

A Policy Framework for Renewable Energy Transition towards Energy Resilience in Times of Crisis

Sepideh Abedi 

Department of Energy Systems Engineering, Faculty of
Mechanical and Energy Engineering, Shahid Beheshti
University, Tehran, Iran

Abstract

Introduction

Energy resilience in industry is a key pillar of economic growth and national security, particularly as recent geopolitical conflicts in Europe and the Middle East highlight the vulnerability of relying heavily on imported or concentrated fossil fuel supply chains. Geopolitical shocks, such as the Russian gas crisis, have demonstrated that heavy industrial reliance on single energy sources can lead to price spikes, supply disruptions, and threat of deindustrialization, prompting policy responses like the European Union's REPowerEU initiative to phase out Russian fossil fuels by 2027. However, transitioning to renewable energy introduces new challenges, including high upfront investments in grid modernization estimated to exceed €1.2 trillion in Europe by 2040 to handle variable renewable output and new geopolitical dependencies on critical raw materials like lithium and cobalt. While global experiences from Europe (centralized diversification), Ukraine (decentralized microgrids as tools for wartime survival), South Korea (hydrogen roadmaps), and the Gulf states (gradual multi-carrier integration) offer valuable pathways, they highlight that clean energy transition must be strategic and linked to structural resilience, network flexibility, and security of supply rather than just meeting environmental targets.

* Corresponding Author: s_abedi@sbu.ac.ir

How to Cite: Abedi, S. (2026). A Policy Framework for Renewable Energy Transition towards Energy Resilience in Times of Crisis. *Journal of Environmental and Natural Resource Economics*, 5(14), pp. 61-83. DOI: 10.22054/eenr.2026.95281.243

Problem Statement

The central problem is that Iran's industrial sector faces severe energy vulnerability and production losses due to structural imbalances in its energy system, high fuel concentration, and exposure to geopolitical and climate stresses. Systemic reliance on natural gas for power generation, which is heavily exposed to seasonal imbalances and upstream underinvestment, leads to frequent industrial blackouts, while high energy intensity, subsidized pricing, and a lack of demand-side efficiency incentives exacerbate the supply-demand gap. Furthermore, this fragility is compounded by an aging, underfunded transmission network and a tightening water-energy-climate nexus, where severe water scarcity directly compromises thermal power plant efficiency. Although Iran possesses vast solar and wind potential, institutional barriers, pricing inefficiencies, technology constraints, and financial sanctions prevent this capacity from being realized, creating a critical gap between clean energy potential and actual system resilience.

Analysis and Key Findings

A comparative analysis reveals that structural energy crises in resource-rich nations like Iran require a fundamental shift from expanding fossil-fuel capacity to building systemic, decentralized flexibility. Global cases show that under crisis conditions, decentralized energy resources and microgrids function not merely as decarbonization tools but as vital national security assets that sustain critical infrastructure and industrial operations when centralized grids fail. Furthermore, the analysis of Iran's energy system indicates that the country's severe natural gas deficit is a structural rather than a capacity problem, driven by artificial demand from low energy tariffs, grid transmission losses, and water scarcity that degrades thermal plant performance. Transitioning to renewables under international sanctions necessitates a localized, capital-efficient strategy; rather than relying on mega-projects dependent on foreign technology, the optimal path involves leveraging domestic solar-thermal capabilities, co-generating energy within industrial symbiosis networks, and reforming industrial tariffs to incentivize private self-generation and storage.

Policy Recommendations

To bridge these gaps, Iran must shift from a supply-expansion paradigm to a system-resilience logic through a phased policy framework. This framework requires diversifying the fuel mix to reduce gas dependency, shifting toward decentralized power generation (such as industrial microgrids and rooftop solar) to ensure local energy security during crises, and implementing demand-side reforms to curb high energy intensity through industrial efficiency standards. Additionally, public and private investments must prioritize grid modernization, energy storage systems, and smart grid technologies to handle variable renewables, all executed through a realistic, phased roadmap addressing urgent grid bottlenecks and domestic solar deployment in the short term, scaling storage and market reforms in the medium term, and establishing a fully diversified, resilient energy governance structure in the long term.

Keywords: Energy Resilience, Industrial Energy Security, Geopolitical Risk, Renewable Energy Transition, Water-Energy-Environment Nexus.

JEL Classification: Q48, D57, O13



چارچوب سیاستی گذار به انرژی‌های تجدیدپذیر برای تحقق تاب‌آوری انرژی در شرایط بحران

سپیده عابدی *  دانشکده مهندسی مکانیک و انرژی دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

این پژوهش با هدف تحلیل هزینه‌های ناشی از بحران‌های انرژی در زمان بحران و تنش‌های ژئوپلیتیکی، به بررسی مدل بهینه گذار به سمت انرژی‌های تجدیدپذیر جهت تقویت تاب‌آوری می‌پردازد. تحلیل آسیب‌شناسی نشان می‌دهد که تاب‌آوری انرژی در ایران فراتر از ناترازی فصلی، با چهار شکاف ساختاری شامل وابستگی شدید بخش برق به گاز طبیعی، شدت بالای مصرف انرژی، فرسودگی و اتلاف در زیرساخت‌های انتقال و توزیع، و همچنین درهم‌تنیدگی بحران آب و انرژی مواجهه است که سیستم را در برابر تکان‌های اقلیمی، نهادی و خارجی شکننده می‌سازد. بررسی تجارب جهانی در مواجهه با شوک‌های انرژی اثبات می‌کند که تاب‌آوری پایدار نه از مسیر تمرکز بر افزایش عرضه فسیلی، بلکه از طریق تکرار فناوریانه، تمرکززدایی و سیاست‌گذاری انعطاف‌پذیر حاصل می‌شود. بر این اساس، پژوهش حاضر یک بسته سیاستی چندلایه و مرحله‌بندی‌شده را پیشنهاد می‌کند که بر کاهش وابستگی ساختاری به گاز از طریق تنوع‌بخشی واقعی به سبد انرژی، تمرکززدایی از تولید با توسعه میکروگریدها و فتوولتائیک خانگی، اصلاح سمت تقاضا و ارتقای بهره‌وری صنعتی، نوسازی شبکه همراه با توسعه فناوری‌های ذخیره‌سازی، و در نهایت طراحی یک نقشه راه واقع‌گرایانه و متناسب با محدودیت‌های نهادی، مالی و تحریمی کشور استوار است تا امنیت انرژی از منطق سنتی عرضه‌محوری به سمت منطق تاب‌آوری محور تغییر جهت یابد.

