

مطالعه مقایسه‌ای الگوهای بومی‌سازی شده گذار انرژی در اروپا و آسیا: ارائه مدل بومی ایران

عباس ملکی^۱، مریم هاشمی نژاد^۲، حسن راعی^۳، علی فریادرس^۴ و سعید رستمی^۵

استاد سیاست‌گذاری انرژی، دانشگاه صنعتی شریف، maleki@sharif.edu

^۲دانشجوی دکتری روابط بین‌الملل، دانشگاه شهید بهشتی، hasheminejadashrafi@gmail.com

^۳کارشناسی ارشد سیستم‌های انرژی، دانشگاه صنعتی شریف، hasan.raei97@gmail.com

^۴کارشناسی ارشد اقتصاد انرژی، دانشگاه شهید بهشتی، ali.faryadras78@yahoo.com

^۵دانشجوی دکتری مهندسی هوافضا، دانشگاه صنعتی شریف، rostami.sae@gmail.com

چکیده - پس از جنگ اوکراین، گذار انرژی جهانی با تأکید بر آسیب‌پذیری امنیت انرژی کشورهای وابسته به واردات، سرعت بیشتری یافت. واردکنندگان عمده انرژی در شرق و غرب برای دسترسی به منابع و معادن رقابت می‌کنند و ابرقدرت‌های نفتی مانند عربستان سهم تجدیدپذیرها را افزایش می‌دهند. کشورهای اروپایی برای استقلال از روسیه به سرعت به سمت انرژی‌های پاک حرکت کردند و هر کدام با چالش‌های خاص خود از جمله جغرافیا، تقاضا، محیط زیست و نیاز به حامل‌های انرژی تجدیدپذیر مواجه شدند. این کشورها الگوهای بومی در توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر ارائه دادند. ترکیه نیز در گذار انرژی و توسعه منابع تجدیدپذیر پیشرفت‌های قابل توجهی داشته است. عربستان با استراتژی‌های ملی مانند ابتکار سبز سعودی و اقتصاد چرخه‌کربن، و نیجریه با اصلاحات برق و جذب تأمین مالی داخلی و بین‌المللی، در گذار انرژی فعالیت می‌کنند. این پژوهش راهبردهای سه کشور اروپایی (آلمان، فرانسه، هلند) و سه کشور نوظهور (ترکیه، عربستان سعودی، نیجریه) را بررسی و مقایسه می‌کند تا وجوه قابل استفاده برای مدل بومی گذار انرژی در ایران را شناسایی کند. نتایج نشان می‌دهد که مدل بومی گذار انرژی در ایران می‌تواند شامل تقویت چارچوب قانونی، تدوین استراتژی جامع ملی، حل و فصل تحریم‌های بین‌المللی، اجرای مشوق‌های مالی قوی، و مدرن‌سازی شبکه انرژی باشد.

کلید واژه- گذار انرژی، مدل بومی ایران، اروپا، ترکیه، عربستان سعودی، نیجریه

تجدیدپذیر متمرکز کرده است. این کشور با تعیین اهداف بلندپروازانه، حذف تدریجی زغال‌سنگ تا سال ۲۰۳۸، و گسترش شبکه‌های برق برای سازگاری با منابع غیرمتمرکز، موفق به ایجاد تغییرات قابل توجهی شده است. همچنین، هلند با کاهش وابستگی به گاز طبیعی و توسعه انرژی بادی دریایی [۲]، و فرانسه با حفظ نقش انرژی هسته‌ای به عنوان ستون فقرات تأمین برق کم‌کربن [۳]، نمونه‌های دیگری از تنوع استراتژی‌های اروپایی در گذار انرژی را به نمایش گذاشته‌اند. در آسیا، عربستان سعودی با برنامه‌های بلندمدتی همچون ابتکار سبز سعودی و توسعه هیدروژن سبز [۴،۵]، تلاش می‌کند تا از اقتصاد مبتنی بر سوخت‌های فسیلی به سوی اقتصاد کم‌کربن حرکت کند. همچنین، ترکیه با سرمایه‌گذاری در انرژی خورشیدی و بادی، و کاهش وابستگی به واردات انرژی، به دنبال ایجاد تعادل میان رشد اقتصادی، امنیت انرژی و پایداری زیست‌محیطی است [۶،۷]. نیجریه نیز با چالش‌های خاص خود در گذار انرژی، به ویژه وابستگی شدید

