گزارش راهبردی- تحلیلی

فراتر از انرژی

تبیینی راهبردی از ضرورت و کارکردهای صنعت هسته‌ای در جمهوری اسلامی ایران



گزارش راهبردی- تحلیلی

- عنوان فرعی:
- شورای پژوهشی:
- تهیه کننده:
- تاریخ تهیه و انتشار: بهار ۱۴۰۴
- آدرس: خیابان فاطمی، نبش کوچه ششم (شیخلر)، پلاک ۱۴۲
- ناشر: شورای هماهنگی تبلیغات اسلامی
- شناسه سند:
- شماره تماس: ۰۲۱-۸۴۰۳۸۰۰۰
- پست الکترونیکی: fajr@ccoip. ir
- پایگاه اینترنتی: www. ccoip. ir

فهرست مطالب

چکیده مدیریتی ۲

الف) کارکردهای فراگیر صنعت هسته‌ای ۲

ب) چالش‌ها و تحلیل هزینه-فایده ۲

ج) اهمیت بازتعریف نسبت مردم و صنعت هسته‌ای ۳

د) پیشنهادهای کلیدی برای سیاست‌گذاری و اقدام عملی ۳

ه) نتیجه‌گیری ۴

مقدمه: ۵

۱) مبانی نظری تحول و چارچوب مفهومی ۶

۲) کارکردهای فراگیر صنعت هسته‌ای ۸

الف) سلامت و پزشکی هسته‌ای ۹

ب) کشاورزی ۱۰

ج) صنعت و محیط زیست ۱۱

د) نقش فناورانه صنعت هسته‌ای در استقلال علمی جمهوری اسلامی ایران ۱۳

۳) هزینه‌ها در برابر دستاوردها: روایتی از مقاومت راهبردی ۱۴

الف) پاسخ به شبهه پرهزینه‌بودن فعالیت‌های هسته‌ای ۱۵

ب) تبیین رابطه هزینه ـ فایده در مقیاس راهبردی و تمدنی ۱۷

ج) صنعت هسته‌ای سرمایه‌ای راهبردی ۱۸

د) تحلیل راهبردی دستاوردهای فناوری هسته‌ای در پرتو اقتصاد مقاومتی و خوداتکایی ملی ۲۰

۴) تبیین جایگاه و اهمیت راهبردی انرژی هستهای در جهان آینده ۲۲

۵) جمع‌بندی راهبردی و پیشنهادها ۲۷

چکیده مدیریتی

صنعت هسته‌ای جمهوری اسلامی ایران از سال‌های آغازین شکل‌گیری نظام، به‌عنوان یکی از محورهای کلان توسعه علمی، فناوری و امنیت ملی مطرح بوده است. این صنعت در طول دهه‌های گذشته، علی‌رغم فشارهای گسترده سیاسی، اقتصادی و تحریمی، به رغم همه چالش‌ها، موفق شده است گام‌های بلندی در حوزه‌های مختلف علمی، فناورانه و کاربردی بردارد. گزارش حاضر در قالب یک مطالعه راهبردی، به تحلیل کارکردهای فراگیر صنعت هسته‌ای، چالش‌ها و دستاوردهای آن و همچنین نقش آن در تحقق اهداف راهبردی کشور می‌پردازد و در نهایت سیاست‌ها و پیشنهادهایی برای تقویت جایگاه این صنعت در گفتمان عمومی و نخبگانی ارائه می‌دهد.

الف) کارکردهای فراگیر صنعت هسته‌ای

یکی از نتایج کلیدی این گزارش، تبیین نقش صنعت هسته‌ای فراتر از تولید انرژی است. صنعت هسته‌ای در حوزه‌های متنوعی چون سلامت و پزشکی هسته‌ای، کشاورزی و اصلاح بذر، صنعت و محیط زیست و همچنین توسعه فناوری‌های کلیدی برای استقلال علمی و فناورانه، اثرگذار بوده است. به عنوان نمونه، تولید داروهای رادیوایزوتوپی در تشخیص و درمان سرطان، توسعه فناوری‌های تصویربرداری پزشکی پیشرفته، اصلاح و افزایش بهره‌وری محصولات کشاورزی با استفاده از روش‌های هسته‌ای و بهبود فرایندهای صنعتی و کنترل آلودگی محیط زیست، از جمله دستاوردهای مهم این صنعت محسوب می‌شوند. این موضوع، تصویر کلی و واقعی‌تری از صنعت هسته‌ای در برابر نگاه محدود صرفاً انرژی‌محور ارائه می‌کند.

ب) چالش‌ها و تحلیل هزینه-فایده

یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های مطرح در افکار عمومی و بخشی از گفتمان سیاسی، مسئله پرهزینه‌بودن فعالیت‌های هسته‌ای است. در این گزارش با نگاهی راهبردی و در سطح کلان اقتصادی، این شبهه به چالش کشیده شده است. هزینه‌های مرتبط با صنعت هسته‌ای، در مقایسه با دستاوردهای فناورانه و امنیتی آن، نه‌تنها بار اقتصادی محسوب نمی‌شوند بلکه به‌عنوان سرمایه‌ای راهبردی در اقتصاد مقاومتی و توسعه دانش‌بنیان کشور شناخته می‌شوند. فشار تحریم‌ها و محدودیت‌های بین‌المللی، با وجود ایجاد موانع، فرصتی برای تقویت

خوداتکایی ملی و پیشرفت در فناوری‌های پیشرفته فراهم آورده است. این تجربه تبدیل تهدید به فرصت، نمونه‌ای بارز از مقاومت راهبردی و مدیریت هوشمندانه در مواجهه با چالش‌های خارجی است.

ج) اهمیت بازتعریف نسبت مردم و صنعت هسته‌ای

با توجه به حساسیت‌ها و ابعاد گوناگون صنعت هسته‌ای، فهم و همراهی افکار عمومی و نخبگان برای تضمین تداوم توسعه این حوزه، امری ضروری است. گزارش بر ضرورت بازتعریف و اصلاح نسبت میان مردم و این صنعت تاکید می‌کند. بدون شفاف‌سازی و ارتقای سطح دانش عمومی، نگرانی‌ها و سوءتفاهم‌ها مانع توسعه پایدار خواهند بود. همچنین، تقویت گفتگوی علمی و انتقادی میان نخبگان، رسانه‌ها و دست‌اندرکاران صنعت هسته‌ای، زمینه را برای ایجاد فهمی واقع‌بینانه، عمیق و ملی فراهم می‌کند.

د) پیشنهادهای کلیدی برای سیاست‌گذاری و اقدام عملی

برای نیل به اهداف مذکور، پیشنهادهای راهبردی زیر ارائه می‌شود:

- **تقویت آموزش عمومی:** توسعه برنامه‌های آموزشی و اطلاع‌رسانی با محوریت کارکردهای متنوع و غیرانرژی صنعت هسته‌ای، به ویژه در حوزه‌های پزشکی، کشاورزی و محیط زیست، با بهره‌گیری از روش‌های نوین و رسانه‌های مختلف.
- **تبیین فناوری هسته‌ای در خدمت مردم:** طراحی و اجرای کمپین‌های رسانه‌ای و فرهنگی با تمرکز بر نقش مثبت و ملموس فناوری هسته‌ای در ارتقای کیفیت زندگی و امنیت ملی.
- **هدایت گفتمان عمومی:** تغییر رویکرد گفتگوهای عمومی از مناقشات سیاسی به ارائه تحلیل‌های علمی، واقع‌بینانه و ملی درباره صنعت هسته‌ای.
- **استفاده از ظرفیت تریبون‌های مردمی و نهادی:** بهره‌گیری از بسترهای قدرتمند فرهنگی و اجتماعی مانند نماز جمعه، مدارس، دانشگاه‌ها و رسانه ملی برای انتقال پیام‌های علمی و فرهنگی مرتبط با فناوری هسته‌ای.

ه) نتیجه‌گیری

صنعت هسته‌ای جمهوری اسلامی ایران، به عنوان یکی از مؤلفه‌های کلیدی پیشرفت علمی و فناوری و نیز عامل مهمی در تضمین امنیت و استقلال ملی، دارای جایگاهی ویژه در سیاست‌های توسعه کشور است. تحقق ظرفیت‌های این صنعت، بدون مشارکت فعال و همراهی مردم و نخبگان، ممکن نیست. گزارش حاضر با ارائه تحلیلی جامع و سیاست‌هایی راهبردی، تلاش دارد زمینه‌های لازم برای افزایش درک عمومی، اصلاح گفتمان و تقویت حمایت ملی از صنعت هسته‌ای را فراهم آورد. این رویکرد نه تنها به تداوم مسیر پیشرفت کشور کمک می‌کند، بلکه در راستای اهداف تمدنی انقلاب اسلامی و تحقق توسعه پایدار قرار دارد.

مقدمه:

مسئله فناوری هسته‌ای در جمهوری اسلامی ایران، طی دهه‌های اخیر، یکی از کانونی‌ترین عرصه‌های تقاطع علم، سیاست، اقتصاد و امنیت ملی بوده است؛ اما با وجود جایگاه راهبردی این صنعت در منظومه دانشی و تمدنی جمهوری اسلامی، بازنمایی عمومی از آن عمدتاً معطوف به وجوهی محدود، نظیر تولید برق یا جنجال‌های ژئوپلیتیکی در سطح رسانه‌ای و بین‌المللی بوده است. در این میان، تصویری که در ذهن افکار عمومی نقش بسته است، بیش از آنکه ریشه در ابعاد عمیق و جامع این فناوری داشته باشد، متأثر از منازعات سیاسی با قدرت‌های غربی، به‌ویژه ایالات متحده آمریکا و برخی کشورهای اروپایی و تمرکز رسانه‌های جریان غالب جهانی بر مناقشه‌های حقوقی، نظارتی و امنیتی مرتبط با برنامه هسته‌ای ایران است.

این تقلیل‌گرایی مفهومی از یک سو سبب شده است که تصویر جامعه از صنعت هسته‌ای دچار سطحی‌نگری شود، و از سوی دیگر در عرصه نخبگانی نیز نوعی فروکاهش موضوع به سطح «دستاویز چانه‌زنی سیاسی» یا «متغیری در بازی برد ـ باخت دیپلماتیک» ایجاد کرده است. حال آنکه فناوری هسته‌ای، از منظر رهبران انقلاب اسلامی و بر اساس مبانی فکری انقلاب، یکی از ارکان بنیادین پیشرفت ملی، استقلال فناورانه و اقتدار علمی کشور تلقی می‌شود. حضرت امام خمینی (رحمه‌الله علیه) در دوران شکل‌گیری نظام اسلامی، با تأکید بر خوداتکایی علمی و رهایی از سلطه قدرت‌های استکباری، بنیان‌گذار نگاهی بودند که علم را نه ابزار وابستگی، بلکه وسیله‌ای برای تحقق استقلال واقعی امت اسلامی می‌دانستند. در امتداد این رویکرد، رهبر معظم انقلاب اسلامی، حضرت آیت‌الله العظمی خامنه‌ای (مدّظلّه‌العالی)، به کرّات فناوری هسته‌ای را «نماد پیشرفت علمی کشور» و یکی از جلوه‌های برجسته «عزم ملی برای نیل به قله‌های دانش» معرفی کرده‌اند.

