

فصلنامه رهیافت‌های نوین در مطالعات اسلامی

License Number: 85625

Article Cod: SH26R931855

ISSN-P: 2676-6442

حکمرانی توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران؛ تحلیل مدیریتی موانع

نهادی، ریسک‌های سرمایه‌گذاری و الزامات گذار پایدار انرژی

(تاریخ دریافت ۱۴۰۵/۰۱/۲۵ تاریخ تصویب ۱۴۰۵/۰۳/۰۴)

احسان مالی

دانشجوی کارشناسی ارشد روان‌شناسی عمومی، دانشگاه پیام نور، واحد گرگان؛ کارشناس برق - مهندسی تکنولوژی برق الکترونیک؛ کارشناس کالیبراسیون تجهیزات ابزار دقیق در شرکت تعمیرات و بهره‌برداری نیروگاهی مپنا - صبا؛ وکیل پایه یک دادگستری و مشاور حقوقی در حوزه صنعت برق

چکیده

توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران، صرفاً یک مسئله فنی برای افزایش ظرفیت تولید برق یا یک برنامه زیست محیطی برای کاهش آلودگی نیست، بلکه موضوعی راهبردی در سطح حکمرانی انرژی، سیاست‌گذاری عمومی، مدیریت سرمایه‌گذاری، امنیت انرژی و توسعه پایدار است. ایران از نظر منابع خورشیدی، بادی، زیست‌توده، زمین گرمایی و برق آبی کوچک دارای ظرفیت‌های قابل توجهی است، اما سهم عملیاتی این منابع در سبد انرژی کشور همچنان با ظرفیت بالقوه، روند جهانی و الزامات توسعه پایدار فاصله دارد. این مقاله با رویکرد مروری/ترویجی و با اتکا بر منابع علمی و گزارش‌های معتبر، مهم‌ترین ابعاد مدیریتی و سیاستی توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران را بررسی می‌کند. یافته‌های مرور نشان می‌دهد که موانع توسعه تجدیدپذیرها در ایران را باید در چند سطح به هم پیوسته تحلیل کرد: موانع نهادی و حکمرانی، شامل تعدد نهادهای تصمیم‌گیر، ضعف هماهنگی بین‌بخشی، ناپایداری سیاست‌ها و ضعف نظام پایش؛ موانع اقتصادی و مالی، شامل ریسک سرمایه‌گذاری، نوسان نرخ ارز، دشواری تأمین مالی، مشکلات قراردادهای خرید برق و جذابیت نسبی پایین سرمایه‌گذاری بلندمدت؛ موانع فنی و زیرساختی، شامل محدودیت شبکه، نیاز به ذخیره‌سازی، فرسودگی

بخشی از زیرساخت های انتقال و توزیع، و دشواری اتصال منابع متغیر به شبکه؛ و موانع اجتماعی و فرهنگی، شامل ضعف مشارکت عمومی، آگاهی محدود مصرف کنندگان، اعتماد نهادی پایین و ناکافی بودن مدل های کسب و کار مشارکتی. مقاله نتیجه می گیرد که توسعه انرژی های تجدیدپذیر در ایران زمانی می تواند به مرحله مقیاس پذیری اقتصادی و اثرگذاری ملی برسد که سیاست توسعه از سطح هدف گذاری ظرفیت به سطح حکمرانی یکپارچه، کاهش ریسک، توسعه بازار، تأمین مالی پایدار، تقویت شبکه و مشارکت اجتماعی ارتقا یابد. در پایان، مجموعه ای از راهکارهای مدیریتی و سیاستی برای اصلاح حکمرانی، بهبود قراردادهای خرید برق، توسعه ابزارهای مالی، تقویت شبکه و ذخیره سازی، حمایت از شرکت های دانش بنیان و افزایش مشارکت بخش خصوصی و جامعه ارائه می شود.

واژگان کلیدی: حکمرانی انرژی، انرژی های تجدیدپذیر، سیاست گذاری انرژی، سرمایه گذاری انرژی، گذار انرژی، ایران، مشارکت عمومی - خصوصی، امنیت انرژی.

مقدمه

انرژی از بنیادی ترین زیرساخت های توسعه اقتصادی، اجتماعی و صنعتی هر کشور است. رشد تولید، توسعه شهری، پایداری خدمات عمومی، امنیت غذایی، حمل و نقل، رفاه خانوار، رقابت پذیری صنعتی و کیفیت زیست محیطی، همگی به دسترسی پایدار، مطمئن و اقتصادی به انرژی وابسته اند. در بسیاری از کشورهای دارای منابع نفت و گاز، از جمله ایران، نظام انرژی در طول دهه های گذشته عمدتاً بر سوخت های فسیلی استوار بوده است. این الگو در کوتاه مدت به دلیل وفور منابع و زیرساخت های موجود، امکان تأمین انرژی نسبتاً ارزان را فراهم کرده، اما در بلندمدت چالش هایی مانند شدت بالای مصرف انرژی، آلودگی هوا، انتشار گازهای گلخانه ای، فشار بر بودجه عمومی، ناترازی انرژی، فرسودگی زیرساخت ها و آسیب پذیری در برابر شوک های اقتصادی و ژئوپلیتیکی را تشدید کرده است. در سطح

جهانی، انرژی‌های تجدیدپذیر از یک گزینه مکمل و حاشیه‌ای به یکی از ارکان اصلی سیاست انرژی کشورها تبدیل شده‌اند. گزارش‌های بین‌المللی نشان می‌دهد که بخش عمده رشد ظرفیت جدید برق در جهان از محل منابع خورشیدی و بادی تأمین می‌شود و کشورها برای دستیابی به اهداف اقلیمی، امنیت انرژی و کاهش هزینه‌های بلندمدت، در حال بازطراحی بازار برق، شبکه انتقال، مدل‌های سرمایه‌گذاری و سیاست‌های حمایتی خود هستند^[۲].^۱ ایران به دلیل موقعیت جغرافیایی، تنوع اقلیمی، تابش خورشیدی مناسب در بسیاری از مناطق، پهنه‌های بادخیز، ظرفیت زیست‌توده شهری و کشاورزی، و برخی ظرفیت‌های زمین‌گرمایی و برق‌آبی کوچک، از منظر منابع طبیعی وضعیت مناسبی برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر دارد. با این حال، سهم عملیاتی این منابع در سبد انرژی کشور هنوز محدود است و فاصله میان ظرفیت بالقوه و ظرفیت بهره‌برداری شده، یکی از نشانه‌های ضعف در تبدیل فرصت طبیعی به مزیت اقتصادی و فناورانه است (Solaymani, 2021). نشان می‌دهد که با وجود ظرفیت‌های مناسب، انرژی‌های تجدیدپذیر هنوز نقش کافی و معناداری در عرضه انرژی ایران ندارند و سیاست‌های تنوع‌بخشی انرژی نیازمند تقویت و تداوم هستند. اهمیت توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران را باید در چند سطح تحلیل کرد. در سطح اقتصادی، تجدیدپذیرها می‌توانند به کاهش مصرف سوخت فسیلی در نیروگاه‌ها، آزادسازی منابع سوخت برای مصارف با ارزش افزوده بالاتر، ایجاد اشتغال و توسعه صنایع جدید کمک کنند. در سطح زیست‌محیطی، این منابع می‌توانند نقش مؤثری در کاهش آلودگی هوا، کاهش انتشار دی‌اکسید کربن و کاهش فشار بر منابع طبیعی داشته باشند. در سطح اجتماعی، توسعه سامانه‌های کوچک‌مقیاس و تولید پراکنده می‌تواند عدالت انرژی، تاب‌آوری محلی و مشارکت مردم را تقویت کند. در سطح راهبردی نیز تجدیدپذیرها می‌توانند بخشی از پاسخ

^۱ IEA, 2024; IRENA, 2026

^۲ توضیح: وقتی گزارش‌های بین‌المللی از رشد سریع خورشیدی و بادی سخن می‌گویند، منظور صرفاً افزایش نصب پنل یا توربین نیست؛ بلکه به یک اکوسیستم کامل شامل کاهش هزینه فناوری، بلوغ زنجیره تأمین، قراردادهای بلندمدت خرید برق، توسعه شبکه، ذخیره‌سازی، سیاست صنعتی و کاهش ریسک سرمایه‌گذاری اشاره دارند

ملی به ناترازی انرژی، محدودیت سوخت نیروگاه‌ها و ضرورت افزایش امنیت انرژی باشند. با این حال، تجربه ایران نشان می‌دهد که وجود ظرفیت طبیعی به تنهایی کافی نیست. پروژه‌های تجدیدپذیر زمانی توسعه می‌یابند که سرمایه‌گذار از ثبات سیاسی، بازگشت سرمایه، قابلیت اتصال به شبکه، شفافیت قرارداد، امکان تأمین مالی، حمایت حقوقی و تقاضای پایدار اطمینان داشته باشد. بنابراین، پرسش اصلی این مقاله آن است که چرا با وجود ظرفیت‌های قابل توجه طبیعی و ضرورت‌های اقتصادی و زیست‌محیطی، توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران با کندی، ناپایداری و ریسک بالا همراه بوده است و چه الزامات حکمرانی، مدیریتی و سیاستی می‌تواند این مسیر را تسریع کند.

