



جهان انرژی

دانشگاه صنعتی مازندران

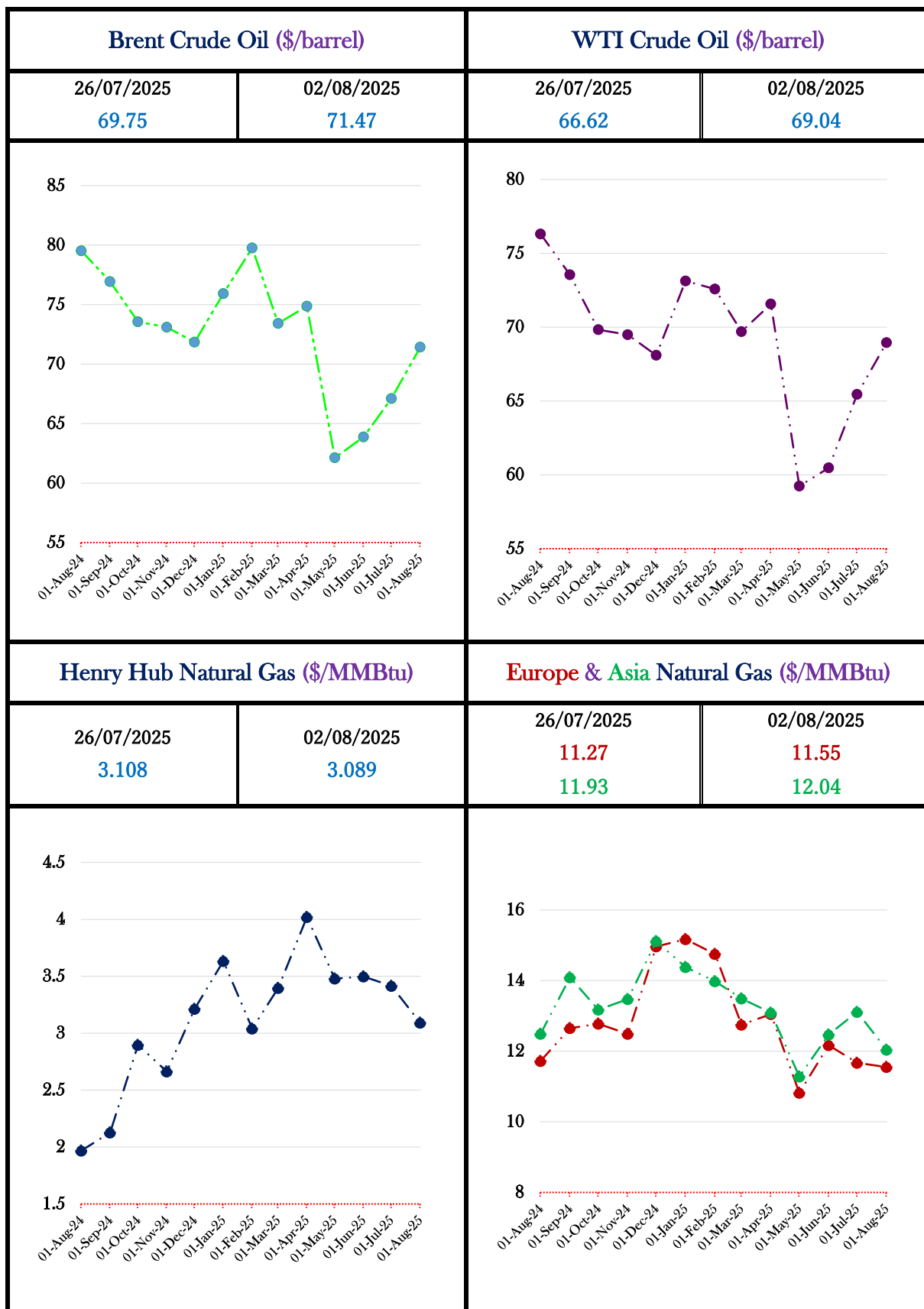
تفسیر مفهومی

ارزیابی امنیت تامین منابع مایکرو چمن

نویسندگان این شماره:

