مدل‌سازی ساختاری-تفسیری چالش‌های تاثیرگذار بر فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر در ایران

■ **امیر قربانی**[1]
کارشناسی ارشد مدیریت تکنولوژی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
■ **کیارش فرتاش**
استادیار پژوهشکده مطالعات بنیادین علم و فناوری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
■ **محمدصادق خیاطیان یزدی**[2]
استادیار پژوهشکده مطالعات بنیادین علم و فناوری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۶/۱ و تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۶/۲۴
صفحات: ۲۶-۱۳

چکیده

سیاست‌گذاری با هدف توسعه فناوری، کارکرد اساسی دولت‌ها و فرآیند مداخله آنها به‌منظور دستیابی به نتایج و تحقق چشم‌اندازهای اقتصادی و اجتماعی است. مطالعات سیاست‌گذاری به دنبال توصیف و تبیین سیاست‌گذاری دولت‌ها و نحوه اثرگذاری و ایجاد تغییر در آن است. حوزه انرژی از جمله انرژی‌های تجدیدپذیر و همچنین توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر نیز به‌عنوان یکی از مهم‌ترین حوزه‌های مسائل عمومی، همواره متاثر از مداخلات مستقیم و غیرمستقیم دولت است. در این راستا، هدف این مقاله بررسی چالش‌های تاثیرگذار بر فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر در ایران است که به این منظور از روش مدل‌سازی ساختاری-تفسیری استفاده شده است تا روابط متقابل میان این چالش‌ها بیان شود. علاوه براین، از تحلیل MICMAC نیز برای تشخیص قدرت نفوذ و وابستگی هر یک از چالش‌ها استفاده شده است. پس از تحلیل داده‌ها، چالش‌های تاثیرگذار بر فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر در ۵ سطح مختلف طبقه‌بندی شدند و با توجه به روابط متقابل بین آنها به‌صورت مدل ساختاری-تفسیری ارائه شد. همچنین پس از تحلیل MICMAC متغیرها در سه گروه متغیرهای وابسته، مستقل و خودمختار قرار گرفتند و هیچ متغیری در گروه متغیرهای پیوندی قرار نگرفت. یافته‌ها نشان داد که «پشتیبانی از نوآوران موفق»، «ظرفیت جذب سرمایه»، «هزینه‌های راه‌اندازی نامشخص» و «اثبات اثربخشی سیاست‌ها» از اساسی‌ترین چالش‌های تاثیرگذار بر فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر در ایران است.

واژگان کلیدی: توسعه فناوری، سیاست‌گذاری، انرژی‌های تجدیدپذیر، مدل‌سازی ساختاری-تفسیری.

شماره نمابر: ۰۲۱-۲۲۴۳۱۷۱۷ و آدرس پست الکترونیکی: K_fartash@sbu.ac.ir
عهده دار مکاتبات
۱ شماره نمابر: ۰۲۱-۲۲۴۳۱۷۱۷ و آدرس پست الکترونیکی: Amirghorbani1373@yahoo.com
۲ شماره نمابر: ۰۲۱-۲۲۴۳۱۷۱۷ و آدرس پست الکترونیکی: Khayyatian@yahoo.com

۱- مقدمه

مطالعات سیاست‌گذاری عمومی این امکان را می‌دهد که ضمن توصیف و تبیین سیاست‌های موجود، چگونگی تدوین سیاست‌ها و اجرای آنها مورد تحلیل واقع شود[۳] و با دریافت بازخوردهای مختلف و یادگیری از آنها از شکست‌های سیاستی جلوگیری شود و احتمال موفقیت سیاست‌های بعدی افزایش داده شود[۴]. حوزه انرژی از جمله انرژی‌های تجدیدپذیر و همچنین توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر نیز به عنوان یکی از مهم‌ترین حوزه‌های مسائل عمومی، همواره مداخلات سیاستی را تجربه کرده است. این حوزه، چه زمانی که به‌طور مستقیم مورد توجه سیاست‌گذاران واقع شده و چه پیش از آن، همواره متاثر از تصمیمات و مداخلات دولت‌ها بوده است[۱]. در این راستا، سیاست‌های کلی نظام در زمینه انرژی ابلاغی مقام معظم رهبری بر ایجاد تنوع در منابع انرژی کشور و افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر و همچنین تلاش برای کسب دانش فنی و فناوری‌های تجدیدپذیر تاکید می‌کند. علاوه بر این، یکی از اهداف ایران در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر احداث ۵۰۰۰ مگاوات نیروگاه تجدیدپذیر در طول برنامه پنجم توسعه بود که این امر محقق نشد و در برنامه ششم توسعه دوباره این هدف بدون تغییر تکرار شد که تاکنون ظرفیت نیروگاه‌های تجدیدپذیر کشور تنها ۸۹۹ مگاوات اعلام شده است[۱۱]. بنابراین همانگونه که آمار و شواهد نشان می‌دهد، انرژی‌های تجدیدپذیر و فناوری‌های مرتبط با آن علیرغم سیاست‌گذاری صورت پذیرفته در کشورمان و به‌منظور بومی‌سازی آنها به نحو شایسته‌ای مورد بهره‌برداری قرار نگرفته است[۶].

این موضوع اهمیت برنامه‌ریزی و تدوین سیاست‌های مناسب به‌منظور توسعه فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر را در ایران برجسته‌تر می‌کند. از این منظر مطالعه فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر در ایران و چالش‌های تاثیرگذار بر آن می‌تواند آگاهی سیاست‌گذاران، سیاست‌پژوهان و سایر ذینفعان را در این حوزه بهبود ببخشد و با ایجاد حلقه‌های بازخورد و یادگیری در سطوح مختلف سیاستی به توسعه فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر کمک کند[۱]. تاکنون پژوهش‌های متعددی درباره اهمیت سیاست‌گذاری در حوزه‌های مختلف انرژی همچون صنعت آب[۱۰]، صنعت نفت[۹] و انرژی‌های تجدیدپذیر[۴] صورت گرفته است؛ با این حال بررسی چالش‌های تاثیرگذار بر فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر در ایران کمتر مورد توجه بوده است.

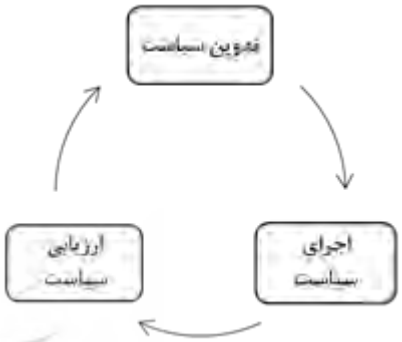
تجربه کشورهای مختلف نشان می‌دهد که چالش‌های موجود در فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر وابسته به شرایط و اقتضائات بومی هر کشور متفاوت است. علاوه بر این، هر یک از چالش‌های تاثیرگذار بر فرآیند توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر در کشورهای مختلف از اهمیت و اولویت متفاوتی برخوردار است[۶]. به‌عبارتی‌دیگر، تمامی این چالش‌ها هم‌سطح و هم‌سنج نیست؛ بلکه برخی نسبت به دیگری از اهمیت بیشتری برخوردار است. بنابراین اولویت‌بندی این چالش‌ها با توجه به شرایط هر کشور و درنظرگرفتن روابط میان چالش‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. هدف این مقاله ایجاد یک مدل سلسله مراتبی از چالش‌های تاثیرگذار بر فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر با استفاده از روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری است تا ابزاری را برای کمک به سیاست‌گذاران و مدیران به‌منظور شناخت چالش‌ها و اولویت آنها در اختیارشان قرار دهد. روش مدل‌سازی ساختاری-تفسیری با ایجاد ساختارهای سلسله مراتبی و اولویت‌دار با توجه به شرایط و اقتضائات بومی هر کشوری به سیاست‌گذاران و مدیران کمک می‌کند تا در برنامه‌ریزی‌های جاری و آتی خود برای دستیابی به توسعه فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر براساس اولویت‌ها و مسائل خاص هر کشور اقدامات لازم را انجام دهد[۱۳].

با توجه به مسائل ذکر شده، در ادامه مقاله، نخست به بررسی پیشینه تحقیق پرداخته می‌شود و با مرور پژوهش‌های صورت پذیرفته در حوزه سیاست‌گذاری فناوری و نوآوری و همچنین سیاست‌گذاری عمومی و انرژی‌های تجدیدپذیر سعی شده است تا چالش‌های تاثیرگذار بر فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر احصاء شود و سپس با توجه به این موضوع که هر یک از چالش‌های استخراج شده در کشورهای مختلف از اهمیت و اولویت‌های متفاوتی برخوردار است، با به‌کارگیری روش مدل‌سازی ساختاری-تفسیری که ابزاری برای ایجاد ساختارهای سلسله‌مراتبی است نسبت به اولویت‌بندی چالش‌های تاثیرگذار بر فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر در ایران اقدام شده است. در بخش پایانی نیز با توجه به مدل ساختاری-تفسیری استخراج شده، پیشنهادهایی برای تصمیم‌گیران و سیاست‌گذاران ارائه شده است.

