گزارش سیاستی بررسی ظرفیت‌های برنامه هفتم پیشرفت و قانون جهش دانش‌بنیان در حوزه ارتقاء واحدهای نیروگاهی حرارتی و ارائه پیشنهادات اجرایی برای تحقق آن‌ها

چکیده گزارش سیاستی:

این گزارش با هدف بررسی ظرفیت‌ها، الزامات و میزان تحقق قانون برنامه پنج‌ساله هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران و قانون جهش تولید دانش‌بنیان در حوزه ارتقاء، بازتوانی و بهبود عملکرد واحدهای نیروگاهی حرارتی تهیه شده است. با توجه به نقش تعیین‌کننده نیروگاه‌های حرارتی در تأمین برق کشور و ضرورت افزایش ظرفیت تولید، ارتقاء راندمان، کاهش مصرف سوخت، افزایش قابلیت اطمینان و بهره‌گیری حداکثری از ظرفیت موجود، در این گزارش تلاش شده است ظرفیت‌های قانونی موجود از منظر نیازهای واقعی این بخش مورد تحلیل قرار گیرد.

در این راستا، احکام و ظرفیت‌های مرتبط با صنعت برق، انرژی، بهره‌وری، توسعه فناوری، سرمایه‌گذاری و دانش‌بنیان در دو قانون بررسی شده و وضعیت تحقق برنامه هفتم در حوزه ارتقاء واحدهای نیروگاهی حرارتی و همچنین وضعیت تحقق اهداف قانون جهش تولید دانش‌بنیان مورد ارزیابی قرار گرفته است. برای افزایش دقت و قابلیت استفاده مدیریتی، احکام مرتبط به‌صورت ماده‌محور در قالب جداول شامل حکم قانونی، ارتباط با ارتقاء نیروگاه حرارتی، اهداف کمی، اقدامات انجام‌شده، وضعیت تحقق، شکاف‌های موجود و پیشنهادهای اجرایی ارائه شده‌اند. در ادامه، ظرفیت‌های کمتر مورد استفاده در دو قانون شناسایی و راهکارهایی برای اتصال سیاست‌های رفع ناترازی و بهره‌وری انرژی با توسعه فناوری و توان شرکت‌های دانش‌بنیان ارائه شده است. در نهایت، پیشنهاد تدوین یک برنامه ملی ارتقاء فناورانه واحدهای نیروگاهی حرارتی به‌عنوان سازوکاری برای تبدیل ظرفیت‌های قانونی به پروژه‌های مشخص، قابل سنجش و دارای مدل تأمین مالی ارائه می‌شود.

شناسنامه گزارش سیاستی

عنوان گزارش	گزارش سیاستی بررسی ظرفیت‌های برنامه هفتم پیشرفت و قانون جهش دانش‌بنیان در حوزه ارتقاء واحدهای نیروگاهی حرارتی و ارائه پیشنهادات اجرایی برای تحقق آن‌ها
حوزه تخصصی	تولید برق
مخاطبان اصلی	وزارت نیرو، مرکز پژوهش‌ها و کمیسیون انرژی مجلس شورای اسلامی و نهادهای سیاست‌گذار حوزه انرژی
سفارش‌دهنده	معاونت فناوری و نوآوری پژوهشگاه نیرو
نویسندگان	عباس یوسف‌پور (ayousefpour@nri.ac.ir)، حسین قاسمی‌نژاد
ناظر	محمدابراهیم سربندی فراهانی، وهاب مکاری‌زاده
پژوهشکده، گروه پژوهشی	پژوهشکده تولید نیرو، مرکز تخصصی نوآوری و توسعه فناوری ارتقاء واحدهای نیروگاهی پژوهشگاه نیرو
تاریخ مطالعه	مردادماه ۱۴۰۵

۱- مقدمه

صنعت برق حرارتی همچنان یکی از ارکان اصلی تأمین برق کشور محسوب می‌شود و بخش قابل توجهی از ظرفیت تولید برق ایران از طریق نیروگاه‌های گازی، بخاری و سیکل ترکیبی تأمین می‌شود. از سوی دیگر، بخش مهمی از ناوگان نیروگاهی کشور دارای عمر بهره‌برداری قابل توجه بوده و با چالش‌هایی نظیر کاهش راندمان، فرسودگی تجهیزات، افزایش نرخ خروج اضطراری، محدودیت ظرفیت تولید، افزایش مصرف سوخت، افت عملکرد تجهیزات اصلی و کمبود برخی قطعات و فناوری‌های راهبردی مواجه است. در چنین شرایطی، ارتقاء واحدهای نیروگاهی موجود یکی از سریع‌ترین و اقتصادی‌ترین مسیرهای افزایش ظرفیت مؤثر تولید برق و بهبود شاخص‌های عملکردی صنعت برق است. ارتقاء نیروگاه‌ها می‌تواند شامل مواردی از قبیل افزایش توان خروجی، افزایش راندمان، رفع محدودیت‌های تولید و مکانیکی، بهینه‌سازی سیستم‌های احتراق، ارتقاء توربین و کمپرسور، بازتوانی ژنراتور، اصلاح سیستم کنترل، کاهش مصرف آب و بهبود سیستم‌های خنک‌کاری و همچنین بومی‌سازی فناوری‌ها و تجهیزات راهبردی باشد. از این منظر، دو قانون مهم کشور یعنی قانون برنامه پنج‌ساله هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران و قانون حمایت از شرکت‌ها و مؤسسات دانش‌بنیان و تجاری‌سازی نوآوری‌ها و اختراعات (قانون جهش تولید دانش‌بنیان) ظرفیت‌های مهمی برای توسعه و نوسازی صنعت برق و استفاده از توان فناورانه و دانش‌بنیان کشور ایجاد کرده‌اند. نکته اساسی آن است که ظرفیت‌های این دو قانون را نباید صرفاً در حوزه احداث نیروگاه‌های جدید یا توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر تفسیر کرد. بخش قابل توجهی از ظرفیت‌های قانونی موجود می‌تواند مستقیماً در ارتقاء و بازتوانی نیروگاه‌های حرارتی موجود به کار گرفته شود. این گزارش با تمرکز بر نیروگاه‌های حرارتی، نسبت میان الزامات و ظرفیت‌های دو قانون مذکور با نیازهای واقعی این نیروگاه‌ها را بررسی کرده و شکاف میان ظرفیت قانونی و اجرای عملی آن را مورد توجه قرار می‌دهد.