۱- مقدمه

در دهه‌های اخیر، مسئله گذار انرژی به یکی از مهم‌ترین چالش‌های جهانی تبدیل شده است. افزایش نگرانی‌ها پیرامون تغییرات اقلیمی، ناپایداری منابع فسیلی، و تحولات ژئوپلیتیکی همچون جنگ اوکراین، ضرورت تسریع در گذار به سیستم‌های انرژی پایدار را به شدت نمایان کرده است. این تحولات باعث شده‌اند که کشورهای مختلف با توجه به شرایط جغرافیایی، اقتصادی و سیاسی خود، استراتژی‌ها و الگوهای متنوعی برای گذار انرژی اتخاذ کنند. در این میان، اروپا و آسیا به عنوان دو قاره‌ای با نقش‌های کلیدی در بازار انرژی جهانی، نمونه‌های برجسته‌ای از این تلاش‌ها را ارائه داده‌اند. آلمان، به عنوان یکی از پیشگامان گذار انرژی در اروپا، با اجرای استراتژی جامع از اوایل دهه ۲۰۰۰، تلاش خود را برای کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و انرژی هسته‌ای [۱] به سمت منابع

الکترولیز و توسعه زیرساخت‌های مرتبط با هیدروژن می‌باشد. قانون حفاظت از اقلیم (۲۰۱۹): این قانون اهداف الزام‌آوری برای دستیابی به کربن خالص صفر تا سال ۲۰۴۵ تعیین می‌کند. همچنین، آلمان برنامه‌های گسترده‌ای برای بهبود بهره‌وری انرژی در صنایع، ساختمان‌ها و حمل و نقل اجرا کرده است.

توسعه فناوری‌های نوین: آلمان به شدت در فناوری‌های باد و خورشیدی سرمایه‌گذاری کرده و شبکه‌های هوشمند و سیستم‌های ذخیره‌سازی باتری را گسترش داده است. همچنین، استفاده از پمپ‌های حرارتی در سیستم‌های گرمایش مسکونی و صنعتی به طور گسترده‌ای ترویج شده است.

هلند با هدف کاهش وابستگی به گاز طبیعی و توسعه سیستم انرژی کم‌کربن، سیاست‌ها و اقدامات متعددی را به اجرا گذاشته است [۲]:

توافق اقلیمی: هلند هدف کاهش ۵۵ درصدی انتشار گازهای گلخانه‌ای تا سال ۲۰۳۰ نسبت به سطح ۱۹۹۰ را تعیین کرده است. این توافق‌نامه‌ها شامل اقدامات ملموس برای کاهش انتشار و افزایش بهره‌وری انرژی می‌باشند.

دستور کار انرژی: این سیاست بر بهره‌وری انرژی، گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر و برق‌رسانی به صنایع تمرکز دارد. همچنین، تمرکز ویژه‌ای بر توسعه خودروهای برقی و زیرساخت‌های شارژ آن‌ها وجود دارد.

قیمت‌گذاری کربن: هلند علاوه بر سیستم تجارت انتشار اتحادیه اروپا (EU ETS)، مالیات ملی کربن را نیز اعمال کرده است تا انگیزه مالی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای ایجاد شود.

چشم‌انداز انتقال گرما: هدف این سیاست، خنثی‌سازی کربن در سیستم‌های گرمایش مسکونی تا سال ۲۰۵۰ است. برای دستیابی به این هدف، جایگزینی سیستم‌های گرمایشی گاز طبیعی با سیستم‌های گرمایش ناحیه‌ای و پمپ‌های حرارتی در دستور کار قرار گرفته است.

توسعه انرژی بادی دریایی: هلند یکی از پیشگامان جهانی در انرژی بادی دریایی است و برنامه‌های بلندپروازانه‌ای برای افزایش ظرفیت این نوع انرژی دارد. همچنین، توسعه انرژی زمین‌گرمایی و پروژه‌های ذخیره‌سازی انرژی مانند هیدروژن و سیستم‌های باتری بزرگ‌مقیاس نیز از دیگر اولویت‌های این کشور می‌باشد.

به سوخت‌های فسیلی، در پی جذب تأمین مالی داخلی و بین‌المللی برای توسعه منابع تجدیدپذیر می‌باشد [۸].