کلیدواژه‌ها: تاب‌آوری انرژی، امنیت انرژی صنعتی، ریسک ژئوپلیتیک، گذار به انرژی‌های تجدیدپذیر، پیوند آب، انرژی و محیط زیست

طبقه‌بندی JEL: Q48, D57, O13

* نویسنده مسئول: s_abedi@sbu.ac.ir

۱. مقدمه و بیان مسئله

تاب‌آوری انرژی^۱ در بخش صنعت، به عنوان محرک اصلی رشد اقتصادی و تولید ناخالص داخلی، همواره تحت تأثیر نوسانات ژئوپلیتیکی و بحران‌های بین‌المللی قرار دارد. در سال‌های اخیر، منازعات نظامی بین‌المللی و تنش‌های ژئوپلیتیکی در اروپا و خاورمیانه نشان داده‌اند که وابستگی شدید صنایع سنگین به سوخت‌های فسیلی وارداتی، پاشنه آشیل امنیت ملی و رقابت‌پذیری صنعتی است (طهرانچیان و همکاران، ۱۴۰۴؛ کمیسیون اروپا، ۲۰۲۵ الف).^۲ در این زمینه وقوع جنگ‌ها و بحران‌های ژئوپلیتیکی، زنجیره‌های تأمین انرژی سنتی را به شدت آسیب‌پذیر و غیرقابل پیش‌بینی می‌کند. صنایع انرژی‌بر (مانند فولاد، فلزات و مواد شیمیایی) در مواجهه با قطعی ناگهانی یا جهش بی‌سابقه قیمت حامل‌های انرژی فسیلی، با ریسک‌های فلج‌کننده‌ای مواجه می‌شوند که هزینه‌های سنگینی را به زنجیره تولید تحمیل کرده و در نهایت منجر به پدیده صنعت‌زدایی^۳ می‌شود (آذر و همکاران، ۱۳۹۸).

برای نمونه، بحران‌های ژئوپلیتیکی اخیر نشان دادند که اتکا به منابع فسیلی متمرکز خارجی، تا چه حد زنجیره ارزش صنعتی را در برابر انرژی توسط کشورهای تامین‌کننده آسیب‌پذیر می‌کند. بر اساس گزارش‌های طرح بازتوان بخشی انرژی اروپا^۴، اتحادیه اروپا برای مقابله با این بحران ناچار شد اهداف سخت‌گیرانه‌ای را برای حذف واردات نفت و گاز روسیه تا پایان سال ۲۰۲۷ تدوین کند (کمیسیون اروپا، ۲۰۲۵ الف).^۵ با این حال، حرکت به سمت انرژی‌های تجدیدپذیر برای افزایش تاب‌آوری صنعتی با دو چالش اساسی روبه‌رو است:

الف) تجهیز صنایع به فناوری‌های پاک و نوسازی شبکه‌های توزیع الکتریکی نیازمند سرمایه‌گذاری کلان است. تخمین زده می‌شود که توسعه شبکه‌های انتقال و توزیع برق تا

^۱ Energy Resilience

^۲ European Commission, 2025a

^۳ Deindustrialization

^۴ REPowerEU

^۵ European Commission, 2025c

سال ۲۰۴۰ به بودجه‌ای بالغ بر ۱۲۰۰ میلیارد یورو نیاز داشته باشد تا بتواند نوسانات بار انرژی‌های تجدیدپذیر را مدیریت کند (کمسیون اروپا، ۲۰۲۵ ث). عدم تأمین این هزینه‌ها در زمان بحران، صنایع را با قطعی برق و افت بهره‌وری روبه‌رو می‌سازد.

ب) اگرچه انتقال به انرژی‌های تجدیدپذیر وابستگی به سوخت‌های فسیلی را کاهش می‌دهد، اما وابستگی شدیدی به مواد خام بحرانی نظیر لیتیوم، نیکل و کبالت ایجاد می‌کند که زنجیره تأمین آن‌ها اغلب در انحصار بازیگران ژئوپلیتیکی خاص قرار دارد (ژائو و ژائو^۱، ۲۰۲۵). این امر می‌تواند در شرایط جنگ یا تحریم‌های تجاری، بحران‌های جدیدی را برای صنایع پاک رقم بزند.

بنابراین، مسئله اصلی این پژوهش، تحلیل هزینه‌های ناشی از بحران‌های انرژی در صنایع در زمان جنگ و چگونگی طراحی یک مدل گذار بهینه به سمت انرژی‌های تجدیدپذیر است. به گونه‌ای که ضمن کاهش هزینه‌های عملیاتی و تأمین پایدار انرژی، تاب‌آوری صنایع در برابر تکانه‌های ژئوپلیتیکی خارجی تقویت شود. در این زمینه، پژوهش‌های جدید نشان می‌دهند که ریسک‌های ژئوپلیتیک نه تنها تهدیدی برای امنیت انرژی‌اند، بلکه می‌توانند محرکی برای شتاب‌گیری نوآوری در فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر نیز باشند (ژانگ و همکاران^۲، ۲۰۲۴). سیاست‌گذاران کلان اکنون به این درک رسیده‌اند که امنیت انرژی پایدار، پیش شرط رقابت‌پذیری ساختاری^۳ در زنجیره ارزش جهانی است (کمسیون اروپا، ۲۰۲۵ ب^۴). لذا انتقال به سمت انرژی‌های تجدیدپذیر دیگر تنها یک ضرورت زیست‌محیطی برای کاهش گازهای گلخانه‌ای نیست، بلکه به یک استراتژی دفاعی و امنیتی برای بقای صنایع در زمان بحران و جنگ تبدیل شده است. با این حال، این گذار بدون سیاست‌های حمایتی و سرمایه‌گذاری زیرساختی، لزوماً به تاب‌آوری منجر نمی‌شود (ژانگ و همکاران، ۲۰۲۴). در این راستا، ادبیات جدید تأکید می‌کند که گذار انرژی اگرچه به کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی کمک می‌کند، اما خود می‌تواند وابستگی‌های

¹ Zhao

² Zhang

³ Structural Competitiveness

⁴ European Commission, 2025b

جدیدی به مواد معدنی حیاتی، زیرساخت‌های حمل و نقل، و فناوری‌های خاص ایجاد کند؛ بنابراین، سیاست‌گذاری در این حوزه باید هم‌زمان بر کاهش آسیب‌پذیری و افزایش انعطاف‌پذیری متمرکز باشد (ژائو و ژائو، ۲۰۲۵). در همین راستا، توجه به انرژی‌های تجدیدپذیر دیگر تنها در چارچوب اهداف اقلیمی قابل تحلیل نیست، بلکه باید آن را در پیوند با امنیت تولید، استمرار فعالیت صنعتی در شرایط بحران، و کاهش هزینه‌های ناشی از اختلالات ژئوپلیتیکی بررسی کرد.

۲. تحلیل و بحث

الف) آسیب‌شناسی تاب‌آوری انرژی و گذار انرژی ایران

بحث درباره تاب‌آوری انرژی در ایران را نمی‌توان صرفاً در سطح کمبود برق یا ناترازی فصلی توضیح داد. بلکه مسئله، به ساختار حکمرانی انرژی، الگوی قیمت‌گذاری، وابستگی متقابل آب و انرژی، فرسودگی سرمایه فیزیکی، و نیز شکنندگی ناشی از محدودیت‌های مالی و فناورانه مرتبط می‌گردد. در واقع، تاب‌آوری انرژی در ایران نه فقط به توانایی تأمین برق در اوج بار، بلکه به ظرفیت سیستم برای پیشگیری از شوک، جذب اختلال، حفظ تداوم خدمت، و بازیابی پس از بحران مربوط است. از این منظر، مسئله اصلی این است که آیا زیرساختار فعلی انرژی می‌تواند در برابر شوک‌های اقلیمی، ژئوپلیتیکی و مالی مقاومت کند؟

۱) وابستگی ساختاری به گاز طبیعی و آسیب‌پذیری برق در شرایط بحران

نخستین ضعف بنیادین، وابستگی بالای بخش برق به گاز طبیعی است. این وابستگی، در شرایط عادی ممکن است به عنوان یک مزیت نسبی تلقی شود. زیرا گاز در مقایسه با سوخت‌های سنگین، آلاینده‌گی کمتر و انعطاف عملیاتی بیشتری دارد. اما در شرایط بحران، همین تمرکز سوختی، سیستم را به شدت آسیب‌پذیر می‌کند. هرگونه اختلال در تأمین گاز، چه ناشی از سرمای شدید، چه ناشی از رشد مصرف خانگی، و چه ناشی از محدودیت سرمایه‌گذاری در شبکه و تولید، به سرعت به افت توان تولید برق و اعمال خاموشی منجر

می‌شود. داده‌های IEA نیز نشان می‌دهد که در ایران، گاز طبیعی سوخت غالب در تولید برق و همچنین منبع اصلی انتشار دی‌اکسید کربن از احتراق سوخت است. به گونه‌ای که در سال ۲۰۲۳، گاز سهمی بسیار بالاتر از سایر سوخت‌ها در انتشار و مصرف انرژی داشت (IEA^۱، ۲۰۲۶).

