حامل‌های انرژی آلاینده، است. لذا بشر به ناچار به سمت استفاده از یک انرژی پاکتر ولی پرهزینه‌تر هدایت شده است[۱۲].

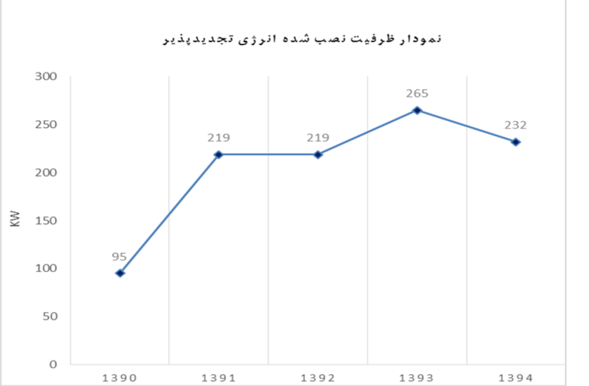


شکل۱(روند استفاده از حامل‌های انرژی مختلف در گذر زمان)

کلیه انرژی‌های تجدیدپذیر، روز به روز سهم بیشتری در سیستم تأمین انرژی جهان به عهده می‌گیرند. با مشاهده شکل ۲(میزان ظرفیت جدید نصب شده انرژی تجدیدپذیر) و شکل ۳ (درصد ظرفیت تجدیدپذیر نسبت به کل ظرفیت شبکه برق) مشخص است که در سال ۹۰ تا ۹۱ شیبی صعودی داشته و در سال ۹۲ تا ۹۳ شیبی ثابت و در سال ۹۳ تا ۹۴ شیبی افزایشی و در سال ۹۳ تا ۹۴ شیبی نزولی که نشان دهنده افت ظرفیت جدید نصب شده انرژی تجدیدپذیر و درصد ظرفیت تجدیدپذیر نسبت به کل ظرفیت شبکه برق در طی این ۴ سال می‌باشد.



شکل۳ (درصد ظرفیت تجدیدپذیر نسبت به کل ظرفیت شبکه برق)



شکل۲(میزان ظرفیت جدید نصب شده انرژی تجدیدپذیر)

با بررسی متغیرهای بررسی شده در سیستم مشاهده می‌شود که با هزینه کردن بخش اندکی از درآمدهای نفتی در زیرساخت‌ها و تاثیر آن بر توسعه انرژی تجدید پذیر توسط بخش خصوصی را ارزیابی نموده و در این صورت از محل مصرف کاهش مصرف گاز طبیعی در داخل کشور در تولید برق به روش‌های حرارتی (نیروگاه‌های سیکل ترکیبی، بخاری و گازسوز) و صادرات آن، که باعث یک صرفه جویی در هزینه‌های سرمایه‌ای می‌شود که خود این می‌تواند هزینه‌های سرمایه‌گذاری دولت را جبران نماید.

در تحقیق حاضر سعی می شود تا با استفاده از رویکرد سیستمی مدلی توسعه داده شود که بتوان تحلیلی دقیق‌تر از پویایی هایی که منجر به تولید برقی بادی در ایران می شود را مورد بررسی قرار داد. همچنین تولید برق بادی به جای برق فسیلی به شدت به فاکتورهای اقتصاد (مانند درآمد حاصل از فروش نفت و مشتقات نفتی و انرژی تجدیدپذیر دولتی و خصوصی و.....) وابسته است، لذا یکی از کاربردهای این مقاله بررسی سناریوهای مختلف درباره این موضوعات است. بنابراین، دانش بدست آمده از مدل در این زمینه ها برای مدیریت انرژی در کشور ایران بسیار مفید و سودمند خواهد بود.

در ادامه پس از بیان مرور ادبیات موجود در این بحث زیرسیستم های بخش انرژی تجدید پذیر مورد بررسی قرار خواهند گرفت و پس از آن حلقه ها و نمودار جریان انباشت نشان داده می شود. در پایان نتیجه گیری و پیشنهادات آتی تحقیق در این زمینه بیان خواهد شد.

۲- مرور ادبیات

مطالعه مورد بررسی به ارتباط و اثرات بلند مدت و کوتاه مدت بر برنامه‌ریزی انرژی در چارچوب قدرت آشفتگی بازار پرداخته است. هدف پیدا کردن سیاست‌های کارآمدیست که می‌تواند بر اساس عرضه، به گذار سوخت فسیلی به انرژی تجدید پذیر کمک کند. مطالعه موردی در بازار انرژی نوردپول نروژ می‌باشد، تمرکز مدل بر روی حلقه‌های اصلی باز خورد است که توسعه بلند مدت برای ظرفیت جدید را تعیین می‌کند، که از آن تحت عنوان واحد تعهد(ویژگی‌های عملیاتی) نام برده می‌شود. در این مطالعه نشان داده شده است، ویژگی های عملیاتی در توسعه بلند مدت و کوتاه مدت بسیار مهم است و در ادامه تحت دوسناریو شبیه سازی برای این توسعه انجام شده و درمورد آنها بحث شده است [۱۱]. برای توضیح دادن شرایط فعلی و روند رفتار آینده بازار نیروی باد در ایران یک مدل دینامیک توسعه داده شده است تا گزینه‌های قضاوت حمایتی مانند یارانه خرید انرژی بادی تضمین شده، مالیات بر آلایندگی با اجرای طرح سیاست‌های حمایتی در خواست بخش خصوصی برای ساخت نیروگاه افزایش یافته است. بر طبق طرح توسعه یافته پنج ساله در کشور، برای اینکه شرایط مناسبی را برای توسعه نیروگاه‌های تجدیدپذیر بوجود بیاورند، همچنین برای هماهنگ کردن بخش خصوصی با خودشان، سیاست‌های حمایتی بایستی در نظر گرفته شود. این طرح نشان می‌دهد که با ادامه داشتن شرایط فعلی بدون سیاست های حمایتی اضافی نمی توان امیدی به توسعه این طرح داشت[۱۲]. سهم قابل توجهی از سبد انرژی جهان در آینده انرژی تجدید پذیر است. از این رو سیاست بهینه برای توسعه بازار های تجدیدپذیر از اهمیت بالایی برخوردار است . برای انجام این کارداشتن درک درستی از دینامیک توسعه انرژی برای تصمیم گیرندگان ضروری است. این مقاله از روش سیستم دینامیک استفاده کرده است در این تحقیق به دو نکته اشاره شده است که شامل: باورهای عمومی برای استفاده از انرژی تجدید پذیر و منافع استفاده از آن می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد هنگامی که قیمت انرژی تجدیدپذیر پایین باشد استفاده از این انرژی به کندی توسعه پیدا می‌کند، فرآیند توسعه تکنولوژی باعث کاهش هزینه تولید، و افزایش باورهای عمومی باعث افزایش مصرف انرژی تجدید پذیر می‌شود. نگرانی‌های زیست محیطی و محدودیت منابع هم بر استفاده بیشتر از این نوع انرژی تاثیر گذار است[۱۳]. اگرچه قدمت انرژی قدمت چند هزار ساله دارد ، جوامع معاصر به طور انحصاری تقریبا نیازهای الکتریکی شان را از سوخت های فسیلی برطرف می‌کردند. از طرف دیگر طی ۳۰ سال گذشته ، امنیت عرضه انرژی وترویج فن‌آوری های انرژی پاک و مسایل زیست محیطی، استفاده از انرژی باد دوباره به روی کار آمد