ستاره منصوری، مریم هاشمی نژاد، علی فریادرس، و عباس ملکی

۱۱ مرداد ۱۴۰۴



پویای های بازار

قیمت‌های انواع نفت خام و گاز طبیعی صبح امروز شنبه ۱۱ مرداد حالت کاهشی نسبت به روز قبل به خود گرفت. بهای معاملات آتی نفت «برنت» روز شنبه به ۶۹.۶۷ دلار به ازای هر بشکه رسید که با توجه به قیمت هفته گذشته چهار درصد کاهش نشان می‌دهد. یک نظرسنجی از کارشناسان مالی بخش نفت و گاز نشان می‌دهد که اکثراً معتقدند که اوپک پلاس در اجلاس هفته جاری خود به افزایش تولید و صادرات برای کشورهای عضو ائتلاف رای خواهد داد. به احتمال زیاد افزایشی معادل ۵۴۸۰۰۰ بشکه در روز. در منطقه خاورمیانه، طبق توافقی مابین شرکت دولتی نفت جمهوری آذربایجان و مقامات سوریه، از ابتدای اوت ۲۰۲۵، سالانه ۱.۲ میلیارد مترمکعب گاز طبیعی از مسیر گرجستان و ترکیه (کیلیس) به سوریه (حلب و حمص) منتقل خواهد شد. هدف این صادرات، تأمین سوخت نیروگاه‌های تولید برق و کمک به بازسازی زیرساخت‌های انرژی سوریه عنوان شده است. از منظر سیاست خارجی، ترکیه با وجود محدودیت منابع انرژی داخلی، توانسته است با بهره‌گیری از دیپلماسی انرژی و ایفای نقش میانجی‌گر، جایگاه خود را در معادلات انرژی منطقه‌ای تقویت کند. این در حالی است که برخی کارشناسان معتقدند ایران، با وجود ظرفیت بالای تولید گاز و نفت، به دلیل عدم توازن مصرف و تولید و نگاه عمدتاً رفاهی به انرژی، از چنین فرصت‌هایی کمتر بهره‌مند می‌شود. در همین حال تنش مابین آمریکا و روسیه در حال افزایش بوده خصوصاً بعد از سخنان مدویدف دبیر شورای عالی امنیت ملی روسیه و اعزام دو زیردریایی اتمی از سوی آمریکا.

قیمت نفت «وست تگزاس اینترمدیت» در بازار کاشینگ صبح امروز به قیمت ۶۷.۳۳ دلار رسید که نسبت به هفته گذشته سه درصد قیمت آن کاهش یافته است. آینده نگری در مورد قیمت نفت نشان از پایین آمدن قیمت نفت دارد که از یک سو به آمار و اطلاعات شاخص‌های اساسی اقتصادی ایالات متحده باز می‌گردد که از پیش‌بینی‌ها پایین‌تر است. آمار اشتغال در آمریکا نشان می‌دهد که در سه ماهه اخیر رشد قابل توجهی نداشته و بر خلاف ادعای ترامپ مبنی بر تاثیر مثبت وضع تعرفه‌ها بر تولید صنعتی داخل آمریکا، مباحثات مربوط به تعرفه باعث افزایش عدم قطعیت‌ها شده است. از سوی دیگر اعمال تعرفه‌ها از سوی دولت ترامپ هرچند با تاخیر، نشان دهنده کمتر شدن رشد اقتصاد در کشورهای مختلف می‌گردد. در مورد آینده قیمت نفت در بخش بعدی سخن خواهیم گفت. در همین حال شرکت‌های بزرگ نفتی از پایین آمدن قیمت نفت در سه ماهه دوم ۲۰۲۵ چندان متضرر نشدند، چرا که در عوض تولید و فروش نفت خام متعارف و شیل خود را افزایش دادند. اکسون موبیل و شورون تگزاکو دو شرکتی هستند که بیشترین مقدار تولید را در بازه زمانی موصوف داشتند.