این الگوی وابستگی، از منظر تاب‌آوری، یک نقطه تمرکز خطر ایجاد می‌کند. یعنی هرچه سهم یک حامل انرژی در کل سیستم بیشتر باشد، احتمال اینکه اختلال در همان حامل به بحران سیستمی تبدیل شود، افزایش می‌یابد. در ایران، این مسئله در زمستان‌ها با محدودیت گاز نیروگاه‌ها و در تابستان‌ها با اوج مصرف برق تشدید می‌شود. بنابراین، ضعف تاب‌آوری فقط در کمبود ظرفیت اسمی تولید نیست، بلکه در فقدان تنوع سوختی و انعطاف‌پذیری عملیاتی نهفته است.

۲) شدت بالای مصرف انرژی و ناکارآمدی در بهره‌وری و مدیریت تقاضا

دومین مشکل، شدت بالای مصرف انرژی در اقتصاد ایران است. مصرف انرژی در ایران نه تنها تابع رشد تولید و جمعیت است، بلکه تحت تأثیر قیمت‌های یارانه‌ای، رفتار مصرفی کم‌انگیزه برای صرفه‌جویی، و نبود سیگنال‌های قیمتی کارآمد قرار دارد (فرج زاده، ۱۳۹۴، رهبر و همکاران، ۱۳۹۸ و طاهری بازخانه و همکاران، ۱۴۰۳). در چنین شرایطی، شدت انرژی به جای کاهش پایدار، در سطحی بالا تثبیت می‌شود و همین امر فشار مضاعفی بر شبکه برق، نیروگاه‌ها، و زنجیره تأمین سوخت وارد می‌کند. از زاویه اقتصاد نهادی، این وضعیت به معنای آن است که به جای مدیریت سمت تقاضا، عمدتاً بر افزایش عرضه تکیه شده است. در حالی که تجربه کشورهای موفق نشان می‌دهد تاب‌آوری انرژی بدون سیاست‌های جدی بهره‌وری و مدیریت مصرف، به سختی محقق می‌شود. گزارش‌های بین‌المللی، از جمله گزارش‌های سازمان توسعه و همکاری اقتصادی (OECD^۲) و گاردس لاندولفینی^۳ و همکاران (۲۰۲۳) درباره تکه‌تکه شدن ژئواکونومیک و هزینه‌های انرژی،

^۱ International Energy Agency

^۲ Organisation for Economic Co-operation and Development

^۳ Gardes-Landolfini

به‌طور فزاینده‌ای بر این نکته تأکید می‌کنند که شوک‌های انرژی در جهان جدید تنها با افزایش عرضه حل نمی‌شوند، بلکه به اصلاح ساختار تقاضا، افزایش بهره‌وری و تنوع‌بخشی نیاز دارند (گاردس لاندولفینی و همکاران، ۲۰۲۳، OECD، ۲۰۲۴). در مورد ایران، این موضوع اهمیت مضاعف دارد، زیرا اقتصاد با محدودیت سرمایه‌گذاری خارجی و فشار بر منابع داخلی مواجه است و بنابراین امکان گسترش عرضه به‌تنهایی کافی نیست.

۳) فرسودگی شبکه، کمبود سرمایه‌گذاری و کاهش قابلیت اطمینان

یکی دیگر از نقاط ضعف اساسی، فرسودگی زیرساخت‌ها و کمبود سرمایه‌گذاری پایدار در تولید، انتقال و توزیع برق است. حتی اگر ظرفیت اسمی تولید در برخی سال‌ها افزایش یابد، نبود سرمایه‌گذاری کافی در شبکه انتقال و توزیع می‌تواند منجر به افت قابلیت اطمینان سیستم شود. در ادبیات تاب‌آوری، این موضوع به معنای ضعف در انتقال شوک و توزیع بار در شرایط بحران است. شبکه‌ای که از نظر فنی فرسوده باشد، نه تنها در برابر بحران‌های حاد آسیب‌پذیر است، بلکه در شرایط عادی نیز تلفات بیشتری دارد و بهره‌وری سیستم را کاهش می‌دهد.

در گزارش‌های بین‌المللی مربوط به گذار انرژی، به‌ویژه در اتحادیه اروپا، تأکید شده است که گذار به انرژی پاک بدون تقویت هم‌زمان شبکه برق، ذخیره‌سازی، دیجیتالی‌سازی و انعطاف‌پذیری سیستم ممکن نیست (کمسیون اروپا، ۲۰۲۵ د). این نکته برای ایران نیز صادق است. حتی اگر ظرفیت خورشیدی و بادی توسعه یابد، بدون شبکه قوی و سیستم مدیریت بار، این ظرفیت‌ها نمی‌توانند به تاب‌آوری واقعی تبدیل شوند.

۴) آسیب‌پذیری ناشی از پیوند آب، انرژی و محیط‌زیست

تاب‌آوری انرژی ایران به‌شدت با مسئله آب و محیط‌زیست درهم‌تنیده است. تولید برق حرارتی، تأمین سوخت، خنک‌سازی نیروگاه‌ها و الگوی مصرف، همگی به منابع آبی وابسته‌اند. در شرایط خشکسالی، تنش آبی و افزایش دما، پیوند آب و انرژی می‌تواند به یک حلقه بازخورد منفی تبدیل شود. به‌طوری که کمبود آب، کارایی نیروگاه‌ها را کاهش می‌دهد. افت تولید برق، فشار بر شبکه را بالا می‌برد و نیاز به تأمین پایدار انرژی، مصرف

آب را در برخی فناوری‌ها تشدید می‌کند. این همان جایی است که تاب‌آوری انرژی از یک مسئله صرفاً فنی به یک مسئله زیست‌محیطی و اقلیمی تبدیل می‌شود. پژوهش‌های مربوط به ایران نیز نشان داده‌اند که سناریوهای بلندمدت برق، بدون لحاظ توسعه تجدیدپذیرها، بهره‌وری انرژی و مدیریت تقاضا، با کسری فزاینده مواجه می‌شوند. به‌عنوان نمونه، مطالعه اسدی و همکاران (۲۰۲۳) درباره سناریوی بلندمدت عرضه و تقاضای برق ایران، بر ضرورت توسعه برق تجدیدپذیر، بهره‌وری و صرفه‌جویی تأکید می‌کند. همچنین، پازکی و همکاران (۲۰۲۵) نشان می‌دهند که گسترش فتوولتائیک خانگی می‌تواند بخشی از کسری برق ایران را کاهش دهد و در عین حال وابستگی به گاز طبیعی و فشار بر منابع آب را کم کند، به گونه‌ای که در سناریوی بهینه، بخشی از سرمایه‌گذاری به انرژی خورشیدی اختصاص یافته و کسری ظرفیت به‌طور قابل توجهی کاهش می‌یابد.

