Strategy
Center for Strategic Research
https://rahbord.csr.ir E-ISSN: 2588-6525
Vol. 33, No. 3, Issue. 112, Autumn 2024 Received: 2024/06/28 Accepted: 2024/11/15
Research paper

Energy Governance Scenarios to Overcome Energy Imbalance and Environmental Instability in Iran

Bahareh Heidary
Assistant Professor, Energy Governance, University of Tehran, Tehran, Iran.
Email: bahareh_heidary@ut.ac.ir

Abstract

This paper examines energy imbalance and its trends in Iran up to 2040 while evaluating the impact of various policy scenarios on reducing energy imbalance and environmental pollution. The results indicate that without significant reforms in energy policies, Iran will face major challenges in energy imbalance and increased greenhouse gas emissions. However, implementing effective policies such as reducing fossil fuel subsidies, supporting renewable energy, and improving energy efficiency can fully resolve energy imbalance and significantly reduce pollutant emissions. In this study, four scenarios were developed through expert interviews and an analysis of the causes and status of energy imbalance in the country. Their impacts on energy imbalance and pollutant emissions were assessed up to 2040, and a policy framework (Scenario 4) was proposed. In Scenario 4, the elimination of energy subsidies and price controls, combined with energy efficiency measures, helps reduce energy demand growth and facilitates the transition to renewable energy by increasing investment opportunities. These reform policies have the potential for greater environmental benefits in the long term (by 2040), including a reduction of carbon dioxide emissions by up to 600 million tons annually. However, achieving these benefits depends on economic, political, and technological conditions and may be influenced by global uncertainties. Scenario 4 has the potential to address energy imbalance, enhance energy security, and improve Iran's environmental sustainability, provided that policies are effectively implemented and potential obstacles are properly managed.

Keywords: Energy imbalance, Energy governance, Environmental sustainability, Transition to renewable energy, Scenario.

Journal of "The Scientific Journal of Strategy" © 11 years by Center for Strategic research is licensed under CC BY 4.0

doi 10.22034/rahbord.2025.497264.1766

سال سی و سوم، شماره سوم (پیاپی ۱۱۲)، پاییز ۱۴۰۳، صص. ۶۱۷-۶۳۸
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۰۸ ـ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۸/۲۵

مقاله پژوهشی

سناریوهای حکمرانی انرژی برای غلبه بر ناترازی انرژی و ناپایداری محیط زیست در ایران

بهاره حیدری
استادیار گروه حکمرانی انرژی، دانشکده حکمرانی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
Email: bahareh_heidary@ut.ac.ir

چکیده

این مقاله به بررسی ناترازی انرژی و روند آن تا سال ۲۰۴۰ در ایران پرداخته و اثر سناریوهای سیاستی مختلف را در کاهش ناترازی انرژی و آلودگی‌های محیط‌زیستی ارزیابی می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که بدون اصلاحات عمده در سیاست‌های انرژی، ایران با چالش‌های بزرگی در ناترازی انرژی و افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای مواجه خواهد شد. با این حال، اعمال سیاست‌های مؤثر مانند کاهش یارانه‌های سوخت‌های فسیلی، حمایت از انرژی‌های تجدیدپذیر و بهبود کارایی انرژی می‌تواند به‌طور کامل ناترازی انرژی را برطرف کند و به‌شدت انتشار آلاینده‌ها را کاهش دهد. در این مطالعه با استفاده از مصاحبه با خبرگان و بررسی وضعیت ناترازی و دلایل آن در کشور چهار سناریو استخراج گردید و اثر آن بر ناترازی و انتشار آلاینده‌ها تا سال ۲۰۴۰ تعیین شد و یک چهارچوب سیاستی (سناریوی چهارم) پیشنهاد گردید. در سناریوی چهارم، حذف یارانه‌های انرژی و کنترل قیمت‌ها، همراه با اقدامات بهره‌وری انرژی، به کاهش رشد تقاضای انرژی کمک کرده است و با افزایش امکان سرمایه‌گذاری، در گذار به انرژی‌های تجدیدپذیر کمک کرده است، این سیاست‌های اصلاحی در بلندمدت (تا سال ۲۰۴۰) پتانسیل مزایای محیط‌زیستی بیشتری نسبت به کوتاه‌مدت از جمله کاهش دی‌اکسید کربن تا ۶۰۰ میلیون تن در سال دارند. با این حال، تحقق این مزایا به شرایط اقتصادی، سیاسی و فناورانه وابسته است و ممکن است تحت تأثیر عدم قطعیت‌های جهانی تغییر کند. سناریوی چهارم می‌تواند با حل ناترازی انرژی، امنیت انرژی و پایداری محیط‌زیستی ایران را مشروط بر اجرای مؤثر سیاست‌ها و مدیریت موانع احتمالی بهبود دهد.

کلیدواژه‌ها: ناترازی انرژی، حکمرانی انرژی، پایداری محیط زیست، گذار به انرژی‌های تجدیدپذیر، سناریو.

شاپای الکترونیک: ۲۵۸۸-۶۵۲۵/ پژوهشکده تحقیقات راهبردی/ فصلنامه علمی راهبرد

CC BY 4.0

10.22034/rahbord.2025.497264.1766

مقدمه و بیان مسئله

از اواخر قرن بیستم، انرژی به‌عنوان یکی از عوامل اصلی توسعه اجتماعی و اقتصادی شناخته شده است. این واقعیت سیاست‌گذاران را ترغیب کرده است تا بر حکمرانی مؤثر انرژی با هدف افزایش امنیت و برقراری تراز انرژی در کشور متمرکز شوند. سیاست‌های مختلفی در حوزه انرژی برای دستیابی به یک سبد انرژی متعادل در کشورهای مختلف اجرا شده است که در کنار تراز انرژی، اهداف محیط‌زیستی، اقتصادی، امنیتی و عدالت‌محورانه را نیز مد نظر دارند. برای دستیابی به این اهداف، مکانیسم‌هایی مانند تعرفه‌های خرید تضمینی وام‌ها، یارانه‌ها، حمایت از توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و قیمت‌گذاری کربن با توجه به نیاز فوری به مقابله با تغییرات اقلیمی در نظر گرفته شده‌اند.

کشور ایران با وجود دارا بودن ۹ درصد از ذخایر نفت جهان و ۱۶/۱ درصد از ذخایر گاز طبیعی، با ناترازی شدید انرژی مواجه است که به دلیل افزایش تقاضای انرژی تشدید می‌شود. ایران بالاترین شاخص شدت انرژی در خاورمیانه را داراست که نشان‌دهنده انحراف نگران‌کننده از روندهای جهانی کارایی انرژی است. علاوه بر این، افزایش شهرنشینی و صنعتی‌سازی تقاضای انرژی را بیشتر می‌کند و امنیت تأمین انرژی را به‌طور جدی به خطر می‌اندازد (Galeazzi et al., 2024; Solaymani, 2021). این ناترازی شدید انرژی نه‌تنها امنیت انرژی ایران را تهدید می‌کند، بلکه چالش‌های محیط‌زیستی که عمدتاً از طریق افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای ایجاد می‌شود را به همراه دارد. به‌عنوان مثال، انتشار دی‌اکسید کربن سرانه ایران از مصرف سوخت از ۶/۸ تن در سال ۲۰۰۸ به ۷/۷۶ تن در سال ۲۰۲۲ افزایش یافته است. این روند صعودی در مصرف سوخت‌های فسیلی به تشدید تخریب محیط زیست و افزایش نگرانی‌های مربوط به تغییرات اقلیمی منجر خواهد شد (Galeazzi et al., 2024).

مکانیسم‌ها و مشوق‌های مختلفی در سطح جهان برای کاهش ناترازی انرژی و کاهش انتشارهای محیط‌زیستی در هر دو سمت عرضه و تقاضا به کار گرفته می‌شوند. این مکانیسم‌ها شامل افزایش استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر، فناوری‌های جذب و ذخیره‌سازی کربن[1]، تعرفه‌های کربن، مشوق‌ها و یارانه‌ها، کاهش نرخ‌های مصرف و استفاده از تجهیزات با کارایی بالا است. در ایالات متحده، استراتژی‌های کاهش انتشار کربن بیشتر در سمت تقاضا است؛ مانند حذف یارانه‌ها

1. CCS

برای فناوری‌های تولید برق سنتی، اجرای قیمت‌گذاری دقیق برق، معرفی تعرفه تغذیه سراسری و ایجاد یک صندوق ملی برای افزایش آگاهی‌رسانی عمومی. در مقابل، در اروپا تمرکز بر فناوری‌های سمت عرضه است که از انرژی‌های تجدیدپذیر برای کاهش انتشار کربن استفاده می‌کنند (Qudrat-Ullah, Hassan, 2022) و مکانیسم‌های قیمت‌گذاری که به تعادل عرضه و تقاضا در بازار انرژی کمک می‌کنند (Stefano & Fumagalli, 2019).