از این منظر، صنعت هسته‌ای در جمهوری اسلامی ایران، صرفاً یک برنامه فنی برای تولید انرژی یا سوخت نیست، بلکه یک تجربه راهبردی در «توسعه متکی به ظرفیت‌های درون‌زا»، «خودکفایی علمی» و «مقاومت فناورانه در برابر سلطه علمی غرب» به شمار می‌رود. این فناوری، از جنبه‌های گوناگون به فرآیند دولت‌سازی، تمدن‌سازی و تحکیم بنیان‌های اقتدار نرم جمهوری اسلامی ایران مرتبط است. فقدان این درک راهبردی از ابعاد چندلایه فناوری هسته‌ای، موجب شده است که در افکار عمومی، گاه این سؤال مطرح شود که آیا سرمایه‌گذاری گسترده در صنعت هسته‌ای، به‌ویژه در شرایط تحریم‌های بین‌المللی و فشارهای سیاسی،

توجیه‌پذیر است؟ یا آنکه اساساً این مسیر علمی و صنعتی، سودی ملموس برای کشور داشته و خواهد داشت یا نه؟

در پاسخ به این پرسش‌ها، لازم است بازتعریفی بنیادین از «موضوع هسته‌ای» در فضای نخبگانی و افکار عمومی صورت گیرد. پیش‌فرض این گزارش آن است که صنعت هسته‌ای در جمهوری اسلامی ایران، صرفاً یک پروژه انرژی‌محور یا مسأله‌ای دیپلماتیک نیست، بلکه عنصری کلیدی از یک راهبرد کلان برای تحقق «پیشرفت علمی مستقل»، «اقتصاد دانش‌بنیان» و «موقعیت‌سازی فناورانه در سطح منطقه‌ای و بین‌المللی» است. از این رو، درک کارکردهای چندبُعدی این صنعت، مستلزم عبور از چارچوب‌های سنتی تحلیل سیاست خارجی و ورود به حوزه‌های میان‌رشته‌ای از جمله اقتصاد فناوری، امنیت توسعه‌محور، جامعه‌شناسی علم و حکمرانی دانشی است.

گزارش حاضر، با تکیه بر مبانی فکری انقلاب اسلامی و رویکردهای راهبردی نهادهای علمی، امنیتی و اقتصادی جمهوری اسلامی ایران، در پی آن است که تصویری جامع، مستند و آینده‌نگر از صنعت هسته‌ای ارائه کند؛ تصویری که نه‌تنها بر توانمندی‌های فناورانه و علمی این صنعت در حوزه‌هایی نظیر سلامت، کشاورزی، محیط زیست، صنعت و امنیت غذایی متمرکز است، بلکه بر کارکردهای راهبردی آن در ارتقای جایگاه ژئوفناورانه کشور نیز تأکید می‌ورزد. در این مسیر، تحلیل هزینه‌ها و دستاوردها، بازخوانی مفاهیم «مقاومت فناورانه» و تدوین پیشنهادهایی برای ارتقای گفتمان عمومی درباره فناوری هسته‌ای نیز در دستور کار این گزارش قرار دارد.

۱) مبانی نظری تحول و چارچوب مفهومی

در منظومه معرفتی و تمدنی انقلاب اسلامی، علم و فناوری جایگاهی ابزاری، تزئینی یا وارداتی ندارد، بلکه به‌مثابه بخشی از فرآیند تحقق عدالت، اقتدار ملی و تمدن‌سازی اسلامی تلقی می‌شود. به تعبیر رهبر معظم انقلاب اسلامی، حضرت آیت‌الله العظمی خامنه‌ای (مدّظلّه‌العالی)، علم، نیروی محرکه تمدن‌سازی است و دستیابی به علوم پیشرفته، شرط لازم برای اقتدار در دنیای معاصر به شمار می‌رود. در این چارچوب، فناوری هسته‌ای به‌مثابه یک فناوری پیشرفته، راهبردی و مادر، هم در ذات خود موضوعیتی بنیادین دارد و هم شاخصی از سطح استقلال علمی و اراده ملی در شکستن انحصار قدرت‌های بزرگ در عرصه دانش‌های نوین محسوب می‌شود.

از منظر گفتمانی، صنعت هسته‌ای برای جمهوری اسلامی ایران صرفاً پروژه‌ای برای تولید انرژی یا ابزار چانه‌زنی در مذاکرات بین‌المللی نیست، بلکه بازتابی از «نظام معنایی انقلاب اسلامی» درباره نسبت علم، قدرت، استقلال و عدالت است. در این نگاه، علم زمانی اصالت و موضوعیت پیدا می‌کند که در خدمت تعالی انسان و تحقق عدالت اجتماعی قرار گیرد و این، چیزی است که از نخستین روزهای نهضت اسلامی در اندیشه حضرت امام خمینی (رحمه‌الله علیه) متبلور بود. بنیان‌گذار کبیر انقلاب اسلامی، با نقد عمیق به علم و فناوری وابسته، بر لزوم تولید دانش بومی و متکی به ظرفیت‌های درون‌زای امت اسلامی تأکید می‌کردند و «وابستگی علمی» را یکی از ابزارهای سلطه مدرن می‌دانستند. این رویکرد، در مسیر نهادینه‌سازی نظام اسلامی، به بنیانی برای سیاست‌گذاری‌های کلان علمی و فناورانه تبدیل شد و از دل آن، صنایع راهبردی نظیر فناوری هسته‌ای، نانو، زیست‌فناوری، سلول‌های بنیادی و صنایع نظامی شکل گرفتند.

در این بستر فکری، صنعت هسته‌ای تنها یک امکان انرژی‌زا نیست، بلکه ابزاری برای تولید قدرت ملی، استقلال راهبردی و شکل‌دهی به الگوی توسعه متوازن و مقاوم است. نگاه راهبردی جمهوری اسلامی ایران به این صنعت، متکی بر چند اصل بنیادین است:

۱. **فناوری هسته‌ای، مصداقی از دانایی قدرت‌آفرین**: در جهان معاصر، دانش‌هایی نظیر فناوری هسته‌ای، فضا، کوانتوم و هوش مصنوعی به‌عنوان پیشران‌های قدرت ژئوپلیتیکی و ابزارهای تنظیم نظم بین‌المللی شناخته می‌شوند. در این میان، صنعت هسته‌ای به‌دلیل پیوند وثیق با امنیت ملی، سلامت عمومی، انرژی پایدار و اقتدار فناورانه، جایگاه ویژه‌ای دارد.

۲. **فناوری هسته‌ای، نماد اراده ملی در عبور از سلطه علمی**: یکی از ویژگی‌های ممتاز صنعت هسته‌ای ایران، درون‌زایی و بومی‌سازی آن است. با وجود فشارها، تحریم‌ها و ترورهای هدفمند دانشمندان هسته‌ای، جمهوری اسلامی ایران موفق شد چرخه کامل فناوری هسته‌ای را با اتکای به ظرفیت‌های داخلی توسعه دهد. این موفقیت، نماد عینی مقاومت فناورانه در برابر نظام سلطه است.

۳. **فناوری هسته‌ای، شاه‌راهی به سوی اقتصاد دانش‌بنیان و سلامت عمومی**: برخلاف تصور رایج، فناوری هسته‌ای صرفاً برای تولید برق نیست؛ بلکه گستره‌ای از کاربردها را در حوزه‌های پزشکی هسته‌ای، صنعت، کشاورزی، محیط زیست، داروسازی و ایمنی غذایی شامل می‌شود. این وجوه مغفول،

نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری در صنعت هسته‌ای، یکی از راهکارهای بنیادین برای توسعه پایدار، مقابله با تحریم‌های زیستی و دارویی و تقویت استقلال اقتصادی است.

۴. **فناوری هسته‌ای، رکن اقتدار ژئوتکنولوژیک ایران**: در دنیای معاصر، مرزهای قدرت دیگر صرفاً با تانک و موشک تعیین نمی‌شود، بلکه با میزان دسترسی به دانش‌های نوین و توانایی بهره‌برداری از آن در مقیاس ملی سنجیده می‌شود. صنعت هسته‌ای، یکی از حوزه‌هایی است که می‌تواند جایگاه ایران را در نظم آینده جهانی ارتقا دهد و کشور را از حاشیه‌نشینی علمی خارج سازد.

با این ملاحظات، درک صحیح از جایگاه فناوری هسته‌ای در راهبرد کلان جمهوری اسلامی، نیازمند عبور از رویکردهای تقلیل‌گرایانه و تمرکز بر چارچوب مفهومی انقلاب اسلامی در باب علم، استقلال و پیشرفت است. تجربه چهار دهه اخیر نیز نشان داده است که هرجا کشور بر توان داخلی تکیه کرده، پیشرفت حاصل شده و هرگاه در مسیر وابستگی به قدرت‌های بیرونی گام برداشته، عقب‌ماندگی یا خسارت به بار آمده است.

در چنین بستری است که صنعت هسته‌ای به یکی از نمادهای اصلی اعتماد به نفس ملی، خوداتکایی علمی و الگوی بومی پیشرفت تبدیل شده است؛ الگویی که بر خلاف توسعه وابسته و تحمیلیِ لیبرال، بر عدالت، کرامت انسانی و بومی‌سازی فناوری‌های راهبردی استوار است.

۲) کارکردهای فراگیر صنعت هسته‌ای

کارکردهای صنعت هسته‌ای در جمهوری اسلامی ایران، محدود به تولید برق و تأمین انرژی نیست، بلکه این صنعت گستره‌ای متنوع و چندلایه از کاربردهای علمی، زیست‌محیطی، اقتصادی، پزشکی، دفاعی و راهبردی را در بر می‌گیرد. این تنوع کارکردها، فناوری هسته‌ای را به یکی از ارکان اصلی توسعه پایدار و اقتدار ملی تبدیل کرده است. در منظومه سیاست‌گذاری علمی نظام اسلامی، صنعت هسته‌ای نه به‌مثابه یک پروژه صرفاً انرژی‌محور، بلکه به‌عنوان زیرساختی چندمنظوره و پیش‌ران درون‌زای پیشرفت تلقی می‌شود. شناخت جامع و دقیق این کارکردها، برای فهم نسبت میان پیشرفت فناورانه، عدالت اجتماعی و استقلال راهبردی در چارچوب گفتمان انقلاب اسلامی ضروری است.

الف) سلامت و پزشکی هسته‌ای

فناوری هسته‌ای، یکی از مؤثرترین ظرفیت‌ها را در عرصه سلامت و بهداشت عمومی در اختیار بشریت قرار داده است. بهره‌گیری از تکنولوژی هسته‌ای در تشخیص، درمان، پیشگیری و پایش بیماری‌ها، تحولی بنیادین در حوزه پزشکی ایجاد کرده است که به‌ویژه در نظام‌های سلامت نوین، به‌عنوان یک زیرساخت حیاتی و غیرقابل جایگزین شناخته می‌شود. جمهوری اسلامی ایران نیز با اتکا به دانش بومی و توانمندی‌های علمی متخصصان داخلی، گام‌های مهمی در بهره‌برداری صلح‌آمیز از فناوری هسته‌ای در بخش سلامت برداشته و به پیشرفت‌های معناداری در این حوزه دست یافته است.

در بخش تشخیص، فناوری‌های هسته‌ای از طریق تولید رادیوداروها و به‌کارگیری تکنیک‌های تصویربرداری نوین همچون PET (تصویربرداری با نشر پوزیترون) و SPECT (توموگرافی با گسیل تک‌فوتون)، امکان شناسایی دقیق و زودهنگام انواع بیماری‌های پیچیده از جمله سرطان‌ها، اختلالات مغزی، بیماری‌های قلبی و متابولیک را فراهم کرده‌اند. این پیشرفت‌ها به پزشکان کمک می‌کنند تا با کمترین تهاجم و بیشترین دقت، به ارزیابی وضعیت عملکرد اندام‌ها و بافت‌های بدن بپردازند.

در حوزه درمان، فناوری هسته‌ای به‌ویژه از طریق پرتودرمانی (رادیوتراپی)، در درمان انواع سرطان‌ها نقش حیاتی ایفا می‌کند. توسعه سامانه‌های شتاب‌دهنده خطی، گسترش مراکز پرتودرمانی در کشور و تولید داخلی رادیوداروهای مورد استفاده در درمان، از جمله دستاوردهای درخشان صنعت هسته‌ای جمهوری اسلامی ایران به شمار می‌روند. این اقدامات، نه‌تنها موجب کاهش وابستگی کشور به واردات داروهای حساس و پرهزینه شده، بلکه دستیابی بیماران به درمان‌های پیشرفته را تسهیل کرده است.