۵) گذار انرژی ایران: شکاف میان ظرفیت بالقوه تا تحقق عملیاتی

ایران از نظر منابع خورشیدی، بادی و زیستی، موقعیت مناسبی برای گذار انرژی دارد. تابش خورشیدی بالا، مناطق بادخیز، و گستره منابع زیستی متنوع، از نظر نظری امکان توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر را فراهم می‌کند. اما مسئله اصلی، امکان فنی نیست؛ بلکه امکان نهادی و مالی است. در واقع، گذار انرژی در ایران با سه مانع اصلی روبه‌روست: الف) قیمت حامل‌های انرژی و انگیزه برای سرمایه‌گذاری در بهره‌وری و تجدیدپذیرها

ب) محدودیت سرمایه و فناوری در اجرای پروژه‌های بزرگ مقیاس

ج) عدم قطعیت و بالا بودن ریسک سرمایه‌گذاری بخش خصوصی.

در چنین ساختاری، حتی اگر پروژه‌های تجدیدپذیر از نظر اقتصادی در بلندمدت جذاب باشند، باز هم به دلیل هزینه سرمایه اولیه، ریسک تأمین مالی پایدار، توسعه آن‌ها کند می‌شود. این همان شکافی است که ادبیات گذار انرژی آن را شکاف بین پتانسیل و تحقق می‌نامد.

از سوی دیگر، مسئله گذار انرژی در ایران نمی‌تواند جدا از تحریم‌ها و محدودیت‌های

دسترسی به فناوری تحلیل شود. در شرایطی که انتقال فناوری، فاینانس خارجی و زنجیره تأمین تجهیزات با محدودیت مواجه‌اند، اتکا به مدل‌های بومی‌سازی شده، پروژه‌های مقیاس متوسط، و سیاست‌های مرحله‌ای اهمیت بیشتری می‌یابد. به بیان دیگر، گذار انرژی در ایران باید تاب‌آور، تدریجی و متناسب با محدودیت‌های زیرساختی طراحی شود، نه صرفاً مبتنی بر الگوهای آرمانی وارداتی.

ب) تجربه کشورها در تاب‌آوری انرژی و گذار انرژی در شرایط جنگ و بحران در ادامه تجربه کشورهایی که در شرایط جنگ، تحریم، شوک عرضه یا بحران زیرساختی قرار گرفته‌اند، بررسی شده‌است. این کشورها نشان می‌دهند که تاب‌آوری انرژی، بیش از آنکه نتیجه یک فناوری خاص باشد، حاصل ترکیب سیاست‌گذاری انعطاف‌پذیر، تنوع منابع، ذخایر استراتژیک، زیرساخت‌های مقاوم، و تمرکززدایی از تولید است.

۱) اتحادیه اروپا: از شوک گاز روسیه تا باز طراحی امنیت انرژی

اروپا مهم‌ترین نمونه معاصر از مواجهه با شوک ژئوپلیتیکی انرژی است. پس از جنگ روسیه و اوکراین، اتحادیه اروپا با بحرانی روبه‌رو شد که در آن وابستگی شدید به گاز روسیه به عنوان نقطه ضعف راهبردی آشکار شد. پاسخ اروپا، راهبرد بازتوان بخشی انرژی اروپا بود که بر سه محور صرفه‌جویی انرژی، تنوع‌بخشی به عرضه، و شتاب‌دادن به تجدیدپذیرها بنا شده است (کمیسیون انرژی، ۲۰۲۵ د).

گزارش رسمی کمیسیون اروپا (۲۰۲۵ د) نشان می‌دهد که سهم گاز روسیه از ۴۵ درصد در سال ۲۰۲۲ به ۱۲ درصد در ۲۰۲۵ کاهش یافته، واردات زغال‌سنگ روسیه حذف شده، و سهم نفت روسیه نیز از ۲۷ درصد در ابتدای ۲۰۲۲ به ۲ درصد در ۲۰۲۵ رسیده است. این تجربه نشان می‌دهد که حتی در مواجهه با شوک بزرگ، امکان بازطراحی سریع وجود دارد، مشروط بر آنکه اراده سیاسی، زیرساخت جایگزین و برنامه کوتاه‌مدت سمت عرضه و تقاضا وجود داشته باشد.

اهمیت تجربه اروپا تنها در کاهش واردات روسیه نیست، بلکه در این است که

اتحادیه اروپا در بافت تاب آوری انرژی فقط با جایگزینی منبع تأمین حاصل نمی شود و نیازمند افزایش بهره‌وری، توسعه شبکه، تسریع مجوزها و ایجاد بازارهای انعطاف پذیر است. بنابراین، اروپا از بحران جنگ، فرصتی برای بازتعریف امنیت انرژی ساخت.

۲) اوکراین: تاب آوری از طریق تمرکززدایی و تولید توزیع شده

اوکراین شاید یکی از نمونه های واضح از تاب آوری انرژی در شرایط جنگ باشد. حملات مکرر به زیرساخت های برق، نیروگاه ها و شبکه انتقال، این کشور را مجبور کرد که از الگوی متمرکز تولید برق به سمت راه حل های توزیع شده، تعمیرات اضطراری و حفاظت فیزیکی از زیرساخت ها حرکت کند. در این وضعیت، تولید پراکنده، مولدهای کوچک، انرژی خورشیدی پشت بامی، ذخیره سازی محلی و حمایت های بین المللی نقش حیاتی یافتند.

در گزارش ها و تحلیل های IEA درباره اوکراین، پیام اصلی این است که در شرایط جنگ، تاب آوری یعنی کاهش وابستگی به گلوگاه های متمرکز. هرچه زیرساخت انرژی متمرکزتر باشد، آسیب پذیری آن در برابر حملات بیشتر است. بنابراین، اوکراین عملاً نشان داد که منابع انرژی توزیع شده^۱ نه فقط گزینه ای برای گذار سبز، بلکه ابزار بقا در شرایط جنگی هستند (IEA، ۲۰۲۳). نکته مهم دیگر در تجربه اوکراین، همکاری چندجانبه بین نهادهای بین المللی، دولت و بخش خصوصی برای بازسازی اضطراری بود. این تجربه ثابت کرد که تاب آوری انرژی در جنگ، بدون سازوکارهای سریع تأمین مالی، هماهنگی لجستیکی و استانداردهای فنی مشترک، ممکن نیست.

۳) کره جنوبی: گذار هیدروژنی پس از بحران و تمرکز بر امنیت زنجیره تأمین

کره جنوبی نمونه ای متفاوت است. این کشور در جنگ مستقیم آسیب ندید، اما وابستگی آن به واردات انرژی و شوک های زنجیره تأمین در دوران پسا کرونا و تنش های ژئوپلیتیکی، آن را به بازاندیشی در راهبرد انرژی سوق داد. مطالعه خان^۲ و همکاران (۲۰۲۵) در بررسی نقشه راه هیدروژن ۲۰۴۰ کره جنوبی نشان می دهد که این کشور در حال حرکت به سمت

^۱ Distributed energy resources

^۲ Khan

یک اقتصاد هیدروژنی است که هم به تنوع بخشی انرژی کمک می کند و هم می تواند امنیت عرضه را افزایش دهد.

