



سناریوهای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر ایران در افق ۱۴۲۰ با رویکردی آینده پژوهانه

کیارش فرتاش

استادیار پژوهشکده مطالعات بنیادین علم و فناوری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

محمدصادق خیاطیان یزدی (مسئول مکاتبات)

استادیار پژوهشکده مطالعات بنیادین علم و فناوری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

khayyatian@yahoo.com

امیر قربانی

کارشناس ارشد مدیریت تکنولوژی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۰۷

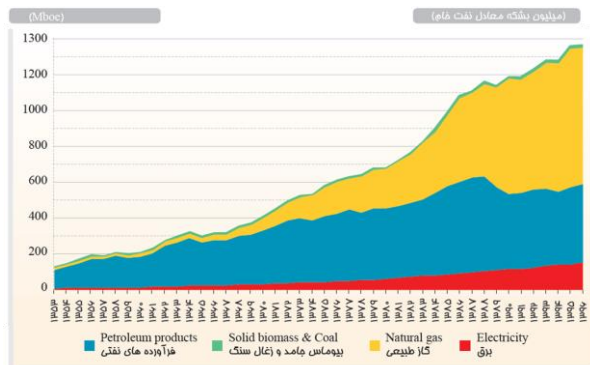
چکیده

یکی از مشکلات و دغدغه‌های اساسی دنیای امروز، پایان یافتن منابع سوخت فسیلی به عنوان مهم‌ترین منبع فعلی انرژی دنیا است؛ به همین دلیل انرژی‌های تجدیدپذیر به عنوان جایگزین سوخت‌های فسیلی مورد توجه قرار گرفته است. هدف این پژوهش تدوین سناریوهای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران با رویکرد آینده‌پژوهی است. این تحقیق بر اساس هدف، کاربردی است که با استفاده از روش‌های کیفی-اکتشافی، اقدام به جمع‌آوری اطلاعات نموده است. ابزار گردآوری اطلاعات، مصاحبه و پنل خبرگان می‌باشد. در این تحقیق جامعه آماری مدیران و کارشناسان آگاه و متخصص در حوزه انرژی مخصوصاً انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشند که با توجه به نوع اطلاعات لازم برای انجام تحقیق از نمونه‌گیری غیراحتمالی قضاوتی استفاده شده است. روش این پژوهش مبتنی بر سناریونویسی در آینده‌پژوهی است. پس از تدوین سوال تحقیق و تعیین موضوع، پنل خبرگان تشکیل و نیروهای پیشران مشخص گردید. به منظور تعیین پیشران‌های اصلی از ۲ شاخص اهمیت و عدم قطعیت استفاده شد. با توجه به شاخص‌های اهمیت و عدم قطعیت دو پیشران "فناوری‌های نوظهور" و "اقتصاد سبز و پایدار" انتخاب شدند. با توجه به این دو عدم قطعیت چهار سناریوی "پایداری محیطی با طلای سبز"، "خیز موقت و ناپایدار به سمت پایداری"، "بهره‌وری با طلای سیاه" و "تداوم روند فعلی و چرخه شوم بلای سیاه" تدوین شدند. در پایان سناریوهای تدوین شده با پیشینه مقایسه و تحلیل گردید سناریوهای پیشنهادی تحقیق حاضر به چه میزان با یافته‌های آن پژوهشگران در یک راستا است. نتایج و خروجی‌های حاصل از این روش می‌تواند بستر مناسبی برای سیاست‌گذاران حوزه انرژی مخصوصاً انرژی‌های تجدیدپذیر فراهم آورد تا مفاهیم میان سیاست‌گذاران، با فهم و بینشی آینده‌پژوهانه و علمی همراه باشد.

واژه‌های کلیدی: سناریونویسی، آینده‌پژوهی، انرژی‌های تجدیدپذیر، ایران

مقدمه

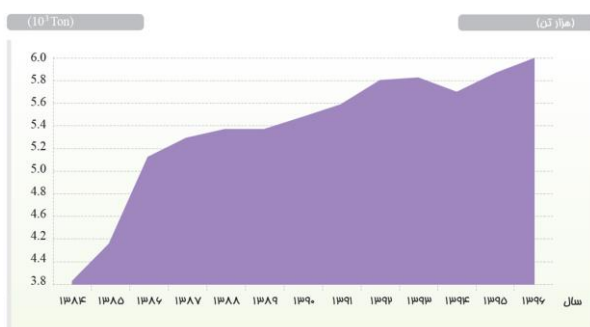
مصرف انرژی در سال‌های اخیر به قدری بالا بوده است که عدم کنترل این وضع، بنا به پیش‌بینی‌ها تا کمتر از ده سال بعد، واردات انرژی به ایران از صادرات آن بیشتر خواهد شد (عباسی مزار، ۱۳۹۵).



شکل ۱- کل مصرف نهایی انرژی ایران به تفکیک حامل‌های

انرژی (معاونت امور برق و انرژی، ۱۳۹۸)

از سویی دیگر همزمان با روند رو به رشد مصرف انرژی در جهان به میزان انتشار دی‌اکسیدکربن نیز از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۸ میلادی افزوده شده است. تنها در سال ۲۰۱۸ میزان انتشار دی‌اکسیدکربن در جهان نسبت به سال ۲۰۱۷ با ۱.۹ درصد افزایش به معادل حدود ۳۳۸۹۰ میلیون تن رسیده است. (BP, 2019). میزان انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران نیز از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۶ شمسی روند رو به رشدی را پیموده است. به صورتی که میزان انتشار دی‌اکسیدکربن ایران در سال ۱۳۹۶ معادل ۵۹۸۵۰ هزار تن رسیده است (معاونت امور برق و انرژی، ۱۳۹۸).



شکل ۲- میزان انتشار کربن‌دی‌اکسید در ایران (معاونت امور برق

و انرژی، ۱۳۹۸)

امروزه تداوم رشد جوامع وابسته به توسعه پایدار سیستم انرژی با ملاحظات محیط‌زیستی و اجتماعی است. پیاده‌سازی الگوی توسعه پایدار سیستم انرژی در هر جامعه‌ای نیازمند تدوین مقررات توسعه به گونه‌ای است که سیستم به سمت پایداری به

مقابله با تغییرات اقلیمی و متوقف کردن گرم‌شدن زمین، منطق دعوت به آینده‌ای با ۱۰۰ درصد تأمین منابع از طریق انرژی‌های تجدیدپذیر در قرن بیست و یکم می‌باشد (Oei, et al., 2020). اما مزیت‌های انرژی‌های تجدیدپذیر در کاهش کربن‌دی‌اکسید به هیچ وجه تنها انگیزه موجود برای گسترش آن نیست، بلکه در بسیاری از کشورها، حل مشکلات سلامتی که از آلودگی هوا ناشی می‌شود و کاهش آلودگی هوای محلی، یک انگیزه کلیدی است. برای نمونه چین در ابتدای سال ۲۰۱۷ اعلام کرد که با توجه به مشکلات کلان آلودگی هوا در کلان شهرها که ناشی از نیروگاه‌های زغال سنگ است تا سال ۲۰۲۰ مبلغ ۳۶۰ میلیارد دلار در انرژی‌های تجدیدپذیر سرمایه‌گذاری خواهد کرد. انگیزه مهم دیگر، امنیت انرژی است. برای نمونه، مقامات ارشد نظامی ایالات متحده، به عنوان یک مسئله امنیت ملی و برای امنیت عملیات نظامی، دعوت به استفاده بیش از بیش از برق و سوخت تجدیدپذیر کرده‌اند. همچنین، امنیت انرژی در زمینه افزایش تاب‌آوری سیستم انرژی در مواجهه با آثار پیش‌بینی شده تغییر اقلیم، گسترده‌تر از قبل مورد توجه قرار گرفته است. علاوه بر این، گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر باعث ایجاد مشاغل و ارزش‌های محلی می‌شود. با رشد پایینی که اقتصادها در سراسر دنیا با آن مواجه‌اند، بخش انرژی‌های تجدیدپذیر راهی برای افزایش درآمد، بهبود تراز تجاری، مشارکت در توسعه صنعتی و ایجاد شغل می‌باشد (Ren21, 2017).

میزان مصرف انرژی در جهان از سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۸ میلادی روند رو به رشد داشته است. تنها در سال ۲۰۱۸ میزان مصرف انرژی در جهان نسبت به سال ۲۰۱۷ با ۲.۹ درصد افزایش به معادل حدود ۱۳۸ میلیارد تن نفت رسیده است. این میزان بیشترین رشد سالانه در زمینه مصرف جهانی انرژی از سال ۲۰۱۰ تاکنون به شمار می‌رود (BP, 2019). میزان مصرف انرژی در ایران نیز از سال ۱۳۵۳ تا ۱۳۹۶ شمسی روند رو به رشدی را پیموده است. به صورتی که میزان مصرف انرژی ایران در سال ۱۳۵۳ معادل ۱۲۵ میلیون بشکه نفت خام بوده است در حالی که این میزان در سال ۱۳۹۶ به معادل ۱۳۶۳ میلیون بشکه نفت خام رسیده است (معاونت امور برق و انرژی، ۱۳۹۸).

پیش برده شود؛ در این راستا، بسیاری از کشورها با توجه بیشتر به انرژی‌های تجدیدپذیر و اهمیت دادن به آن، به عنوان یک منبع جدید انرژی به منظور افزایش عرضه انرژی که استفاده از آن منافع محیط‌زیستی هم دارد، این راهبرد را در پیش گرفته و موفق به تنوع بخشی به منابع انرژی خود و کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از تبدیل انرژی‌های فسیلی به الکتریسته و مصرف آن‌ها شده‌اند (عباسی‌مزار، ۱۳۹۵). متأسفانه در ایران، علیرغم وجود قوانین بسیار، مبنی بر افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد انرژی کشور همچون سیاست‌های کلی نظام در بخش انرژی، قانون هدفمندکردن یارانه‌ها، قانون اصلاح الگوی مصرف، سیاست‌های کلی محیط‌زیست و قانون پنج‌ساله ششم توسعه، آمار موجود حاکی از آن است که انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورمان به نحو شایسته‌ای مورد بهره‌برداری قرار نگرفته است (میرعمادی و رحیمی‌راد، ۱۳۹۷).