۲- ارتباط قانون برنامه هفتم پیشرفت با ارتقاء نیروگاه‌های حرارتی

بخش انرژی برق، ذیل فصل نهم برنامه هفتم («انرژی») و در اجرای بند (۸) سیاست‌های کلی برنامه پنجساله هفتم، دارای اهداف کمی مشخص و الزامات اجرایی متعدد است. جدول شماره (۹) قانون (ماده ۴۲) چارچوب کمّی توسعه و ارتقاء نیروگاهی کشور را تا پایان برنامه (۱۴۰۷) به شرح زیر تعیین کرده است:

سنجه عملکردی	مقدار هدف پایان برنامه
کل ظرفیت نامی منصوبه نیروگاهی	۱۲۴,۴۸۵ مگاوات
ظرفیت منصوبه نیروگاه‌های تجدیدپذیر	۱۲,۰۰۰ مگاوات
ظرفیت منصوبه نیروگاه هسته‌ای	۳,۰۰۰ مگاوات
میانگین راندمان نیروگاه‌های موجود	٪۴۴
میانگین راندمان نیروگاه‌های جدید	٪۵۵ (در حد استاندارد)
سهم نیروگاه‌های جدیدالاحداث بدون نیاز به سوخت گاز/فرآورده نفتی	٪۴۰ از کل ظرفیت تولید
تلفات انتقال و توزیع برق	کاهش به ٪۱۰
سهم اندازه‌گیری برق مشترکان از طریق شمارشگر هوشمند	٪۹۰ (سال اول: ٪۶۰)

سنجه عملکردی	مقدار هدف پایان برنامه
رشد ظرفیت پست‌های انتقال و توزیع	٪۲۵

این جدول، هدف «ارتقاء راندمان نیروگاه‌های موجود» را به‌صراحت به‌عنوان یک سنجه عملکردی مستقل از احداث نیروگاه جدید تعریف کرده است؛ یعنی برنامه هفتم میان توسعه ظرفیت جدید و بهبود بازده واحدهای موجود تفکیک قائل شده است. شایان ذکر است، در حال حاضر بخش مهمی از ظرفیت‌های تولید صنعت برق به رفع محدودیت‌های تولید و افزایش ظرفیت واحدهای موجود به کمک فناوری‌های مرسوم و نوین معطوف است که در سند مذکور صرفا از آن به عنوان افزایش بهره‌وری (راندمان) اشاره شده است. علی‌رغم محدودیت‌های کشور در تامین سوخت ناوگان نیروگاهی به لحاظ شرایط حاکم بر اقتصاد تولید برق، موضوع افزایش راندمان همچنان کمتر مورد توجه بوده و افزایش ظرفیت واحدهای موجود با رفع محدودیت‌های ایجاد شده به عنوان یک هدف جدی بخش تولید صنعت برق در دستور کار قرار دارد. احکام مستقیم برنامه هفتم در باب ارتقاء و نوسازی نیروگاه‌ها از این قرار می‌باشد:

- اصلاح ساختار و رقابتی‌سازی صنعت برق (ماده ۴۳)
- مدیریت و کاهش شدت مصرف انرژی (ماده ۴۶) (تکلیف صرفه‌جویی به میزان ۸۰ هزار بشکه در روز معادل نفت خام تا پایان برنامه از محل طرح‌های نیروگاهی (افزایش بازده)
- نیروگاه‌های تجدیدپذیر در بخش صنعت و معدن (ماده ۴۸، بند «پ»)
- زیرساخت برق در طرح‌های توسعه‌ای دیگر بخش‌ها
- هوشمندسازی و پایش نیروگاهی

قانون برنامه هفتم پیشرفت، مجموعه‌ای از اهداف مرتبط با رشد اقتصادی، افزایش بهره‌وری، توسعه زیرساخت‌های انرژی، رفع ناترازی انرژی، توسعه فناوری و استفاده از ظرفیت بخش خصوصی و شرکت‌های دانش‌بنیان را دنبال می‌کند. اگرچه در بسیاری از مواد قانون، عبارت «ارتقاء واحدهای نیروگاهی حرارتی» به‌صورت یک عنوان مستقل و جامع مطرح نشده است، اما مجموعه‌ای از احکام قانون، مبنای قانونی مناسبی برای توسعه پروژه‌های ارتقاء نیروگاه‌های موجود فراهم می‌کنند. یکی از مهم‌ترین الزامات برنامه هفتم، افزایش ظرفیت تولید و رفع ناترازی برق است. از منظر اجرایی، این هدف تنها از طریق احداث نیروگاه‌های جدید قابل دستیابی نیست. ارتقاء واحدهای موجود می‌تواند با زمان و سرمایه‌گذاری کمتر، بخشی از ظرفیت مورد نیاز را تأمین کند. به عبارت دیگر: ظرفیت قابل استحصال از ارتقاء نیروگاه‌های موجود = ظرفیت تولید جدید بدون احداث کامل نیروگاه جدید. این موضوع به‌ویژه برای واحدهایی که دارای محدودیت‌های فنی قابل رفع هستند، اهمیت بالایی دارد.

یکی از مهم‌ترین حوزه‌هایی که باید در تفسیر برنامه هفتم مورد توجه قرار گیرد، انجام پروژه‌های بهینه‌سازی و افزایش بهره‌وری انرژی است. در نیروگاه‌های حرارتی، بهبود عملکرد می‌تواند آثار قابل توجهی داشته باشد: کاهش مصرف گاز؛ کاهش هزینه تولید برق؛ افزایش ظرفیت مؤثر تولید؛ کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای؛ کاهش فشار بر شبکه گاز در دوره‌های اوج مصرف؛ افزایش عمر اقتصادی واحد. از این منظر، پروژه‌های ارتقاء راندمان نیروگاه‌ها باید به‌عنوان پروژه‌های بهره‌وری انرژی تلقی شوند و از سازوکارهای مالی و اجرایی مربوط به بهره‌وری انرژی استفاده کنند.

