

# فاترازی انرژی و پیامدهای ساختاری آن بر تولید صنعتی؛

تحلیل سیاستی و گزینه‌های عملی پیش‌روی بنگاه‌ها و دولت



معاونت مطالعات اقتصادی و آینده‌پژوهی  
اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران





معاونت مطالعات اقتصادی و آینده پژوهی  
اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران

---

# ناترازی انرژی و پیامدهای ساختاری آن بر تولید صنعتی؛ تحلیل سیاستی و گزینه‌های عملی پیش‌روی بنگاه‌ها و دولت تدوین: علیرضا اسدی

---

از طریق پست الکترونیکی زیر می‌توانید پیشنهادها و نظرات اصلاحی خود را به واحد  
مربوطه منعکس نمایید:

[economic\\_research@tccim.ir](mailto:economic_research@tccim.ir)

مواضع این گزارش، الزاما مواضع اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی تهران نیست.  
استفاده از مطالب این گزارش با ذکر منبع بلامانع است.

بهمن ۱۴۰۴

## چکیده مدیریتی

ناترازی انرژی و بطور خاص کمبود برق و گاز در سال‌های اخیر از یک مشکل مقطعی و فنی به یک ریسک سیستماتیک و مسئله ساختاری برای بخش صنعت کشور تبدیل شده است. ناپایداری تأمین انرژی، به‌ویژه در دوره‌های اوج مصرف، موجب اختلال مکرر در فرآیند تولید، افزایش هزینه‌های عملیاتی، کاهش بهره‌برداری از ظرفیت نصب‌شده و تضعیف ثبات فعالیت بنگاه‌های صنعتی شده است. این شرایط، به‌خصوص برای صنایع انرژی‌بر و پیوسته، پیامدهایی فراتر از زیان‌های کوتاه‌مدت داشته و در عمل تداوم تولید، سودآوری و تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری را با عدم قطعیت جدی مواجه کرده است.

این گزارش با هدف تبیین ابعاد اقتصادی و نهادی ناترازی انرژی، نشان می‌دهد که ناپایداری برق و گاز صرفاً یک شوک بیرونی نیست، بلکه از طریق زنجیره‌ای از عوامل نهادی، سیاست‌گذاری و محدودیت‌های زیرساختی به سطح بنگاه منتقل می‌شود و به‌صورت یک ریسک سیستماتیک، کل بخش صنعت را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در این چارچوب، حتی بنگاه‌های کارآمد نیز قادر به مصون‌سازی کامل خود در برابر این ریسک نیستند و ناچار به تخصیص منابع به فعالیت‌های غیرمولد مانند تأمین انرژی جایگزین یا مدیریت بحران می‌شوند.

گزارش با استفاده از یک مدل تحلیل علی لایه‌ای نشان می‌دهد که ریشه‌های اصلی این ریسک در لایه‌های نهادی و سیاستی قرار دارد؛ از جمله نبود قواعد شفاف و پیش‌بینی‌پذیر برای تخصیص انرژی، اولویت‌بندی غیرهدفمند مصرف، تأخیر در سرمایه‌گذاری زیرساختی و ضعف گفت‌وگوی ساختاریافته با بخش خصوصی. بر این اساس، گزارش تأکید می‌کند که مدیریت ناترازی انرژی نیازمند مداخله سیاستی هدفمند و هم‌زمان تقویت تاب‌آوری بنگاه‌هاست. ارائه راهکارهای سیاستی در سطح دولت و راهبردهای عملی در سطح بنگاه‌ها، محور اصلی پیشنهادهای این گزارش برای کاهش شدت ریسک سیستماتیک انرژی و حفظ پایداری تولید صنعتی است.

## ۱. بیان مسئله

در سال‌های اخیر، ناپایداری تأمین برق و گاز که به عنوان ناترازی انرژی خوانده می‌شود، به یکی از چالش‌های اصلی و ساختاری بخش صنعتی و تجاری ایران تبدیل شده است. محدودیت‌های ظرفیت تولید و انتقال انرژی، رشد سریع تقاضا، فشارهای فصلی (به‌ویژه در فصل زمستان برای گاز و تابستان برای برق)، اولویت‌دهی مصرف خانگی بر صنعت، و تأثیر تحریم‌ها و کمبود منابع ارزی، موجب شده‌اند که صنایع به‌طور مکرر با قطع ناگهانی برق، افت فشار گاز، سهمیه‌بندی شدید و نوسانات غیرقابل پیش‌بینی مواجه شوند. این ناپایداری، به‌ویژه در صنایع پیوسته و انرژی‌بر مانند فولاد، پتروشیمی، سیمان و نساجی، پیامدهای اقتصادی سنگینی به همراه داشته است؛ از جمله توقف خطوط تولید، خواب سرمایه نصب‌شده، افزایش هزینه‌های عملیاتی ناشی از استفاده از سوخت‌های جایگزین گران‌قیمت و آلاینده، کاهش کیفیت محصول، تأخیر در تحویل تعهدات تجاری، افت بهره‌وری کل عوامل تولید، و در نهایت تضعیف جدی مزیت رقابتی بنگاه‌ها در بازارهای داخلی و بین‌المللی. این وضعیت نه تنها ریسک عملیاتی و مالی بنگاه‌ها را به شدت افزایش داده، بلکه سرمایه‌گذاری جدید را دلسرد کرده، زنجیره ارزش صنعتی را مختل نموده و در سطح کلان به کاهش تولید صنعتی، افت صادرات غیرنفتی، کاهش اشتغال و تضعیف تاب‌آوری اقتصاد ملی منجر شده است. مسئله اصلی این گزارش آن است که ناترازی یا ناپایداری تأمین انرژی، فراتر از یک مشکل فنی یا مقطعی، به یک عامل سیستماتیک و ساختاری تبدیل شده که از طریق زنجیره‌ای از محدودیت‌های کلان به سطح بنگاه منتقل می‌شود و بدون مداخله هدفمند و هوشمندانه، می‌تواند رشد صنعتی پایدار را به خطر اندازد.

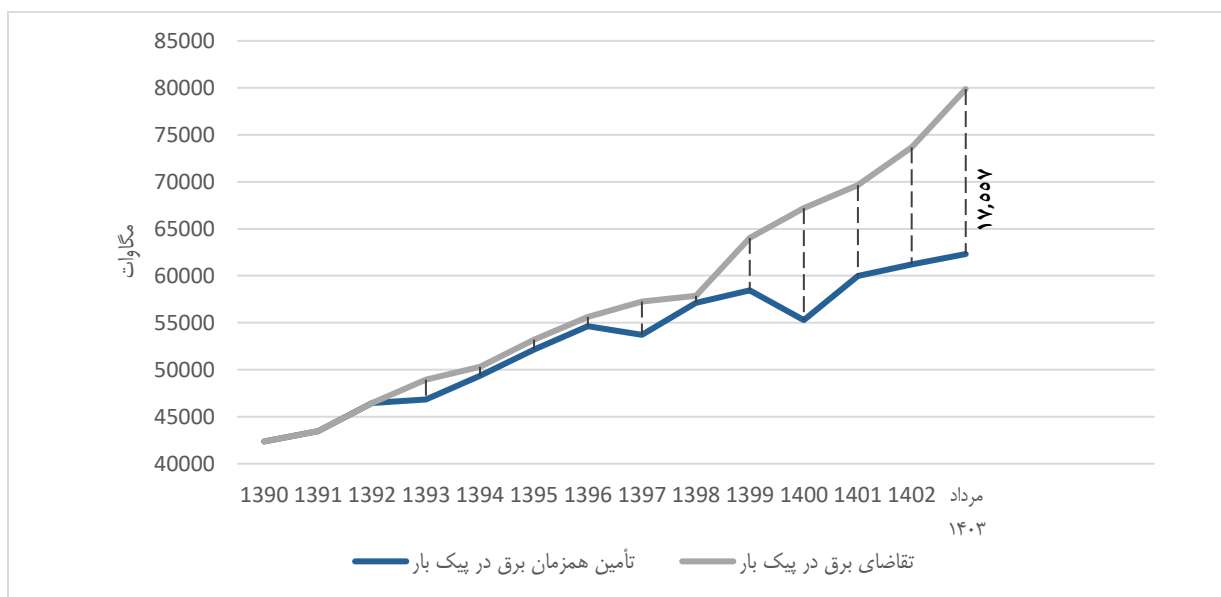
### ۱-۱. اهمیت انرژی در فعالیت صنعتی و تجاری