در ایالات متحده، آسیا، آفریقا و آمریکای جنوبی به‌طور مکرر در مورد تأثیرات اقتصادی روش‌های مختلف و اثربخشی سیاست‌ها و برنامه‌های انرژی بحث می‌کنند و نتایج مطالعات متنوع خود را ارائه می‌دهند (Kiss & Popovics, 2021). دولت‌ها در کشورهای در حال توسعه اغلب یارانه انرژی را به سایر مشوق‌ها و برنامه‌های حمایتی اجتماعی و اقتصادی ترجیح می‌دهند(Iwaro & Mwasha, 2010) .

با توجه به گستردگی سیاست‌های مختلف مانند قیمت‌های انرژی، یارانه‌های انرژی، روند انرژی تجدیدپذیر، کارایی سیستم انرژی و ... که در بخش‌های بعدی مورد بحث قرار می‌گیرد، اصلاح در این سیاست‌ها تأثیرات قابل‌توجهی بر تولید و مصرف انرژی، ناترازی انرژی و انتشار آلاینده‌ها خواهد داشت و نیاز به بررسی جامع و دقیق دارد. بنابراین، در مطالعه حاضر، ناترازی و روند آن تا سال ۲۰۴۰ را برای انواع منابع انرژی در ایران بررسی می‌کنیم که در مقایسه با مطالعات دیگر که تنها بر سوخت‌های فسیلی یا منابع انرژی تجدیدپذیر یا بخش خاصی از انرژی تمرکز دارند، متمایز است. علاوه بر آن اثر سناریوهای سیاستی مؤثر جهت رفع ناترازی و آلودگی‌های زیست محیطی شناسایی می‌شوند و اثرگذاری سناریوهای سیاستی برای کاهش ناترازی انرژی تخمین زده می‌شوند و کاهش آلودگی و رفع ناترازی تا سال ۲۰۴۰ پیش‌بینی می‌شوند. ازاین‌رو، این مطالعه به‌عنوان یک بررسی عمیق از انواع منابع انرژی و سیاست‌های مربوط به آن‌ها، سهم قابل توجهی در ادبیات موضوعی این حوزه خواهد داشت.

این مطالعه اولین ارزیابی جامع و سیستماتیک از ناپایداری انرژی در ایران و سیاست‌های انرژی است که می‌توانند ناپایداری و مشکلات محیط‌زیستی را به‌طور هم‌زمان در ایران کاهش دهند که عمدتاً به استقرار انرژی‌های تجدیدپذیر، کاهش یارانه‌های سوخت‌های فسیلی و افزایش کارایی انرژی مرتبط است. یک بررسی سیستماتیک از پژوهش‌های منتشرشده که تأثیرات ابزارهای سیاستی مرتبط با انرژی تجدیدپذیر را ارزیابی کرده بود، نشان داد که بیشتر مطالعات موجود بر

کشورهای صنعتی پیشرفته تمرکز دارند و با انجام این کار، این مطالعه یک شکاف مهم در دانش را برای کشور ایران پر می‌کند.

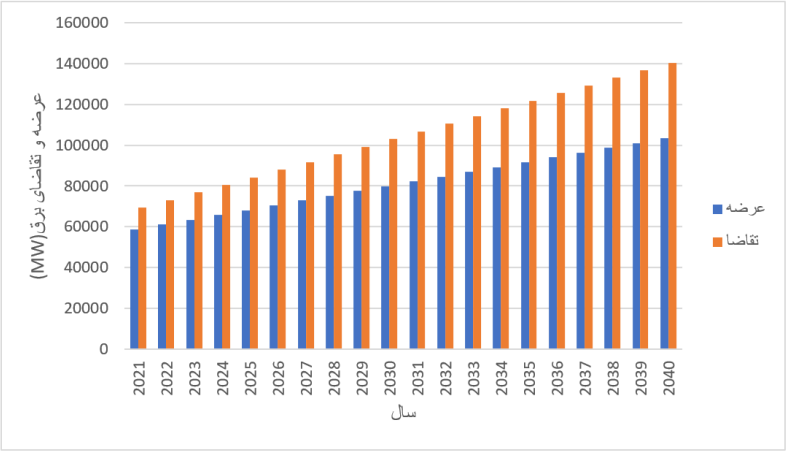
۱. روند عرضه و تقاضای انرژی تا سال ۲۰۴۰

در ایران، گاز طبیعی و نفت بخش عمده‌ای از سبد انرژی کشور را تشکیل می‌دهند و به‌عنوان سوخت اصلی برای بخش‌های خانگی، تجاری، صنعتی، نیروگاه‌ها و خوراک پالایشگاه‌ها عمل می‌کنند. مزایای گاز طبیعی نسبت به سایر سوخت‌های فسیلی، از جمله پاکیزگی، کارایی، سهولت ذخیره و حمل‌ونقل، انعطاف‌پذیری در تولید، مناسب بودن برای صنایع مختلف و انتشار کمتر کربن، به پذیرش روزافزون آن کمک کرده است. بر اساس چشم‌انداز انرژی بریتیش پترولیوم تا سال ۲۰۳۵، پیش‌بینی می‌شود که گاز طبیعی سوخت غالب در سبد انرژی جهانی باشد و کارشناسان معتقدند که کشورهایی که دارای ذخایر گاز قابل توجهی هستند، در صورت توسعه استراتژیک صنایع گاز خود، می‌توانند به‌طور قابل توجهی بر این چشم‌انداز تأثیر بگذارند (BP, 2023; Sarrakh et al., 2020). در سال‌های اخیر، مصرف متوسط گاز طبیعی ایران به ۲۴۹ میلیارد متر مکعب رسیده که ۱۱۹ میلیارد متر مکعب برای مصارف خانگی و تجاری، ۵۱ میلیارد متر مکعب برای صنایع عمده و ۷۹ میلیارد متر مکعب برای تولید برق تخصیص یافته است (ترازنامه انرژی، ۱۴۰۰). تا سال ۲۰۲۴، ایران با تولید ۲۵۹ میلیارد متر مکعب گاز طبیعی، که ۶/۴ درصد از تولید جهانی را تشکیل می‌دهد و سومین تولیدکننده گاز طبیعی در جهان است.

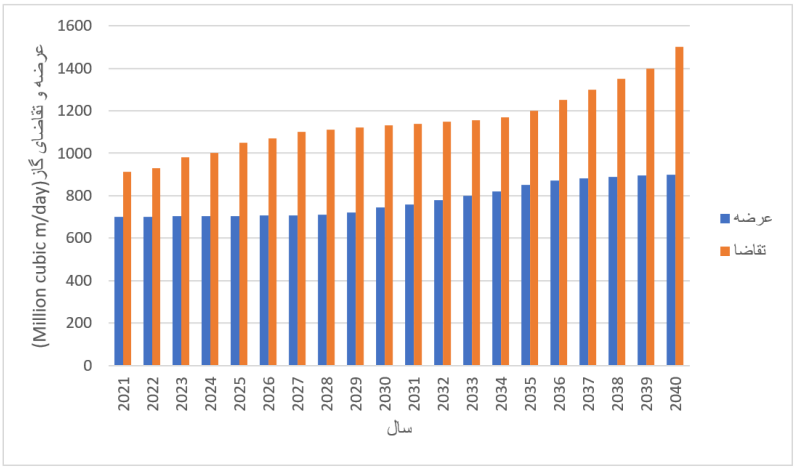
ایران با ناترازی قابل توجهی در محصولات نفتی، از جمله بنزین و دیزل و همچنین گاز طبیعی مواجه است که منجر به قطعی گسترده برق می‌شود. در ساعات پیک، مصرف روزانه محصولات نفتی از ۲۵۰ میلیون لیتر فراتر می‌رود، که حداقل شش برابر استانداردهای جهانی است (گزارش شرکت ملی گاز، ۱۳۹۹). در سال ۲۰۲۴، مصرف بنزین از ۱۴۰ میلیون لیتر در روز فراتر رفته است، که منعکس کننده افزایش ۱۳/۵ درصد نسبت به سال‌های گذشته است و منجر به ناترازی روزانه حدود ۱۰ میلیون لیتر می‌شود. علاوه بر این، ناترازی گاز در سال ۲۰۲۴ به ۳۵۰ میلیون متر مکعب رسیده است و پیش‌بینی می‌شود تا سال‌های ۲۰۳۱ و ۲۰۳۲ به ترتیب به ۴۵۳ میلیون و ۵۷۹ میلیون متر مکعب برسد. بیشترین مصرف گاز در بخش‌های خانگی و تجاری است که دولت را وادار به تلاش برای کنترل مصرف در این مناطق کرده است. با این حال، مصرف بیش از حد تنها به رفتار مصرف‌کننده محدود

نمی‌شود؛ بلکه به ناکارآمدی‌ها و کمبود بهره‌وری در تولید و انتقال نیز برمی‌گردد که به ناترازی گاز در دومین دارنده بزرگ منابع گاز در جهان کمک کرده است (گزارش شرکت پخش و پالایش نفت، ۱۴۰۲).