گاز طبیعی در هنری هاب در آمریکای شمالی به قیمت ۳.۰۸ دلار به ازای هر میلیون واحد حرارتی انگلیسی (بی.تی.یو.) فروخته شد که نسبت به هفته گذشته یک درصد کاهش یافته است. قیمت یک میلیون بی.تی.یو. از گاز طبیعی در بندر روتردام اروپا ۱۱.۵۵ دلار بر هر میلیون بی.تی.یو. فروخته شد. گاز طبیعی مایع‌شده (ال.ان.جی.) در ساحل کره و ژاپن به قیمت ۱۲.۰۴ دلار فروخته شد که در مقایسه با هفته قبل کمی افزایش داشته است.

➤ چشم انداز بلندمدت قیمت نفت خام

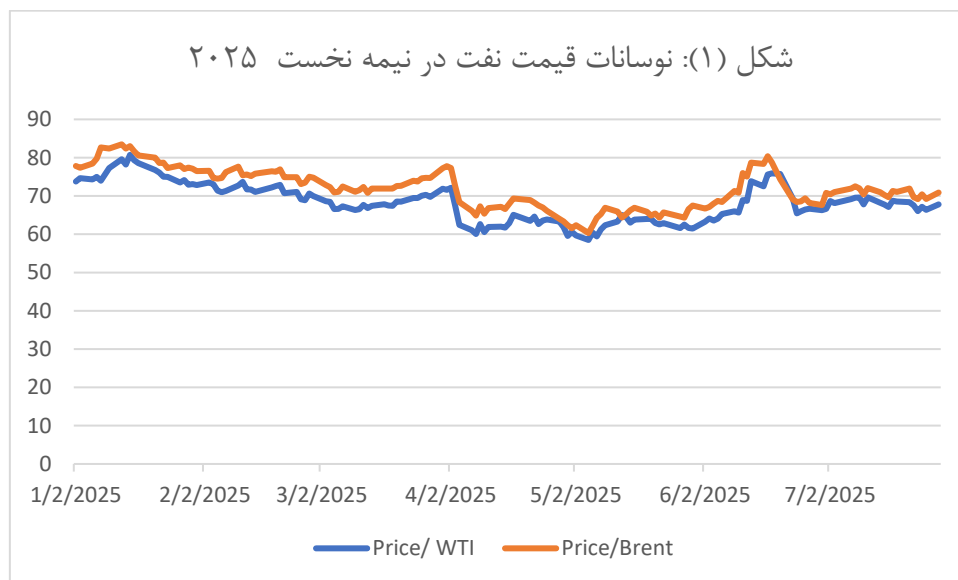
تحلیل گران بانک «استاندارد چارترد» در گزارشی اعلام کرده اند که قیمت نفت برنت در قراردادهای کوتاه مدت همچنان در محدوده نزدیک به ۷۰ دلار برای هر بشکه تثبیت شده است. به طور مشخص قیمت نفت در تاریخ ۲۹ ژوئیه به ۶۷/۲۲ دلار رسید که پایین تر از میانگین یک ساله (۶۸/۰۶ دلار) و میانگین بیست ساله (۷۳/۳۸ دلار) قرار داشت. کارشناسان این بانک پیش بینی می کنند که قیمت در پنج سال آینده نیز در حدود ۷۰ دلار باقی بماند؛ با این حال عواملی مانند کاهش رشد تولید در کشورهای غیر اوپک، افزایش هزینه های تولید و کاهش رقابت پذیری نفت شیل ایالات متحده ممکن است باعث حرکت تدریجی قیمت به سوی ۱۰۰ دلار در بلندمدت شوند. در افق زمانی میان مدت استاندارد چارترد پیش بینی کرده است که میانگین قیمت نفت برنت در سال ۲۰۲۶ به ۷۸ دلار و در سال ۲۰۲۷ به ۸۳ دلار خواهد رسید. برای نفت خام وست تگزاس اینترمدیت نیز به ترتیب ۷۵ دلار و ۸۰ دلار پیش بینی شده است. در مقابل بانک «جی پی مورگان» اعلام کرده است که میانگین قیمت نفت برنت در سال های ۲۰۲۵ و ۲۰۲۶ به ترتیب ۶۶ دلار و ۵۸ دلار خواهد بود، و برای نفت وست تگزاس اینترمدیت نیز ۶۲ دلار و ۵۳ دلار برآورد شده است. همچنین، «اداره اطلاعات انرژی ایالات متحده» میانگین قیمت نفت برنت را برای سال جاری ۶۸/۹ دلار و برای سال آینده ۵۸/۴۸ دلار پیش بینی کرده و برای نفت وست تگزاس اینترمدیت نیز به ترتیب ۶۵/۲۲ دلار و ۵۴/۸۲ دلار را اعلام کرده است. تصمیم اخیر ائتلاف اوپک پلاس برای افزایش تدریجی تولید در ماه های آینده باعث تعدیل برخی از برآوردهای صعودی شده است. براساس نظرسنجی خبرگزاری «رویترز» در پایان ژوئیه ۲۰۲۵ میانگین قیمت نفت برنت برای کل سال جاری ۶۷/۸۴ دلار و برای نفت وست تگزاس اینترمدیت ۶۴/۶۱ دلار پیش بینی شده است. در این گزارش آمده است که در صورت تداوم افزایش عرضه از سوی اوپک و افزایش تردیدها نسبت به سیاست های تجاری ایالات متحده، ممکن است فشارهای نزولی بر قیمت ها افزایش یابد. با این حال تداوم ناامنی های ژئوپلیتیکی همچنان می تواند از قیمت ها در محدوده بالای ۶۰ دلار پشتیبانی کند.