از سوی دیگر، صنعت هسته‌ای در حوزه سلامت عمومی نیز کاربردهای گسترده‌ای دارد؛ از استریلیزاسیون تجهیزات پزشکی و مواد زیستی گرفته تا کنترل آلودگی‌های میکروبی در فرآیندهای دارویی و صنایع غذایی. این ظرفیت‌ها به‌ویژه در شرایط بحرانی همچون همه‌گیری‌های ویروسی یا بحران‌های زیستی، نقش اساسی در پایداری و تاب‌آوری نظام سلامت ایفا می‌کنند.

باید توجه داشت که تداوم پیشرفت در عرصه پزشکی هسته‌ای مستلزم حمایت مداوم از تحقیق و توسعه، ارتقاء زیرساخت‌های ملی، تقویت زنجیره تأمین رادیوداروها و تربیت نیروی انسانی متخصص است. از این منظر، سرمایه‌گذاری در پزشکی هسته‌ای، نه‌تنها تضمین‌کننده ارتقاء کیفیت خدمات سلامت و عدالت درمانی

در سطح ملی است، بلکه با توسعه صادرات رادیوداروها و تجهیزات مرتبط، می‌تواند به یکی از محورهای نوظهور دیپلماسی علمی و اقتصادی جمهوری اسلامی ایران تبدیل شود.

بنابراین، کارکردهای پزشکی فناوری هسته‌ای در گفتمان پیشرفت ایران اسلامی، صرفاً یک قابلیت فناورانه نیست، بلکه مؤلفه‌ای از اقتدار ملی، عدالت اجتماعی و توسعه انسانی محسوب می‌شود که بر پایه دانش بومی و اراده راهبردی نظام اسلامی استوار شده است.

ب) کشاورزی

صنعت هسته‌ای با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین هسته‌ای توانسته است نقش تعیین‌کننده‌ای در تحول کشاورزی ایفا کند، به‌گونه‌ای که امروزه اصطلاح «کشاورزی هسته‌ای» به‌عنوان یکی از شاخه‌های مهم تکنولوژی‌های راهبردی در حوزه امنیت غذایی و توسعه پایدار شناخته می‌شود. در این حوزه، فناوری هسته‌ای با فراهم‌آوردن روش‌هایی دقیق، کم‌هزینه، ایمن و پرسرعت، امکان اصلاح بذر، مدیریت منابع آب، کنترل آفات و پایش کیفیت محصولات را در سطحی پیشرفته مهیا ساخته است؛ امری که برای کشورهایی با اقلیم نیمه‌خشک مانند جمهوری اسلامی ایران، دارای اهمیتی مضاعف است.

یکی از برجسته‌ترین کاربردهای فناوری هسته‌ای در کشاورزی، استفاده از پرتودهی برای اصلاح ژنتیکی بذرها و ارتقاء عملکرد گیاهان زراعی است. با استفاده از پرتوهای گاما یا نوترون، ساختار ژنتیکی بذرها به‌صورت کنترل‌شده تغییر می‌یابد، که این امر منجر به تولید واریته‌هایی با مقاومت بیشتر در برابر خشکسالی، شوری، آفات و بیماری‌ها می‌گردد. این دستاوردها، در سایه تحقیق و توسعه در مراکز وابسته به سازمان انرژی اتمی، موجب کاهش وابستگی به واردات بذرهای اصلاح‌شده خارجی و نیز افزایش تاب‌آوری کشاورزی کشور در برابر بحران‌های زیست‌محیطی شده است.

علاوه بر آن، ردیابی مصرف کود و آب در مزارع با استفاده از ایزوتوپ‌های پایدار و رادیواکتیو، از دیگر کارکردهای هسته‌ای در این عرصه است. این روش‌ها امکان تحلیل رفتار عناصر غذایی در خاک و نیز برآورد دقیق بهره‌وری مصرف آب توسط گیاهان را فراهم می‌سازند. نتیجه این فرآیندها، افزایش بازدهی کشت، کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی و بهینه‌سازی منابع آبی است که در کشوری با تنش آبی همچون ایران، اهمیت راهبردی فراوانی دارد.

فناوری هسته‌ای همچنین در زمینه کنترل بیولوژیک آفات نقش‌آفرینی چشمگیری داشته است. یکی از تکنولوژی‌های پیشرفته در این حوزه، روش SIT (Sterile Insect Technique) یا روش حشره عقیم‌شده است که در آن، با پرتودهی دقیق حشرات نر و رهاسازی آن‌ها در محیط طبیعی، جمعیت آفات بدون استفاده از سموم شیمیایی کاهش می‌یابد. این روش نه‌تنها برای حفظ سلامت اکوسیستم‌ها و کاهش آسیب به سلامت انسان مؤثر است، بلکه در بلندمدت از نظر اقتصادی نیز مقرون‌به‌صرفه محسوب می‌شود.

در کنار این موارد، پایش آلودگی محصولات کشاورزی به فلزات سنگین، آفات انباری و باقیمانده سموم با بهره‌گیری از تجهیزات پرتویی و فناوری‌های نوین آشکارسازی هسته‌ای، امکان‌پذیر شده و جایگاه ایران را در نظارت کیفی و صدور محصولات کشاورزی به بازارهای جهانی ارتقا بخشیده است.

بدین‌سان، بهره‌گیری از فناوری هسته‌ای در کشاورزی نه‌تنها در جهت افزایش کمی و کیفی تولیدات داخلی، بلکه در راستای تحقق اهداف امنیت غذایی، کاهش وابستگی، صیانت از منابع طبیعی و ایجاد مزیت رقابتی در صادرات محصولات کشاورزی نیز نقشی بنیادین ایفا می‌کند. این ظرفیت فناورانه، بخشی از رویکرد کلان جمهوری اسلامی ایران در استفاده صلح‌آمیز و راهبردی از علوم پیشرفته در خدمت توسعه ملی محسوب می‌شود.

ج) صنعت و محیط زیست

صنعت هسته‌ای در جمهوری اسلامی ایران علاوه بر کارکردهای انرژی و پزشکی، نقشی مهم و گسترده در حوزه‌های صنعتی و حفاظت از محیط زیست ایفا می‌کند که نشان‌دهنده ابعاد فراگیر و راهبردی این فناوری در توسعه پایدار کشور است. بهره‌گیری از فناوری‌های هسته‌ای در صنایع مختلف و نیز پایش و مدیریت آلودگی‌ها، فرصت‌هایی را برای ارتقاء کیفیت تولیدات صنعتی و حفظ تعادل زیست‌محیطی فراهم آورده است.

یکی از کاربردهای مهم فناوری هسته‌ای در صنعت، استفاده از روش‌های پرتویی برای کنترل کیفیت مواد و قطعات صنعتی است. به‌عنوان مثال، روش‌های غیرمخرب (Nondestructive Testing) که بر پایه پرتوهای گاما یا اشعه ایکس استوارند، امکان بازرسی دقیق سازه‌ها، جوش‌ها، لوله‌ها و قطعات حساس را بدون آسیب‌رساندن به آنها فراهم می‌کنند. این فناوری‌ها ضمن افزایش ایمنی و دوام تجهیزات صنعتی، به کاهش

هزینه‌های تعمیرات و جلوگیری از حوادث احتمالی کمک شایانی می‌نمایند. از این رو، صنعت هسته‌ای به‌عنوان ستون فقرات زیرساخت‌های حیاتی و صنایع استراتژیک کشور تلقی می‌شود.

از سوی دیگر، فناوری هسته‌ای در بخش محیط زیست نقش مؤثری در پایش و کنترل آلاینده‌ها و حفاظت از منابع طبیعی دارد. با استفاده از ایزوتوپ‌های رادیواکتیو و دستگاه‌های حساس پرتودار، توانمندی‌هایی برای ردیابی مسیر آلودگی‌ها در خاک، آب و هوا فراهم شده است که در کنترل منابع آبی، مدیریت فاضلاب‌ها و بررسی روند آلودگی هوا کاربردهای متعددی دارند. این فناوری‌ها امکان شناسایی دقیق منابع آلودگی و ارزیابی اثربخشی طرح‌های پاکسازی را تسهیل می‌کنند.

از جمله پروژه‌های موفق در این زمینه، کاربرد ایزوتوپ‌ها در پایش منابع آب زیرزمینی و تعیین میزان بازسازی و آلودگی آن‌ها است که به مدیریت بهینه منابع آبی کشور کمک می‌کند. در کشوری که با بحران‌های آبی مواجه است، این توانمندی‌ها اهمیت راهبردی و کلان دارد.

علاوه بر این، صنعت هسته‌ای در زمینه تولید انرژی پاک و کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی نیز نقش تعیین‌کننده‌ای دارد. نیروگاه‌های هسته‌ای به عنوان منابع تولید انرژی با انتشار کمترین میزان گازهای گلخانه‌ای، نقشی کلیدی در سیاست‌های مقابله با تغییرات اقلیمی و کاهش آلودگی‌های صنعتی ایفا می‌کنند. این موضوع ضمن کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی، امکان تحقق تعهدات بین‌المللی ایران در حوزه محیط زیست و توسعه پایدار را فراهم می‌سازد.

همچنین فناوری هسته‌ای در صنایع معدنی، پالایش نفت و پتروشیمی نیز کاربردهای گسترده دارد؛ از جمله تحلیل ساختار مواد، بهینه‌سازی فرایندها و توسعه مواد جدید با کارایی بالا. این کاربردها باعث افزایش بهره‌وری، کاهش مصرف منابع و حفظ محیط زیست در صنایع استراتژیک کشور می‌شوند.

به طور خلاصه، نقش صنعت هسته‌ای در صنعت و محیط زیست جمهوری اسلامی ایران، فراتر از یک فناوری محدود، یک ظرفیت راهبردی چندبعدی است که ضمن تأمین نیازهای توسعه صنعتی، زمینه‌های حفاظت از منابع طبیعی و صیانت از محیط زیست را نیز به شکلی پایدار و علمی تضمین می‌نماید. این دستاوردها گواه بر تعهد نظام مقدس جمهوری اسلامی به توسعه فناوری‌های پیشرفته در خدمت پیشرفت کشور و حفاظت از نسل‌های آینده است.

د) نقش فناورانه صنعت هسته‌ای در استقلال علمی جمهوری اسلامی ایران

صنعت هسته‌ای به‌عنوان یکی از شاخص‌ترین حوزه‌های فناوری پیشرفته، نقشی بنیادین و راهبردی در تحقق استقلال علمی و فناوری جمهوری اسلامی ایران ایفا می‌کند. دستاوردهای این صنعت که بر پایه پژوهش‌های علمی پیچیده و فناوری‌های بسیار حساس شکل گرفته‌اند، به مثابه یک بستر فناورانه گسترده عمل کرده‌اند که توسعه و تقویت ظرفیت‌های علمی کشور را در سطح ملی و منطقه‌ای ممکن ساخته است. این ظرفیت‌ها نه تنها به پیشبرد فناوری‌های هسته‌ای محدود نمی‌شوند، بلکه در گستره وسیعی از علوم و فناوری‌های مرتبط به طور مستقیم و غیرمستقیم مؤثر بوده و باعث ارتقای کلی نظام علمی کشور شده‌اند.