بخش اول: کلیات

توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران در نقطه تلاقی چند مسئله راهبردی قرار دارد: ناترازی انرژی، وابستگی ساختاری به سوخت‌های فسیلی، افزایش شدت مصرف انرژی، فشارهای زیست‌محیطی، محدودیت سرمایه‌گذاری، ضعف حکمرانی بخشی و ضرورت حرکت به سمت توسعه پایدار. اگرچه در سال‌های اخیر سیاست‌ها، اهداف و برنامه‌هایی برای توسعه تجدیدپذیرها مطرح شده است، اما فاصله میان ظرفیت بالقوه و ظرفیت واقعی همچنان معنادار است. این فاصله نشان می‌دهد که مسئله اصلی صرفاً کمبود منبع طبیعی یا فقدان فناوری نیست؛ بلکه بخش مهمی از مسئله به نحوه حکمرانی، سیاست‌گذاری، تأمین مالی، تنظیم‌گری، هماهنگی نهادی و مدیریت ریسک سرمایه‌گذاری بازمی‌گردد. در ادبیات سیاست‌گذاری انرژی، گذار به انرژی‌های تجدیدپذیر زمانی پایدار و مقیاس‌پذیر می‌شود که میان چهار مؤلفه کلیدی پیوند برقرار شود: ظرفیت فنی و طبیعی، چارچوب نهادی و قانونی پایدار، سازوکار اقتصادی و مالی قابل اتکا، و پذیرش اجتماعی و مشارکت ذی‌نفعان. در ایران، ظرفیت طبیعی در بسیاری از مناطق کشور وجود دارد، اما تبدیل این ظرفیت به پروژه‌های اقتصادی و پایدار با موانعی مانند نوسان مقررات، ریسک نرخ ارز، دشواری تأمین مالی، ابهام در قراردادهای خرید

تضمینی، طولانی بودن فرایند مجوزدهی، محدودیت اتصال به شبکه، ضعف ذخیره‌سازی و نبود هماهنگی کافی میان نهادهای مرتبط روبه‌روست.^۱

مسئله دیگر آن است که ساختار انرژی ایران همچنان تحت تأثیر منطق اقتصاد فسیلی و قیمت‌گذاری یارانه‌ای قرار دارد. قیمت پایین انرژی در بخش‌هایی از اقتصاد می‌تواند انگیزه بهینه‌سازی مصرف و سرمایه‌گذاری در منابع پاک را کاهش دهد. از سوی دیگر، به دلیل آنکه بخشی از تجهیزات، فناوری‌ها و خدمات تخصصی حوزه تجدیدپذیرها وابسته به واردات یا زنجیره‌های تأمین بین‌المللی است، نوسانات ارزی و محدودیت‌های خارجی می‌تواند هزینه سرمایه‌گذاری را افزایش دهد و افق بازگشت سرمایه را مبهم کند. از منظر مدیریتی، مسئله اصلی مقاله حاضر این است که چرا با وجود ظرفیت‌های طبیعی، نیاز فزاینده به تنوع‌بخشی انرژی و کاهش هزینه جهانی فناوری‌های تجدیدپذیر، مسیر توسعه این انرژی‌ها در ایران با کندی و ناپایداری همراه است. پاسخ به این پرسش مستلزم تحلیل هم‌زمان متغیرهای نهادی، اقتصادی، فنی، اجتماعی و سیاستی است. توسعه تجدیدپذیرها زمانی به مرحله مقیاس‌پذیری می‌رسد که سرمایه‌گذار نسبت به بازگشت سرمایه اطمینان داشته باشد، دولت سیاست‌های پایدار و قابل پیش‌بینی ارائه دهد، شبکه برق توان جذب منابع متغیر را پیدا کند، جامعه نسبت به مزایا و مدل‌های مشارکت آگاه شود، و نهادهای تصمیم‌گیر از وضعیت جزیره‌ای به حکمرانی یکپارچه حرکت کنند. بر این اساس، پرسش اصلی مقاله چنین صورت‌بندی می‌شود:

چگونه می‌توان با اصلاح حکمرانی انرژی، کاهش ریسک سرمایه‌گذاری، تقویت زیرساخت شبکه و افزایش مشارکت اجتماعی، ظرفیت بالقوه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران را به ظرفیت واقعی، پایدار و اقتصادی تبدیل کرد؟

پرسش‌های فرعی مقاله عبارت‌اند از:

^۱ Aghlimoghadam, ۲۰۲۵; Pasandideh & Heidari, ۲۰۲۴; Solaymani, ۲۰۲۱

۱. مهم‌ترین موانع نهادی و مدیریتی توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران کدام‌اند؟
۲. ریسک‌های سرمایه‌گذاری در پروژه‌های تجدیدپذیر در ایران چه ابعادی دارند؟
۳. چه رابطه‌ای میان سیاست‌های حمایتی، قراردادهای خرید برق، تأمین مالی و جذب بخش خصوصی وجود دارد؟

۴. زیرساخت شبکه، ذخیره‌سازی و مدیریت بار چه نقشی در موفقیت یا ناکامی توسعه تجدیدپذیرها دارند؟

۵. چگونه می‌توان از تجربه کشورهای موفق برای طراحی چارچوب حکمرانی بومی در ایران استفاده کرد؟

۶. چه الگوی مفهومی می‌تواند رابطه میان حکمرانی، سرمایه‌گذاری، فناوری، جامعه و پیامدهای توسعه پایدار را توضیح دهد؟

اهمیت پرداختن به این مسئله از آنجا ناشی می‌شود که تأخیر در توسعه تجدیدپذیرها می‌تواند پیامدهای اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی قابل توجهی داشته باشد؛ از جمله افزایش فشار بر سوخت‌های فسیلی، تداوم آلودگی هوا، تشدید ناترازی برق، کاهش رقابت‌پذیری صنایع، تضعیف امنیت انرژی و از دست رفتن فرصت‌های اشتغال و فناوری. در مقابل، توسعه مدیریت‌شده انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند بخشی از راهکار ملی برای ارتقای امنیت انرژی، کاهش هزینه‌های زیست‌محیطی، توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان، ایجاد اشتغال سبز و تقویت تاب‌آوری اقتصادی کشور باشد.

بخش دوم: روش مرور منابع

مقاله حاضر از نوع مروری/ترویجی با رویکرد تحلیلی - مدیریتی است. هدف آن انجام فراتحلیل آماری یا مرور نظام‌مند کامل نیست، بلکه هدف اصلی، ترکیب و بازآرایی ادبیات علمی و سیاستی موجود برای ارائه یک چارچوب کاربردی در حکمرانی توسعه انرژی‌های

تجدیدپذیر در ایران است. با این حال، برای افزایش شفافیت، انسجام و قابلیت ارزیابی مقاله، فرایند جست و جو، انتخاب، غربالگری و تحلیل منابع با الهام از منطق گزارش دهی PRISMA ۲۰۲۰ طراحی شده است [۲]^۱

بند اول: دامنه زمانی منابع

با توجه به سرعت تحولات فناوری، سیاست گذاری و سرمایه گذاری در حوزه انرژی های تجدیدپذیر، بازه زمانی اصلی منابع از سال ۲۰۲۰ به بعد در نظر گرفته شد. منابع قدیمی تر فقط در صورتی قابل استفاده اند که از نظر نظری یا سیاستی نقش پایه ای داشته باشند یا در ادبیات جدید به طور مکرر به آن ها ارجاع شده باشد. اولویت اصلی مقاله با مقالات علمی، گزارش های معتبر بین المللی و منابع فارسی مرتبط با ایران از سال ۲۰۲۰ به بعد است.

بند دوم: پایگاه ها و منابع اطلاعاتی

برای گردآوری منابع، پایگاه ها و منابع زیر مورد توجه قرار گرفتند Google Scholar، Taylor & SpringerLink، ScienceDirect، Web of Science، Scopus، Semantic Scholar، Wiley Online Library، MDPI، Francis Online و. برای منابع فارسی نیز پایگاه هایی مانند SID، مگیران، سیویلیکا، ISC، نورمگز، علم نت، پرتال جامع علوم انسانی و ایرانداک مدنظر قرار گرفتند. علاوه بر این، گزارش های سیاستی و آماری نهادهایی مانند International Renewable، International Energy Agency، Energy Agency، UNCTAD، وزارت نیرو و سازمان انرژی های تجدیدپذیر و بهره وری انرژی برق به عنوان منابع مکمل استفاده شدند.

^۱ Page et al., ۲۰۲۱

^۲ توضیح: ۲۰۲۰ PRISMA اصولاً برای گزارش مرورهای نظام مند طراحی شده است؛ اما در مقاله حاضر از آن نه به عنوان ادعای اجرای مرور نظام مند کامل، بلکه به عنوان چارچوبی برای شفاف سازی مسیر جست و جو، انتخاب و تحلیل منابع استفاده می شود

بند سوم: کلیدواژه‌های جست‌وجو

جست‌وجوی منابع با ترکیبی از کلیدواژه‌های فارسی و انگلیسی انجام شد. کلیدواژه‌های فارسی شامل «انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران»، «حکمرانی انرژی»، «سیاست‌گذاری انرژی‌های تجدیدپذیر»، «سرمایه‌گذاری انرژی تجدیدپذیر»، «گذار انرژی در ایران»، «خرید تضمینی برق»، «تأمین مالی انرژی‌های تجدیدپذیر»، «ریسک سرمایه‌گذاری انرژی»، «توسعه انرژی خورشیدی»، «انرژی بادی در ایران»، «چالش‌های توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر»، «مشارکت عمومی خصوصی در انرژی»، «پذیرش اجتماعی انرژی پاک» و «شبکه هوشمند برق» بود.

• کلیدواژه‌های انگلیسی شامل

“renewable energy in Iran”، “energy governance”، “renewable energy in Iran”، “energy governance in Iran”، “energy transition in Iran”، “renewable energy investment risk”، “feed-in tariff Iran”، “renewable energy policy Iran”، “public-private partnership renewable energy”، “renewable energy financing”، “grid integration renewable energy”، “solar energy Iran”، “wind energy Iran”، “institutional barriers”، “renewable energy” و “sustainable energy transition” بود.