اهمیت این تجربه برای ایران در این است که کره جنوبی نشان می دهد گذار انرژی لزوماً از مسیر نفت به برق یا گاز به خورشید تعریف نمی شود، بلکه می تواند از طریق فناوری های میانجی مانند هیدروژن، ذخیره سازی، و زنجیره های صنعتی جدید پیگیری شود. در عین حال، مطالعه مذکور تأکید دارد که مسیر هیدروژن نیز بدون مدیریت زنجیره تأمین، حکمرانی فناورانه و سرمایه گذاری در زیرساخت، با چالش های جدی روبه رو خواهد بود.

۴) آلمان: تنوع بخشی و بازگشت به سیاست صنعتی انرژی

در آلمان و برخی کشورهای اروپایی، بحران گاز روسیه سبب شد که سیاست انرژی از یک موضوع صرفاً محیط زیستی به یک موضوع آشکار صنعتی و امنیتی تبدیل شود. این کشورها به سرعت به سمت واردات گاز طبیعی مایع، توسعه پایانه های جدید، تقویت ذخیره سازی گاز، تسهیل مجوزهای تجدیدپذیر و حمایت از صنایع انرژی بر حرکت کردند. این روند نشان می دهد که در بحران، سیاست صنعتی و سیاست انرژی به هم پیوند می خورند.

گزارش OECD (۲۰۲۴) و گاردس لاندولفینی و همکاران (۲۰۲۳) نیز بر این نکته تأکید دارند که شوک های انرژی در جهان امروز، اغلب با قطبی شدن ژئواکونومیک و اختلال در تجارت همراه اند. بنابراین، کشورهای پیشرو به جای انتظار برای ثبات کامل بازار، به سمت طراحی سیستم های مقاوم تر و انعطاف پذیرتر می روند. این تجربه برای ایران از آن جهت مهم است که نشان می دهد تاب آوری، بیش از آنکه با وفور منابع تعریف شود، با کیفیت سیاست گذاری و آمادگی نهادی سنجیده می شود.

۵) ژاپن: تنوع سبد انرژی و توسعه هیدروژن و برق رسانی هوشمند

ژاپن نیز نمونه ای ارزشمند است، زیرا این کشور پس از بحران های پی در پی از زلزله و فاجعه فوکوشیما گرفته تا شوک های بازار جهانی انرژی، به سمت تنوع سازی شدید سبد انرژی حرکت کرده است. پژوهش ها درباره مسیرهای برق رسانی یا هیدروژن در ژاپن نشان

می‌دهند که بحث اصلی این کشور نه انتخاب یک راه‌حل واحد، بلکه انتخاب ترکیب بهینه‌ای از برق، هیدروژن، ذخیره‌سازی و کارایی است. چنین رویکردی بیانگر آن است که تاب‌آوری انرژی در اقتصادهای پیشرفته، با کثرت‌گرایی فناورانه همراه است، نه با تک‌محصولی شدن.

برای ایران، این تجربه از آن جهت مهم است که نشان می‌دهد سیاست‌گذار نباید تنها بر یک حامل انرژی یا یک فناوری تکیه کند. در شرایط بحران، شبکه‌ای از گزینه‌ها لازم است: بهره‌وری سیستم‌ها، کاربرد منابع خورشیدی، بادی، زیستی، ذخیره‌سازی، مدیریت بار، هیدروژن و حتی اصلاح الگوی تقاضا. در واقع تاب‌آوری به معنی داشتن حق انتخاب بیشتر برای سیستم در شرایط پیش‌بینی نشده است.

۶) کشورهای خلیج فارس: گذار تدریجی در اقتصادهای هیدروکربنی

در کشورهای عضو شورای همکاری خلیج فارس، گذار انرژی عمدتاً به صورت تدریجی و ترکیبی دنبال می‌شود. به این معنا که توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، هیدروژن کم‌کربن، ذخیره‌سازی انرژی و اتصال منطقه‌ای، در کنار تداوم نقش نفت و گاز در درآمدهای صادراتی و امنیت انرژی پیش می‌رود. افزایش تقاضای داخلی برق، به‌ویژه در نتیجه رشد شهرنشینی، نیازهای سرمایشی و نمک‌زدایی آب، کشورهای منطقه را به توسعه ظرفیت‌های خورشیدی و بهبود بهره‌وری نیروگاه‌ها سوق داده است (IEA, 2025).

در این چارچوب، کشورهای خلیج فارس می‌کوشند درآمدها و مزیت‌های موجود در بخش هیدروکربن را برای توسعه صنایع پایین‌دستی، انرژی‌های تجدیدپذیر و زنجیره ارزش هیدروژن به کار گیرند. برای نمونه، امارات متحده عربی در راهبرد انرژی ۲۰۵۰ بر افزایش سهم انرژی پاک، کاهش انتشار بخش برق و دستیابی به انتشار خالص صفر تا سال ۲۰۵۰ تأکید کرده است (دولت فدرال امارات متحده عربی^۱، ۲۰۲۴). همچنین، راهبرد ملی هیدروژن امارات تولید هیدروژن کم‌کربن و ایجاد خوشه‌ها یا واحدهای هیدروژنی را به عنوان یکی از ابزارهای تنوع‌بخشی اقتصادی و صنعتی کشور معرفی می‌کند. عربستان

¹ UAE Government

سعودی نیز از طریق برنامه ملی انرژی‌های تجدیدپذیر و پروژه هیدروژن سبز نئوم، در پی توسعه ظرفیت خورشیدی و بادی و تبدیل برق پاک به حامل‌های انرژی قابل صادرات است. به طوری که پروژه هیدروژن سبز نئوم، برای استفاده ترکیبی از انرژی خورشیدی و بادی و تولید هیدروژن سبز طراحی شده است (پروژه نئوم^۱، ۲۰۲۳). افزون بر این، توسعه شبکه برق منطقه‌ای از طریق سازمان اتصال برق شورای همکاری خلیج فارس می‌تواند قابلیت تبادل برق، امنیت عرضه و ادغام تدریجی ظرفیت‌های تجدیدپذیر را در منطقه افزایش دهد (سازمان ارتباطات شورای همکاری خلیج فارس، بدون تاریخ^۲).

از این منظر، اقتصاد کشورهای خلیج فارس را نمی‌توان صرفاً در حال خروج از نفت دانست. بلکه این کشورها در حال حرکت به سمت مدل‌های چندحاملی و چندمنبعی انرژی هستند که در آن نفت، گاز، برق پاک، هیدروژن و محصولات پایین‌دستی به‌طور هم‌زمان در راهبرد توسعه اقتصادی نقش دارند. گزارش چشم‌انداز نفت اوپک نیز با بررسی صنایع پالایشی و پتروشیمی، هیدروژن و جذب، استفاده و ذخیره‌سازی کربن، بر تداوم اهمیت سرمایه‌گذاری در زنجیره‌های پایین‌دستی و فناوری‌های کم‌کربن تأکید می‌کند (اوپک^۳، ۲۰۲۴). بنابراین، آینده امنیت انرژی کشورهای خلیج فارس تنها به صادرات نفت خام وابسته نیست، بلکه به توانایی آن‌ها در ترکیب درآمدهای هیدروکربنی با توسعه انرژی پاک، هیدروژن، زیرساخت‌های شبکه و صنایع پایین‌دستی بستگی دارد.