این تنوع در الگوهای گذار انرژی نشان‌دهنده اهمیت بومی‌سازی استراتژی‌ها با توجه به شرایط خاص هر کشور است. هر کشور با در نظر گرفتن ویژگی‌های جغرافیایی، اقتصادی، اجتماعی و سیاسی خود، الگوی منحصر به فردی را برای گذار انرژی اتخاذ کرده است. این پژوهش با هدف مطالعه و مقایسه راهبردهای سه کشور اروپایی (آلمان، فرانسه، هلند) و سه کشور نوظهور (ترکیه، عربستان سعودی، نیجریه) به عنوان نمونه‌های برجسته در حوزه سیاست‌های انرژی تجدیدپذیر، به دنبال استخراج وجوه قابل استفاده برای تدوین مدل بومی گذار انرژی در ایران می‌باشد. ایران، با توجه به پتانسیل بالای منابع تجدیدپذیر و نیاز مبرم به کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی، می‌تواند از تجربیات کشورهای مختلف بهره‌برداری کند. این پژوهش پس از بررسی مدل‌های تکنولوژیک، مالی، سیاست‌گذاری و حقوقی هر کشور، به تحلیل این می‌پردازد که کدام یک از این الگوها می‌تواند به عنوان الگوسازی برای تدوین یک مدل بومی گذار انرژی در ایران مورد استفاده قرار گیرد. نتایج این مطالعه می‌تواند راهنمایی ارزشمند برای تصمیم‌گیرندگان ایرانی در جهت تحقق اهداف پایدار انرژی و توسعه اقتصادی متناسب با شرایط ملی باشد.

۲- بررسی گذار انرژی در سه کشور اروپایی

آلمان به عنوان یکی از پیشگامان جهانی در حوزه گذار انرژی، استراتژی جامع «Energiewende» را به منظور انتقال از سوخت‌های فسیلی و انرژی هسته‌ای به منابع تجدیدپذیر پیاده‌سازی کرده است. این استراتژی شامل سیاست‌ها و اقدامات زیر می‌باشد [۱]:

• قانون منابع انرژی تجدیدپذیر - سال ۲۰۰۰: این قانون با معرفی تعرفه‌های تغذیه‌ای به تولیدکنندگان انرژی تجدیدپذیر انگیزه مالی می‌دهد تا سرمایه‌گذاری در این حوزه را افزایش دهند.

• قانون خروج از زغال‌سنگ: آلمان تصمیم گرفته است تا سال ۲۰۳۸ تمامی نیروگاه‌های زغال‌سنگی خود را تعطیل کند. این قانون شامل برنامه‌ای برای تسریع روند تعطیلی در صورت لزوم می‌باشد تا به کاهش سریع‌تر انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک کند.

• استراتژی ملی هیدروژن (۲۰۲۰): هدف این استراتژی تبدیل آلمان به رهبر جهانی در تولید و استفاده از هیدروژن سبز است. این برنامه شامل سرمایه‌گذاری‌های کلان در واحدهای

جدول ۱: مقایسه سه کشور اروپایی در سیاست‌های گذار انرژی.

فرانسه	هلند	آلمان	هسته ای
بیشترین نقش در سبد انرژی	اتکای حداقلی	تعطلی آخرین نیروگاه در سال ۲۰۲۲	
پذیرش کندتر تجدیدپذیرها در مقایسه با آلمان و هلند	الویت دادن به بادی فراساحلی	بادی و خورشیدی (رهبر جهانی در تجدیدپذیرها)	تجدیدپذیر
افزایش تولید هیدروژن سبز و نوسازی شبکه	تمرکز بر هیدروژن به عنوان ذخیره ساز	سرمایه گذاری گسترده در باتری، هیدروژن و شبکه های هوشمند	ذخیره سازی
شبکه ریلی پرسرعت گسترده	کاهش وابستگی به گاز و گسترش وسایل نقلیه برقی	یارانه قابل توجه برای وسایل نقلیه الکتریکی و قطار سریع السیر	حمل و نقل
تکیه بیشتر بر سیاست‌های از بالا به پایین	اتخاذ رویکرد مشارکتی و درگیر کردن ذینفعان صنایع، شهرداری‌ها و شهروندان در قراردادهای اقلیمی	درگیر کردن مستقیم شهروندان از طریق تعاونی‌های انرژی و پروژه‌های محلی تجدیدپذیر	مشارکت عمومی