۲- پیشینه تحقیق

در چند دهه اخیر، تغییرات چشمگیری در محیط فعالیت‌های سازمان صورت گرفته است. جوامع به موضوعاتی همچون بهداشت، فناوری، حقوق زنان و انرژی‌های تجدیدپذیر بسیار توجه می‌کنند. این موارد مسائل عمومی نامیده می‌شود؛ زیرا بر

اکثر افراد و گروه‌ها تاثیر می‌گذارد و برای مقابله با آنها نهادهای دولتی مجبور هستند تا سیاست‌های عمومی را تنظیم و تصویب کنند[۵]. یکی از ساده‌ترین تعاریف سیاست عمومی را می‌توان به این صورت بیان کرد: «مجموعه اقداماتی که حکومت در مواجهه با یک مسئله عمومی برای انجام دادن یا ندادن آنها تصمیم می‌گیرد»[۱]. تعریف دیگری با اضافه نمودن نحوه تدوین و اجرای سیاست‌ها، سیاست‌گذاری عمومی را «مجموعه‌ای از تصمیمات با هم مرتبط که توسط یک نقش‌آفرین یا گروهی از نقش‌آفرینان سیاسی درباره یک هدف و نحوه دستیابی به آن اتخاذ می‌شود» می‌داند[۹].



شکل ۱: فرآیند سیاست‌گذاری[۱]

تاکنون رویکردهای مختلفی برای تبیین و درک فرآیند سیاست‌گذاری عمومی توسط پژوهشگران مختلف معرفی شده است که پرکاربردترین آنها رویکرد مرحله‌ای به فرآیند سیاست‌گذاری است. براساس این رویکرد می‌توان فرآیند سیاست‌گذاری را به مثابه مجموعه‌ای از فعالیت‌ها در قالب مراحل تدوین سیاست، اجرای سیاست و ارزیابی سیاست درنظرگرفت[۱]. رویکرد مرحله‌ای به فرآیند سیاست‌گذاری، این امکان را در اختیار پژوهشگران و سیاست‌گذاران می‌دهد تا با تقسیم فرآیند سیاست‌گذاری به مراحل مشخص به بررسی بهتر این فرآیندها و عوامل تاثیرگذار بر آنها بپردازند. در ادامه با مرور ادبیات به شناسایی چالش‌های تاثیرگذار بر فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر پرداخته خواهد شد.

۲-۱- تدوین سیاست

تدوین سیاست‌ها شامل اقداماتی است که طی آن با تحلیل فنی گزینه‌های پیش‌روی سیاست‌گذاران از یک‌سو و ارزیابی فضای سیاسی پیرامون مسئله از سوی دیگر و با به‌کارگیری ابزارهای سیاستی مناسب نسبت به تدوین سیاست اقدام می‌شود[۵].

۲-۱-۱- منابع بودجه‌ای

ترازنامه‌های ملی یا محلی یکی از محدودیت‌های متداول برای سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر است[۳۰]. از منظر تاکتیکی، محدودیت منابع بودجه‌ای سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر را از نظر کفایت بودجه و استمرار تخصیص بودجه دچار پیچیدگی می‌کند. همچنین از منظر راهبردی، محدویت منابع بودجه‌ای باعث فشار بر روی سیاست‌گذاران در تخصیص بودجه می‌شود. این امر موجب محدود شدن منابعی می‌شود که سیاست‌گذاران می‌توانند از آنها در برنامه‌ریزی‌ها استفاده کنند. این موضوع به نوبه خود می‌تواند مانع از تدوین یک سیاست مناسب شود[۲۴].

۲-۱-۲- تعریف مرز فناوری

برخلاف صنایعی همچون داروسازی یا نیمه‌هادی‌ها، نوآوری‌های فناورانه در بخش انرژی متنوع است و به راحتی نمی‌توان برای آن مرز مشخصی تعیین نمود. این ویژگی باعث پیچیدگی در فرآیند تدوین سیاست و حتی اجرا و ارزیابی سیاست‌ها می‌شود[۲۹]. برای مثال، نوآوری و اصلاح ژنتیکی در باکتری‌ها ممکن است موجب کاهش قیمت در سوخت‌های زیستی شود. همچنین پیشرفت در آزمایش لرزه‌ای برای گاز طبیعی می‌تواند هزینه‌های اکتشاف سیستم‌های زمین گرمایی را کاهش دهد[۲۲].

۲-۱-۳- پشتیبانی از نوآوران موفق

چرخه عمر طولانی فناوری‌های تجدیدپذیر از نوآوری تا تجاری‌سازی باعث می‌شود که شناسایی و پشتیبانی از سازمان‌ها را با دشواری همراه کند[۲۸]. نوآوری‌ها ممکن است از طریق طیف گسترده‌ای از سازمان‌های دولتی و خصوصی در یک فناوری خاص سر چشمه بگیرد. آزمایشگاه‌های دانشگاه‌ها ممکن است برای پیشبرد دانش بنیادی در مورد حساسیت مولکول‌های آلی مناسب باشد؛ درحالی‌که شرکت‌های تجاری به دنبال به‌کارگیری روش‌های تولیدی جدید برای افزایش مقاومت سلول‌های خورشیدی فتوولتائیک هستند[۲۵].

۲-۱-۴- توزیع مسئولیت‌ها

مسئولیت‌ها در سیاست‌گذاری فناوری‌های تجدیدپذیر معمولا پراکنده است. در سطح ملی، سیاست‌گذاری در موضوعات مرتبط با توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر معمولا میان وزارتخانه‌های مختلفی همچون انرژی، اقتصاد، امور مالی، محیط‌زیست، اراضی عمومی و... تقسیم شده است[۲۱]. هرچه نقش‌ها و مسئولیت‌ها شفاف‌تر و الزام‌آورتر شود، سیاست‌گذاری با دوام‌تر و عملی‌تر خواهد شد و هرچه نقش‌ها و مسئولیت‌ها غیرشفاف باشد، سیاست‌گذاری‌ها غیرعملی‌تر خواهد بود[۲۷].

۲-۱-۵- جابه‌جایی افراد

این اجماع نظر میان کارشناسان وجود دارد که ثبات سیاسی بلندمدت باعث اثربخشی در سیاست‌گذاری‌ها می‌شود. در دنیای واقعی، این موضوع اغلب دشوار است. سیاست‌گذاران بلندمرتبه که هدایت وزارتخانه‌ها را برعهده دارند، از سوی دولت‌ها منصوب می‌شوند و به ندرت بیش از ۵ سال در یک وزارتخانه خدمت می‌کنند[۲۴]. همچنین کارمندان نیز ممکن است که دارای دانش و مهارت‌هایی باشند که امکان جایگزینی آنها وجود نداشته باشد. بنابراین جابه‌جایی افراد ممکن است مانع از شکل‌گیری سیاست‌های پایدار به‌منظور توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر شود[۲۹].

۲-۱-۶- سیاست‌های کلان

سیاست‌های توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر معمولا به‌عنوان زیرمجموعه سایر اولویت‌های ملی برای مثال، توسعه اقتصادی، رقابت یا سیاست صنعتی قرار می‌گیرد. درحالی‌که سیاست‌گذاران معدودی اهمیت رقابت‌پذیری یا ایجاد نظام نوآوری را رد می‌کنند، هنوز همگی در مورد چگونگی پرداختن به چالش‌هایی همچون، بایستی روی چه صنایعی تمرکز شود؟ نوع و بزرگی صنعت باید چگونه باشد؟ مدت زمان پشتیبانی چقدر باشد؟ با سوالات زیادی مواجه هستند[۲۵]. برای بسیاری از کشورهایی که از ابزار پشتیبانی مبتنی بر خوشه‌ها استفاده می‌کنند، این سوالات ممکن است به این صورت باشد؛ آیا حمایت‌ها باید به سمت شرکت‌های نساجی یا به سمت شرکت‌های سوخت زیستی هدایت شود؟

۲-۱-۷- معیارهای انتخاب سیاست‌ها

در حوزه کنترل آلودگی هوا و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، انتخاب ابزارهای سیاستی به طیف گسترده‌ای از عوامل همچون مقرون به صرفه بودن، رعایت عدالت، توانایی پرداختن به عدم‌قطعیت‌ها و امکان‌سنجی سیاسی وابسته است[۱۸]. این موضوع درباره فناوری‌های تجدیدپذیر با ابهام بیشتری روبرو است که براساس چه معیارهایی بایستی ابزارهای سیاستی مناسب انتخاب شود[۱۹].