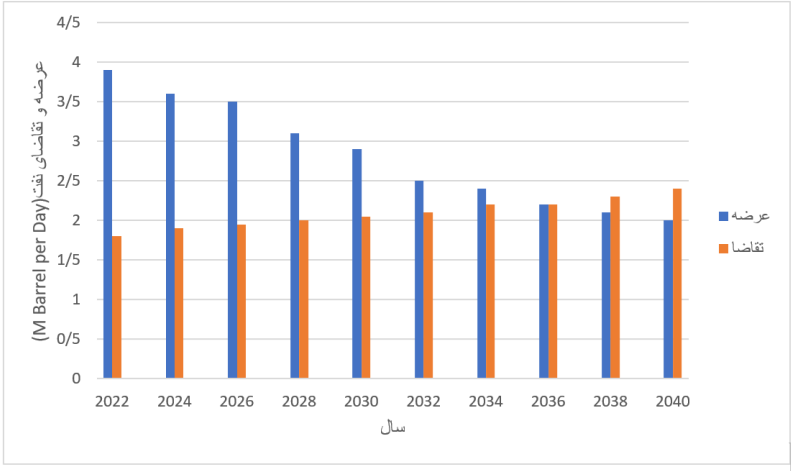
ناترازی در برق، گاز طبیعی و نفت تا سال ۲۰۴۰ به ترتیب به ۴۰ هزار مگاوات (شکل ۱)، ۵۱۲ میلیون متر مکعب در روز (شکل ۲) و ۲/۴ میلیون بشکه در روز (شکل ۳) خواهد رسید. با توجه به فرضیات مربوط به ادامه روندهای فعلی، بر اساس سند تراز برق، گاز طبیعی و نفت، تولید و مصرف در کشور به‌طور میانگین سالانه افزایش خواهد یافت (شکل ۱، ۲، ۳). بر اساس عوامل و فرضیات ذکر شده مربوط به مصرف در بخش‌های مختلف، این سند پیش‌بینی می‌کند که تا سال ۲۰۴۰، کل عرضه گاز طبیعی به ۸۹۸/۷ میلیون متر مکعب در روز خواهد رسید، درحالی‌که مصرف در همه بخش‌ها به ۴۱۰/۸ میلیون متر مکعب در روز خواهد رسید، که نشان‌دهنده عدم تعادل گاز به میزان ۵۱۲ میلیون متر مکعب در روز است. به عبارت دیگر، مصرف به‌طور قابل توجهی از تولید منحرف خواهد شد (بریتیش پترولیوم، ۲۰۲۳؛ ترازنامه انرژی، ۱۴۰۰؛ گزارش شرکت پخش و پالایش نفت، ۱۴۰۲).



شکل ۱: عرضه و تقاضای برق بر اساس شرایط فعلی تا سال ۲۰۴۰ (بریتیش پترولیوم، ۲۰۲۳؛ ترازنامه انرژی، ۱۴۰۰؛ گزارش شرکت پخش و پالایش نفت، ۱۴۰۲)



شکل ۲: عرضه و تقاضای گاز طبیعی بر اساس شرایط فعلی تا سال ۲۰۴۰ (بریتیش پترولیوم، ۲۰۲۳؛ ترازنامه انرژی، ۱۴۰۰؛ گزارش شرکت پخش و پالایش نفت، ۱۴۰۲)



شکل ۳. عرضه و تقاضای نفت بر اساس شرایط فعلی تا سال ۲۰۴۰ (بریتیش پترولیوم، ۲۰۲۳؛ ترازنامه انرژی، ۱۴۰۰؛ گزارش شرکت پخش و پالایش نفت، ۱۴۰۲)

۲. حکمرانی انرژی ایران برای کاهش ناترازی انرژی

حکمرانی انرژی برای بهبود امنیت انرژی، همان‌طور که ذکر شد، منجر به ایجاد ارزش افزوده بیشتر، رشد اقتصادی، رفاه و امنیت ملی و توسعه روابطی می‌شود که در حال حاضر به عرضه و تقاضای دو منبع نفت و گاز طبیعی وابسته است (خلعتبری، ۱۳۸۸). در نتیجه، در ماه‌های آذر تا بهمن، طیف وسیعی از شهرها و روستاهای واقع در انتهای شبکه انتقال گاز در شمال شرق و شمال غرب کشور با نوسانات و گاهی قطعی جریان گاز مواجه شده‌اند که وضعیت اضطراری و سیگنالی منفی از منظر حکمرانی سرزمینی ایجاد کرده است. چالش‌های دیگری که تاکنون مانع از توسعه ظرفیت ذخیره‌سازی گاز در کشور شده‌اند، نبود هماهنگی بین شرکت‌های تابعه وزارت نفت بوده است. حکمرانی خوب انرژی عامل اصلی در سیاست‌گذاری استراتژیک است که پایه‌ای برای توسعه اقتصادی، توسعه پایدار و عدالت اجتماعی فراهم می‌کند (UNDP,2023). این حوزه نظارت بر اقدامات چندسطحی، چندبُعدی، سیاست‌گذاری میان‌بخشی و فرابخشی بین دولت، شهروندان، جامعه مدنی و بخش خصوصی را بر عهده دارد. حکمرانی خوب انرژی باید نیازهای چندوجهی و چندسطحی فضای سیاسی و جغرافیایی را در شش مقیاس جغرافیایی، از محلی تا جهانی، برآورده کند و توسعه متوازن را در هر دو سطح محلی و ملی تضمین کند (Souhankar et al., 2023; Pan et al., 2023). در سطح ملی، باید به پردازش کارآمد و مؤثر در زنجیره تولید، توزیع، مصرف و صادرات منجر شود و در عین حال نیازهای شهروندان را به‌گونه‌ای پایدار برآورده کند که کیفیت زندگی و رضایت عمومی را افزایش دهد که این امر اساس فلسفه حکمرانی را تشکیل می‌دهد (NDF, 2022). این رویکرد می‌تواند پایداری محیط‌زیستی را نیز تضمین کند و به‌عنوان منابعی برای صلح و ابزاری برای یکپارچگی منطقه‌ای بین کشورهای تولیدکننده و صادرکننده گاز استفاده کند (Halder et al., 2012).

حکمرانی خوب انرژی، مدیریت ناترازی‌ها، افزایش امنیت انرژی و توسعه پایدار نیازمند مشارکت همه ذی‌نفعان در تولید برق از منابع تجدیدپذیر (Nakata et al., 2011; Tovar-Facio et al., 2021; .Tzanakis et al., 2012; Pollitt, 2012; Yazdanpanah et al., 2015; Kaldellis et al.,2013)، ساخت نیروگاه‌های کارآمدتر با استفاده از منابع نفت و گاز، توزیع با بهره‌وری بالا (Battaglini et al., 2012). از منظر ارزش جغرافیایی و موقعیت منحصر به فرد، هدف این است که ایران را به یک قطب انرژی تبدیل کند و در نتیجه منافع ملی را تضمین کند و در نهایت قدرت ملی را تقویت کند، درحالی‌که به

تقویت روابط اقتصادی و تأمین منافع کشورهای مصرف‌کننده در سایه امنیت ایران نیز کمک می‌کند (ساعی و پاشنگ، ۱۳۹۵).

۳. مواد و روش‌ها

در این بخش روش تحقیق برای دستیابی به اهداف تحقیق، تشریح شده است. پس از بررسی ادبیات موجود، بررسی وضعیت فعلی انرژی و سیاست‌های انرژی در ایران، حقایق و روندهای کلی انرژی با استفاده از روش تحقیق کتابخانه‌ای و بر اساس آمارهای انرژی ایران استخراج شدند، سپس فرایند ارزیابی سیاست‌های مؤثر برای طراحی سناریوها با مشارکت دقیق ذی‌نفعان صورت گرفت تا موضوعات مرتبط با توازن انرژی و پایداری محیط‌زیستی شناسایی شده و سناریوهای مبتنی بر سیاست‌ها تعریف شوند. با مشارکت ذی‌نفعان در ابتدای فرایند انتخاب شاخص‌ها، تأکید بر ترجیحات ذی‌نفعان و به حداقل رساندن تعصب محقق انجام پذیرفت. در بسیاری از تحقیقات مرتبط، هفت گروه اصلی ذی‌نفع شناسایی شده‌اند: کاربران صنعتی؛ تولیدکنندگان انرژی؛ تصمیم‌گیران عمومی؛ گروه‌های حرفه‌ای شامل شرکت‌های مهندسی؛ متخصصان توزیع و انتقال؛ سازمان‌های غیردولتی مردم‌نهاد؛ محققان دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌ها.