انرژی، به‌ویژه برق و گاز، نه یک نهاده فیزیکی تولید، بلکه به‌عنوان زیرساخت کلیدی عمل می‌کند که بر برنامه‌ریزی تولید، بهره‌برداری از ظرفیت‌ها، کیفیت محصول و تعهدات تجاری تأثیر مستقیم دارد. پایداری تأمین انرژی شرط لازم برای کاهش ریسک عملیاتی، ثبات هزینه‌ها و تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری است. در نبود پایداری، بنگاه‌ها با نوسانات اقتصادی و محدودیت‌های رقابتی مواجه می‌شوند. بر اساس چارچوب‌های رقابتی مانند مدل زنجیره ارزش پورتر، انرژی پایدار در عمل کارکردی مشابه یک دارایی نامشهود دارد و می‌تواند منبع ایجاد مزیت رقابتی برای بنگاه باشد. در اقتصادهای در حال توسعه، مانند ایران، انرژی نقش حیاتی در حمایت از صنایع کوچک و متوسط دارد، جایی که دسترسی ناپایدار به برق و گاز می‌تواند منجر به کاهش تولید قابل توجهی شود، این مسئله نه تنها بهره‌وری را کاهش می‌دهد، بلکه بر زنجیره تأمین تأثیر گذاشته و باعث افزایش هزینه‌های عملیاتی می‌شود. در کشورهای در حال توسعه، انرژی ناپایدار می‌تواند اثر منفی بر جذب سرمایه‌گذاری خارجی داشته باشد چراکه سرمایه‌گذاران به دنبال محیط‌های قابل پیش‌بینی هستند. در ایران، با توجه به وابستگی صنایع به گاز طبیعی و برق، ناپایداری انرژی می‌تواند به عنوان سدی برای رشد صادرات عمل کند، زیرا موجب کاهش بهره‌وری تولید محصولات صنعتی و هزینه بیشتر تولید می‌شود. نتیجه مطالعات نشان می‌دهد که بهبود پایداری انرژی می‌تواند بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) را تا ۱۱ درصد افزایش دهد (Apeti & Ly, 2024). بنابراین، درک اهمیت انرژی فراتر از جنبه‌های فنی است و شامل ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی می‌شود، که برای مدیران بنگاه‌ها و سیاست‌گذاران ضروری است تا استراتژی‌های بلندمدت تدوین کنند. این رویکرد نه تنها ریسک‌ها را کاهش می‌دهد، بلکه فرصت‌هایی برای

نوآوری در فناوری‌های انرژی ایجاد می‌کند، مانند استفاده از منابع تجدیدپذیر که می‌تواند وابستگی به سوخت‌های فسیلی را کم کند.

## ۲-۱. مسئله ناترازی یا ناپایداری تأمین برق و گاز برای صنعت

در سال‌های اخیر، ناپایداری تأمین برق و گاز به چالشی جدی تبدیل شده است. محدودیت ظرفیت تولید، رشد تقاضا و فشارهای فصلی منجر به قطع یا محدودیت انرژی شده که بر صنایع پیوسته و انرژی‌بر تأثیرات اقتصادی عمیقی دارد و می‌تواند رشد GDP کشورهای را کاهش دهد. در یک دهه گذشته، ناترازی برق یعنی کمبود عرضه نسبت به تقاضا در ایام پیک مصرف (ماه‌های گرم) روند صعودی پیدا کرده است. براساس آمار شرکت توانیر (شکل ۱)، شکاف میان تولید و مصرف برق در لحظه پیک بار رو به افزایش بوده به نحوی که در لحظه پیک سال ۱۴۰۳ (ساعت ۱۴:۲۷، ۱۴۰۳/۰۵/۱۷) این شکاف به رقم ۱۷۵۵۷ مگاوات افزایش یافته است. در بخش گاز نیز همین ناترازی تشدید شده است به نحوی که در زمستان سال ۱۴۰۳ میزان کسری گاز به ۳۱۵ میلیون مترمکعب در روز رسیده است یعنی ۲۷ درصد تقاضای کشور با چالش تأمین مواجه شده است (مرکز پژوهش مجلس، ۱۴۰۴).



شکل ۱- روند تولید و مصرف برق در اوج مصرف در بازه زمانی ۱۳۹۳-۱۴۰۳. (منبع: شرکت مادر تخصصی توانیر، ۱۴۰۲ و ۱۴۰۳)

در ایران، صنایع بزرگ و ارزآور مانند فولاد و پتروشیمی که به گاز وابسته هستند، در فصل زمستان با محدودیت‌های شدید مواجه می‌شوند، که منجر به توقف تولید و خسارت‌های مالی می‌شود. این مسئله نه تنها بهره‌وری را کاهش می‌دهد، بلکه بر اشتغال تأثیر گذاشته و می‌تواند به خروج نیروی کار ماهر منجر شود. بنگاه‌ها در مواجهه با ناپایداری تأمین برق، اغلب به

ژنراتورهای دیزلی روی می‌آورند، که هزینه‌ها را افزایش داده و آلودگی محیطی ایجاد می‌کند. برای حل این مسئله، نیاز به رویکردهای یکپارچه است که شامل سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و مدیریت ریسک باشد. علاوه بر این، ناپایداری انرژی رقابت‌پذیری جهانی صنعت را تضعیف می‌کند، زیرا رقبای بین‌المللی مانند چین با شبکه‌های پایدارتر، هزینه‌های کمتری دارند.

## ۲. پیشینه نظری

در این بخش با مروری بر پیشینه نقش انرژی در نظریه‌های تولید و بهره‌وری، عناصر مورد نیاز برای تدوین یک مدل تحلیلی بررسی شده است.