تجربه کشورهای موفق در توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر نشان می‌دهد که توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر با یک سیاست واحد یا کپی برداری مکانیکی از تجربه دیگر کشورها حاصل نمی‌شود بلکه با توجه به شرایط زمینه‌ای هر کشور و میزان توسعه‌یافتگی و منابع فسیلی اقتضائات و ملاحظات بعضاً کاملاً مختلفی وجود دارد (قربانی، ۱۳۹۸). علاوه بر این، توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر نیازمند تغییرات در زمینه‌های اجتماعی، صنعتی، مقررات و شبکه‌ای است (Elmustapha, et al., 2018) که اهمیت نیاز به سیاست‌گذاری مناسب در زمینه گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر را دو چندان نموده است. از سوی دیگر، سیاست‌گذاری مناسب مستلزم آمادگی سیاست‌گذاران برای رویارویی با تحولات آینده است (مرزبان، ۱۳۹۴). موضوع آینده و شناخت بلندمدت آن در سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی از اهمیت فراوانی برخوردار است که مورد غفلت سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان قرار گرفته است. بحران‌ها و مشکلات کنونی، موجه‌ترین دلیل برای ناکارآمدی برنامه‌ریزی سنتی و بازاندیشی در خصوص روش‌های ترسیم آینده است. این واقعیت را باید قبول کرد که بحران‌های امروز نتیجه قهری نپرداختن روشمند و هوشمندانه به مشکلات، قبل از بروز آن‌ها به شکل بحران و در نظر نگرفتن تاثیر فناوری‌های نوظهور و شگفتی‌ساز بر حل چالش‌ها و مسائل است (زالی، ۱۳۹۸). مواجهه با محیط‌های

متلاطم و پویای کنونی سازمان‌ها را وادار به استفاده و بکارگیری طیف وسیعی از روش‌های آینده‌پژوهانه می‌نماید. کسب آمادگی مناسب برای رویارویی با این شرایط پرمخاطره و هزینه‌بر که گاه جبران زمان و زیان‌های اقتصادی برخاسته از آن برای سازمان‌ها و کشورها دشوار و حتی ناشدنی است، مطالعه آینده، شناسایی و تعیین آینده‌های ممکن، انتخاب آینده مطلوب و تدوین برنامه برای حرکت پایدار سازمان و جامعه در راه دستیابی به اهداف را به روشی کارآمد در مدیریت جامعه بدل ساخته است (پیشگاهی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۷). با افزایش نرخ تغییرات و دگرگونی‌ها، روش‌های سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی سنتی، دیگر جوابگوی نیازها نیست و سایه سنگین عدم قطعیت آینده، چنان وضعی به وجود آورده است که برنامه‌ریزی به صورت درون‌گرا و سنتی غیرممکن به نظر می‌آید (شوارتز، ۱۳۸۸). آینده‌پژوهی از جمله مهم‌ترین و کارآمدترین ابزارهای ساخت راهبردهای بلندمدت و تدوین برنامه‌های سازمانی و سیاست‌های ملی برای دستیابی به اهداف سیاسی، اقتصادی، پایداری و رفاه اجتماعی و سطح مطلوب فناوری تبدیل شده می‌باشد (Silva, 2015). به اعتقاد آینده‌پژوهان در برنامه‌ریزی باید مجموعه‌ای از سناریوها مورداستفاده قرار گیرد. یک مجموعه سناریو می‌تواند طیف وسیع‌تری از آینده‌های ممکن را ترسیم کند و در نتیجه مجموعه گسترده‌تری از موضوعات و رویدادهای آینده را مدنظر قرار می‌دهد. برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری اگر بر اساس چنین مجموعه‌ای صورت گیرد، مسلماً دقیق‌تر و کامل‌تر خواهد بود و اعتماد ما را در رویارویی با آینده افزایش خواهد داد (فخرایی و کیقبادی، ۱۳۹۳). ایده اصلی نهفته در سناریونویسی، برنامه‌ریزی برای آینده است. به گونه‌ای که شگفتی‌ها و شوک‌های احتمالی در آن کاهش یافته و تفکر مدیران گسترش بیشتری نسبت به رویدادهای ممکن یابد. سناریونویسی را می‌توان آن داستان‌های متعدد مربوط به آینده‌های باورکردنی، که یک دولت، سازمان یا شرکت احتمالاً با آن‌ها مواجه خواهد شد، تعریف کرد (ملکی و فتحی، ۱۳۹۶). سناریوها ابزاری برای نظم‌دهی به ادراک سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان درباره محیط‌های بدیل آینده است که تصمیم‌های آن‌ها در آن محیط‌ها گرفته خواهند شد و به سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان برای ساختاردهی عدم قطعیت‌های آینده کمک

می‌کنند (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۷). در واقع، سناریو ابزاری برای تحلیل سیاست‌ها و شناخت شرایط، تهدیدات، فرصت‌ها، نیازها و ارزش‌های برتر آینده است و هدف آن، کشف، خلق و آزمون نظام‌مند آینده‌های بدیل است. سناریوها، گسترده‌ترین مجموعه از شرایطی را که ممکن است در آینده با آن روبرو شویم، در بر می‌گیرد. سناریوها با کمک به سیاست‌گذاری و تدوین راهبردها و برنامه‌های بلندمدت، احتمال تحقق آینده مطلوب و ایدئال را افزایش می‌دهند. سناریو حقیقت آینده نیست بلکه روشی برای ارائه آینده با هدف توضیح سیاست‌گذاری‌ها و اقدامات امروز در سایه آینده مطلوب و آینده محتمل می‌باشد (پیشگاهی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۷). مباحث پیگیری شده در این پژوهش، از دیدگاه مدیریتی، از موضوعات مهم مدیریت کلان کشور به شمار می‌رود؛ به علاوه، جدید و تازه بودن ادبیات مرتبط با این موضوع در ایران و نیز وجود منابع دانشی اندک در کشور در زمینه‌های مورد بحث، اهمیت و ضرورت آن را می‌رساند. شورای جهانی انرژی^۲ (۲۰۱۹) در گزارش خود درباره آینده انرژی ۳ سناریو محوری را برای افق ۲۰۴۰ ارائه می‌دهد. در سناریو اول، جهان با رشد اقتصادی بالا همراه با دیجیتالی شدن و اهمیت یافتن کارآفرینی می‌باشد که این موضوع می‌تواند توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در سطح جهانی و محلی را تسریع کند. در سناریو دوم، دولت‌ها در سطح جهانی سیاست‌های هماهنگ و بلندمدتی را برای رفع چالش‌های مربوط به تغییر اقلیم در سطح ملی را انتخاب می‌کنند و از آن به سمت یک برنامه توسعه پایدار اقتصادی و اجتماعی حرکت می‌کنند که این موضوع می‌تواند باعث رشد انرژی‌های تجدیدپذیر شود. در سناریو سوم، با جهانی پراکنده با سیاست‌های درون‌گرا، همکاری و رشد اقتصادی کمتر و ظهور رهبران پوپولیستی روبرو هستیم که باعث ایجاد یک عدم اطمینان در چشم‌اندازهای بین‌المللی می‌شود که در این سناریو کمتر به مسائل پایداری و انرژی‌های تجدیدپذیر توجه می‌شود (WEC, 2019). شرکت شل^۳ (۲۰۰۸) در گزارش خود درباره آینده انرژی ۲ سناریو را تا افق ۲۰۵۰ ارائه می‌دهد. در سناریو اول بیان می‌کند که تا زمانی که انرژی‌های فسیلی وجود دارند سیاست‌گذاران توجه بهره‌وری انرژی نخواهند داشت. به همین ترتیب، تا زمانی که شوک‌های بزرگ تغییرات اقلیمی ایجاد

نشود، توجه خاصی به انتشار کربن‌دی‌اکسید از سوی سیاست‌گذاران نخواهد شد. اما در سناریو دوم، طرح‌ها و اقدامات در حال رشد برای برطرف کردن چالش‌های توسعه اقتصادی، امنیت انرژی و آلودگی محیط‌زیست به عنوان یک محرک بزرگ برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر عمل می‌کند و در نتیجه انتشار کربن‌دی‌اکسید نیز کاهش می‌یابد (Shell, 2008). هونگ و همکاران^۴ (۲۰۱۹) به بررسی سناریوهای پیش‌روی کره جنوبی برای گذار به سیستم انرژی پایدار تا افق ۲۰۴۰ می‌پردازند و در نهایتا ۴ سناریو را ارائه می‌دهند که سناریوها با توجه به اختلاف در سطح مصرف انرژی و سهم انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشد. سناریو اول، سیاست‌های اتخاذ شده توسط دولت و پیشرفت در فناوری باعث کاهش سطح مصرف انرژی در کره جنوبی می‌شود. در سناریو دوم و سوم، انرژی‌های تجدیدپذیر به مرور زمان جایگزین نیروگاه‌های زغال سنگ و هسته‌ای می‌شوند و به ترتیب ۴۵ و ۴۸ درصد از عرضه اولیه انرژی را تشکیل می‌دهند و نهایتا در سناریو چهارم، آینده‌ای با ۱۰۰ درصد انرژی تجدیدپذیر را نشان می‌دهد که کره جنوبی تا افق ۲۰۴۰ به سمت حذف کربن می‌رود (Hong, et al., 2019). شیائو و همکاران^۵ (۲۰۱۹) با بررسی دو استان شرقی چین و در نظر گرفتن چالش‌هایی همچون مصرف انرژی بالا، افزایش انتشار دی‌اکسید کربن، کاهش ذخایر زغال سنگ و بهره‌وری پایین، ۳ سناریو تا افق ۲۰۵۰ برای تامین برق مورد نیاز این دو استان ارائه دادند. در سناریو اول، سیاست‌های فعلی دولت همچنان پیگیری می‌شود. در سناریو دوم، از گاز طبیعی و هسته‌ای برای تامین برق مورد نیاز استفاده می‌شود و در سناریو سوم از طریق انرژی‌های تجدیدپذیر و واردات برق، این استان‌ها برق مورد نیاز خود را تامین می‌کنند (Xiao, et al., 2019). پارک و همکاران^۶ (۲۰۱۹) با بیان اینکه سیاست‌های انرژی منتشر شده توسط دولت کره جنوبی بر این موضوع تاکید می‌کند که تا سال ۲۰۳۰ حدود ۲۰ درصد از انرژی مورد نظر کشور بایستی توسط انرژی‌های تجدیدپذیر تامین شود و از تعداد نیروگاه‌های زغال سنگ و هسته‌ای نیز به تدریج کاسته شود، ۴ سناریو بالقوه انرژی‌های تجدیدپذیر تا سال ۲۰۳۰ را ارائه می‌کنند. در سناریو اول، فعالیت‌ها به صورت عادی و کنونی پیگیری می‌شود. در سناریو اول و دوم به ترتیب انرژی