یکی از مهم‌ترین جنبه‌های نقش صنعت هسته‌ای، بومی‌سازی فناوری‌های پیچیده است که در طول سال‌ها با اتکا به تلاش پژوهشگران و متخصصان داخلی محقق شده است. طراحی، ساخت و بهره‌برداری از تجهیزات پیشرفته نیروگاه‌های هسته‌ای، تولید رادیوایزوتوپ‌های پزشکی و صنعتی، توسعه سامانه‌های تصویربرداری هسته‌ای و نیز فناوری‌های مرتبط با ایمنی و کنترل، همه نمونه‌هایی از دستاوردهای فنی هستند که استقلال کشور را در مواجهه با تحریم‌ها و محدودیت‌های بین‌المللی تضمین کرده‌اند. این خودکفایی فناورانه موجب شده است ایران بتواند در شرایط دشوار سیاسی و اقتصادی، بدون وابستگی به منابع و فناوری‌های خارجی، مسیر پیشرفت خود را با عزمی راسخ ادامه دهد.

از سوی دیگر، صنعت هسته‌ای بستری برای تربیت نیروی انسانی متخصص و تقویت زیرساخت‌های تحقیقاتی فراهم آورده است که این امر به‌صورت مستقیم در افزایش کیفیت آموزش عالی و توسعه علمی کشور اثرگذار بوده است. دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی متعددی که با محوریت پروژه‌های هسته‌ای فعالیت می‌کنند، علاوه بر تربیت دانشجویان و پژوهشگران در رشته‌های هسته‌ای، در رشته‌های مرتبط مانند فیزیک، مهندسی، شیمی، زیست‌شناسی، فناوری‌های محیط زیستی و مهندسی پزشکی نیز نقش مهمی ایفا کرده‌اند. این تعامل میان دانشگاه و صنعت، علاوه بر ارتقای ظرفیت‌های علمی، زمینه‌ساز انتقال دانش، فناوری و نوآوری در سطح گسترده‌تر شده و به تقویت شبکه‌های علمی کشور منجر گردیده است.

در عرصه سیاستگذاری علمی و فناوری نیز، تأکیدات مکرر حضرت امام خمینی (رحمه‌الله علیه) و رهبر معظم انقلاب اسلامی، حضرت آیت‌الله العظمی خامنه‌ای (مدظله العالی)، بر ضرورت استقلال و خودکفایی فناورانه، چارچوبی روشن و متقن برای توسعه صنعت هسته‌ای فراهم کرده است. نگاه کلان نظام اسلامی به فناوری

هسته‌ای، فراتر از تولید انرژی صرف است و آن را نمادی از اقتدار ملی، قدرت علمی و استقلال راهبردی می‌داند. این دیدگاه راهبردی باعث شده است که صنعت هسته‌ای به عنوان یکی از محورهای اصلی توسعه علم و فناوری کشور در اولویت‌های بلندمدت قرار گیرد و منابع قابل توجهی برای تحقیق و توسعه در این حوزه اختصاص یابد.

در نهایت، فناوری هسته‌ای به عنوان یکی از فناوری‌های میان‌رشته‌ای و پیچیده، زنجیره‌ای از دانش و فناوری‌های مختلف را در کنار هم گرد آورده و بستری مستحکم برای تحقق استقلال علمی و فناوری در جمهوری اسلامی ایران ایجاد کرده است. این استقلال، نه تنها موجب کاهش آسیب‌پذیری کشور در برابر فشارهای خارجی می‌شود، بلکه راه را برای دستیابی به پیشرفت‌های چشمگیر در حوزه‌های مختلف صنعتی، پزشکی، کشاورزی، محیط زیست و حتی امنیت ملی هموار می‌سازد. بدین ترتیب، صنعت هسته‌ای نه تنها نشانگر توانمندی فنی و علمی ایران بلکه ستون اصلی حفظ استقلال، امنیت و پیشرفت همه‌جانبه کشور در عرصه‌های مختلف به شمار می‌رود.

۳) هزینه‌ها در برابر دستاوردها: روایتی از مقاومت راهبردی

یکی از پیچیده‌ترین و البته پرچالش‌ترین مسائل مرتبط با صنعت هسته‌ای، موضوع هزینه‌های اقتصادی، مالی و انسانی صرف شده در این عرصه است که در افکار عمومی و محافل تخصصی همواره محل بحث و تردید بوده است. پرسشی که غالباً مطرح می‌شود این است که آیا صرف منابع قابل توجه برای توسعه فناوری هسته‌ای، خصوصاً در شرایط تحریم‌های اقتصادی و محدودیت‌های بین‌المللی توجیه‌پذیر است؟ پاسخ به این سؤال، نیازمند درک عمیق و فراتر از ارزیابی‌های کوتاه‌مدت اقتصادی است. چرا که صنعت هسته‌ای جمهوری اسلامی ایران، به عنوان یکی از محورهای اصلی توسعه فناوری و نماد اقتدار علمی کشور، در مقیاس کلان راهبردی و تمدنی، فراتر از یک پروژه صرفاً اقتصادی تعریف می‌شود.

در این بخش، ضمن بررسی دقیق هزینه‌ها و منافع ملموس و غیرملموس صنعت هسته‌ای، به تبیین نسبت پیچیده و چندوجهی هزینه ـ فایده پرداخته می‌شود و نشان داده خواهد شد که این صنعت نه تنها باری اقتصادی نیست، بلکه سرمایه‌ای راهبردی و زیربنایی برای استقلال، امنیت و توسعه پایدار کشور به شمار می‌رود. این رویکرد، به مثابه روایت مقاومت هوشمندانه و مبتنی بر دانش در برابر فشارها و تحریم‌هاست که جمهوری اسلامی

ایران طی دهه‌های گذشته با اتکا به رهنمودهای بنیان‌گذار کبیر انقلاب اسلامی، حضرت امام خمینی (رحمه‌الله علیه) و رهبر معظم انقلاب اسلامی، حضرت آیت‌الله العظمی خامنه‌ای (مدظله العالی)، آن را پیگیری کرده است.

الف) پاسخ به شبهه پرهزینه‌بودن فعالیت‌های هسته‌ای

یکی از مباحث همیشگی و چالش‌برانگیز در عرصه تحلیل و سیاست‌گذاری پیرامون صنعت هسته‌ای جمهوری اسلامی ایران، مسئله هزینه‌های مالی و اقتصادی این فعالیت‌هاست. در میان محافل مختلف، از رسانه‌ها گرفته تا نهادهای تخصصی و حتی بخشی از افکار عمومی، این نگرانی مطرح می‌شود که آیا سرمایه‌گذاری‌های هنگفت در حوزه هسته‌ای، با توجه به محدودیت‌های اقتصادی و فشارهای بین‌المللی، توجیه‌پذیر است یا خیر؟ این پرسش و شبهه که به نوعی نوعی سنجش صرفاً اقتصادی و کوتاه‌مدت نسبت به فناوری هسته‌ای است، لازم است با نگاهی علمی، راهبردی و کلان‌تر مورد بررسی قرار گیرد.

در وهله اول، باید به ذات فناوری هسته‌ای توجه کرد که امری پیچیده، چندوجهی و با ابعاد فراتر از صرفاً یک پروژه اقتصادی است. هزینه‌هایی که در این حوزه متحمل می‌شود، در واقع سرمایه‌گذاری‌هایی بنیادین برای توسعه دانش فنی، مهندسی و پژوهش‌های نوین است که منجر به خلق ارزش‌های افزوده در سطوح مختلف فناوری، اقتصادی، امنیتی و حتی فرهنگی می‌شود. در این معنا، ارزیابی صرف هزینه‌ها بدون در نظر گرفتن بازگشت‌های بلندمدت و تأثیرات مثبت گسترده، نادرست و مخرب سیاست‌های توسعه‌ای کشور است.

برای تبیین این واقعیت، نخست باید این نکته را در نظر گرفت که فناوری هسته‌ای در جمهوری اسلامی ایران، به ویژه پس از آغاز تحریم‌های اقتصادی و محدودیت‌های تکنولوژیکی ناشی از فشارهای بین‌المللی، به نمادی از مقاومت فناورانه تبدیل شده است. تلاش‌های مستمر و پیگیر در حوزه غنی‌سازی اورانیوم، توسعه راکتورهای تحقیقاتی و ایجاد زیرساخت‌های پیشرفته علمی، همگی گواهی بر اراده راسخ ملت ایران در حفظ و ارتقاء استقلال فناورانه خود است. این استقلال، که بنیان‌گذار کبیر انقلاب اسلامی، حضرت امام خمینی (رحمه‌الله علیه) و رهبر معظم انقلاب اسلامی، حضرت آیت‌الله العظمی خامنه‌ای (مدظله العالی)، بارها به آن تأکید کرده‌اند، محور اصلی امنیت ملی، توسعه پایدار و نفوذ منطقه‌ای کشور است. بنابراین، هزینه‌های مالی این حوزه باید به عنوان سرمایه‌گذاری استراتژیک برای حفظ و ارتقاء جایگاه ایران در نظام بین‌المللو نه صرفاً هزینه‌ای اقتصادی و قابل قیاس با پروژه‌های کوتاه‌مدت تلقی شود.

در سطح اقتصاد کلان، فناوری هسته‌ای باعث ایجاد زنجیره‌ای از صنایع و زیرساخت‌های دانش‌بنیان می‌شود که اثرات آن به‌مراتب فراتر از حوزه هسته‌ای است. صنایع مرتبط با تولید تجهیزات پیشرفته، مواد خاص، مهندسی سیستم‌های پیچیده و همچنین توسعه فناوری‌های مکمل مانند نانوفناوری و مهندسی مواد، همه از دستاوردهای این حوزه محسوب می‌شوند که موجب افزایش توانمندی فناورانه کشور می‌گردد. این پیشرفت‌ها به نوبه خود باعث خلق فرصت‌های شغلی با ارزش افزوده بالا، تقویت ظرفیت‌های پژوهشی دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی و افزایش قابلیت صادرات فناوری‌های پیشرفته می‌شود که درآمدهای ارزی قابل توجهی را برای کشور به همراه خواهد داشت.

علاوه بر این، صنعت هسته‌ای به طور مستقیم و غیرمستقیم به ارتقاء بخش‌های مختلف اقتصاد و جامعه کمک می‌کند. به عنوان نمونه، کاربردهای پزشکی هسته‌ای در تشخیص و درمان بیماری‌ها، بهبود روش‌های کشاورزی از طریق اصلاح بذر و کنترل آفات و فناوری‌های محیط زیستی برای پایش و کنترل آلودگی‌ها، همگی نشان‌دهنده گستردگی دستاوردهای این فناوری هستند که زندگی روزمره مردم را بهبود می‌بخشند و هزینه‌های درمانی و زیست‌محیطی را کاهش می‌دهند. این دستاوردها، گرچه در نگاه نخست ممکن است هزینه‌بر به نظر برسند، اما در حقیقت باعث کاهش بار اقتصادی بر بخش‌های مختلف جامعه و دولت می‌شوند.

نکته مهم دیگر، هزینه‌های فناوری هسته‌ای در مقایسه با هزینه‌های واردات فناوری‌های خارجی است. عدم اتکاء به تکنولوژی‌های خارجی و تولید دانش بومی، صرفه‌جویی‌های کلانی در بودجه کشور ایجاد می‌کند که در بلندمدت اثرات آن بر رشد اقتصادی و استقلال کشور بسیار تعیین‌کننده است. تجربه جهانی نشان می‌دهد کشورهایی که در فناوری‌های پیشرفته مانند هسته‌ای، نانو و بیوتکنولوژی خودکفا شده‌اند، از رشد اقتصادی سریع‌تر، امنیت فناورانه بیشتر و استقلال سیاسی بیشتری برخوردار شده‌اند.

در نهایت، باید توجه داشت که سرمایه‌گذاری در فناوری هسته‌ای، مشابه دیگر پروژه‌های زیربنایی و کلان مانند راه‌سازی، انرژی‌های تجدیدپذیر، یا توسعه صنایع دفاعی است که بازدهی آن‌ها در افق زمانی چند دهه دیده می‌شود. این امر با توجه به اصول توسعه پایدار و چشم‌اندازهای تمدنی جمهوری اسلامی ایران، که مبتنی بر خوداتکایی علمی و فناوری است، نه تنها موجه بلکه ضروری است. بدین ترتیب، هزینه‌های این حوزه نه بار اقتصادی، بلکه سرمایه‌گذاری حیاتی برای تضمین امنیت ملی، ارتقاء توانمندی‌های فناورانه و تحقق توسعه همه‌جانبه کشور محسوب می‌شوند.