### ۲-۱. انرژی در تولید و بهره‌وری بنگاه

در چارچوب نظریه‌های نئوکلاسیک و با استفاده از تابع تولید CES، مطالعات تجربی نشان می‌دهد که انرژی در بسیاری از صنایع به‌عنوان نهاده‌ای با کشش جانشینی پایین نسبت به سرمایه و نیروی کار عمل می‌کند؛ از این رو اختلال در تأمین آن مستقیماً بر سطح تولید و بهره‌وری اثرگذار است. برخی اقتصاددانان نشان داده‌اند که انرژی نه فقط یک نهاده فرعی، بلکه یک عامل بنیادی برای فعال‌سازی سرمایه و نیروی کار و محرک پیشرفت تکنولوژیک است (Kümmel, 1989). در اقتصادهای در حال توسعه، مانند ایران، جایی که انرژی نقش مهمی در ساختار صنایع بزرگ دارد، ناپایداری می‌تواند بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) را به‌طور قابل توجهی کاهش دهد. شواهد تجربی مبتنی بر داده‌های نظرسنجی بنگاه‌های تولیدی بانک جهانی نشان می‌دهد که شرکت‌هایی که با محدودیت‌های مکرر برق مواجه هستند، در برآوردهای تجربی، بهره‌وری مبتنی بر درآمد پایین‌تری نسبت به بنگاه‌های بدون این محدودیت‌ها دارند؛ به‌گونه‌ای که در برخی برآوردها این شکاف در حدود ۱۱ درصد گزارش شده است. نتایج این پژوهش همچنین نشان می‌دهد که افزایش شدت یا فراوانی قطعی‌های برق با کاهش معنادار TFP همراه است، به‌ویژه در کشورهای کم‌درآمد، و این رابطه حتی پس از کنترل عوامل بنگاهی و محیطی همچنان پابرجا باقی می‌ماند (Apeti & Ly, 2024).

این یافته‌ها تأکید می‌کنند که ناپایداری انرژی نه تنها هزینه‌های مستقیم (مانند استفاده از ژنراتورهای پشتیبان) ایجاد می‌کند، بلکه از طریق کاهش بهره‌وری کل عوامل، رشد بلندمدت بنگاه‌ها و اقتصاد را تهدید می‌نماید. بنابراین، بهبود قابلیت اطمینان تأمین انرژی می‌تواند یکی از مؤثرترین راه‌ها برای افزایش رقابت‌پذیری صنعتی در چین‌های گوناگونی باشد. این چارچوب‌ها توضیح می‌دهند چرا در صنایع انرژی‌بر که نمی‌توانند به راحتی انرژی را با سایر نهاده‌ها یا سرمایه جایگزین کنند، ناپایداری انرژی منجر به تخصیص ناکارآمد منابع می‌شود. برای مثال، در غنا، بنگاه‌ها بخش قابل توجهی از درآمد را صرف انرژی جایگزین می‌کنند، که بهره‌وری را کاهش می‌دهد (Abeberese et al., 2021). در ایران، با توجه به تحریم‌ها، این مسئله تشدید می‌شود، زیرا دسترسی به فناوری‌های کارآمد محدود است. بنابراین، سیاست‌گذاران باید بر بهبود بهره‌وری تمرکز کنند، که می‌تواند با آموزش نیروی کار و سرمایه‌گذاری در فناوری‌های بومی همراه باشد. در نهایت، درک این مبانی نظری برای بنگاه‌ها ضروری است تا استراتژی‌های خود را با شرایط کلان تطبیق دهند و رقابت‌پذیری را حفظ کنند.

### ۲-۲. ناترازی انرژی و ریسک عملیاتی

ناترازی یا ناپایداری انرژی به‌عنوان «ریسک سیستماتیک» تحلیل می‌شود که واریانس جریان نقدی را افزایش می‌دهد. مدل‌های تخصیص ناکارآمد نهاده‌ها نشان می‌دهد که بنگاه‌ها منابع را به فعالیت‌های غیرمولد اختصاص می‌دهند. در این چارچوب شرایط بحث می‌شود که پایداری انرژی نیازمند ترکیب سیاست‌های دولتی و نوآوری بنگاهی است تا ریسک‌ها را مدیریت کند. در کشورهای در حال توسعه، این ریسک‌ها می‌تواند سرمایه‌گذاری را کاهش دهد. مدل‌های مدیریت ریسک نشان می‌دهند که شوک‌های انرژی منجر به افزایش نرخ تنزیل سرمایه‌گذاری می‌شود، که برای صنایع ایران با فشارهای ارزی چالش‌برانگیز است. این مدل‌ها تأکید دارند که حتی قیمت پایین انرژی نمی‌تواند عدم قطعیت را جبران کند، و نیاز به سیستم‌های مدیریتی قوی است. ادغام این مدل‌ها می‌تواند با تمرکز بر پیش‌بینی‌پذیری کمک کند، مانند استفاده از قراردادهای بلندمدت برای تأمین انرژی. علاوه بر این، نوآوری‌هایی مانند میکروگریدها می‌تواند ریسک را کاهش دهد.

## ۲-۳. انرژی و مزیت رقابتی در چارچوب زنجیره ارزش

در مدل پورتر، انرژی بر هزینه، کیفیت و انعطاف‌پذیری اثرگذار است. برخی مطالعات نیز با توجه به کاهش هزینه‌های تولید انرژی‌های تجدیدپذیر تأکید دارند که انرژی تجدیدپذیر می‌تواند هزینه‌های تولید را کاهش دهد و رقابت‌پذیری را تقویت کند بنابراین پایداری انرژی می‌تواند مزیت رقابتی را با بهبود کیفیت محصول افزایش دهد. در مقابل بحث شده است که ناپایداری انرژی زنجیره ارزش را تضعیف می‌کند، همان‌طور که در کشورهای آفریقایی دیده شده است (World Bank, 2013). در ایران، در صنایعی که از اختلال در صنایع مادر متأثر می‌شوند، ناپایداری انرژی منجر به افزایش هزینه‌ها و کاهش صادرات می‌شود. این چارچوب برای مدیریت بنگاه‌ها اهمیت دارد تا انرژی را با تمرکز بر نوآوری و تنوع منابع برای کاهش ریسک، به عنوان بخشی از استراتژی رقابتی ببینند.

## ۳. تحلیل علی لایه‌ای اثر ناترازی انرژی بر تولید صنعتی

برای بررسی تأثیر ناترازی انرژی بر تولید صنعتی لازم است که عوامل مختلف در قالب یک مدل قرار گیرند تا مشخص شود چگونه ناپایداری تأمین برق و گاز بر عملکرد بنگاه‌های صنعتی و کل اقتصاد اثر می‌گذارد. در اینجا یک مدل مفهومی مبتنی بر یک چارچوب تحلیل علی لایه‌ای و زنجیره‌ای با استفاده از مبانی نظری ارائه شده است که نشان می‌دهد چگونه عوامل نهادی و ساختاری حوزه انرژی - از جمله سیاست‌گذاری‌های ناکارآمد، اولویت‌بندی مصرف خانگی بر صنعت، عدم شفافیت در تخصیص سهمیه‌ها، تأخیر در سرمایه‌گذاری زیرساختی، و تأثیر تحریم‌ها بر واردات تجهیزات و فناوری - به طور مستقیم و غیرمستقیم بر تداوم تولید بنگاه‌های صنعتی اثر می‌گذارند. زنجیره اثرگذاری از محدودیت‌های کلان و نهادی آغاز می‌شود و به تدریج از طریق ناپایداری واقعی تأمین انرژی (قطعی برق، افت فشار یا سهمیه‌بندی گاز، نوسانات غیرقابل پیش‌بینی) به سطح بنگاه منتقل می‌گردد. در این مسیر، عدم قطعیت و شوک‌های مکرر باعث می‌شود بنگاه‌ها نتوانند ظرفیت نصب‌شده خود را به طور کامل بهره‌برداری کنند، منابع انسانی و مالی را به فعالیت‌های غیرمولد (مانند تأمین انرژی جایگزین یا مدیریت بحران) اختصاص دهند، هزینه‌های ثابت و متغیرشان افزایش یابد، کیفیت محصول افت کند، تعهدات تحویل به مشتریان به خطر بیفتد و در نهایت مزیت رقابتی‌شان در بازارهای داخلی و صادراتی تضعیف شود. عوامل نهادی انرژی در این مدل نقش محوری دارند: وقتی سیاست‌گذاری‌ها پیش‌بینی‌پذیر، شفاف و مبتنی بر اولویت‌بندی منطقی صنایع نیستند، ریسک سیستماتیک