۳. پیشنهادهای سیاستی

آسیب‌شناسی صورت گرفته در بخش قبل حاکی از آن است که تاب‌آوری انرژی ایران با چهار شکاف اصلی (الف) شکاف سوختی و وابستگی شدید به گاز، (ب) شکاف کارایی و شدت بالای مصرف انرژی، (ج) شکاف زیرساختی ناشی از فرسودگی شبکه و کمبود سرمایه‌گذاری و (د) شکاف نهادی و مالی در مسیر گذار به تجدیدپذیرها، مواجه است. بنابراین، هر سیاست اصلاحی باید هم‌زمان بر تنوع‌بخشی، بهره‌وری، انعطاف‌پذیری شبکه، و

^۱ NEOM

^۲ GCC Interconnection Authority, n.d

^۳ OPEC

اصلاح سیاست گذاری انرژی متمرکز باشد. لذا مرور تجربه کشورها نشان می دهد که برای ایران، تاب آوری انرژی و گذار انرژی می تواند در قالب یک بسته سیاستی چندلایه طراحی شود.

آسیب شناسی ارائه شده در بخش پیشین نشان می دهد که مسئله تاب آوری انرژی در ایران صرفاً به کمبود عرضه یا ناترازی مقطعی محدود نیست، بلکه ریشه در مجموعه ای از شکاف های ساختاری دارد. این شکاف ها را می توان در چهار محور اصلی خلاصه کرد: نخست، وابستگی بالای سبد انرژی کشور به گاز طبیعی که امنیت عرضه را در برابر شوک های فصلی و اختلالات تولید آسیب پذیر ساخته است. دوم، شدت بالای مصرف انرژی و ضعف کارایی در بخش های صنعت، ساختمان و حمل و نقل که فشار مضاعفی بر منابع و زیرساخت ها وارد می کند. سوم، فرسودگی زیرساخت های تولید، انتقال و توزیع برق همراه با کمبود سرمایه گذاری مؤثر برای نوسازی و توسعه شبکه. چهارم، نارسایی های نهادی و مالی که سرعت و مقیاس گذار به انرژی های تجدیدپذیر را محدود کرده است. بر این اساس، سیاست انرژی در ایران نیازمند رویکردی است که به جای تمرکز یک بعدی بر افزایش عرضه، هم زمان بر تنوع بخشی به منابع، ارتقای بهره وری، افزایش انعطاف پذیری شبکه و اصلاح سیاست گذاری انرژی استوار باشد. تجربه کشورهای مختلف نیز مؤید آن است که تاب آوری انرژی زمانی تقویت می شود که گذار انرژی در قالب یک بسته سیاستی چندلایه، تدریجی و هماهنگ طراحی شود. در ادامه مهمترین راهبردها ارائه شده است:

الف) تنوع بخشی واقعی به سبد انرژی

نخستین اولویت سیاستی، کاهش تدریجی وابستگی ساختاری به گاز طبیعی در سبد انرژی کشور است. اتکای بالای ایران به گاز، اگرچه در دوره ای مزیت نسبی محسوب می شد، اما در شرایط کنونی به یکی از کانون های آسیب پذیری تبدیل شده است. زیرا هرگونه اختلال در تولید، انتقال یا تخصیص گاز، هم زمان بخش برق، صنعت و مصرف خانگی را تحت تأثیر قرار می دهد. از این رو، تنوع بخشی صرفاً به معنای افزایش ظرفیت اسمی تجدیدپذیرها نیست، بلکه به معنای بازآرایی ترکیب عرضه انرژی به نفع منابعی است که وابستگی به یک

سوخت غالب را کاهش دهند. در این چارچوب، توسعه برق خورشیدی، زیستی و بادی، گسترش سامانه‌های ذخیره‌سازی، و تقویت منابع تولید غیرمتمرکز باید به‌عنوان اجزای مکمل یک راهبرد واحد دیده شوند. اهمیت این رویکرد در آن است که تنوع‌بخشی می‌تواند ریسک‌های ناشی از اوج مصرف زمستانی و تابستانی را کاهش دهد و ظرفیت مانور سیاست‌گذار را در مواجهه با بحران افزایش دهد. به بیان دیگر، هرچه سهم منابع متنوع‌تر در سبد انرژی بیشتر شود، احتمال آنکه کل سیستم در اثر اختلال یک حامل انرژی دچار تنش شود، کمتر خواهد بود. برای ایران، این امر مستلزم آن است که سیاست توسعه تجدیدپذیرها از سطح پروژه‌های پراکنده فراتر رود و به بخشی از راهبرد امنیت انرژی کشور تبدیل شود. در چنین شرایطی، تجدیدپذیرها نه صرفاً ابزار کاهش انتشار، بلکه ابزاری برای تقویت تاب‌آوری سیستم انرژی تلقی خواهند شد.

ب) تمرکززدایی از تولید برق

راهبرد دیگر شامل حرکت از الگوی متمرکز تولید برق به سمت ساختاری توزیع‌شده‌تر و انعطاف‌پذیرتر است. تجربه بحران‌های اخیر در برخی کشورها، به‌ویژه در شرایط جنگ و اختلالات گسترده زیرساختی، نشان داده است که اتکای صرف به نیروگاه‌های بزرگ و شبکه‌های متمرکز می‌تواند ریسک‌پذیری سیستم را افزایش دهد. در مقابل، توسعه تولید توزیع‌شده، سامانه‌های پشت‌بامی، میکروگریدها و واحدهای کوچک مقیاس، امکان تداوم نسبی تأمین برق را حتی در صورت اختلال در بخش‌هایی از شبکه فراهم می‌کند.

در ایران نیز تمرکززدایی از تولید برق می‌تواند چند کارکرد هم‌زمان داشته باشد. از یک سو، بخشی از بار شبکه سراسری را در مناطق پرمصرف کاهش می‌دهد. از سوی دیگر، قابلیت پشتیبانی از مراکز حساس مانند بیمارستان‌ها، زیرساخت‌های آب، مراکز داده و شهرک‌های صنعتی را در شرایط بحران افزایش می‌دهد. علاوه بر این، توسعه سامانه‌های محلی خورشیدی همراه با ذخیره‌سازی یا نیروگاه‌های زیست توده می‌تواند در مناطق دورافتاده، شهرک‌های صنعتی و نواحی با ضعف شبکه، هزینه اختلال را کاهش دهد. بنابراین، تمرکززدایی باید نه صرفاً به‌عنوان یک گزینه فناورانه، بلکه به‌مثابه یک راهبرد

دفاعی-اقتصادی برای افزایش تاب‌آوری انرژی در نظر گرفته شود. لازمه این تحول، اصلاح مقررات اتصال به شبکه، تسهیل قراردادهای خرید تضمینی، و ایجاد انگیزه برای سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و مصرف‌کنندگان بزرگ در تولید محلی برق است.