که ازبرنامه های کاربردی انرژی است. در این زمینه، کار حاضرآثار مراحل طولانی و دشوار ازتوسعه انرژی باد در دوران کالیفرنیا به ساخت پارک بزرگ بادی دریایی در سراسر جهان، و از اهداف و چالش‌های اصلی رسیدن به برنامه های کاربردی انرژی بادیgw ۱۰۰۰ تا سال ۲۰۳۰ می‌باشد [۸]. فاکتورهای مانند میزان تقاضا قیمت سوخت روی سرمایه گذاری برای نیروگاه‌های بادی می‌شوند. طرح پیشنهادی این مقاله برای غلبه بر مشکلاتی که باعث سرمایه گذاری روی نیروگاه‌های بادی با ریسک مواجه می‌شوند یک مکانیزم انگیزشی بر پایه سیستم دینامیک است. در این مکانیزم نیروگاه‌های بادی بخشی از هزینه های سرمایه گذاری را باز می‌گردانند. در این مقاله انگیزشی متفاوت، که به شرایط بازار بستگی دارد بررسی و شبیه سازی شده است [۱۴]. در این بخش، چهارچوب توسعه تولید برق توسط مدل، به منظور ارزیابی اثرات از مکانیزم های تشویقی در رفتار دینامیکی طولانی مدت از مزارع بادی و سرمایه‌گذاری در بازار برق رسم شده است. شبیه سازی ترکیب مختلف تکنولوژی‌های انرژی را شبیه سازی نموده، که می‌توان در زمان میان بار و پر بار استفاده شود. در این مطالعه فرض شده، که بازار برق رقابتی کامل و یکنواخت است، این به این معنی است که شرکت‌ها نمی‌توانند به طور استراتژیک بر روی قیمت برق اثر بگذارند. در چنین بازاری، شرکتها هزینه‌های نهایی خود را به عنوان قیمت تسویه بازار ارائه میدهند. یک سیستم رگولاتوری معمولا برای تعیین تعرفه در بازار انرژی به کار گرفته شود ، این سیست اطلاعات درستی را برای سرمایه گذاری در انرژی های نسل نو ایجاد گردد[۱۴]. اولین حلقه در نمودار علی ومعلولی، اثر افزایش در ظرفیت یک تکنولوژی روی قیمت متوسط، که برای تولید برق توسط آن تکنولوژیی پراخته شده را نشان می‌دهد. تحت فرض، بازار رقابتی کامل هر تکنولوژی، هزینه‌های حاشیه‌ای آن را به بازار ارائه می‌دهد. بنابراین افزایش در ظرفیت در دسترس(موجود) از یک تکنولوژی خاص (مشخص)، مخصوصا برای تکنولوژی بار مولد اوج و میانه، که ممکن است منجر به کاهش در قیمت در مگاوات ظرفیت از آن تکنولوژی شود. دومین حلقه در نمودار علی ومعلولی، تاثیر مسئله محیطی را بر روی قیمت و تقاضای برق را نشان می دهد. سود سرمایه گذاری روی نوسان ، نتایج قیمت برق از مسائل محیطی اثر خواهد گذاشت. حلقه سوم در نمودار علی ومعلولی به منظور مطالعه نظارتی مبتنی بر بازار، بر برنامه‌ریزی گسترش باد در طولانی مدت میباشد. در این حلقه، زمانی که قیمت بازار افزایش پیدا می‌کند میزان انگیزه کاهش پیدا خواهد کرد را نشان داده است [۱۴].

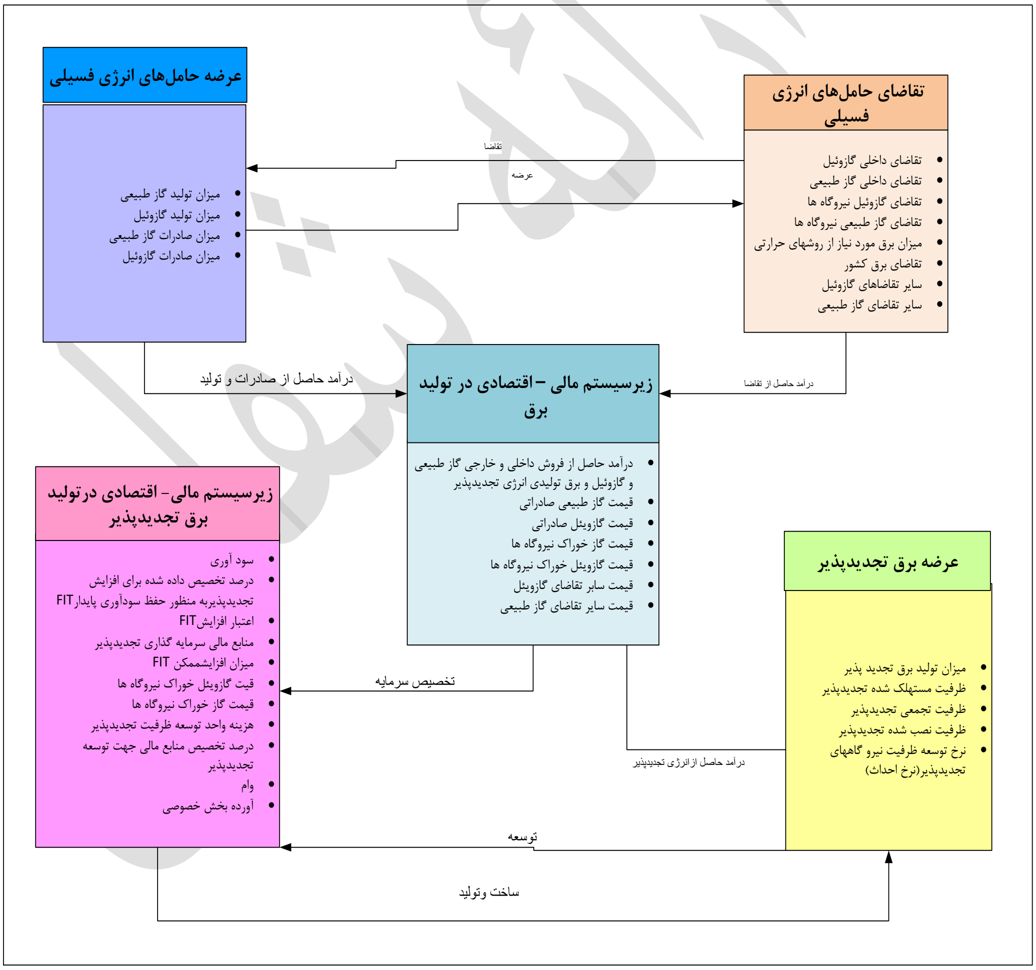
نتایج مطالعه بررسی شده نشان می‌دهد که سرعت متوسط سالانه باد در این ایستگاه ۲,۵۳ متر بر ثانیه بوده و باد غالب در تمامی ماه ها شرقی است. باد شرقی در ماه اوت دارای بیشترین فراوانی (۳۵,۵درصد) و باد جنوبی دارای کم ترین فراوانی است. انرژی پتانسیل باد در طی سال حدود ۳۱۱۵۰ ژول بر متر مربع برآورد می‌گردد. بیشترین انرژی پتانسیل باد در طی ماه جولای۶۳۲۷ و کمترین انرژی(۳۸۸ ژول بر متر مربع) مربوط به ماه دسامبر است. همچنین بیشترین انرژی پتانسیل روزانه (۵۶۶۳) بین ساعات ۳ الی۶ بعدازظهر و کمترین مقدار(۲۴۴۰) در بازه زمانی ۱۲,۵ الی ۳,۵ شب می‌باشد. انرژی قابل استحصال به ازای نصب یک دستگاه توربین بادی ۶۶۰ کیلوواتی در طی سال حدود ۴۹۴۰۰۰ کیلووات ساعت برآورد می‌گردد. که ارزش اقتصادی آن با توجه به نرخ تضمینی خرید انرژی های پاک در سال۱۳۹۱ معادل ۶۱۷۵۰۰۰۰۰ ریال خواهد بود [۹]. استفاده از انرژی های تجدید پذیر یکی از مهم ترین گزینه ها برای کاهش انتشار گازهای گلخانه ای در نتیجه ی تولید برق، محسوب می شود. RPS یا استاندارد سبد تجدیدپذیر به عنوان یکی از معیارهای اصلی برای ارتقای فرایند بکارگیری انرژی های تجدید پذیر مطرح می باشد که اپراتور های بخش انرژیِ دارای ظرفیت های ۵۰۰ مگاوات یا بیشتر را مجبور می کند که کسری از کل خروجی تولید برق خود را در فرم انرژی تجدیدپذیر، ایجاد نمایند. این استاندارد در سال ۲۰۱۲ در کره ی جنوبی پیاده سازی شد. بنابراین در این تحقیق، یک سبد بهینه تا سال ۲۰۵۰ برپایه‌ی فناوری‌های انرژی تجدید پذیر ارائه شده است و اثرات هزینه نیز با استفاده از مدل تحلیل سیستم انرژی در فرم -bottom