در مجموع، پاسخ به شبهه پرهزینه بودن فعالیت‌های هسته‌ای، در گرو بازنگری در معیارهای ارزیابی و تبیین دیدگاهی راهبردی، جامع و تمدنی است که هزینه‌ها را در چارچوب منافع بلندمدت و فراگیر اقتصادی، علمی، امنیتی و سیاسی بررسی کند. این رویکرد، تأکید بر استمرار سرمایه‌گذاری و پیشرفت در صنعت هسته‌ای را به عنوان ضرورتی انکارناپذیر برای تحقق اهداف کلان جمهوری اسلامی ایران تثبیت می‌نماید.

ب) تبیین رابطه هزینه ـ فایده در مقیاس راهبردی و تمدنی

تحلیل هزینه و فایده در هر پروژه و فعالیتی، از ارکان اساسی تصمیم‌گیری‌های اقتصادی و مدیریتی است؛ اما در مورد فناوری‌های کلان و پیچیده‌ای مانند صنعت هسته‌ای، این تحلیل نمی‌تواند به معیارهای صرفاً کوتاه‌مدت و مالی محدود شود. صنعت هسته‌ای، به عنوان یکی از فناوری‌های راهبردی، دارای ابعادی است که در سطحی بسیار فراتر از حسابداری ساده هزینه‌ها و درآمدها تعریف می‌شود. بررسی این رابطه در مقیاس راهبردی و تمدنی، نیازمند رویکردی چندبُعدی و میان‌رشته‌ای است که ابعاد علمی، سیاسی، امنیتی، اقتصادی و فرهنگی را در هم می‌آمیزد.

از منظر راهبردی، فناوری هسته‌ای نماد استقلال علمی و فناوری یک کشور است و سهم تعیین‌کننده‌ای در جایگاه و نفوذ بین‌المللی آن ایفا می‌کند. جمهوری اسلامی ایران که در مواجهه با فشارها و تحریم‌های خارجی، به ویژه در حوزه فناوری‌های پیشرفته، ایستادگی کرده و به توسعه این صنعت پرداخته است، شاهد است که هر گام در این مسیر، فراتر از یک پروژه اقتصادی صرف، نوعی سرمایه‌گذاری در امنیت و قدرت ملی به شمار می‌رود. این واقعیت باعث می‌شود که هزینه‌های صرف شده در این حوزه، نه صرفاً بار مالی، بلکه ذخیره‌ای راهبردی و سرمایه‌ای تمدنی محسوب شوند که می‌توانند در موقعیت‌های حساس سیاسی و امنیتی، تضمین‌کننده منافع ملی و استمرار حاکمیت باشند.

در این چارچوب، مفهوم «فایده» نیز به مراتب گسترده‌تر از سودهای مالی ملموس تعریف می‌شود. دستاوردهای فناورانه، ارتقاء ظرفیت‌های پژوهشی، توسعه نیروی انسانی متخصص و ایجاد شبکه‌ای از زیرساخت‌های علمی و صنعتی، همه بخشی از منافع بنیادینی هستند که در قالب مزایای غیرمادی و بلندمدت قابل مشاهده‌اند. این مزایا، در نهایت زمینه‌ساز توسعه اقتصادی پایدار، اشتغال‌زایی کیفی و افزایش توان رقابت بین‌المللی کشور می‌گردند.

از سوی دیگر، نگاه تمدنی به صنعت هسته‌ای، توجه به نقش این فناوری در ساختار قدرت نرم و هویتی ملت است. فناوری هسته‌ای در جمهوری اسلامی ایران، نه تنها عرصه‌ای برای پیشرفت علمی بلکه نمادی از اراده ملت و رهبری انقلاب اسلامی در عبور از محدودیت‌ها و تحریم‌هاست. این فناوری در واقع بخشی از فرآیند «تحول تمدنی» است که رهبر معظم انقلاب اسلامی، حضرت آیت‌الله العظمی خامنه‌ای (مدظله العالی)، بارها بر آن تأکید کرده‌اند؛ تحولی که هدف آن رسیدن به قله‌های خودکفایی، استقلال و پیشرفت در تمامی ابعاد است. در این معنا، هزینه‌هایی که در صنعت هسته‌ای صرف می‌شود، سرمایه‌گذاری در سازه تمدنی است که می‌تواند کشور را به الگویی برای سایر ملل و جوامع مستقل تبدیل کند.

به لحاظ اقتصادی نیز، باید توجه داشت که هزینه‌های صرف شده در فناوری هسته‌ای به شکل هزینه‌های فرصت برای کشور نیستند بلکه پایه‌ای برای خلق ارزش‌های افزوده بیشتر در سایر بخش‌ها محسوب می‌شوند. فناوری هسته‌ای به دلیل پیچیدگی و نیاز به تخصص‌های فراوان، درواقع موتور محرکه‌ای برای توسعه علوم پایه، مهندسی پیشرفته و صنایع دانش‌بنیان به شمار می‌آید که بهره‌وری آنها در درازمدت بسیار فراتر از هزینه‌های اولیه است. همچنین، موفقیت در این حوزه می‌تواند موجبات جذب سرمایه‌گذاری‌های خارجی در بخش‌های دیگر فناوری‌های پیشرفته را نیز فراهم آورد.

در مجموع، ارزیابی هزینه ـ فایده صنعت هسته‌ای باید در چارچوبی گسترده، زمان‌مند و فرابخشی صورت گیرد که هم جنبه‌های ملموس و هم ناملموس منافع این فناوری را در نظر بگیرد. این نگاه راهبردی و تمدنی، زمینه را برای درک درست و جامع از ارزش واقعی سرمایه‌گذاری‌های هسته‌ای فراهم می‌کند و از قضا، اثبات می‌کند که صرف هزینه‌های کلان در این حوزه، نه بار مالی که «سرمایه‌گذاری حیاتی» در مسیر استقلال، امنیت و توسعه پایدار کشور است.

ج) صنعت هسته‌ای سرمایه‌ای راهبردی

در تحلیل‌های عمومی و غالباً رسانه‌ای که پیرامون صنعت هسته‌ای مطرح می‌شود، یکی از پرتکرارترین نقدها و شبهات، مسأله «هزینه‌بر بودن» این فناوری و بار مالی آن بر اقتصاد کشور است. این رویکرد، هرچند ممکن است از منظر برخی شاخص‌های مالی کوتاه‌مدت قابل فهم باشد، اما در مقیاس راهبردی و کلان، کاملاً نادقیق و ناقص است. صنعت هسته‌ای در جمهوری اسلامی ایران، نه صرفاً یک حوزه فناورانه پرهزینه، بلکه یک

سرمایه‌گذاری زیربنایی و راهبردی است که می‌تواند اثرات مثبت فراوان و چندوجهی در تمامی ابعاد اقتصاد، امنیت، علم و فناوری و توسعه پایدار کشور داشته باشد.

اولین نکته قابل تأمل در این زمینه، ماهیت و ساختار هزینه‌ها و سرمایه‌گذاری‌های حوزه هسته‌ای است. برخلاف بسیاری از پروژه‌های صرفاً اقتصادی که بازگشت سرمایه آنها به‌صورت مستقیم و کوتاه‌مدت تعریف می‌شود، هزینه‌های صنعت هسته‌ای باید در قالب یک زنجیره بلندمدت بازگشت سود و مزیت دیده شوند. هزینه‌های تحقیق و توسعه، ساخت و تجهیز زیرساخت‌ها، آموزش نیروی انسانی متخصص و توسعه فناوری‌های پایه، زمینه‌ساز تولید ثروت علمی و فناورانه‌ای می‌شوند که در صنایع متعدد دیگر نیز کاربرد دارند. به عبارت دیگر، سرمایه‌گذاری در صنعت هسته‌ای نوعی سرمایه‌گذاری چندمنظوره و چندبخشی است که مزایای آن به صورت انباشت دانش، فناوری و تجربه در درازمدت نمود پیدا می‌کند و بهره‌برداری اقتصادی از آن در صنایع وابسته و دانش‌بنیان گسترش می‌یابد.

همچنین، وجود زیرساخت‌های هسته‌ای و دانش مرتبط، موجب کاهش هزینه‌های واردات فناوری و محصولات فناورانه می‌شود که در شرایط تحریم‌ها و محدودیت‌های بین‌المللی، اهمیت و ارزش آن به‌مراتب افزایش می‌یابد. جمهوری اسلامی ایران که با تحریم‌های ظالمانه مواجه است، با تکیه بر توان داخلی و توسعه فناوری‌های هسته‌ای، بخش قابل توجهی از نیازهای خود را در حوزه‌های پزشکی، کشاورزی، صنعت، انرژی و محیط زیست تأمین می‌کند، امری که مستقیماً موجب صرفه‌جویی ارزی و کاهش وابستگی به بازارهای خارجی می‌شود. این صرفه‌جویی‌ها و تقویت تولید داخلی، تأثیرات مثبت و قابل توجهی در پایداری و رشد اقتصادی کشور دارد.

از منظر امنیت ملی و سیاست خارجی نیز، صنعت هسته‌ای به عنوان شاخصی از قدرت علمی و فناوری کشور، در جهت افزایش ضریب بازدارندگی در برابر تهدیدات خارجی عمل می‌کند. این بازدارندگی، کاهش مخاطرات نظامی و سیاسی را در پی داشته و به تبع آن، هزینه‌های ناشی از ناامنی و بی‌ثباتی را به شدت کاهش می‌دهد. افزون بر این، فناوری هسته‌ای نماد استقلال و خودکفایی فناورانه است که در نظام بین‌الملل معاصر، به عنوان یک عنصر کلیدی در معادلات قدرت شناخته می‌شود. این ویژگی، ارزش اقتصادی قابل توجهی دارد که غالباً در محاسبات صرف مالی نادیده گرفته می‌شود.

از سوی دیگر، سرمایه‌گذاری در صنعت هسته‌ای موتور محرکه‌ای برای رشد بخش‌های دانش‌بنیان و فناوری‌های نوین است. دانش و مهارت‌هایی که در پروژه‌های هسته‌ای توسعه می‌یابند، در حوزه‌هایی مانند فناوری نانو، مواد پیشرفته، مهندسی پزشکی، رباتیک و انرژی‌های تجدیدپذیر قابل کاربرد و توسعه هستند. بنابراین، صنعت هسته‌ای، اکوسیستم فناوری کشور را تقویت می‌کند و زمینه‌های رشد اقتصادی متنوع و پایدار را فراهم می‌سازد که به نوبه خود موجب ایجاد اشتغال‌های تخصصی و ارزش‌آفرینی بلندمدت می‌شود.

نکته مهم دیگر، اثرات فراگیر اجتماعی و فرهنگی صنعت هسته‌ای است. این صنعت، نمادی از پیشرفت، خودباوری و اراده ملت ایران در مواجهه با چالش‌ها و فشارهای خارجی است. چنین سرمایه اجتماعی و فرهنگی، زمینه‌ساز افزایش سرمایه انسانی و رشد سرمایه اجتماعی در حوزه‌های دیگر اقتصادی و علمی می‌شود که به رشد و توسعه اقتصادی کشور کمک می‌کند.