جدول ۱- جمع بندی پیشینه تحقیق (بر اساس جمع بندی نویسندگان)

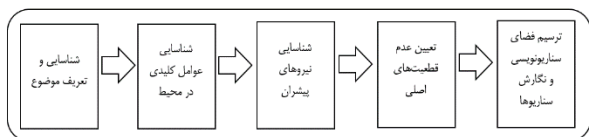
نویسنده	عنوان	سال	موضوع	خلاصه نتایج
(شورای جهانی انرژی، ۲۰۱۹)	انرژی	۲۰۴۰	انرژی	<ul style="list-style-type: none"> سناریو اول: رشد اقتصادی بالا همراه با دیجیتالی شدن می تواند توسعه انرژی های تجدیدپذیر در سطح جهانی و محلی را تسریع کند. سناریو دوم: دولت ها در سطح جهانی سیاست های هماهنگ و بلندمدتی را برای رفع چالش های مربوط به تغییر اقلیم در سطح ملی را انتخاب می کنند که این موضوع می تواند باعث رشد انرژی های تجدیدپذیر شود. سناریو سوم: جهانی پراکنده با سیاست های درون گرا، همکاری و رشد اقتصادی کمتر و ظهور رهبران پوپولیستی که باعث ایجاد یک عدم اطمینان در چشم اندازهای بین المللی می شود که در این سناریو کمتر به مسائل پایداری و انرژی های تجدیدپذیر توجه می شود.
(هونگ و همکاران، ۲۰۱۹)	کره جنوبی	۲۰۴۰	انرژی	<ul style="list-style-type: none"> سناریو اول: سیاست های اتخاذ شده توسط دولت و پیشرفت در فناوری باعث کاهش سطح مصرف انرژی در کره جنوبی می شود. سناریو دوم و سوم: انرژی های تجدیدپذیر به مرور زمان جایگزین نیروگاه های زغال سنگ و هسته ای می شوند و به ترتیب ۴۵ و ۴۸ درصد از عرضه اولیه انرژی را تشکیل می دهند. سناریو چهارم: آینده ای با ۱۰۰ درصد انرژی تجدیدپذیر را نشان می دهد که کره جنوبی تا افق ۲۰۴۰ به سمت حذف کربن می رود.
(شیائو و همکاران، ۲۰۱۹)	انرژی	۲۰۵۰	انرژی	<ul style="list-style-type: none"> سناریو اول: سیاست های فعلی دولت همچنان پیگیری می شود. سناریو دوم: از گاز طبیعی و هسته ای برای تامین برق مورد نیاز استفاده می شود. سناریو سوم: از طریق انرژی های تجدیدپذیر و واردات برق دو استان ها شرقی چین برق مورد نیاز خود را تامین می کنند.

خورشیدی و بادی رشد پیدا می کنند و در سناریو چهارم به طور همزمان انرژی خورشیدی و بادی با یکدیگر رشد پیدا می کنند که این سناریو از منظر اقتصادی و کاهش انتشار کربن دی اکسید در بلندمدت می تواند خواسته های دولت را برآورده سازد (Park, et al., 2019). صدورسکی^۷ (۲۰۱۱) با بیان اینکه مسائل مربوط به امنیت انرژی، تغییرات اقلیمی، کاهش مصرف سوخت های فسیلی، فناوری های جدید و مصرف کنندگان آگاه از مسائل محیط زیستی از نیروهای قدرتمندی هستند که آینده انرژی تجدیدپذیر بستگی به قدرت این نیروها و ترکیبی از نیروها دارد، ۴ سناریو را تا افق ۲۱۰۰ ارائه می دهد. سناریو اول (۲۰۱۰-۲۰۳۰) که فعالیت ها حالت عادی دارند. در سناریو دوم (۲۰۱۰-۲۰۶۰) تمرکز بر تغییرات اقلیمی می باشد. سناریو سوم (۲۰۱۰-۲۰۳۰) که مسائل مرتبط با امنیت انرژی در کانون توجهات می باشد. نهایتا سناریو چهارم (۲۰۱۰-۲۱۰۰) که آینده انرژی های پاک و ایمن می باشد. در آینده پاک و ایمن بین ۵۰ تا ۸۰ درصد کل تقاضای انرژی توسط انرژی های تجدیدپذیر تامین می شود (Sadorsky, 2011). شرکت شبکه برق سانی اسکاتلند^۸ (۲۰۱۸) در گزارش خود درباره آینده انرژی در اسکاتلند ۳ سناریو را تا افق ۲۰۳۰ ارائه می دهد. در سناریو اول، مصرف کنندگان اسکاتلندی طرفدار کاهش انتشار کربن دی اکسید هستند و این موضوع استفاده آن ها از انرژی های تجدیدپذیر را افزایش می دهد و در سطح ملی در کاهش انتشار کربن دی اکسید مشارکت می کنند. تمرکز روی سرمایه گذاری در پروژه های کلان است و سیاست هایی برای تحریک توسعه فناوری های تجدیدپذیر است. در سناریو دوم، مصرف کنندگان و کسب و کارهای اسکاتلندی تحت تاثیر کاهش هزینه ها و همچنین کاهش انتشار کربن دی اکسید هستند و برای کاهش هزینه های خود بر روی تولید برق در مقیاس کوچک به صورت غیرمتمرکز سرمایه گذاری می کنند. در نهایت در سناریو سوم، مصرف کنندگان اسکاتلندی تمایل کمتری برای سرمایه گذاری در فناوری های تجدیدپذیر و تولید برق در مقیاس کوچک دارند اما بحث بهره وری انرژی همچنان مورد توجه دولت می باشد. در این سناریو تمرکز بر روی کاهش هزینه ها است و کاهش انتشار کربن دی اکسید یک هدف ثانویه می باشد (SSN, 2018).

(شماره ۲۰۰۸)	نظر	شماره	اثر	• سناریو اول: تا زمانی که انرژی‌های فسیلی وجود دارند سیاست‌گذاران توجه بهره‌وری انرژی نخواهند داشت. به همین ترتیب، تا زمانی که شوک‌های بزرگ تغییرات اقلیمی ایجاد نشود، توجه خاصی به انتشار کربن‌دی‌اکسید از سوی سیاست‌گذاران نخواهد شد. • سناریو دوم: طرح‌ها و اقدامات در حال رشد برای برطرف کردن چالش‌های توسعه اقتصادی، امنیت انرژی و آلودگی محیط‌زیست به عنوان یک محرک بزرگ برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر عمل می‌کند و در نتیجه انتشار کربن‌دی‌اکسید نیز کاهش می‌یابد.

روش پژوهش

پژوهش حاضر کیفی بوده و از منظر هدف از نوع کاربردی؛ از نظر روش جزء پژوهش‌های اکتشافی با رویکرد آینده‌پژوهانه می‌باشد که با روش سناریونویسی با رویکرد GBN به عنوان رایج‌ترین و کاربردی‌ترین روش در زمینه موضوع پژوهش و با ادغام و ترکیب برخی از گام‌های اصلی متناسب با محتوای پژوهش، فرایند تدوین سناریوها در پنج گام نگاشته شده است.



شکل ۳- فرآیند تدوین سناریوها (براساس چارچوب شوارتز،

۱۳۸۸؛ مرزبان، ۱۳۹۴)

به منظور گردآوری داده‌ها از داده‌های اولیه و ثانویه استفاده شده است که به تناسب مورد استفاده قرار گرفته است. ابتدا پژوهشگران منابع ثانویه (اسناد بالادستی، گزارش‌های سیاستی، پروژه‌های تحقیقاتی، مقالات و سایت‌ها) را بررسی کرده و اطلاعات اولیه‌ای را فراهم کرده‌اند و سپس با خبرگان حوزه انرژی در ایران که آگاهی کافی درباره انرژی‌های تجدیدپذیر داشتند به صورت نیمه‌ساختاریافته به طور متوسط ۶۰ دقیقه در جهت تبیین دقیق موضوع و شناخت مولفه‌ها و متغیرهای اصلی مصاحبه صورت گرفت و در نهایت به منظور شناسایی پیشران‌ها و عدم قطعیت‌های کلیدی محیطی از پنل خبرگان استفاده شد. در کنار آن، از روش تجزیه و تحلیل PESTLE

پارک و همکاران، (۲۰۱۹)	کره-جنوبی	انرژی	۲۰۳۰	• سناریو اول: سیاست‌های فعلی دولت همچنان پیگیری می‌شود. • سناریو دوم و سوم: به ترتیب انرژی خورشیدی و بادی رشد پیدا می‌کنند. • سناریو چهارم: به طور همزمان انرژی خورشیدی و بادی با یکدیگر رشد پیدا می‌کنند.
	اسکاتلند	انرژی	۲۰۳۰	• سناریو اول: مصرف‌کنندگان طرفدار کاهش انتشار کربن‌دی‌اکسید هستند و این موضوع استفاده آن‌ها از انرژی‌های تجدیدپذیر را افزایش می‌دهد. • سناریو دوم: مصرف‌کنندگان تحت تاثیر کاهش هزینه‌ها و همچنین کاهش انتشار کربن‌دی‌اکسید هستند و برای کاهش هزینه‌های خود بر روی تولید برق در مقیاس کوچک به صورت غیرمتمرکز سرمایه‌گذاری می‌کنند. • سناریو سوم: مصرف‌کنندگان تمایل کمتری برای سرمایه‌گذاری در فناوری‌های تجدیدپذیر دارند. در این سناریو تمرکز بر روی کاهش هزینه‌ها است و کاهش انتشار کربن‌دی‌اکسید یک هدف ثانویه می‌باشد.
				(شرکت برق‌ساز اسکاتلند، ۲۰۱۸)
(صدورسکی، ۲۰۱۱)	جهان	انرژی	۲۱۰۰	

این پیش فرض که پیشران‌ها از جنس علت اند، پس از تحلیل به ۶ پیشران اصلی (جدول ۴) دسته‌بندی شدند. برای شناسایی عدم قطعیت‌های اصلی اقدام به طراحی پرسشنامه شد. بدین ترتیب که در این پرسشنامه ابتدا توضیحاتی راجع به واژه‌های تخصصی سناریونویسی و در ادامه توضیحاتی درباره پیشران‌های اصلی شناسایی شده ارائه شده بود. در جلسه چهارم، پرسشنامه بین مدعوین تقسیم شده و از آن‌ها خواسته شد تا ضمن مطالعه راهنما و توضیحات مطرح شده به تعیین میزان اهمیت و عدم قطعیت هر عامل بر اساس طیف لیکرت ۴ تایی (زیاد، متوسط، کم و هیچ) بپردازند. پس از برگزاری پنل‌ها، نتایج بررسی و تحلیل شده و با توجه به ضریب اهمیت و درجه عدم قطعیت هر کدام، پیشران‌های اصلی (عدم قطعیت‌ها) مشخص شدند.