بند چهارم: معیارهای ورود و خروج منابع

منابعی وارد تحلیل شدند که دست‌کم یکی از معیارهای زیر را داشته باشند: تمرکز مستقیم بر انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران؛ تمرکز بر حکمرانی، سیاست‌گذاری، تنظیم‌گری یا نهادهای انرژی؛ تحلیل موانع اقتصادی، مالی یا سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر؛ پرداختن به زیرساخت شبکه، ذخیره‌سازی، اتصال به شبکه یا مدیریت بار؛ بررسی تجربه‌های تطبیقی کشورهای موفق؛ ارائه داده معتبر درباره روند جهانی انرژی‌های تجدیدپذیر، سرمایه‌گذاری، ظرفیت نصب‌شده یا گذار انرژی؛ و ارتباط با توسعه پایدار، امنیت انرژی، اشتغال سبز یا پذیرش

اجتماعی. در مقابل، منابع فاقد مشخصات کتاب‌شناختی معتبر، مطالب تبلیغاتی یا خبری بدون تحلیل، منابع تکراری، منابع فاقد ارتباط مستقیم با موضوع، و منابعی که صرفاً به توصیف فنی یک فناوری بدون ارتباط با مدیریت، سیاست‌گذاری یا توسعه ایران پرداخته بودند، از تحلیل کنار گذاشته شدند.

بند پنجم: روش تحلیل منابع

پس از گردآوری منابع، محتوای آن‌ها با رویکرد تحلیل مضمون بررسی شد. در مرحله نخست، مفاهیم پرتکرار و گزاره‌های کلیدی استخراج شدند؛ از جمله ریسک سرمایه‌گذاری، ضعف ثبات سیاستی، محدودیت شبکه، نوسان نرخ ارز، عدم هماهنگی نهادی، ضعف مشارکت اجتماعی، نیاز به ذخیره‌سازی، مشوق‌های مالیاتی، قرارداد خرید برق، نقشه راه ملی و بازار برق سبز. در مرحله دوم، این مفاهیم در چند محور اصلی دسته‌بندی شدند: موانع نهادی و حکمرانی، موانع اقتصادی و مالی، موانع فنی و زیرساختی، موانع قانونی و سیاستی، موانع اجتماعی و فرهنگی، و موانع زیست‌محیطی و مکانیابی. در مرحله سوم، روابط میان این محورها برای طراحی مدل مفهومی مقاله تحلیل شد.

بخش سوم: مبانی نظری و مفهومی انرژی‌های تجدیدپذیر

انرژی‌های تجدیدپذیر به منابعی گفته می‌شود که در مقیاس زمانی انسانی قابلیت تجدید طبیعی دارند و برخلاف سوخت‌های فسیلی، با مصرف آن‌ها ذخیره منبع به صورت برگشت‌ناپذیر کاهش نمی‌یابد. انرژی خورشیدی، انرژی بادی، انرژی زیست‌توده، انرژی زمین‌گرمایی، برق آبی کوچک و انرژی امواج و جزر و مد از مهم‌ترین گونه‌های انرژی تجدیدپذیر محسوب می‌شوند. این منابع می‌توانند در تولید برق، گرمایش، سرمایش، حمل‌ونقل، کشاورزی، صنعت و تأمین انرژی مناطق دورافتاده استفاده شوند. انرژی خورشیدی به دلیل گستردگی جغرافیایی، کاهش هزینه تجهیزات، امکان نصب در مقیاس‌های مختلف و قابلیت توسعه در نیروگاه‌های بزرگ یا سامانه‌های پشت‌بامی، یکی از مهم‌ترین منابع تجدیدپذیر در جهان است. انرژی بادی

نیز در مناطق دارای سرعت باد مناسب، ظرفیت بالایی برای تولید برق پاک دارد. زیست توده می تواند از پسماندهای شهری، کشاورزی، دامی و صنعتی برای تولید برق، حرارت یا سوخت زیستی استفاده کند. انرژی زمین گرمایی در مناطق دارای فعالیت زمین ساختی و گرا دیان حرارتی مناسب، هم برای تولید برق و هم برای گرمایش مستقیم کاربرد دارد. برق آبی کوچک، برخلاف سد سازی بزرگ، می تواند با اثرات زیست محیطی محدود تر و در مقیاس محلی به تولید برق کمک کند. مزیت انرژی های تجدید پذیر تنها در کاهش انتشار آلاینده ها خلاصه نمی شود. این انرژی ها می توانند امنیت انرژی را تقویت کنند، وابستگی به سوخت های فسیلی را کاهش دهند، هزینه های سلامت ناشی از آلودگی هوا را کم کنند، موجب شکل گیری صنایع جدید شوند، اشتغال تخصصی ایجاد کنند و تاب آوری شبکه برق را افزایش دهند [۱]. (IRENA, ۲۰۲۴) از منظر نظری، توسعه انرژی های تجدید پذیر را می توان با سه رویکرد تحلیل کرد. رویکرد نخست، رویکرد فنی - اقتصادی است که بر هزینه تولید، بازده فناوری، اتصال به شبکه، ذخیره سازی و قابلیت اطمینان تمرکز دارد. رویکرد دوم، رویکرد سیاست گذاری عمومی است که نقش دولت، قوانین، تعرفه ها، یارانه ها، مشوق ها، قراردادهای خرید برق و نهادهای تنظیم گر را بررسی می کند. رویکرد سوم، رویکرد حکمرانی گذار است که توسعه تجدید پذیرها را به عنوان یک تحول نهادی، اجتماعی و فناورانه می بیند. در این رویکرد، سیاست پایدار، اعتماد نهادی، مشارکت ذی نفعان، انسجام میان دستگاه ها، سرمایه اجتماعی و مدل های کسب و کار اهمیت محوری دارد (Aghlimoghadam, ۲۰۲۵; Pasandideh & Heidari, ۲۰۲۴). در ایران، تحلیل توسعه تجدید پذیرها بدون توجه به حکمرانی انرژی ناقص خواهد بود. صنعت برق و انرژی کشور ساختاری نسبتاً متمرکز، دولتی و یارانه ای دارد. در چنین ساختاری، تصمیم سرمایه گذار خصوصی فقط به تابش خورشید یا سرعت باد وابسته نیست، بلکه به ثبات قرارداد، امکان بازگشت سرمایه، قابلیت تبدیل درآمد

^۱ توضیح: در ادبیات IRENA، گذار انرژی فقط به معنای جایگزینی یک منبع انرژی با منبع دیگر نیست؛ بلکه مجموعه ای از توسعه تجدید پذیرها، بهره وری انرژی، برقی سازی، توسعه شبکه، ذخیره سازی، نوآوری فناورانه و اصلاح نهادهای بازار انرژی است

ریالی به هزینه‌های ارزی، اعتماد به پرداخت‌های دولت، دسترسی به تجهیزات، مقررات اتصال به شبکه و پیش‌بینی‌پذیری سیاستی نیز بستگی دارد.

بخش چهارم: وضعیت انرژی در ایران

ساختار انرژی ایران به‌طور تاریخی بر نفت و گاز طبیعی متکی بوده است. این وابستگی در برخی دوره‌ها مزیت اقتصادی و ژئوپلیتیکی ایجاد کرده، اما در بلندمدت موجب شکل‌گیری مصرف انرژی بالا، شدت انرژی زیاد، وابستگی نیروگاه‌ها به سوخت‌های فسیلی و تأخیر در توسعه منابع جایگزین شده است. گزارش‌های بین‌المللی نشان می‌دهد که سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در عرضه کل انرژی ایران همچنان محدود است و گاز طبیعی و نفت ستون اصلی سبد انرژی کشور را تشکیل می‌دهند (IRENA, ۲۰۲۵). وابستگی به سوخت فسیلی در ایران فقط یک مسئله تولید نیست، بلکه یک مسئله مدیریتی و نهادی است. قیمت‌گذاری یارانه‌ای انرژی، مصرف را از واقعیت هزینه‌ای آن جدا کرده و انگیزه بهینه‌سازی مصرف را کاهش داده است. در چنین شرایطی، انرژی ارزان می‌تواند به مصرف غیر کارآمد، فرسودگی تجهیزات، ضعف سرمایه‌گذاری در بهره‌وری و کاهش جذابیت اقتصادی تجدیدپذیرها منجر شود. (Hasheminejad et al. ۲۰۲۴) نیز در تحلیل سیاست انرژی ایران بر این نکته تأکید می‌کنند که اتکای سنگین به سوخت‌های فسیلی و شدت بالای مصرف انرژی، کشور را با چالش‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی روبه‌رو کرده است. ناترازی برق و سوخت در سال‌های اخیر نیز اهمیت موضوع را دوچندان کرده است. افزایش مصرف برق در دوره‌های اوج بار، محدودیت سوخت‌رسانی به نیروگاه‌ها، رشد تقاضای صنعتی و خانگی، و کاهش بهره‌وری بخشی از زیرساخت‌ها، ضرورت تنوع‌بخشی به منابع انرژی را برجسته کرده است. انرژی‌های تجدیدپذیر، به‌ویژه خورشیدی، می‌توانند در زمان اوج مصرف تابستانی نقش پشتیبان داشته باشند؛ زیرا تولید خورشیدی در بسیاری از مناطق کشور با دوره‌های افزایش مصرف ناشی از سرمایش هم‌پوشانی نسبی دارد. از منظر مدیریتی، وضعیت فعلی انرژی در ایران نشان می‌دهد که سیاست توسعه تجدیدپذیرها نباید صرفاً به‌عنوان افزودن چند نیروگاه

جدید تعریف شود. مسئله اصلی، بازطراحی بخشی از حکمرانی انرژی است. به بیان دقیق‌تر، باید هم‌زمان درباره اصلاح قیمت‌گذاری، قراردادهای خرید برق، بازار برق سبز، مشارکت صنایع، توسعه نیروگاه‌های پشت‌بامی، تقویت شبکه، جذب سرمایه بخش خصوصی و توسعه فناوری داخلی تصمیم‌گیری شود.