در مجموع، اگرچه ممکن است هزینه‌های صنعت هسته‌ای در نگاه اول بالا به نظر برسد، اما بررسی دقیق و همه‌جانبه این هزینه‌ها در برابر منافع و مزایای متعدد و بلندمدت آن، نشان می‌دهد که این صنعت نه تنها بار مالی بر اقتصاد کشور نیست، بلکه یکی از سرمایه‌های استراتژیک و بنیادین توسعه اقتصادی، علمی و امنیتی جمهوری اسلامی ایران محسوب می‌شود. به همین دلیل، تقویت و توسعه این حوزه باید به عنوان یک اولویت راهبردی در سیاست‌های کلان کشور مورد توجه قرار گیرد تا بتواند نقش محوری خود را در تحقق استقلال، امنیت و پیشرفت تمدنی ایفا کند.

د) تحلیل راهبردی دستاوردهای فناوری هسته‌ای در پرتو اقتصاد مقاومتی و خوداتکایی ملی

در بررسی جایگاه فناوری هسته‌ای در جمهوری اسلامی ایران، پرداختن به نسبت هزینه‌ها و منافع این صنعت، نیازمند نگاهی فراتر از شاخص‌های مالی صرف و تحلیل در چارچوبی راهبردی و کلان است. در این راستا، سه محور اصلی به عنوان نقاط کلیدی قابل توجه و تأمل، مسیر روشن‌تری برای فهم ارزش واقعی و تأثیرگذار این فناوری در توسعه کشور ترسیم می‌کند.

نخست آنکه دستاوردهای فناوری هسته‌ای باید در چارچوب مفهومی اقتصاد مقاومتی و اهداف کلان نظام اسلامی ارزیابی شوند. اقتصاد مقاومتی به معنای توانمندسازی ساختار اقتصادی کشور در برابر فشارهای

خارجی و نوسانات بازارهای جهانی است؛ صنعتی که فناوری هسته‌ای نماینده برجسته آن به شمار می‌رود، نه صرفاً با تولید انرژی بلکه با ایجاد بستر توسعه فناوری‌های پیشرفته و دانش‌بنیان، موجب ارتقای ظرفیت‌های داخلی در حوزه‌های مختلف پزشکی، کشاورزی، محیط زیست و صنعت می‌شود. این دستاوردها، در مقایسه با هزینه‌های صرف شده، از منظر بهره‌وری، ایجاد ارزش افزوده و تقویت جایگاه علمی کشور در سطح جهانی، توجیه اقتصادی و راهبردی بسیار روشنی دارند. به بیان دیگر، سرمایه‌گذاری در صنعت هسته‌ای، گامی اساسی در تحقق اقتصاد مقاومتی و تضمین استقلال اقتصادی ایران است.

دوم، نقش تحریم‌های ظالمانه و فشارهای بین‌المللی در تقویت خوداتکایی ملی و رشد فناوری هسته‌ای را نباید دست‌کم گرفت. جمهوری اسلامی ایران، با مواجهه مستقیم با محدودیت‌های فراوان در حوزه انتقال فناوری، خرید تجهیزات و تأمین مواد اولیه، ناگزیر به توسعه فناوری‌های بومی و افزایش ظرفیت‌های داخلی شده است. این شرایط دشوار، در واقع فرصت بی‌بدیلی برای حرکت به سوی خودکفایی فناورانه و تقویت زیست‌بوم علمی کشور فراهم آورده است؛ فرصتی که رهبر معظم انقلاب اسلامی، حضرت آیت‌الله العظمی خامنه‌ای (مدظله العالی)، همواره بر آن تأکید داشته‌اند. این چرخش از وابستگی به فناوری‌های خارجی به سمت اتکا به توان داخلی، علاوه بر کاهش آسیب‌پذیری، موجب افزایش توان رقابت علمی و فنی کشور در عرصه جهانی شده است. در حقیقت، تحریم‌ها به جای آنکه مانعی برای پیشرفت باشند، به محرکی قدرتمند برای خوداتکایی و رشد علمی بدل گردیده‌اند.

سومین نکته کلیدی، روایت تبدیل تهدید به فرصت است؛ روایتی که صنعت هسته‌ای ایران به بهترین شکل آن را تحقق بخشیده است. در شرایطی که دشمنان نظام جمهوری اسلامی سعی در فشار اقتصادی، سیاسی و فناورانه برای محدودسازی برنامه‌های هسته‌ای کشور داشته‌اند، این حوزه توانسته است با پشتوانه علمی و اراده ملی، به یک نماد برجسته مقاومت و پیشرفت تبدیل شود. این مقاومت راهبردی، علاوه بر حفظ دستاوردهای فناوری، بستر توسعه همه‌جانبه علوم و فناوری‌های نوین را فراهم ساخته و موجب تقویت اقتدار ملی و منطقه‌ای ایران شده است. بدین ترتیب، صنعت هسته‌ای به مثابه نمونه‌ای عینی از توانایی ملت ایران در عبور از بحران‌ها و تبدیل چالش‌ها به فرصت‌های سازنده و پیشرو، نقش راهبردی خود را در جهت تحقق اهداف تمدنی و استقلال فناورانه به اثبات رسانده است.

در جمع‌بندی این تحلیل، می‌توان اذعان داشت که فناوری هسته‌ای در جمهوری اسلامی ایران، نه صرفاً یک حوزه فناورانه با هزینه‌های قابل توجه، بلکه سرمایه‌ای راهبردی است که در پرتو اقتصاد مقاومتی، خوداتکایی ملی و روایت تحول تهدیدها به فرصت‌ها، نقش تعیین‌کننده‌ای در تضمین توسعه پایدار، امنیت ملی و استقلال کشور ایفا می‌کند. این چشم‌انداز راهبردی، بر ضرورت استمرار و تقویت حمایت‌های همه‌جانبه از این صنعت تاکید داشته و آن را به عنوان یکی از ستون‌های اصلی توسعه علمی و اقتصادی کشور معرفی می‌نماید.

۴) تبیین جایگاه و اهمیت راهبردی انرژی هسته‌ای در جهان آینده

تأکید نظام اسلامی بر توسعه‌ی انرژی اتمی و حفظ دستاوردهای هسته‌ای کشور، بار دیگر محل مداقه‌ی کارشناسان و مورد اعتراض دشمنان قرار گرفته است. تأثیر مهم انرژی هسته‌ای بر نقش هر کشور در ژئوپلتیک، ژئواستراتژیک و ژئواکونومیک آینده‌ی جهان، موضوعی است که مورد اجماع همه کارشناسان امنیتی و اقتصادی قرار دارد و در برخی حوزه‌ها مانند برق، سوخت کشتی، دارو و ... ، انرژی اتمی نقش بی‌بدیلی دارد.

چشم‌انداز انرژی جهانی همچنان در حال تکامل است و انرژی هسته‌ای به عنوان یک بازیگر حیاتی در گذار انرژی در حال ظهور است. با تغییرات اخیر در سیاست‌ها و افزایش تقاضا برای انرژی، انرژی هسته‌ای پتانسیل بی‌نظیری برای تأمین انرژی قابل اعتماد و در عین حال کاهش انتشار کربن ارائه می‌دهد.

بر اساس گزارش اخیر انجمن جهانی هسته‌ای (World Nuclear Association)، انرژی هسته‌ای ۲۰ درصد برق و بیش از ۵۰ درصد انرژی پاک در ایالات متحده را تأمین می‌کند و به عنوان ستون اصلی تلاش‌ها برای گذار به کربن‌زدایی شناخته می‌شود. انرژی هسته‌ای می‌تواند منبعی قابل اعتماد و کارآمد برای تولید پایدار و باثبات برق باشد، برخلاف منابع تجدیدپذیر دیگر مانند باد و خورشید که به شرایط آب و هوایی وابسته هستند.

خروجی پایدار و قابل توجه انرژی هسته‌ای، آن را به یکی از اجزای کلیدی آینده انرژی کم‌کربن تبدیل کرده است. عرضه مداوم نیروگاه‌های هسته‌ای می‌تواند وابستگی به سوخت‌های فسیلی را کاهش دهد، انتشار گازهای گلخانه‌ای را کم و از اهداف پایدار جهانی حمایت کند.

انرژی هسته‌ای همچنین در مواجهه با افزایش تقاضای برق از سوی بخش‌های فناوری و صنعتی مورد توجه قرار گرفته است. با پیشرفت هوش مصنوعی و افزایش تعداد وسایل نقلیه الکتریکی، بازار به مقادیر بی‌سابقه‌ای از برق از شبکه نیاز دارد. مراکز داده به مقادیر زیادی برق پایه ۲۴ ساعته برای عملکرد کارآمد و قابل اعتماد نیاز دارند که منابعی مانند خورشید نمی‌توانند تأمین کنند. سرمایه‌گذاران اقتصادی به پتانسیل بازدهی پایدار پروژه‌های هسته‌ای جذب شده‌اند و سیاست‌گذاران اهمیت راهبردی انرژی هسته‌ای را در دستیابی به امنیت انرژی تشخیص داده‌اند.

الکسی ویاروئل از مدیران اجرایی جی‌پی مرگان می‌گوید: «ما در نقطه عطفی قرار داریم که نیاز فوری و مطلق به تولید برق بیشتر وجود دارد، در حالی که همگی در تلاش برای کاهش انتشار کربن هستیم. تولید هسته‌ای تمام این نیازها را برآورده می‌کند».

اندیشکده روسی ولدای کلاب، ۲ خرداد در مطلبی با عنوان «بازگشت انرژی هسته‌ای؛ عصری جدید برای قدرت دیجیتال» دورنمای مهمی از آینده انرژی هسته‌ای را به تصویر می‌کشد و می‌نویسد: رقابت بین‌المللی در حوزه ژئوتکنولوژی در حال افزایش است و انرژی هسته‌ای به شکلی نوین و با وظایف جدید در حال احیاست. در سال‌های آینده می‌توان انتظار پروژه‌های بزرگی برای یکپارچه‌سازی انرژی هسته‌ای و مراکز داده را داشت. در صورت موفقیت این پروژه‌ها، نه‌تنها توسعه فناوری هوش مصنوعی شتاب خواهد گرفت، بلکه چشم‌انداز انرژی جهانی نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

انرژی هسته‌ای با وجود همه درخواست‌ها برای کنار گذاشتن آن به نفع منابع سنتی یا تجدیدپذیر، در حال بازگشت است. در پس‌زمینه چندین فاجعه تهدیدآمیز در اواخر قرن بیستم و اوایل قرن بیست‌ویکم، به نظر می‌رسید اتم صلح‌آمیز محبوبیت خود را از دست داده است و برخی کشورها به طور کامل استفاده از این منبع انرژی را کنار گذاشتند. با این حال، به طور پارادوکسیکال، چالش‌های فناوری مدرن بار دیگر آن را محبوب کرده است. یکی از عوامل کلیدی، توسعه سریع فناوری‌های هوش مصنوعی (AI) است که منجر به افزایش قابل توجه مصرف انرژی شده است.

کنترل بر انرژی اکنون صرفاً مساله‌ای اقتصادی نیست، بلکه به ابزاری برای مدیریت زیست‌بوم‌های دیجیتال تبدیل شده است. این موضوع حوزه جدیدی از مبارزه برای نفوذ سیاسی و ژئوتکنولوژی ایجاد می‌کند. دیپلماسی انرژی در قالبی جدید به سیاست جهانی بازمی‌گردد. کشورها راه‌حل‌های مبتنی بر انرژی صلح‌آمیز

هسته‌ای را نه تنها به عنوان منبعی پایه برای تولید برق، بلکه به عنوان پایه‌ای برای تأمین انرژی مراکز داده (DPCs) که عملکرد هوش مصنوعی و زیرساخت‌های دیجیتال به آنها وابسته است، ترویج می‌کنند.