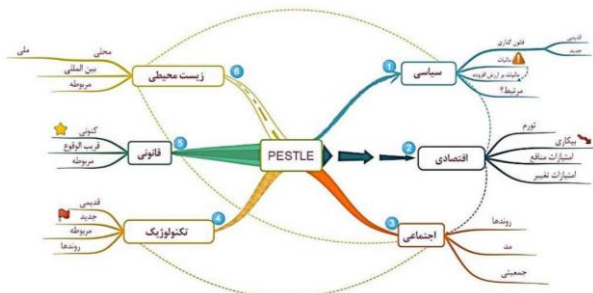
جدول ۲- لیست خبرگان

ردیف	خبره	سابقه کاری در حوزه انرژی
۱	مدیرکل در معاونت مهندسی، پژوهش و فناوری وزارت نفت	۲۴ سال
۲	معاون مدیرکل وزارت نیرو در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر	۱۹ سال
۳	هیات علمی پژوهشگاه صنعت نفت	۱۶ سال
۴	هیات علمی دانشگاه صنعتی شریف	۱۵ سال
۵	هیات علمی دانشگاه شهید بهشتی	۱۳ سال
۶	کارشناس سیاست‌گذاری فناوری پژوهشگاه صنعت نفت	۱۰ سال
۷	کارشناس انرژی‌های تجدیدپذیر پژوهشگاه نیرو	۹ سال
۸	کارشناس سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری برق ایران	۹ سال
۹	کارشناس سیاست‌گذاری علم و فناوری معاونت علمی و فناوری	۸ سال
۱۰	کارشناس انرژی‌های پاک مرکز همکاری‌های تحول و پیشرفت	۸ سال
۱۱	کارشناس انرژی ستاد توسعه زیست‌بوم نوآوری حوزه انرژی	۷ سال
۱۲	کارشناس آینده‌نگاری علم و فناوری معاونت علمی و فناوری	۷ سال

همچنین در پژوهش حاضر به منظور افزایش روایی پژوهش سعی شده تا از مشارکت‌کنندگانی استفاده شود که در حوزه مطالعه صاحب تخصص بوده و از انگیزه و تمایل کافی

برای شناسایی ابعاد مختلف عوامل کلیدی در درون پنل بهره‌گیری شد. پنل‌ها شامل خبرگان و کارشناسان صاحب نظر در حوزه انرژی تشکیل شده و درباره آینده انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران گفتگو کرده و به اظهار نظر می‌پرداختند. در این پژوهش، پنلی مرکب از ۱۲ نفر از مدیران و کارشناسان آگاه و متخصص در حوزه انرژی مخصوصاً انرژی‌های تجدیدپذیر، در چهار جلسه به طور متوسط هر جلسه بین ۲ تا ۳ ساعت و طی چهار ماه برگزار شد. جامعه آماری شامل تمامی خبرگان و صاحب‌نظران حوزه انرژی می‌باشد. قلمرو مکانی آن ایران و قلمرو زمانی آن افق ۱۴۲۰ شمسی می‌باشد. منظور از پنل خبرگان، جلسه‌ای است که با حضور جمعی از خبرگان یا ذینفعان با تمرکز در زمینه موضوعات آینده تشکیل می‌شود. پژوهش حاضر بخشی از برنامه ملی آینده‌نگاری علم و فناوری می‌باشد که در معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری در حال انجام می‌باشد. قبل از برگزاری اولین جلسه از پنل خبرگان، ایمیلی حاوی اطلاعات مربوط به برنامه ملی آینده‌نگاری علم و فناوری، فرآیند و زمان برگزاری جلسات و سایر فایل‌های مربوطه به خبرگان ارسال گردید تا با پیش آگاهی و زمینه قبلی در زمان تعیین شده در پنل مربوطه حضور یابند. لذا اعضای شرکت‌کننده قبل از حضور در هر پنل با آمادگی نسبتاً مناسبی، در جلسه حاضر شدند. روند برگزاری جلسات بدین صورت بود که در جلسه اول ابتدا توضیحاتی درباره برنامه ملی آینده‌نگاری علم و فناوری و مراحل انجام شده ارائه شد و سپس به مباحث آینده‌پژوهشی و سناریونویسی و ارائه مفاهیم پایه و اهداف سناریونویسی پرداخته شد. در جلسه دوم در رابطه با عوامل کلیدی در محیط کلان انرژی‌های تجدیدپذیر ایران به بحث تخصصی پرداخته شد و عوامل کلیدی بیان شده توسط خبرگان از سوی تیم برگزارکننده پنل یادداشت شد و در نهایت بر اساس تحلیل PESTLE عوامل کلیدی استخراج شده با نظر اعضای پنل جمع‌بندی شد (جدول ۳). در جلسه سوم نیز در رابطه با پیشران‌های اصلی در مسیر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران به بحث تخصصی پرداخته شد و پیشران‌های مطرح شده توسط خبرگان از سوی تیم برگزارکننده یادداشت شد. سپس پیشران‌های شناسایی شده به علت اینکه برخی علت و برخی دیگر معلول بودند، به کمک خبرگان با

خبرگان از تحلیل PESTLE برای شناسایی عوامل و نیروهای کلیدی موثر در محیط کلان انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده شد.



شکل ۴- نقشه ذهنی تحلیل PESTLE (اسماعیل زاده و همکاران،

۱۳۹۳)

تحلیل PESTLE یک ابزار ساده، مفید و رایج است که به ما کمک می‌کند تا تصویری جامع از محیط سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، قانونی، فناورانه و زیست محیطی به دست آوریم. مدیران ارشد کسب و کارها در سراسر جهان از این تحلیل به منظور ایجاد چشم‌انداز خویش در مورد آینده، بهره می‌جویند (درگی و سالاری، ۱۳۸۹).

جدول ۳- عوامل کلیدی در محیط کلان انرژی‌های تجدیدپذیر

ایران (براساس نظر خبرگان)

عوامل سیاسی	عوامل زیست محیطی
<ul style="list-style-type: none"> اسناد بالادستی و راهبردی سیاست‌های متغیر دولتی سیاست‌های بلندمدت امنیت انرژی در عرضه و تقاضا توسعه پایدار 	<ul style="list-style-type: none"> انتشار گازهای آلاینده مشتقات کربن انتشار گازهای آلاینده مشتقات نیتروژن انتشار گازهای آلاینده مشتقات گوگرد انتشار گازهای آلاینده متان سایر مسائل زیست محیطی مانند آلودگی دریاها و...
عوامل اجتماعی	عوامل اقتصادی
<ul style="list-style-type: none"> آگاهی و دانش عمومی درباره انرژی‌های تجدیدپذیر پذیرش اجتماعی و عمومی انرژی‌های تجدیدپذیر درآمد سرانه خانواده‌ها فعالیت‌های سازمان‌های مردم نهاد آموزش و آگاه‌سازی عمومی 	<ul style="list-style-type: none"> عوامل اقتصادی و مالی همچون زمان بازگشت سرمایه عوامل مالی (دسترسی به سرمایه) ثبات در اقتصاد کلان (تورم) پرداخت یارانه به انرژی‌های فسیلی ساختار بازار (رقابت و...) هزینه سرمایه‌ای اولیه مورد نیاز رشد اقتصادی
عوامل قانونی	عوامل فناورانه
<ul style="list-style-type: none"> مدیریت بالا به پایین در بخش انرژی 	<ul style="list-style-type: none"> زیرساخت‌های انتقال و توزیع زیرساخت‌های یکپارچه با شبکه

برخوردار باشند (سیدنقوی و همکاران، ۱۳۹۵). در عین حال در این پژوهش برای افزایش پایایی از روش استانداردسازی رویه‌های پژوهش استفاده شده است؛ یعنی برای افزایش پایایی، موارد ذیل رعایت شده است (قاضی‌نوری و همکاران، ۱۳۹۵):

اجراء کامل و علمی روش سناریونویسی؛ انتخاب دقیق پاسخگویان و تناسب تخصص آنان با موضوع پژوهش؛ اخذ بازخورد از پاسخگویان؛ انتخاب عدم قطعیت‌ها توسط خبرگان، روش انجام تحقیق با توجه به کیفی و آینده‌پژوهانه بودن آن، روش سناریونویسی با رویکرد GBN با ادغام و ترکیب برخی از گام‌های اصلی متناسب با محتوای پژوهش و استفاده از مدل استنتاجی (یا ماتریسی) است. در این مدل، با تعیین دو عدم قطعیت اصلی، فضای سناریوها در قالب ماتریسی متشکل از دو محور اصلی از دو سر عدم قطعیت‌های یادشده تشکیل و فضاهای چهارگانه‌ای در قالب یک ماتریس ۲ در ۲ برای ترسیم امکان‌های آینده تصویر می‌شود (عبدی و همکاران، ۱۳۹۶).

همچنین، روش تدوین سناریو از دیدگاه شیوه کار و سطح مشارکت، روش کارشناسانه بوده است که طی آن، فرایند کار توسط گروه نسبتاً کوچکی از متخصصان در زمینه موضوع پژوهش انجام می‌پذیرد و روابط و نتایج فرآیند توسط گروه طراحی، کنترل و پیگیری می‌شود. رویکرد مورد استفاده در تدوین سناریوها نیز رویکرد منطق شهودی در تدوین سناریوها بوده که تا حدود زیادی به دیدگاه خبرگان وابسته است (مرزبان، ۱۳۹۴).