۲-۱-۸- قوانین تجارت و تعرفه‌های بین‌المللی

سیاست‌گذاران امیدوارند که از بازارهای داخلی به‌عنوان منبع تقاضا برای نوآوران داخلی محافظت کنند، رژیم‌های تجارت بین‌المللی می‌توانند این گزینه را محدود کنند[۲۳]. رهبران کشورهای عضو سازمان همکاری‌های اقتصادی آسیا–پاسفیک[3] در اعلامیه خود در سال ۲۰۱۱ مجددا بر پایبندی خود به سیاست‌های تجارت و نوآوری غیرتبعیض‌آمیز و آزاد تاکید کردند[۱۲].

۲-۲- اجرای سیاست

این مرحله را می‌توان فرایند اجرای برنامه‌ها یا سیاست‌ها تعریف کرد؛ مرحله‌ای که بیانگر چگونگی عملی شدن طرح‌ها است[۱].

۲-۲-۱- تاخیر در اجرای سیاست

عدم تطابق بین کارکردهای مختلف برنامه‌ریزی و بازارهای واقعی ممکن است باعث عقیم شدن تدوین و اجرای سیاست‌ها شود و ریسک فرآیندهای سیاست‌گذاری را افزایش دهد[۱۲]. برای مثال، ارزیابی بازار و زنجیره ارزش سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در سال ۲۰۰۸ که قیمت سیلیکون بسیار بالا بود، باعث شد که دولت ایالات متحده امریکا از تولیدکنندگان سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک غیرسیلیکونی حمایت کند؛ درصورتی‌که شوک‌های بین سال‌های ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۱ در زنجیره ارزش سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک باعث کاهش ۵۰ درصدی قیمت سیلیکون شد و تاثیر منفی بسیاری بر شرکت‌های امریکایی داشت. افراد ممکن است که بیش از ۳ تا ۵ سال بر روی اینگونه سیاست‌ها پافشاری کنند که نمونه بارزی از تاخیر در اجرای سیاست‌های مناسب است[۲۰].

۲-۲-۲- ظرفیت جذب سرمایه

اجرای موفق سیاست‌ها و اثربخشی آنها وابسته به دسترسی داشتن مناطق و کشورها به سرمایه‌های مالی، انسانی، نهادی و اجتماعی است. بسیاری از مناطقی که پتانسیل بالایی در توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر دارند قادر به جذب حداقل حمایت‌های سیاستی نیستند[۲۴]. این موضوع به پارادوکس نوآوری معروف است؛ یعنی تضاد آشکار بین نیاز نسبتا بیشتر به صرف هزینه برای نوآوری در مناطق حاشیه‌نشین و ظرفیت جذب نسبتا پایین آنها در جذب سرمایه‌های عمومی برای ارتقای نوآوری در مقایسه مناطق پیشرفته‌ها و شهرهای بزرگ[۲۷].

۲-۲-۳- هزینه‌های راه‌اندازی نامشخص

عواملی همچون هزینه‌های دستمزد و تخصص نیروی کار، هزینه‌های سرمایه‌گذاری، هزینه‌های عملیاتی، تعمیر و راه‌اندازی و مشوق‌ها بر هزینه ترازشده برق[4] از فناوری‌های تجدیدپذیر تاثیر می‌گذارد[۲۳]. تاثیرگذاری این عوامل در کشورهای مختلف متفاوت و تشخیص دقیق آنها اغلب دشوار است. این مسئله فرآیند سیاست‌گذاری و تحلیل هزینه-فایده که توسط شرکت‌ها

3 Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC)

4 Levelized Cost of Electricity (LCOE)

قبل از ورود به بازار انجام می‌دهند را پیچیده می‌کند. هزینه‌های راه‌اندازی می‌تواند باعث عدم اثربخشی سیاست‌ها شود[۲۱].

۲-۲-۴- نوسانات بازار ارز

قدرت صادرات و رقابت‌پذیری محصولاتی که در خارج از کشور فروخته می‌شود به قیمت ارز بستگی دارد. کشوری که فعالیت زیادی در زمینه تولید و صادرات دارد در معرض نوسانات ارزی قرار دارد[۲۵]. سیاست‌هایی که بر کاهش هزینه تولید فناوری‌های تجدیدپذیر برای صادرات متمرکز است، ممکن است بر اثر نوسانات بازار ارز تا حد زیادی آسیب‌پذیر باشد و باعث عدم اثربخشی سیاست‌ها شود[۱۹].

۲-۳- ارزیابی سیاست

پس از اجرای سیاست عمومی باید نتایج آن در عمل مورد ارزیابی قرار گیرد تا از این‌که اهداف مورد نظر محقق شده است، اطمینان حاصل شود[۵].

۲-۳-۱- کیفیت داده‌ها

بسیاری از پژوهشگران و سیاست‌گذاران به دشواری جمع‌آوری داده به‌منظور ارزیابی سیاست‌های توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر اشاره می‌کنند[۲۹]. چالش‌ها مرتبط با کیفیت داده بسیار زیاد است و بعید است که در کوتاه مدت بر آن غلبه شود. در مراحل اولیه توسعه فناوری، بودجه تحقیق و توسعه شرکت‌های خصوصی برای ارزیابی تاثیر سیاست‌ها اتخاذ شده مفید خواهد بود اما از آنجا که این داده‌ها ماهیت تجاری دارند، بعید است که شرکت‌ها آن را به‌صورت گسترده به اشتراک بگذارند[۶].

۲-۳-۲- تاخیر در ارزیابی سیاست‌ها

همانگونه که تاخیر بین تدوین سیاست‌ها و اجرای آنها می‌تواند باعث عقیم شدن سیاست‌ها شود، تاخیرهای مشابه میان اجرای سیاست‌ها و ارزیابی آنها نیز می‌تواند باعث عقیم شدن ارزیابی سیاست‌ها شود[۲۸]. تلاش مستمر برای جمع‌آوری داده‌ها در طی یک بازه زمانی ۵ تا ۱۰ سال می‌تواند زمان مناسبی برای ارزیابی اثربخشی سیاست‌ها باشد؛ اما جمع‌آوری مستمر داده‌ها می‌تواند برای دولت‌هایی که منابع محدود دارند چالش برانگیز باشد[۶].

۲-۳-۳- اثبات اثربخشی سیاست‌ها

حتی در مورد نمونه‌های بارز نوآوری‌های پدید آمده در کشوری که سیاست‌های توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر را به بهترین وجه عملی کرده است، اثبات قوی اینکه علت نوآوری پدید آمده مرتبط با یک سیاست یا چند سیاست است، بسیار دشوار است[۲۸].

جدول۱: چالش‌های تاثیرگذار بر فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر

ردیف	متغیرها	منابع													
		[۶]	[۱۲]	[۱۸]	[۱۹]	[۲۰]	[۲۱]	[۲۲]	[۲۳]	[۲۴]	[۲۵]	[۲۷]	[۲۸]	[۲۹]	[۳۰]
۱	منابع بودجه‌ای		*	*	*		*	*							*
۲	تعریف مرز فناوری		*						*	*		*		*	
۳	پشتیبانی از نوآوران موفق			*		*	*	*			*		*		
۴	توزیع مسئولیت‌ها	*	*		*				*	*		*			*
۵	جابه‌جایی افراد	*	*		*			*					*	*	
۶	سیاست‌های کلان		*				*		*		*		*		
۷	معیارهای انتخاب سیاست‌ها			*		*			*	*					
۸	قوانین تجارت و تعرفه‌های بین‌المللی	*			*			*	*				*		*
۹	تاخیر در اجرای سیاست‌ها	*	*			*				*	*		*	*	
۱۰	ظرفیت جذب سرمایه			*					*			*			*
۱۱	هزینه‌های راه‌اندازی نامشخص	*			*		*						*		*
۱۲	نوسانات بازار ارز	*	*	*							*				*
۱۳	کیفیت داده‌ها	*				*		*						*	
۱۴	تاخیر در ارزیابی سیاست‌ها	*	*	*					*	*		*			*
۱۵	اثبات اثربخشی سیاست‌ها		*		*		*			*			*		

۳- روش تحقیق

مدل‌سازی ساختاری-تفسیری[5] برای اولین بار توسط وارفیلد[6] در سال ۱۹۷۳ برای تجزیه و تحلیل سیستم‌های پیچیده اجتماعی-اقتصادی ارائه شد [۱۴]. این رویکرد بسیار متفاوت از رویکردهای مدل‌سازی سنتی است که از متغیرهای کمی استفاده می‌کند. مدل‌سازی ساختاری-تفسیری یک رویکرد مدل‌سازی را ارائه می‌دهد که اجازه می‌دهد تا فاکتورهای کیفی به عنوان بخشی از مدل در نظر گرفته شوند[۱۶]. این رویکرد یک فرآیند یادگیری تعاملی است که یک مجموعه عوامل گوناگون و مرتبط بهم را در یک مدل سازمان‌یافته جامع، ساختاردهی می‌کند و با استفاده از برخی مفاهیم اصولی تئوری گراف، الگوی پیچیده روابط مفهومی بین مجموعه‌ای از متغیرها را تشریح می‌نماید[۱۵].