۳- بررسی گذار انرژی سه کشور نوظهور

عربستان سعودی با جمعیت ۳۶ میلیونی و تولید ناخالص داخلی ۰.۸۳ تریلیون دلاری در سال ۲۰۲۳، به عنوان یکی از بازیگران کلیدی در بازار انرژی‌های فسیلی شناخته می‌شود. با این حال، در دهه گذشته، عربستان سعودی تلاش‌های قابل توجهی را برای گذار به اقتصاد کم‌کربن و افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر انجام داده است. سیاست‌ها و اقدامات کلیدی این کشور شامل موارد زیر می‌باشد:

- ابتکار سبز سعودی (SGI) – سال ۲۰۲۱: این ابتکار به عنوان برنامه‌ای بلندمدت برای اجرای اقدامات اقلیمی پایدار معرفی شده است. اهداف اصلی SGI شامل کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، جنگل‌کاری و حفاظت از زمین و دریا می‌باشد [۹]. تا سال ۲۰۳۰، عربستان سعودی متعهد به تامین ۵۰ درصد انرژی خود از منابع تجدیدپذیر شده است.

- استراتژی ملی هیدروژن: با هدف تولید ۴ میلیون تن هیدروژن پاک در سال، عربستان سعودی تلاش می‌کند تا به یک رهبر جهانی در تولید و صادرات هیدروژن سبز تبدیل

فرانسه با تاکید بر انرژی هسته‌ای به عنوان ستون فقرات تامین برق کم‌کربن و افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر، سیاست‌های خاصی را برای گذار انرژی اتخاذ کرده است [۳]:

- قانون گذار انرژی برای رشد سبز – سال ۲۰۱۵: این قانون چارچوبی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر ارائه می‌دهد. اهداف روشنی برای کاهش ۴۰ درصدی انتشار گازهای گلخانه‌ای تا سال ۲۰۳۰ و دستیابی کربن خالص صفر تا سال ۲۰۵۰ تعیین شده است.
- طرح انرژی چندساله (PPE): این طرح اولویت‌ها و اهداف انرژی برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی هسته‌ای و بهره‌وری انرژی را مشخص می‌کند. PPE شامل برنامه‌هایی برای افزایش ظرفیت انرژی خورشیدی و بادی و مدرن‌سازی راکتورهای هسته‌ای است.
- طرح هیدروژن: فرانسه بر توسعه فناوری‌های هیدروژن سبز تمرکز کرده و زیرساخت‌های مرتبط با تولید و استفاده از هیدروژن را توسعه می‌دهد. این طرح به منظور کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و افزایش تنوع منابع انرژی اجرا می‌شود.

- برنامه بازسازی ساختمان: این برنامه ترویج نوسازی‌های کارآمد انرژی در ساختمان‌های مسکونی و تجاری را هدف قرار داده است. استفاده از تکنولوژی‌های عایق‌بندی پیشرفته و سیستم‌های مدیریت انرژی از جمله اقدامات این برنامه می‌باشد.

- مدرن‌سازی انرژی هسته‌ای: فرانسه به مدرن‌سازی راکتورهای هسته‌ای موجود و بررسی فناوری‌های نسل بعدی می‌پردازد تا انرژی هسته‌ای را به عنوان یک منبع پایدار و کم‌کربن حفظ کند.

- حمل و نقل ریلی پرسرعت: بخش مهمی از استراتژی حمل و نقل کم‌کربن فرانسه شامل توسعه حمل و نقل ریلی پرسرعت است که نقش مهمی در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و ارتقای بهره‌وری انرژی دارد.

در جدول ۱ مقایسه سه کشور اروپایی مدنظر از منظر توسعه انرژی هسته‌ای، ادغام انرژی تجدیدپذیر در سبد انرژی، توسعه ذخیره‌سازهای انرژی، گذار انرژی در حمل و نقل و مشارکت‌های عمومی برای تسهیل گذار انرژی ارائه شده است.

مشارکت‌های گذار انرژی عادلانه به جذب سرمایه‌گذاران خصوصی و عمومی برای حمایت از پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر می‌پردازد. این مشارکت‌ها امکان سرمایه‌گذاری در کشورهای با درآمد کم تا متوسط را فراهم می‌آورد [۱۱].

- تأمین مالی عمومی بین‌المللی: نیجریه با همکاری صندوق‌های بین‌المللی و سازمان‌های مالی جهانی، از طریق وام‌های امتیازی و تضمینی، تأمین مالی پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر را تسهیل می‌کند. همچنین، برنامه‌های مشارکت عمومی و خصوصی برای جذب سرمایه‌گذاری در این حوزه اجرا می‌شود.