۳- قانون جهش تولید دانش‌بنیان و ظرفیت آن برای نیروگاه‌های حرارتی

مرتبط‌ترین ماده این قانون به حوزه ارتقاء واحد نیروگاهی را می‌توان ماده ۱۶ آن دانست. در این ماده، عدم تامین معادل حداقل ۱٪ از برق موردنیاز سالانه صنایع از طریق احداث نیروگاه‌های تجدیدپذیر را مشمول جریمه نموده و ۲۵٪ (پس از واریز به خزانه) از وجوه حاصله را در اختیار معاونت علمی و فناوری رئیس‌جمهور برای حمایت از آزمایشگاه‌ها و شرکت‌های دانش‌بنیان فعال در حوزه توسعه برق قرار داده است. این ماده، اگرچه عنوان صریح «ارتقاء واحد نیروگاهی موجود» ندارد، اما از حیث سیاستی ابزار تأمین مالیِ مکمل (تسهیلات کم‌بهره، حمایت دانش‌بنیانی) برای طرح‌های نیروگاهی را فراهم می‌آورد. قانون جهش تولید دانش‌بنیان یکی از مهم‌ترین ابزارهای قانونی کشور برای تبدیل دانش و فناوری به محصول و خدمت است. اهمیت این قانون برای نیروگاه‌های حرارتی از آنجا ناشی می‌شود که بخش قابل توجهی از مشکلات این نیروگاه‌ها ماهیت فناورانه دارند. برای مثال طراحی و ساخت قطعات داغ توربین گاز؛ پره‌های توربین و کمپرسور؛ نازل‌های سوخت؛ سیستم‌های کنترل؛ تجهیزات پایش وضعیت؛ حسگرهای تخصصی؛ تجهیزات ارتعاش‌سنجی؛ سیستم‌های عیب‌یابی؛ مواد پیشرفته و سوپرآلیاژها؛ پوشش‌های حرارتی؛ سیستم‌های تصفیه و بازچرخانی آب؛ تجهیزات خنک‌کاری؛ فناوری‌های کاهش مصرف سوخت و فناوری‌های کاهش آلایندگی که پرداختن به

آنها مستلزم توسعه و به‌کارگیری فناوری‌های مرتبط است. این حوزه‌ها دقیقاً در نقطه اتصال میان نیاز صنعت برق و ظرفیت شرکت‌های دانش‌بنیان قرار دارند.

٤- تحلیل تطبیقی برنامه و قانون

تحلیل تطبیقی: هم‌افزایی و شکاف‌های دو سند

محور	برنامه هفتم پیشرفت	قانون جهش دانش‌بنیان
نقش شرکت‌های دانش‌بنیان در ارتقاء فناوری نیروگاهی	تلویحی، در ذیل احکام کلی توسعه فناوری‌های نو (ماده ۹۹)	صریح، از طریق سازوکار مالی موضوع ماده ۱۶
سازوکار تأمین مالی طرح‌های بهینه‌سازی/ارتقاء	حساب بهینه‌سازی مصرف انرژی (ماده ۴۶)	تسهیلات کم‌بهره از محل عوارض برق صنایع (ماده ۱۶)
معافیت‌های تشویقی برای سرمایه‌گذاری نیروگاهی بخش غیردولتی	معافیت تبصره (۵) ماده (۱۴) قانون معادن برای معادن (ماده ۴۸)	معافیت‌ها/تسهیلات دانش‌بنیانی عمومی‌تر

نکات هم‌افزایی: هر دو سند بر توسعه نیروگاه‌های تجدیدپذیر توسط بخش غیردولتی و کاهش تصدی‌گری دولت در تولید برق تأکید دارند و سازوکارهای مالی (حساب بهینه‌سازی مصرف انرژی در برنامه هفتم و عوارض برق موضوع ماده ۱۶ در قانون جهش) می‌توانند مکمل یکدیگر عمل کنند.

شکاف‌های شناسایی‌شده:

۱. برنامه هفتم هدف کمّی (۵۵٪ راندمان نیروگاه جدید در برابر ۴۴٪ موجود) را تعیین کرده، اما ابزار اجرایی مشخصی برای «بازسازی/بازتوانی» نیروگاه‌های حرارتی فرسوده (که راندمان پایین دارند) به‌صورت مستقل از قانون جهش دانش‌بنیان پیش‌بینی نکرده است؛ اتکای اصلی بر گواهی صرفه‌جویی انرژی و بازار بهینه‌سازی است.

۲. قانون جهش دانش‌بنیان الزام درصدی صنایع را صرفاً به نیروگاه‌های تجدیدپذیر محدود کرده و شامل ارتقاء فنی/راندمان نیروگاه‌های حرارتی موجود نمی‌شود.

۳. تناظر نهادی روشنی میان «سازمان بهینه‌سازی و مدیریت راهبردی انرژی» (برنامه هفتم، ماده ۴۶) و ساختار حمایتی معاونت علمی و فناوری در ماده ۱۶ قانون جهش دانش‌بنیان در متن برنامه هفتم دیده نمی‌شود؛ هماهنگی این دو نهاد در آیین‌نامه‌های اجرایی باید مشخص شود.

۴. بطور کلی می‌توان اینگونه عنوان نمود که برنامه هفتم و قانون جهش دانش‌بنیان هرکدام دنبال اهداف خاص خود بوده و لزومی به تناظر برنامه‌ها نیست، لیکن این دو قانون می‌توانند هم‌افزایی داشته باشند و فناوری و نوآوری حاصل شده در قانون جهش دانش بنیان به پروژه کاربردی و عملیاتی در برنامه هفتم تبدیل شود.

٥- وضعیت تحقق برنامه هفتم پیشرفت در حوزه ارتقاء واحدهای نیروگاهی حرارتی

برای ارزیابی وضعیت تحقق، لازم است میان سه سطح تفکیک ایجاد شود:

سطح اول ـ تحقق کمی: آیا ظرفیت تولید برق، افزایش راندمان و سایر اهداف کمی مورد انتظار محقق شده‌اند؟

سطح دوم ـ تحقق پروژه‌ای: آیا پروژه‌های واقعی ارتقاء و بازتوانی نیروگاه‌های حرارتی تعریف، تأمین مالی و اجرا شده‌اند؟

سطح سوم ـ تحقق فناوری: آیا پروژه‌های ارتقاء موجب ایجاد فناوری، دانش فنی و محصول داخلی شده‌اند یا عمدتاً بر خرید و جایگزینی تجهیزات موجود متکی بوده‌اند؟

با این رویکرد، می‌توان گفت وضعیت فعلی دارای پیشرفت در تعریف و اجرای برخی پروژه‌ها، اما همچنان دارای شکاف قابل توجه در مقیاس و نظام‌مندی ارتقاء واحدهای حرارتی است. مهم‌ترین چالش، نبود یک برنامه یکپارچه و مبتنی بر اولویت برای تبدیل ظرفیت‌های قانونی به پروژه‌های مشخص ارتقاء است. لذا مهم‌ترین شکاف‌های تحقق در نیروگاه‌های حرارتی را می‌توان اینگونه برشمرد: الف) غلبه رویکرد تعمیراتی و حفظ شرایط

موجود بر رویکرد ارتقایی: در بسیاری از موارد، اقدامات صنعت برق در نیروگاه‌های قدیمی با هدف بازگرداندن واحد به وضعیت طراحی انجام می‌شود، در حالی که ارتقاء باید فراتر از تعمیرات باشد. ب) نبود سبد ملی پروژه‌های ارتقاء: یکی از ظرفیت‌هایی که می‌تواند به‌طور جدی تقویت شود، ایجاد سبدی از پروژه‌های ملی ارتقاء واحدهای حرارتی است. در این رویکرد برای هر واحد موارد زیر مشخص می‌شود: سن واحد؛ نوع توربین؛ ظرفیت نامی؛ راندمان فعلی؛ راندمان قابل دستیابی؛ محدودیت‌های فعلی؛ تجهیزات بحرانی؛ ظرفیت افزایش توان؛ میزان صرفه‌جویی سوخت؛ سرمایه‌گذاری مورد نیاز؛ دوره بازگشت سرمایه؛ فناوری‌های قابل بومی‌سازی.