افزایش می‌یابد و بنگاه‌ها نمی‌توانند برنامه‌ریزی بلندمدت انجام دهند؛ نرخ تنزیل سرمایه‌گذاری‌شان بالا می‌رود، تمایل به سرمایه‌گذاری جدید کاهش می‌یابد و حتی بنگاه‌های کارآمد نیز در مقایسه با رقبای خارجی (که از تأمین پایدار انرژی برخوردارند) در موقعیت ضعیف‌تری قرار می‌گیرند. بنابراین، پایداری تأمین انرژی در این چارچوب نه تنها یک شرط فنی، بلکه یک عامل نهادی کلیدی برای حفظ و تقویت رقابت‌پذیری صنعتی تلقی می‌شود. مدل تأکید دارد که بدون اصلاح عوامل نهادی (مانند ایجاد قواعد شفاف تخصیص، اعلام زودهنگام محدودیت‌ها، گفت‌وگوی مستمر با بخش خصوصی و اولویت‌دهی به صنایع پیشران و صادرات‌محور)، حتی افزایش ظرفیت تولید به تنهایی نمی‌تواند رقابت‌پذیری را احیا کند. تمرکز اصلی مدل بر کاهش شدت انتقال شوک‌ها از سطح نهادی به سطح بنگاه است تا بهره‌وری، ثبات هزینه‌ها و جذابیت محیط سرمایه‌گذاری صنعتی حفظ شود. شکل (۲) خلاصه زنجیره اثرگذاری مدل مفهومی را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود این مدل از چهار لایه تشکیل شده است که هر لایه به لایه بعدی متصل است و نشان می‌دهد چگونه مشکلات از بیرون (لایه‌های کلان و نهادی) به داخل (لایه بنگاه و اقتصاد) منتقل می‌شوند. این ساختار لایه‌ای به سیاست‌گذار عمومی کمک می‌کند تا ببیند مشکل انرژی صنعتی فقط یک مسئله فنی نیست، بلکه یک زنجیره لایه‌به‌لایه است که از عوامل نهادی شروع می‌شود و در نهایت به رقابت‌پذیری و رشد اقتصاد ملی می‌رسد.

شکل ۲- مدل تاثیرگذاری ناترازی انرژی بر رقابت پذیری صنعتی



لایه اول تحلیل محدودیت‌های ساختاری و نهادی است. این لایه بیرونی‌ترین و بنیادی‌ترین لایه مدل است. اینجا عوامل اصلی و بیرونی مشکل بررسی می‌شود: تحریم‌های بین‌المللی که مانع واردات تجهیزات و فناوری می‌شوند، کمبود شدید منابع ارزی برای سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی، سیاست‌گذاری‌های ناکارآمد (مانند اولویت دادن بیش از حد به مصرف خانگی گاز در فصل سرد بدون برنامه جایگزین برای صنعت)، عدم شفافیت در نحوه تخصیص سهمیه‌ها و زمان‌بندی محدودیت‌ها، و نبود برنامه‌ریزی بلندمدت و هماهنگ برای توسعه شبکه برق و گاز. وقتی این عوامل نهادی قوی باشند، دولت نمی‌تواند زیرساخت انرژی را به‌موقع توسعه دهد یا حتی نگهداری کند. نتیجه این است که شبکه برق و گاز از پایه ناپایدار و غیرقابل اعتماد می‌شود. صنعت نمی‌تواند روی تأمین مداوم انرژی حساب باز کند و ریسک سیاست‌گذاری (تغییر ناگهانی قوانین، سهمیه‌ها یا اولویت‌ها) بسیار بالا می‌رود. در نتیجه، محیط کلی کسب‌وکار برای بخش صنعت جذابیت خود را از دست می‌دهد و سرمایه‌گذاران (داخلی و خارجی) از ورود یا گسترش فعالیت منصرف می‌شوند.

لایه دوم به وضعیت تأمین انرژی می پردازد. در این لایه، مشکلات لایه بیرونی به شکل واقعی و ملموس در زندگی روزمره صنعت ظاهر می شود: قطعی های ناگهانی و برنامه ریزی نشده برق (به خصوص در فصل تابستان و اوج مصرف)، افت شدید فشار گاز یا قطع کامل آن در زمستان، سهمیه بندی های غیرمنتظره و شدید، و نوساناتی که هیچ بنگاهی نمی تواند از قبل پیش بینی کند. بنگاه ها دیگر نمی توانند تولید پیوسته و منظم داشته باشند. ساعات کاری ماشین آلات و خطوط تولید به شدت کاهش می یابد، هزینه های عملیاتی به طور ناگهانی و غیرقابل کنترل بالا می رود (مثلاً نیاز فوری به سوخت جایگزین گران قیمت)، کیفیت محصول افت می کند و مشتری ها (داخلی یا صادراتی) اعتماد خود را از دست می دهند. همه این عوامل مستقیماً مزیت رقابتی بنگاه را در بازار تضعیف می کنند.

لایه سوم بر واکنش بنگاه ها متمرکز است. وقتی تأمین انرژی در لایه دوم ناپایدار است، بنگاه ها چاره ای جز واکنش ندارند: خرید و راه اندازی ژنراتورهای دیزلی یا گازی گران قیمت، تغییر سوخت به مازوت یا گازوئیل (که هم هزینه بر است و هم آلاینده و گاهی ممنوع)، کاهش تعداد شیفت های کاری، تعطیلی موقت برخی خطوط تولید، یا صرف زمان و انرژی زیاد مدیران و کارکنان برای مدیریت بحران به جای تمرکز روی تولید، فروش و نوآوری. در نتیجه منابع مالی، انسانی و مدیریتی که باید صرف بهبود فرآیندها، کاهش هزینه ها، افزایش کیفیت، تحقیق و توسعه یا بازاریابی شود، حالا به فعالیت های غیرمولد و اضطراری اختصاص می یابد. در نتیجه بهره وری کل عوامل تولید پایین می آید، قیمت تمام شده محصول به طور ساختاری افزایش پیدا می کند و بنگاه در رقابت با رقبای خارجی (که از تأمین انرژی پایدار برخوردارند) یا حتی رقبای داخلی قوی تر، به طور مداوم عقب می ماند.

لایه چهارم شامل پیامدهای اقتصادی و رقابتی است. در نهایت همه لایه های قبلی به نتایج بزرگ تر و کلان می رسد: بنگاه ها نمی توانند در بازارهای داخلی و بین المللی رقابت کنند، پروژه های سرمایه گذاری جدید به تعویق می افتد یا کاملاً لغو می شود، برخی بنگاه ها (به خصوص کوچک و متوسط) از بازار خارج می شوند، زنجیره تأمین صنعتی (از مواد اولیه تا محصول نهایی) مختل می گردد و کل بخش صنعت دچار رکود و کاهش ظرفیت می شود.