این روش، روشی تفسیری است؛ بدین معنا که براساس قضاوت گروه‌ها تصمیم گرفته می‌شود که کدام متغیرها، چگونه با هم ارتباط داشته باشند و نیز روشی ساختاری است؛ چراکه یک ساختار کلی از یک مجموعه پیچیده از متغیرها را براساس ارتباطات، استخراج می‌کند و نیز یک تکنیک مدل‌سازی است؛ بدین معنا که روابط ویژه متغیرها و همچنین ساختار کلی را در یک مدل گرافیکی نمایش می‌دهد[۱۷]. این روش یک پایه ریاضی، یک پایه فلسفی و یک ساختار تحلیلی و مفهومی دارد و وسیله‌ای برای تبدیل سلسه مراتب ذهنی به الگوهای مشخص برای برنامه‌ریزی است. برخلاف پرسشنامه‌های متداول که پاسخ‌دهندگان در آن صرفا به موضوعات کلیدی امتیاز می‌دهند، در مدل‌سازی ساختاری-تفسیری از پاسخ‌دهندگان خواسته می‌شود که روابط و ارتباطات میان موضوعات کلیدی را نیز درنظربگیرند[۱۳]. در این روش هیچ معیار خاصی برای تعیین تعداد خبرگان وجود ندارد[۲۶] اما با توجه به منابع [۲و۷و۱۳و۱۶] تعداد ۱۳ نفر خبره انتخاب شده است که در جدول شماره ۲ نشان داده شده است.

جدول۲: لیست خبرگان

خبره	سمت سازمانی	سابقه
۱	هیات علمی دانشگاه صنعتی شریف	۲۱ سال
۲	کارشناس سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری برق	۲۰ سال
۳	هیات علمی دانشگاه شهید بهشتی	۱۷ سال
۴	مشاور مرکز توسعه فناوری انرژی خورشیدی	۱۴ سال
۵	کارشناس سیاست‌گذاری پژوهشگاه صنعت نفت	۱۱ سال
۶	مشاور سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری برق	۱۱ سال
۷	هیات علمی پژوهشگاه نیرو	۱۰ سال
۸	کارشناس ستاد توسعه زیست‌بوم نوآوری حوزه انرژی	۹ سال
۹	کارشناس مرکز همکاری‌های تحول و پیشرفت	۹ سال
۱۰	کارشناس سیاست‌گذاری معاونت علمی و فناوری	۸ سال
۱۱	کارشناس سازمان برنامه و بودجه کشور	۷ سال
۱۲	کارشناس شورای علوم، تحقیقات و فناوری (عتف)	۶ سال
۱۳	کارشناس انرژی تجدیدپذیر پژوهشگاه نیرو	۶ سال

در پژوهش حاضر، ابتدا چالش‌های تاثیرگذار بر فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر با مطالعه منابع داخلی و خارجی استخراج شده و سپس از طریق نظرخواهی از خبرگان (جدول شماره ۲) به تایید رسیده است و درصورت لزوم در عوامل براساس شرایط بومی و نظرات خبرگان اصلاح و جرح و تعدیل صورت پذیرفته است. سپس با خبرگانی که از آگاهی کافی درباره فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر در ایران برخوردار بودند، هماهنگی‌های لازم صورت پذیرفت و توضیحات لازم درباره روش مدل‌سازی ساختاری-تفسیری و فرآیند سیاست‌گذاری و چالش‌های آن داده شد و سه جلسه جمعی با حضور ۱۳ نفر از خبرگان و ذینفعان حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر در پاییز ۱۳۹۸ در معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری برگزار شد و خبرگان نسبت به تکمیل پرسشنامه اقدام کردند.

گام‌های روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری که پژوهش حاضر براساس آن صورت پذیرفته است، به شرح زیر است[۲۶ و ۳۰]:

۳-۱- ماتریس خود تعاملی ساختاری(SSIM)

ماتریس خود تعاملی ساختاری[7]، یک ماتریس به ابعاد متغیرها است که در سطر و ستون اول آن متغیرها به ترتیب ذکر می‌شود و براساس نظرات گروه خبرگان تشکیل می‌شود. آنگاه روابط دو به دوی متغیرها توسط نمادهایی مشخص می‌شود. هنگامی که عامل سطر (i) زمینه‌ساز رسیدن به عامل ستون (j) باشد، از نماد (V) استفاده می‌شود. اگر عامل ستون (j) زمینه‌ساز رسیدن به عامل سطر (i) باشد، از نماد (A) استفاده می‌گردد. اگر بین عامل سطر (i) و ستون (j) ارتباط دوطرفه وجود داشته باشد و هر دو عامل زمینه‌ساز رسیدن به همدیگر شوند، از نماد (X) استفاده می‌شود. درنهایت، هرگاه هیچ نوع ارتباطی بین دو عنصر وجود نداشته باشد، از نماد (O) استفاده می‌شود[۸].

5 Interpretive structural modelling (ISM)
6 Warfield
7 Structural Self-Interaction Matrix (SSIM)

۳-۲- ماتریس دستیابی اولیه(RM)

با تبدیل نمادهای روابط ماتریس خودتعاملی ساختاری به اعداد صفر و یک می‌توان به ماتریس دستیابی اولیه[8] رسید. قواعد آن به شرح زیر است[۱۵]:

اگر سلول (i;j) در ماتریس SSIM نماد (V) گرفته است، سلول (i;j) در ماتریس دستیابی اولیه عدد ۱ می‌گیرد و سلول قرینه آن یعنی (j;i) عدد صفر می‌گیرد.

اگر سلول (i;j) در ماتریس SSIM نماد (A) گرفته است، سلول (i;j) در ماتریس دستیابی اولیه عدد صفر می‌گیرد و سلول قرینه آن یعنی (j;i) عدد ۱ می‌گیرد.

اگر سلول (i;j) در ماتریس SSIM نماد (X) گرفته است، سلول (i;j) در ماتریس دستیابی اولیه عدد ۱ می‌گیرد و سلول قرینه آن نیز یعنی (j;i) عدد ۱ می‌گیرد.

اگر سلول (i;j) در ماتریس SSIM نماد (O) گرفته است، سلول (i;j) در ماتریس دستیابی اولیه عدد صفر می‌گیرد و سلول قرینه آن نیز یعنی (j;i) عدد صفر می‌گیرد.

۳-۳- ماتریس دستیابی نهایی(FRM)

پس از اینکه ماتریس اولیه دستیابی بدست آمد، باید سازگاری درونی آن برقرار شود[۷]. به‌عنوان نمونه اگر متغیر (i) منجر به متغیر (j) شود و متغیر (j) هم منجر به متغیر (k) شود، باید متغیر (i) نیز منجر به متغیر (k) شود و اگر در ماتریس دستیابی اولیه این حالت برقرار نبود، باید ماتریس اصلاح شده و روابطی که از قلم افتاده جایگزین شود. برای سازگار کردن ماتریس روش‌های مختلفی پیشنهاد شده است. در پژوهش حاضر از قاعده بولین برای تبدیل ماتریس دستیابی اولیه به ماتریس دستیابی نهایی[9] استفاده شده است[۸] که این امر به وسیله نرم افزار Mathworks Matlab R2019a صورت پذیرفته است.

۳-۴- سطح‌بندی متغیرها

برای تعیین روابط و سطح‌بندی عناصر باید مجموعه دستیابی[10] و مجموعه پیش‌نیاز[11] را برای هر متغیر تعیین کرد. مجموعه دستیابی شامل خود متغیر و متغیرهایی است که از آن تاثیر می‌پذیرد. مجموعه پیش‌نیاز نیز شامل خود متغیر و مجموعه متغیرهایی است که بر آن تاثیر می‌گذارد. این کار با استفاده از ماتریس دستیابی نهایی انجام می‌شود. پس از تعیین مجموعه دستیابی و مجموعه پیش‌نیاز برای هر متغیر مجموعه مشترک[12] در مجموعه دستیابی و پیش‌نیاز برای هر متغیر شناسایی می‌شود. پس از تعیین مجموعه‌های پیش‌نیاز و دستیابی و عناصر مشترک، نوبت به تعیین سطح متغیرها می‌رسد. در اولین جدول، متغیری دارای بالاترین سطح است که مجموعه دستیابی و عناصر مشترک آن کاملا یکسان است. پس از تعیین این متغیر یا متغیرها آنها را از جدول حذف کرده و با بقیه متغیرهای باقی مانده، جدول بعدی تشکیل می‌شود. در جدول دوم نیز همانند جدول اول متغیر سطح دوم مشخص شده و این کار تا تعیین سطح همه متغیرها ادامه می‌یابد[۱۴].