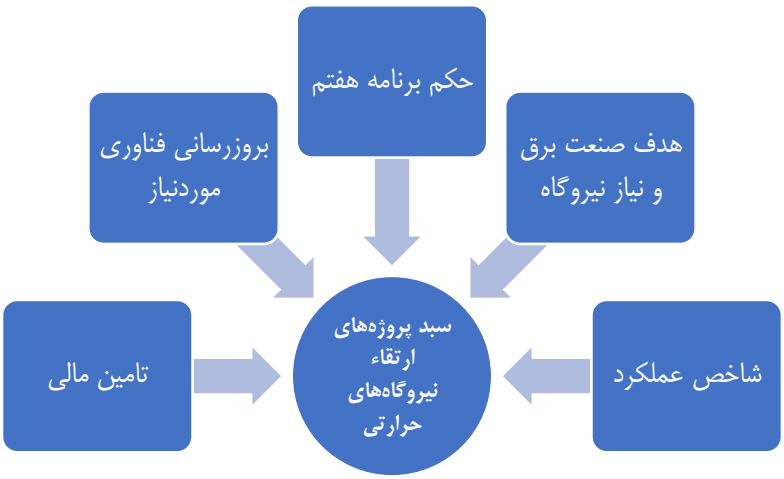
با توجه به اینکه برنامه هفتم یک قانون چندبخشی است و «ارتقاء واحدهای نیروگاهی حرارتی» در قالب یک ماده واحد و مستقل تعریف نشده است، ارزیابی تحقق آن باید از طریق شناسایی احکام مرتبط با تولید برق، بهره‌وری انرژی، رفع ناترازی، توسعه نیروگاه‌ها، سرمایه‌گذاری، تأمین سوخت، استفاده از فناوری و توسعه ظرفیت تولید انجام شود. جدول زیر، چارچوب این ارزیابی را ارائه می‌کند.

حکم قانونی	ارتباط با ارتقاء نیروگاه حرارتی	هدف کمی	اقدامات انجام‌شده تا ۱۴۰۵	وضعیت تحقق	شکاف موجود	پیشنهاد اجرایی
احکام برنامه هفتم درخصوص افزایش ظرفیت تولید برق و رفع ناترازی	ارتقاء واحدهای موجود می‌تواند بدون احداث کامل نیروگاه جدید، ظرفیت مؤثر تولید را افزایش دهد	تمین بخشی از ظرفیت تولید پیش‌بینی شده در اهداف برنامه	اجرای مجموعه‌ای از پروژه‌های احداث، توسعه و ارتقاء؛ با این حال سهم دقیق ظرفیت حاصل از ارتقاء باید به‌صورت مستقل احصا شود.	در حال اجرا	نبود آمار تجمیعی و شفاف از میزان افزایش ظرفیت حاصل از ارتقاء واحدهای موجود	تعریف شاخص مستقل «ظرفیت حاصل از ارتقاء نیروگاه‌های موجود» در گزارش عملکرد برنامه
احکام مرتبط با افزایش بهره‌وری و کاهش شدت مصرف انرژی	افزایش راندمان نیروگاه‌های حرارتی مستقیماً موجب کاهش مصرف ویژه سوخت می‌شود	تحقق اهداف بهره‌وری مقرر در برنامه	اجرای پروژه‌های بهینه‌سازی و ارتقاء در برخی واحدها	تحقق نسبی	نبود اتصال روشن میان پروژه‌های ارتقاء نیروگاه و شاخص‌های بهره‌وری برنامه	تعریف پروژه‌های ارتقاء به‌عنوان پروژه‌های رسمی بهره‌وری انرژی
احکام مرتبط با افزایش راندمان نیروگاه‌ها	یکی از اصلی‌ترین مسیرهای ارتقاء واحدهای حرارتی، افزایش راندمان سیکل و رفع محدودیت‌های عملکردی است	افزایش راندمان و کاهش مصرف سوخت	انجام پروژه‌های ارتقاء راندمان در برخی نیروگاه‌ها	نیازمند تسریع	عدم وجود برنامه جامع برای ارتقاء راندمان کل ناوگان	تدوین نقشه‌راه راندمان برای هر واحد نیروگاهی
احکام مربوط به توسعه نیروگاه‌های حرارتی و افزایش تولید برق	ارتقاء واحدهای موجود باید در کنار احداث واحد جدید به‌عنوان مسیر افزایش تولید دیده شود	افزایش ظرفیت تولید برق	تمرکز بخش قابل توجهی از برنامه‌های توسعه بر احداث ظرفیت جدید	شکاف سیاستی	ارتقاء نیروگاه‌های موجود هنوز جایگاه مستقل و مشخصی در نظام برنامه‌ریزی ظرفیت ندارد	تعریف «ظرفیت ارتقایی» به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های توسعه ظرفیت
احکام مرتبط با سرمایه‌گذاری در صنعت برق	پروژه‌های ارتقاء معمولاً سرمایه‌گذاری کمتری نسبت به احداث کامل نیروگاه نیاز دارند	افزایش سرمایه‌گذاری و مشارکت بخش خصوصی	اجرای پروژه‌های سرمایه‌گذاری در بخش تولید	تحقق نسبی	نبود مدل جذاب و استاندارد برای سرمایه‌گذاری در ارتقاء واحدهای موجود	طراحی مدل‌هایEPCF ، ESCO و قرارداد مبتنی بر عملکرد
احکام مرتبط با بهره‌گیری از ظرفیت بخش خصوصی	شرکت‌های خصوصی مالک بخش مهمی از نیروگاه‌های حرارتی هستند و می‌توانند سرمایه‌گذار پروژه‌های ارتقاء باشند	افزایش مشارکت بخش خصوصی	مشارکت بخش خصوصی در تولید برق ادامه داشته است	تحقق نسبی	ریسک بازگشت سرمایه پروژه‌های ارتقاء و ابهام در نحوه ارزش‌گذاری صرفه‌جویی سوخت	ایجاد قراردادهای تضمین بازگشت سرمایه بر مبنای افزایش تولید و صرفه‌جویی