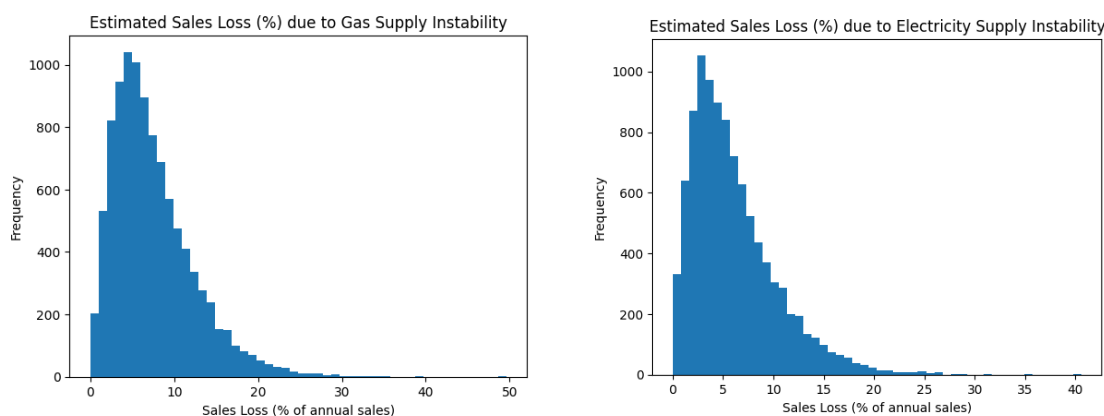
پیامد نهایی این وضعیت برای اقتصاد کشور عبارت است از کاهش حجم صادرات غیرنفتی، از دست رفتن فرصت های شغلی در بخش صنعت، کاهش درآمدهای ارزی، افزایش بیکاری ساختاری در مناطق صنعتی، و تضعیف کلی تاب آوری اقتصاد ملی در برابر شوک های خارجی و داخلی.

بر اساس این تحلیل لایه ای می دهد هر سیاستی که بخواهد این مشکل را حل کند، باید از لایه اول (بیرونی) شروع شود: اصلاح سیاست گذاری های نهادی، افزایش شفافیت، اولویت بندی منطقی مصرف انرژی، ایجاد قواعد پیش بینی پذیر و گفت و گوی واقعی و مستمر با بخش خصوصی. اگر این لایه بیرونی اصلاح نشود، تلاش در لایه های پایین تر (مانند یارانه بیشتر یا ژنراتورهای اضطراری) فقط هزینه ها را افزایش می دهد و مشکل را به طور ریشه ای حل نمی کند.

## شبیه سازی کمی مدل تحلیل علی لایه‌ای

به منظور کمی سازی آثار اقتصادی ناترازی انرژی یا ناپایداری تأمین برق و گاز بر عملکرد بنگاه‌های صنعتی، از شبیه سازی مونت کارلو استفاده شده است. این روش امکان تحلیل پیامدهای مالی در شرایط عدم قطعیت و کمبود داده‌های دقیق بنگاهی را فراهم می‌کند و به جای ارائه یک برآورد نقطه‌ای، دامنه‌ای از سناریوهای محتمل را شبیه سازی می‌نماید. در این چارچوب، شاخص‌های ناپایداری تأمین انرژی بر اساس توزیع‌های آماری مناسب مدل سازی شده و سپس به زیان مالی تقریبی، به صورت درصدی از فروش سالانه بنگاه‌ها، نگاشت شده‌اند. نمودارهای شکل ۳ توزیع احتمالاتی این زیان‌ها را برای برق و گاز نشان می‌دهند و مبنایی تحلیلی برای درک ریسک‌های سیستماتیک انرژی در بخش صنعت فراهم می‌کنند.

در اجرای این شبیه سازی، متغیرهای کلیدی ناپایداری تأمین برق و گاز به عنوان متغیرهای تصادفی با توزیع‌های نامتقارن مدل سازی شده‌اند تا ماهیت شوک‌گونه و غیرخطی اختلالات انرژی منعکس شود. برای هر حامل انرژی، تعداد بالایی از تکرارها انجام شده تا توزیع نتایج به همگرایی آماری برسد و حساسیت نتایج به سناریوهای حدی نیز قابل مشاهده باشد. نگاشت شاخص‌های خسارت به زیان مالی، بر اساس مفروضات محافظه کارانه و با هدف ارائه تصویری سیاست پایه از بزرگی اثرات اقتصادی انجام شده است، نه برآورد حسابداری دقیق در سطح بنگاه. از این رو، نتایج شبیه سازی بیش از آنکه بیانگر مقدار قطعی زیان باشند، نشان دهنده الگوی ریسک، پراکندگی پیامدها و احتمال بروز زیان‌های شدید در بخش صنعت هستند.



شکل ۲- اثر ناپایداری انرژی بر بنگاه‌ها براساس شبیه‌سازی مونت کارلو

نمودار سمت راست شکل ۳ توزیع زیان مالی ناشی از ناپایداری تأمین برق را به صورت درصدی از فروش سالانه بنگاه‌ها نشان می‌دهد. نتایج شبیه سازی مونت کارلو بیانگر آن است که برای بخش قابل توجهی از بنگاه‌های صنعتی، برآورد زیان فروش در بازه ۳ تا ۸ درصد قرار دارد؛ با این حال، وجود دُم بلند توزیع نشان می‌دهد که گروهی از بنگاه‌ها با زیان‌هایی بیش تر مواجه می‌شوند. نتایج این شبیه سازی حاکی از آن است که ناپایداری برق، برای برخی صنایع و بنگاه‌ها می‌تواند اثرات مالی شدید و نامتقارن ایجاد کند. از منظر سیاستی، این توزیع نامتقارن بر اهمیت تمرکز بر کاهش ریسک و افزایش قابلیت پیش‌بینی تأمین

برق، به‌ویژه برای صنایع حساس، تأکید دارد. نمودار سمت چپ شکل ۳ برآورد توزیع زیان فروش ناشی از ناپایداری تأمین گاز را نمایش می‌دهد. برخلاف برق، توزیع زیان در این نمودار دارای پراکندگی و دم راست بلندتری است که نشان‌دهنده ریسک‌های شدیدتر اما متمرکزتر در میان صنایع وابسته به گاز است. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که در سناریوهای نامطلوب، زیان فروش برخی بنگاه‌ها می‌تواند به بیش از ۲۰ درصد فروش سالانه برسد. از منظر تحلیل سیاستی، این یافته نشان می‌دهد که ناپایداری گاز یک ریسک ساختاری برای صنایع انرژی‌بر و پیوسته محسوب می‌شود و مدیریت آن نیازمند سیاست‌های هدفمند و پیشگیرانه است، نه واکنش‌های مقطعی فصلی.