در این پژوهش از ابزار مصاحبه برای شناسایی متغیرهای مستقل که سیاست‌های اثرگذار بر ناترازی انرژی در کشور هستند استفاده شد و با ۱۴۰ نفر از ذی‌نفعان (۲۰ نفر از هر گروه) مصاحبه صورت گرفت و سیاست‌های مؤثر برای کاهش عدم تعادل انرژی و پایداری محیط‌زیستی بر اساس پاسخ‌های ذی‌نفعان شناسایی شد؛ سپس مدلی پیشنهادی مبتنی بر سطح انتشار کربن توسط سیاست‌های مؤثر و محرک‌های مختلف تقاضای انرژی پیشنهاد شد که شامل ماژول‌های عرضه و تقاضا می‌شد. برای این منظور ترسیم سیستم انرژی مرجع یکی از مراحل اصلی این تحقیق برای سازماندهی سطوح انرژی، جریان حامل‌های انرژی، فناوری‌ها و انواع انرژی‌های مفید در کل کشور صورت گرفت. مدل پیشنهادی یک رویکرد بهینه‌سازی برنامه‌ریزی خطی از پایین به بالا برای پیش‌بینی مصرف انرژی مفید ارائه کرد و نیازهای انرژی نهایی با فرایند بهینه‌سازی کم‌هزینه محاسبه شد. سپس با نرم‌افزار Energy Plan میزان تولید کربن با هر سناریو محاسبه شد و میزان صرفه‌جویی مصرف با هر سناریو محاسبه شد. علاوه بر این، پیشنهادهای سیاستی و راهبردی ارائه گردید.

۴. یافته‌های پژوهش

۴-۱. فرایند ارزیابی سیاست‌های مؤثر برای طراحی سناریوها

در این پژوهش، هفت گروه اصلی ذی‌نفعان شامل کاربران صنعتی، تولیدکنندگان انرژی، تصمیم‌گیران عمومی، شرکت‌های مهندسی، متخصصان توزیع و انتقال، سازمان‌های مردم‌نهاد و محققان شناسایی شدند و با مصاحبه با ۱۴۰ نفر از ذی‌نفعان (۲۰ نفر از هر گروه) و تحلیل پاسخ‌های آن‌ها، سیاست‌های مؤثر برای کاهش عدم تعادل انرژی و ارتقای پایداری محیط‌زیستی تعیین و در جدول ۱ ارائه شده‌اند.

جدول ۱: سیاست‌ها برای کاهش ناترازی انرژی در ایران

سیاست‌ها	شاخص‌ها
اجرای پروژه‌هایی با هدف افزایش تولید گاز و نفت	نسبت ذخیره‌سازی به تولید انرژی
بهینه‌سازی یارانه‌ها و افزایش قیمت	قیمت یارانه‌ها
افزایش بهره‌وری برای تولید پایدار با استفاده از روش‌ها و تکنولوژی‌های به روز و بهره‌ور	مجموع مصرف نهایی انرژی به ازای هر نفر
محدودیت صادرات گاز ایران به کشورهای خارجی	سهم صادرات در تأمین انرژی
حکمرانی گذار به انرژی‌های تجدیدپذیر	سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تأمین انرژی

۴-۲. سناریوهای رفع ناترازی و افزایش پایداری ایران

همان‌طور که در جدول ۱ ذکر شد، مجموعاً پس از مصاحبه با خبرگان و استخراج سیاست‌های اولویت‌دار، پنج سیاست استخراج شد که منجر به توسعه سناریوهای سیاستی در پنج حوزه اصلی شد. این دسته‌ها به‌طور جامع به اجزای کلیدی چالش‌های حکمرانی ملی انرژی ایران می‌پردازند که شامل مدیریت، سیاست‌گذاری، قانون‌گذاری، دینامیک‌های عرضه و ملاحظات تقاضا می‌باشند؛ سپس وضعیت کشور برای پنج سیاست استخراج شده بررسی گردید و سناریوهایی جهت رفع ناترازی و ناپایداری محیط زیست برای هرکدام از سناریوها استخراج گردید و مدلی مبتنی بر سطح انتشار کربن توسط سناریوها پیشنهاد شد که شامل ماژول‌های عرضه و تقاضا بود و برای سازماندهی سطوح انرژی، جریان حامل‌های انرژی، فناوری‌ها و انواع انرژی‌های مفید در کل کشور سیستم انرژی مرجع صورت گرفت. نمودار جریان انرژی حال حاضر کشور در شکل ۱۰ نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل

مشخص است دو جریان مهم انرژی کشور گاز طبیعی و نفت هستند که استخراج نفت نیز تا حدود زیادی در گروه وجود گاز طبیعی است، بنابراین سیاست‌ها و سناریوها جهت اصلاح وضعیت گاز و پس از آن نفت طراحی شده‌اند.

سیاست اول افزایش تولید گاز و نفت است که وضعیت تولید انواع حامل‌های انرژی در شکل‌های ۱ تا ۳ از سال ۲۰۲۱ تاکنون و ادامه روند آن تا سال ۲۰۴۰ پیش‌بینی شده است و ازآنجایی‌که گاز طبیعی به مهم‌ترین حامل در سبد سهام تولید و مصرف انرژی کشور مطرح است و بیش از ۷۵ درصد از این سهم را به خود اختصاص داده است، باید امکان افزایش تولید گاز طبیعی بررسی شود. منبع اصلی گاز در ایران، میدان گازی پارس جنوبی است که حدود ۷۰ درصد از نیازهای گازی کشور را تأمین می‌کند (این رقم بسته به فصل، ماه، تعمیرات دوره‌ای، ظرفیت و برنامه تولید، بین ۶۸٪ تا ۷۴٪ متغیر است). علاوه بر این، ۳۰٪ از گاز از سایر میدان‌ها و تأسیسات تأمین می‌شود. پس از تولید، این گاز به صنعت پالایش گاز کشور تحویل داده می‌شود و پس از تحمل هزینه‌های قابل توجه، خروجی این صنعت به شکل گاز مصرفی وارد شبکه ملی گاز شده و به بخش‌های مصرفی کشور توزیع می‌شود (Hedayati-Nia & Tavakolian 2020; Raei et al., 2024). طبق پیش‌بینی‌ها، تولید ایران از میدان پارس جنوبی به دلیل کاهش فشار مخزن با کاهش مواجه خواهد شد که باید در پیش‌بینی وضعیت آینده تأمین گاز کشور مورد توجه قرار گیرد (بیریتیش پترولیوم، ۲۰۲۳). علاوه بر این، برای حفظ سطوح تولید فعلی نفت، حدود ۸۰٪ از میدان‌های نفتی فعال کشور که در نیمه دوم عمر خود قرار دارند، به مقادیر قابل توجهی تزریق گاز نیاز دارند تا اثرات منفی کاهش طبیعی تولید از این میدان‌های قدیمی را خنثی کنند. بنابراین، هرگونه افزایش در تولید گاز طبیعی تحت شرایط فعلی یک چالش بزرگ و شاید غیر ممکن باشد مگر اینکه تمام سرمایه‌گذاری‌ها و منابع وزارت نفت از سایر بخش‌های بالادستی و پایین‌دستی به تمرکز بر تولید گاز منتقل شود که این امر غیرمعقول و غیرقابل اجرا است. به نظر می‌رسد بدون سرمایه‌گذاری (از هر منبع مالی، چه داخلی و چه خارجی)، حفظ و ادامه تولید از میدان‌های گازی کشور (حداقل در کوتاه‌مدت و میان‌مدت) بسیار دشوار خواهد بود. با این حال، عدم افزایش قابل لمس در ظرفیت تأمین گاز، کاهش فشار تولید از میدان پارس جنوبی، به‌ویژه در ماه‌های سرد و افزایش مصرف چالشی جدی برای تأمین گاز کشور ایجاد کرده است (ترازنامه انرژی، ۱۴۰۰). بنابراین این سیاست عملیاتی نیست و در طراحی سناریوها مورد توجه قرار نگرفت.