حکم قانونی	ارتباط با ارتقاء نیروگاه حرارتی	هدف کمی	اقدامات انجام‌شده تا ۱۴۰۵	وضعیت تحقق	شکاف موجود	پیشنهاد اجرایی
احکام مرتبط با کاهش مصرف سوخت نیروگاه‌ها	ارتقاء توربین گاز، سیکل بخار، HRSG و سیستم احتراق می‌تواند مصرف ویژه سوخت را کاهش دهد	کاهش مصرف ویژه سوخت	اجرای برخی طرح‌های بهینه‌سازی	نیازمند تسریع	نبود نظام یکپارچه اندازه‌گیری و انتساب صرفه‌جویی به پروژه‌های ارتقاء	ایجاد نظام اندازه‌گیری و صحه‌گذاری برای اندازه‌گیری صرفه‌جویی سوخت
احکام مرتبط با توسعه فناوری و بهره‌گیری از ظرفیت داخلی	ارتقاء تجهیزات نیروگاهی فرصت مهمی برای توسعه فناوری داخلی است	افزایش سهم فناوری داخلی	توسعه ساخت داخل قطعات و تجهیزات	پیشرفت قابل توجه اما پراکنده	پروژه‌ها عمدتاً موردی بوده و به برنامه ملی توسعه فناوری متصل نیستند	ایجاد نقشه راه فناوری ارتقاء نیروگاه‌های حرارتی
احکام مرتبط با رفع ناترازی انرژی	افزایش راندمان و توان واحدهای موجود مستقیماً به کاهش شکاف تولید و مصرف کمک می‌کند	کاهش ناترازی	اقدامات متعدد در بخش تولید و مدیریت مصرف	شکاف قابل توجه	ظرفیت ارتقاء نیروگاه‌های موجود به اندازه کافی به‌عنوان ابزار سریع رفع ناترازی استفاده نشده است	تعریف بسته اضطراری ارتقاء واحدهای دارای بیشترین پتانسیل افزایش توان
احکام مرتبط با افزایش بهره‌وری دارایی‌های موجود	نیروگاه‌های موجود یک سرمایه عظیم ملی هستند و ارتقاء آنها بهره‌برداری مؤثرتر از این دارایی‌هاست	افزایش بهره‌وری سرمایه	اقدامات تعمیراتی و بازتوانی در برخی واحدها	تحقق نسبی	تفکیک نشدن «تعمیرات»، «بازتوانی» و «ارتقاء» در نظام گزارش‌دهی	ایجاد طبقه‌بندی رسمی سه‌گانه نگهداری/بازتوانی/ارتقاء
احکام مرتبط با توسعه زیرساخت‌های برق	تجهیزات نیروگاه‌های حرارتی موجود می‌توانند با ارتقاء ظرفیت بیشتری تولید کنند	افزایش ظرفیت قابل اتکا	اجرای پروژه‌های توسعه شبکه و تولید	تحقق نسبی	محدودیت برخی تجهیزات مانع بهره‌گیری کامل از ظرفیت واحد می‌شود	تعریف پروژه‌های رفع گلوگاه به‌عنوان پروژه مستقل ارتقاء
احکام مرتبط با توسعه اقتصاد دانش‌بنیان و فناوری	بخش مهمی از فناوری مورد نیاز ارتقاء قابلیت توسعه توسط شرکت‌های دانش‌بنیان را دارد	افزایش استفاده از فناوری داخلی	اجرای تعدادی پروژه فناورانه	تحقق نسبی	ارتباط ضعیف میان نیاز واقعی نیروگاه و شرکت‌های دانش‌بنیان	ایجاد سامانه تقاضای فناورانه صنعت برق حرارتی
احکام مرتبط با کاهش هزینه تولید برق	افزایش راندمان و قابلیت اطمینان موجب کاهش هزینه تمام‌شده تولید می‌شود	کاهش هزینه تولید	بخشی از اقدامات بهینه‌سازی انجام شده است	نیازمند ارزیابی کمی	نبود محاسبه یکپارچه هزینه ترازشده برق قبل و بعد از ارتقاء	الزام محاسبه شاخص اقتصادی قبل و بعد از هر پروژه
احکام مرتبط با مدیریت آب و افزایش بهره‌وری منابع	نیروگاه‌های حرارتی به‌ویژه بخاری و سیکل ترکیبی مصرف آب قابل توجهی دارند	افزایش بهره‌وری منابع	اجرای برخی طرح‌های کاهش مصرف و بازچرخانی	تحقق نسبی	آب کمتر از راندمان و تولید برق در پروژه‌های ارتقاء مورد توجه قرار گرفته است	اضافه کردن شاخص مترمکعب آب به ازای مگاوات ساعت به ارزیابی پروژه‌های ارتقاء

بررسی ماده‌محور نشان می‌دهد که چالش اصلی، فقدان حکم قانونی نیست؛ بلکه نبود سازوکار مشخص برای تبدیل احکام عمومی برنامه هفتم به «سبد پروژه‌های ارتقاء نیروگاه‌های حرارتی» است.

به بیان دیگر، برنامه هفتم اهدافی مانند افزایش تولید، افزایش بهره‌وری، کاهش مصرف انرژی، توسعه فناوری و رفع ناترازی را دنبال می‌کند، اما در سطح اجرایی باید یک حلقه واسط ایجاد شود.



٦- وضعیت تحقق اهداف قانون جهش تولید دانش‌بنیان در صنعت نیروگاهی

قانون جهش تولید دانش‌بنیان در ایجاد بستر رشد شرکت‌های دانش‌بنیان، حمایت از تحقیق و توسعه و افزایش تعامل صنعت و شرکت‌های فناور ظرفیت مهمی ایجاد کرده است. در حوزه نیروگاه‌های حرارتی، نشانه‌هایی از تحقق این اهداف را می‌توان در موارد زیر مشاهده کرد:

افزایش حضور شرکت‌های دانش‌بنیان در زنجیره تأمین صنعت برق؛ توسعه ساخت داخل تجهیزات؛ طراحی و ساخت برخی قطعات نیروگاهی؛ توسعه تجهیزات پایش و کنترل؛ انجام پروژه‌های تحقیقاتی کاربردی؛ توسعه نرم‌افزارهای تخصصی؛ افزایش همکاری دانشگاه، صنعت و شرکت‌های فناور.