up یا پایین به بالا، در بخش تولید برق کره‌ی جنوبی، تحلیل گشته است. نتایج موکد این مساله می‌باشند که ظرفیت‌ها برای کاهش هزینه‌ها زیاد هستند و در درازمدت، استفاده از فناوری‌های تجدید پذیر، یک استراتژی رقابتی در بازار محسوب می‌گردد در این مطالعه کل برق تولیدی با کمک انرژی‌های تجدیدپذیر را با توجه به تقاضای برق و یک عامل دیگر، پیش‌بینی کرده ایم: نسبت کسری انرژی‌های تجدیدپذیر مختلف که در طرح‌های ملی مطرح شده‌اند. به علاوه باید به نتایج Ahn در مرجع ۲۱ نیز اشاره کرد که بر پایه‌ی روش شناسی بهینه سازی هزینه ای قرار دارند. وی در سال ۲۰۳۰ حجم تولید برق با کمک PV و باد را به ترتیب با مقادیر gwh ۳۸۹۵۸و gwh ۴۳۴۰۸ پیش‌بینی کرده است. نتایج نیز حتی بزرگتر می‌باشند. دلیل اول برای وجود این اختلاف بدین شرح است که پیشبینی تقاضای برق توسط Ahn(یعنی ۷۶۱۵۴۶ گیگاوات ساعت در ۲۰۳۰) نسبت به پیش‌بینی تقاضای ما، خیلی رقم بزرگتری است (یعنی ۵۶۰۶۴۶ گیگاوات ساعت در ۲۰۳۰). دومین دلیل به خاطر این اختلاف، تفاوت در نسبت کسری برآورد شده‌ی استفاده از منابع تجدیدپذیر مختلف در طرح‌های ملی می‌باشد [۱۵]. در این مقاله یک مدل مفومی جدید برای تحلیل درازمدت بازارهای برق لیبرال، ارائه شده است. در این مدل, پژوهشگران سعی کرده‌اند که فاکتورهای اصلی اثرگذار بر روی توسعه‌ی درازمدت سیستم تولید توان و انرژی برق را بررسی کنند. در بازارهای قانون‌زدایی شده یا لیبرالیزه، تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌ای دیگر مبتنی بر برنامه‌ریزی‌های متمرکز و دولتی نمی‌باشند. فقدان پیش نگرشی و دور اندیشی کامل سرمایه‌گذاران در کنار تاخیرها در ساخت نیروگاه‌های جدید، می‌توانند باعث شوند که ظرفیت تولید، دچار نوسان گردد. با بررسی دینامیکی و پویای سرمایه‌گذاری‌ها، ما می‌توانیم به این اثرات در مدل خود توجه داشته باشیم. قیمت برق بر روی سرمایه‌گذاری نسبت به فنآوری‌های مختلف، تاثیرگذار است. در مدل مفهومی دو حلقه وجود دارند، حلقه‌ی اول بیان می‌کند که وقتی ظرفیت تولی برق افزایش پیدا می‌کند، قیمت کاهش پیدا می‌کند و بنابراین احتمال تصمیم‌گیری برای توسعه‌ی نیروگاه‌های تولید انرژی برق از روی منابع تجدیدپذیر، کاهش پیدا می‌کند. بنابراین این حلقه، بازدارنده می‌باشد. حلقه‌ی دوم ناشی از ارتباط بین ظرفیت مورد استفاده‌ی فعلی و هزینه‌های سرمایه‌گذاری است. شدت این رابطه برای فنآوری‌های مختلف، متفاوت است. برای فنآوری‌های تجدیدپذیر، فرض می‌شود که قبل از هر چیز از بهترین امکانات برای توسعه‌ی طرح‌ها استفاده می‌شود. بنابراین هزینه‌ی سرمایه‌گذاری تابعی از منابع باقی مانده است که چنین چیزی به طور مستقیم با ظرفیت مورد استفاده، ارتباط دارند. با تغییر دادن متغیرهای مختلف و در نظر گرفتن نروژ به عنوان مطالعه‌ی موردی، ۴ فناوری جدید در بحث تولید برق در نظر گرفته شده‌اند که برای این کشور اهمیت بیشتری دارند : آبی، بادی، گازی، گازی با کاهش CO2 بعد از شبیه سازی نوسانات قیمت در بازه‌ی زمانی ۳۰ ساله نشان داده شده‌اند. سناریوی مرجع و اصلی بدین شرح است که نهادهای دولتی یک رویکرد مثبت را اتخاذ می‌کنند و به بازار اجازه می‌دهند که خودش در خصوص زمان بندی و نوع فنآوری مورد نظر، تصمیم‌گیری کند. در سناریوی دوم، فرض می‌شود که دولت مالیات بر CO2 را لحاظ می‌کند. در این سناریو بعد از افزایش مالیات، قیمت‌ها بلافاصله افزایش پیدا می‌کنند و سطوح نهایی قیمت نسبت به سناریوی مرجع بالاتر می‌باشند. روند تقاضا در هر دو سناریو مشابه می‌باشد، اما در سناریوی دوم، فنآوری مبتنی بر کاهش CO2 با سرعت بیشتری پذیرفته می‌شود[۱۶].

۳- پویایی های درآمد تخصیص درآمدهای نفتی به توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور

۳-۱- شمای مفهومی و کلی از زیر سیستم

به طور کلی مدل ارائه شده شامل پنج بخش اساسی مالی-اقتصادی در برق فسیلی، عرضه منابع فسیلی، تقاضای منابع فسیلی، برق تجدیدپذیر و زیر سیستم مالی- اقتصادی در برق تجدیدپذیر است. علاوه بر اثرگذاری مستقیم زیر سیستم مالی – اقتصادی در برق تجدیدپذیر بر روی این سه بخش اثرات مستقیمی بر سود آوری از طریق توسعه برقی بادی کشور می‌گذارد.