ج) اصلاح سمت تقاضا

سومین محور سیاستی، انتقال کانون توجه از عرضه‌محوری صرف به مدیریت تقاضا و بهبود بهره‌وری انرژی است. واقعیت آن است که هیچ برنامه‌گذار انرژی در شرایط شدت مصرف بالای فعلی نمی‌تواند پایدار و کم‌هزینه باشد. در اقتصادی که بخش قابل توجهی از انرژی در نتیجه فناوری‌های با بهره‌وری پایین، ساختمان‌های کم‌بازده، قیمت‌گذاری ناکارا و الگوهای مصرف غیربهینه هدر می‌رود، حتی افزایش تولید نیز به سرعت توسط رشد تقاضا خنثی می‌شود. از این منظر، اصلاح سمت تقاضا پیش شرط اصلی هرگونه بهبود پایدار در تاب‌آوری انرژی است. این اصلاح باید به صورت بخشی طراحی شود. در بخش صنعت، نوسازی تجهیزات، بازیافت حرارت، بهینه‌سازی فرآیندها و استقرار استانداردهای بهره‌وری و هوشمندسازی می‌تواند مصرف انرژی را بدون افت تولید کاهش دهد. در بخش ساختمان، ارتقای عایق‌بندی، استانداردسازی سامانه‌های سرمایش و گرمایش و توسعه تجهیزات کم‌مصرف از اهمیت زیادی برخوردار است. در حمل‌ونقل نیز کاهش مصرف سوخت بدون اصلاح ناوگان، بهبود حمل‌ونقل عمومی و توسعه الگوهای کم‌مصرف ممکن نخواهد بود. افزون بر این، سازوکارهای قیمتی و غیرقیمتی باید به شکلی بازطراحی شوند که رفتار مصرف‌کننده را به سمت صرفه‌جویی و کارایی سوق دهند. در نتیجه، کاهش شدت انرژی نه تنها فشار بر منابع سوختی و شبکه برق را کم می‌کند، بلکه فضای بیشتری برای توسعه تجدیدپذیرها و مدیریت بحران‌های عرضه فراهم می‌آورد.

د) تقویت شبکه و ذخیره‌سازی

باید توجه داشت گذار انرژی بدون نوسازی زیرساخت‌های شبکه، به نتیجه‌ای پایدار منتهی نمی‌شود. افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر، به‌ویژه منابع متناوبی مانند خورشید و باد، مستلزم آن است که شبکه برق از نظر فنی و مدیریتی توانایی جذب و تنظیم این منابع را

داشته باشد. در غیر این صورت، حتی در صورت توسعه ظرفیت تولید تجدیدپذیر، محدودیت‌های شبکه می‌تواند بهره‌برداری مؤثر از آن‌ها را کاهش دهد و کارایی سرمایه‌گذاری‌ها را پایین آورد.

برای ایران، تقویت شبکه باید چند بعد نوسازی شبکه انتقال و توزیع، کاهش تلفات، افزایش قابلیت پایش و کنترل هوشمند، و توسعه زیرساخت‌هایی که انعطاف‌پذیری سیستم را ارتقا دهند، را در بر گیرد. در کنار آن، ذخیره‌سازی انرژی باید به‌عنوان حلقه مکمل توسعه تجدیدپذیرها مورد توجه قرار گیرد. سامانه‌های باتری، ذخیره‌سازی در مقیاس توزیع، و حتی گزینه‌های بزرگ‌مقیاس‌تر در بلندمدت، می‌توانند نوسانات تولید را تعدیل کرده و قابلیت پاسخ‌گویی شبکه را در ساعات اوج مصرف افزایش دهند. بنابراین، اگر هدف صرفاً افزایش ظرفیت تولید نباشد، بلکه افزایش تاب‌آوری کل سیستم مدنظر باشد، سرمایه‌گذاری در شبکه و ذخیره‌سازی باید هم‌پایه توسعه نیروگاه‌های جدید در اولویت قرار گیرد.

ه) گذار انرژی مرحله‌ای و واقع‌گرایانه

گذار انرژی در ایران نباید بر مبنای الگوهای وارداتی و نسخه‌های یکسان‌سازی‌شده طراحی شود، بلکه لازم است متناسب با شرایط نهادی، مالی، فناورانه و ژئوپلیتیکی کشور صورت‌بندی شود. محدودیت‌های ناشی از تحریم، دشواری دسترسی به سرمایه خارجی، نوسان‌های اقتصادی، و ظرفیت محدود برخی فناوری‌ها ایجاب می‌کند که سیاست‌گذاری در این حوزه مرحله‌ای، اولویت‌بندی‌شده و مبتنی بر مزیت‌های بومی باشد. به همین دلیل، رویکرد واقع‌گرایانه آن است که به‌جای تعریف اهداف بلندپروازانه بدون پشتوانه اجرایی، نقشه راهی تدوین شود که در آن توالی اقدامات، منابع مالی، نهادهای مسئول و شاخص‌های ارزیابی روشن باشد.

در این چارچوب، می‌توان گذار انرژی را در چند فاز پیش برد. در کوتاه‌مدت تمرکز بر کاهش شدت انرژی، رفع گلوگاه‌های زیرساختی و توسعه سریع ظرفیت‌های تجدیدپذیر؛ در میان‌مدت گسترش تولید غیرمتمرکز، ذخیره‌سازی و اصلاح سازوکارهای بازار برق، و

در بلندمدت حرکت به سمت یک سبد انرژی متنوع‌تر با حکمرانی هوشمند و زیرساخت مقاوم و تاب آور. چنین طراحی مرحله‌ای این مزیت را دارد که از یک سو هزینه‌های گذار را قابل مدیریت می‌سازد و از سوی دیگر از تبدیل سیاست انرژی به مجموعه‌ای از اهداف شعاری و غیرقابل تحقق جلوگیری می‌کند. به بیان دیگر، گذار موفق در ایران زمانی محتمل است که از منطق پرش فناوریانه بدون زیرساخت نهادی فاصله گرفته و به سمت گذار تدریجی اما مستمر حرکت کند.

در مجموع مسئله اصلی انرژی در ایران صرفاً کمبود منابع یا ظرفیت تولید نیست، بلکه ترکیب نامتوازن سبد انرژی، ضعف زیرساخت و سیاستگذاری انرژی، سطح تاب‌آوری سیستم را کاهش داده است. تجربه کشورهای مختلف نیز نشان می‌دهد که در دوره‌های بحران، کشورهایی موفق‌تر عمل می‌کنند که سیاست انرژی خود را تنها بر افزایش عرضه فسیلی استوار نکنند، بلکه هم‌زمان به تنوع‌بخشی، تمرکززدایی، بهره‌وری، نوسازی شبکه و اصلاح حکمرانی توجه داشته باشند. از این منظر، آنچه ایران به آن نیاز دارد، تغییر جهت از منطق سنتی تأمین انرژی به هر قیمت، به سوی منطق تاب‌آوری محور است. منطقی که در آن امنیت انرژی نه صرفاً از مسیر تولید بیشتر، بلکه از طریق انعطاف‌پذیری بیشتر، اتلاف کمتر، تنوع بالاتر و ظرفیت سازگاری بیشتر حاصل می‌شود. چنین رویکردی در شرایط عادی می‌تواند کارایی سیستم را ارتقا دهد و در شرایط بحرانی مانند جنگ، خشکسالی، تحریم یا شوک‌های ژئوپلیتیکی، توان بقا و پایداری آن را افزایش دهد.

تعارض منافع

تعارض منافی وجود ندارد.