۳-۵- ترسیم مدل ساختاری-تفسیری

پس از تعیین روابط و سطح متغیرها می‌توان آنها را به شکل مدلی ترسیم کرد. به‌همین‌منظور ابتدا متغیرها برحسب سطح آنها، به ترتیب از بالا به پایین تنظیم می‌شود. از ماتریس سازگاری نهایی مرتب شده براساس سطوح، مدل ساختاری به وسیله گره‌ها و خطوط رسم می‌شود. اگر رابطه‌هایی از (i) به (j) وجود دارد، با پیکانی از (i) به (j) مشخص می‌شود[۳۱].

۳-۶- تجزیه و تحلیل MICMAC

هدف از تجزیه و تحلیل، تشخیص و تحلیل قدرت نفوذ[13] و وابستگی[14] متغیرهاست. در این تجزیه و تحلیل متغیرها برحسب قدرت نفوذ و وابستگی به چهار دسته تقسیم می‌شود[۱۷]:

متغیرهای خودمختار[15]: که دارای قدرت نفوذ و وابستگی ضعیف است؛ این عوامل نسبتا غیرمتصل به سیستم است و دارای ارتباطات کم و ضعیف با سیستم است؛

متغیرهای وابسته[16]: که دارای قدرت نفوذ کم، ولی وابستگی زیاد است؛

متغیرهای پیوندی[17]: که دارای قدرت نفوذ زیاد و وابستگی زیاد است. این عوامل غیرایستا است؛ زیرا هر نوع تغییر در آنها می‌تواند سیستم را تحت تاثیر قرار دهد و در نهایت بازخورد سیستم نیز می‌تواند این عوامل را دوباره تغییر دهد؛

متغیرهای مستقل[18]: که دارای قدرت نفوذ زیاد، ولی وابستگی ضعیف است.

8 Reachability Matrix (RM)
9 Final reachability matrix (FRM)
10 Reachability set
11 Antecedent set
12 Intersection set
13 Driving Power
14 Dependence
15 Autonomous variables
16 Dependent variables
17 Linkage variables
18 Independent/Driving variables

۴- یافته‌های تحقیق

در این پژوهش، ابتدا با استفاده از نظر خبرگان و براساس نمادهایی که در گام اول روش تحقیق شرح داده شد، نسبت به استخراج ماتریس خودتعاملی ساختاری اقدام شد که نتیجه آن در جدول شماره ۳ قابل مشاهده است.

جدول ۳: ماتریس خودتعاملی ساختاری

متغیر	۱	۲	۳	۴	...	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
۱	-	O	O	O	...	O	O	V	O
۲	-	-	V	V	...	O	O	O	V
۳	-	-	-		...	O	O	O	O
۴	-	-	-	-	...	O	O	V	O
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
۱۲	-	-	-	-	...	-	O	O	O
۱۳	-	-	-	-	...	-	-	V	O
۱۴	-	-	-	-	...	-	-	-	V
۱۵	-	-	-	-	...	-	-	-	-

به‌منظور دستیابی به ماتریس اولیه، براساس آنچه در گام دوم روش تحقیق توضیح داده شد، نمادهای یادشده در جدول شماره ۳ به نمادهای صفر و یک تبدیل شده است. بدین ترتیب ماتریس دستیابی اولیه استخراج شد که در جدول شماره ۴ قابل مشاهده است.

جدول۴: ماتریس دستیابی اولیه

متغیر	۱	۲	۳	۴	...	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
۱	۱	۰	۰	۰	...	۰	۰	۱	۰
۲	۰	۱	۱	۱	...	۰	۰	۰	۱
۳	۰	۰	۱	۰	...	۰	۰	۰	۰
۴	۰	۰	۰	۱	...	۰	۰	۱	۰
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
۱۲	۰	۰	۰	۰	...	۱	۰	۰	۰
۱۳	۰	۰	۰	۰	...	۰	۱	۱	۰
۱۴	۱	۰	۰	۰	...	۰	۰	۱	۱
۱۵	۱	۰	۰	۰	...	۰	۰	۰	۱

پس از دستیابی به ماتریس اولیه، طبق آنچه در گام سوم روش تحقیق شرح داده شد، باید سازگاری درونی در آن برقرار شود. بدین منظور از قاعده بولین برای تبدیل ماتریس دستیابی اولیه به ماتریس دستیابی نهایی استفاده شده است که این امر به وسیله نرم‌افزار Mathworks Matlab R2019a صورت پذیرفت. در جدول شماره ۵ اعدادی که علامت (*) گرفته‌اند، نشان می‌دهد که در ماتریس دستیابی اولیه صفر بوده است و پس از سازگاری درونی عدد یک به آن اختصاص داده شده است. همچنین در این ماتریس قدرت نفوذ و وابستگی هر متغیر در برابر متغیرهای دیگر مشخص شده است. قدرت نفوذ هر متغیر از جمع تعداد متغیرهای متاثر از آن و خود متغیر بدست می‌آید. وابستگی یک متغیر از جمع متغیری که از آنها تاثیر می‌پذیرد و خود متغیر بدست می‌آید. نتایج حاصل از جدول ماتریس نهایی نشانگر این است که کدام متغیر بیشترین و کمترین تاثیر را دارد. این جدول مبنایی برای تحلیل MICMAC خواهد بود.

جدول ۵: ماتریس دستیابی نهایی

متغیر	۱	۲	۳	۴	...	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	نفوذ
۱	۱	۰	۱*	۰	...	۰	۰	۱	۱*	۷
۲	۰	۱	۱	۱	...	۰	۰	۱*	۱	۸
۳	۰	۰	۱	۰	...	۰	۰	۰	۰	۱
۴	۰	۰	۱*	۱	...	۰	۰	۱	۱*	۷
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
۱۲	۰	۰	۰	۰	...	۱	۰	۰	۰	۲
۱۳	۰	۰	۰	۰	...	۰	۱	۱	۱*	۳
۱۴	۰	۰	۰	۰	...	۰	۰	۱	۱	۲
۱۵	۰	۰	۰	۰	...	۰	۰	۰	۱	۱
وابستگی	۲	۱	۹	۲	...	۲	۱	۷	۸	-

پس از دستیابی نهایی به ماتریس، براساس آنچه در گام چهارم روش تحقیق شرح داده شد، نسبت به تعیین سطح متغیرها اقدام می‌شود. برای تعیین سطح متغیرها در مدل نهایی به ازای هرکدام از آنها سه مجموعه دستیابی، مجموعه پیش‌نیاز و مجموعه مشترک تشکیل می‌شود. متغیری در سطح یک قرار می‌گیرد که مجموعه دستیابی و عناصر مشترک آن کاملا یکسان باشد. پس از تعیین این متغیر یا متغیرها، آنها از ماتریس دستیابی نهایی حذف می‌شود و با بقیه متغیرهای باقی‌مانده، سطح‌بندی ادامه می‌یابد. این فرآیند به قدری ادامه داده می‌شود که تمام متغیرها از ماتریس دستیابی نهایی حذف شده و سطوح تکمیل شود.

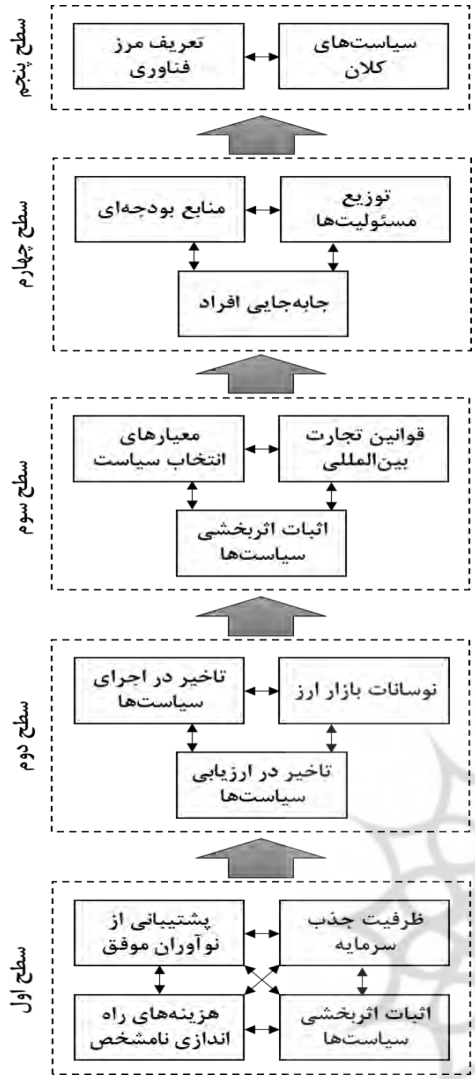
جدول ۶: سطح‌بندی متغیرها

متغیر	مجموعه پیش‌نیار	مجموعه دستیابی	مجموعه مشترک	سطح
۳	۹و۸و۷و۶و۵و۴و۳و۲و۱	۳	۳	I
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	I
۱۱	۱۲و۱۱و۹و۸و۷و۶و۵و۴و۲و۱	۱۱	۱۱	I
۱۵	۱۵و۱۴و۱۳و۶و۵و۴و۲و۱	۱۵	۱۵	I
۹	۹و۸و۷و۶و۴و۲و۱	۹	۹	II
۱۲	۶و۱۲	۱۲	۱۲	II
۱۴	۱۴و۱۳و۶و۴و۲و۱	۱۴	۱۴	II
۷	۷و۶و۴و۲و۱	۷	۷	III
۸	۶و۸	۸	۸	III
۱۳	۱۳	۱۳	۱۳	III
۱	۶و۱	۱	۱	IV
۴	۴و۲	۴	۴	IV
۵	۵	۵	۵	IV