شکل ۴.شمای کلی از زیر سیستم

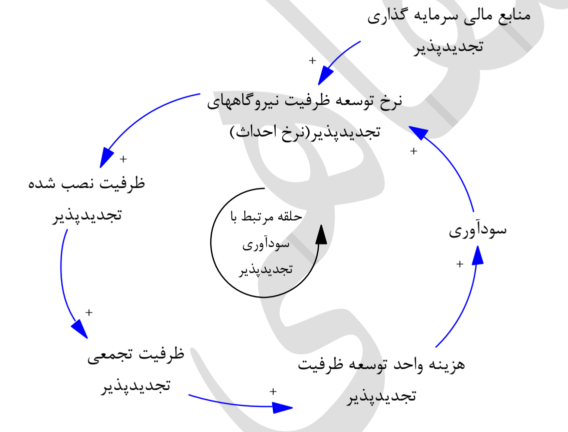
۳-۲- حلقه های علّت و معلولی

پس از بررسی زیرسیستم نوبت به تحلیل نحوه اثر متغیرهای اصلی سیستم از طریق ترسیم حلقه های علّت ومعلولی آنهاست. پس از بررسی تأثیرمتغیرها، بر یکدیگرحلقه‌های اصلی شناسایی شدکه عبارتند از:

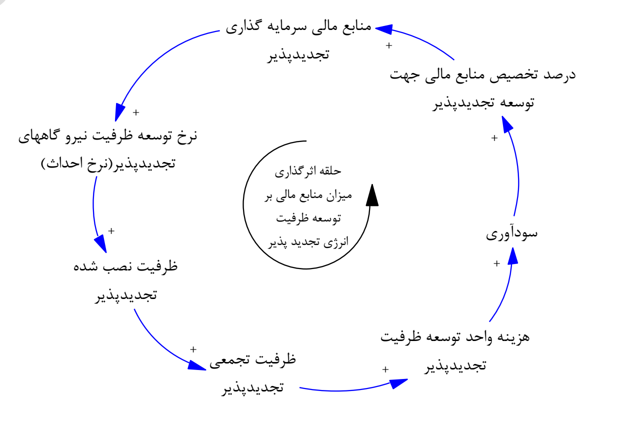
۱- حلقه مرتبط با سودآوری تجدیدپذیر
۲- حلقه اثرگذاری میزان منابع مالی بر توسعه ظرفیت انرژی تجدیدپذیر
۳- حلقه اثر گذاری درآمد بر نرخ توسعه ظرفیت تجدیدپذیر
۴- حلقه اثرگذاری درآمد حاصل از صادرات و فروش داخلی و خارجی گاز طبیعی و گازوئل
۵- حلقه اثر گذاری خوراک برق تجدیدپذیر بر توسعه ظرفیت تجدیدپذیر
۶- حلقه اثر گذاری افزایش تعرفه خوراک نیروگاه‌ها بر افزایش ظرفیت تولید تجدیدپذیر

حلقه شماره۱(شکل۵)، بیانگر سودآوری حاصل از تولید برق تجدیدپذیر (بادی) است. از آنجا که افزایش متغیر برونزای منابع مالی سرمایه‌گذاری تجدیدپذیر، منجر به افزایش نرخ توسعه ظرفیت نیروگاه‌های تجدیدپذیر (نرخ احداث) می‌شود و افزایش نرخ احداث، باعث افزایش ظرفیت نصب شده تجدیدپذیر و ظرفیت تجمعی تجدیدپذیر شده و همچنین باعث افزایش هزینه واحد توسعه ظرفیت تجدیدپذیر می‌شود که این خود منجر به افزایش سودآوری حاصل از برق تجدیدپذیر در کشور خواهد شد. این حلقه یک حلقه فزاینده می‌باشد.

حلقه شماره ۲ (شکل۶)، بیانگر منابع مالی جهت توسعه ظرفیت برق تجدیدپذیر است. با افزایش منابع مالی سرمایه‌گذاری تجدیدپذیر، نرخ توسعه ظرفیت نیروگاه‌های تجدید پذیر(نرخ احداث) افزایش یافته و همچنین افزایش نرخ احداث باعث افزایش ظرفیت نصب شده تجدید پذیر و ظرفیت تجمعی تجدیدپذیر شده و همچنین این متغیرها باعث افزایش هزینه واحد در توسعه ظرفیت تجدیدپذیر می‌شوند که در نتیجه این باعث افزایش سودآوری حاصل از تولید برق تجدیدپذیر در کشور خواهد شد و این سودآوری خود منجر به افزایش در درصد تخصیص منابع مالی جهت توسعه تجدیدپذیر می‌شود. این حلقه یک حلقه فزاینده است.



شکل۵. حلقه مرتبط با سودآوری تجدیدپذیر

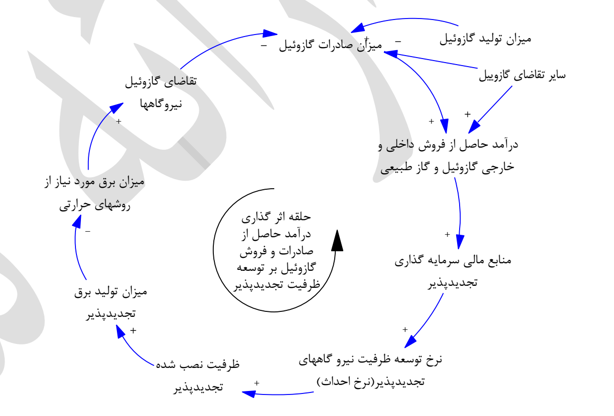


شکل۶. حلقه اثرگذاری میزان منابع مالی بر توسعه ظرفیت انرژی تجدیدپذیر

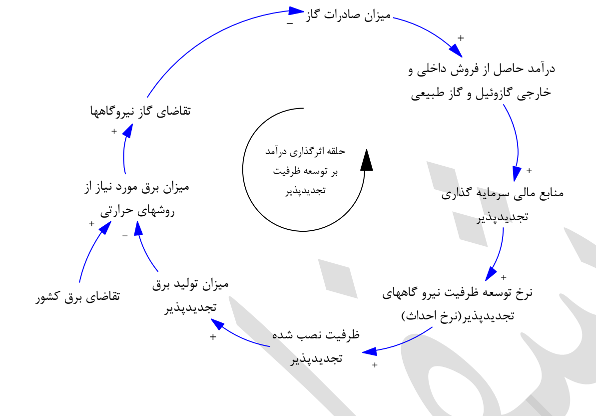
حلقه شماره ۳(شکل۷)، بیانگر اثرگذاری درآمد بر توسعه ظرفیت برق تجدید پذیر است. با افزایش تقاضای برق در کشور، تولید در برق به روش حرارتی افزایش می‌یابد و از طرفی افزایش در میزان تولید برق تجدیدپذیر باعث کاهش برق مورد نیاز از روش‌های حرارتی شده و همچنین میزان برق مورد نیاز از روشهای حرارتی منجر به افزایش تقاضای گاز طبیعی در نیروگاه‌های برق فسیلی می‌شود و افزایش میزان صادرات گاز طبیعی به خارج از کشور، افزایش درآمد کشور را در پی خواهد و از سویی این افزایش درآمد باعث افزایش منابع مالی سرمایه‌گذاری تجدیدپذیر خواهد شد. افزایش سرمایه‌گذاری منجر به افزایش ظرفیت نیروگاه‌های برق تجدیدپذیر (نرخ احداث) خواهد شد، همچنین افزایش نرخ احداث منجر به

افزایش ظرفیت نصب شده تجدیدپذیر شده و این باعث افزایش میزان تولید برق تجدیدپذیر می‌شود و این خود یک حلقه فزاینده است.