- بسیج درآمدهای داخلی: دولت نیجریه با بهره‌گیری از منابع داخلی و مشارکت دولت‌های محلی، سعی در تأمین مالی پروژه‌های گذار انرژی دارد. اصلاحات قانونی، از جمله متمم قانون اساسی جمهوری فدرال نیجریه و قانون برق ۲۰۲۳، امکان تولید و توزیع برق به صورت غیرمتمرکز را برای ایالت‌ها فراهم کرده است.

ترکیه در مسیر گذار انرژی خود، با هدف ایجاد تعادل میان رشد اقتصادی، امنیت انرژی و پایداری زیست‌محیطی، سیاست‌ها و اقدامات متعددی را به اجرا گذاشته است. این کشور با توجه به شرایط جغرافیایی و اقتصادی خود، تلاش دارد تا وابستگی به واردات انرژی را کاهش دهد و سهم انرژی‌های تجدیدپذیر را افزایش دهد. سیاست‌ها و اقدامات کلیدی ترکیه شامل موارد زیر می‌باشد:

- برنامه‌ریزی برای توسعه انرژی‌های خورشیدی و بادی: ترکیه با سرمایه‌گذاری در پروژه‌های بزرگ مقیاس انرژی خورشیدی و بادی، به دنبال افزایش سهم این منابع در سبد انرژی خود است. این برنامه‌ها شامل توسعه مزارع بادی در مناطق ساحلی و غیرساحلی و افزایش ظرفیت نصب انرژی خورشیدی می‌باشد.

- بهبود بهره‌وری انرژی: ترکیه با اجرای سیاست‌های انرژی کارآمد و استفاده از فناوری‌های نوین، بهبود بهره‌وری انرژی در بخش‌های صنعتی، مسکونی و حمل‌ونقل را هدف قرار داده است. این اقدامات شامل ارتقاء سیستم‌های مدیریت انرژی و ترویج استفاده از تکنولوژی‌های عایق‌بندی پیشرفته است.

- توسعه زیرساخت‌های انرژی: ترکیه بر توسعه زیرساخت‌های انرژی‌های تجدیدپذیر، از جمله شبکه‌های هوشمند و سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی، تمرکز کرده است. همچنین، توسعه پروژه‌های مرتبط با هیدروژن سبز و

شود. این استراتژی شامل سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های تولید هیدروژن و توسعه واحدهای الکترولیز می‌باشد [۱۰].

- قانون منابع انرژی تجدیدپذیر: عربستان سعودی قوانین و مقرراتی را برای تشویق سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر، از جمله تعرفه‌های تغذیه‌ای و مشوق‌های مالی، معرفی کرده است. همچنین، برنامه‌های متعددی برای توسعه فناوری‌های نوین مانند باتری‌های ذخیره‌سازی انرژی و پمپ‌های حرارتی اجرا می‌شود.

- تسهیل تأمین مالی سبز: عربستان سعودی با راه‌اندازی چارچوب مالی پایدار توسط بانک مرکزی خود (SAMA) و ایجاد صندوق سرمایه‌گذاری عمومی (PIF)، تأمین مالی پروژه‌های سبز را تسهیل کرده است. این اقدامات شامل معرفی اوراق قرضه سبز و سرمایه‌گذاری در پروژه‌های بزرگ انرژی تجدیدپذیر و هیدروژن می‌باشد.

- تنوع‌بخشی اقتصادی: در چشم‌انداز ۲۰۳۰، عربستان سعودی به تنوع‌بخشی به ابعاد مختلف اقتصاد خود پرداخته است تا وابستگی به نفت داخلی کاهش یابد. این استراتژی شامل سرمایه‌گذاری در بخش‌های جدید انرژی و فناوری‌های پاک می‌باشد.

نیجریه با جمعیت ۲۱۳ میلیونی و تولید ناخالص داخلی ۰.۸۸ تریلیون دلاری در سال ۲۰۲۳، یکی از کشورهای وابسته به سوخت‌های فسیلی و سوخت چوب برای رشد اقتصادی محسوب می‌شود. گذار انرژی در نیجریه به عنوان یک گذار منصفانه، نیازمند تغییرات مدیریتی دقیق و عادلانه است که عدالت اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی را تضمین کند. سیاست‌ها و اقدامات کلیدی این کشور شامل موارد زیر می‌باشد:

- قانون کنش تغییرات اقلیم – سال ۲۰۲۱: این قانون تعهدات نیجریه را برای دستیابی به انتشار خالص صفر گازهای گلخانه‌ای تا سال ۲۰۶۰ مشخص می‌کند. همچنین، برنامه‌های ملی برای کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر ارائه شده است.