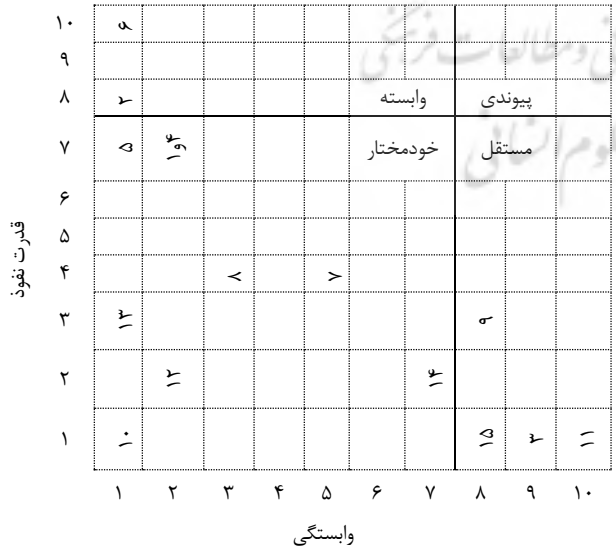
متغیر	مجموعه پیش‌نیار	مجموعه دستیابی	مجموعه مشترک	سطح
۲	۲	۲	۲	V
۶	۶	۶	۶	V

پس از آنکه سطوح هر کدام از متغیرها مشخص شد، با درنظرگرفتن ماتریس دستیابی نهایی، مدل ساختاری-تفسیری چالش‌های تاثیرگذار بر فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر در ایران ترسیم شد که در شکل شماره ۲ نشان داده شده است. مدلی که بدست آمده از ۵ سطح تشکیل شده است. متغیرهایی که در سطوح بالای سلسله مراتب قرار دارد، از تاثیر کمتری برخوردار است؛ متغیرهایی همچون تعریف مرز فناوری و سیاست‌های کلان. از طرفی دیگر، متغیرهایی که در سطوح پایین سلسله مراتب قرار دارد، از تاثیر بیشتری برخوردار است؛ متغیرهای همچون پشتیبانی از نوآوران موفق، ظرفیت جذب سرمایه، هزینه‌های راه‌اندازی نامشخص و اثبات اثربخشی سیاست‌ها.

پس از اینکه مدل ساختاری-تفسیری چالش‌های تاثیرگذار بر فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر در ایران ترسیم شد، براساس آنچه در گام ششم روش پژوهش توضیح داده شد، نسبت به تحلیل MICMAC اقدام شد که متغیرها در آن به ۴ گروه طبقه‌بندی می‌شود. در جدول شماره ۵ میزان نفوذ و وابستگی هر یک از متغیرها در ارتباط با یکدیگر مشخص شد. برای این تحلیل بایستی جدولی طراحی شود که به تعداد متغیرها سطر و ستون وجود داشته باشد. هر متغیر میزان نفوذ و وابستگی مخصوص در محور سطر(وابستگی) و ستون(نفوذ) را دارا است. به عبارتی هر عامل در جدول شماره ۵ دارای دو عدد است، میزان وابستگی در سطر جدول و قدرت نفوذ در ستون جدول مشخص می‌گردد و نقطه تقاطع سطر و ستون، جایگاه عامل را در تحلیل MICMAC مشخص می‌کند.



شکل ۲: مدل ساختاری-تفسیری چالش‌های تاثیرگذار بر فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر در ایران



شکل ۳: تحلیل MICMAC چالش‌های تاثیرگذار بر فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر در ایران

اولین گروه شامل متغیرهای خودمختار که قدرت نفوذ و وابستگی ضعیفی دارند. آنگونه که از نمودار قدرت نفوذ و وابستگی مشخص است. متغیرهای منابع بودجه‌ای، توزیع مسئولیت‌ها، جابه‌جایی افراد، معیارهای انتخاب سیاست‌ها، قوانین تجارت و تعرفه‌ای بین‌المللی، ظرفیت جذب سرمایه، نوسانات بازار ارز، کیفیت داده‌ها و تاخیر در ارزیابی سیاست‌ها در این ناحیه قرار گرفته‌اند. این متغیرها تا حدودی از سایر متغیرها مجزا بوده و دارای ارتباطات کم و ضعیف با سیستم هستند. گروه دوم متغیرهای وابسته هستند که قدرت نفوذ ضعیف اما از وابستگی و اثرپذیری بالایی برخوردارند. به عبارتی برای ایجاد این متغیر، متغیرهای زیادی تأثیرگذار هستند و خود این متغیر کمتر می‌تواند زمینه‌ساز شکل‌گیری سایر متغیرها شود. متغیرهای تعریف مرز فناوری و سیاست‌های کلان در این گروه قرار دارد. دسته سوم متغیرهای پیوندی می‌باشند که از قدرت نفوذ و وابستگی بالایی برخوردارند که هیچ یک از متغیرها در این ناحیه قرار نگرفته‌اند؛ هرگونه تغییری در این متغیر سایر متغیر را متأثر می‌کند. گروه چهارم متغیرهای مستقل را در برمی‌گیرد. این متغیرها دارای قدرت نفوذ بالا و وابستگی پایینی هستند؛ متغیرهای پشتیبانی از نوآوران موفق، تاخیر در اجرای سیاست‌ها، هزینه‌های راه‌اندازی نامشخص و اثبات اثربخشی سیاست‌ها در این ناحیه قرار دارند.

۵- نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر سعی شد، ابتدا با مرور ادبیات چالش‌های تاثیرگذار بر فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر استخراج شود. سپس با توجه به این موضوع که این چالش‌ها وابسته به شرایط و اقتضائات بومی هر کشور متفاوت است و از اهمیت و اولویت متفاوتی برخوردار است و با به‌کارگیری روش مدل‌سازی ساختاری-تفسیری که ابزاری برای ایجاد مدل‌های سلسله مراتبی و ساختارهای اولویت‌دار با توجه به شرایط بومی هر کشور است، نسبت به اولویت‌بندی چالش‌های تاثیرگذار بر فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر در ایران با استفاده از نظرات ذی‌نفعان مختلف توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر در ایران همچون «سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری برق ایران (ساتبا)»، «ستاد توسعه زیست‌بوم نوآوری حوزه انرژی»، «مرکز همکاری‌های تحول و پیشرفت»، «شورای علوم، تحقیقات و فناوری (عتف)»، «پژوهشگاه نیرو»، «پژوهشگاه صنعت نفت»، «سازمان برنامه و بودجه»، «دانشگاه صنعتی شریف» و «دانشگاه شهید بهشتی» در قالب برنامه ملی آینده‌نگاری ایران به میزبانی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری اقدامات لازم صورت پذیرفت.

براساس فرآیند طی شده و داده‌های تولید شده در تعامل با ذی‌نفعان توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر در برنامه ملی آینده‌نگاری ایران، مقاله حاضر با به‌کارگیری رویکرد مدل‌سازی ساختاری-تفسیری، چالش‌های فرآیند سیاست‌گذاری این حوزه را که بارها عدم هم‌جنس و هم‌سطح بودن آن‌ها توسط خبرگان در جلسات گوشزد شده بود، در پنج طبقه دسته‌بندی کرده و اهمیت و اولیت هر یک را نیز مشخص نموده است. این موضوع به سیاست‌گذاران و مدیران کمک می‌کند تا درک صحیحی از روابط میان چالش‌های تاثیرگذار بر فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر در ایران کسب کنند و نقش هر یک از چالش‌های بیان شده را در جلوگیری و عدم تحقق سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر پیدا کنند. همچنین قدرت نفوذ و وابستگی هر یک از چالش‌ها در قالب تحلیل MICMAC نشان داده شد.

نتایج استخراجی نیز با تمامی مشارکت‌کنندگان و ذی‌نفعان مورد اشاره به تدریج در جلسات به اشتراک گذاشته شده و نظر آنها در فرآیند اقناعی و اجماعی(در سطح فردی و جمعی) اخذ شده است. پس از این مرحله، اکثر آنها با یافته‌ها کاملا موافق بوده و طبقه‌بندی چالش‌ها را مفید و ملموس دانستند. خصوصاف بعد از شناسایی چالش‌های تاثیرگذار بر فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر، نتایج تحقیق با کمک ذی‌نفعان در قالب یک برنامه سیاستی در پژوهشگاه نیرو با همکاری معاونت علمی در حال پیگیری است.