#### ۴. راهکارهای سیاستی جهت ارائه به سیاست‌گذار

در این بخش راهکارهای عملی به عنوان پیشنهادات سیاستی جهت ارائه به دولت تدوین شده است تا ناپایداری تأمین انرژی صنعتی را کاهش دهد و رقابت‌پذیری بخش صنعت را احیا کند. هر راهکار بر اساس تحلیل لایه‌ای مدل مفهومی (از لایه بیرونی نهادی تا لایه درونی پیامدهای رقابتی) طراحی شده است و نشان می‌دهد که سیاست‌گذار در کدام لایه باید مداخله کند تا زنجیره اثرگذاری شوک‌ها قطع یا شدت آن کاهش یابد. تمرکز بر راهکارهای کم‌هزینه، مبتنی بر ظرفیت‌های داخلی و قابل اجرا در شرایط تحریم و محدودیت ارزی است. تجربیات موفق نیز در تدوین این پیشنهادات لحاظ شده است.

#### ۴-۱. تدوین و اجرای استراتژی ملی بلندمدت تأمین انرژی پایدار برای بخش صنعت

اگر چه اصلاح اقتصاد انرژی و گذار از قیمت‌گذاری تکلیفی به قیمت‌گذاری مبتنی بر بازار به عنوان یک رویکرد اساسی در سیاست‌گذاری انرژی باید مدنظر قرار گیرد با این حال سیاست‌گذار باید تدوین یک نقشه راه جامع انرژی را در دستور کار داشته باشد و از لایه اول (لایه بیرونی نهادی) شروع کند و یک استراتژی ملی پنج‌ساله یا ده‌ساله تدوین کند که هدف اصلی آن تضمین حداقل سطح پایداری تأمین برق و گاز برای صنایع کلیدی و صادرات‌محور باشد. این استراتژی باید شامل اصلاح سیاست‌های کلان، تغییرات نهادی، نقشه راه مشخص، اهداف کمی (مثلاً کاهش میانگین قطعی‌های برنامه‌ریزی‌نشده به کمتر از ۵ روز در سال برای صنایع اولویت‌دار)، زمان‌بندی اجرای پروژه‌ها و شاخص‌های پایش باشد. دولت می‌تواند با تشکیل کارگروهی مشترک بین وزارتخانه‌های نفت، نیرو، صمت و سازمان برنامه و بودجه، و با مشارکت اتاق بازرگانی و تشکل‌های صنعتی، این سند را تهیه کند. این اقدام مستقیماً ریسک سیاستی و عدم قطعیت نهادی را کاهش می‌دهد، پیش‌بینی‌پذیری را برای بنگاه‌ها افزایش می‌دهد و از لایه اول جلوی انتقال شوک به لایه‌های پایین‌تر را می‌گیرد.

#### ۴-۲. اصلاح سیاست‌گذاری نهادی و ایجاد شفافیت در تخصیص و اولویت‌بندی انرژی

باتوجه به تحلیل عوامل لایه اول و دوم (محدودیت‌های نهادی و وضعیت تأمین) دولت باید در کوتاه مدت روی قواعد شفاف، قابل پیش‌بینی و اعلام‌زودهنگام برای تخصیص برق و گاز تمرکز نماید. مثلاً تصویب آیین‌نامه‌ای که حداقل ۳ ماه قبل از هر فصل، سهمیه‌بندی صنایع را اعلام کند، اولویت‌بندی را بر اساس ارزش افزوده، اشتغال‌زایی و صادرات تعیین کند و مکانیزم جبران خسارت برای قطعی‌های غیرمنتظره پیش‌بینی نماید. سیاست‌گذار می‌تواند با ایجاد سامانه آنلاین شفاف (مانند سامانه‌های موجود وزارت نیرو) میزان مصرف، سهمیه و محدودیت‌های هر بنگاه را به‌صورت عمومی نمایش دهد. این

اصلاحات مستقیماً عدم قطعیت لایه دوم را کاهش می‌دهد، اعتماد بنگاه‌ها را بازسازی می‌کند و از تشدید واکنش‌های پرهزینه در لایه سوم (مانند خرید گسترده ژنراتور) جلوگیری می‌نماید. در بلندمدت اصلاح سیاست‌های قیمت‌گذاری انرژی و تامین مالی برای سرمایه‌گذاری در حوزه زیرساخت‌های انرژی باید مدنظر باشد.

#### ۴-۳. اولویت‌دهی هدفمند به صنایع پیشران و مدیریت هوشمند تقاضا

سیاست‌گذار باید به جای تعمیم محدودیت‌ها به همه صنایع، مدیریت تقاضا را به صورت هدفمند اجرا نماید. این یعنی قراردادهای تضمینی تامین انرژی<sup>۱</sup> (یا حداقل تضمین ساعات کارکرد) برای صنایع کلیدی (مانند پتروشیمی، فولاد، سیمان و صنایع صادراتی) تهیه شود و در اوج مصرف، بار این صنایع حفظ گردد. همزمان، برنامه‌های مدیریت بار<sup>۲</sup> برای صنایع غیرحساس اجرا شود تا فشار از شبکه برداشته شود. دولت می‌تواند با مشوق‌های مالیاتی یا تخفیف تعرفه برای مشارکت در این برنامه‌ها، بنگاه‌ها را ترغیب کند. این راهکار شدت شوک لایه دوم را کاهش می‌دهد و از توقف تولید در لایه سوم جلوگیری می‌کند.

#### ۴-۴. ترویج بهره‌وری انرژی و توسعه ظرفیت‌های مکمل داخلی (تولید پراکنده و تجدیدپذیر)

دولت باید برای مدیریت واکنش بنگاه‌ها برنامه ملی بهره‌وری انرژی صنعتی را با جدیت اجرا نماید. این شامل الزامی کردن ممیزی انرژی برای صنایع بزرگ، ارائه تسهیلات کم‌بهره یا معافیت مالیاتی برای نوسازی تجهیزات کم‌مصرف، و حمایت از احداث نیروگاه‌های مقیاس کوچک (CHP)، خورشیدی پشت‌بامی و میکروگریدهای صنعتی است. سیاست‌گذار می‌تواند با استفاده از منابع داخلی (مانند صندوق توسعه ملی یا اوراق خزانه) و استفاده محدود ارز خارجی، این پروژه‌ها را پیش ببرد. این اقدامات وابستگی بنگاه‌ها به شبکه سراسری را کاهش می‌دهد، هزینه‌های واکنش در لایه سوم را پایین می‌آورد و بهره‌وری کلی را افزایش می‌دهد.

#### ۴-۵. تقویت گفت‌وگوی مستمر و ساختار یافته با بخش خصوصی

سیاست‌گذار باید در تمام سطوح (به‌ویژه لایه اول) یک سازوکار دائمی گفت‌وگو مانند تشکیل شورای عالی تامین انرژی صنعتی با حضور نمایندگان دولت، اتاق بازرگانی، تشکل‌های صنعتی و کارشناسان مستقل را دنبال کند. این شورا باید هر فصل گزارش وضعیت تامین، پیش‌بینی محدودیت‌ها و پیشنهادهای اصلاحی را بررسی و منتشر کند. دولت می‌تواند با این شورا، سیاست‌های جدید را پیش از اجرا به بحث بگذارد تا از مقاومت و عدم اعتماد جلوگیری شود. این اقدام اعتماد نهادی را بازسازی می‌کند، ریسک سیاستی لایه اول را کاهش می‌دهد و امکان تنظیم سریع‌تر سیاست‌ها بر اساس بازخورد واقعی بنگاه‌ها را فراهم می‌نماید.