سیاست دوم بهینه‌سازی یارانه‌ها و افزایش قیمت است. سیستم حکمرانی انرژی کشور ایران مانند بسیاری از کشورهای یارانه دهنده به انرژی‌های فسیلی، عمدتاً برای افزایش دسترسی گروه‌های کم‌درآمد به انرژی، حفاظت از صنایع داخلی در برابر رقابت بین‌المللی، ایجاد اشتغال، تحریک رشد اقتصادی، تثبیت قیمت‌ها و ارتقای عدالت اجتماعی طراحی شده است (lin et al., 2011; liu et al., 2011). اختصاص یارانه به انرژی می‌تواند منجر به استفاده ناکارآمد و هدر رفت انرژی شود که به‌نوبه خود سطوح آلودگی را نیز افزایش می‌دهد (lin et al., 2011; liu et al., 2011; Rae et al., 2024). منابع تأمین مالی این یارانه‌ها در کشورهای مختلف متفاوت است و تحت تأثیر عواملی مانند مالکیت دولتی بخش انرژی وضعیت مالی دولت وضعیت واردات و صادرات انرژی در کشور، قرار دارد(Fattouh et al., 2012) . یارانه به‌ویژه در سال‌های اخیر، فشار شدیدی بر بودجه دولت وارد کرده است، که منجر به افزایش شک و تردید درباره ضرورت وجود یارانه‌های انرژی شده است (Mahdavi et al., 2014; Sarrakh et al., 2020). این امر سیاست‌گذاران را بر آن داشته است تا اصلاحاتی را با هدف تنظیم قیمت‌های انرژی و کاهش یارانه‌های انرژی در نظر بگیرند (بریتیش پترولیوم، ۲۰۲۳). بنابراین این سیاست بسیار عملیاتی است و در سناریوی اول با این سیاست طراحی گردید.

سیاست سوم افزایش بهره‌وری انرژی است. اغلب صنایع و سازمان‌ها به دلیل قیمت پایین حامل‌های انرژی نسبت به برنامه‌ریزی و مدیریت انرژی، بهره‌وری آن و کاهش مصرف بی‌توجه بوده‌اند (اعرابی و کلاهی، ۱۳۹۲). ازآنجاکه بهره‌وری انرژی نقش مهمی در دستیابی به اهداف کاهش مصرف انرژی و انتشار ایفا می‌کند و طیف نسبتاً گسترده‌ای از سیاست‌ها در این زمینه وجود دارد و ترکیبی از ابزارهای متعدد برای دستیابی به اهداف بهره‌وری انرژی مورد نیاز است و اهداف بهره‌وری انرژی را نمی‌توان با یک ابزار سیاست واحد برآورده کرد (Souhankar et al., 2023) سناریو دوم بر اساس این سیاست کلی طراحی شده است و می‌تواند ترکیبی از قوانین، استانداردها، سیاست‌ها و سیستم‌های پایش را شامل شود. شکل ۶ تنها تلفات توزیع و انتقال را نشان می‌دهد که این تلفات با تلفات تولید و تلفات مصرف‌کنندگان اعم از صنایع، کشاورزی و خانگی را شامل می‌شود. ازآنجایی‌که این سیاست بسیار عملیاتی است و با ترکیبی از قوانین، استانداردها، سیاست‌ها و سیستم‌های پایش قابل اجراست در طراحی سناریو دوم مورد استفاده قرار گرفت.

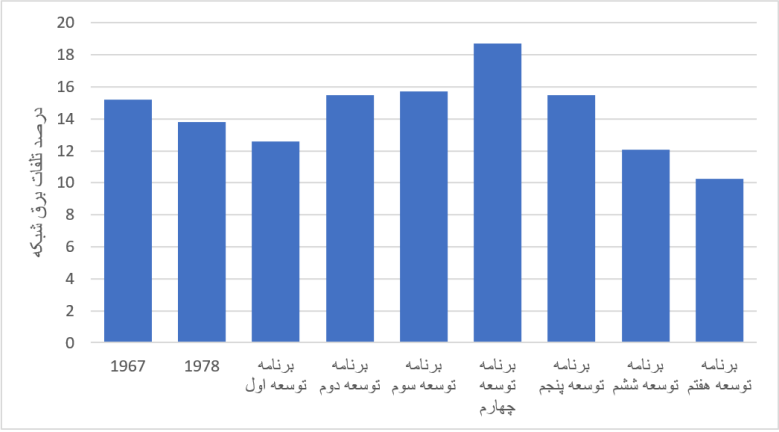
سیاست چهارم محدودیت صادرات گاز ایران به کشورهای خارجی است که شکل ۷ میزان صادرات گاز ایران را نشان می‌دهد. ازآنجایی‌که نسبت میزان صادرات به عرضه و تقاضای گاز در ایران بسیار ناچیز است، طراحی سناریویی در این راستا صورت نگرفت زیرا فاقد تأثیرگذاری خواهد بود.

سیاست پنجم افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر است. در سال‌های اخیر، مطالعات متعددی در مورد نیاز نسبت به منابع انرژی تجدیدپذیر در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه انجام شده است. برخی از این مطالعات به ماهیت اعتراضات علیه ایجاد زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر پرداخته و عواملی را که می‌توانند پذیرش عمومی را بهبود بخشند، بررسی کرده‌اند. شواهد نشان می‌دهد مسائل مرتبط با مالکیت و مشارکت جامعه می‌تواند پذیرش در جوامع را افزایش دهد. علاوه بر این، ساکنان زمانی که نصب تأسیسات انرژی تجدیدپذیر به بهبود کیفیت زندگی از طریق مزایایی نظیر افزایش درآمد محلی، بهبود دسترسی به برق و ارتقای زیرساخت‌ها منجر شود، نگاه مطلوب‌تری به این تأسیسات دارند (Bang et al., 2000; Battaglini et al., 2012; Klick et al., 2010; Saphores et al., 2007; Tampakis et al., 2013).

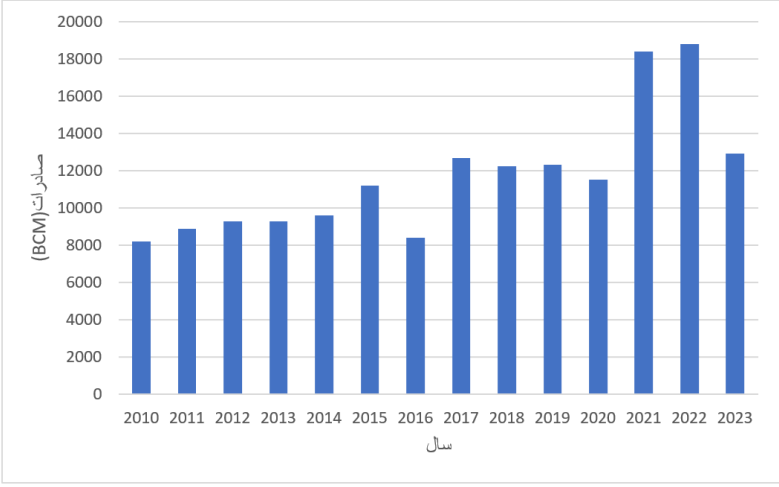
این تغییر به سمت تولید انرژی تجدیدپذیر، چالشی بزرگ در حرکت از سوخت‌ها و فناوری‌های فسیلی به تجدیدپذیر به وجود آورده است. در عوض، پیکربندی مجدد به‌عنوان یک مسیر گذار شناخته شده است که هم بخش خصوصی و هم دولتی باید آن را دنبال کنند و پذیرش فناوری‌های جدید عمدتاً توسط بازیگران اصلی بخش خصوصی صورت گرفته است. شرکت‌های موجود توانمندی‌های خود را به کار گرفته، تخصص خود را ارتقا داده و راه‌حل‌های ترکیبی طراحی کرده‌اند که پیشرفت‌های جدید را با دانش موجود ترکیب می‌کند تا محصولات نوآورانه‌ای ایجاد شود. همین چالش، شرکت‌های برق در سراسر جهان را در حرکت به سمت منابع انرژی تجدیدپذیر پیش رو دارد (Yazdanpanah et al., 2015).