مراکز داده‌ای که برای آموزش و اجرای مدل‌های زبانی بزرگ استفاده می‌شوند، مقادیر عظیمی انرژی مصرف می‌کنند. این امر فشار زیادی بر شبکه‌های برق وارد می‌کند و نیازمند منابع انرژی قدرتمند و مهم‌تر از همه، پایدار است. علاوه بر این، انگیزه اضافه برای بازگشت به انرژی هسته‌ای، بهبود فناوری‌های رآکتورهای هسته‌ای است. پیشرفت‌های جدید، این رآکتورها را ایمن‌تر، کارآمدتر و پایدارتر از نظر زیست‌محیطی کرده است. این موضوع، همراه با عوامل جدید تقاضا، امکان در نظر گرفتن آنها به عنوان راه‌حلی امیدوارکننده برای آینده انرژی را فراهم می‌کند.

طرح‌های شرکت‌های فناوری اطلاعات آمریکایی برای ایجاد مراکز داده عظیم به اندازه منهتن با ظرفیت بیش از ۲ گیگاوات، علاقه به توسعه انرژی هسته‌ای صلح‌آمیز در سراسر جهان را تقویت کرده است. فرانسه – که پیشرو استفاده از انرژی هسته‌ای است و حدود ۷۰ درصد کل انرژی مصرفی این کشور توسط نیروگاه‌های هسته‌ای تولید می‌شود– در سطح دولتی اعلام کرده است خوشه‌ای از هوش مصنوعی متصل به نیروگاه‌های هسته‌ای ایجاد خواهد کرد. در آلمان، توسعه مراکز داده بهانه‌ای مناسب برای احیای بحث درباره بازگشت رآکتورهای هسته‌ای تعطیل‌شده فراهم کرده است. حتی کشورهایی که در حال حاضر به فناوری هسته‌ای دسترسی ندارند، به فکر ساخت چنین نیروگاه‌هایی هستند. از جمله این کشورها می‌توان به سنگاپور کوچک اشاره کرد که دولت آن استراتژی تبدیل این «شهر – کشور» به یک مرکز جدید هوش مصنوعی را اعلام کرده است.

۳ نوع پروژه برای تأمین انرژی مراکز داده با استفاده از فناوری هسته‌ای وجود دارد. اول، اتصال به رآکتورهای شکافت هسته‌ای موجود، از جمله بازگشایی نیروگاه‌های هسته‌ای که قبلا تعطیل شده‌اند. دوم، سرمایه‌گذاری‌های جدید در فناوری‌های همجوشی هسته‌ای برای ایجاد رآکتورهای گرماهسته‌ای و در نهایت، توسعه و ساخت رآکتورهای مدولار کوچک (SMRها) که جمع‌وجور، ایمن‌تر و انعطاف‌پذیرتر برای استقرار هستند.

نمونه‌ای از رویکرد اول، پروژه مشترک مایکروسافت و شرکت «کانستلیشن انرژی» برای بازسازی واحد یک نیروگاه هسته‌ای تری مایل آیلند با ظرفیت ۸۳۵ مگاوات در ایالات متحده است که سال ۲۰۱۹ تعطیل شده

بود. شرکت روس‌اتم در پروژه مندلیف، در حال ایجاد مراکز داده مبتنی بر ظرفیت‌های نیروگاه‌های هسته‌ای در روسیه است. به عنوان مثال، بزرگ‌ترین مرکز پردازش داده روسیه، «کالینینسکی» با ظرفیت ۴۸ مگاوات، از سال ۲۰۱۸ در محل نیروگاه هسته‌ای کالینین در منطقه تور واقع شده است.

گزینه دوم برای توسعه انرژی اتمی، از جمله برای تأمین انرژی مراکز داده، فناوری‌های همجوشی هسته‌ای است. در سطح بین‌الملل، توسعه در چارچوب پروژه ITER (رآکتور گرماهسته‌ای آزمایشی بین‌المللی) انجام می‌شود. روسیه، چین و ایالات متحده به طور مستقل آزمایش‌هایی را انجام می‌دهند. غول‌های صنعتی مانند شرکت آمریکایی اوپن‌ای‌آی (OpenAI) که ۳۷۵ میلیون دلار در استارتاپ جدید هلیون سرمایه‌گذاری کرده است، امیدهای بزرگی به این فناوری بسته‌اند. در عین حال، اگرچه پیش‌تر آمریکایی‌ها در حجم کل سرمایه‌گذاری در فناوری‌های گرماهسته‌ای پیشرو بودند، امروز چین از آنها پیشی گرفته است. چین، طبق برآوردهای تقریبی، ۲ برابر بیشتر سرمایه‌گذاری و پروژه‌ها را با سرعت بیشتری اجرا می‌کند، با هدف پیشگام شدن در استفاده تجاری از همجوشی هسته‌ای. بنابراین چین به طور فعال در حال توسعه تأسیسات آزمایشی خود به نام «خورشید مصنوعی» یا EAST است؛ رآکتوری که فرآیندهای داخل خورشید را شبیه‌سازی می‌کند و نوید تولید انرژی عملا نامحدود را می‌دهد. تلاش‌های چین باعث نگرانی رهبران قدیمی سرمایه‌گذاری در فناوری‌های همجوشی شده و در نهایت، رقابت برای برتری فناوری در حوزه تولید انرژی را تشدید کرده است. در نهایت، حوزه اولویت‌دار سرمایه‌گذاری برای غول‌های فناوری مانند گوگل یا آمازون، توسعه رآکتورهای مدولار کوچک (SMR) با ظرفیت تا ۳۰۰ مگاوات است. دلیل این امر آن است که SMRها را می‌توان براحتی در نزدیکی مراکز داده موجود قرار داد که این امر باعث کاهش اتلاف انرژی حین انتقال می‌شود. همچنین اعتقاد بر این است که این رآکتورها سریع‌تر ساخته می‌شوند و با انرژی سنتی و به نظر برخی، «دست‌وپاگیر» رآکتورهای بزرگ مرتبط نیستند. با این حال، تا اوایل سال ۲۰۲۵، رآکتورهای مدولار کوچک تنها در روسیه و چین عملیاتی شده‌اند. ۴ SMR دیگر در حال ساخت هستند؛ ۲ مورد در روسیه، یکی در چین و یکی در آرژانتین. سایر کشورها عقب مانده‌اند و همچنان در مرحله توسعه یا نمونه اولیه قرار دارند.

با وجود اینکه ایالات متحده هنوز SMR خود را ایجاد نکرده است، به طور فعال برنامه‌هایی برای ساخت رآکتورهای مدولار کوچک را ترویج می‌کند تا با استفاده از این فناوری، رقبای روس و چینی را از بازار انرژی اتمی کنار بزند. وزارت انرژی ایالات متحده این فناوری را از نظر راهبردی مهم شناسایی و سال ۲۰۱۹،

در دولت اول ترامپ، برنامه تحقیق و توسعه SMR پیشرفته را راه‌اندازی کرد. هدف این برنامه توسعه و صادرات ژئوتکنولوژی‌های آمریکایی در حوزه انرژی هسته‌ای است. فرض بر این است که با دیپلماسی SMR، ایالات متحده می‌تواند رقبا را حذف کند.

به موازات این، ایالات متحده در حال بررسی فرصت‌ها در فضای پساشوروی است. ارمنستان می‌تواند یکی از شرکای بالقوه آن باشد. با این حال، موضوع همکاری همچنان باز است. اوایل سال ۲۰۲۴، نخست‌وزیر نیکول پاشینیان اظهار داشت: کشور به نیروگاه‌های هسته‌ای جدید نیاز دارد و مقامات در حال بررسی پیشنهادات از روسیه، ایالات متحده و کره‌جنوبی هستند.

مسکو – ایروان می‌تواند فرصت‌هایی برای ایالات متحده ایجاد کند تا در بازار انرژی هسته‌ای ارمنستان نفوذ کند، همان‌طور که تحلیلگران غربی به صراحت می‌نویسند. برای ایالات متحده، رآکتورهای مدولار کوچک (SMRها) هم یک ابزار تفرقه‌افکن و هم یک طناب برای مهار هستند. تحت پوشش توسعه زیرساخت‌های انرژی، واشنگتن آماده است از این فناوری‌ها به عنوان ابزاری برای تقسیم و کنترل استفاده کند. رآکتورهای مدولار کوچک که به عنوان منبعی مستقل و پایدار برای تأمین انرژی مراکز داده پیشنهاد شده‌اند، در صورت اجرای موفقیت‌آمیز، اهرمی کلیدی برای تأثیرگذاری واشنگتن بر فرآیندهای دیجیتال در سراسر جهان فراهم خواهند کرد. این امر، همراه با کنترل بر بازار پردازنده‌های گرافیکی و موقعیت‌های مسلط در حوزه خدمات هوش مصنوعی، جایگاه واشنگتن را در رقابت هوش مصنوعی به حداکثر خواهد رساند. اما وضعیت کنونی ممکن است به نفع روسیه و چین تمام شود. سیاست تهاجمی ایالات متحده در ترویج قراردادها SMR، برخلاف انتظار واشنگتن، ممکن است علاقه به پیشنهادات جایگزین از سوی روس‌اتم و شرکت‌های چینی را افزایش دهد. در پس‌زمینه روند جهانی به سوی حاکمیت دیجیتال و سلطه شرکت‌های فناوری اطلاعات آمریکایی در حوزه هوش مصنوعی، مسکو و پکن پنجره‌ای از فرصت دارند. آنها می‌توانند راه‌حل‌های انرژی برای حوزه دیجیتال به کشورها ارائه دهند که در عمل وابستگی به ایالات متحده به عنوان یک انحصارگر را کاهش می‌دهد. استفاده از فناوری‌های روسی و چینی به کشورها کمک خواهد کرد تأمین‌کنندگان خود را متنوع کنند، ریسک‌ها را کاهش دهند و بین منافع رقابتی مانور دهند تا به مطلوب‌ترین شرایط از هر بازیگر دست یابند. رقابت بین‌المللی در حوزه ژئوتکنولوژی در حال افزایش است و انرژی هسته‌ای به شکلی نوین و با وظایف جدید در حال احیاست. در سال‌های آینده، می‌توان انتظار پروژه‌های بزرگی برای یکپارچه‌سازی انرژی هسته‌ای و مراکز داده را داشت.

انرژی هسته‌ای به دلیل توانایی منحصربه‌فرد خود در تأمین انرژی پایدار، قابل اعتماد و کم‌کربن، در آینده انرژی جهان نقشی محوری ایفا خواهد کرد. با افزایش تقاضای برق به دلیل گسترش فناوری‌هایی مانند هوش مصنوعی و وسایل نقلیه الکتریکی، نیاز به منابع انرژی ثابت و بدون وابستگی به شرایط آب و هوایی بیش از پیش احساس می‌شود. رآکتورهای هسته‌ای، بویژه رآکتورهای مدولار کوچک (SMRها) و فناوری‌های پیشرفته مانند همجوشی هسته‌ای، با ارائه ایمنی بالاتر، کارایی بهتر و انعطاف‌پذیری در استقرار، به عنوان راه‌حل‌هایی کلیدی برای پاسخگویی به این نیازها مطرح شده‌اند. چرخه سوخت هسته‌ای و فرآیند غنی‌سازی، به عنوان بخش‌های حیاتی این صنعت، نقش مهمی در تضمین تأمین سوخت پایدار و ایمن برای رآکتورها دارند. غنی‌سازی دقیق و مدیریت ایمن چرخه سوخت نه تنها کارایی نیروگاه‌ها را افزایش می‌دهد، بلکه با کاهش خطرات زیست‌محیطی و امنیتی، اعتماد عمومی و سیاسی به این فناوری را تقویت می‌کند. روندهای کنونی جهان نشان‌دهنده احیای انرژی هسته‌ای در قالب رقابت ژئوتکنولوژیک و دیپلماسی انرژی است. کشورهای پیشرو مانند ایالات متحده، چین و روسیه در حال سرمایه‌گذاری سنگین در فناوری‌های هسته‌ای هستند تا نفوذ خود را در بازارهای جهانی، بویژه در تأمین انرژی برای مراکز داده هوش مصنوعی، گسترش دهند. پروژه‌هایی مانند بازسازی نیروگاه‌های قدیمی، توسعه SMRها و پیشرفت در همجوشی هسته‌ای نشان‌دهنده این رقابت فزاینده است. در این میان، چرخه سوخت هسته‌ای و توانایی غنی‌سازی به عنوان ستون‌های اصلی خودکفایی انرژی و امنیت ملی مطرح هستند، زیرا کشورها برای کاهش وابستگی به تأمین‌کنندگان خارجی و دستیابی به استقلال در تولید انرژی هسته‌ای تلاش می‌کنند. این روندها نه تنها آینده انرژی پاک را شکل می‌دهند، بلکه با تقویت زیرساخت‌های دیجیتال، پیکربندی زیست‌بوم‌های فناوری جهانی را نیز تحت تأثیر قرار خواهند داد.