بخش پنجم: ظرفیت‌های اصلی کشور در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر

ایران از نظر جغرافیایی در کمربند مناسبی برای بهره‌برداری از انرژی خورشیدی قرار دارد. بسیاری از مناطق مرکزی، شرقی و جنوبی کشور دارای تابش مناسب، روزهای آفتابی فراوان و زمین‌های وسیع قابل استفاده برای نیروگاه‌های خورشیدی هستند. استان‌هایی مانند یزد، کرمان، سمنان، اصفهان، خراسان جنوبی، فارس و مرکزی از جمله مناطق دارای ظرفیت بالا برای توسعه خورشیدی محسوب می‌شوند. علاوه بر نیروگاه‌های بزرگ‌مقیاس، سامانه‌های خورشیدی پشت‌بامی در ساختمان‌های مسکونی، تجاری، صنعتی، اداری و کشاورزی می‌توانند بخشی از بار شبکه را کاهش دهند و مفهوم «مصرف‌کننده - تولیدکننده» را در بازار برق ایران تقویت کنند. انرژی بادی نیز در برخی مناطق کشور ظرفیت قابل توجهی دارد. مناطقی مانند منجیل، رودبار، بینالود، سیستان، خواف، قزوین، آذربایجان شرقی و برخی کریدورهای بادخیز شرق و شمال‌غرب کشور برای توسعه نیروگاه‌های بادی مناسب‌اند. مزیت انرژی بادی آن است که می‌تواند در برخی ساعات و فصل‌ها مکمل انرژی خورشیدی باشد. با این حال، توسعه بادی به ارزیابی دقیق‌تر منابع باد، مطالعات محیط‌زیستی، زیرساخت انتقال، دسترسی به توربین‌های استاندارد و مدل مالی پایدار نیاز دارد. زیست‌توده در ایران از دو جهت اهمیت دارد: نخست به‌عنوان منبع انرژی، و دوم به‌عنوان ابزار مدیریت پسماند. پسماندهای شهری در کلان‌شهرها، فضولات دامی، پسماندهای کشاورزی، بقایای صنایع غذایی و فاضلاب می‌توانند برای تولید بیوگاز، برق یا حرارت استفاده شوند. این حوزه برای شهرداری‌ها، دهیاری‌ها، دامداری‌ها و صنایع غذایی فرصت مدیریتی مهمی ایجاد می‌کند؛ زیرا هم‌زمان با تولید انرژی، می‌تواند بخشی از بحران پسماند و آلودگی محلی را کاهش دهد. زمین‌گرایی، به‌ویژه در مناطقی مانند

سبلان و مشکین شهر، از ظرفیت‌های شناخته‌شده ایران است. توسعه زمین‌گرمایی برخلاف خورشیدی و بادی، معمولاً به مطالعات اکتشافی، سرمایه‌گذاری اولیه بیشتر، تخصص حفاری و مدیریت ریسک زمین‌شناسی نیاز دارد؛ اما در صورت بهره‌برداری موفق، می‌تواند تولید پایدارتر و کمتر وابسته به شرایط آب‌وهوایی ارائه دهد. برق‌آبی کوچک نیز در برخی رودخانه‌ها، کانال‌های آبیاری، شبکه‌های انتقال آب و مناطق روستایی قابل استفاده است، مشروط بر آنکه آثار زیست‌محیطی و حقایقه‌ها به‌درستی مدیریت شوند.

ظرفیت مهم دیگر، توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در مناطق روستایی و دورافتاده است. در مناطقی که اتصال به شبکه پرهزینه است یا کیفیت برق‌رسانی پایین است، سامانه‌های خورشیدی کوچک، میکروگریدها و ترکیب خورشیدی - باتری می‌توانند عدالت انرژی و تاب‌آوری محلی را افزایش دهند. این موضوع از منظر توسعه منطقه‌ای اهمیت دارد؛ زیرا انرژی پاک می‌تواند با اشتغال محلی، خدمات کشاورزی، گردشگری، صنایع کوچک و کاهش مهاجرت روستایی پیوند بخورد.

بخش ششم: فرصت‌های توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران

نخستین فرصت ایران، شرایط اقلیمی مناسب است. تنوع جغرافیایی کشور باعث شده است که ترکیبی از منابع خورشیدی، بادی، زیست‌توده، زمین‌گرمایی و برق‌آبی کوچک در دسترس باشد. این تنوع می‌تواند به طراحی پورتفوی انرژی کمک کند؛ یعنی سیاست‌گذار به جای اتکا به یک منبع، ترکیبی از فناوری‌ها را متناسب با مزیت هر منطقه توسعه دهد.

دومین فرصت، کاهش هزینه جهانی فناوری‌های تجدیدپذیر است. گزارش‌های IEA و IRENA نشان می‌دهند که انرژی خورشیدی و بادی از نظر اقتصادی به منابع بسیار رقابتی تبدیل شده‌اند و بخش بزرگی از ظرفیت‌افزایی جهانی برق از این دو منبع تأمین می‌شود^۱

^۱ IEA, ۲۰۲۴; IRENA, ۲۰۲۶

سومین فرصت، امکان کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی در نیروگاه‌ها است. هر واحد برق تولیدی از انرژی تجدیدپذیر می‌تواند بخشی از مصرف گاز یا سوخت مایع در نیروگاه‌های حرارتی را کاهش دهد. این موضوع در ایران اهمیت ویژه‌ای دارد؛ زیرا سوخت صرفه‌جویی شده می‌تواند در بخش‌های دارای ارزش افزوده بالاتر استفاده شود یا از فشار بر شبکه تأمین سوخت در دوره‌های اوج مصرف بکاهد.

چهارمین فرصت، ایجاد اشتغال و توسعه صنعتی است. توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر به زنجیره‌ای از فعالیت‌ها نیاز دارد: مطالعات امکان‌سنجی، طراحی، تأمین تجهیزات، نصب، راه‌اندازی، بهره‌برداری، تعمیرات و نگهداری، پایش عملکرد، مدیریت مالی، بیمه، آموزش و خدمات مشاوره‌ای. بنابراین، توسعه این حوزه می‌تواند بازار کار جدیدی برای مهندسان، تکنسین‌ها، شرکت‌های دانش‌بنیان، پیمانکاران و سرمایه‌گذاران ایجاد کند.

پنجمین فرصت، توسعه بازار برق سبز و مشارکت صنایع است. صنایع بزرگ که با محدودیت تأمین برق یا الزامات زیست‌محیطی روبه‌رو هستند، می‌توانند با سرمایه‌گذاری در نیروگاه‌های تجدیدپذیر یا خرید برق سبز، هم امنیت انرژی خود را تقویت کنند و هم تصویر مسئولیت اجتماعی و زیست‌محیطی خود را ارتقا دهند. اگر این بازار با مقررات شفاف، قراردادهای قابل اتکا و سازوکار تضمین پرداخت همراه شود، می‌تواند به یکی از موتورهای تأمین مالی تجدیدپذیرها تبدیل شود.

ششمین فرصت، امکان مشارکت عمومی و توسعه نیروگاه‌های کوچک مقیاس است. سامانه‌های خورشیدی پشت‌بامی، نیروگاه‌های انشعابی، سامانه‌های کشاورزی و میکروگریدهای روستایی می‌توانند مردم را از مصرف‌کننده منفعل به بازیگر فعال بازار انرژی

^۱ توضیح: رقابتی شدن خورشیدی و بادی فقط به معنای ارزان‌تر شدن پنل یا توربین نیست؛ بلکه شامل بلوغ زنجیره تأمین، کاهش هزینه سرمایه، افزایش بهره‌وری تجهیزات، استانداردسازی قراردادها، رشد تجربه اجرایی و شکل‌گیری بازارهای مالی تخصصی نیز می‌شود.

تبدیل کنند. این موضوع از منظر حکمرانی اهمیت دارد، زیرا مشارکت اجتماعی، اعتماد عمومی و تاب آوری شبکه را هم زمان تقویت می کند.

بخش هفتم: چالش ها و موانع توسعه انرژی های تجدیدپذیر در ایران

بند اول: موانع اقتصادی و مالی

یکی از مهم ترین موانع توسعه تجدیدپذیرها در ایران، ریسک سرمایه گذاری است. پروژه های تجدیدپذیر معمولاً سرمایه بر هستند و بخش زیادی از هزینه آن ها در ابتدای پروژه انجام می شود. بنابراین، سرمایه گذار پیش از ورود به پروژه باید درباره نرخ بازگشت سرمایه، ثبات قرارداد، قیمت خرید برق، هزینه تأمین تجهیزات، نرخ ارز، امکان تأمین مالی و ریسک پرداخت اطمینان نسبی داشته باشد. در ایران، نوسانات ارزی، محدودیت های ناشی از تحریم، دشواری انتقال فناوری و تأمین تجهیزات، و ابهام در جریان درآمدهای پروژه ها، ریسک سرمایه گذاری را افزایش داده است. مطالعه پسندیده و حیدری (۲۰۲۴) نشان می دهد که عواملی مانند افزایش نرخ ارز، تحریم، کاهش سرمایه گذاری خارجی، وضعیت مالی وزارت نیرو، فضای یارانه ای صنعت برق و ذهنیت سیاست گذاران مبتنی بر بخش فسیلی از شرایط مداخله گر در کندی توسعه تجدیدپذیرها هستند. [توضیح: اهمیت این یافته در آن است که موانع توسعه تجدیدپذیرها را صرفاً گران بودن فناوری نمی داند، بلکه آن را در بستر اقتصاد سیاسی صنعت برق و ساختار تصمیم گیری انرژی توضیح می دهد.] در سطح بین المللی نیز (۲۰۲۳) UNCTAD نشان می دهد که کشورهای در حال توسعه برای جذب سرمایه در انرژی های تجدیدپذیر با موانعی مانند نبود پروژه های بانکی پذیر، ریسک سیاسی، ضعف چارچوب حمایتی و محدودیت شبکه و ذخیره سازی روبه رو هستند. این یافته برای ایران نیز قابل تأمل است؛ زیرا در نبود مدل های مالی قابل پیش بینی، حتی وجود ظرفیت طبیعی بالا برای جذب سرمایه کافی نیست.