براساس مطالب بیان شده چالش‌هایی که در پایه مدل ساختاری-تفسیری قرار دارد، درواقع اساسی‌ترین چالش‌ها در فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر است و بدون غلبه بر آنها که در پژوهش حاضر پشتیبانی از نوآوران موفق، ظرفیت جذب سرمایه، هزینه‌های راه‌اندازی نامشخص و اثبات اثربخشی سیاست‌هاست، نمی‌توان بر سایر چالش‌ها غلبه کرد. ازاین‌رو، با بهبود و اصلاح این چالش‌ها در فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر می‌توان به نتایج بهتری دست پیدا کرد. در مجموع باید گفت که پژوهش حاضر می‌تواند بینش‌های سیاستی و زمینه‌های بهبود اجرایی و گفتمان‌سازی در فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر در ایران از جمله موارد ذیل را برای سیاست‌گذاران و مدیران به همراه داشته باشد:

مدل سلسله مراتبی توسعه یافته با استفاده از روش

مدل‌سازی ساختاری-تفسیری برای بررسی روابط متقابل میان چالش‌های تاثیرگذار بر فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر در ایران استفاده شده است. این به تصمیم‌گیرندگان و سیاست‌گذاران کمک می‌کند تا سلسله‌مراتبی از اقدامات را برای غلبه بر این چالش‌ها در اختیار داشته باشند. به‌عبارتی‌دیگر، سیاست‌گذاران و مدیران بایستی ابتدا چالش‌های موجود در سطح اول مدل‌ساختاری-تفسیری برطرف نمایند و بعد از آن نسبت به برطرف کردن چالش‌های موجود در سطوح بالاتر اقدام کنند؛

روابط متقابل میان چالش‌های تاثیرگذار بر فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر در ایران در یک ساختار سلسله مراتبی ارائه شده است که این موضوع می‌تواند به تصمیم‌گیرندگان و سیاست‌گذاران برای تجسم سطح اولویت هر یک از چالش‌ها و همچنین اختصاص منابع و زمان مناسب کمک کند؛

متغیرهای تعریف مرز فناوری و سیاست‌های کلان در سطح پنجم مدل سلسله مراتبی ظاهر شده است که این موضوع نشان می‌دهد که به‌منظور بهبود این چالش‌ها بایستی ابتدا سایر چالش‌های ذیل این اهداف اصلاح شوند. همچنین متغیرهای تعریف مرز فناوری و سیاست‌های کلان در ناحیه چهارم (شکل شماره ۳) قرار دارد که این موضوع نشان می‌دهد، این چالش‌ها دارای قدرت نفوذ کم، ولی وابستگی زیاد است.

عدم وجود متغیر در ناحیه سوم (شکل شماره ۳) یعنی متغیرهای پیوندی نشان می‌دهد که هیچ یک از چالش‌های تاثیرگذار بر فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر به‌طور همزمان از قدرت نفوذ و وابستگی بالایی برخوردارند نیستند. هرگونه تغییری در این دسته از متغیرها سایر متغیرها را نیز متأثر می‌نماید.

تصمیم‌گیرندگان و سیاست‌گذاران باید توجه خاصی به متغیرهای پشتیبانی از نوآوران موفق، ظرفیت جذب سرمایه، هزینه‌های راه‌اندازی نامشخص و اثبات اثربخشی سیاست‌ها داشته باشند. درواقع، این متغیرها از اساسی‌ترین چالش‌هاست و بدون غلبه بر آنها نمی‌توان به سایر چالش‌ها غلبه کرد. این چالش‌ها در ناحیه اول و دوم یعنی متغیرهای مستقل و خودمختار قرار دارد. متغیرهای خودمختار که دارای قدرت نفوذ و وابستگی ضعیف است؛ این عوامل نسبتا غیرمتصل به سیستم است و دارای ارتباطات کم و ضعیف با سیستم است. متغیرهای مستقل دارای قدرت نفوذ زیاد، ولی وابستگی ضعیف است.

این پژوهش با شناسایی چالش‌های تاثیرگذار بر فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر در ایران و ارائه ساختاری سلسله مراتبی از این چالش‌ها، بستری مناسب برای پرداختن به آنها را در اختیار تصمیم‌گیرندگان و سیاست‌گذاران قرار می‌دهد. مهم‌ترین دلالت کاربردی این مقاله، منعکس کردن این مسئله کلیدی است که چالش‌های فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر ایران الزاما هم‌سطح و هم‌سنخ با یکدیگر نیست.

از طرفی، با درنظرگرفتن اینکه این تحقیق در قالب یک فعالیت سیاستی(برنامه ملی آینده نگاری ایران) و طی فرآیندی اجماعی همراه با اقناع نسبی ذی‌نفعان این حوزه صورت پذیرفته، یافته‌های آن به بهبود ترویج یافته‌ها در میان ذی‌نفعان می‌گردد. ترویج این رویکرد که بایستی با نگاهی سلسه‌مراتبی و ساختاری به این چالش‌ها پرداخته شود و اقدامات مقتضی در این راستا نیز بالطبع باید دارای ساختاری سلسه‌مراتبی باشد. این امر بر لزوم قائل شدن اولویت بالاتر برای چالش‌های پایه‌ای، از یافته‌های محوری کاربردی این پژوهش می‌باشد. به‌صورت مشخص این تحقیق پیشنهاد می‌کند که نمی‌توان یک‌مرتبه و همزمان تمامی چالش‌های فرآیند سیاست‌گذاری انرژی‌های تجدیدپذیر ایران را برطرف نمود؛ بلکه بایستی با ترتیب و اولویت مشخصی نسبت به آنها پرداخت و نسبت به حل و فصل آنها اقدام کرد.

چالش‌هایی نظیر حمایت ویژه از نوآوران موفق، ظرفیت جذب سرمایه، هزینه‌های راه‌اندازی نامشخص و اثبات اثربخشی سیاست‌ها از مهم‌ترین چالش‌های پایه‌ای فرآیند سیاست‌گذاری توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر در ایران است که بایستی ابتدا آنها حل و فصل شده و سپس به سایر چالش‌ها نظیر نوسانات بازار ارز، تاخیر در اجرای سیاست‌ها، تاخیر در ارزیابی سیاست‌ها و به همین ترتیب چالش‌های سیاست‌های کلان و تعریف مرز فناوری پرداخته شود.

مهم‌ترین دستاورد این تحقیق استخراج چالش‌های توسعه فناوری در فضایی اجماعی که موجب ترویج یافته‌ها در بین ذی‌نفعان گردید و نیز لزوم نگاه ساختارمند و سلسله‌مراتبی به چالش‌ها از سوی سیاست‌گذاران و مدیران برای غلبه بر چالش‌ها و اصلاح و بهبود آنهاست. با این حال، تصمیم‌گیرندگان و سیاست‌گذاران بایستی به‌طور همزمان تعدادی از محدودیت‌های دیگر همچون پیشران‌های جهانی و عوامل تاثیرگذار محیطی را نیز درنظربگیرند. لذا پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده پژوهشگران با استفاده از دیگر روش‌های مدل‌سازی و رتبه‌بندی،

پیشـــران‌هـا و عوامل تاثیرگذار محیطی بر توســـعه فناوری‌های تجـدیدپذیر در ایران و پویایی این عوامل را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده که به تصمیم‌گیرندگان و سیاست‌گذاران این حوزه برای برنـامـه‌ریزی دقیق‌تر کمـک نمـاید. به‌علاوه پیشـــنهاد می‌گردد پژوهشـگران به بررسی تطبیقی چالش‌های فرآیند سیاست‌گذاری توسـعه فناوری‌های تجدیدپذیر در ایران با کشـورهای پیشـرو در این زمینـه از قبیـل چین، آلمـان و آمریکـا و اســـتخراج درس آموخته‌ها و الزامات اصلاح و بهبود این چالش‌ها در ایران بپردازند. بررسـی طولی(طی یک دوره زمانی) نقش بازیگران کلیدی فرآیند سـیاسـت‌گذاری توسـعه فناوری‌های تجدیدپذیر و ارائه بسـته سیاستی اقدامات برای بهبود نقش و تاثیر هر بازیگر در فرآیند یاد شده از دیگر پیشنهادها برای تحقیقات بعدی است. به علاوه، نظر به این که در این مقاله فرآیند سـیاسـت‌گذاری به‌عنوان یک کل تحلیل شـده، پیشـنهاد می‌شود پویایی درونی ذینفعان و تعاملات آنها و نیز نقش قدرت و سـیاسـی‌کاری که منجر به این وضـعیت فعلی شـده ارائه نشـده، زمینه بسیار مناسبی برای بررسی آنها در پژوهش‌هـای آتی وجود دارد. درنهـایت، پیشـــنهاد می‌شـــود با مطالعه‌های تاریخی، علل و ریشـه بروز چالش‌های شناسایی شده این تحقیق در فرآینـد سـیـاسـت‌گذاری توسـعه فناوری‌های تجدیدپذیر در ایران به‌صـورت دقیق‌تری مورد بررسـی و واکاوی قرار گرفته که از تکرار آنها در تلاش‌های آتی سـیاستی خودداری شود.