۵) جمع‌بندی راهبردی و پیشنهادها

صنعت هسته‌ای جمهوری اسلامی ایران، به مثابه یکی از ستون‌های اصلی توسعه علمی، فناوری و امنیت ملی، نقشی فراتر از تأمین انرژی در ساختار کلان کشور ایفا می‌کند. بررسی‌های مفصل این گزارش نشان داد که این صنعت، علاوه بر کاربردهای مستقیم در حوزه انرژی، در شاخه‌های پزشکی، کشاورزی، محیط زیست، صنعت و امنیت فناورانه، اثرگذاری عمیق و گسترده‌ای دارد که در تراز یک برنامه راهبردی ملی قرار می‌گیرد. در عین حال، مواجهه با چالش‌های اقتصادی، سیاسی و بین‌المللی، این حوزه را به نمادی از مقاومت راهبردی

و خوداتکایی ملی بدل ساخته است. بر این اساس، ضرورت بازتعریف نسبت میان مردم، نخبگان، رسانه‌ها و این صنعت، به عنوان گامی کلیدی برای تضمین تداوم و پیشرفت آن به روشنی احساس می‌شود.

- **دلالت‌های سیاستی برای بازتعریف نسبت مردم و صنعت هسته‌ای**

تجارب جهانی و وضعیت کنونی کشور حکایت از آن دارد که موفقیت هر پروژه فناورانه راهبردی، به ویژه در حوزه‌هایی که دارای حساسیت‌های سیاسی و اجتماعی هستند، بدون همراهی و فهم عمیق افکار عمومی و نخبگانی، به دشواری تحقق می‌یابد. از این منظر، سیاست‌گذاران و مدیران راهبردی کشور بایستی بر بازتعریف و اصلاح نسبت موجود میان مردم و صنعت هسته‌ای تمرکز نمایند. این بازتعریف، مستلزم شفاف‌سازی، ارتقای سطح دانش عمومی و ایجاد پیوند مستمر و فعال میان صنعت هسته‌ای و مخاطبان آن است. چنین رویکردی ضمن کاهش زمینه‌های سوءتفاهم و ابهام، زمینه را برای مشارکت معنادارتر جامعه در حمایت و هم‌افزایی با برنامه‌های هسته‌ای فراهم خواهد کرد.

از سوی دیگر، ساختار نهادی مرتبط با این صنعت باید ضمن حفظ امنیت و رعایت اصول فنی، زمینه‌های گفتگوی انتقادی و شفاف میان نخبگان و عموم مردم را تسهیل نماید. این امر مستلزم افزایش دسترسی به اطلاعات معتبر و علمی، تقویت ظرفیت‌های رسانه‌ای و نهادی و ایجاد فضایی است که در آن سوالات و دغدغه‌های جامعه به شکل نظام‌مند پاسخ داده شوند. با چنین رویکردی، صنعت هسته‌ای به جای آنکه عرصه‌ای صرفاً فنی یا سیاسی باقی بماند، به بخشی جدایی‌ناپذیر از گفتمان ملی و توسعه فراگیر تبدیل خواهد شد.

- **تغییر گفتمان عمومی: از مناقشه به فهم واقع‌بینانه و ملی**

یکی از چالش‌های عمده در مسیر توسعه صنعت هسته‌ای، وجود مناقشات سیاسی و رسانه‌ای است که گاه با هدف تحت‌الشعاع قرار دادن دستاوردهای علمی و فناوری کشور، افکار عمومی را دچار سردرگمی و شکاف می‌کنند. بازتعریف گفتمان عمومی در این حوزه، نیازمند تغییر رویکرد از پرداختن صرف به جنبه‌های سیاسی و امنیتی، به سمت ارائه تصویری واقع‌بینانه، جامع و مبتنی بر منافع ملی است. این تغییر گفتمانی، باید بر مبنای ارائه دانش دقیق، تحلیل‌های راهبردی و تأکید بر نقش فناورانه صنعت هسته‌ای در ارتقای کیفیت زندگی مردم و تحقق اهداف کلان توسعه باشد.

برای تحقق این هدف، بهره‌گیری از ظرفیت‌های رسانه‌ای متنوع، از رسانه‌های رسمی و ملی گرفته تا شبکه‌های اجتماعی و رسانه‌های محلی، ضروری است. تولید محتواهای علمی-تبیینی، مستندات تصویری از دستاوردهای صنعت هسته‌ای در حوزه‌های مختلف و انتشار گزارش‌های مستقل و مستند می‌تواند در شکل‌دهی به این گفتمان نوین نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا کند. افزون بر این، ترویج گفتمانی که بر مبنای مبانی فنی و علمی استوار باشد، موجب افزایش اعتماد عمومی و کاهش تأثیرگذاری شبهات و اخبار نادرست خواهد شد.

- **تقویت فهم نخبگانی و رسانه‌ای از صنعت هسته‌ای**

نخبگان علمی، فرهنگی، سیاسی و رسانه‌ای نقش بی‌بدیلی در شکل‌دهی افکار عمومی و سیاست‌گذاری راهبردی دارند. به همین دلیل، ارتقای سطح دانش و فهم عمیق نخبگانی نسبت به ابعاد مختلف صنعت هسته‌ای، از ضرورت‌های بنیادین محسوب می‌شود. در این زمینه، باید برنامه‌های منسجم آموزشی و پژوهشی طراحی شود که ضمن بروز رسانی دانش تخصصی، تحلیل‌های جامع و راهبردی را در اختیار نخبگان قرار دهد. این امر به نخبگان امکان می‌دهد تا ضمن درک دقیق چالش‌ها و فرصت‌ها، به عنوان حلقه‌های واسط بین صنعت هسته‌ای و جامعه عمل کنند و نقش مؤثر در تبیین واقعیات و پاسخ به شبهات ایفا نمایند.

افزون بر این، تقویت توان رسانه‌ها در انتقال پیام‌های علمی و راهبردی مرتبط با صنعت هسته‌ای، گامی مهم در جهت اصلاح گفتمان عمومی خواهد بود. آموزش خبرنگاران، تهیه گزارش‌های تخصصی، حمایت از تولیدات مستند و مشارکت نخبگان در رسانه‌ها می‌تواند موجب افزایش دقت و عمق پوشش خبری این حوزه گردد. در نتیجه، یک فهم مشترک و مبتنی بر واقعیت علمی در بین بازیگران کلیدی عرصه عمومی شکل می‌گیرد که پشتوانه قوی برای تصمیم‌سازی‌های راهبردی فراهم می‌سازد.

بر اساس تحلیل‌های ارائه شده در این گزارش و با توجه به اهمیت بازتعریف نسبت مردم و صنعت هسته‌ای، پیشنهادهای زیر به عنوان محورهای کلیدی سیاستی و اجرایی جهت تضمین تداوم و توسعه این صنعت راهبردی، مطرح می‌گردد:

- **تقویت آموزش عمومی درباره کارکردهای غیرانرژی صنعت هسته‌ای:**

آموزش عمومی به عنوان پایه و اساس تغییر نگرش‌ها و ارتقای آگاهی مردم باید مورد توجه ویژه قرار گیرد. توسعه محتواهای آموزشی و ترویجی با تأکید بر کاربردهای پزشکی، کشاورزی، محیط زیستی و فناورانه

صنعت هسته‌ای می‌تواند نقش مؤثری در کاهش نگرانی‌ها و ایجاد تصویر مثبت از این صنعت ایفا کند. استفاده از روش‌های نوین آموزشی مانند فیلم‌های مستند، بسته‌های رسانه‌ای، کارگاه‌های آموزشی در مدارس و دانشگاه‌ها و برنامه‌های رادیو و تلویزیونی با رویکرد علمی و متناسب با مخاطب، از جمله راهکارهای مؤثر است.

- **طراحی برنامه‌هایی با محوریت "فناوری هسته‌ای در خدمت مردم":**

این رویکرد باید به گونه‌ای در سیاست‌های رسانه‌ای و فرهنگی نهادینه شود که صنعت هسته‌ای صرفاً به عنوان یک پروژه فنی یا سیاسی دیده نشود، بلکه نقش آن در بهبود کیفیت زندگی مردم و ارتقای سلامت، امنیت غذایی و حفاظت محیط زیست برجسته گردد. توسعه کمپین‌های اطلاع‌رسانی و مشارکتی با حضور متخصصان، فعالان فرهنگی و رسانه‌ای، می‌تواند این پیام را به شکل گسترده منتقل کند.

- **هدایت افکار عمومی از مناقشات سیاسی به درک واقع‌بینانه و ملی:**

به منظور جلوگیری از سیاست‌زدگی بیش از حد موضوع و کاهش اثرگذاری هجمه‌های تبلیغاتی مخالفان، لازم است فضای گفتگوهای عمومی به سوی مسائل فنی، علمی و راهبردی هدایت شود. این کار نیازمند برنامه‌ریزی دقیق و هدفمند از سوی نهادهای ذی‌ربط، به‌ویژه وزارت علوم، سازمان انرژی اتمی، صدا و سیما و نهادهای فرهنگی است تا بتوانند ضمن حفظ امنیت ملی، به تحلیل‌های علمی و مستدل پرداخته و اعتماد عمومی را ارتقاء دهند.

- **استفاده از ظرفیت تریبون‌های مردمی و نهادی برای تبیین:**

بهره‌گیری از بسترهای مردمی و نهادی چون نماز جمعه، مدارس، دانشگاه‌ها، مساجد و رسانه ملی، فرصت ارزشمندی برای تبیین اهمیت و جایگاه صنعت هسته‌ای است. این تریبون‌ها، با نفوذ گسترده خود در اقشار مختلف جامعه، می‌توانند پیام‌های علمی و فرهنگی مرتبط با فناوری هسته‌ای را به شکلی مؤثر منتقل کنند. همچنین، دعوت از کارشناسان و نخبگان در این بسترها به جهت پاسخگویی به پرسش‌ها و رفع ابهامات، کمک شایانی به ایجاد فهم مشترک خواهد نمود.

در خاتمه، تأکید می‌گردد که تحقق این پیشنهادها نیازمند همکاری گسترده و هماهنگ میان نهادهای دولتی، دانشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی، رسانه‌ها و فعالان اجتماعی است. تنها از طریق یک حرکت ملی و فراگیر می‌توان صنعت هسته‌ای را به عنوان نمادی از پیشرفت علمی، استقلال فناورانه و امنیت ملی معرفی کرد که در خدمت

توسعه پایدار و رفاه عمومی مردم قرار دارد. این مسیر، همسو با منویات بنیان‌گذار کبیر انقلاب اسلامی، حضرت امام خمینی (رحمه‌الله علیه) و رهبر معظم انقلاب اسلامی، حضرت آیت‌الله العظمی خامنه‌ای (مدظله العالی)، به عنوان یکی از مؤلفه‌های کلیدی تحقق تمدن نوین اسلامی و اقتدار ملی تعریف شده است.


شورای هماهنگی تبلیغات اسلامی
۱۳۵۹