حلقه شماره ۴(شکل۸)، بیانگر تاثیر صادرات و فروش داخلی و خارجی بر درآمد کشور و توسعه ظرفیت تجدیدپذیر است. با افزایش متغیر تولید برق بادی تجدیدپذیر باعث کاهش تقاضا برق حرارتی فسیلی می‌شود و این کاهش تقاضای برق حرارتی منجر به افزایش میزان تقاضای گازوئل نیروگاه‌ها وسایر تقاضای گازوئل شده درنتیجه افزایش تقاضا گازوئل باعث افزایش درآمد حاصل از فروش داخلی می‌شود و افزایش متغیر برون‌زای تولید گازوئیل منجر به کاهش صادرات گازوئیل شده و این خود منجر به افزایش درآمد کشور خواهد شد و از سویی با افزایش درآمد، سرمایه گذاری در قسمت برق بادی تجدیدپذیر افزایش می‌یابد و افزایش در سرمایه‌گذاری منجر به افزایش توسعه نیروگاه‌های تجدیدپذیر شده و همچنین منجر به افزایش ظرفیت نصب شده تجدیدپذیر می‌شود که این خود یک حلقه کاهنده است.



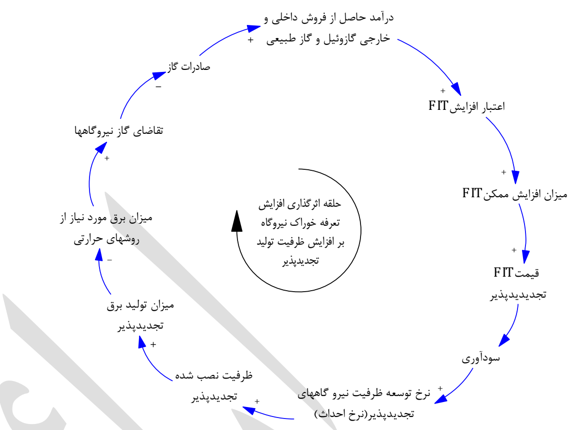
شکل۸. حلقه اثرگذاری درآمد حاصل از صادرات و فروش داخلی و خارجی گاز طبیعی و گازوئیل



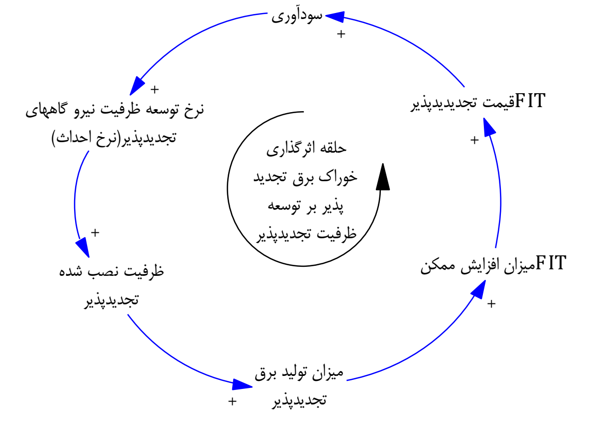
شکل ۷. حلقه اثر گذاری درآمد بر نرخ توسعه ظرفیت تجدیدپذیر

حلقه شماره ۵(شکل۹)، بیانگر تعرفه خوراک برق تجدیدپذیربر توسعه ظرفیت تجدیدپذیر است. افزایش متغیر سودآوری باعث افزایش میزان توسعه ظرفیت نیروگاه‌های تجدیدپذیر (نرخ احداث) شده و این افزایش احداث منجر به افزایش متغیر ظرفیت نصب شده تجدیدپذیر می‌شود که این خود باعث افزایش میزان تولید برق تجدیدپذیر شده و افزایش تولید برق تجدیدپذیر منجر به افزایش فیت ممکن از سوی دولت می‌شود و افزایش فیت ممکن باعث افزایش قیمت در تعرفه خوراک (فیت) شده و افزایش قیمت فیت برای تجدیدپذیر باعث سودآوری بیشتری می‌شود. و این یک حلقه فزاینده است.

حلقه۶ (شکل۱۰)، این حلقه بیانگر اثرگذاری افزایش تعرفه خوراک نیروگاه بر افزایش ظرفیت تولید تجدیدپذیر است. افزایش درآمد حاصل از فروش گاز و گازوییل منجر به افزایش فیت شده و این فزایش باعث می‌شود که متغییر افزایش ممکن فیت افزایش یابد و این افزایش قیمت فیت باعث سودآوری بیشتر و همچنین این افزایش سودآوری باعث افزایش توسعه ظرفیت نیروگاه‌های تجدیدپذیر (نرخ احداث) شده و با افزایش نرخ احداث، ظرفیت نصب شده هم افزایش می‌یابد و همین‌طور این روند منجر به افزایش تولید برق تجدیدپذیر می‌شود و این افزایش باعث کاهش تولید برق از روش حرارتی شده و این کاهش منجر به افزایش تقاضای گاز طبیعی از سوی نیروگاه‌ها می‌شود و این افزایش تقاضای نیروگاه‌ها منجر به کاهش صادرات گاز طبیعی شده و از سویی افزایش صادرات گاز باعث افزایش درآمد می‌شود واین یک حلقه فزاینده است.



شکل۱۰. حلقه اثر گذاری افزایش تعرفه خوراک نیروگاه‌ها بر افزایش ظرفیت تولید تجدیدپذیر



شکل۹. حلقه اثر گذاری خوراک برق تجدیدپذیر بر توسعه ظرفیت تجدیدپذیر

۳-۳- نمودار جریان انباشت

بر اساس نمودار علی معلولی کلی، نمودار جریان انباشت ایجاد شده است. نوع متغیرهای این مدل از انباشت ، نرخ و کمکی تشکیل شده است. در مدل جریان انباشت، متغیرهای انباشت سرمایه توسعه برق تجدیدپذیر، ظرفیت نصب شده برق تجدیدپذیر دولتی، ظرفیت نصب شده برق تجدیدپذیر خصوصی و ظرفیت مستهلک شده برق تجدیدپذیر به عنوان متغیر انباشت هستند و متغیر های نرخ تخصیص سرمایهfit، نرخ fit، نرخ تخصیص بودجه برای توسعه تجدیدپذیر، نرخ ساخت ظرفیت برق تجدیدپذیر دولتی، نرخ استهلاک ظرفیت نصب شده برق تجدیدپذیر خصوصی، نرخ ساخت ظرفیت برق تجدیدپذیرخصوصی، بعنوان نرخ تعیین شده اند و سایر متغیر ها بعنوان متغیر کمکی می باشند.**نمودار جریان انباشت بر طبق مدل علی و معلولی کشیده شده و در شکل ۱۱ نشادن داده شده است.**