➤ نوسانات قیمت نفت در نیمه نخست سال ۲۰۲۵؛ بازاری در تلاطم ژئوپلیتیک و تجارت

نیمه نخست سال ۲۰۲۵ برای بازار جهانی نفت دوره ای آکنده از نوسان، تردید و التهاب بود. قیمت نفت که در ابتدای سال در محدوده نسبتاً بالای ۸۰ دلار برای برنت و ۷۷ دلار برای وست تگزاس اینترمدیت قرار داشت، تحت تأثیر مجموعه ای از رویدادهای ژئوپلیتیکی، تحریم ها و تحولات در عرضه جهانی دچار افت و خیزهای قابل توجه شد. در ماه ژانویه بازار در واکنش به اختلال های موقتی در عرضه و افزایش تقاضای زمستانی به سطوح بالای ۸۰ دلار صعود کرد. اما از فوریه به بعد با افزایش تولید اوپک پلاس، تشدید رقابت در

بازار و انتشار داده‌های ضعیف از اقتصاد چین قیمت‌ها مسیر نزولی گرفتند. در ماه مارس تنش نظامی میان ایران و آمریکا بار دیگر بازار را ملتهب کرد و جهشی مقطعی در قیمت برنت تا حدود ۷۳ دلار رقم خورد؛ با این حال این افزایش پایدار نبود. در ادامه روند نزولی قیمت‌ها در آوریل و مه تشدید شد؛ قیمت برنت تا مرز ۶۳ دلار و وست تگزاس اینترمدیت تا ۵۸ دلار کاهش یافت. کاهش واردات چین، اشباع انبارها در آسیا و کاهش نرخ رشد مصرف انرژی در اقتصادهای نوظهور از مهم‌ترین عوامل این افت بودند. در ماه ژوئن آتش‌سوزی گسترده در جنگل‌های کانادا و کاهش شمار سکوه‌های حفاری در آمریکا سبب شد قیمت‌ها کمی بهبود یابد؛ برنت به حدود ۶۶ دلار و وست تگزاس اینترمدیت به ۶۴ دلار رسید. هم‌زمان اختلاف قیمت میان این دو شاخص به پایین‌ترین سطح دوساله خود کاهش یافت.