با این حال، تحقق قانون جهش دانش‌بنیان در سطح صنعت نیروگاهی هنوز با ظرفیت بالقوه آن فاصله دارد. مشکل اصلی این است که بسیاری از فعالیت‌های دانش‌بنیان در سطح محصول یا پروژه منفرد باقی می‌مانند و به برنامه ارتقاء سراسری ناوگان نیروگاهی تبدیل نمی‌شوند. در مورد قانون جهش تولید دانش‌بنیان نیز باید توجه داشت که قانون الزاماً با عبارت «ارتقاء نیروگاه حرارتی» تنظیم نشده است، اما چند سازوکار آن ظرفیت بسیار بالایی برای این حوزه دارند. مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از: تحقیق و توسعه؛ اعتبار مالیاتی تحقیق و توسعه؛ تولید بار اول؛ توسعه بازار محصولات دانش‌بنیان؛ تأمین مالی؛ خرید محصولات و خدمات فناورانه؛ توسعه همکاری صنعت و شرکت‌های دانش‌بنیان؛ تجاری‌سازی فناوری.

حکم قانونی / سازوکار	ارتباط با ارتقاء نیروگاه حرارتی	هدف کمی	اقدامات انجام‌شده تا ۱۴۰۵	وضعیت تحقق	شکاف موجود	پیشنهاد اجرایی
حمایت از تحقیق و توسعه	بسیاری از فناوری‌های ارتقاء نیازمند تحقیق و توسعه هستند؛ مانند توربین، احتراق، کنترل و مواد پیشرفته	افزایش سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه	اجرای پروژه‌های تحقیقاتی توسط دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها و شرکت‌های دانش‌بنیان	تحقق نسبی	سهم تحقیق و توسعه مسئله‌محور نیروگاه‌های حرارتی هنوز محدود است	اختصاص سبد تحقیق و توسعه به نیازهای اولویت‌دار ناوگان حرارتی
اعتبار مالیاتی تحقیق و توسعه	می‌تواند هزینه توسعه فناوری‌های ارتقاء را برای شرکت‌های نیروگاهی و فناور کاهش دهد	استفاده از ظرفیت اعتبار مالیاتی	استفاده از این سازوکار در برخی صنایع و پروژه‌ها	نیازمند توسعه	استفاده هدفمند و گسترده از آن در پروژه‌های ارتقاء نیروگاهی هنوز شکل نگرفته است	تعریف پروژه‌های ارتقاء به‌عنوان پروژه‌های تحقیق و توسعه قابل استفاده از اعتبار مالیاتی
تولید بار اول	بسیاری از تجهیزات نیروگاهی وارداتی یا دارای وابستگی فناوری هستند و می‌توانند موضوع تولید بار اول باشند	کاهش وابستگی و توسعه محصولات راهبردی	تولید داخلی تعدادی از تجهیزات و قطعات نیروگاهی	پیشرفت مناسب اما پراکنده	نبود فهرست جامع تجهیزات «بار اول» مورد نیاز نیروگاه‌های حرارتی	تهیه فهرست ملی تجهیزات راهبردی قابل تولید بار اول

حکم قانونی / سازوکار	ارتباط با ارتقاء نیروگاه حرارتی	هدف کمی	اقدامات انجام‌شده تا ۱۴۰۵	وضعیت تحقق	شکاف موجود	پیشنهاد اجرایی
حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان	شرکت‌های دانش‌بنیان می‌توانند تأمین‌کننده فناوری و خدمات Upgrade باشند	افزایش تعداد و بازار شرکت‌های دانش‌بنیان	افزایش حضور شرکت‌های دانش‌بنیان در صنعت برق	تحقق نسبی تا مناسب	حضور شرکت‌ها هنوز در بسیاری موارد پروژه‌محور است	اتصال شرکت‌ها به برنامه بلندمدت ارتقاء نیروگاه‌ها
توسعه بازار محصولات دانش‌بنیان	مهم‌ترین مانع تجاری‌سازی تجهیزات نیروگاهی، ورود به بازار واقعی است	افزایش خرید محصولات داخلی	خرید و استفاده از بخشی از محصولات داخلی	تحقق نسبی	ریسک پذیرش فناوری جدید توسط نیروگاه‌ها	ایجاد سازوکار پایلوت؛ کیفیت‌سنجی؛ خرید
خرید محصولات و خدمات دانش‌بنیان	نیروگاه می‌تواند به‌عنوان مشتری اولیه فناوری عمل کند	افزایش سهم خرید دانش‌بنیان	استفاده از برخی محصولات داخلی	تحقق نسبی	فرآیند خرید در برخی موارد با چرخه توسعه فناوری سازگار نیست	ایجاد مسیر خرید اختصاصی برای فناوری‌های تأییدشده
تسهیل تجاری‌سازی فناوری	فناوری ارتقاء باید از آزمایشگاه به نیروگاه منتقل شود	افزایش محصولات تجاری‌شده	تجاری‌سازی برخی فناوری‌ها	تحقق نسبی	شکاف سطح بلوغ فناوری تا استفاده صنعتی	تعریف پروژه‌های اجرایی در نیروگاه‌های منتخب
تأمین مالی فناوری	پروژه‌های ارتقاء به سرمایه اولیه نیاز دارند	افزایش سرمایه‌گذاری در فناوری	استفاده از منابع مختلف مالی	نیازمند تقویت	ریسک بالای پروژه‌های فناورانه و نبود مدل مالی استاندارد	صندوق یا خط اعتباری اختصاصی برای فناوری ارتقاء نیروگاه
حمایت از همکاری صنعت و دانشگاه	ارتقاء تجهیزات نیازمند دانش طراحی، مدل‌سازی و آزمون است	افزایش پروژه‌های مشترک	اجرای برخی پروژه‌های مشترک	تحقق نسبی	فاصله میان پژوهش دانشگاهی و نیاز واقعی نیروگاه	تعریف پروژه‌های دانشگاهی بر اساس رویه یافتن چالش‌های گلوگاهی
توسعه فناوری‌های راهبردی	توربین، مواد، کنترل، حسگر، آب و خنک‌کاری از حوزه‌های راهبردی هستند	کاهش وابستگی فناوری	توسعه برخی فناوری‌ها	پراکنده	نبود اولویت‌بندی ملی فناوری‌های ارتقاء	تدوین نقشه‌راه فناوری برای نیروگاه‌های حرارتی
توسعه زنجیره ارزش دانش‌بنیان	ارتقاء نیازمند زنجیره طراحی، ساخت، نصب، تست و خدمات است	توسعه زنجیره‌های فناورانه	شکل‌گیری برخی زنجیره‌های داخلی	تحقق نسبی	برخی زنجیره‌ها فاقد حلقه آزمون وگواهی صلاحیت هستند	ایجاد مراکز آزمون و تأیید صلاحیت تجهیزات نیروگاهی
کاهش وابستگی به تجهیزات خارجی	ارتقاء تجهیزات موجود می‌تواند فرصت جایگزینی فناوری خارجی باشد	کاهش ارزبری و وابستگی	ساخت داخل برخی قطعات و تجهیزات	پیشرفت قابل توجه	در فناوری‌های پیچیده همچنان وابستگی وجود دارد	تمرکز قانون جهش بر فناوری‌های دارای بیشترین اثر ارزی