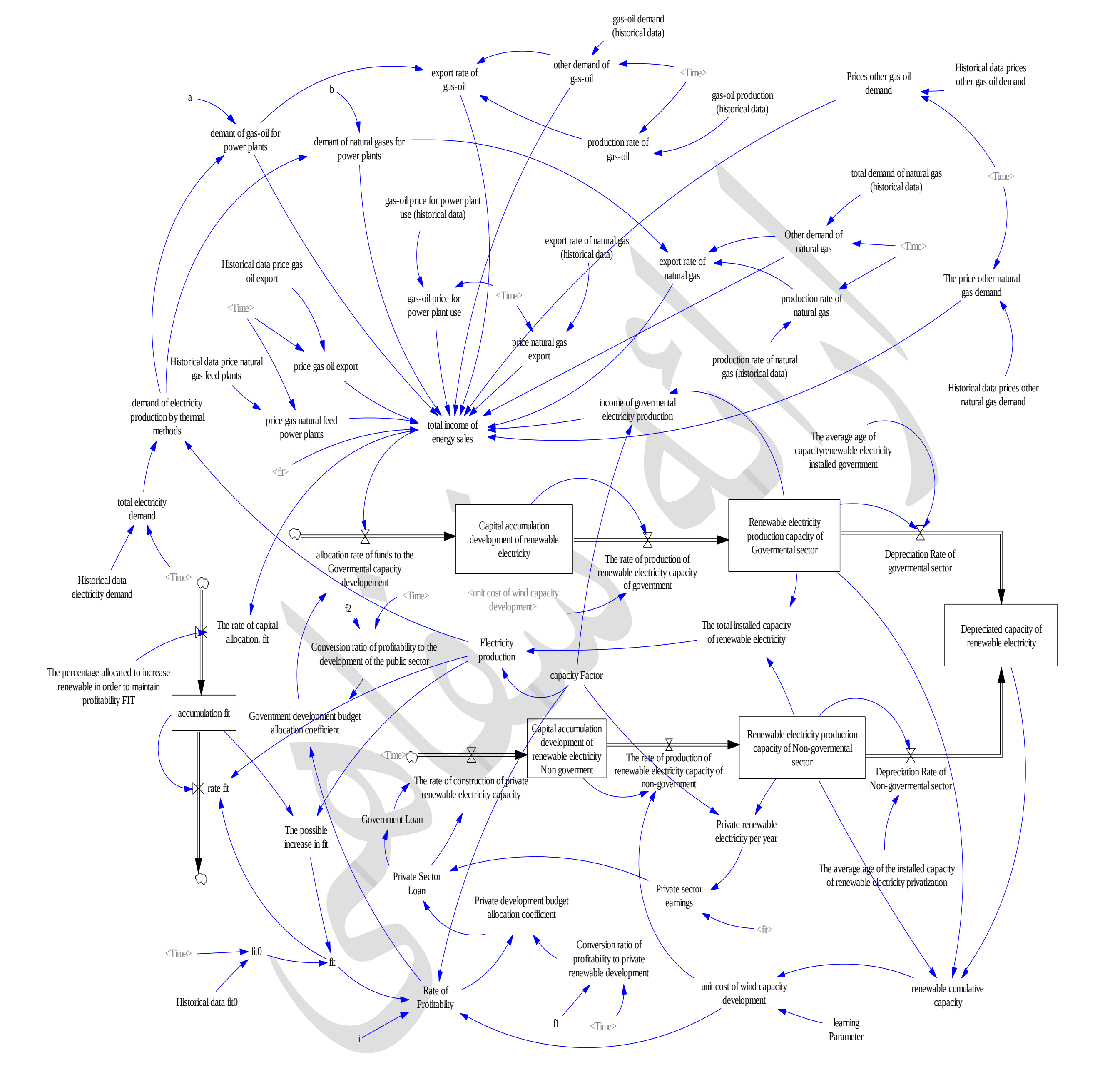
۴- فرمول‌ها و روابط ریاضی

متغیر ها بر اساس تصمیم‌های اتخاذ شده یا اثرات و نوع ارتباطی که باهمدیگر می توانند داشته باشند فرمول نویسی شده که منتخبی از معادلات اصلی در جدول زیر آورده شده است.

demand of electricity production by thermal methods =max(0,total electricity demand-Electricity production) (۱)

total income of energy sales=income of govermental electricity production*fit+ (۲)
demant of natural gases for power plants*price gas natural feed power plants+
lemant of gas-oil for power plants"*"gas-oil price for power plant use"+
export rate of natural gas*price natural gas export+
"export rate of gas-oil"*price gas oil export+Other demand of natural gas*The price other natural gas demand+Prices other gas oil demand*"other demand of gas-oil

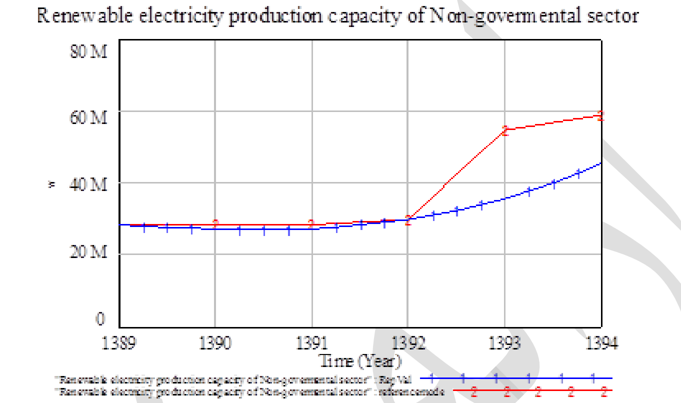
ارائه شفاهی



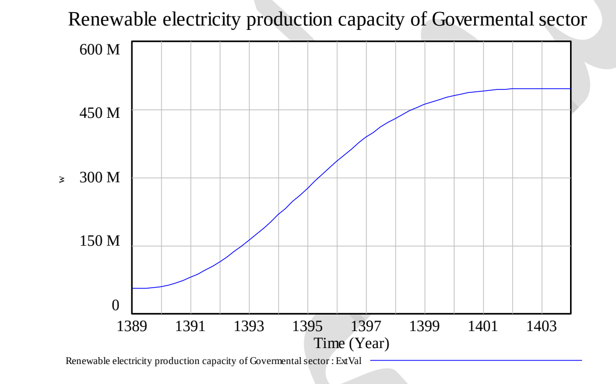
شکل۱۱. نمای کلی از نمودار انباشت جریان

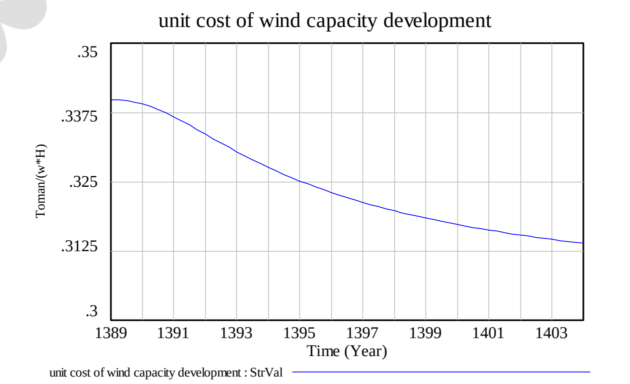
۵-نتایج اعتبار سنجی

همچنین نتایج حاصل از اعتبارسنجی مدل برای بازه۱۳۸۹تا ۱۴۰۴ در رابطه با متغیرهای مرتبط با انرژی تجدیدپذیر برقی بادی به صورت شکلهای زیر می‌باشد.



شکل۱۲. نتایج حاصل از آزمون بازسازی رفتار مرجع با استفاده از تحلیل رفتار متغیر ظرفیت برق تجدید پذیر خصوصی





شکل ۱۳. نتایج حاصل از رفتار متغیر هزینه واحد توسعه ظرفیت برق تجدید پذیر

شکل ۱۴. نتایج حاصل از تحلیل متغیر ظرفیت برق تجدید پذیر خصوصی

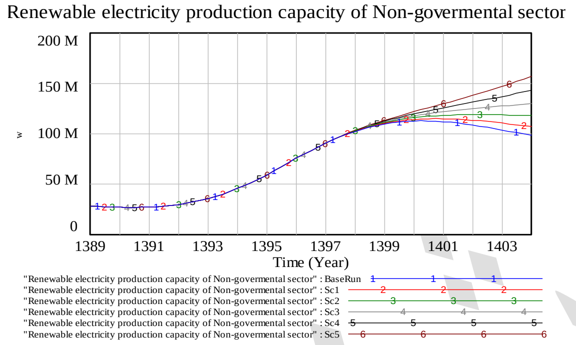
۵-۱-نتایج حاصل از سناریو سازی

این متغیر نشان می‌دهد بخشی از درآمد حاصل از فروش برق تجدید پذیر و سوخت های فسیلی به صورت مستقیم به افزایش انباشت سرمایه ای اختصاص یابد که به واسطه آن و در حمایت از تولید انرژی تجدید پذیر، نرخ Fit افزایش یابد. بر این اساس شش سناریوی زیر بر روی مدل مورد آزمایش قرار گرفته است.