در مجموع نیمه نخست ۲۰۲۵ دوره‌ای پرفرازونشیب برای بازار نفت بود. نوسانات قیمتی بازتابی از ناپایداری‌های سیاسی، نگرانی‌های عرضه، کاهش تقاضا در آسیا و بازگشت تدریجی شرکت‌های کشتیرانی به بازار نفت روسیه بود. همچنین تحریم‌های جدید اروپا علیه فرآورده‌های نفتی روسیه و تلاش برای تنوع‌بخشی به منابع تأمین، الگوی تجارت جهانی نفت را دستخوش تغییراتی ساختاری کرد. بازار انرژی در این بازه زمانی نه‌تنها به فاکتورهای اقتصادی، بلکه به سرعت و شدت به تحولات دیپلماتیک و نظامی واکنش نشان داد و جایگاه خود را به‌عنوان یکی از حساس‌ترین بازارهای جهانی تثبیت کرد. شکل (۱) نوسانات قیمت نفت در نیمه نخست ۲۰۲۵ را نشان می‌دهد.



➤ چرخش ناگهانی در سیاست تجاری انرژی آمریکا؛ تعلیق تعرفه‌ها در میانه رقابت‌های ژئوپلیتیک

ایالات متحده در تصمیمی غیرمنتظره تعرفه‌های تجاری اعمال‌شده بر واردات انرژی از چند کشور از جمله کانادا، هند، کره جنوبی و تایوان را از اول اوت ۲۰۲۵ به‌طور موقت تعلیق کرد. این تعرفه‌ها که بین ۱۰ تا ۴۱ درصد بودند، پیش‌تر در راستای سیاست حمایت‌گرایانه دونالد ترامپ علیه واردات انرژی و تجهیزات مرتبط وضع شده بودند. تعلیق این تعرفه‌ها با هدف کاهش هزینه انرژی داخلی، تسهیل واردات برخی تجهیزات فناوری انرژی، و همچنین بازتعریف روابط با متحدان منطقه‌ای انجام شده است. اما این اقدام تنها یک چرخش اقتصادی صرف نیست؛ بلکه در بستر فشارهای فزاینده ژئوپلیتیکی قابل تحلیل است. در حالی که ترامپ همچنان مواضع سخت‌گیرانه‌ای علیه روسیه و چین اتخاذ کرده، هشدار داده است که در صورت ادامه خرید نفت روسیه از سوی برخی کشورها احتمال اعمال تعرفه‌های ثانویه تا سقف ۱۰۰ درصد نیز وجود دارد. بنابراین تعلیق فعلی بیشتر یک بازی تاکتیکی برای شکل‌دادن به بلوک‌های تجاری وفادار و افزایش فشار بر رقبای ژئواستراتژیک تلقی می‌شود. از منظر بازار انرژی این سیاست دو پیامد متضاد دارد: از یک‌سو تعلیق تعرفه‌ها می‌تواند به کاهش قیمت برخی منابع و تجهیزات وارداتی در بازار داخلی آمریکا منجر شود و فشار تورمی را کاهش دهد؛ از سوی دیگر تهدید به اعمال تعرفه‌های سنگین بر کشورهای خاص، به‌ویژه واردکنندگان نفت از روسیه می‌تواند اختلال‌هایی در زنجیره عرضه جهانی ایجاد کرده و بازار نفت را به سمت نوسان و افزایش قیمت سوق دهد. در مجموع تصمیم اخیر دولت آمریکا بازتابی از رقابت توأمان اقتصادی و ژئوپلیتیک است؛ رقابتی که آینده تجارت انرژی را نه فقط بر پایه منطق اقتصادی، بلکه در چارچوب صف‌بندی‌های سیاسی تعیین خواهد کرد.