۷- تحلیل شکاف‌های اجرایی و پیشنهاد بهبود

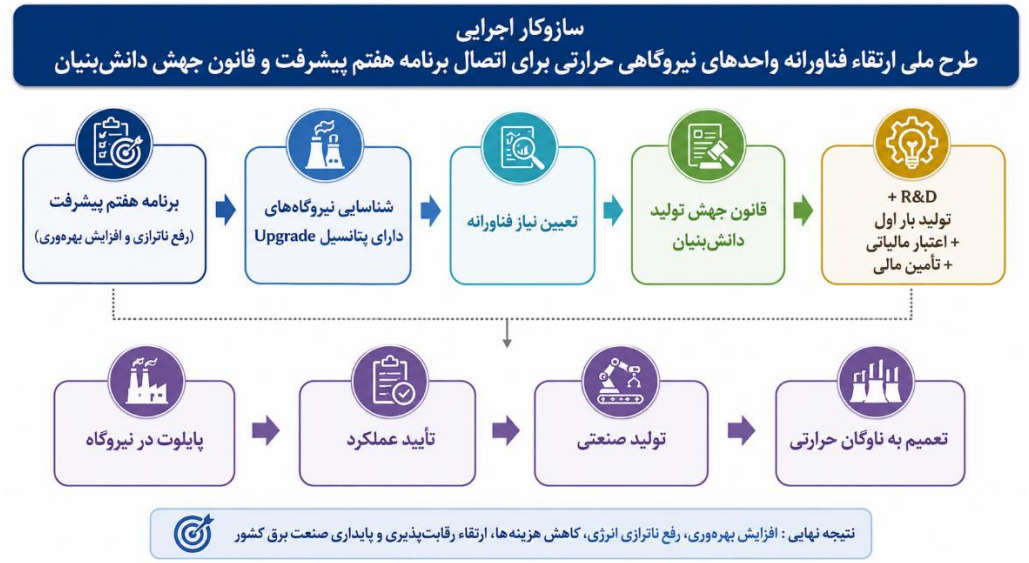
یکی از مهم‌ترین مسائل موجود این است که مدل توسعه فناوری در صنعت برق گاهی از سمت عرضه حرکت می‌کند. شرکت دانش‌بنیان محصولی تولید می‌کند، سپس به دنبال بازار می‌گردد. در حالی که مدل مناسب‌تر برای نیروگاه‌های حرارتی باید مبتنی بر تقاضا باشد: نیاز نیروگاه؛ تعریف مسئله فناورانه؛ توسعه فناوری؛ آزمون؛ پایلوت؛ تأیید؛ خرید صنعتی؛ توسعه بازار. این مدل می‌تواند تحت عنوان نوآوری مبتنی بر تقاضای صنعت توسعه پیدا کند. از کنار هم قرار دادن دو قانون، چهار شکاف اساسی در حوزه ارتقاء نیروگاه‌های حرارتی مشاهده می‌شود:

شکاف اول: قانون وجود دارد، پروژه تعریف نشده است: قوانین اهدافی مانند افزایش بهره‌وری، توسعه فناوری و افزایش تولید را تعیین کرده‌اند؛ اما این اهداف هنوز به اندازه کافی به پروژه‌های مشخص ارتقاء تبدیل نشده‌اند.

شکاف دوم: دانش‌بنیان بودن پروژه با مسئله نیروگاه پیوند کافی ندارد: باید مسیر از نیاز نیروگاه به فناوری حرکت کند، نه صرفاً از محصول دانش‌بنیان به جست‌وجوی بازار.

شکاف سوم: نبود شاخص ظرفیت ارتقایی: در گزارش‌های توسعه ظرفیت، معمولاً ظرفیت تولید احداث‌شده برجسته است، اما ظرفیت تولید حاصل از ارتقاء واحدهای موجود باید یک شاخص مستقل در برنامه‌ریزی تولید برق باشد.

شکاف چهارم: نبود مدل مالی اختصاصی: پروژه ارتقاء معمولاً بین سه دسته قرار می‌گیرد: تعمیرات، سرمایه‌گذاری، تحقیق و توسعه و همین موضوع باعث می‌شود تأمین مالی آن دشوار شود.



در حوزه ارتقاء نیروگاه‌های حرارتی، چند ظرفیت قانونی باید بیشتر مورد استفاده قرار گیرد. پروژه‌های افزایش راندمان نیروگاه‌ها باید به‌عنوان پروژه‌های مستقیم بهره‌وری انرژی تعریف شوند. برای مثال این زنجیره اقتصادی و انرژی باید در ارزیابی پروژه‌ها لحاظ شود: ارتقاء توربین گاز؛ افزایش راندمان؛ کاهش مصرف گاز؛ آزادسازی ظرفیت گاز؛ افزایش امنیت انرژی. همچنین ارتقاء واحدهای موجود می‌تواند برای بخش خصوصی جذاب‌تر از احداث برخی واحدهای جدید باشد، زیرا زیرساخت اصلی موجود است، اتصال به شبکه وجود دارد، زمین و تجهیزات جانبی وجود دارد، زمان اجرا کمتر است و ریسک توسعه پایین‌تر است. بنابراین می‌توان مدل‌های سرمایه‌گذاری مبتنی بر Energy Service Company (ESCO) قرارداد عملکرد، صرفه‌جویی سوخت و مشارکت با مالک نیروگاه را توسعه داد.