ORCID

Sepideh Abedi  <https://orcid.org/0000-0002-8878-4588>

منابع

- آذر عادل، شهبازی میثم، یزدانی حمید، محمودیان امید. (۱۳۹۸). ارزیابی تاب آوری زنجیره تأمین صنعت برق در ایران: رویکرد فازی. *فصلنامه پژوهش‌های سیاست‌گذاری و برنامه ریزی انرژی*. ۵ (۱): ۷-۲۸
- رهبر، فرهاد، برخورداری، سجاد و قره باغی دنیاداری، پانیذ. (۱۳۹۸). بررسی تأثیر تکانه‌های بهره‌وری انرژی بر انتشار آلاینده دی‌اکسید کربن در بخش‌های اصلی اقتصاد ایران با رویکرد Panel-VAR، *فصلنامه اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی*، ۳ (۶)، ۲۹-۵۳.
- طاهری بازخانه، صالح، عبدی سیدکلایی، محمد، اصغری حسین آبادی، سیده زهرا. (۱۴۰۳). شدت مصرف انرژی در ایران: بررسی آثار آستانه‌ای ساختار اقتصاد و تجارت. *مدلسازی اقتصاد انرژی*، ۲ (۱)، ۱۳۱-۱۵۷.
- طهرانچیان، امیر منصور، زروکی، شهریار، و خباز، مهسا. (۱۴۰۴). بررسی تأثیر مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر بر تاب‌آوری بوم‌شناختی ایران با استفاده از مدل ARDL. *پژوهش و فناوری محیط زیست*، ۱۰ (۱۸)، ۲۳-۴۱.
- فرج‌زاده، زکریا. (۱۳۹۴). شدت انرژی در اقتصاد ایران: اجزا و عوامل تعیین‌کننده. *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۴ (۱۵)، ۵۵-۹۸.

References

- Azar A, Shahbazi M, Yazdani H, Mahmoudian O. Assessment of Supply Chain Resilience of Electric Power Industry in Iran: Fuzzy Approach(2019). *Quarterly Journal of Energy Policy and Planning Research*; 5 (1):7-28URL: <http://epprjournal.ir/article-1-588-fa.html>. [In Persian].
- Asadi, M., Larki, I., Forootan, M. M., Ahmadi, R., & Farajollahi, M. (2023). Long-Term Scenario Analysis of Electricity Supply and Demand in Iran: Time Series Analysis, Renewable Electricity Development, Energy Efficiency and Conservation. *Sustainability*, 15(5), 4618. <https://doi.org/10.3390/su15054618>
- European Commission (2025a). *REPowerEU: Affordable, secure and sustainable energy for Europe*. Roadmap to fully end dependency on

- Russian energy by 2027. Available at: https://commission.europa.eu/topics/energy/repowereu_en
- European Commission (2025b). *The Clean Industrial Deal: A plan for EU competitiveness and decarbonisation*. Available at: https://commission.europa.eu/topics/competitiveness/clean-industrial-deal_en
- European Commission (2025c). *EU guidance on ensuring electricity grids are fit for the future - Guidance document on anticipatory investments*. Available at: https://energy.ec.europa.eu/news/eu-guidance-ensuring-electricity-grids-are-fit-future-2025-06-02_en
- European Commission. (2025d). *REPowerEU – 4 years on*. https://energy.ec.europa.eu/strategy/repowereu-phase-out-russian-energy-imports/repowereu-4-years_en
- Farajzadeh, Z. (2015). Energy Intensity in the Iranian Economy: Components and Determinants. *Iranian Energy Economics*, 4(15), 55-98. [In Persian].
- GCC Interconnection Authority. (2024). *Our plans*. <https://gccia.com.sa/gccia-grid/our-plans/>
- Gardes-Landolfini, C., Grippa, P., Oman, W., & Yu, S. (2023). Energy Transition and Geoeconomic Fragmentation: Implications for Climate Scenario Design. *Staff Climate Notes*, 2023(003), Article A001, A001. Retrieved Aug 1, 2026, from <https://doi.org/10.5089/9798400258220.066.A001>
- IEA. (2026). *Iran – Emissions*. <https://www.iea.org/countries/iran/emissions>
- IEA. (2026). *Iran – Oil*. <https://www.iea.org/countries/iran/oil>
- International Energy Agency. (2023). *Ukraine*. IEA. <https://www.iea.org/countries/ukraine>
- International Energy Agency. (2025). *The future of electricity in the Middle East and North Africa*. <https://www.iea.org/reports/the-future-of-electricity-in-the-middle-east-and-north-africa>
- Khan, H., Akhtar, M. S., Qyyum, M. A., Liu, J. J., et al. (2025). Post-COVID-19 and Korea hydrogen economy roadmap 2040: Challenges and the way forward. *International Journal of Hydrogen Energy*, 137, 882–891. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.05.147>
- NEOM. (2023). *NEOM Green Hydrogen Company receives first wind turbines for world's largest green hydrogen plant*. <https://www.neom.com/en-us/newsroom/nghc-wind-turbine-delivery>

- Organization of the Petroleum Exporting Countries. (2024, September). *World oil outlook 2024*. <https://www.opec.org/assets/assetdb/woo-2024.pdf>
- Pazuki, M.-M., Zahedi Rad, V., Vahidiazar, V., Fallahi, F., Safaie, N., & Amidpour, M. (2025). Mitigating Iran's electricity deficit through household photovoltaic expansion: A system dynamics approach with impact analysis on CO2 emissions and water resources. *Journal of Systems Thinking in Practice*, 4(3), 42–73.
- Rahbar, F, Barkhordari, S and Garah Baghi Donyadari, P. (2019). An Analysis of Energy Productivity Shocks on CO2 Emissions in the Main conomic Sectors of Iranian Economy with Panel-VAR Approach. *Journal of Environmental and Natural Resource Economics*, 3(6). [In Persian].
- Tehranian, A. M., Zaroki, S., & Khabbaz, S. M. (2025). Investigating the impact of non-renewable energy consumption on Iran's ecological resilience using the ARDL model. *Environmental Research and Technology*, 10(18), 23-41. [In Persian].
- Taheri Bazkhaneh, S., Abdi Seyyedkolaee, M., & Asghari Hoseinabadi, S. Z. (2024). Energy Intensity in Iran: Examining the Threshold Effects of Economic Structure and Trade. *Journal of Energy Economics Modeling*, 2(1), [In Persian].
- UAE Government. (2024, December 30). *UAE Energy Strategy 2050*. The Official Platform of the UAE Government. <https://u.ae/en/about-the-uae/strategies-initiatives-and-awards/strategies-plans-and-visions/environment-and-energy/uae-energy-strategy-2050>
- Zhang, Y., Liu, B., Xue, J., Chen, Y., & Zhao, F. (2024). Would geopolitical risks be the new driver of the energy transition? An empirical study on renewable energy technology innovation. *Energy Economics*, 141, 108100. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2024.108100>
- Zhao, P., & Zhao, T. (2025). The relationships between geopolitics and global critical minerals shipping: A literature review. *Ocean & Coastal Management*, 262, 107559. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2025.107559>.

استناد به این مقاله: عابدی، س. (۱۴۰۴). چارچوب سیاستی گذار به انرژی‌های تجدیدپذیر برای تحقق تاب‌آوری انرژی در شرایط بحران، فصلنامه اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی، ۵(۱۴)، صفحات ۶۱-۸۳. DOI: 10.22054/eenr.2026.95281.243



Journal of Environmental and Natural Resource Economics licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.