- طرح گذار انرژی نیجریه: این طرح شامل توسعه پروژه‌های انرژی خورشیدی، بادی و برق‌آبی، به همراه اصلاحات در ساختار برق و ایجاد چارچوب‌های قانونی مناسب برای حمایت از انرژی‌های تجدیدپذیر است. همچنین، برنامه‌هایی برای جذب تأمین مالی داخلی و بین‌المللی جهت حمایت از این پروژه‌ها اجرا می‌شود.

- مشارکت‌های گذار انرژی عادلانه (JETP): نیجریه از طریق

تعارف‌های خوراک / مشوق‌های مالی برای سرمایه‌گذاران / حمایت از سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی	مشارکت‌های گذار انرژی عادلانه / وام‌های امتیازی و تضمینی از صندوق‌های بین‌المللی / بسیج درآمدهای داخلی	چارچوب مالی پایدار توسط بانک مرکزی / صندوق سرمایه‌گذار عمومی / اوراق قرضه سبز و صکوک	مکانیزم‌های مالی
توسعه مزارع بادی و خورشیدی / سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی / فناوری‌های هیدروژن سبز / شبکه‌های هوشمند	پروژه‌های انرژی خورشیدی، بادی و برق آبی / سیستم‌های برق غیرمتمرکز / زیرساخت‌های انرژی پاک	تولید و صادرات هیدروژن سبز / باتری‌های ذخیره‌سازی انرژی / پروژه‌های بزرگ انرژی تجدیدپذیر	سرمایه‌گذاری‌های فناورانه
وابستگی بالا به واردات انرژی / نیاز به سرمایه‌گذاری‌ها در زیرساخت‌ها / موانع قانونی و نظارتی	بدهی بالا و بی‌ثباتی ارز / وابستگی شدید به سوخت‌های فسیلی / نیاز به سرمایه‌گذاری‌ها	کاهش وابستگی به یارانه‌های نفتی / نیاز به تغییرات ساختاری اقتصادی / جذب سرمایه‌گذاران در فناوری‌های جدید	چالش‌ها
همکاری با اتحادیه اروپا برای انتقال فناوری / توسعه پروژه‌های ذخیره‌سازی و هیدروژن و باتری‌های بزرگ مقیاس	اصلاح قانون برق / ۲۰۲۳ / سرمایه‌گذاری ۲۰۰ میلیون دلاری در زیرساخت‌های سبز توسط شرکت‌های توزیع برق / حذف و کالنتنامه BPE	سرمایه‌گذار مشترک با Air Products برای کارخانه هیدروژن سبز ۵ میلیارد دلاری / برنامه بهره‌وری انرژی عربستان	ابتکارات برجسته

ذخیره‌سازی انرژی به منظور تنوع‌بخشی به منابع انرژی در دستور کار قرار دارد.

- تعهد به توافقات بین‌المللی: ترکیه با پیروی از توافقنامه‌های بین‌المللی در زمینه تغییرات اقلیمی، متعهد به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد انرژی خود است. اهداف کاهش انتشار دی‌اکسید کربن و حذف تدریجی زغال‌سنگ از جمله اهداف این کشور می‌باشد.
- تشویق سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی: ترکیه با ارائه مشوق‌های مالی و تسهیلات برای سرمایه‌گذاران داخلی و خارجی، تلاش دارد تا سرمایه‌گذاری در پروژه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر را افزایش دهد. این اقدامات شامل تعرفه‌های خوراک، حمایت مالی و ایجاد مناطق ویژه برای توسعه انرژی‌های پاک می‌باشد.
- همکاری‌های بین‌المللی: ترکیه با همکاری با اتحادیه اروپا و دیگر کشورهای پیشرو، به اشتراک‌گذاری دانش و انتقال فناوری‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر می‌پردازد. این همکاری‌ها به منظور ارتقای توانمندی‌های داخلی و تسریع در گذار انرژی انجام می‌شود.