بند دوم: موانع فنی و زیرساختی

انرژی خورشیدی و بادی ماهیت متغیر دارند. تولید خورشیدی به ساعات تابش و تولید بادی به شرایط باد وابسته است. بنابراین، افزایش سهم این منابع در شبکه برق نیازمند توسعه زیرساخت‌های انعطاف‌پذیر، ذخیره‌سازی، مدیریت بار، پیش‌بینی تولید، شبکه هوشمند و تقویت خطوط انتقال است. اگر توسعه نیروگاه‌های تجدیدپذیر از توسعه شبکه سریع‌تر باشد، اتصال پروژه‌ها به شبکه با تأخیر مواجه می‌شود یا بخشی از تولید به دلیل محدودیت شبکه هدر می‌رود.

IEA (۲۰۲۴) تأکید می‌کند که سرمایه‌گذاری در شبکه و اتصال پروژه‌ها به شبکه به یکی از گلوگاه‌های اصلی توسعه تجدیدپذیرها در جهان تبدیل شده است.^[۱]

در ایران نیز فرسودگی بخشی از زیرساخت‌های انتقال و توزیع، محدودیت ظرفیت اتصال در برخی مناطق مستعد، کمبود سامانه‌های ذخیره‌سازی و ضعف دیجیتالی‌سازی شبکه، از موانع مهم توسعه تجدیدپذیرهاست. اگر نیروگاه خورشیدی در منطقه‌ای با تابش بالا احداث شود اما شبکه توان جذب برق آن را نداشته باشد، مزیت طبیعی به مزیت اقتصادی تبدیل نخواهد شد.

بند سوم: موانع نهادی و مدیریتی

توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر به هماهنگی میان وزارت نیرو، ساتبا، توانیر، شرکت‌های برق منطقه‌ای، سازمان برنامه و بودجه، بانک مرکزی، صندوق توسعه ملی، سازمان حفاظت محیط زیست، وزارت صمت، گمرک، نهادهای مالی، شهرداری‌ها و بخش خصوصی نیاز دارد. تعدد بازیگران اگر با تقسیم کار شفاف و پنجره واحد همراه نباشد، می‌تواند فرآیند سرمایه‌گذاری را کند و پرهزینه کند.

^۱ توضیح: در اینجا شبکه فقط به معنای سیم و پست برق نیست؛ بلکه شامل مدیریت هوشمند بار، ظرفیت انتقال، پیش‌بینی تولید، ذخیره‌سازی، مقررات اتصال، بازار خدمات جانبی و آمادگی بهره‌بردار شبکه برای پذیرش منابع متغیر است.

(۲۰۲۵) Aghlimoghadam در تحلیل نهادی گذار انرژی در ایران نشان می‌دهد که ضعف اعتبار سیاستی، نبود مدل‌های کسب و کار انعطاف‌پذیر و کم‌رنگ بودن ارزش پایداری در میان برخی سیاست‌گذاران، از موانع مهم مشارکت بازیگران در توسعه تجدیدپذیرهاست.^۱

بند چهارم: موانع قانونی و سیاست‌گذاری

سیاست‌های حمایتی ناپایدار، تغییرپذیری مقررات، ابهام در قراردادهای خرید برق، ضعف مشوق‌های مالیاتی، نبود تضمین کافی برای پرداخت‌ها و طولانی بودن فرآیند صدور مجوز، از موانع قانونی و سیاستی توسعه تجدیدپذیرهاست. در بسیاری از کشورها، قراردادهای بلندمدت خرید برق، مزایده‌های رقابتی، معافیت‌های مالیاتی، تعرفه‌های تشویقی، گواهی‌های انرژی پاک و بازار برق سبز برای کاهش ریسک سرمایه‌گذاری استفاده شده‌اند. اما اگر این ابزارها در عمل با تأخیر، ابهام یا تغییر مکرر مواجه شوند، اثر حمایتی خود را از دست می‌دهند.

تجربه جهانی نشان می‌دهد که ثبات سیاستی از خود مقدار حمایت مهم‌تر است. سرمایه‌گذار ممکن است با تعرفه متوسط اما پایدار وارد پروژه شود، اما در برابر تعرفه جذاب ولی غیرقابل پیش‌بینی مقاومت کند. از این منظر، حکمرانی قرارداد، شفافیت پرداخت و اعتبار نهاد خریدار برق از عوامل تعیین‌کننده در توسعه بازار تجدیدپذیرها هستند.

بند پنجم: موانع اجتماعی و فرهنگی

پذیرش اجتماعی انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران هنوز به سطح مطلوب نرسیده است. بسیاری از شهروندان با مزایا، هزینه‌ها، مدل‌های درآمدی و الزامات نگهداری سامانه‌های خورشیدی آشنا نیستند. از سوی دیگر، قیمت یارانه‌ای برق، انگیزه اقتصادی خانوارها برای سرمایه‌گذاری

^۱ توضیح: ضعف اعتبار سیاستی یعنی سرمایه‌گذار، مصرف‌کننده و پیمانکار اطمینان ندارند که وعده‌ها، تعرفه‌ها، قراردادها و حمایت‌های اعلام‌شده در طول عمر پروژه پایدار بماند. در چنین شرایطی، حتی سیاست خوب نیز ممکن است به دلیل بی‌اعتمادی اجرا نشود.

در سامانه‌های خورشیدی را کاهش می‌دهد. در چنین شرایطی، توسعه نیروگاه‌های پشت‌بامی و کوچک‌مقیاس بدون آموزش عمومی، تسهیلات مالی، ضمانت خرید و اعتمادسازی نهادی دشوار خواهد بود. اعتماد عمومی نیز نقش مهمی دارد. اگر مردم نسبت به پرداخت‌ها، کیفیت تجهیزات، خدمات پس از فروش، مجوزها و پایداری سیاست‌ها اعتماد نداشته باشند، مشارکت آن‌ها محدود می‌شود. بنابراین، توسعه تجدیدپذیرها نیازمند سیاست ارتباطی و آموزشی است، نه فقط سیاست فنی و مالی.

بند ششم: موانع زیست‌محیطی و مکانیابی

اگرچه انرژی‌های تجدیدپذیر نسبت به سوخت‌های فسیلی آلودگی کمتری دارند، اما احداث پروژه‌های بزرگ بدون ارزیابی محیط‌زیستی می‌تواند با تعارض کاربری زمین، تخریب زیستگاه‌ها، اثر بر تنوع زیستی، مصرف آب در برخی فناوری‌ها یا مخالفت جوامع محلی همراه شود. بنابراین، توسعه تجدیدپذیرها باید با مکانیابی علمی، ارزیابی اثرات زیست‌محیطی، مشارکت محلی و رعایت ملاحظات منابع طبیعی انجام شود.

بخش هشتم: جدول دسته‌بندی موانع توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران

جدول ۱. دسته‌بندی مدیریتی موانع توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران

راهکار پیشنهادی	پیامد مدیریتی	مؤلفه‌های اصلی	دسته مانع
ایجاد چارچوب حکمرانی یکپارچه، پنجره واحد سرمایه‌گذاری، تقسیم کار نهادی و نظام پایش پروژه‌ها	کندی تصمیم‌گیری، افزایش هزینه مبادله، ابهام مسئولیت، کاهش اعتماد سرمایه‌گذار	تعدد نهادهای تصمیم‌گیر، نبود فرماندهی واحد، هماهنگی میان وزارت نیرو، ساتبا، توانیر، نهادهای مالی، سازمان	موانع نهادی و حکمرانی

	محیط زیست و بخش خصوصی		
تثبیت سیاست های حمایتی، تدوین قراردادهای استاندارد، ضمانت پرداخت، مشوق های مالیاتی و مقررات شفاف اتصال به شبکه	افزایش ریسک سیاستی، کاهش تمایل بخش خصوصی، تأخیر در اجرای پروژه ها	تغییرپذیری مقررات، ابهام در قراردادهای خرید تضمینی، ضعف ضمانت اجرا، ناکافی بودن مشوق های مالیاتی و تعرفه ای	موانع سیاستی و قانونی
طراحی اوراق سبز، صندوق پروژه، ضمانت نامه اعتباری، مشارکت عمومی - خصوصی، تعدیل قراردادی متناسب با تورم و نرخ ارز	کاهش جذابیت سرمایه گذاری، افزایش دوره بازگشت سرمایه، کاهش ورود سرمایه گذار حرفه ای	هزینه اولیه بالا، نرخ ارز، دشواری تأمین مالی، ریسک بازگشت سرمایه، محدودیت سرمایه گذاری خارجی، وضعیت مالی خریدار برق	موانع اقتصادی و مالی
توسعه شبکه هوشمند، ذخیره سازی، مدیریت بار، کنتورهای هوشمند، بازار خدمات جانبی و برنامه ریزی مکانی پروژه ها	کاهش قابلیت جذب انرژی تجدیدپذیر، محدودیت اتصال پروژه ها، اتلاف تولید و افت کیفیت برق	محدودیت شبکه انتقال و توزیع، ناپایداری تولید خورشیدی و بادی، کمبود ذخیره سازی، فرسودگی بخشی از شبکه، ضعف پیش بینی	موانع فنی و زیرساختی

	تولید		
موانع فناوری و زنجیره تأمین	وابستگی به تجهیزات وارداتی، محدودیت انتقال فناوری، نبود استانداردهای فراگیر کیفیت، ضعف خدمات پس از فروش در برخی پروژه‌ها	افزایش هزینه پروژه، کاهش قابلیت اطمینان، افزایش ریسک بهره‌برداری	حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان، بومی‌سازی هدفمند، استانداردسازی تجهیزات، رتبه‌بندی پیمانکاران و توسعه مراکز آزمون کیفیت
موانع اجتماعی و فرهنگی	آگاهی پایین عمومی، ضعف فرهنگ مصرف بهینه، مشارکت محدود مردم، بی‌اعتمادی به پرداخت‌ها و قراردادهای ناآشنایی با مدل‌های درآمدی خورشیدی پشت‌بامی	کاهش پذیرش اجتماعی، کندی توسعه نیروگاه‌های کوچک‌مقیاس، مقاومت محلی یا بی‌تفاوتی مصرف‌کنندگان	آموزش عمومی، کمپین‌های آگاهی‌بخشی، مدل مصرف‌کننده - تولیدکننده، تسهیلات خانگی و شفافیت پرداخت‌ها
موانع زیست محیطی و مکانیابی	تعارض با کاربری زمین، محدودیت منابع آب، اثر بر زیستگاه‌ها، ضعف ارزیابی اثرات محیط زیستی، مخالفت جوامع محلی	تأخیر پروژه، افزایش هزینه اجتماعی، کاهش مشروعیت محلی	مکانیابی علمی، ارزیابی اثرات زیست محیطی، مشارکت جوامع محلی، رعایت حقایق‌ها و طراحی جبران