گام نخست، تشخیص و شناسایی موضوع یا تصمیم اصلی است. این گام محدوده تحقیق را مشخص می‌کند که شامل سوال‌های تحقیق، کشف عوامل کلیدی، عدم قطعیت‌ها، عدم قطعیت‌های اصلی و سناریوهای آینده انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران در افق سال ۱۴۲۰ می‌باشد. **گام دوم**، شناسایی عوامل و نیروهای کلیدی و مؤثر در محیط فعالیت سازمان است. بعد از آنکه موضوع یا تصمیم‌های اصلی مشخص شد فهرستی از عواملی که بیشترین تأثیرات مستقیم را در پیامدهای تصمیم‌های شناخته شده دارند، تهیه می‌شود. این عوامل بر موفقیت یا ناکامی آن تصمیمات، تأثیرگذار هستند. هدف از این گام عمدتاً فهم تحلیلی از تصمیم یا موضوع پروژه است (شوارتز، ۱۳۸۸). پس از جمع‌بندی دیدگاه‌ها و نظرات

توسعه اقتصادی است که بر پایه توسعه پایا و آگاهی از اقتصاد بومی (سازگار با بوم) بنا نهاده شده است. حرکت به سمت اقتصاد سبز و پایدار می تواند توسعه انرژی های تجدیدپذیر را تسریع کند.	
فناوری نوظهور، موج چهارم انقلاب صنعتی، پدیده های عظیمی محسوب می شود که در تمامی گرایش های علمی راه یافته و با سرعت هرچه تمام تر در حال توسعه هستند. در چند سال اخیر استفاده از فناوری های نوظهور در فناوری های مرتبط با انرژی های تجدیدپذیر باعث کاهش قیمت های آنها شده است. توسعه فناوری های نوظهور می تواند نقش مهمی در رشد انرژی های تجدیدپذیر با کاهش قیمت آنها داشته باشد.	فناوری های نوظهور
با وجود اینکه در کشورهای در حال توسعه همچون ایران ظرفیت بالایی برای استفاده از انرژی های تجدیدپذیر وجود دارد اما سیاست گذاری ها و برنامه ریزی های کوتاه مدت و متغیر دولت باعث عدم توسعه انرژی های تجدیدپذیر در ایران شده است. نگاه بلندمدت و سیاست گذاری های بلندمدت و با ثبات می تواند توسعه بیشتر انرژی های تجدیدپذیر را در پی داشته باشد.	سیاست گذاری و برنامه ریزی بلندمدت

گام چهارم، تعیین عدم قطعیت های اصلی می باشد. نیروهای پیشران، عدم قطعیت ها را ایجاد می کنند. در رویکرد استنتاجی، مهم ترین عواملی که نقش اصلی را برای ساخت سناریوهای ایفا می نمایند، عدم قطعیت های کلیدی است و سناریوهای بر اساس مهم ترین عدم قطعیت ها نگارش می شوند. در این مرحله، ۶ عدم قطعیت شناسایی شده با نمونه ۱۰ نفری از خبرگان و طرح در پنل های تخصصی، برای هر یک از عوامل، نمرات عدم قطعیت و اهمیت زیر، طبق جدول ۳ به دست آمد. نمره نهایی اهمیت و عدم قطعیت هریک از عوامل با استفاده از روش میانگین محاسبه شده است.

جدول ۵- ماتریس رتبه بندی عدم قطعیت های اصلی (بر اساس

چارچوب شوارتز، ۱۳۸۸)

میانگین	نمره عدم قطعیت ^{۱۰}	نمره اهمیت ^۹	مهم ترین عدم قطعیت ها
۳۸.۷۵	۳۷.۵	۴۰	رشد جامعه مدنی در مقابل محدودیت جامعه مدنی
۷۰	۶۷.۵	۷۲.۵	اقتصاد نفتی در مقابل اقتصاد سبز
۶۶.۲۵	۷۲.۵	۶۰	توسعه فناوری های نوین در مقابل عدم توجه به توسعه فناوری
۳۱.۲۵	۳۰	۳۲.۵	ایجاد تنوع در منابع انرژی با انرژی های تجدیدپذیر در مقابل عدم ایجاد تنوع در منابع انرژی و توجه به منابع فسیلی

<ul style="list-style-type: none"> نیروهای متخصص و ماهر رقابت پذیری در سطح بین المللی 	<ul style="list-style-type: none"> یکپارچگی عوامل و نیروها چارچوب های قانونی و اداری مشارکت بخش خصوصی قوانین پشتیبان اقتصادی
---	--

گام سوم، شناسایی نیروهای پیشران تغییرات در مقیاس کلان تهیه می باشد. منظور از نیروهای پیشران، هرچیزی است که صحنه و محیط کلان را متحول کرده و تغییر می دهد. با وجود اهمیت فراوان پیشران ها در فرآیند سناریونویسی، متأسفانه چارچوب خاصی برای کسب اطمینان از شناسایی تمامی پیشران ها وجود ندارد (طهماسبی و همکاران، ۱۳۹۶). پیشران ها اصولاً از طریق خبرگی و در جلسات پنل قابل شناسایی هستند (مرزبان، ۱۳۹۴). پس از جمع بندی دیدگاه ها و نظرات موجود، ۶ پیشران اصلی در مسیر توسعه انرژی های تجدیدپذیر در ایران به شرح جدول زیر احصا شد:

جدول ۴- پیشران های اصلی اثرگذار (بر اساس نظر خبرگان)

پیشران ها	توصیف
امنیت انرژی	امنیت انرژی ارتباط بین امنیت ملی و در دسترس بودن منابع طبیعی برای مصرف انرژی است. دسترسی به انرژی ارزان برای کار کردن اقتصادهای مدرن حیاتی شده است. انرژی های تجدیدپذیر می توانند امنیت انرژی را در تولید برق، تأمین گرمایش و حمل و نقل افزایش دهند.
جامعه مدنی	جامعه مدنی مجموعه سازمان ها و موسسات غیردولتی هستند که به صورت مستقل از دولت و داوطلبانه برای تحقق اهداف خود فعالیت می کنند. سازمان های مردم نهادی که در چند دهه اخیر در جهت حفاظت از محیط زیست به پا خاسته اند، می توانند نقش مهمی را در جهت ارتقای آگاهی عمومی، مشارکت و فرهنگ پذیری همگانی در جهت استفاده از انرژی های تجدیدپذیر بر عهده داشته باشند.
رشد جمعیت	رشد سریع جمعیت آثار و پیامدهای اقتصادی و اجتماعی بسیار گسترده ای دارد اما مهم ترین تاثیر آن متوجه الگوی مصرف انرژی و افزایش میزان مصرف نهایی انرژی می باشد. با افزایش جمعیت، استفاده از تجهیزات انرژی بر افزایش می یابد و در نهایت مصرف انرژی افزایش خواهد یافت. افزایش مصرف نهایی انرژی می تواند منجر به توسعه انرژی های تجدیدپذیر به عنوان یک منبع عرضه انرژی شود.
اقتصاد سبز و پایدار	اقتصاد سبز و پایدار، اقتصادی است که در سایه زندگی انسان های پیشرفته و عدالت اجتماعی پدید می آید در حالی که در آن خطر ها و آسیب های زیست محیطی در کمترین میزان ممکن است. اقتصاد سبز یک اقتصاد یا

یافته‌ها

از تلاقی دو عدم قطعیت (پیشران) کلیدی فناوری‌های نوظهور و اقتصاد سبز و پایدار، چهار فضای سناریویی از آینده انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران ایجاد می‌گردد که حاصل تلفیق دو حالت حدی عدم قطعیت‌های کلیدی است. چارچوب منطقی نگارش سناریوهای آینده انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران در شکل ۵ ارائه شده است. در ادامه هر یک از سناریوهای آینده انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران با توجه به چارچوب منطقی سناریوها تشریح خواهد شد.

۱-۳- سناریوی پایداری محیطی با طلای سبز

فضای این سناریو از برآیند دو پیشران اصلی اقتصاد سبز و پایدار و توسعه فناوری‌های نوظهور حاصل شده است. این سناریو به عنوان بهترین سناریوی انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران از دیدگاه نظری و توسعه‌ای قابل تصور است، سناریویی که در آن ایران همزمان با توسعه اقتصادی و پیشرفت اجتماعی، بر ضرورت توجه به محیط‌زیست و حفظ منابع طبیعی نیز تاکید نموده و آسیب‌های زیست‌محیطی در کمترین میزان ممکن است. آگاهی و دانش عمومی مردم درباره مسائل زیست‌محیطی و نقش محیط‌زیست سالم در ارتقاء کیفیت و کمیت زندگی، روحیه سازگاری و حفاظت از منابع طبیعی را در آنها تقویت کرده و حس مسئولیت‌پذیری را در آنان افزایش می‌دهد که این موضوع پذیرش اجتماعی و عمومی از انرژی‌های تجدیدپذیر را افزایش می‌دهد. انرژی‌های تجدیدپذیر در کانون توجه مردم و دولت قرار می‌گیرد که موجب رونق و ترویج استفاده از آنها می‌شود. اجرای تجربه‌های موفق بهره‌برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر در کشور باعث نفوذ انرژی‌های تجدیدپذیر در سیستم عرضه انرژی کشور می‌شود. در این سناریو، سیاست‌گذاری‌های علمی و بلندمدت و بهبود حکمرانی، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها، سیاست خارجی و اقتصادی و پولی در کنار دیدگاه نظام‌مند و یکپارچه در میان نقش‌آفرینان گوناگون موجود در فرآیند سیاست‌گذاری و اجرای برنامه‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران باعث حضور پر رنگ بخش خصوصی در این حوزه می‌شود. فعالیت بخش خصوصی باعث ایجاد اشتغال و فرصت‌های کارآفرینی می‌شود، میان

رشد قابل توجه جمعیت در مقابل عدم رشد قابل توجه جمعیت	۳۵	۳۲.۵	۳۳.۷۵
سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی بلندمدت برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در مقابل سیاست‌گذاری‌های متغیر دولتی	۴۲.۵	۳۷.۵	۴۰

پس از جمع‌بندی مصاحبه‌ها و نظرسنجی از خبرگان، همانگونه که مشاهده می‌شود عدم قطعیت دوم و سوم دارای نقش کلیدی‌تری شناخته شدند. بنابراین، می‌توان عدم قطعیت‌های اصلی در ترسیم آینده انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور را در دو بعد کلان و اصلی زیر دسته بندی نمود: **بعد اقتصادی**: اقتصاد نفتی یا اقتصاد سبز و پایدار؛ **بعد فناوری**: توسعه فناوری یا عدم توسعه فناوری. گام پنجم، ترسیم فضای سناریونویسی و نگارش سناریوها می‌باشد. اصلی‌ترین کارکرد سناریو، خلق فضای احتمال آینده است. سناریوها، مسیرهای مختلف آینده را ترسیم می‌کنند و چشم‌اندازی از مطلوب‌ترین و نامطلوب‌ترین حالت‌های ممکن برای آینده در خصوص موضوع مورد پژوهش را نشان می‌دهند. فرض عمومی حاکم بر فضای سناریونویسی، تعیین و تبیین گزینه‌های اصلی متصور برای آینده انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران است (مرزبان، ۱۳۹۴). فضای عام سناریونویسی در زمینه آینده انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران به شرح ماتریس زیر است.