سیاست‌های گذار انرژی اهدافی چون تسریع در حرکت به سمت انرژی تجدیدپذیر، تضمین امنیت انرژی، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و تقویت رشد اقتصادی است که موجب ایجاد تعادل میان این اهداف و رفع نگرانی‌های ذی‌نفعان مختلف، مانند جوامع محلی، بازیگران صنعت و سیاست‌گذاران، نیازمند برنامه‌ریزی و اجرای دقیق می‌شود. شکل ۸ میزان تولید انرژی از منابع فسیلی و تجدیدپذیر را نشان می‌دهد و شکل ۹ وضعیت احداث نیروگاه‌های تجدیدپذیر در کشور طی برنامه‌های توسعه را نشان می‌دهد که کماکان در مجموع کمتر از ۱٪ از سبد انرژی

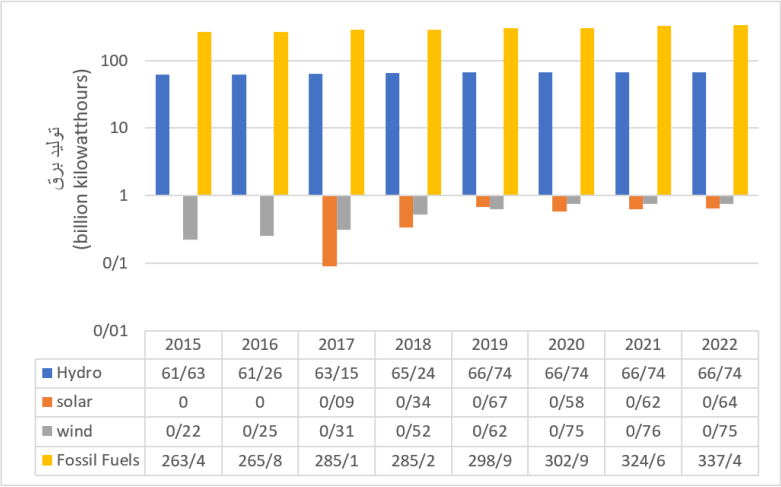
است حال آن‌که مطابق اهداف برنامه توسعه ششم، این میزان ۵٪ هدف‌گذاری شده بود و این مسئله نشان می‌دهد در حوزه تولید تجدیدپذیرها همچنان راه زیادی برای پیمودن وجود دارد. ازآنجایی‌که این سیاست بسیار عملیاتی است و در مدت‌زمان کوتاه می‌تواند حل‌کننده مسئله ناترازی در کشور باشد، این سیاست جهت طراحی سناریو سوم مورد استفاده قرار گرفت.



شکل ٦: تلفات انتقال برق در شبکه‌های توزیع (بریتیش پترولیوم، ۲۰۲۳؛ ترازنامه انرژی، ۱۴۰۰؛ گزارش شرکت پخش و پالایش نفت، ۱۴۰۲).

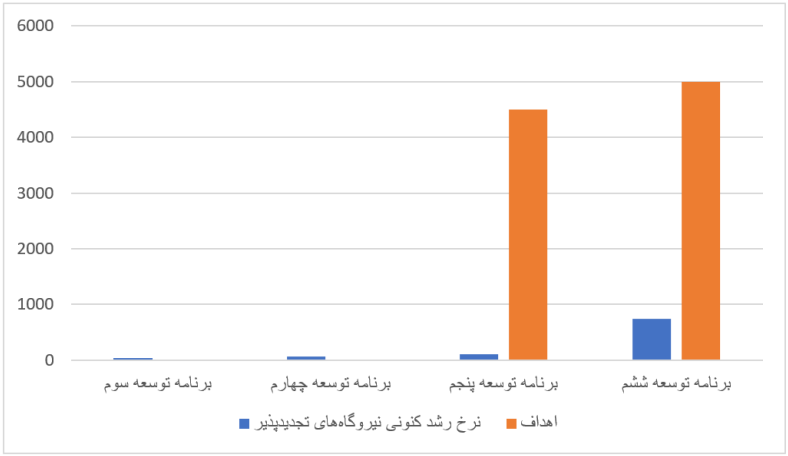


شکل ۷: صادرات گاز طبیعی ایران (بریتیش پترولیوم، ۲۰۲۳؛ ترازنامه انرژی، ۱۴۰۰).



	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Hydro	61/63	61/26	63/15	65/24	66/74	66/74	66/74	66/74
solar	0	0	0/09	0/34	0/67	0/58	0/62	0/64
wind	0/22	0/25	0/31	0/52	0/62	0/75	0/76	0/75
Fossil Fuels	263/4	265/8	285/1	285/2	298/9	302/9	324/6	337/4

شکل ۸: تولید برق ایران از منابع مختلف (بریتیش پترولیوم، ۲۰۲۳؛ ترازنامه انرژی، ۱۴۰۰).



شکل ۹: روند نیروگاه‌های انرژی تجدیدپذیر ایران (ترازنامه انرژی، ۱۴۰۰).

با توجه به پنج سیاست استخراج شده و تحلیل وضعیت کشور، سیاست اول و چهارم به دلایل مطرح شده در بالا از تحلیل‌ها خارج شدند و چهار سناریو جهت رفع ناترازی کشور تا ۲۰۴۰ و کاهش آلاینده‌های زیست محیطی استخراج گردیدند که عبارت‌اند از:

سناریوی اول: افزایش قیمت انرژی تا ۵۰٪ (بر اساس سیاست ۲ در جدول ۱)

- هدف :کاهش مصرف انرژی از طریق مدیریت تقاضا؛
- تمرکز: این سناریو با افزایش قیمت انرژی به دنبال تغییر رفتار مصرف‌کنندگان و کاهش مصرف غیرضروری است؛
- استراتژی اجرایی: مبتنی بر سیاست ۲ در جدول ۱، تمرکز اصلی بر تأثیر اقتصادی و تنظیم قیمت‌گذاری انرژی است؛

سناریوی دوم: به حداقل رساندن اتلاف انرژی در تولید، تبدیل و انتقال و افزایش بهره‌وری تا ۱۰٪ (بر اساس سیاست ۳ در جدول ۱ و شکل ۶)

- هدف: بهبود کارایی سیستم‌های انرژی؛
- تمرکز: کاهش تلفات انرژی در بخش‌های تولید، تبدیل و انتقال همراه با افزایش بهره‌وری در مصرف؛
- استراتژی اجرایی: این سناریو، با تکیه بر سیاست ۳ (جدول ۱) و داده‌های شکل ۶، بر فناوری‌های بهینه‌سازی و فرایندهای نوآورانه تأکید دارد.

سناریو سوم: گذار انرژی به تجدیدپذیرها در تولید برق و احداث نیروگاه‌های تجدیدپذیر به میزان ۴۰۰۰۰ مگاوات (با احتساب نیروگاه‌های برق‌آبی) (بر اساس سیاست ۱ و ۵ در جدول ۱ و میزان ناترازی تا ۲۰۴۰ در شکل ۱)

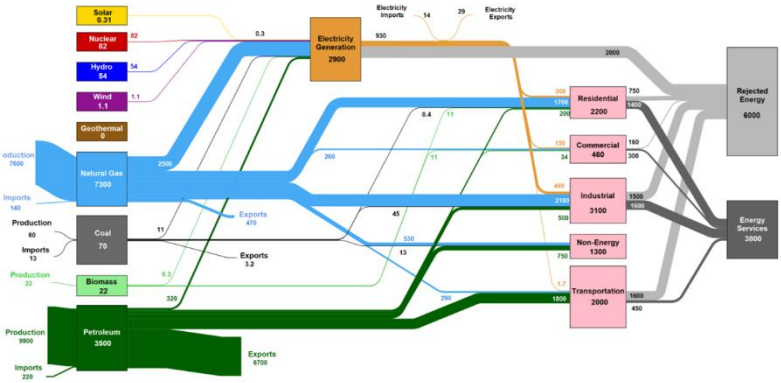
- هدف: کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای؛
- تمرکز: گسترش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر (مانند انرژی بادی، خورشیدی، بیوماس و برق‌آبی)؛
- استراتژی اجرایی: ترکیب سیاست‌های ۱ و ۵ (جدول ۱) با تمرکز بر ظرفیت‌سازی نیروگاه‌های تجدیدپذیر و کاهش ناترازی انرژی تا سال ۲۰۴۰ (شکل ۱).