اجتماعی			
توسعه بورس انرژی سبز، قراردادهای دوجانبه، مشارکت صنایع، گواهی انرژی پاک و مدل های اجاره، لیزینگ و تأمین مالی جمعی	وابستگی بیش از حد به دولت، محدودیت منابع مالی، کاهش رقابت پذیری	نبود بازار برق سبز بالغ، ضعف قراردادهای دوجانبه، محدودیت مشارکت صنایع، نبود مدل های درآمدی متنوع	موانع بازار و مدل کسب و کار
ایجاد سامانه داده باز، داشبورد ملی تجدیدپذیرها، انتشار منظم آمار و گزارش عملکرد نیروگاه ها	تصمیم گیری غیر شفاف، دشواری ارزیابی پروژه ها، کاهش اعتماد ذی نفعان	نبود داده باز درباره ظرفیت، تولید، پرداخت ها، عملکرد پروژه ها و نقشه ظرفیت منطقه ای	موانع داده و شفافیت
طراحی دوره های تخصصی، همکاری دانشگاه و صنعت، گواهی صلاحیت حرفه ای و آموزش تکنسین های محلی	افزایش خطای اجرایی، کاهش کیفیت پروژه، وابستگی به پیمانکاران محدود	کمبود نیروی متخصص در طراحی، نصب، بهره برداری، نگهداری، مدیریت مالی و حقوقی پروژه ها	موانع سرمایه انسانی

این جدول نشان می‌دهد که موانع توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران مستقل از یکدیگر نیستند، بلکه به صورت شبکه‌ای عمل می‌کنند. برای مثال، ناپایداری سیاستی ریسک سرمایه‌گذاری را افزایش می‌دهد؛ ریسک سرمایه‌گذاری موجب کاهش ورود بخش خصوصی می‌شود؛ کاهش سرمایه‌گذاری، توسعه شبکه و فناوری را کند می‌کند؛ و ضعف زیرساخت، بازده پروژه‌ها را کاهش می‌دهد. بنابراین، مداخله سیاستی باید هم‌زمان و بسته‌ای باشد، نه جزیره‌ای و تک‌بعدی.

بخش نهم: تجربه‌های تطبیقی

تجربه کشورهای موفق نشان می‌دهد که توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر به ترکیبی از سیاست پایدار، کاهش هزینه سرمایه، اصلاح مقررات، مشارکت بخش خصوصی، توسعه شبکه و پذیرش اجتماعی نیاز دارد. چین با ترکیب سیاست صنعتی، حمایت از تولید داخلی، توسعه بازار بزرگ داخلی و سرمایه‌گذاری گسترده در خورشیدی و بادی، به بازیگر اصلی انرژی‌های تجدیدپذیر جهان تبدیل شده است (۲۰۲۴) IEA. نشان می‌دهد که بخش بزرگی از رشد ظرفیت جهانی تجدیدپذیرها تحت تأثیر سیاست‌های صنعتی، مقیاس بازار و توسعه سریع فناوری‌های خورشیدی و بادی در چین قرار دارد. اتحادیه اروپا تجربه دیگری ارائه می‌دهد. در اروپا، امنیت انرژی پس از بحران گاز، کاهش وابستگی به واردات سوخت، توسعه بازار برق، سیاست‌های اقلیمی و مشوق‌های سرمایه‌گذاری، همگی به رشد تجدیدپذیرها کمک کرده‌اند. تجربه اروپا نشان می‌دهد که انرژی‌های تجدیدپذیر علاوه بر کاهش انتشار، ابزار راهبردی برای امنیت انرژی و کاهش آسیب‌پذیری ژئوپلیتیکی هستند. هند نیز نمونه مهمی برای ایران است؛ زیرا مانند ایران با رشد تقاضای برق، نیاز به توسعه صنعتی و ضرورت تأمین برق پایدار روبه‌رو است. توسعه مزایده‌های خورشیدی، حمایت از تولید داخلی، برنامه‌های خورشیدی پشت‌بامی و تقویت شرکت‌های توزیع از جمله محورهای سیاستی هند بوده است. درس مهم هند برای ایران آن است که توسعه تجدیدپذیرها باید هم‌زمان در دو سطح نیروگاه‌های بزرگ و سامانه‌های کوچک مقیاس دنبال شود. از تجربه‌های تطبیقی می‌توان چند درس برای ایران

استخراج کرد: نخست، هدف گذاری ظرفیت بدون اصلاح شبکه و بازار کافی نیست؛ دوم، سرمایه گذار به ثبات سیاستی بیش از شعارهای حمایتی نیاز دارد؛ سوم، حمایت از تولید داخلی باید با کیفیت، استاندارد و رقابت پذیری همراه باشد؛ چهارم، نیروگاه های کوچک مقیاس و پشت بامی می توانند مشارکت اجتماعی را افزایش دهند؛ پنجم، توسعه تجدیدپذیرها زمانی موفق می شود که در برنامه توسعه صنعتی، سیاست مالی، سیاست شهری، سیاست کشاورزی و سیاست محیط زیست ادغام شود.

بخش دهم: مدل مفهومی حکمرانی توسعه انرژی های تجدیدپذیر در ایران

بر اساس مرور منابع و تحلیل موانع، مدل مفهومی پیشنهادی مقاله بر این فرض استوار است که توسعه انرژی های تجدیدپذیر در ایران تابع یک رابطه خطی ساده نیست، بلکه نتیجه تعامل میان پنج لایه اصلی است: لایه حکمرانی و سیاست گذاری، لایه اقتصادی و سرمایه گذاری، لایه فناوری و زیرساخت، لایه اجتماعی و نهادی، و لایه پیامدهای توسعه پایدار. در این مدل، حکمرانی انرژی نقش متغیر پیشران و تنظیم کننده را دارد؛ زیرا کیفیت تصمیم گیری، ثبات سیاستی، شفافیت مقررات و هماهنگی نهادی، بر همه لایه های دیگر اثر می گذارد.

بند اول: لایه حکمرانی و سیاست گذاری

این لایه شامل ثبات قوانین، هماهنگی نهادی، کیفیت تنظیم گری، اعتبار قراردادها، نظام پایش، شفافیت داده و وجود نقشه راه ملی است. اگر این لایه ضعیف باشد، حتی وجود ظرفیت خورشیدی و بادی مناسب نیز به توسعه پایدار منجر نمی شود. حکمرانی ضعیف باعث افزایش ریسک سیاستی، بی اعتمادی سرمایه گذار، کندی صدور مجوز و کاهش قابلیت پیش بینی پروژه ها می شود.

بند دوم: لایه اقتصادی و سرمایه گذاری

این لایه شامل نرخ بازگشت سرمایه، هزینه سرمایه، ریسک نرخ ارز، ابزارهای مالی، امکان جذب سرمایه داخلی و خارجی، قرارداد خرید برق، ضمانت پرداخت و مشارکت عمومی - خصوصی است. در مدل پیشنهادی، سرمایه گذاری زمانی فعال می شود که ریسک های اقتصادی و سیاستی به سطح قابل قبول کاهش یابد. به بیان دیگر، سرمایه گذار به همان اندازه که به تابش خورشید یا سرعت باد توجه دارد، به ثبات قرارداد، اعتبار خریدار برق و امکان بازگشت سرمایه نیز توجه می کند.

بند سوم: لایه فناوری و زیرساخت

این لایه شامل توان شبکه، اتصال نیروگاه ها، ذخیره سازی انرژی، شبکه هوشمند، کیفیت تجهیزات، ظرفیت تولید داخلی، خدمات بهره برداری و نگهداری و سامانه های پایش است. در مدل پیشنهادی، فناوری و زیرساخت نقش متغیر میانجی را دارد؛ یعنی سیاست و سرمایه گذاری زمانی به ظرفیت واقعی تبدیل می شود که شبکه و فناوری توان جذب، انتقال و مدیریت انرژی تجدیدپذیر را داشته باشند.

بند چهارم: لایه اجتماعی و مشارکتی

این لایه شامل پذیرش اجتماعی، آگاهی عمومی، مشارکت جوامع محلی، اعتماد نهادی، فرهنگ مصرف بهینه، توسعه نیروگاه های پشت بامی و نقش مصرف کننده - تولید کننده است. در ایران، این لایه برای توسعه پروژه های کوچک مقیاس، سامانه های خانگی و مشارکت روستایی اهمیت ویژه ای دارد. هر اندازه مردم و جوامع محلی نسبت به منافع اقتصادی و زیست محیطی انرژی های تجدیدپذیر آگاه تر و نسبت به سازوکارهای پرداخت و پشتیبانی مطمئن تر باشند، احتمال مشارکت آن ها بیشتر می شود.

بند پنجم: لایه پیامدهای توسعه پایدار

این لایه شامل امنیت انرژی، کاهش آلودگی هوا، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، اشتغال سبز، توسعه فناوری داخلی، کاهش مصرف سوخت فسیلی، تاب‌آوری شبکه، توسعه منطقه‌ای و ارتقای کیفیت زندگی است. در مدل پیشنهادی، این پیامدها زمانی حاصل می‌شوند که چهار لایه قبلی به صورت هماهنگ عمل کنند.