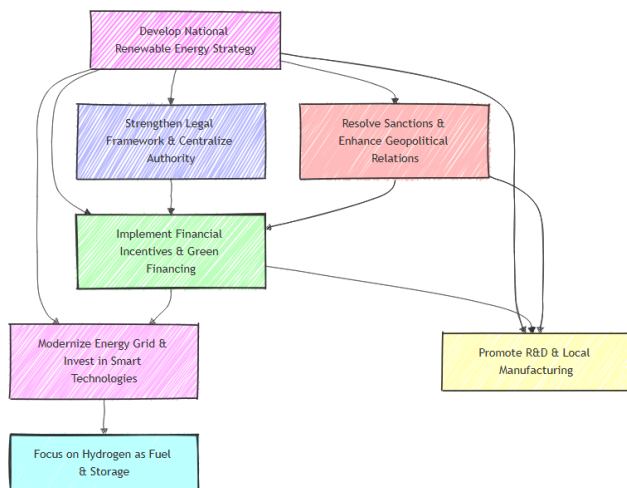
جدول ۲: مقایسه سه کشور نوظهور در سیاست‌های گذار انرژی.

ترکیه	نیجریه	عربستان	
برنامه‌ریزی برای توسعه انرژی‌های خورشیدی و بادی / بهبود بهره‌وری انرژی / توسعه زیرساخت‌های انرژی / تعهد به توافقات بین‌المللی	قانون کنش تغییرات اقلیمی / طرح گذار انرژی نیجریه / مشارکت‌های گذار انرژی عادلانه / تأمین مالی عمومی بین‌المللی	ابتکار سبز سعودی / استراتژی ملی هیدروژن / قانون منابع انرژی تجدیدپذیر / تسهیل تأمین مالی سبز	سیاست‌های کلیدی
افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد انرژی / کاهش وابستگی به واردات انرژی / دستیابی به بی‌طرفی کربن	دستیابی به انتشار خالص صفر انتشار تا ۲۰۶۰ / جذب ۱۰ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری سالانه برای گذار انرژی	تأمین ۵۰٪ انرژی از منابع تجدیدپذیر تا ۲۰۳۰ / تولید ۴ میلیون تن هیدروژن پاک سالانه	اهداف

۴- نتیجه‌گیری

پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر ضروری هستند، مسدود می‌کند. ۴. اجرای مشوق‌های مالی قوی و مکانیزم‌های تامین مالی سبز برای تحریک سرمایه‌گذاری و رشد بخش انرژی‌های تجدیدپذیر، ایران باید مشوق‌های مالی جامع را اجرا کند. این مشوق‌ها شامل ارائه یارانه‌ها، معافیت‌های مالیاتی، کمک‌های بلاعوض برای کاهش موانع مالی برای سرمایه‌گذاران و اختصاص درصدی از مالیات واردات و صادرات به توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر است. همچنین ایجاد وام‌های کم بهره از طریق بانک‌های سبز اختصاصی، می‌تواند از طرح‌های انرژی‌های تجدیدپذیر حمایت کند. ۵. مدرن‌سازی شبکه انرژی و سرمایه‌گذاری در فناوری‌های هوشمند

نوسازی شبکه انرژی ایران و بازار برق آن برای تعادل عرضه و تقاضا و اتخاذ مکانیزم‌های قیمت‌گذاری بر مبنای هوش مصنوعی بسیار مهم است. توسعه زیرساخت شبکه هوشمند قابلیت اطمینان شبکه را افزایش می‌دهد، مدیریت پاسخگویی به تقاضا را تسهیل می‌کند و ادغام یکپارچه انرژی خورشیدی، بادی، برق آبی و انرژی زمین گرمایی را ممکن می‌سازد. توجه جدی به هیدروژن به عنوان سوخت اولیه، راهکاری برای حل معضل تناوب سایر انرژی‌های و همچنین راه حل ذخیره انرژی برای گذار انرژی در ایران حیاتی است.



شکل ۱: فرایند موضوعات اولویت دار گذار انرژی ایران.

مراجع

- [1] Kaeding M, Pollak J, Schmidt P, editors. Climate Change and the Future of Europe. Cham: Springer International Publishing; 2023. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-23328-9>.
- [2] Fattahi A, Sijm J, Van den Broek M, Gordón RM, Dieguez MS, Faaij A. Analyzing the techno-economic role of nuclear power in the Dutch net-zero energy system transition. *Advances in Applied*