<sup>1</sup> Take-or-Pay

<sup>2</sup> Demand Response

## ۴-۶. حمایت هدفمند از نوآوری و تحقیق در حوزه انرژی صنعتی

دولت با حمایت از نوآوری انرژی صنعتی (با منابع محدود اما هدفمند)، پروژه‌های تحقیقاتی و پیلوت (مانند ذخیره‌سازی انرژی و بهینه‌سازی مصرف در صنایع انرژی‌بر) را پشتیبانی کند. سیاست‌گذار می‌تواند با دانشگاه‌ها، پارک‌های علم و فناوری و شرکت‌های دانش‌بنیان همکاری کند و نتایج موفق را به سرعت به صنعت تعمیم دهد. این راهکار نه تنها هزینه‌های واکنش بنگاه‌ها را در بلندمدت کاهش می‌دهد، بلکه مزیت رقابتی پایدار ایجاد می‌کند و از لایه چهارم (پیامدهای رقابتی) به سمت رشد و تاب‌آوری حرکت می‌نماید.

پیاده‌سازی این راهکارها، می‌تواند عوامل موثر را بر اساس ساختار زنجیره لایه‌ای مدل از بالا به پایین اصلاح می‌کند: از اصلاح نهادی (لایه اول) شروع می‌شود، شدت شوک‌ها را در لایه دوم کم می‌کند، واکنش‌های پرهزینه بنگاه‌ها را در لایه سوم کاهش می‌دهد و در نهایت در لایه چهارم رقابت‌پذیری و تاب‌آوری اقتصاد را تقویت می‌نماید.

## ۵. راهکارهای تاب‌آوری برای بنگاه‌ها

این بخش راهکارهای عملی و قابل اجرا توسط خود بنگاه‌های صنعتی و تجاری را پیشنهاد می‌کند تا در برابر ناپایداری تأمین برق و گاز تاب‌آوری بیشتری پیدا کنند و خسارت‌های ناشی از قطعی‌ها، سهمیه‌بندی و نوسانات را به حداقل برسانند. هر راهکار بر اساس تحلیل لایه‌ای مدل مفهومی (به‌ویژه لایه سوم: واکنش بنگاه‌ها و لایه چهارم: پیامدهای رقابتی) طراحی شده است و نشان می‌دهد بنگاه چگونه می‌تواند در سطح خود زنجیره اثرگذاری شوک‌ها را قطع یا شدت آن را کاهش دهد. این پیشنهادها کم‌هزینه، مبتنی بر ظرفیت‌های داخلی و بدون نیاز به تغییرات کلان سیاستی هستند و از تجربیات جهانی الهام گرفته شده‌اند. هدف اصلی این است که بنگاه‌ها بتوانند حتی در شرایط ناپایداری انرژی، تولید پیوسته، کیفیت محصول و تعهدات تجاری خود را حفظ کنند و مزیت رقابتی‌شان را از دست ندهند.

## ۵-۱. تدوین و اجرای برنامه تداوم کسب‌وکار<sup>۳</sup> در برابر اختلالات انرژی

هر بنگاه باید یک برنامه مدون و تست‌شده برای تداوم عملیات در شرایط قطع یا محدودیت انرژی تهیه کند. این برنامه شامل ارزیابی دقیق ریسک‌های انرژی (شناسایی نقاط بحرانی تولید که به برق یا گاز وابسته‌اند)، تعیین سناریوهای مختلف (قطعی کوتاه‌مدت، بلندمدت، فصلی)، تخصیص نقش‌ها و مسئولیت‌ها به افراد کلیدی، تهیه چک‌لیست اقدامات اضطراری، و تمرین دوره‌ای (مانند شبیه‌سازی قطعی یک‌روزه) است. بنگاه می‌تواند با تشکیل کمیته داخلی تاب‌آوری انرژی (متشکل از مدیران تولید، مالی، فنی و ایمنی) این برنامه را تدوین کند و هر شش ماه آن را بازنگری نماید. اجرای این از تبدیل یک قطعی ساده به بحران کامل جلوگیری می‌نماید؛ در نتیجه بهره‌وری حفظ می‌شود، هزینه‌های غیرمنتظره کاهش می‌یابد و اعتماد مشتریان و زنجیره تأمین حفظ می‌گردد.

<sup>3</sup> Business Continuity Plan

## ۲-۵. سرمایه‌گذاری هدفمند در فناوری‌های پشتیبان و ذخیره‌سازی انرژی

بنگاه‌ها باید بر اساس ظرفیت مالی و نوع فرآیند تولید، در فناوری‌های پشتیبان سرمایه‌گذاری کنند تا وابستگی لحظه‌ای به شبکه سراسری کاهش یابد. این شامل خرید ژنراتورهای گازسوز یا دیزلی با ظرفیت کافی برای خطوط بحرانی، نصب سیستم‌های ذخیره‌سازی باتری (برای برق)، UPS‌های صنعتی برای تجهیزات حساس، یا احداث میکروگرید کوچک (ترکیب خورشیدی + باتری + ژنراتور) است. اولویت باید با تجهیزات کم‌مصرف و دوگانه‌سوز (گاز/مایع) باشد تا هزینه سوخت جایگزین پایین بماند. بنگاه می‌تواند این سرمایه‌گذاری را مرحله‌ای انجام دهد (ابتدا خطوط اصلی، سپس کل واحد) و از تسهیلات بانکی یا صندوق‌های حمایتی دانش‌بنیان استفاده کند. این اقدام شدت شوک لایه دوم را خنثی می‌کند، ساعات کارکرد مؤثر را افزایش می‌دهد و از خواب سرمایه جلوگیری می‌نماید.

## ۳-۵. بهبود بهره‌وری انرژی و بهینه‌سازی مصرف داخلی

هر بنگاه باید برنامه‌ای جامع برای کاهش مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری اجرا کند تا فشار بر شبکه کمتر شود و در زمان محدودیت، تاب‌آوری بیشتری داشته باشد. این شامل انجام ممیزی انرژی توسط کارشناسان داخلی یا مشاوران، تعویض موتورها و تجهیزات قدیمی با مدل‌های کم‌مصرف، نصب سیستم‌های مدیریت هوشمند بار<sup>۴</sup>، بهینه‌سازی فرآیندهای حرارتی (مانند بازیافت حرارت در کوره‌ها)، و آموزش کارکنان برای کاهش هدررفت است. بنگاه می‌تواند با هدف‌گذاری کاهش ۱۰ تا ۱۵ درصدی مصرف در دو سال، از مشوق‌های دولتی (مانند تخفیف تعرفه) بهره‌برد. این راهکار هزینه‌های عملیاتی را پایین می‌آورد، وابستگی به انرژی خارجی را کاهش می‌دهد و مزیت رقابتی را از طریق کاهش قیمت تمام‌شده تقویت می‌نماید.

## ۴-۵. تنوع‌بخشی منابع تأمین انرژی و کاهش وابستگی تک‌منبعی

بنگاه‌ها باید از وابستگی کامل به شبکه سراسری برق یا گاز طبیعی خارج شوند و ترکیبی از منابع مختلف ایجاد کنند. این شامل نصب پنل‌های خورشیدی پشت‌بامی برای تأمین بخشی از برق روزانه، استفاده از گاز مایع (LPG) یا سوخت‌های جایگزین ذخیره‌شده برای مواقع اضطراری، انعقاد قراردادهای مستقیم با تأمین‌کنندگان خصوصی گاز (در صورت امکان)، یا مشارکت در طرح‌های تولید پراکنده محلی است. بنگاه می‌تواند با تحلیل هزینه-فایده، ترکیبی بهینه (مثلاً ۷۰٪ شبکه + ۲۰٪ خورشیدی + ۱۰٪ ژنراتور) طراحی کند. این اقدام ریسک لایه دوم را توزیع می‌کند، احتمال توقف کامل تولید را به شدت کاهش می‌دهد و در بلندمدت هزینه‌های واکنش اضطراری را پایین می‌آورد.