شکل ۵- ماتریس سناریوها

توسعه پایدار و سازگار با محیط‌زیست می‌باشد و آسیب‌های زیست‌محیطی در آن در حد کم یا قابل مدیریت می‌باشد. آگاهی و دانش عمومی مردم در سایه فعالیت سازمان‌های مردم‌نهاد و برنامه‌های فرهنگی و تبلیغاتی دولت درباره اهمیت و ضرورت توجه به مسائل زیست‌محیطی و نقش آن در ارتقاء کیفیت و کمیت زندگی، حس مسئولیت‌پذیری و حفاظت از محیط‌زیست را در سطح جامعه به وجود آورده و پذیرش اجتماعی انرژی‌های تجدیدپذیر را در میان اقشار مختلف جامعه افزایش داده است. در این شرایط، انرژی‌های تجدیدپذیر در کانون توجه مردم و دولت قرار داشته و سهم نسبتاً زیادی از سبد انرژی کشور را تشکیل می‌دهد. در این سناریو، سیاست‌های باثبات و هدفمند در حمایت از احداث نیروگاه‌ها و بهره‌برداری از منابع تجدیدپذیر باعث توسعه هر چه بیشتر مزارع بادی و خورشیدی و سایر منابع تجدیدپذیر در ایران می‌شود. در کنار توسعه نیروگاه‌های بزرگ تجدیدپذیر با توجه به پهناوری سرزمین ایران و همچنین تمایل مردم به کاهش آلودگی هوا و سایر مسائل زیست‌محیطی، نیروگاه‌های تولید پراکنده، منفصا از شبکه و کوچک نیز به خوبی در کشور رونق گرفته‌اند. از طرفی دیگر با توجه به سیاست‌گذاری‌های مناسب در جهت حمایت از احداث نیروگاه‌های تجدیدپذیر شاهد حضور سرمایه‌گذاران خارجی در زمینه احداث نیروگاه‌های تجدیدپذیر در ایران هستیم که تداوم رشد تولید انرژی توسط نیروگاه‌های تجدیدپذیر را به همراه دارد. در این سناریو، هر چند انرژی‌های تجدیدپذیر سهم نسبتاً زیادی از سبد انرژی کشور را تشکیل می‌دهند ولی ایران به عنوان کشوری پیشرو در فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر شناخته نمی‌شود و لذا صاحب فناوری و بالطبع صادرکننده آن در منطقه نیست. بلکه تمرکز دولت بر سیاست‌گذاری و تدوین قوانین و مقررات در جهت تحریک طرف عرضه و دستیابی به تعداد محدودی از فناوری‌های کلیدی در زنجیره انرژی تجدیدپذیر و افزایش سهم تحقیق و توسعه در تولید ناخالص است. سیاست‌گذاری‌های جهت‌دار و هدفمند دولت باعث می‌شود که به صورت پیوسته و تدریجی به تعداد شرکت‌های دانش‌بنیان و فناوری‌محور در این حوزه افزوده شده و بخش خصوصی در این حوزه تقویت گردد. از جمله نشانه‌های وقوع سناریوی خیز موقت و ناپایدار به سمت

شرکت‌ها ارتباط برقرار می‌کند، انتشار و همکاری حول توسعه فناوری را امکان‌پذیر می‌سازد، سرمایه انسانی و زیرساخت‌های فیزیکی می‌سازد، درآمد عمومی دولت را افزایش و مجموعه متنوعی از خدمات و محصولات را به مصرف‌کنندگان و دیگر کسب‌وکارها ارائه می‌دهد. از سوی دیگر، ایران به عنوان کشوری پیشرو در فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر شناخته می‌شود که سالانه سهم قابل توجه‌ای از تولید ناخالص داخلی خود را صرف تحقیق و توسعه می‌کند و دارای شرکت‌های دانش‌بنیان و فناوری‌محور بسیاری در این زمینه می‌باشد و به عنوان صادرکننده فناوری در منطقه شناخته می‌شود. علاوه بر این، انرژی‌های تجدیدپذیر سهم قابل توجه‌ای از سبد انرژی کشور را تشکیل می‌دهد و انرژی‌های فسیلی به عنوان منبع اصلی بودجه جاری کشور به حاشیه رانده شده‌اند و قیمت‌ها در پی حذف و محدود شدن یارانه‌های سوخت‌های فسیلی واقعی شدند. از جمله نشانه‌های وقوع سناریوی پایداری محیطی با طلای سبز می‌توان به: افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد انرژی کشور، افزایش آگاهی و دانش مردم نسبت به انرژی‌های تجدیدپذیر، تمایل گروه‌های مختلف به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، زیرساخت‌های انتقال و توزیع انرژی پیشرفته و مدرن، زیرساخت‌ها و شبکه‌های یکپارچه با شبکه، سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی در انرژی‌های تجدیدپذیر، صادرات برق تجدیدپذیر، افزایش تعداد بنگاه‌های کوچک تولیدی، افزایش تولید بنگاه‌های متوسط و بزرگ، نیروی انسانی متخصص و ماهر، وجود دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی پیشرو در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر، افزایش تعداد پارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد، افزایش میزان ثبت پتنت در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر، اعطاء معافیت‌های مالیاتی و گزنت‌های پژوهشی هدفمند به دانشگاه‌ها و شرکت‌ها اشاره نمود.

۲-۳- خیز موقت و ناپایدار به سمت پایداری

فضای این سناریو از برآیند دو پیشران اقتصاد سبز و پایدار و عدم توسعه فناوری‌های نوظهور حاصل شده است. در این سناریو همچون سناریو «پایداری محیطی با طلای سبز»، ایران کشوری در سایه عدالت اجتماعی و توسعه اقتصادی بر پایه

در بخش انرژی و سایر اسناد بالادستی همچون قانون اصلاح الگوی مصرف انرژی، قانون هدفمند کردن یارانه‌ها، نقشه جامع علمی کشور، سیاست‌های کلی محیط زیست، قانون حمایت از صنعت برق، سند ملی راهبرد انرژی کشور و سند ملی توسعه دانش‌بنیان انرژی‌های تجدیدپذیر، دستیابی به سهم حداقل ۱۰ درصدی نیروگاه‌های تجدیدپذیر نسبت به کل ظرفیت نیروگاهی فراهم می‌شود. در این سناریو، تدوین سیاست‌گذاری‌های بالادستی و پایین‌دستی صنعت نفت و گاز کشور به گونه‌ای است که منافع نسل‌های آینده از ذخایر تجدیدناپذیر هیدروکربوری از اولویت برخوردار است. علاوه بر این، سرمایه‌گذاری و قوانین حمایتی مناسب در فناوری‌های حوزه نفت و گاز موجب شده ایران به عنوان کشوری پیشرو در فناوری‌های نفت و گاز شناخته شود که سالانه سهم قابل قبولی از تولید ناخالص داخلی خود را صرف تحقیق و توسعه صنعتی می‌نماید و شرکت‌های دانش‌بنیان و فناوری‌محور ایران به عنوان صادرکننده فناوری و محصولات با فناوری متوسط و پیشرفته در منطقه شناخته می‌شوند. استفاده از فناوری‌های پیشرفته ظرفیت استخراج نفت و گاز از مخازن موجود و قدیمی را افزایش داده و از سوی دیگر توسعه صنایع پالایشی و پتروشیمی جایگزینی صادرات فرآورده‌های نفتی با خام فروشی نفت را تا حد زیادی محقق نموده است. از جمله نشانه‌های وقوع سناریوی بهره‌وری با طلای سیاه می‌توان به: صادرات فرآورده‌های نفتی، نیروی انسانی متخصص و ماهر، وجود دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی پیشرو در زمینه نفت و گاز، زیرساخت‌های انتقال و توزیع نفت و گاز پیشرفته و مدرن، افزایش تعداد پالایشگاه‌ها، افزایش تعداد پتروشیمی‌ها، افزایش تعداد پارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد، افزایش میزان ثبت پتنت در زمینه نفت و گاز، افزایش تعداد بنگاه‌های کوچک تولیدی، افزایش تولید و صادرات بنگاه‌های متوسط و بزرگ، اعطاء گزنت‌های پژوهشی هدفمند به دانشگاه‌ها و شرکت‌ها و سهم حداقل ۱۰ درصدی نیروگاه‌های تجدیدپذیر نسبت به کل ظرفیت نیروگاهی اشاره نمود.

پایداری می‌توان به: افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد انرژی کشور، افزایش آگاهی و دانش مردم نسبت به انرژی‌های تجدیدپذیر، تمایل گروه‌های مختلف به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، به‌روزرسانی زیرساخت‌های انتقال و توزیع انرژی، زیرساخت‌ها و شبکه‌های یکپارچه با شبکه، سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی در انرژی‌های تجدیدپذیر، صادرات برق تجدیدپذیر، ورود بنگاه‌های کوچک تولیدی، سرمایه‌گذاری بر روی آموزش و یادگیری نیروی انسانی، احداث دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر، حمایت از ثبت پتنت در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر، اعطاء معافیت‌های مالیاتی و گزنت‌های پژوهشی هدفمند به دانشگاه‌ها و شرکت‌ها اشاره نمود.