تجربیات شش کشور مختلف: سه قدرت اروپایی - آلمان، فرانسه و هلند - و سه اقتصاد نوظهور با بسترهای انرژی و شرایط جغرافیایی مشابه ایران - ترکیه، عربستان سعودی و نیجریه - در بخش‌های قبل مورد بررسی قرار گرفت. همانگونه که ذکر شد آلمان، فرانسه و هلند از طریق سیاست‌های نوآورانه، پیشرفت‌های فناوری و مکانیسم‌های مالی قوی، خود را به عنوان رهبران پذیرش انرژی‌های تجدیدپذیر تثبیت کرده‌اند. در مقابل، ترکیه، عربستان سعودی و نیجریه نماینده اقتصادهای نوظهوری هستند که مانند ایران دارای منابع انرژی قابل توجهی هستند و با چالش‌های جغرافیایی و اجتماعی-اقتصادی منحصر به فردی روبرو هستند. این کشورها دیدگاهی متضادی در مورد گذار انرژی ارائه می‌کنند. برای توسعه یک مدل گذار انرژی جامع و مؤثر متناسب با چشم‌انداز منحصربه‌فرد جغرافیایی، اقتصادی و اجتماعی-سیاسی ایران، که برگرفته از تجربیات موفق کشورهای ذکر شده می‌باشد، چارچوب زیر پیشنهاد می‌شود. این مدل چهار حوزه کلیدی را در بر می‌گیرد: فناوری، مالی، سیاست‌گذاری و حقوقی. در این راستا پنج موضوع اولویت‌دار برای گذار انرژی ایران به صورت زیر پیشنهاد می‌شود که در شکل ۱ نیز ارتباط آنان ارائه شده است.

۱. تقویت چارچوب قانونی و متمرکز کردن مرجع تصمیم‌گیری یک چارچوب قانونی منسجم و حمایتی برای استقرار موفقیت آمیز پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر بسیار مهم است. ایران باید تقویت شورای عالی سیاست‌گذاری انرژی را با اعطای اختیارات تصمیم‌گیری برای نظارت و هماهنگی طرح‌های انرژی‌های تجدیدپذیر در اولویت قرار دهد. بعلاوه، یکسان‌سازی و هماهنگی مفاد قانونی موجود ضروری است.

۲. تدوین استراتژی جامع ملی انرژی‌های تجدیدپذیر ایجاد یک استراتژی ملی انرژی‌های تجدیدپذیر واضح و عملی برای هدایت گذار انرژی ایران اساسی است. این استراتژی باید اهداف بلندمدت و در عین حال قابل دستیابی را برای پذیرش انرژی‌های تجدیدپذیر تعیین کند و درصدهای هدف را برای ترکیب انرژی تا سال‌های ۲۰۳۰ و ۲۰۵۰ مشخص کند.

۳. حل و فصل تحریم‌های بین‌المللی و تقویت روابط ژئوپلیتیک پرداختن به تحریم‌های بین‌المللی یک اولویت حیاتی برای گذار به سمت انرژی‌های تجدیدپذیر ایران است. تحریم‌ها علاوه بر اینکه توانایی داخلی را برای سرمایه‌گذاری در حوزه انرژی به دلیل کاهش صادرات محدود می‌کنند، دسترسی به بودجه‌های بین‌المللی، فن‌آوری‌های پیشرفته و بازارهای جهانی را که برای گسترش



- Energy 2022;7:100103.
<https://doi.org/10.1016/j.adapen.2022.100103>.
- [3] IRACANE D, TILLEMENT S, GARCIA F. The Evolution of Nuclear Energy in the World and in France. Nuclear Economy 1, Wiley; 2024, p. 1–54. <https://doi.org/10.1002/9781394257348.ch1>.
- [4] Jane Nakano. Saudi Arabia's Hydrogen Industrial Strategy. 2022.
- [5] Nereim V. Saudi Arabia to Start Building Green Hydrogen Plant in Neom. 2022.
- [6] Kamshylin S. Towards a Greener and More Resilient Türkiye. 2024.
- [7] Kilickaplan A, Bogdanov D, Peker O, Caldera U, Aghahosseini A, Breyer C. An energy transition pathway for Turkey to achieve 100% renewable energy powered electricity, desalination and non-energetic industrial gas demand sectors by 2050. Solar Energy 2017;158:218–35. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2017.09.030>.
- [8] Tengi George-Ikoli; Nafi Chinery. Guidebook on Nigeria's Energy Transition. 2024.
- [9] Saudi & Middle East Green Initiatives. SGI: steering Saudi Arabia towards a green future. 2023.
- [10] Saudi Green Initiative. SGI Initiatives. 2023.
- [11] IISD. Just Energy Transition Partnerships: An opportunity to leapfrog from coal to clean energy. 2022.