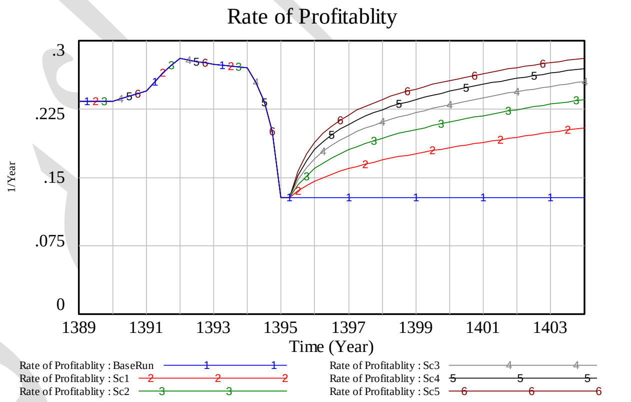
- حالت پایه(جاری) : مقدار متغیر تخصیص درآمد به افزایش Fit برابر صفر باشد
- سناریوی ۲: مقدار متغیر تخصیص درآمد به افزایش Fit برابر ۰/۰۰۱ باشد
- سناریوی ۳: مقدار متغیر تخصیص درآمد به افزایش Fit برابر ۰/۰۰۲ باشد
- سناریوی ۴: مقدار متغیر تخصیص درآمد به افزایش Fit برابر ۰/۰۰۳ باشد

- سناریوی۵: مقدار متغیر تخصیص درآمد به افزایش Fit برابر ۰/۰۰۴ باشد
- سناریوی ۶: مقدار متغیر تخصیص درآمد به افزایش Fit برابر ۰/۰۰۵ باشد

نتایج حاصل از این سناریو بر روی متغیرهای به صورت زیر حاصل شده است. در شکل زیر اثر این سه سناریو منجر به افزایش ظرفیت برق تجدید پذیر خصوصی شده است. در سناریوی سوم که تنها ۰,۰۰۲ از درآمد کل به بهبود تعرفه اختصاص یافته است منجر به رشد فزاینده ظرفیت برق تولیدی شده است. همانطور که در شکل زیر مشاهده میشود سودآوری بخش خصوصی در تولید برق تجدید پذیر با این سناریوها تا حد خوبی افزایش یافته است.



شکل۱۵. نتایج حاصل از تحلیل سناریو بر روی متغیر ظرفیت تولید برق تجدیدپذیر خصوصی



شکل۱۶. نتایج حاصل از تحلیل سناریو بر روی متغیر سودآوری حاصل از تولید برق تجدیدپذیر

نتایج عددی حاصل از سناریوهای فوق در جدول شماره۲ خلاصه شده است.

جدول۲. نتایج حاصل از سناریو

	حالت پایه	سناریو ۲	سناریو ۳	سناریو ۴	سناریو ۵	سناریو ۶
ظرفیت تولید	66/3	80/7	99/1	119.4	141.2	164.4
سودآوری	0	59.7	84.1	99.5	110.6	119.4
نرخ تولید برق تجدیدپذیر	76.7	91.9	102.5	111.4	119.5	127.2

۶-بحث و بررسی

در این تحقیق به منظور مدلسازی سیستمی ساختار توسعه انرژی تجدید پذیر از پویایی شناسی سیستم ها استفاده شده است. بدین منظور پس از آگاهی کامل از ویژگی های مسئله مدنظر، ابتدا مهمترین زیرسیستم های درگیر در مسئله شناسایی شده اند. زیرسیستمهای مالی – اقتصادی در برق فسیلی، عرضه منابع فسیلی، تقاضای منابع فسیلی، مالی-اقتصادی در برق تجدیدپذیر و عرضه برق تجدیدپذیر از جمله زیرسیستمهایی هستند که مرز مدل آنها را در بر گرفته است.

پس از ارائه نمودار زیرسیستم ها، به ارائه نمودار علی و معلولی پرداخته شده است. در نمودار علی معلولی بازخوردهای حلقه مرتبط با سودآوری برق تولید شده از روش بادی تجدیدپذیر، اثرگذاری میزان منابع مالی بر توسعه ظرفیت انرژی تجدیدپذیر، اثر گذاری درآمد بر نرخ توسعه ظرفیت تجدیدپذیر، اثرگذاری درآمد حاصل از صادرات و فروش داخلی و خارجی گاز طبیعی و گازوئیل اثر گذاری خوراک برق تجدیدپذیر بر توسعه ظرفیت تجدیدپذیر از و در نهایت حلقه اثر گذاری افزایش تعرفه خوراک نیروگاهها بر افزایش ظرفیت تولید تجدیدپذیر از جمله بازخوردهای هستند که سازوکار آنها در مدل نشان داده شده است.

پس از بررسی بازخوردهای موجود، به ارائه نمودار جریان انباشت پرداخته شده است. در نمودار جریان انباشت متغیرهای انباشت سرمایه توسعه برق تجدیدپذیر، ظرفیت نصب شده برق تجدیدپذیر دولتی، ظرفیت نصب شده برق تجدیدپذیر خصوصی و ظرفیت مستهلک شده برق تجدیدپذیر به صورت انباشت در نظر گرفته شده اند و مدل از سال ۱۳۸۹ با گامهای زمانی ۰/۲۵ شبیه سازی شده است. پس از شبیه سازی مدل می‌بایست اعتبار مدل مورد تایید قرار گیرد. بنابراین در ادامه کار به اعتبارسنجی مدل پرداخته شده است و نتایج این آزمون، اعتبار مدل را تایید می‌کند. در این تحقیق از ابزار پویایی شناسی سیستم ها برای مدلسازی ظرفیت تولید برق تجدیدپذیر خصوصی و دولتی استفاده شده است که در کشور، تحقیقی با این موضوع انجام نشده است و همینطور مدل ارائه شده در این تحقیق درآمد حاصل از تولید و صادرات مشتقات نفتی را نیز در کنار بخش تجدید پذیر در نظر گرفته است.

در ادامه کار و پس از تایید اعتبار مدل، سناریوهای به صورت زیر بر روی مدل مورد ارزیابی قرار گرفت.

- سناریوی ۱: مقدار متغیر تخصیص درآمد به افزایش Fit برابر صفر باشد
- سناریوی ۲: مقدار متغیر تخصیص درآمد به افزایش Fit برابر ۰/۰۰۱ باشد
- سناریوی ۲: مقدار متغیر تخصیص درآمد به افزایش Fit برابر ۰/۰۰۲ باشد
- سناریوی ۴: مقدار متغیر تخصیص درآمد به افزایش Fit برابر ۰/۰۰۳ باشد
- سناریوی۵: مقدار متغیر تخصیص درآمد به افزایش Fit برابر ۰/۰۰۴ باشد
- سناریوی ۶: مقدار متغیر تخصیص درآمد به افزایش Fit برابر ۰/۰۰۵ باشد

نتایج حاصل از شش سناریو بر روی مدل نشان داد این تصمیم به توسعه و تولید برق تجدید پذیر هم در بخش خصوصی و هم در بخش دولتی منجر خواهد شد. همچنین سودآوری تولید برق تجدید پذیر نیز تا حد خوبی افزایش یافته است. در این پژوهش ابتدا برای با بکار گرفتن سیاست fitاز جانب دولت و تشویق سرمایگذاران برای راه اندازی صنعت برقی بادی، و بعد از به دست آوردن سود به تشویق آورده سرمایه از جانب سرمایه‌گذار و همچنین دادن وام دولتی از جانب دولت به سرمایه گذاران مدل ساز ی شده است.