بند ششم: نمایش متنی مدل مفهومی پیشنهادی

حکمرانی و سیاست‌گذاری پایدار



ثبات مقررات، قراردادهای قابل اتکا، پنجره واحد، نقشه راه ملی، شفافیت داده



کاهش ریسک سرمایه‌گذاری و فعال‌سازی منابع مالی



سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی، مشارکت عمومی - خصوصی، اوراق سبز، صندوق پروژه،

قرارداد خرید برق



توسعه فناوری، شبکه و زیرساخت



شبکه هوشمند، ذخیره‌سازی، اتصال نیروگاه‌ها، بومی‌سازی تجهیزات، مدیریت بار



افزایش پذیرش اجتماعی و مشارکت ذی‌نفعان

↓
نیروگاه‌های پشت‌بامی، مشارکت محلی، آموزش عمومی، اعتماد نهادی، مصرف‌کننده -
تولیدکننده

↓
پیامدهای توسعه پایدار

↓
امنیت انرژی، کاهش آلودگی، اشتغال سبز، توسعه منطقه‌ای، کاهش مصرف سوخت فسیلی،
تاب‌آوری شبکه

بند هفتم: توضیح تحلیلی مدل

در این مدل، حکمرانی انرژی نقطه آغاز فرایند است؛ زیرا کیفیت حکمرانی تعیین می‌کند که آیا سرمایه‌گذار، جامعه، صنعت و نهادهای اجرایی نسبت به آینده پروژه اطمینان خواهند داشت یا خیر. اگر سیاست‌های حمایتی ناپایدار باشد، قراردادهای خرید برق شفاف نباشد، پرداخت‌ها با تأخیر انجام شود یا فرایند صدور مجوز طولانی باشد، هزینه سرمایه افزایش می‌یابد و پروژه‌ها از نظر اقتصادی جذابیت خود را از دست می‌دهند. در مقابل، اگر دولت بتواند چارچوبی پایدار، شفاف و قابل پیش‌بینی ایجاد کند، سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر از یک فعالیت پرریسک به یک فرصت اقتصادی قابل برنامه‌ریزی تبدیل می‌شود. از سوی دیگر، سرمایه‌گذاری بدون زیرساخت شبکه به نتیجه مطلوب نمی‌رسد. نیروگاه خورشیدی یا بادی زمانی ارزش اقتصادی دارد که برق تولیدی آن به‌موقع، پایدار و با کمترین تلفات وارد شبکه شود. بنابراین، توسعه ظرفیت تولید باید هم‌زمان با توسعه شبکه، ذخیره‌سازی و سامانه‌های مدیریت بار انجام شود. به همین دلیل، در مدل مفهومی، فناوری و زیرساخت حلقه اتصال میان سیاست و پیامدهای واقعی توسعه هستند. لایه اجتماعی نیز نقشی تعیین‌کننده دارد. در بسیاری از کشورها، توسعه تجدیدپذیرها با مشارکت خانوارها، کشاورزان، شهرداری‌ها، صنایع کوچک و جوامع محلی سرعت گرفته است. در ایران نیز اگر مدل‌های

مالی و اجرایی مناسب طراحی شود، سامانه‌های خورشیدی پشت‌بامی، نیروگاه‌های کوچک مقیاس روستایی و پروژه‌های مشارکتی می‌توانند از سطح یک سیاست دولتی به سطح یک حرکت اجتماعی و اقتصادی تبدیل شوند. این موضوع افزون بر کاهش فشار بر شبکه، موجب افزایش اعتماد عمومی، توسعه عدالت انرژی و ارتقای تاب‌آوری محلی خواهد شد.

بر اساس این مدل، گزاره مفهومی مقاله چنین است: توسعه پایدار انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران زمانی محقق می‌شود که حکمرانی پایدار و هماهنگ، ریسک سرمایه‌گذاری را کاهش دهد؛ کاهش ریسک، منابع مالی و مشارکت بخش خصوصی را فعال کند؛ سرمایه‌گذاری، توسعه فناوری و شبکه را تقویت کند؛ و توسعه زیرساخت، همراه با پذیرش اجتماعی، به پیامدهای اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی پایدار منجر شود.

بخش یازدهم: راهکارهای مدیریتی و سیاستی

بند اول: اصلاح حکمرانی و ایجاد چارچوب نهادی یکپارچه

نخستین راهکار، ایجاد سازوکار حکمرانی یکپارچه برای توسعه تجدیدپذیرهاست. این سازوکار باید نقش هر دستگاه را مشخص کند، فرآیند صدور مجوز را کوتاه کند، تعارض نهادی را کاهش دهد و نظام پایش پروژه‌ها را شفاف سازد. ایجاد پنجره واحد سرمایه‌گذاری انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند بخشی از بروکراسی را کاهش دهد و مسیر سرمایه‌گذار را روشن کند.

بند دوم: تثبیت قراردادهای خرید برق و کاهش ریسک سرمایه‌گذاری

قراردادهای خرید برق باید از نظر مدت، قیمت، سازوکار تعدیل، ضمانت پرداخت، امکان انتقال حقوق قراردادی و حل اختلاف شفاف باشند. برای پروژه‌هایی که هزینه ارزی دارند، باید سازوکاری برای تعدیل بخشی از درآمد یا کاهش ریسک نرخ ارز طراحی شود. همچنین، استفاده از ابزارهایی مانند صندوق پروژه، اوراق سبز، ضمانت‌نامه‌های دولتی، بیمه ریسک

سیاسی، مشارکت بانک‌ها و تأمین مالی جمعی می‌تواند منابع جدیدی برای پروژه‌ها فراهم کند.

Fleta-Asín و Muñoz (۲۰۲۱) درباره مشارکت عمومی - خصوصی در کشورهای در حال توسعه نشان می‌دهند که کیفیت محیط نهادی و اقتصادی، حمایت بانک‌های توسعه‌ای و طراحی مناسب پروژه‌ها بر میزان مشارکت سرمایه‌گذاران خصوصی اثرگذار است. بنابراین، ایران نیز برای جذب سرمایه خصوصی باید پروژه‌ها را از نظر حقوقی، مالی و فنی «بانکی‌پذیر» کند.^۱

بند سوم: توسعه شبکه، ذخیره‌سازی و مدیریت بار

توسعه تجدیدپذیرها بدون تقویت شبکه برق ممکن نیست. لازم است برنامه توسعه تجدیدپذیرها با برنامه توسعه انتقال و توزیع برق، سامانه‌های ذخیره‌ساز، پاسخگویی بار، کنتورهای هوشمند و بازار خدمات جانبی هماهنگ شود. ذخیره‌سازی به‌ویژه برای مناطق دارای سهم بالای خورشیدی اهمیت دارد، زیرا می‌تواند بخشی از تولید روزانه را به ساعات اوج مصرف منتقل کند.

بند چهارم: حمایت از فناوری داخلی و شرکت‌های دانش‌بنیان

بومی‌سازی هوشمند تجهیزات کلیدی مانند سازه، کابل، تابلو، اینورتر، سامانه پایش، نرم‌افزار مدیریت انرژی، خدمات بهره‌برداری و نگهداری و بخشی از زنجیره تولید پنل و توربین، می‌تواند وابستگی خارجی را کاهش دهد. البته بومی‌سازی نباید به معنای محدود کردن رقابت یا کاهش کیفیت باشد. سیاست درست آن است که تولید داخلی با استاندارد، گواهی کیفیت، انتقال فناوری و اتصال به بازار منطقه‌ای همراه شود.

^۱ منظور از بانکی‌پذیر بودن آن است که پروژه از نظر جریان درآمد، ضمانت پرداخت، ریسک حقوقی، مدل مالکیت، مجوزها، بیمه و امکان بازپرداخت تسهیلات برای بانک یا سرمایه‌گذار قابل ارزیابی و قابل تأمین مالی باشد

بند پنجم: توسعه بازار برق سبز و مشارکت صنایع

صنایع بزرگ می توانند به یکی از موتورهای توسعه تجدیدپذیرها تبدیل شوند. الزام یا تشویق صنایع پر مصرف به تأمین بخشی از برق خود از منابع تجدیدپذیر، خرید برق سبز در بورس انرژی، مشارکت در صندوق پروژه و احداث نیروگاه اختصاصی، می تواند فشار بر دولت را کاهش دهد و سرمایه بخش خصوصی را فعال کند.

بند ششم: گسترش نیروگاه های کوچک مقیاس و پشت بامی

نیروگاه های پشت بامی باید به عنوان ابزار مشارکت اجتماعی و کاهش بار شبکه دیده شوند. ارائه تسهیلات کم بهره، استانداردسازی تجهیزات، ایجاد سامانه رتبه بندی پیمانکاران، تضمین خرید برق مازاد، آموزش خانوارها و توسعه مدل های اجاره به شرط تملیک می تواند این بازار را فعال کند. در مناطق روستایی، نیروگاه های کوچک مقیاس می توانند با کشاورزی، دامداری، صنایع محلی و خدمات عمومی پیوند بخورند.

بند هفتم: رهنگ سازی و افزایش اعتماد عمومی

سیاست ارتباطی در حوزه انرژی های تجدیدپذیر باید جدی گرفته شود. مردم باید بدانند که پنل خورشیدی چگونه کار می کند، چه هزینه و درآمدی دارد، چگونه نگهداری می شود، چه ضمانتی دارد و چه نهادی مسئول پاسخ گویی است. اعتماد عمومی زمانی شکل می گیرد که سیاست ها شفاف، پرداخت ها منظم، پیمانکاران قابل ارزیابی و خدمات پس از فروش قابل اتکا باشند.