۳-۳- بهره‌وری با طلای سیاه

فضای این سناریو از بروز دو پیشران اصلی اقتصاد نفتی و توسعه فناوری‌های نوظهور حاصل می‌شود. در این سناریو برخلاف دو سناریوی قبلی، ایران کشوری وابسته به انرژی‌های فسیلی است. درآمدهای نسبتاً مناسب نفت و گاز، سرمایه لازم برای توسعه و رشد اقتصادی در کشور را فراهم می‌کند. سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی بلندمدت و هدفمند دولتی باعث بهره‌برداری قابل قبول از درآمدهای نفتی و ایجاد اشتغال، فقرزدایی و ارتقاء سطح رفاه عمومی از طریق مکانیسم‌های توزیع شفاف ثروت می‌گردد و عرصه‌هایی رقابتی برای نخبگان ایجاد می‌کند. برنامه‌های تبلیغاتی برای آگاهی مردم در خصوص اهمیت و ضرورت صرفه‌جویی در مصرف، به همراه سیاست‌های مدیریت، کنترل و نظارت بر مصرف در بخش‌های صنعت و حمل و نقل و به کارگیری اصول طراحی مناسب در بخش ساختمان و حذف یا محدود شدن یارانه‌های غیرهدفمند سوخت‌های فسیلی باعث می‌شود میزان زیادی از اتلاف و مصرف بی‌رویه انرژی در کشور کاسته شود. علاوه بر این، استفاده از سیاست‌های بهینه‌سازی و بهره‌وری انرژی کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی را به همراه دارد. در این سناریو اگرچه اقتصاد ایران وابسته به نفت و گاز بوده و همچنان سهم زیادی از تولید ناخالص داخلی و درآمدهای کشور وابسته به نفت و گاز است اما در راستای بند «ب» سیاست‌های کلی نظام

۴-۳- تداوم روند فعلی و چرخه شوم بلای سیاه

فضای این سناریو از برآیند دو پیشران اصلی اقتصاد نفتی و عدم توسعه فناوری‌های نوظهور به وجود می‌آید. این سناریو به عنوان نامطلوب‌ترین سناریوی انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران قابل تصور بوده که در آن ایران مدیریت و عرضه انرژی در کنترل کامل نهاد فربه و ناکارآمد دولت است و بهره‌وری اقتصادی در سطح پایینی قرار دارد. بازارها انحصاری و بازیگران اقتصادی تحت تسلط دولت هستند. دولت از نظر تامین منابع مالی مورد نیاز برای توسعه و سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها در مضیقه و تنگنا قرار داشته و توان رقابتی صنایع در حوزه‌های بین‌المللی در حال تضعیف تدریجی است.

در این سناریو، با افزایش پیوسته مصرف انرژی به دلیل عدم توجه به بهینه‌سازی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی و غفلت از منابع جدید عرضه انرژی خصوصاً انرژی‌های تجدیدپذیر در کنار زیرساخت‌های فرسوده و قدیمی، تامین و عرضه انرژی با مشکل مواجهه است و با گذشت زمان بر ناکارآمدی‌های آن افزوده شود. دولت برای مدیریت تقاضا و تامین انرژی با توجه به زیان‌ده بودن صنایع مجبور به اصلاح غیربازاری قیمت انرژی می‌شود.

درعین حال، شهروندان که دولت را به عنوان مسئول تامین انرژی شناخته و نسبت به افزایش قیمت‌ها اعتراض می‌کنند؛ دولت هم ناگزیر است به دلایل سیاسی همچنان بودجه قابل توجهی را علی‌رغم محدودیت‌ها و چالش‌های رو به گسترش جاری و بودجه‌ای، صرف پرداخت یارانه برای انرژی نماید.

در این سناریو، به دلیل افزایش تقاضا برای انرژی و بهره‌وری پایین مصرف، نیاز به تولید انرژی و سرمایه‌گذاری در تولید، روز به روز افزایش یافته و راندمان خصوصاً انتقال، نیروگاه‌ها و پالایشگاه‌ها با استانداردهای بین‌المللی شکاف بیشتری می‌یابد. به دلیل کمبود منابع دولتی، دولت ناگزیر به یافتن راهی برای حضور سرمایه‌گذاران خصوصی در عرصه خدمات عمومی بوده، اما سرمایه‌گذاران ریسک مشارکت را بسیار بالا دانسته و از مشارکت موثر سرباز می‌زنند.

در نتیجه هزینه تمام شده انرژی با اعمال مداوم یارانه‌های دولتی در تولید، انتقال و توزیع به‌طور مستمر بیشتر می‌شود. همچنین به دلیل نبود فرهنگ مشارکت و پاسخگویی، سرمایه اجتماعی و توانمندی‌های جامعه مدنی و بخش خصوصی توسعه نیافته و یا تضعیف می‌شود. در نتیجه، حتی اگر دولت به ناچار فضا را برای حضور آن‌ها بازتر نماید، ظرفیت ایفای نقش موثر در عرصه‌های اجتماعی و صنعتی از جمله تامین انرژی را ندارند. بنابراین، دولت ناچار به تزریق غیربهینه منابع مالی و انسانی به بخش انرژی می‌شود و این چرخه شوم به صورت خود تقویت شونده تداوم می‌یابد.

با وجود اینکه در ایران ظرفیت بالایی برای تولید انرژی‌های تجدیدپذیر وجود دارد، عواملی همچون حمایت‌های اندک دولت، پرداخت یارانه آشکار و پنهان به سوخت‌های فسیلی، ناآگاهی از فناوری‌های تجدیدپذیر، بی‌توجهی به مزایای انرژی‌های تجدیدپذیر و عدم حضور بخش خصوصی به دلیل انحصار دولتی، ریسک توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر را بالا برده و بازگشت سرمایه آن را برای سرمایه‌گذاران را غیر جذاب می‌نماید.

از جمله نشانه‌های وقوع سناریوی تداوم روند فعلی و چرخه شوم بلای سیاه می‌توان به: عدم بهره‌وری بخش انرژی، عدم وجود زیرساخت‌های یکپارچه با شبکه، افزایش مصرف نهایی انرژی، پرداخت یارانه‌های آشکار و پنهان به سوخت‌های فسیلی، واردکننده فناوری، فرسودگی‌های تولید، انتقال و توزیع انرژی، عدم سرمایه‌گذاری برای آموزش و یادگیری نیروی انسانی ماهر و متخصص، افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی، عدم آگاهی و دانش عمومی درباره انرژی‌های تجدیدپذیر، فعالیت اندک بخش خصوصی، بی‌میلی برای رقابت، سودآوری اندک برای بنگاه‌های تولیدی، عدم سرمایه‌گذاری انرژی‌های تجدیدپذیر، فراوانی فناوری‌های وارداتی در بازار و سهم ناچیز نیروگاه‌های تجدیدپذیر نسبت به کل ظرفیت نیروگاهی اشاره نمود.

انرژی‌های تجدیدپذیر شناخته می‌شود که سالانه سهم قابل توجه‌ای از تولید ناخالص داخلی خود را صرف تحقیق و توسعه می‌کند و دارای شرکت‌های دانش‌بنیان و فناوری محور بسیاری در این زمینه می‌باشد و به عنوان صادرکننده فناوری در منطقه شناخته می‌شود. علاوه بر این، انرژی‌های تجدیدپذیر سهم قابل توجه‌ای از سبد انرژی کشور را تشکیل می‌دهد. این سناریو همچنین با سناریوی چهارم هونگ و همکاران (۲۰۱۹)، سناریوی اول شرکت برق‌رسانی اسکاتلند (۲۰۱۸)، سناریوی چهارم صدروسکی (۲۰۱۱) و سناریوی دوم شرکت شل (۲۰۰۸) در یک راستا می‌باشد. در تمامی این سناریوها، دولت‌ها و مصرف‌کنندگان طرفدار کاهش انتشار کربن دی‌اکسید و افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد انرژی کشورها هستند. سناریوی دوم، خیز موقت و ناپایدار به سمت پایداری است. سناریویی که در آن سیاست‌های باثبات و هدفمند در حمایت از احداث نیروگاه‌های تجدیدپذیر باعث توسعه هر چه بیشتر مزارع بادی و خورشیدی و سایر نیروگاه‌های تجدیدپذیر در ایران شده است و انرژی‌های تجدیدپذیر سهم نسبتاً زیادی از سبد انرژی کشور را تشکیل می‌دهند ولی ایران به عنوان کشوری پیشرو در فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر شناخته نمی‌شود و صادرکننده فناوری در منطقه نیست اما دولت ایران به دنبال سیاست‌گذاری‌های خرد و کلان و تدوین قوانین و مقررات در جهت تحریک طرف عرضه و دستیابی به فناوری انرژی تجدیدپذیر و افزایش سهم تحقیق و توسعه در تولید ناخالص داخلی خود است. این سناریو همچنین با سناریوی دوم و سوم هونگ و همکاران (۲۰۱۹)، سوم شیائو و همکاران (۲۰۱۹) و دوم شورای جهانی انرژی (۲۰۱۹) در یک راستا می‌باشد. در تمامی این سناریوها، انرژی‌های تجدیدپذیر به مرور زمان جایگزین انرژی‌های فسیلی می‌شوند. سناریوی سوم، بهره‌وری با طلای سیاه می‌باشد. سناریویی که در آن سرمایه‌گذاری و قوانین پشتیبان مناسب در فناوری‌های حوزه نفت و گاز باعث شده است که ایران به عنوان کشوری پیشرو در فناوری‌های نفت و گاز شناخته شود که سالانه سهم قابل توجه‌ای از تولید ناخالص داخلی خود را صرف تحقیق و توسعه می‌کند و دارای شرکت‌های دانش‌بنیان و فناوری محور بسیاری در این زمینه می‌باشد و به عنوان صادرکننده فناوری در منطقه



شکل ۶- نشانه‌های وقوع سناریوهای انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران در

افق ۱۴۲۰

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر که به دنبال پاسخ به نیاز شناخت آینده انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران صورت پذیرفت سعی بر آن داشت که با بررسی روندهای مربوط به انرژی‌های تجدیدپذیر، محیط خرد، محیط کلان، الگوبرداری از بهترین‌ها و بهره‌گیری از نظرات خبرگان سناریوهای اکتشافی انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران را روایت کند. با جمع‌آوری نظرات خبرگان، ۶ فاکتور کلیدی (پیشران) شامل امنیت انرژی، جامعه مدنی، رشد جمعیت، اقتصاد سبز و پایداری، فناوری‌های نوظهور و سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی بلندمدت انتخاب گردیدند. در گام بعدی با تحلیل میزان اهمیت و عدم قطعیت ۶ فاکتور کلیدی از نگاه خبرگان، ۲ فاکتورهای کلیدی فناوری‌های نوظهور و اقتصاد سبز و پایدار برگزیده و ۴ سناریوی پیش‌روی انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران به نام‌های پایداری محیطی با طلای سبز، خیز موقت و ناپایدار به سمت پایداری، بهره‌وری با طلای سیاه و تداوم روند فعلی و چرخه شوم بلای سیاه تدوین گردید. تعیین شاخص‌های راهنما برای تشخیص وقوع هر کدام از سناریوها از ویژگی‌های سناریوهای روایت شده است. مطلوب‌ترین سناریوی انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران در افق ۱۴۲۰ سناریوی پایداری محیطی با طلای سبز می‌باشد. سناریویی که در آن ایران به عنوان یک کشور پیشرو در فناوری

مدت، مشارکت دیدگاه‌های متنوع در تصمیم‌گیری و تفکر از بیرون به درون برای اتخاذ تصمیمات کوتاه، میان و بلند مدت است و می‌بایست برای تدوین استراتژی‌های توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران به صورت جدی بکارگرفته شوند. در این راستا پیشنهاد می‌شود ضمن تدوین استراتژی‌های توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران، واحدی برای رصد مستمر تغییرات محیط و به‌روزرسانی سناریوها ایجاد شوند.