## ۵-۵. آموزش مستمر کارکنان و تقویت فرهنگ تاب‌آوری انرژی

بنگاه باید برنامه آموزشی منظم برای مدیران، تکنسین‌ها و اپراتورها اجرا کند تا همه سطوح سازمان نسبت به مدیریت انرژی آگاه و آماده باشند. این شامل دوره‌های عملی (مانند نحوه راه‌اندازی سریع ژنراتور، کاهش مصرف در شرایط محدودیت، تشخیص زودرس مشکلات)، شبیه‌سازی بحران، و فرهنگ‌سازی برای صرفه‌جویی دائمی است. بنگاه می‌تواند با همکاری

<sup>4</sup> Smart Load Management

دانشگاه‌ها، مراکز فنی و حرفه‌ای یا مشاوران انرژی، این آموزش‌ها را برگزار کند و حتی گواهینامه‌های داخلی صادر نماید. این راهکار نیروی انسانی را به عنوان یک لایه دفاعی اضافی تقویت می‌کند، زمان واکنش به بحران را کوتاه می‌نماید و از اشتباهات پرهزینه جلوگیری می‌کند.

## ۵-۶. همکاری نزدیک با زنجیره تأمین و ایجاد شبکه پشتیبان مشترک

بنگاه‌ها نباید به تنهایی عمل کنند؛ باید با تأمین‌کنندگان مواد اولیه، مشتریان کلیدی و حتی بنگاه‌های هم‌جوار همکاری نمایند. این شامل نقشه‌برداری ریسک‌های انرژی در زنجیره تأمین، انعقاد قراردادهای پشتیبان (مانند تعهد متقابل برای تأمین مواد در زمان قطعی)، ایجاد کنسرسیوم مشترک برای خرید تجهیزات پشتیبان یا احداث نیروگاه کوچک مشترک، و تبادل اطلاعات در مورد پیش‌بینی محدودیت‌ها است. بنگاه می‌تواند از طریق تشکل‌های صنفی یا اتاق بازرگانی این شبکه را تشکیل دهد. این اقدام سرایت اختلال از لایه سوم به لایه چهارم (زنجیره ارزش) را کاهش می‌دهد، انسجام زنجیره را حفظ می‌کند و ریسک کلی را برای همه طرف‌ها پایین می‌آورد.

اجرای هم‌زمان این شش راهکار، بنگاه را از حالت منفعل (واکنش اضطراری) به حالت فعال (تاب‌آوری پیش‌بینی‌شده) تبدیل می‌کند. با تمرکز بر لایه سوم (واکنش بنگاه) و تأثیر مثبت بر لایه چهارم (رقابت‌پذیری)، بنگاه‌ها می‌توانند حتی در شرایط ناپایداری انرژی، تولید، کیفیت و سهم بازار خود را حفظ کنند و در بلندمدت از رقبا ضعیف‌تر پیشی بگیرند.

## ۶- جمع‌بندی

ناترازی برق و گاز امروز به یکی از مهم‌ترین تهدیدهای ساختاری برای پایداری تولید صنعتی در کشور تبدیل شده است. تحلیل ارائه شده در این گزارش نشان می‌دهد که اثرات این ناترازی فراتر از افزایش هزینه یا کاهش مقطعی تولید بوده و به صورت یک ریسک سیستماتیک، ثبات فعالیت بنگاه‌ها، جذابیت سرمایه‌گذاری صنعتی و عملکرد زنجیره‌های تأمین را تضعیف می‌کند. در چنین شرایطی، تمرکز صرف بر افزایش ظرفیت تولید انرژی یا واکنش‌های کوتاه‌مدت فصلی، نمی‌تواند راه‌حل پایداری برای مسئله باشد.

تحلیل لایه‌ای ارائه شده در گزارش نشان می‌دهد که ریشه اصلی مشکل در لایه‌های نهادی و سیاست‌گذاری قرار دارد و بدون اصلاح این لایه‌ها، شوک‌های انرژی همچنان به صورت مکرر به سطح بنگاه منتقل خواهند شد. از این رو، بهبود شفافیت، پیش‌بینی‌پذیری و هدفمندی در تخصیص انرژی، شرط لازم برای کاهش ریسک سیستماتیک و بازسازی اعتماد بخش خصوصی است. هم‌زمان، بنگاه‌های صنعتی نیز ناگزیرند با اتخاذ راهبردهای تاب‌آوری، از جمله تنوع‌بخشی منابع انرژی، بهبود بهره‌وری و برنامه‌ریزی برای تداوم کسب‌وکار، خود را با این واقعیت جدید تطبیق دهند.

در نهایت، پیام اصلی این گزارش آن است که پایداری تولید صنعتی بدون مدیریت هوشمند ناترازی انرژی امکان‌پذیر نیست. کاهش این ریسک نیازمند هم‌افزایی دولت و بخش خصوصی، اصلاحات نهادی، و نگاه بلندمدت به امنیت انرژی صنعتی است. تنها در این صورت می‌توان از تبدیل ناترازی انرژی به یک مانع دائمی برای رشد صنعت و اقتصاد کشور جلوگیری کرد و مسیر پایداری برای تولید و سرمایه‌گذاری صنعتی ترسیم نمود.

## منابع:

- مرکز پژوهش مجلس شورای اسلامی (۱۴۰۴) گزارش ارزیابی عملکرد برنامه هفتم پیشرفت تا پایان شهریور ۱۴۰۴: فصل ۹- انرژی. شماره مسلسل ۲۱۱۰۲
- شرکت توانیر (۱۴۰۴) آمار صنعت برق .
- سندیکیای صنعت برق ایران (۱۴۰۴) گزارش چالش ها و راهبردهای صنعت برق.
- Abeberese, A. B., Ackah, C. G., & Asuming, P. O. (2021). Productivity losses and firm responses to electricity shortages: Evidence from Ghana. *The World Bank Economic Review*, 35(1), 1-18.
- Apeti, A. E., & Ly, A. (2024). Power constraints and firm-level total factor productivity in developing countries. *Energy*, 309, 132871.
- Foster, V., Gorgulu, N., Straub, S., & Vagliasindi, M. (2023). *The impact of infrastructure on development outcomes*. Washington, DC: World Bank.
- Kümmel, R. (1989). Energy as a factor of production and entropy as a pollution indicator in macroeconomic modelling. *Ecological economics*, 1(2), 161-180.
- IEA. (2021). *Electricity security 2021: Challenges and opportunities ahead for electricity security*. International Energy Agency.
- IRENA. (2022). *World Energy Transitions Outlook*. International Renewable Energy Agency.
- OECD. (2021). *Security of clean energy transitions*. Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Porter, M. E. (1990). *The competitive advantage of nations*. Harvard Business Review.
- UNIDO. (2011). *Industrial energy efficiency in developing countries - A background note*. United Nations Industrial Development Organization.
- World Bank. (2013). *Energy Efficiency: Lessons Learned from Success Stories*. World Bank Group.