سناریو چهارم: ترکیبی از تمامی سناریوهای فوق (بر اساس سیاست ۱ و ۲ و ۳ و ۵ در جدول ۱)

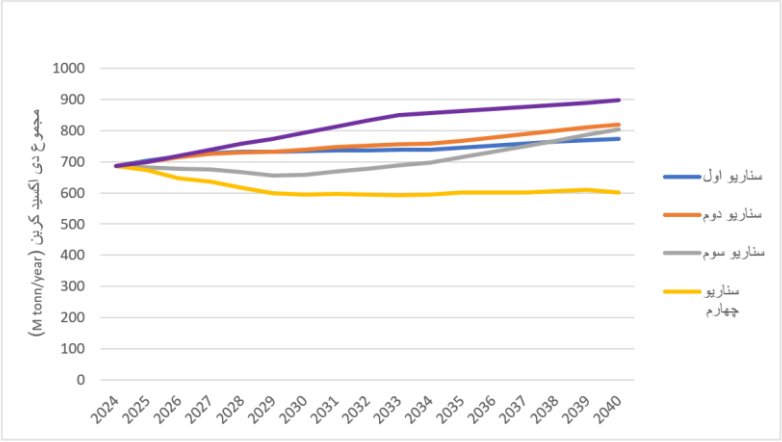
- هدف: دستیابی به بیشترین تأثیر ممکن با ادغام مزایای هر سه سناریوی قبلی؛
- تمرکز: همزمان بر مدیریت تقاضا، بهینه‌سازی کارایی و توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر تمرکز دارد؛

❖ استراتژی اجرایی: مبتنی بر اجرای سیاست‌های ۱، ۲، ۳ و ۵ (جدول ۱) به‌صورت جامع و هماهنگ.

میزان تولید کربن شد و میزان صرفه‌جویی مصرف با هر سناریو با نرم‌افزار Energy Plan محاسبه شد. سناریو اول بر قیمت تمرکز دارد و بیشترین تأثیر را بر تنظیم تقاضا دارد وبر تولیدکنندگان و خصوصاً مصرف‌کنندگان تأثیر اقتصادی دارد، سناریو دوم بهره‌وری را بهبود می‌بخشد، نیازمند بهینه‌سازی تولید و مصرف انرژی در نیروگاه‌ها، هوشمندسازی خطوط انتقال جهت رصد خطوط انتقال و مصرف‌کنندگان نهایی است، اما به‌تنهایی پایداری کامل را تضمین نمی‌کند. درحالی‌که سناریو سوم بر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر تمرکز دارد و نیازمند سرمایه‌گذاری‌های کلان زیرساختی است. سناریو چهارم به دلیل جامعیت، پیچیده‌ترین سناریو برای اجرا است اما می‌تواند نتایج بهتری در بلندمدت ارائه دهد. این سیاست‌ها به‌عنوان ابزارهای اساسی برای تسهیل انتقال به سمت آینده‌ای پایدارتر در نظر گرفته می‌شوند، جایی که کشور می‌تواند با پرداختن به شکاف‌های موجود در سیستم‌های مدیریت انرژی، به حداقل رساندن اتلاف در زنجیره تأمین و کاهش اتلاف در سطح مصرف‌کننده نهایی، کارایی انرژی را بهبود بخشد و از پتانسیل‌های صرفه‌جویی انرژی بهره‌مند شود، ناترازی انرژی را به‌طور کامل از بین ببرد و تولید گازهای گلخانه‌ای را به‌شدت کاهش دهد (شکل ۱۰، ۱۱ و ۱۲).



شکل ۱۰: نمودار جریان انرژی کشور



شکل ۱۱: مجموع تولید دی‌اکسید کربن برای سناریوهای اول تا چهارم

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

بر اساس نتایج حاصل از چهار سناریوی فوق، ارزیابی طولانی‌مدت نشان می‌دهد که سیاست‌های گذار انرژی در سناریوی چهارم می‌تواند به مشکل حل ناترازی انرژی در کشور کمک کند و چشم‌اندازها را به‌طور سبز و دوستدار محیط‌زیست بازسازی کند و تولید مداوم کربن در سال‌های پیش‌رو را با نرخ ثابتی نگه دارد. با این حال، تحقق این اهداف وابسته به عوامل متعددی است که شامل تغییرات پیش‌بینی‌نشده در بازار جهانی انرژی، میزان حمایت سیاست‌گذاران کشور و توان اجرایی سیاست‌های پیشنهادی می‌شود. سناریوی چهارم به‌عنوان یک چهارچوب حکمرانی انرژی سبز می‌تواند نقش حیاتی در هدایت مالی و ترویج سرمایه‌گذاری در پروژه‌های تجدیدپذیر و کم‌کربن که با اهداف توسعه پایدار و توافق پاریس هم‌سو هستند، ایفا کند. با این وجود، عدم قطعیت در میزان حمایت از سرمایه‌گذاری‌های خارجی، چگونگی پاسخ بخش خصوصی و سرعت توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر می‌تواند اثربخشی این سیاست‌ها را تحت تأثیر قرار دهد. این چهارچوب سیاستی به‌خوبی تعریف‌شده، می‌تواند قوانین بازار انرژی را تعیین کند و به رشد نوآوری‌ها در این حوزه کمک کند. با این حال، پایداری این روند به نظارت دقیق، هماهنگی بین نهادهای مختلف و نحوه اجرایی‌سازی آن بستگی دارد. علاوه بر این، این چهارچوب حکمرانی قوی برای ارائه نظارت و اطمینان از رعایت مقررات تعیین‌شده ضروری است، اما باید توجه

داشت که هرگونه اختلال در اجرای این مقررات یا ضعف در نظارت، می‌تواند نتایج پیش‌بینی‌شده را تضعیف کند.

در سناریوی چهارم، حذف یارانه‌های انرژی و کنترل قیمت‌ها، همراه با اقدامات بهره‌وری انرژی، به کاهش رشد تقاضای انرژی کمک کرده است، درحالی‌که برخی از سرمایه‌ها برای سرمایه‌گذاری در افزایش بهره‌وری نیروگاه‌ها، شبکه توزیع و صنایع آزاد شده است. با این حال، چالش‌هایی تورم و تحریم‌های بین‌المللی می‌تواند این مسیر را دشوار کند. همچنین، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های لازم برای حفظ گسترش عرضه از منابع تجدیدپذیری مانند باد، خورشید، بیوماس و سایر منابع تجدیدپذیر صرفاً با اصلاح یارانه‌ها و افزایش قیمت حامل‌های انرژی صورت خواهد پذیرفت، در غیر این صورت، علی‌رغم این‌که کشور همچنان در عدالت انرژی نمره بالایی را کسب خواهد کرد (زیرا قیمت‌ها همچنان بسیار پایین‌تر از نرخ‌های بازار بین‌المللی هستند)، اما به دلیل هزینه‌ها و همچنین اجرای ناکارامد سیاست‌ها، بخش خصوصی در سرمایه‌گذاری در پروژه‌های تجدیدپذیر وارد نخواهد شد. این مسئله می‌تواند سهم بسیار کم انرژی‌های تجدیدپذیر و در نتیجه تنوع پایین عرضه انرژی و تولید برق را به همراه داشته باشد که به‌نوبه خود امنیت انرژی را روز به روز کاهش داده و ناترازی را افزایش خواهد داد. علاوه بر این، به دلیل وابستگی به گاز طبیعی و نفت، تولید بالای دی‌اکسید کربن و بهره‌وری پایین، بعد پایداری محیط‌زیست نیز پایین‌تر از نرخ‌های بین‌المللی قرار خواهد گرفت (شکل ۵). بیشتر مطالعات به اثرات فوری این سیاست‌ها بر وضعیت پایداری اشاره کرده‌اند (کالدلیس و دیگران، ۲۰۱۳؛ باتاگلینی و دیگران، ۲۰۱۲؛ راعی و دیگران، ۲۰۲۴؛ پن و دیگران، ۲۰۲۳). همان‌طور که در شکل ۱۱ نشان داده شده است، انتظار می‌رود سیاست‌های اصلاحی در بلندمدت (تا سال ۲۰۴۰) مزایای محیط‌زیستی بیشتری نسبت به کوتاه‌مدت به همراه داشته باشند. با این حال، تحقق این مزایا وابسته به شرایط اقتصادی، سیاسی و فناورانه است که ممکن است با عدم قطعیت‌های مختلفی مواجه شود. به‌طور خاص، کاهش دی‌اکسید کربن با سناریوی چهارم تا سال ۲۰۴۰ به ۶۰۰ میلیون تن در سال خواهد رسید، اما این پیش‌بینی‌ها با توجه به متغیرهای جهانی مانند تغییرات اقلیمی، بازار انرژی و فناوری‌های آینده، ممکن است تغییر کند. سناریوی چهارم، می‌تواند ناترازی انرژی در ایران را حل کرده و امنیت انرژی و پایداری محیط‌زیستی را افزایش دهد، اما این نتایج تنها در صورتی تحقق می‌یابند که سیاست‌های پیشنهادی به‌طور مؤثر اجرا شوند و با موانع پیش‌بینی‌نشده روبه‌رو نشوند.