یکی از ظرفیت‌های بسیار مهم قانون جهش تولید دانش‌بنیان، حمایت از هزینه‌های تحقیق و توسعه است. در صنعت نیروگاهی می‌توان این ظرفیت را به سمت پروژه‌هایی مانند موارد زیر هدایت کرد: توسعه نسل جدید پره‌های توربین؛ ارتقاء سیستم احتراق؛ توسعه سیستم کنترل؛ توسعه سیستم‌های پایش وضعیت؛ توسعه مواد پیشرفته؛ توسعه فناوری تصفیه آب؛ توسعه سیستم‌های هوشمند تشخیص عیب؛ افزایش راندمان سیکل ترکیبی. یکی دیگر از مهم‌ترین ظرفیت‌های قانون جهش تولید دانش‌بنیان، حمایت از تولید بار اول محصولات فناورانه است. این ظرفیت برای صنعت نیروگاهی اهمیت ویژه‌ای دارد. زیرا بسیاری از تجهیزات نیروگاه‌های حرارتی تعداد مصرف‌کننده محدود دارند، ارزش اقتصادی بالایی دارند، فناوری پیچیده‌ای دارند، وابستگی خارجی در آنها وجود دارد و تولیدکننده داخلی برای ورود به بازار نیازمند اولین مشتری صنعتی است. بنابراین نیروگاه‌های حرارتی می‌توانند به‌عنوان مشتری اولیه فناوری‌های راهبردی عمل کنند.

مهم‌ترین فرصت زمانی ایجاد می‌شود که ظرفیت‌های دو قانون با یکدیگر ترکیب شوند. یکی از راهکارهای تحقق اهداف دو قانون مورد بررسی قرار گرفته، تبدیل احکام و ظرفیت‌ها به یک برنامه اجرایی مشخص تحت عنوان برنامه ملی ارتقاء و بازتوانی واحدهای نیروگاهی حرارتی است. در این برنامه برای هر واحد نیروگاهی یک نقشه‌راه ارتقاء تهیه می‌شود. این نقشه‌راه می‌بایست شامل این موارد باشد: ارزیابی وضعیت موجود،

تعیین گلوگاه‌ها، تعیین ظرفیت قابل افزایش، تعیین پتانسیل افزایش راندمان، محاسبه صرفه‌جویی سوخت، شناسایی تجهیزات قابل ارتقاء، شناسایی فناوری‌های مورد نیاز، تعیین ظرفیت شرکت‌های دانش‌بنیان، برآورد سرمایه‌گذاری، تعیین مدل تأمین مالی، اجرای پایلوت، ارزیابی عملکرد، توسعه فناوری در سایر واحدها.

بررسی ظرفیت‌های قانونی نشان می‌دهد که قانون برنامه هفتم پیشرفت و قانون جهش تولید دانش‌بنیان، هر دو ظرفیت‌های مناسبی برای توسعه و ارتقاء نیروگاه‌های حرارتی کشور دارند؛ اما این ظرفیت‌ها هنوز به‌صورت کامل در قالب یک سیاست منسجم «ارتقاء ناوگان حرارتی» به کار گرفته نشده‌اند. در نتیجه، ممکن است یک پروژه از منظر وزارت نیرو، پروژه تعمیراتی؛ از منظر نیروگاه، پروژه سرمایه‌ای؛ از منظر معاونت علمی، پروژه دانش‌بنیان؛ و از منظر بهره‌وری انرژی، پروژه صرفه‌جویی سوخت تلقی شود، در حالی که همه آنها می‌توانند اجزای یک پروژه جامع ارتقاء نیروگاه باشند.

۸- توصیه‌های سیاستی

برای استفاده مؤثرتر از ظرفیت دو قانون، پیشنهاد می‌شود، اقدامات زیر ذیل تاسیس سازمان توسعه و سرمایه‌گذاری پژوهشگاه نیرو صورت گیرد:

۱ .تشکیل کارگروه مشترک ارتقاء نیروگاه‌های حرارتی با حضور وزارت نیرو، شرکت مادرتخصصی تولید نیروی برق حرارتی، شرکت‌های تولیدکننده برق، معاونت علمی، پژوهشگاه نیرو و شرکت‌های دانش‌بنیان و فناور.

۲ .تدوین اطلس نیازهای فناورانه نیروگاه‌های حرارتی برای شناسایی تجهیزات و فناوری‌های مورد نیاز هر نیروگاه.

۳ .تعریف پروژه‌های تقاضامحور به جای حمایت عمومی از محصول دانش‌بنیان.

۴ .استفاده هدفمند از ظرفیت تولید بار اول برای تجهیزات استراتژیک نیروگاه‌ها.

۵ .استفاده از اعتبار مالیاتی تحقیق و توسعه برای پروژه‌های ارتقاء واقعی نیروگاه‌ها.

۶ .ایجاد مدل مالی ارتقاء نیروگاه بر اساس صرفه‌جویی سوخت، افزایش تولید و افزایش راندمان.

۷ .تعریف پایلوت‌های ارتقاء در چند واحد منتخب و سپس تعمیم نتایج به سایر واحدها.

۸ .ایجاد بانک اطلاعات عملکرد نیروگاه‌ها برای تعیین اولویت سرمایه‌گذاری.

ارتقاء واحدهای نیروگاهی حرارتی باید از یک فعالیت موردی و عمدتاً تعمیراتی به یک برنامه راهبردی توسعه ظرفیت تولید برق، افزایش بهره‌وری انرژی و توسعه فناوری کشور تبدیل شود. قانون برنامه هفتم پیشرفت از منظر افزایش ظرفیت، بهره‌وری، رفع ناترازی و توسعه زیرساخت‌های انرژی و قانون جهش تولید دانش‌بنیان از منظر توسعه فناوری، تحقیق و توسعه، تولید بار اول و تجاری‌سازی، ظرفیت‌های قابل توجهی در اختیار صنعت برق قرار داده‌اند. نقطه اتصال این دو قانون می‌تواند «ارتقاء نیروگاه‌های حرارتی موجود» باشد. در این چارچوب، ارتقاء یک واحد نیروگاهی صرفاً یک پروژه تعمیراتی نیست، بلکه می‌تواند همزمان ظرفیت تولید برق را افزایش دهد، مصرف سوخت را کاهش دهد، عمر تجهیزات را افزایش دهد، وابستگی فناورانه را کاهش دهد، بازار شرکت‌های دانش‌بنیان را توسعه دهد و به کاهش ناترازی انرژی کمک کند. از این رو پیشنهاد می‌شود در ادامه اجرای برنامه هفتم، ارتقاء و بازتوانی نیروگاه‌های حرارتی موجود به‌عنوان یک محور مستقل و قابل اندازه‌گیری در برنامه‌های اجرایی صنعت برق تعریف شود و برای آن سبد مشخصی از پروژه‌های فناورانه، مدل‌های تأمین مالی، شاخص‌های عملکرد و سازوکار استفاده از ظرفیت قانون جهش تولید دانش‌بنیان ایجاد شود.