بند هشتم: آثار اقتصادی و اجتماعی توسعه انرژی های تجدیدپذیر

توسعه انرژی های تجدیدپذیر می تواند آثار اقتصادی متعددی داشته باشد. نخست، مصرف سوخت فسیلی در نیروگاه ها کاهش می یابد و امکان استفاده بهینه تر از منابع گاز و نفت فراهم می شود. دوم، سرمایه گذاری جدید در زنجیره تولید، نصب، بهره برداری و نگهداری ایجاد

می‌شود. سوم، شرکت‌های دانش‌بنیان و پیمانکاران تخصصی رشد می‌کنند. چهارم، در صورت توسعه بازار منطقه‌ای، امکان صادرات خدمات فنی و مهندسی نیز فراهم می‌شود. از منظر زیست‌محیطی، توسعه تجدیدپذیرها می‌تواند به کاهش آلودگی هوا، کاهش انتشار دی‌اکسید کربن، کاهش فشار بر منابع آب در مقایسه با برخی نیروگاه‌های حرارتی و کاهش هزینه‌های سلامت کمک کند. در شهرهایی که آلودگی هوا به مسئله مزمن تبدیل شده است، جایگزینی بخشی از تولید فسیلی با انرژی پاک می‌تواند پیامدهای اجتماعی قابل توجهی داشته باشد. از منظر اجتماعی، انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توانند عدالت انرژی را تقویت کنند. مناطق روستایی و محروم، در صورت دسترسی به سامانه‌های کوچک‌مقیاس، می‌توانند برق پایدارتر، هزینه کمتر و فرصت شغلی جدید داشته باشند. مشارکت مردم در تولید انرژی نیز حس مالکیت و مسئولیت اجتماعی را افزایش می‌دهد. این تغییر، از نظر حکمرانی مهم است؛ زیرا رابطه شهروند با نظام انرژی را از «مصرف‌کننده یارانه‌بگیر» به «بازیگر مشارکت‌کننده» تغییر می‌دهد. از منظر فناوری و صنعتی، توسعه تجدیدپذیرها می‌تواند موجب ارتقای دانش فنی داخلی، شکل‌گیری مهارت‌های جدید، توسعه آموزش‌های تخصصی و تقویت نوآوری شود. اگر دانشگاه‌ها، مراکز فنی و حرفه‌ای، پژوهشگاه‌ها و شرکت‌های دانش‌بنیان در این مسیر مشارکت کنند، انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توانند به یکی از محورهای اقتصاد دانش‌بنیان تبدیل شوند.

نتیجه‌گیری

مرور ادبیات و شواهد نشان می‌دهد که توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران از نظر منابع طبیعی و ضرورت راهبردی قابل دفاع است، اما از نظر حکمرانی، تأمین مالی، زیرساخت شبکه، ثبات سیاسی و مشارکت اجتماعی با چالش‌های جدی روبه‌روست. ایران ظرفیت قابل توجهی در انرژی خورشیدی، بادی، زیست‌توده، زمین‌گرمایی و برق آبی کوچک دارد و روند جهانی نیز نشان می‌دهد که تجدیدپذیرها به محور اصلی سرمایه‌گذاری انرژی تبدیل شده‌اند. با این حال، تجربه ایران نشان می‌دهد که وجود ظرفیت طبیعی به تنهایی کافی نیست. آنچه

ظرفیت را به پروژه عملیاتی تبدیل می کند، حکمرانی مؤثر، قرارداد قابل اعتماد، شبکه آماده، سرمایه گذاری پایدار و مشارکت ذی نفعان است. مقاله حاضر نشان داد که موانع توسعه تجدیدپذیرها در ایران چندبعدی اند. در سطح اقتصادی، ریسک سرمایه گذاری، نوسان ارز و ضعف تأمین مالی اهمیت دارد. در سطح فنی، شبکه و ذخیره سازی گلوگاه اصلی هستند. در سطح نهادی، تعدد نهادهای تصمیم گیر، ضعف هماهنگی و ناپایداری سیاست ها مانع ایجاد اعتماد می شود. در سطح اجتماعی، آگاهی محدود، قیمت گذاری یارانه ای و ضعف مشارکت عمومی توسعه بازار را کند می کند. بنابراین، گذار پایدار انرژی در ایران مستلزم تغییر رویکرد از پروژه محوری به حکمرانی محوری است. هدف گذاری ظرفیت باید با نقشه راه اجرایی، نظام مالی، برنامه شبکه، سیاست صنعتی، آموزش نیروی انسانی، مشارکت بخش خصوصی و مدل ارتباطی با جامعه همراه شود. اگر این مجموعه به صورت هماهنگ اجرا شود، انرژی های تجدیدپذیر می توانند به کاهش ناترازی انرژی، بهبود امنیت انرژی، کاهش آلودگی هوا، ایجاد اشتغال و توسعه فناوری داخلی کمک کنند.

• پیشنهادها

۱. تدوین نقشه راه ملی توسعه انرژی های تجدیدپذیر با اهداف کمی، زمان بندی، منابع مالی، مسئولیت نهادی و شاخص های پایش.
۲. ایجاد پنجره واحد صدور مجوز برای کاهش بروکراسی و افزایش شفافیت فرآیند سرمایه گذاری.
۳. بازطراحی قراردادهای خرید برق با تضمین پرداخت، سازوکار تعدیل و امکان حل اختلاف شفاف.
۴. توسعه ابزارهای مالی مانند اوراق سبز، صندوق پروژه، ضمانت نامه اعتباری، بیمه ریسک و مشارکت عمومی - خصوصی.

۵. هماهنگ‌سازی برنامه توسعه نیروگاه‌های تجدیدپذیر با برنامه توسعه شبکه، ذخیره‌سازی و مدیریت بار.
۶. حمایت هدفمند از شرکت‌های دانش‌بنیان در حوزه اینورتر، ذخیره‌ساز، پایش هوشمند، نرم‌افزار مدیریت انرژی و خدمات بهره‌برداری.
۷. توسعه نیروگاه‌های خورشیدی پشت‌بامی در ساختمان‌های دولتی، مدارس، ادارات، واحدهای تجاری، کشاورزی و مناطق روستایی
۸. طراحی بازار برق سبز با حضور صنایع بزرگ، شهرداری‌ها، شرکت‌های توزیع و سرمایه‌گذاران خصوصی.
۹. اصلاح تدریجی و هوشمندانه قیمت‌گذاری انرژی همراه با حمایت از اقشار آسیب‌پذیر و هدایت منابع آزادشده به بهره‌وری و تجدیدپذیرها.
۱۰. افزایش آموزش عمومی و تخصصی برای شهروندان، تکنسین‌ها، مدیران پروژه، بانک‌ها و نهادهای محلی.
۱۱. الزام به ارزیابی محیط‌زیستی و اجتماعی پروژه‌ها برای جلوگیری از تعارض کاربری زمین و کاهش مقاومت محلی.
۱۲. ایجاد نظام داده باز در حوزه ظرفیت، تولید، قراردادهای پرداخت‌ها و عملکرد نیروگاه‌های تجدیدپذیر برای افزایش شفافیت و اعتماد عمومی.

منابع و مآخذ

- Aghlimoghadam, L. (۲۰۲۲). A contribution to social acceptance of photovoltaic in an oil-rich country: A case study of Iran. *Sustainability*, ۱۴(۲), ۱۳۴۷۷. <https://doi.org/10.3390/su142013477>
- Aghlimoghadam, L. (۲۰۲۵). New-institutional explanations for energy transition in Iran: Investigating the interplays between institutions, actors, and technology. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, ۳۸(۲), ۹۳۴-۹۶۰. <https://doi.org/10.1080/13511610.2025.2467835>
- Dehghani, S., Choobchian, S., Ghobadian, B., Farhadian, H., Viira, A.-H., Stefanie, H. I., Van Passel, S., & Azadi, H. (۲۰۲۲). Five-year development plans of renewable energy policies in Iran: A content analysis. *Sustainability*, ۱۴(۳), ۱۵۰۱. <https://doi.org/10.3390/su14031501>
- Fleta-Asín, J., & Muñoz, F. (۲۰۲۱). Renewable energy public-private partnerships in developing countries: Determinants of private investment. *Sustainable Development*, ۲۹(۴), ۶۵۳-۶۷۰. <https://doi.org/10.1002/sd.۲۱۶۵>
- Hasheminejad, M., Raei, H., & Maleki, A. (۲۰۲۴). Overview of energy policy in Iran: The proper path to clean energy. *Academia Green Energy*, ۱. <https://doi.org/10.24930/AcadEnergy۷۳۱۶>
- International Energy Agency. (۲۰۲۴). Renewables ۲۰۲۴: Analysis and forecast to. IEA. <https://www.iea.org/reports/renewables-2024>
- International Energy Agency. (۲۰۲۵). World Energy Investment ۲۰۲۵. IEA. <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2025>
- International Renewable Energy Agency. (۲۰۲۴). World Energy Transitions Outlook ۲۰۲۴: ۱.۵°C Pathway. IRENA. <https://www.irena.org/Publications>

- International Renewable Energy Agency. (۲۰۲۵). Iran: Renewable Energy Profile. IRENA. <https://www.irena.org>
- International Renewable Energy Agency. (۲۰۲۶). Renewable Capacity ۲۰۲۶. IRENA. <https://www.irena.org/Publications>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C., Welch, V. A., Whiting, P., & Moher, D. (۲۰۲۱). The PRISMA ۲۰۲۰ statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, ۳۷۲, n۷۱. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pasandideh, A. S., & Heidari, G. (۲۰۲۴). Paradigm analysis of renewable energy governance and policymaking in Iran. *Journal of Renewable and New Energy*, ۱۱(۱), ۱۲۵-۱۳۸. <https://doi.org/10.22034/jrenew.2024.187737>
- Raeesi Varkani, M., Khaghani, M., & Varahrami, V. (۲۰۲۴). توسعه مالی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران. *اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی*, ۴(۹)، ۱۱۳-۱۴۳. <https://doi.org/10.22054/eenr.2025.11780.190>
- Solaymani, S. (۲۰۲۱). A review on energy and renewable energy policies in Iran. *Sustainability*, ۱۳(۱۳), ۷۳۲۸. <https://doi.org/10.3390/su13137328>
- UNCTAD. (۲۰۲۳). World Investment Report ۲۰۲۳: Investing in sustainable energy for all. United Nations Conference on Trade and Development. <https://unctad.org/publication/world-investment-report-2023>