در این پژوهش برای کسب درآمد ملی بیشتر وصرفه جویی از مصارف داخلی کشور از مشتقات نفتی، با در نظر گرفتن سیاست fit ازجانب دولت ،برق بادی را مدل سازی کرده تا در آینده سرمایگذاران تشویق به تولید و راه اندازی برق بادی جای برق فسیلی شوند.

۷- جمع بندی

در ایران، وابستگی شدید دولت و اقتصاد به درآمدهای حاصل از صادرات نفت اهمیت بسیاری را برای سایر حامل های آن نسبت به انرژی در توسعه اقتصادی به همراه داشته است. لذا در این تحقیق به بررسی سیستمی عوامل مؤثر بر میزان تولید انری برقی بادی بجای برق فسیلی در ایران پرداخته شد. در این تحقیق سازوکار و حلقه های موجودی در مدلسازی نحوه سرمایه گذاری در توسعه صنعت برق تجدیدپذیر برقی بادی به جای برق فسیلی و توسعه بخش این صنعت به صورت دولتی و خصوصی و همینطور افزایش صادرات گاز و گازوئیل مدلسازی شد.
در ابتدا حلقه هایی که این سازوکار را نشان میدهد ایجاد شد سپس بر اساس مدل علی معلولی مدل جریان – انباشت ایجاد گردید. نتایج نشان داد در صورتی که دولت سهم تعرفه در توسعه زیرساختها را افزایش دهد در ابتدا منجر به توسعه بخش انرژی تجدیپذیرخصوصی و تشویق سرمایه گذاران آوردن آورده جهت سرمایه گذاری بیشتر گردد کدر بلند مدت به نفع کشور است و درآمد را افزایش میدهد. پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی مدل ارائه شده در این پژوهش که در آن از نفت و مشتقات نفتی استفاده می‌شود برای سایر انرژهای تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی، آبی، زمین گرمایی، زیست توده وامواج جزر و مد به کار گرفته شود.

۸-مراجع

[۱] بهروز، عارف، (۱۳۹۳)، بررسی وضعیت و سیاست‌های آمریکا، اتحادیه اروپا و کشورهای منطقه در انرژی های تجدیدپذیر و تعیین راهبردهایی برای ایران با تاکید بر مصارف دفاعی، سازمان توسعه منابع انرژی، طرح تحقیقاتی پژوهشی، بنیاد ملی نخبگان، تهران.
[۲] امامی مبیدی، علی، (۱۳۹۲)، اقتصاد انرژی،انتشارات علامه طباطبایی
[۳] نشریه سازمان انرژی های نو ایران، (۱۳۸۹)، نیروگاه بادی بینالود، اولین مزرعه بادی در ایران، سال ۴، شماره۱۶،www.suna.org.ir
[۴]ترازنامه انرژی، (۱۳۸۳)، معاونت امور انرژی، وزارت نیرو، www.tavanir.org.ir
[۵]عباس‌پور، مجید، (۱۳۸۶)، انرژی محیط زیست و توسعه پایدار، موسسه انتشاراتعلمی دانشگاه صنعتی شریف، چاپ اول
[۶]صادقی، مهدی، (۱۳۷۶)، توسعه نیروگاههای خورشیدی و نقش قیمت گذاری انرژی، سمینار کاربرد انرژیهای نو
[۷]صادقی، مهدی، (۱۳۷۶)، توسعه نیروگاههای خورشیدی و نقش قیمت گذاری انرژی، سمینار کاربرد انرژیهای نو
[۸]انتظاری، علیرضا، امیراحمدی، ابوالقاسم، عرفانی، عاطفه، برزویی، اکرم، (۱۳۹۱)، ارزیابی انرژی باد و امکان سنجی احداث نیروگاه بادی در سبزوار، مطالعات جغرافیا مناطق خشک، سال سوم، شماره۹ و۱۰، صفحات۴۶-۴۷
[۹]معصومه شجاعی، ساناز غازی، مهتاب بیرانوند، (۱۳۹۲)، انجام مطالعات اقتصادی و زیست محیطی نیروگاههای فسیلی و هسته ای و ارائه گزینه بهینه، فصلنامه علوم اقتصادی، سال هفتم ، شماره ۲۲
[۱۰]A global strategy for wind energy. (2002), World wind energy association website. From http//www.wwindea.org,
[۱۱]Vogstad, K., Botterud, A., Maribu, K. M., & Grenaa, S. (2002). The transition from a fossil fuelled towards a renewable power supply in a deregulated electricity market. In Proceedings System Dynamics Conference, Palermo, Italy

[۱۲]Hosseini, S. H., Ghaderi, S. F., & Shakouri, G. H. (2012). An investigation on the main influencing dynamics in renewable energy development: A systems approach. In Renewable Energy and Distributed Generation (ICREDG), 2012 Second Iranian Conference on (pp. 92-97). IEEE.

[۱۳]Hosseini, S. H., Ghaderi, S. F., & Shakouri, G. H. (2012). An investigation on the main influencing dynamics in renewable energy development: A systems approach. In Renewable Energy and Distributed Generation (ICREDG), 2012 Second Iranian Conference on (pp. 92-97). IEEE.

[۱۴] E. Alishahi, M. Parsa Moghaddam, M.K. Sheikh-El-Eslami, (2012). A system dynamics approach for investigating impacts of incentive mechanisms on wind power investment. Contents lists available at ScienceDirect, 14115-143, Tehran, Iran

[۱۵] Park, S. Y., Yun, B. Y., Yun, C. Y., Lee, D. H., & Choi, D. G. (2016). An analysis of the optimum renewable energy portfolio using the bottom–up model: Focusing on the electricity generation sector in South Korea. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 53, 319-329.

[۱۶]Botterud, A., Korpas, M., Vogstad, K., & Wangensteen, I. (2002). A dynamic simulation model for long-term analysis of the power market. 14th PSCC, Session, 12, 1-7.

A dynamic model to determine the way of oil revenue allocation in order to develop new energies in the country

Mahboobeh Alipour[1], Seyed Hossein Hosseini[2], Farshid Abdi[3]
[1] MSC, Industrial Engineering School, Islamic Azad University (South-Tehran Branch); mahboobeh_alipour82@yahoo.com
[2] PhD in Industrial Engineering, CEO of Model-Based Management Systems Institute (SAMAM); s.h.hosseini@samamsystem.com
[3] Facaulty member, Industrial Engineering School, Islamic Azad University (South-Tehran Branch); farshidabdi@azad.ac.ir

Abstract

Since the resources of fossil fuels are exhaustible and these energies are to a great extent pollutant of environment, it is required for sustainable development to decrease the share of these fuels in country energy basket and to substitute them with renewable energy consumption.
The relative value of renewable power purchase cost by government to its finished price is an important variable brings about the cooperation of private sector in development and production of these kinds of energies in present study, the structure and ways of oil income allocation to the development production of renewable energy using dynamic system tools are investigated. after model simulation, present study validates suggested model using 3 methods of structural behavior reconstruction, after confirmation of model validity using 6 different scenarios, the result of model simulation has been analyzed . finally, 2scenarios have been considered. In first scenario, the results indicated that the allocation of 5 percent of oil income to FIT price increase will result in the increase of production capacity of private sector by 164 percent the result of second scenario showed that the increase in FIT price from 0.18 to 0.1 , 0.18 and 0.3 from 1395 to 1404 will result in changing renewable power production capacity to 3.0, 3.6 and 4.5 respectively.

Keywords: system dynamic,fossil fuels, renewable energy,wind power.