✓ پیشنهادهای سیاستی

برای اجرایی کردن سناریوی چهارم کاهش یارانه و افزایش قیمت جهت مدیریت تقاضا، بهینه‌سازی کارایی و توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر هم‌زمان صورت پذیرد و بدین منظور سیاست‌های زیر پیشنهاد می‌شود:

- ❖ افزایش قیمت برق، گاز، نفت و فراورده‌های نفتی به میزان ۵۰٪؛
- ❖ افزایش بازدهی نیروگاه‌های حرارتی و سیکل ترکیبی؛
- ❖ کاهش گازهای فلر؛
- ❖ مانیتورینگ آنلاین خطوط شبکه برق و گاز؛
- ❖ الزام اجرای استانداردهای رویه‌ها و تجهیزات انرژی‌بر؛
- ❖ اجرایی‌سازی استاندارد انرژی در ساختمان‌ها؛
- ❖ اجرایی‌سازی مدیریت انرژی در صنایع؛
- ❖ افزایش بازدهی موتورهای احتراق داخلی؛
- ❖ اختصاص یارانه از محل صرفه‌جویی از منابع فسیلی به احداث نیروگاه‌های تجدیدپذیر و خرید تضمینی برق تجدیدپذیر؛
- ❖ تسهیل ورود بخش خصوصی به پروژه‌های تجدیدپذیر.

References

- Alavi, Seyed Ehsan, Lotfalipour, Mohammad Reza, Falahi, Mohammad Ali, Effati, Sohrab. (2020). Iran. Econ. Rev. Vol. 24, No. 1, pp. 75–98.
- Arabī, Seyyed Mohammad; Shams Kolāhī, Hāniyeh. (2013). Typology Model of Energy Management Strategies (Case Study: Companies Active in the Downstream Sector of Iran's Oil Industry). Rahbord Quarterly, Vol. 22, No. 96. [in Persian]
- Bang, H. K., Ellinger, A. E., Hadjimarcou, J., & Traichal, P. A. (2000). Consumer concern, knowledge, belief, and attitude toward renewable energy: an application of the reasoned action theory. Psychology & Marketing, 17(6), 449–468.
- Battaglini, A., Komendantova, N., Brtnik, P., & Patt, A. (2012). Perception of barriers for expansion of electricity grids in the European Union. Energy Policy, 47, 254–259.
- British Petroleum (BP). (2023). Statistical Review of World Energy.
- Brynhildur Davidsdottir, Eyjólfur Ingi Ásgeirsson, Reza Fazeli, Ingunn Gunnarsdottir, Jonathan Leaver, Ehsan Shafiei, & Hlynur Stefánsson. (2024). Integrated Energy Systems Modeling with Multi-Criteria Decision Analysis and Stakeholder Engagement for Identifying a Sustainable Energy Transition. Energies, 17(4266). https://doi.org/10.3390/en17174266
- Fattouh, Bassam & El-Katiri, Laura. (2013). Energy subsidies in the Middle East and North Africa. Energy Strategy Reviews, 2(1), 108–115. https://doi.org/10.1016/j.esr.2012.11.004
- Galeazzi, Clara, Jevgenijs Steinbuks, Laura Diaz Anadon. (2024). Assessing the impact of renewable energy policies on decarbonization in developing countries. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 199, 114444.
- Halder, P., Prokop, P., Chang, C. Y., Usak, M., Pietarinen, J., Havu-Nuutinen, S., & Cakir, M. (2012). International survey on bioenergy knowledge, perceptions, and attitudes among young citizens. BioEnergy Research, 5(1), 247–261.
- IRENA. (2023). World Energy Outlook.
- Iwaro, Joseph & Abrahams Mwasha. (2010). A review of building energy regulation and policy for energy conservation in developing countries. Energy Policy, 38(12), 7744–7755. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.08.027
- Kaldellis, J. K., Kapsali, M., Kaldelli, E. L., & Katsanou, E. V. (2013). Comparing recent views of public attitude on wind energy, photovoltaic and small hydro applications. Renewable Energy, 52, 197–208.
- Kiss, Tibor & Popovics, Steve. (2021). Evaluation on the effectiveness of energy policies – Evidence from the carbon reductions in 25 countries. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 149, 111348. https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111348

- Klick, H., & Smith, E. R. (2010). Public understanding of and support for wind power in the United States. Renewable Energy, 35(7), 1585–1591.
- Lin, Boqiang & Jiang, Zhujun. (2011). Estimates of energy subsidies in China and impact of energy subsidy reform. Energy Economics, 33(2), 273–283.
- Mahdavi, Roholla. (2014). The Investigation of Impact of Complement Policy for Energy Price Policy Reform on Transport Sector in Iran by Computable General Equilibrium. Iranian Energy Economics, 3(12).
- Nakata, T., Silva, D., & Rodionov, M. (2011). Application of energy system models for designing a low-carbon society. Progress in Energy and Combustion Science, 37(4), 462–502.
- National Iranian Gas Company Report. (2020). [in Persian]
- National Iranian Oil Distribution and Refining Company Report. (2023). [in Persian]
- NDF report. (2022). National Development Fund of Iran (NDF). [in Persian]
- Pan, X., Shao, T., Zheng, X., Zhang, Y., Ma, X., & Zhang, Q. (2023). Energy and sustainable development nexus: A review. Energy Strategy Reviews, 47, 101078.
- Pollitt, Michael Gerald. (2012). The role of policy in energy transitions: Lessons from the energy liberalization era. Energy Policy, 50(2).
- Qudrat-Ullah, Hassan. (2022). A review and analysis of renewable energy policies and CO2 emissions of Pakistan. Energy, 238, 121849. https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121849
- Raei, H., Maleki, A., & Farajzadeh, Z. (2024). Analysis of energy policy reform in Iran: Energy and emission intensity changes. Economic Analysis and Policy, 81, 1535–1557. https://doi.org/10.1016/j.eap.2024.02.023
- Sa'i, Ahmad; Pashang, Maryam. (2016). The Necessity of a Transnational View on Energy Security. Rahbord Quarterly, Vol. 25, No. 80, Autumn 2016. [in Persian]
- Saphores, J. D. M., Nixon, H., Ogunseitan, O. A., & Shapiro, A. A. (2007). California households' willingness to pay for 'green' electronics. Journal of Environmental Planning and Management, 50(1), 113–133.
- Sarrakh, Redouane; Renukappa, Suresh; Suresh, Subashini; Mushatat, Sabah. (2020). Impact of subsidy reform on the kingdom of Saudi Arabia's economy and carbon emissions. Energy Strategy Reviews, 28, 100465. https://doi.org/10.1016/j.esr.2020.100465
- Solaymani, Saeed. (2021). A Review on Energy and Renewable Energy Policies in Iran. Sustainability, 13, 7328. https://doi.org/10.3390/su13137328

- Souhankar, A., Ahmad Mortezaee, & Reza Hafezi. (2023). Potentials for energy-saving and efficiency capacities in Iran: An interpretive structural model to prioritize future national policies. Journal of Energy, 262. https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.125500
- Stefano Clo & Elena Fumagalli. (2019). The effect of price regulation on energy imbalances: A Difference in Differences design. Energy Economics, 81, 754–764.
- Tavakolian & Hedayati-Nia. (2020). Dynamic Analysis of Fuel Substitution in Selected Fossil Power Plants in Iran. Iranian Journal of Energy Economics, 31. [in Persian]
- Tampakis, S., Tsantopoulos, G., Azabatzis, G., & Rerras, I. (2013). Citizens' views on various forms of energy and their contribution to the environment. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 20, 473–482.
- Tzanakis, I., Hadfield, M., Thomas, B., Noya, S. M., Henshaw, I., & Austen, S. (2012). Future perspectives on sustainable tribology. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16(6), 4126–4140.
- Tovar-Facio, Javier; Mariano Martín; José María Ponce-Ortega. (2021). Sustainable energy transition: modeling and optimization. Current Opinion in Chemical Engineering, 31.
- UN. (2023). Investment Policies for Energy Transition.
- UNDP. (2023). Strengthening Energy Governance Systems report.
- Wei Liu & Lichunhua Li. (2011). Improving energy consumption structure: A comprehensive assessment of fossil energy subsidies reform in China. Energy Policy, 39(7), 4134–4143. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.04.013
- Yazdanpanah, M., Komendantova, N., & Shafiei Ardestani, M. (2015). Governance of energy transition in Iran: Investigating public acceptance and willingness to use renewable energy sources through socio-psychological model. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 45, 565–573.
- Natural Gas Report. (2020). Production and Consumption Balance Document of Natural Gas in the Country up to the Horizon 2040. [in Persian]
- Iranian Energy Balance Sheet. (2021). National Development Fund of Iran on Oil Balance. [in Persian]