شناخته می‌شود. علاوه بر این، انرژی‌های تجدیدپذیر حداقل سهم درصدی در سبد انرژی کشور دارند. این سناریو همچنین با سناریوی اول هونگ و همکاران (۲۰۱۹)، دوم شیائو و همکاران (۲۰۱۹) و سوم شرکت برق‌رسانی اسکاتلند (۲۰۱۸) در یک راستا می‌باشد. در تمامی این سناریوها سیاست‌های اتخاذ شده توسط دولت و پیشرفت در فناوری باعث کاهش سطح مصرف انرژی می‌شود. اما نامطلوب‌ترین سناریوی انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران در افق ۱۴۲۰ سناریوی تداوم روند فعلی و چرخه شوم بالای سیاه می‌باشد. سناریویی که در آن دولت از نظر تامین منابع مالی مورد نیاز برای توسعه و سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها، در مضیقه است و توان رقابتی صنایع در حوزه‌های بین‌المللی بسیار تضعیف شده است. در این سناریو، به تدریج با افزایش مصرف انرژی به دلیل عدم توجه به بهینه‌سازی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی و عدم توجه به منابع جدید عرضه انرژی همچون انرژی‌های تجدیدپذیر در کنار زیرساخت‌های فرسوده و قدیمی باعث می‌شود که دولت در تامین و عرضه انرژی با مشکل مواجهه شود و با گذشت زمان بر ناکارآمدی‌ها افزوده شود. با وجود اینکه در ایران ظرفیت بالایی برای استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر وجود دارد اما عواملی همچون حمایت‌های اندک از سوی دولت، پرداخت یارانه آشکار و پنهان به سوخت‌های فسیلی، ناآگاهی از فناوری‌های تجدیدپذیر، بی‌توجهی به مزایای انرژی‌های تجدیدپذیر و عدم حضور بخش خصوصی به خاطر انحصار دولتی، ریسک بالا و بازگشت سرمایه طولانی مانع توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شود. این سناریو همچنین با سناریوی اول شرکت شل (۲۰۰۸) در یک راستا می‌باشد. در این سناریو تا زمانی که انرژی‌های فسیلی وجود دارد سیاست‌گذاران به بهره‌وری انرژی توجه نخواهند داشت. به همین ترتیب، تا زمانی که شوک‌های بزرگ تغییرات اقلیمی ایجاد نشود، توجه خاصی به انتشار کربن‌دی‌اکسید از سوی سیاست‌گذاران نخواهد شد و در نتیجه انرژی‌های تجدیدپذیر توسعه پیدا نخواهند کرد.

در انتها لازم به ذکر است، سناریوها آینده‌هایی قطعی و منجمد نبوده و می‌بایست در طی زمان به صورتی مداوم بازنگری و به‌روزرسانی شوند. هدف اصلی سناریوها ایجاد افق دیدی بلند

منابع

- فخرایی، م. و کیقبادی، م.، (۱۳۹۳). نگاهی به روش‌های آینده‌پژوهی: معرفی شش تکنیک مهم و پرکاربرد در آینده‌پژوهی. تهران: انتشارات آینده‌پژوه.
- قاضی‌نوری، س.، ثقفی، ف. و میرزایی، م.، (۱۳۹۵). آینده صنعت نرم‌افزار در ایران با رویکرد توسعه سناریو. مدیریت فناوری اطلاعات، ۸(۴)، ۷۷۱-۷۹۰.
- قربانی، ا.، (۱۳۹۸). بررسی عوامل موثر بر توسعه کلام فناورانه سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت و حسابداری: دانشگاه شهید بهشتی.
- مرزبان، ا.، (۱۳۹۴). مدل خودحکمرانی شهروندی در مدیریت آینده توزیع انرژی برق. آینده‌پژوهی مدیریت، ۱۰۳، ۶۹-۸۴.
- معاونت امور برق و انرژی، (۱۳۹۸). آمارها و نمودارهای انرژی ایران و جهان (۱۳۹۶-۲۰۱۷). تهران: انتشارات وزارت نیرو.
- ملکی، م. و فتحی، م.، (۱۳۹۶). آینده‌نگاری مدل‌های تصمیم کسب و کار با بکارگیری رویکرد سناریونویسی. آینده‌پژوهشی مدیریت، ۱۰۸، ۳۳-۵۰.
- میرعمادی، ط. و رحیمی‌راد، ز.، (۱۳۹۷). تبیین قفل‌شدگی سیاستی حوزه فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران. آینده‌پژوهی مدیریت، ۱۱۴، ۳۸-۵۲.
- BP Statistical Review of World Energy, ۶۸ th ed, London: England.
- Elmustapha, H., Hoppe, T. & Bressers, H., (2018). 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, Volume 186, pp. 155-167.
- Hong J et al., (۲۰۱۹). Long-term energy strategy scenarios for South Korea: Transition to a sustainable energy system. Energy Policy, ۱۲۷pp. ۴۳۷-۴۲۵.
- Oei, P. et al., (2020). Lessons from Modeling 100% Renewable Scenarios Using GENeSYS-MOD. Economics of Energy & Environmental Policy, 9(1), pp. 103-120.
- Park M, Barrett M & Cassarino T, (۲۰۱۹). Assessment of future renewable energy
- اسماعیل‌زاده، ح.، خاوریان گرمسیر، ا. و کانونی، ر.، (۱۳۹۳). راهبرد پژوهی در سایه عوامل کلان محیطی در گردشگری شهری با استفاده از مدل‌های کمی و کیفی (نمونه موردی: توسعه گردشگری شهر یزد). گردشگری شهری، ۱(۱)، ۱۷-۳۳.
- پیشگاهی‌فرد، ز.، رنجبر دستنایی، ک. و کوشکی، م.، (۱۳۹۷). رویکرد آینده‌پژوهانه به وضعیت ژئوپلیتیکی سواحل مکران رویکرد GBN. جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)، ۹(۳)، ۱۳۵-۱۴۵.
- درگی، پ. و سالاری، م.، (۱۳۸۹). مدل‌های مدیریتی؛ برای راه‌اندازی و اداره یک کسب و کار. تهران: انتشارات موسسه خدمات فرهنگی رسا.
- زالی، ن.، (۱۳۹۸). آینده‌نگاری منطقه‌ای بازتعریف آینده‌پژوهانه از فرایند برنامه‌ریزی منطقه‌ای. آینده پژوهی ایران، ۴(۱)، ۲۶۳-۲۸۸.
- سیدنقوی، م.، قربانی‌زاده، و.، حسین‌پور، د. و کوشکی جهرمی، ع.، (۱۳۹۵). الگوی توسعه یادگیری دوجانبه برای سازمان‌ها. مطالعات مدیریت، ۸۰(۲۵)، ۱-۲۶.
- شوارتز، پ.، (۱۳۸۸). هنر دورنگری؛ برنامه‌ریزی برای آینده در دنیای با عدم قطعیت. ترجمه عزیز علیزاده، تهران: انتشارات موسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی.
- طهماسبی، س. و غیره، (۱۳۹۶). سناریونگاری آینده سازمان صنایع دریایی. راهبرد دفاعی، ۱۵(۱۰)، ۳۱-۷۴.
- عباسی مزار، ف.، (۱۳۹۵). ارتباط بین سیاست‌های خرد و سیاست‌های کلان در بهینه‌سازی مصرف گاز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت، فناوری و علم: دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- عبدی، ح.، میرشاه جعفری، ا.، نیلی، م. و رجایی‌پور، س.، (۱۳۹۶). تبیین افق ۱۴۰۴ آموزش عالی ایران با استفاده از روش سناریونویسی. آموزش عالی ایران، ۹(۴)، ۱-۲۷.
- علیزاده، ع.، وحیدی مطلق، و. و ناظمی، ا.، (۱۳۸۷). سناریونگاری یا برنامه‌ریزی بر پایه سناریوها. تهران: انتشارات موسسه مطالعات بین‌المللی انرژی.

Procedia Computer Science, Volume ۶۴, pp ۷۹۲-۷۹۹

SSEN (۲۰۱۸). North of Scotland Future Energy Scenarios. Perth: Scotland.

WEC, (2019). World Energy Scenarios: Exploring Innovation Pathways to 2040. London: UK.

Xiao, M., Simon, S. & Pregger, T., (2019). Scenario analysis of energy system transition - A case study of two coastal metropolitan regions, eastern China. Energy Strategy Reviews, Volume 26, p. 100423.

scenarios in South Korea based on costs, emissions and weather-driven hourly simulation. Renewable Energy, ۱۴۳, pp. ۱۳۸۸-۱۳۹۶.

Ren21, (2017). Advancing the Global Renewable Energy Transition. Paris: France.

Sadorsky, P., (2011). Some future scenarios for renewable energy. Futures, Volume 43, pp. 1091-1104.

Shell, (2008). Shell energy scenarios to 2050. The Hague: Netherlands.

Silva M (۲۰۱۵). A Systematic Review of Foresight in Project Management Literature.

یادداشت‌ها:

⁸ *Scottish and Southern Electricity Networks*

^۹ این شاخص نشان دهنده میزان اهمیتی است که خبرگان برای یک گزاره قائل هستند.

^{۱۰} این شاخص نشان دهنده میزان عدم قطعیتی است که خبرگان برای یک گزاره قائل هستند.

¹ *One size fits all*

^۱ *World Energy Council*

³ *Royal Dutch Shell*

⁴ *Hong et al*

⁵ *Xiao et al*

⁶ *Park et al*

⁷ *Sadorsky*