فهرست منابع

[۱] حاجی‌حسـینی، حجت‌اله؛ کریمیان، زهره؛ **"فرآیند سیاست‌گذاری و حکمرانی علم، فناوری و نوآوری"**، نشـریه سـیاست علم و فناوری، سال ۱۱، شماره ۲، صص ۸۵-۷۱، ۱۳۹۸.

[۲] طهماسـبی، حمزه امین؛ **"شـنـاسـایی و تعیین عوامل اصـلی توسـعه تکنولوژی با اسـتفاده از مدل‌سازی ساختاری تفسـیری (ISM) (مطالعه موردی: بنگاه‌های کوچک و متوسـط استان گیلان)"**، نشریه توسعه تکنولوژی صنعتی، دوره ۱۶، شماره ۳۴، صص ۳۸-۲۸، ۱۳۹۷.

[۳] فکور، بهمن؛ حاجی‌حسـینی، حجت‌اله؛ انصـاری، محمدتقی؛ **" سـیاسـت‌های نوآوری طرف تقاضا(ماهیت، ابزارها، منطق سیاستی ،چالش‌ها و روند به‌کارگیری آنها)"**، نشریه توسعه تکنولوژی صنعتی، دوره ۱۶، شماره ۳۲، صص ۳۸-۲۹، ۱۳۹۷.

[۴] عباسـی گودرزی، علی؛ عباس، ملکی؛ **"سـیاسـت‌گذاری جمهوری اسـلامی ایران در بهره‌برداری بهینه از منابع انرژی تجدیدپذیر"**، نشریه مطالعات راهبردی سیاست‌گذاری عمومی، دوره ۷، شماره ۲۳، صص ۱۷۴-۱۵۹، ۱۳۹۶.

[۵] قلی‌پور، رحمت‌اله؛ غلام‌پور آهنگر، ابراهیم؛ **فرآیند سـیاسـت‌گذاری عمومی در ایران**، انتشـارات مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، تهران، ۱۳۸۹.

[۶] قربانی، امیر؛ **بررسـی عوامل موثر بر توسـعه کنام فناورانه سـیسـتم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مدیریت تکنولوژی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، ۱۳۹۸.

[۷] کریمی زارچی، محمد؛ فتحی، محمدرضـا؛ رئیسـی نافچی، سـمانه؛ **"ارائه مدل توانمندسـازهای نوآوری تکنولوژیک در صـنایع کوچک و متوسط با به‌کارگیری روش مدل سازی ساختاری- تفسیری"**، نشـریه توسعه تکنولوژی صنعتی، دوره ۱۷، شماره ۳۶، صص ۸۲-۷۳، ۱۳۹۸.

[۸] لطیفی، میثم؛ عبدالحسـین‌زاده، محمد؛ آذرفر، امیر؛ **"طراحی الگوی جانشـین‌پروری در سـازمان‌های دولتی از طریق کاربست مدل‌سازی ساختاری-تفسیری"**، نشریه مدیریت سازمان‌های دولتی، دوره ۴، شماره ۴، صص ۵۰-۳۳، ۱۳۹۵.

[۹] محقر، علی؛ اصـلانی، علیرضـا، ثقفی، فاطمه؛ ملکی، علی؛ خلیلی، سجاد؛ **"تحلیل نقش بازیگران حکمرانی بخش بالادستی صـنعت نفت ایران در شـکست‌های نظام نوآوری بخشی: مطالعه چند موردی"**، نشریه سیاست‌گذاری عمومی، دوره ۵، شماره ۲، صص ۱۸۴-۱۶۸، ۱۳۹۸.

[۱۰] وحید، مجید؛ رنجبر، محسـن؛ **"آسیب‌شناسی بعد سیاسی حکمرانی آب در ایران (۱۳۹۲-۱۳۶۸)"**، نشریه سیاست‌گذاری عمومی، دوره ۴، شماره ۴، صص ۲۲۳-۲۰۳، ۱۳۹۷.

[۱۱] وزارت نیرو؛ **گزارش ماهیانه صنعت آب و برق**، اردیبهشت ماه ۱۳۹۹، قابل دسترس در: http://isn.moe.gov.ir

[۱۲] فرتاش، کیارش؛ خیاطیان یزدی، محمدصـادق؛ قربانی، امیر؛ **"آسـیب‌شناسی نقش کنشگران در ساختار حکمرانی انرژی خورشیدی ایران"**، نشریه سیاست‌گذاری عمومی، دوره ۶، شماره ۲، صص ۱۸۰-۱۶۱، ۱۳۹۹.

[13] Ahmad, M.; et al.; "*Interpretive Structural Modeling and MICMAC Analysis for Identifying and Benchmarking Significant Factors of Seismic Soil Liquefaction*", Applied science, Vol. 9, Issue 2, p. 233, 2019.

[14] Attri, R.; Dev, N.; Sharma, V.; "*Interpretive Structural Modelling (ISM) approach: An Overview*", Research Journal of Management Sciences, Vol. 2, Issue 2, pp. 3-8, 2013.

[15] Behl, A.; Pal, A.; "*Sustainability of environmentally sound technologies using interpretive structural modelling*". International Journal of Innovation and Sustainable Development, Vol. 13, Issue 1, pp. 1–19, 2019.

[16] Biswal, J. N.; et al.; "*Interpretive Structural Modeling-based Framework for Analysis of Sustainable Supply Chain Management Enablers: Indian Thermal Power Plant Perspective*", Journal of Operations and Strategic Planning, Vol. 1, Issue 1, pp. 34–56, 2018.

[17] Gholami, H.; et al.; "*An ISM Approach for the Barrier Analysis in Implementing Green Campus Operations: Towards Higher Education Sustainability*", Sustainability, Vol. 12, Issue 1, p. 363, 2020.

[18] Goulder, L. H.; Parry, I. W. H.; "*Instrument Choice in Environmental Policy*", Review of Environmental Economics and Policy, Vol. 2, Issue 2, pp. 152-174, 2008.

[19] Weber, K. M.; Rohracher, H.; "*Legitimizing research, technology and innovation policies for transformative change*", Research Policy, Vol. 41, Issue 6, pp. 1037–1047, 2012.

[20] Raven, R.; Walrave, B.; "*Overcoming transformational failures through policy mixes in the dynamics of technological innovation systems*", Technological Forecasting and Social Change, 153, 119297, 2020.

[21] Zhang, S., Andrews-Speed, P., & Zhao, X. "Political and institutional analysis of the successes and failures of China's wind power policy". Energy Policy, 56, 331–340, 2013.

[22] Samant, S., Thakur-Wernz, P., & Hatfield, D. E. "*Does the focus of renewable energy policy impact the nature of innovation? Evidence from emerging economies*", Energy Policy, Vol. 137, 111119, 2020.

[23] Shubbak, M. H.; Shubbak, M. H.; "*The technological system of production and innovation: The case of photovoltaic technology in China*", Research Policy, Vol. 48, Issue 4, pp. 993-1015, 2019.

[24] Howlett, M.; Ramesh, M.; Wu, X.; "*Understanding the persistence of policy failures: The role of politics, governance and uncertainty*", Public Policy and Administration, Vol. 30, Issue 3-4, pp. 209-220, 2015.

[25] IRENA, IEA and REN21; "*Renewable Energy Policies in a Time of Transition*", IRENA, OECD/ IEA and REN21, 2018.

[26] Ma, G.; et al.; "*Interpretive Structural Model Based Factor Analysis of BIM Adoption in Chinese Construction Organizations*", Sustainability, Vol. 11, Issue 7, p. 1982, 2019.

[27] Oughton, C.; Landabaso, M.; Morgan, K.; "*The Regional Innovation Paradox: Innovation Policy and Industrial Policy*", The Journal of Technology Transfer, Vol. 27, Issue 1, pp. 97-110, 2002.

[28] McConnell, A.; "*What is policy failure? A primer to help navigate the maze*", Public Policy and Administration, Vol. 30, Issue 3-4, pp. 221–242, 2015.

[29] Sagar, A. D.; Holdren, J. P.; "*Assessing the global energy innovation system: some key issues*", Energy Policy, Vol. 30, Issue 6, pp. 465-469, 2002.

[30] Elmustapha, H.; Hoppe, T.; Bressers, H.; "*Comparing two pathways of strategic niche management in a developing economy; the cases of solar photovoltaic and solar thermal energy market development in Lebanon*", Journal of Cleaner Production, Vol. 186, pp. 155-167, 2018.

[31] Zaini, S.; Akhtar, A.; "*Modelling the sustainable development goals for India - an interpretive structural modelling approach*", World Review of Science, Technology and Sustainable Development, Vol. 15, Issue 1, pp. 46-65, 2019.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی