



جهان انرژی

دانشگاه مهندسی انرژی

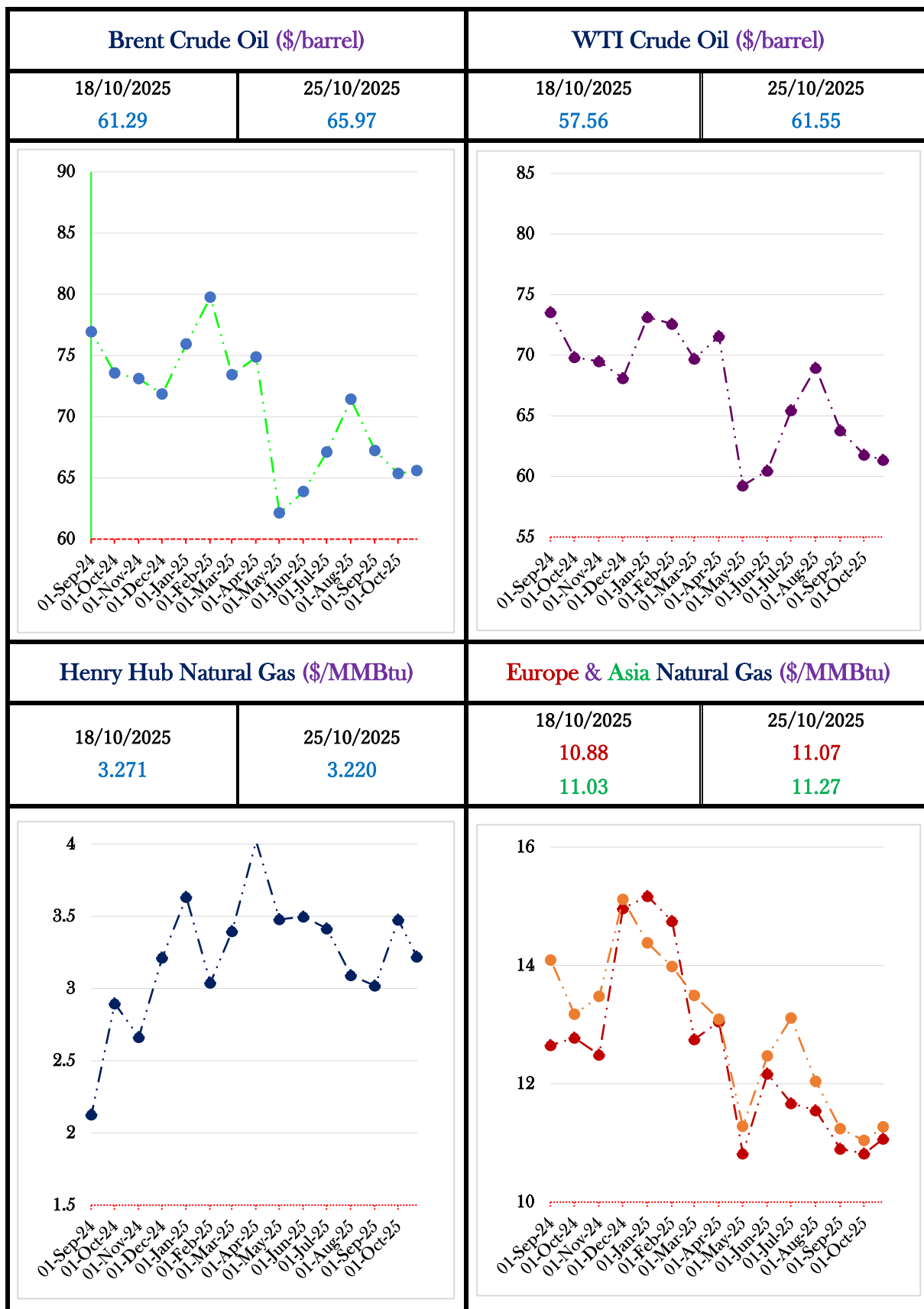
تفسیر هفت:

سیکنال های ضعیف در آینده هوش مصنوعی در ایران از نگاه تامین انرژی

نویسندگان این شماره:

مریم هاشمی نژاد، امیر علی حسن زاده، و عباس ملکی

۲ آبان ۱۴۰۴



بهای نفتی بازار

در روزهای گذشته قیمت نفت با افزایش روبرو بود. تحریم های روسیه بعلاوه جدال ایالات متحده با کانادا و حملات اسرائیل به مردم غزه همزمان با آتش بس، قیمت نفت خام را بالا برد. نفت برنت که در شنبه گذشته به قیمت ۶۱.۲۹ دلار هر بشکه معامله شده بود، امروز صبح به بهای ۶۵.۹۴ دلار در بورس بین المللی لندن خرید و فروش می شود. نفت خام وست تگزاس اینترمیدیت که شنبه گذشته ۵۷.۵۴ دلار در هر بشکه در بازار کاشینگ اوکلاهما عرضه می گشت به بهای ۶۱.۵۰ دلار امروز معامله گردید.

از چهارشنبه گذشته قیمت نفت خام پس از چند روز کاهش پیاپی، اندکی بازیابی شد و از پایین ترین سطح پنج ماهه خود فاصله گرفت. این بهبود نسبی عمدتاً تحت تأثیر خرید جدید وزارت انرژی آمریکا برای ذخایر استراتژیک نفت و همچنین سیگنال های مثبت از سمت بازارهای آسیا صورت گرفت، هرچند کارشناسان تأکید دارند که این رشد هنوز شکننده و کوتاه مدت است. وزارت انرژی ایالات متحده اعلام کرد قصد دارد حدود یک میلیون بشکه نفت خام برای پر کردن بخشی از ذخایر استراتژیک خود خریداری کند؛ تصمیمی که به عنوان نشانه ای از حمایت دولت از بازار تلقی شد و تا حدودی احساسات نزولی را مهار کرد. همزمان گمانه زنی ها درباره احتمال محدود شدن صادرات نفت روسیه به دنبال مذاکرات تجاری میان چین و هند نیز سبب شد نگرانی ها درباره مازاد عرضه در کوتاه مدت کاهش یابد. تولید بالای نفت در ایالات متحده، افزایش تدریجی تولید از سوی اعضای اوپک پلاس، و چشم انداز تضعیف تقاضا در اروپا و شرق آسیا همچنان فشار نزولی بر بازار وارد می کند. در هفته های اخیر حجم ذخایر فرآورده های نفتی در آمریکا نیز افزایش یافته که خود نشانه ای از کندی مصرف سوخت در بخش های صنعتی و حمل و نقل است. در مجموع بازگشت اخیر قیمت نفت را نمی توان نشانه تغییر پایدار روند دانست، بلکه بیشتر واکنشی روانی به اخبار حمایتی کوتاه مدت است. در شرایطی که بازار میان نگرانی از مازاد عرضه و احتمال اختلال های ژئوپلیتیک در نوسان است، تحلیلگران معتقدند قیمت ها در هفته های آینده احتمالاً در محدوده فعلی نوسان خواهند داشت تا نشانه های قوی تری از تغییر واقعی در عرضه یا تقاضا ظاهر شود.

بهای گاز طبیعی در هنری هاب که در سه هفته گذشته به ۳.۰۱ دلار به ازای هر یک میلیون واحد حرارتی انگلیسی (بی تی یو) رسیده بود صبح امروز به ۳.۳۰ دلار به ازای هر میلیون بی تی یو رسید افزایش قیمت گاز طبیعی با کاهش دما در آمریکای شمالی همراه است. بهای گاز طبیعی در روتردام هلند با افزایش قیمت به ۱۱.۰۸ دلار به ازای هر میلیون بی تی یو به فروش رسید. بهای همین مقدار از گاز طبیعی مایع شده در ساحل کره و ژاپن به ۱۱.۲۷ دلار هر میلیون بی تی یو افزایش یافت.

➤ تحریم‌های جدید نفتی آمریکا علیه روسیه

دونالد ترامپ در هفته گذشته تحریم‌های تازه‌ای را علیه بخش نفت روسیه اعلام کرد که شرکت‌های بزرگ این کشور از جمله روس‌نفت (Rosneft) و لوک‌ویل (Lukoil) را هدف قرار می‌دهد. این اقدام بخشی از تلاش واشنگتن برای افزایش فشار اقتصادی بر مسکو با هدف واداشتن آن به توقف جنگ در اوکراین است. این تحریم‌ها نشانه آغاز مرحله‌ای جدید در استفاده از ابزار انرژی به‌عنوان اهرم سیاسی در سیاست خارجی ایالات متحده به شمار می‌رود. بر اساس ارزیابی تحلیلگران، هدف اصلی این تحریم‌ها محدود کردن جریان درآمدهای نفتی روسیه است که ستون فقرات بودجه دولت پوتین را تشکیل می‌دهد. شرکت‌های مورد تحریم روزانه حدود ۳.۱ میلیون بشکه نفت خام صادر می‌کنند که عمدتاً به بازارهای شرق و جنوب آسیا، به‌ویژه چین و هند ارسال می‌شود. با اعمال تحریم‌های ثانویه علیه کشورهای که به خرید نفت روسیه ادامه دهند، احتمال دارد بین دو تا سه میلیون بشکه از عرضه جهانی نفت کاهش یابد. این مسئله می‌تواند در کوتاه‌مدت فشار افزایشی بر قیمت نفت وارد کند و تعادل بازار را به هم بزند. روسیه برای مقابله با این فشارها احتمالاً مسیرهای صادراتی خود را متنوع خواهد کرد؛ از جمله گسترش استفاده از ناوگان سایه و انتقال کشتی به کشتی در آب‌های جنوب شرق آسیا. چنین اقداماتی هرچند به تداوم صادرات کمک می‌کند، اما هزینه‌های حمل‌ونقل و بیمه را افزایش داده و حاشیه سود صادرات روسیه را کاهش می‌دهد. از سوی دیگر اگر کشورهایی مانند چین و هند در برابر فشارهای آمریکا مقاومت کنند، اثرگذاری این تحریم‌ها ممکن است محدود بماند. در بعد کلان این تحریم‌ها در حالی اعمال می‌شوند که بازار جهانی نفت همچنان با مازاد نسبی عرضه مواجه است. با این حال کاهش حتی جزئی در صادرات روسیه می‌تواند توازن شکننده بازار را تغییر دهد. تحلیلگران انتظار دارند اگر اجرای تحریم‌ها جدی و پایدار باشد، قیمت نفت در میان‌مدت احتمالاً تا محدوده هشتاد دلار در هر بشکه مجدداً افزایش یابد. به‌طور کلی تحریم‌های جدید واشنگتن علیه روسیه را می‌توان اقدامی سیاسی با تبعات اقتصادی قابل توجه دانست؛ اقدامی که ممکن است در کوتاه‌مدت تنش‌های ژئوپلیتیک را تشدید و در میان‌مدت با کاهش عرضه جهانی به عاملی فزاینده برای قیمت نفت تبدیل شود.

➤ نشت محدود در خط لوله نفت لیبی

شرکت زیتونه اوایل از زیرمجموعه‌های شرکت ملی نفت لیبی اعلام کرد که نشت محدودی در یکی از خطوط لوله انتقال نفت خام این کشور شناسایی و در مدت کوتاهی مهار شده است. این خط لوله ۱۶ اینچی که میدان‌های نفتی «صبح» و «زلا» را به شبکه صادراتی شرق لیبی متصل می‌کند، از مسیرهای کلیدی انتقال نفت کشور به شمار می‌رود. تیم‌های فنی بلافاصله پس از شناسایی محل نشت، عملیات ترمیم را آغاز کردند و توانستند بدون ایجاد آلودگی زیست‌محیطی یا خسارت جدی جریان انتقال نفت را دوباره برقرار کنند. شرکت ملی نفت لیبی در بیانیه‌ای تأکید کرد که این حادثه هیچ‌گونه تأثیری بر سطح تولید یا صادرات روزانه نفت

کشور نداشته است. با این حال تحلیلگران انرژی هشدار می‌دهند که تکرار چنین رخدادهایی، هرچند محدود، یادآور آسیب‌پذیری بالای زیرساخت‌های نفتی لیبی در برابر فرسودگی، ضعف نگهداری، و شرایط امنیتی ناپایدار است. این وضعیت می‌تواند در بلندمدت خطر اختلال در عرضه نفت لیبی و نوسان بیشتر در بازار جهانی انرژی را افزایش دهد.

➤ عملیات نجات کشتی حامل گاز مایع در خلیج عدن

عملیات گسترده‌ای برای نجات کشتی حامل ال‌ان‌جی با نام «اموی فالکون» که پس از وقوع انفجار در خلیج عدن دچار آتش‌سوزی شده است، در حال انجام می‌باشد. این کشتی که تحت پرچم کامرون فعالیت می‌کرد، در تاریخ ۱۸ اکتبر ۲۰۲۵ در مسیر حرکت از بندر صحار در عمان به مقصد جیبوتی دچار حادثه شد. انفجار در یکی از بخش‌های کشتی موجب آتش‌سوزی گسترده و آسیب جدی به بدنه آن شد و در حال حاضر کشتی در وضعیت نیمه‌غرق است. در زمان وقوع حادثه کشتی به طور کامل با محموله ال‌ان‌جی بارگیری شده بود. علت دقیق انفجار هنوز مشخص نشده است. با این حال مأموریت دریایی اتحادیه اروپا موسوم به «یونافور آسپیدس» اعلام کرده است که بررسی‌های اولیه نشان می‌دهد حادثه احتمالاً ناشی از مشکلی در محموله گاز طبیعی مایع‌شده بوده و هیچ نشانه‌ای از حمله خارجی مشاهده نشده است. انصارالله یمن که پیش‌تر مسئولیت برخی حملات به کشتی‌های تجاری در دریای سرخ و خلیج عدن را بر عهده گرفته بودند، تاکنون ارتباطی با این حادثه نداشته‌اند. این رویداد بار دیگر نگرانی‌ها درباره ایمنی مسیرهای کشتیرانی در خلیج عدن را افزایش داده است. خلیج عدن به عنوان یکی از مسیرهای حیاتی انتقال انرژی و تجارت جهانی، همواره در معرض خطرات امنیتی، فنی، و زیست‌محیطی قرار دارد و وقوع چنین حوادثی می‌تواند پیامدهای گسترده‌ای برای امنیت انرژی و حمل‌ونقل دریایی منطقه به همراه داشته باشد.

➤ چالش انرژی اردن و نزدیکی دوباره با چین

اردن که با کمبود شدید منابع انرژی روبه‌روست، سال‌هاست برای تأمین نیازهای خود به واردات گسترده از کشورهای حوزه خلیج فارس و اسرائیل وابسته است. این وابستگی در شرایط کنونی، به‌ویژه با تشدید تنش‌های منطقه‌ای و جنگ غزه، به یک معضل سیاسی و اقتصادی جدی برای آمان تبدیل شده است. بخش قابل‌توجهی از جمعیت اردن را فلسطینی‌ها تشکیل می‌دهند و افکار عمومی این کشور نسبت به همکاری انرژی با اسرائیل واکنش منفی نشان می‌دهد. در چنین شرایطی دولت اردن در تلاش است تا مسیر تازه‌ای برای استقلال انرژی خود ترسیم کند. این کشور برنامه‌ای گسترده برای تنوع‌بخشی به منابع انرژی آغاز کرده و تمرکز اصلی خود را بر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، بهره‌برداری از نفت ناشی از سنگهای رسوبی (شیل)، و تولید هیدروژن سبز قرار داده است. در همین راستا دولت اردن اخیراً توافق‌نامه‌ای مقدماتی با شرکت چینی «یوئی‌جی گرین هیدروژن دولوپمنت هولدینگ» امضا کرده تا مطالعات امکان‌سنجی پروژه‌ای به ارزش تقریبی ۱.۱۵ میلیارد دلار برای تولید آمونیاک سبز انجام شود. این همکاری تازه با چین در حالی شکل می‌گیرد که روابط اقتصادی

دو کشور در گذشته با تنش‌هایی همراه بوده است. اردن پیش‌تر در پرونده‌ای حقوقی با یک شرکت چینی فعال در پروژه نفت شیل شکست خورده و متحمل هزینه‌های قابل توجهی شده بود. با این حال، مقامات اردنی می‌گویند همکاری جدید با چین بر پایه شفافیت بیشتر، قراردادهای دقیق‌تر و تقسیم مسئولیت منصفانه‌تر طراحی خواهد شد. اجرای پروژه‌های جدید انرژی در اردن مستلزم تأمین منابع حیاتی همچون آب و زیرساخت مناسب انرژی است. کشور اردن که با کمبود آب روبه‌روست، برای پیشبرد پروژه‌های تولید هیدروژن سبز و انرژی تجدیدپذیر نیازمند تقویت ظرفیت‌های آب‌شیرین‌کن و توسعه شبکه برق است. پروژه خط انتقال آب «بندر عقبه-امان» یکی از طرح‌های کلیدی در این مسیر محسوب می‌شود. در مجموع تمایل اردن به همکاری دوباره با چین در حوزه انرژی را می‌توان تلاشی برای کاهش وابستگی به واردات، افزایش استقلال در سیاست انرژی، و کاهش فشارهای ژئوپولیتیک منطقه‌ای دانست. موفقیت این مسیر اما وابسته به توان اردن در جذب سرمایه‌گذاران معتبر، طراحی قراردادهای شفاف، و مدیریت کارآمد پروژه‌ها خواهد بود.

➤ رد تعرفه علیه چین و هند از طرف اروپا و جستجوی گزینه‌های جایگزین

اتحادیه اروپا اعلام کرده است که برخلاف خواسته‌های دونالد ترامپ قصد ندارد علیه چین و هند تعرفه‌های سنگین تجاری وضع کند. دولت‌های اروپایی ترجیح می‌دهند به جای ورود به یک جنگ تجاری تازه، سیاستی متعادل‌تر و چندجانبه‌تر را در پیش بگیرند که هم منافع اقتصادی‌شان حفظ شود و هم روابطشان با ایالات متحده دچار تنش جدی نگردد. ترامپ در دیدارهای اخیر با برخی مقام‌های اروپایی خواستار آن شده بود که اتحادیه اروپا با افزایش چشمگیر تعرفه بر واردات کالا از چین و هند، از سیاست‌های اقتصادی او حمایت کند. با این حال بروکسل تأکید کرده است که چنین اقدامی نه تنها با اصول تجارت آزاد اروپا سازگار نیست، بلکه به منافع راهبردی و تجاری کشورهای عضو نیز آسیب می‌زند؛ زیرا چین و هند از بزرگ‌ترین شرکای تجاری اتحادیه اروپا محسوب می‌شوند. در عوض اتحادیه اروپا در حال تدوین طرحی جایگزین است که هدف آن محدود کردن راه‌های غیرمستقیم دور زدن تحریم‌ها توسط روسیه از طریق کشورهای مانند چین و هند است. این طرح بخشی از بسته نوزدهم تحریم‌های اروپا علیه روسیه محسوب می‌شود و تمرکز آن بر تقویت نظارت بر تراکنش‌های مالی، استفاده از رمزارزها، شرکت‌های انرژی، و بانک‌هایی است که ممکن است در انتقال یا پنهان‌سازی درآمدهای نفت و گاز روسیه نقش داشته باشند. در واقع اروپا می‌کوشد موازنه‌ای ظریف میان فشارهای آمریکا و منافع تجاری خود برقرار کند. مقامات اروپایی بر این باورند که اعمال تعرفه‌های گسترده علیه چین و هند، در کوتاه‌مدت شاید رضایت واشنگتن را جلب کند، اما در بلندمدت می‌تواند زنجیره‌های تأمین صنعتی اروپا را مختل و رشد اقتصادی آن را تضعیف کند. از سوی دیگر بروکسل همچنان به دنبال هماهنگی با آمریکا در موضوعات کلان امنیتی و تحریم‌های روسیه است، اما مایل است استقلال تصمیم‌گیری اقتصادی خود را حفظ کند. این رویکرد نشان می‌دهد که اتحادیه اروپا در شرایط جدید ژئوپولیتیکی در پی تعریف سیاستی چندوجهی است؛ سیاستی که ضمن همراهی نسبی با واشنگتن، از تبدیل شدن اروپا به ابزاری در رقابت تجاری آمریکا با چین و هند جلوگیری کند و به‌ویژه در حوزه انرژی و فناوری، استقلال راهبردی این قاره را تقویت نماید.

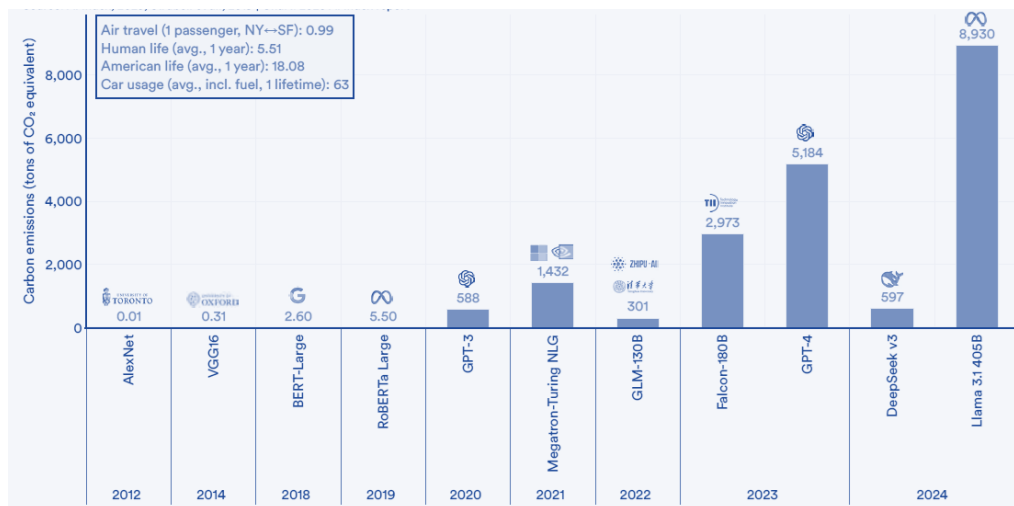
سیگنال‌های ضعیف در آینده هوش مصنوعی در ایران از نگاه تائین انرژی

۱. مقدمه

به گفته یک متخصص انرژی "هوش مصنوعی، برق جدید است. همانطور که الکتریسیته تقریباً همه چیز را بیش از ۱۰۰ سال پیش متحول کرد، امروز واقعاً به سختی می‌توانم صنعتی را تصور کنم که فکر نمی‌کنم هوش مصنوعی در چند سال آینده آن را متحول کند." این سخن نشان می‌دهد که دنیای جدید با وجود هوش مصنوعی آینده دیگری را خواهد داشت. هوش مصنوعی نویدبخش کارآمدتر کردن صنعت و آسان‌تر کردن زندگی ماست. هوش مصنوعی که برخی آن را انقلاب صنعتی چهارم می‌نامند، نه تنها نحوه انجام کارها، نحوه ارتباط ما با دیگران، بلکه آنچه را که درباره خودمان می‌دانیم نیز تغییر خواهد داد.

علیرغم نقش قابل توجه هوش مصنوعی در حوزه‌های مختلف، یکی از اشکالات عمده تحقیقات در این بخش این است که هوش مصنوعی و توسعه آن بر نیازها، ضرورت‌ها و ارزش‌های کشورهای با درآمد بالا متمرکز است که در خط مقدم پیشرفت هوش مصنوعی قرار دارند. کشورهای کم‌درآمد، که توسط بانک جهانی به عنوان کشورهایی با سرانه درآمد ناخالص ملی ۱۱۴۵ دلار یا کمتر برای سال‌های ۲۰۲۴-۲۰۲۵ تعریف شده‌اند. پتانسیل آشکار هوش مصنوعی برای بهبود خدمات بهداشتی، افزایش نتایج آموزشی، تقویت سیستم‌های انرژی و افزایش کارایی حکومتداری و سایر زمینه‌ها، عمدتاً در تحقیقات و استفاده از هوش مصنوعی نادیده گرفته شده‌اند. تأمین برق مقرون به صرفه، قابل اعتماد و پایدار، عامل تعیین‌کننده‌ای در توسعه هوش مصنوعی خواهد بود و آموزش و استقرار مدل‌های هوش مصنوعی در مراکز داده بزرگ و پرمصرف انجام می‌شود. یک مرکز داده معمولی متمرکز بر هوش مصنوعی به اندازه ۱۰۰۰۰۰ خانوار برق مصرف می‌کند، اما بزرگترین مراکز داده در حال ساخت امروزی ۲۰ برابر بیشتر برق مصرف خواهند کرد. از این رو بررسی سیستم‌های انرژی برای کشورها در حال توسعه، بسیار حائز اهمیت خواهد بود، در این گزارش سعی می‌شود تا با بررسی سیگنال‌های ضعیف چالش‌های پیشرو توسعه هوش مصنوعی در ایران را بررسی شود.

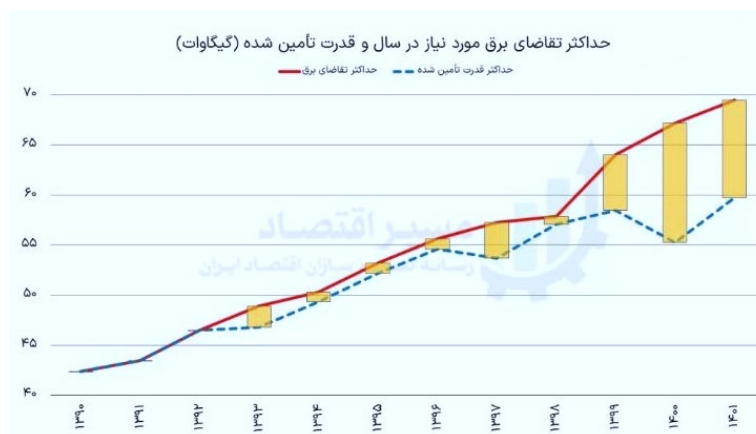
امروزه علاوه بر نگرانی راجع به درز اطلاعات در حوزه هوش مصنوعی در بخش صنعت، انتشار کربن دی‌اکسید بسیار زیاد مدل‌های هوش مصنوعی سبب شده است تا نگرانی‌های زیست محیطی شکل بگیرد. شکل (۱) انتشار کربن تخمین زده شده از تعلیم مدل‌های هوش مصنوعی و مقایسه آن با فعالیت‌های انسانی را نشان می‌دهد.



شکل (۱): انتشار کربن تخمین زده شده از تعلیم مدل های هوش مصنوعی و مقایسه آن با فعالیت های انسانی

انتشار کربن هوش مصنوعی در درجه اول ناشی از فرآیندهای انرژی‌بری است که در ساخت سخت‌افزار هوش مصنوعی و اداره مراکز داده‌ای دخیل هستند. این مراکز داده مقادیر زیادی برق، عمدتاً از سوخت‌های فسیلی، مصرف می‌کنند که منجر به انتشار قابل توجه گازهای گلخانه‌ای می‌شود. در این نقطه هوش مصنوعی و سیستم های انرژی در کشور با یکدیگر تضاد منافع پیدا می‌کنند. این درهم‌آمیختگی هوش مصنوعی و سیستم های انرژی تیغ‌دولبه خواهد بود.

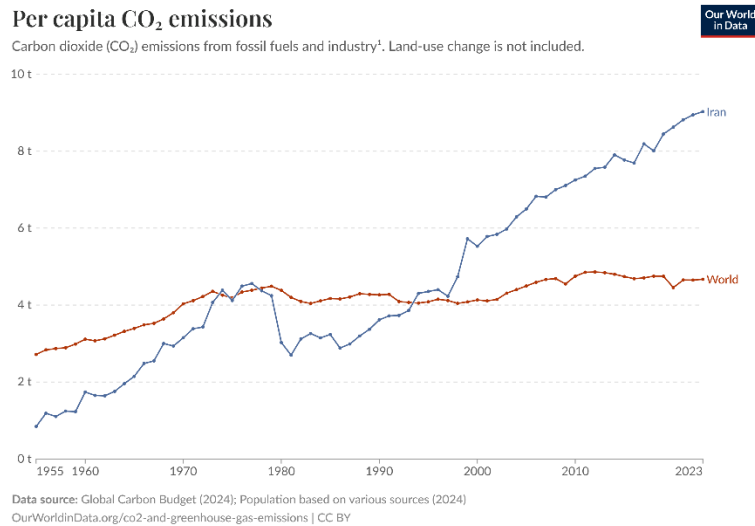
دسترسی به انرژی در ایران در حال حاضر شکننده است، که می‌تواند ایران را از ماراتون حرکت به سمت توسعه هوش مصنوعی دور سازد. شکل (۲) نشان می‌دهد که هرساله میزان ناترازی برق در ایران در حال افزایش است و طبق گزارش خبرگزاری باشگاه خبرنگاران جوان در سال ۱۴۰۳ رکورد ۱۲ هزارمگاوات را ثبت کرده است.



شکل (۲): حداکثر تقاضای برق مورد نیاز در سال و قدرت تامین شده بین سال های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۱

از طرفی دیگر از آنجا که عمده تامین برق در ایران به نیروگاه‌های حرارتی تامین می‌شود، انتشار کربن این بخش نیز بسیار زیاد است، که خود می‌تواند در آینده با اعمال مالیات های کربن مانعی برای توسعه هوش مصنوعی در ایران باشد.

انتشار کربن سبد انرژی ایران در سال ۲۰۲۳ به مقدار ۹ تن به ازای هر فرد رسیده است که تقریباً دو برابر متوسط انتشار کربن در جهان است. شکل (۳) میزان انتشار به ازای هر فرد را در ایران طی سال های ۱۹۵۵ تا ۲۰۲۳ را نشان می دهد که متوجه می شویم که روند صعودی در طول این سال ها داشته است.



شکل (۳). نمودار انتشار کربن کشور ایران بین سال های ۱۹۵۵ تا ۲۰۲۳

با توجه به شناسایی روندهای حاکم بر بخش هوش مصنوعی در جهان و همچنین برق در ایران می توانیم، سیگنال هایی که نشان دهنده چالش های توسعه هوش مصنوعی در ایران هستند را شناسایی کنیم.

۲. سیگنالهای ضعیف

تعریف سیگنال های ضعیف عبات است از نشانه های اولیه تغییرات احتمالی اما تأیید نشده و اولین نشانه های مسائل نوظهور با قابلیت مشاهده کم. از آنجایی که سیگنال های ضعیف نشان دهنده نشانه های اولیه تغییر هستند، اکثر آنها محقق نخواهند شد. با این حال، برخی به تدریج روندها را شکل می دهند و تعداد محدودی به سرعت به عنوان عوامل غیرقابل پیش بینی ظاهر می شوند. برنامه های استراتژیک نباید سیگنال های ضعیف را علیرغم احتمال پایین درک شده به صورت جداگانه، نادیده بگیرند، زیرا کمیت جمعی و پتانسیل تأثیر نامتناسب آنها به این معنی است که برخی از آنها احتمالاً بر آینده تأثیر خواهند گذاشت. نظارت بر سیگنال های ضعیف به سازمان ها اجازه می دهد تا تهدیدها و فرصت ها را زودتر پیش بینی کنند.

گزارش ها و مصاحبه ها می توانند منابع ارزشمندی برای شناسایی سیگنال های ضعیف باشند، زیرا اغلب حاوی اطلاعات ظریف، مشاهدات میدانی و دیدگاه های شخصی افراد مطلع هستند که در داده های رسمی و آماری منعکس نمی شوند. در مصاحبه ها، افراد ممکن است به روندهای نوظهور، مشکلات پنهان یا نیازهای برآورده نشده اشاره کنند که هنوز به صورت گسترده در بازار دیده نشده اند. همچنین گزارش های تخصصی، به ویژه آن هایی که با دید تحلیلی یا آینده نگرانه تهیه می شوند، می توانند نکاتی درباره تغییر رفتار مشتریان، تحولات تکنولوژیک یا ناهماهنگی های موجود در سیستم را نمایان کنند. بررسی دقیق این منابع و استخراج

نشانه‌های اولیه از آن‌ها، به سازمان‌ها کمک می‌کند تا فرصت‌ها یا تهدیدهای بالقوه را زودتر از رقبا شناسایی کرده و واکنش مؤثرتری نشان دهند. در ادامه به چند مورد از این سیگنال‌ها خواهیم پرداخت.

۲،۱. هشدار متخصصان نسبت به کندی توسعه هوش مصنوعی در ایران

سید علی مدنی‌زاده، هیئت علمی دانشگاه شریف در دیدار نخبگان با رهبر جمهوری اسلامی ایران در ۱۱ دی ماه ۱۴۰۳ بیان کرد که «علی‌رغم تأکیدات رهبر انقلاب در طی چند سال اخیر مبنی بر توجه به حوزه هوش مصنوعی، مطالعات ما در دانشگاه نشان می‌دهد که در این حوزه نیز شتاب لازم محقق نشده و در حال عقب افتادن از رقبای خود هستیم». از طرفی دیگر ایشان با بیان «فکر می‌کنم برای اقتصاد ایران ظرفیتهای تحول تکنولوژیک امروز سه ضلع دارد: "فناوری‌های همگرا"، "انرژی‌های تجدیدپذیر" و "انقلاب هوش مصنوعی"» نشان داد که در فضای آکادمیک ایران اهمیت حرکت به سمت دو مسئله انرژی و هوش مصنوعی به صورت همزمان به وجود آمده است، اما همت لازم در این راستا وجود ندارد.

۲،۲. عدم تفاهم بر سر سازمان ناظر بر توسعه هوش مصنوعی در کشور

۱۹ تیر ۱۴۰۳ سازمان ملی هوش مصنوعی با حضور محمد مخبر، سرپرست ریاست جمهوری وقت و روح‌الله دهقانی فیروزآبادی معاون علمی رئیس‌جمهور وقت افتتاح شد و نخستین جلسه شورای ملی راهبری هوش مصنوعی با حضور او برگزار شد. اما هیئت دولت چهارم در ۲۴ اردیبهشت ۱۴۰۴ تصویب کرد که تشکیل سازمان مستقل «فعلاً» متوقف و امور هوش مصنوعی به ستادی ذیل ریاست جمهوری واگذار شود. عدم اجماع بر سر چگونگی نظارت و توسعه این حوزه در حال حاضر یک سال برنامه توسعه هوش مصنوعی را عقب انداخته است، که ادامه یافتن این موضوع می‌تواند مشکل بزرگ تری را ایجاد کند.

۲،۳. عدم وجود معیاری برای پیشرفت هوش مصنوعی در اهداف پیشرفت برنامه هفتم

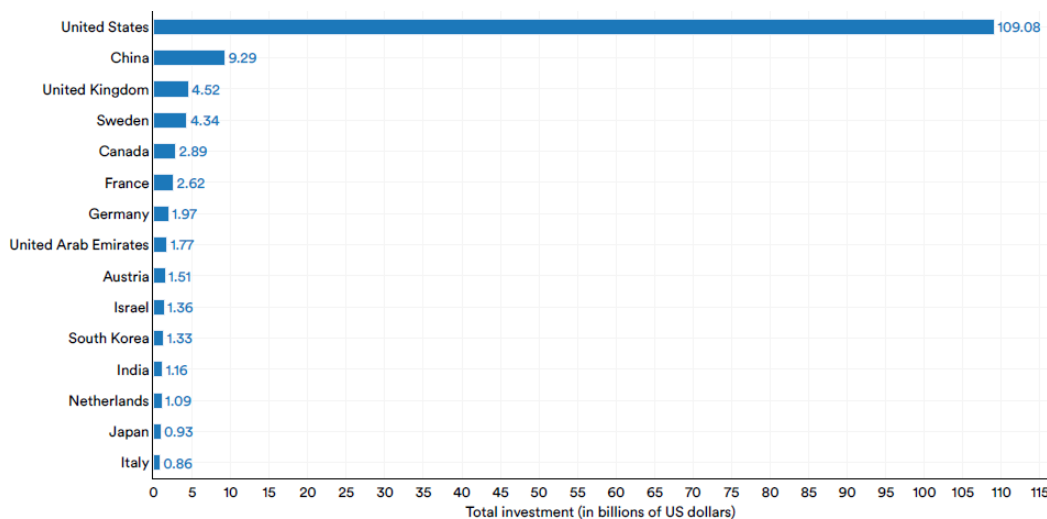
در ۲۹ آبان ۱۴۰۲ گزارشی تحت عنوان «بررسی لایحه برنامه هفتم توسعه (۸۸): توسعه پایدار هوش مصنوعی در کشور» ارائه دادند که در آن ذکر شده است که «برنامه هفتم توسعه به عنوان ریل گذار پیشرفت کشور در پنج سال آینده، نقش مهمی در توسعه پایدار فناور یهای نوین در کشور خواهد داشت. ازجمله فناوری‌هایی که طی سالهای اجرای برنامه هفتم توسعه نقشی راهبردی در پیشرفت کشور خواهد داشت، فناوری هوش مصنوعی است». اما این گزارش سبب نشد تا هوش مصنوعی در مجلس و برنامه هفتم مطرح شود و این نشان دهنده عدم وجود اجماع بر سر اهمیت هوش مصنوعی است.

۲،۴. بوروکراسی مانع تدوین برنامه ها

در ۲۳ آبان ۱۴۰۳ معاون سرمایه انسانی، تحقیقات و فناوری اطلاعات وزیر نیرو از تدوین و ابلاغ «سند بخشی هوش مصنوعی» وزارت نیرو خبرداد. اما تا به امروز مورخ یعنی ۱۴ تیر ماه ۱۴۰۴ این سند تدوین نشده است و این نشان از کند بودن سرعت اجرای طرح های وابسته به هوش مصنوعی دارد. از طرفی دیگر این تاخیر در برنامه‌ریزی اختصاص منابع انرژی به این حوزه و عدم قانون تنظیم کننده در این حوزه سبب کند شدن رشد بخش خصوصی خواهد شد.

۲,۵. عدم ورود سرمایه‌گذاری خارجی برای تسریع فرایند توسعه

همزمان با تاسیس «ستاد توسعه فناوری و کاربردی هوش مصنوعی» در کشور، خبرگزاری ایرنا از تخصیص سرمایه‌گذاری ۱۰۰ میلیون دلاری در حوزه هوش مصنوعی خبر داد. در صورتی که با توجه به آمارهای جهانی، این مقدار در مقایسه با ۱۵ کشور نخست در سرمایه‌گذاری در حوزه هوش مصنوعی در سال ۲۰۲۴ نادر است. شکل (۴) میزان سرمایه‌گذاری ۱۵ کشور نخست در میزان سرمایه‌گذاری در جهان در سال ۲۰۲۴ را نشان می‌دهد.



شکل (۴): میزان سرمایه‌گذاری ۱۵ کشور نخست در میزان سرمایه‌گذاری در جهان در سال ۲۰۲۴

با توجه به سیگنال‌های ضعیف گفته شده سناریوهای محتمل در آینده هوش مصنوعی در ایران را می‌توان بررسی نمود:

۳. سناریوهای احتمالی

روندهای جهانی حاکی از اهمیت هوش مصنوعی و تامین انرژی پاک برای این تکنولوژی است، اما با توجه به سیگنال‌هایی که در کشور مشاهده شده است، آینده‌ای مبهم در رابطه با توسعه این حوزه وجود دارد. براین اساس سناریوهای این گزارش به روش تحلیل تقاطعی سیگنال‌های ضعیف و روندهای کلان، و با استفاده از رویکرد ماتریس دو بعدی طراحی شده‌اند. دو نیروی پیشران در تدوین سناریوهای زیر عبارتند از:

- (۱) **میزان انسجام سیاستی و حکمرانی در حوزه هوش مصنوعی**، که نشان‌دهنده توان نظام تصمیم‌گیری در تدوین مقررات، نهادسازی و رفع موانع اجرایی است.
- (۲) **سطح سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی در توسعه هوش مصنوعی**، که بیانگر جهت‌گیری عملی و اقتصادی کشور نسبت به این فناوری تحول‌آفرین است.

ترکیب این دو محور، چهار وضعیت محتمل را ترسیم می‌کند که هر یک با استفاده از سیگنال‌های ضعیف شناسایی شده، تحلیل و نام‌گذاری شده‌اند. این سناریوها تلاش دارند آینده‌های ممکن را از بدترین وضعیت (درجا زدن فناورانه) تا بهترین وضعیت (شتاب هم‌راستا) به‌صورت منطقی و مبتنی بر شواهد ترسیم کنند. جدول (۱) سناریوهای آینده هوش مصنوعی در ایران را ارائه می‌کند.

جدول ۱. سناریوهای متفاوت ناظر بر آینده هوش مصنوعی در ایران

عنوان سناریو	سرمایه‌گذاری	انسجام سیاستی	وضعیت تأمین انرژی پایدار برای هوش مصنوعی	ویژگی‌های کلیدی
شتاب هم‌راستا	بالا	بالا	بهینه و پایدار: استفاده از هوش مصنوعی برای مدیریت انرژی و برنامه‌ریزی برای تأمین برق مراکز داده	- حکمرانی شفاف و پایدار - مشارکت دولت و بخش خصوصی - تخصیص هدفمند منابع
درجا زدن فناورانه	پایین	پایین	بحرانی: رشد نامتوازن زیرساخت‌ها و نبود ظرفیت انرژی کافی برای هوش مصنوعی	- نبود ساختار حکمرانی - بروکراسی بالا - خروج سرمایه انسانی
رشد بی‌هدف	بالا	پایین	ناپایدار: مصرف بالا بدون پیش‌بینی، تهدیدی برای پایداری انرژی و امنیت زیرساخت	- تزریق بودجه بدون راهبرد - پروژه‌های جزیره‌ای - ریسک سایبری بالا
خیزش دیر هنگام	پایین	بالا	رو به بهبود: انرژی محدود اما با مدیریت هدفمند، قابل توسعه در آینده	- ساختار در حال تثبیت - رشد تدریجی نهادهای راهبر - کمبود منابع مالی

- در سناریوی «شتاب هم‌راستا»، سیاست‌گذاری در حوزه هوش مصنوعی با انسجام، شفافیت و ثبات نهادی شکل می‌گیرد و هم‌زمان سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی نیز به‌صورت هدفمند و برنامه‌ریزی شده در توسعه زیرساخت‌های مرتبط، از جمله در بخش انرژی، جریان می‌یابد. دولت با مشارکت بخش خصوصی و دانشگاه‌ها، سازوکار مشخصی برای حکمرانی هوش مصنوعی ایجاد می‌کند و پروژه‌هایی همچون هوشمندسازی شبکه برق، بهینه‌سازی مصرف، و تحلیل داده‌های کلان انرژی با بهره‌گیری از الگوریتم‌های هوشمند آغاز می‌شود. در این وضعیت، زیرساخت انرژی نیز به‌صورت پایدار و پیش‌بینی‌پذیر توسعه می‌یابد؛ به‌گونه‌ای که نیازهای روبه‌گسترش پردازش‌های هوش مصنوعی، از جمله مراکز داده، بدون آسیب به شبکه ملی برق یا منابع محدود تأمین می‌شود. این سناریو، مطلوب‌ترین آینده ممکن است که در آن هوش مصنوعی به ابزاری برای ارتقای بهره‌وری انرژی و پایداری اقتصادی کشور تبدیل می‌شود.

- در سناریوی «درجا زدن فناورانه»، کشور با فقدان انسجام در سیاست‌گذاری و نبود یک ساختار حکمرانی پایدار در حوزه هوش مصنوعی مواجه است؛ اختلاف نهادها، تغییرات مکرر تصمیم‌گیری، و بروکراسی گسترده موجب می‌شود توسعه فناوری‌های هوشمند با تأخیر و سردرگمی همراه باشد. در چنین شرایطی، نه تنها سرمایه‌گذاری قابل توجهی در این حوزه جذب نمی‌شود، بلکه منابع موجود نیز به دلیل نبود اولویت‌بندی و شفافیت، بلااستفاده می‌مانند. در بخش انرژی، تأمین زیرساخت‌های مورد نیاز برای رشد هوش مصنوعی، مانند برق پایدار برای مراکز داده و تجهیزات پردازشی، نادیده گرفته می‌شود. این وضعیت منجر به بروز بحران‌هایی مانند افزایش فشار بر شبکه برق، اتلاف انرژی، خاموشی‌های بیشتر، و بی‌اعتمادی نسبت به

فناوری‌های نو خواهد شد. در این سناریو، ایران نه تنها از رقابت جهانی در زمینه هوش مصنوعی باز می‌ماند، بلکه حتی در پاسخ به نیازهای داخلی نیز دچار ضعف ساختاری و ناکارآمدی می‌شود.

- در سناریوی «رشد بی‌هدف»، با وجود ورود منابع مالی و برخی حمایت‌های سیاسی از توسعه هوش مصنوعی، فقدان سیاست‌گذاری منسجم و نهاد راهبر موجب می‌شود این رشد فاقد جهت‌گیری استراتژیک و هماهنگی باشد. سرمایه‌گذاری‌ها عمدتاً پراکنده، جزیره‌ای و بدون اولویت‌بندی انجام می‌شوند؛ پروژه‌ها تکراری، فاقد ارتباط بین‌بخشی و بدون نظارت اثربخش‌اند. در نتیجه، نه تنها بهره‌وری مطلوب حاصل نمی‌شود، بلکه خطرات جانبی همچون افزایش ریسک‌های امنیت سایبری، هدررفت منابع، و گسترش شکاف بین سیاست و اجرا نیز تشدید می‌شود. در حوزه انرژی، این وضعیت می‌تواند منجر به افزایش مصرف بی‌برنامه برق در مراکز داده و تجهیزات هوشمند شود، بدون آنکه سازوکاری برای تأمین پایدار انرژی یا استفاده از هوش مصنوعی در بهینه‌سازی مصرف ایجاد شود. در این سناریو، رشد ظاهری فناوری بدون زیرساخت پشتیبان، خود به عاملی برای بی‌ثباتی در سیستم انرژی و کاهش اعتماد عمومی به هوش مصنوعی تبدیل می‌شود.

- در سناریوی «خیزش دیر هنگام»، دولت و نهادهای مرتبط با حوزه هوش مصنوعی به تدریج به اهمیت راهبری منسجم این فناوری پی می‌برند و اقداماتی برای ایجاد ساختارهای قانونی، نهادهای حکمرانی و تدوین اسناد راهبردی آغاز می‌شود. با وجود این پیشرفت‌ها، کمبود منابع مالی، محدودیت‌های ناشی از تحریم‌ها، و نبود سرمایه‌گذاری خارجی یا جسورانه داخلی، سرعت رشد این حوزه را کند می‌کند. در چنین وضعیتی، کشور به جای رشد انفجاری و سریع، مسیر تدریجی، محتاطانه اما با پشتوانه نهادی را در پیش می‌گیرد. در بخش انرژی نیز استفاده از هوش مصنوعی به پروژه‌های محدود، هدفمند و کم‌هزینه معطوف می‌شود، مانند تحلیل داده‌های مصرف یا بهینه‌سازی در سطح منطقه‌ای. اگرچه این سناریو از نظر زمانی نسبت به رقبا عقب‌تر است، اما پایه‌های لازم برای یک توسعه پایدار و قابل گسترش در آینده را فراهم می‌سازد و از بروز بحران‌های فناورانه یا انرژی‌محور جلوگیری می‌کند.

۴. پیشنهاد‌های سیاستی

با توجه به سناریوهای چهارگانه‌ای که بر اساس سیگنال‌های ضعیف و وضعیت توسعه هوش مصنوعی و انرژی در ایران تدوین شده‌اند، در ادامه مجموعه‌ای از پیشنهاد‌های سیاستی ارائه می‌شود که مسیر عبور از سناریوهای نامطلوب (درجا زدن و رشد بی‌هدف) و حرکت به سوی سناریوهای مطلوب (خیزش دیر هنگام و شتاب هم‌راستا) را هموارتر خواهند کرد.

الف) تثبیت ساختار حکمرانی هوش مصنوعی

برای حرکت از وضعیت پراکندگی و سردرگمی به سمت توسعه پایدار هوش مصنوعی، ایجاد یک نهاد دائمی و تخصصی در سطح ملی ضروری است. این نهاد باید مسئول هدایت، هماهنگی و نظارت بر توسعه هوش مصنوعی باشد و بتواند سیاست‌ها و مقررات لازم را تدوین و اجرایی کند. تغییرات مکرر ساختاری و نبود مرجع مشخص باعث عقب‌ماندگی و اتلاف منابع شده است؛ بنابراین، تثبیت و تقویت این ساختار، نخستین

گام حیاتی در تضمین شفافیت و انسجام سیاست گذاری است. این مرکز می تواند زیر نظارت نهاد مجلس شکل بگیرد تا تغییر دولت ها بر آن تاثیر نگذارد و دچار چند برنامه گی نشود.

ب) یکپارچه سازی برنامه ریزی هوش مصنوعی و انرژی

از آنجا که هوش مصنوعی و تأمین انرژی دو حوزه هم افزا و تأثیرگذار بر آینده کشور هستند، برنامه ریزی و سیاست گذاری در این دو حوزه باید هم راستا و هماهنگ باشد. وزارت نیرو و سایر نهادهای مرتبط باید سندهای راهبردی خود را با رویکرد هوشمندسازی انرژی تدوین کنند و سازوکاری برای همکاری بین بخشی ایجاد شود تا پروژه های هوش مصنوعی در حوزه انرژی، با اهداف کلان توسعه پایدار هماهنگ شود.

ج) تعیین شاخص های ملی برای پیشرفت هوش مصنوعی

برای سنجش دقیق میزان پیشرفت و اثرگذاری توسعه هوش مصنوعی، به تعریف شاخص های کمی و کیفی نیاز است. این شاخص ها می توانند شامل میزان بهینه سازی مصرف انرژی با استفاده از هوش مصنوعی، تعداد پروژه های اجرا شده در بخش انرژی، یا میزان سرمایه گذاری در این حوزه باشند. با ایجاد داشبورد ملی پایش، امکان ارزیابی عملکرد دستگاه ها و اصلاح سیاست ها بر اساس داده های واقعی فراهم می شود.

د) حمایت هدفمند از سرمایه گذاری داخلی و خارجی

جذب سرمایه گذاری های موثر، به ویژه در شرایط تحریمی، با ارائه مشوق های مالیاتی، تسهیل فرآیندهای قانونی و حمایت از استارت آپ ها و شرکت های نوپا ممکن می شود. همچنین، تسهیل ورود سرمایه گذاران خارجی از طریق مناطق آزاد یا پروژه های مشترک می تواند منابع مالی و دانش لازم برای توسعه فناوری های هوشمند در حوزه انرژی را تأمین کند و موجب رونق اکوسیستم فناوری کشور گردد.

ه) بهینه سازی مصرف انرژی در توسعه زیرساخت های هوش مصنوعی

با توجه به مصرف بالای انرژی مراکز داده و تجهیزات پردازشی مرتبط با هوش مصنوعی، تدوین مقررات و استانداردهای بهره وری انرژی ضروری است. این مقررات باید طراحی دیتاسنترهای کم مصرف، استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر و مدیریت هوشمند بار شبکه برق را پوشش دهد تا توسعه فناوری های هوش مصنوعی بدون فشار اضافی بر شبکه انرژی انجام شود و پایداری زیست محیطی تضمین گردد.

ه) ظرفیت سازی نیروی انسانی بین رشته ای

توسعه تخصص های بین رشته ای که همزمان دانش هوش مصنوعی، مهندسی انرژی و سیاست گذاری را در بر می گیرد، برای تأمین نیروی انسانی متخصص حیاتی است. ایجاد دوره های آموزشی و پژوهشی، جذب نخبگان داخلی و بازگرداندن استعداد های خارج از کشور به پروژه های مرتبط با هوش مصنوعی و انرژی می تواند به بهبود کیفیت و سرعت پیشرفت فناوری کمک کند و خلأ نیروی انسانی ماهر را برطرف سازد.