➤ رشد اقتصاد چین در نیمه نخست ۲۰۲۵

اقتصاد چین در نیمه نخست سال ۲۰۲۵ با ثبت رشد ۵/۳ درصدی تولید ناخالص داخلی، نشانه‌ای از بازگشت قدرتمند خود ارائه کرده است. رشد ۵/۵ درصدی بخش خدمات و ۶/۴ درصدی صنعت بیانگر پویایی گسترده در حوزه‌های مختلف اقتصادی این کشور است. در همین حال فناوری‌های نوین همچون خودروهای برقی با رشد ۳۶ درصدی و صنعت چاپ سه‌بعدی با رشد ۴۳ درصدی مسیر حرکت چین را به‌سوی اقتصادی نوآور و فناورانه تقویت می‌کنند. مصرف داخلی نیز روندی رو به بهبود داشته است؛ به‌گونه‌ای که خرده‌فروشی ۵ درصد افزایش و خریدهای آنلاین ۸/۵ درصد رشد داشته‌اند که بازتابی از افزایش اعتماد مصرف‌کنندگان و رونق نسبی بازار داخلی است. هرچند سرمایه‌گذاری در دارایی‌های ثابت با ۲/۸ درصد رشد مثبت ارزیابی می‌شود، اما افت ۱۱ درصدی توسعه املاک هشداری جدی برای بازار مسکن محسوب می‌شود که می‌تواند روند کلی

رشد را تهدید کند. در مجموع هرچند رشد و نوآوری همچنان موتور محرکه چین یعنی اقتصاد دوم جهان هستند، اما ریسک‌های ساختاری از جمله بحران بازار مسکن، فشارهای جهانی، و چالش‌های داخلی پابرجا است. آینده اقتصاد چین به میزان توانایی پکن در ایجاد توازن میان رشد پایدار، ثبات مالی و اصلاحات بنیادی بستگی دارد.

➤ توقیف کشتی کمک‌رسانی «هندلا» توسط نیروی دریایی اسرائیل

در روزهای پایانی ژوئیه ۲۰۲۵ نیروی دریایی اسرائیل کشتی حامل فعالان بین‌المللی به نام «هندلا» را که در آب‌های بین‌المللی در حال حرکت به سوی نوار غزه بود، توقیف کرد. این کشتی که زیر پرچم ایتالیا حرکت می‌کرد، حامل اقلام کمک انسانی از جمله شیر خشک نوزادان، دارو، غذا، و پوشک بود و توسط ائتلاف «ناوگان آزادی» با هدف شکستن محاصره دریایی غزه به راه افتاده بود. عملیات توقیف در فاصله‌ای میان ۷۴ تا ۴۰ مایل دریایی از سواحل غزه انجام شد. این اقدام با واکنش گسترده نهادهای حقوق بشری مواجه شد. فعالان مدنی تأکید کرده‌اند که کشتی در آب‌های بین‌المللی بوده و مأموریتی صرفاً انسان‌دوستانه داشته است. در شرایطی که بحران انسانی در غزه با کمبود شدید غذا و دارو به مرحله‌ای وخیم رسیده، چنین اقداماتی تلاشی برای مسدود کردن هرگونه روزنه‌ی کمک‌رسانی غیرنظامی تلقی می‌شود. توقیف کشتی «هندلا» در ادامه مجموعه‌ای از تنش‌های فزاینده در منطقه، بار دیگر بر اهمیت ابعاد ژئوپلیتیکی بحران غزه تأکید می‌کند. این تحولات، نه تنها ابعاد انسانی و دیپلماتیک دارد، بلکه در شرایط افزایش بی‌ثباتی در شرق مدیترانه و ناامن شدن مسیرهای دریایی، می‌تواند بر انتظارات بازار انرژی نیز سایه افکند و نوسانات قیمتی را در بازار جهانی تشدید کند.

➤ تعهد بزرگ اتحادیه اروپا به واردات انرژی از آمریکا

اتحادیه اروپا در چارچوب توافقی تجاری با ایالات متحده متعهد شده است که طی سه سال آینده معادل ۷۵۰ میلیارد دلار انرژی از آمریکا خریداری کند؛ از جمله آلان‌جی، نفت خام و سوخت هسته‌ای. این توافق در پایان ژوئیه ۲۰۲۵ میان دونالد ترامپ و رئیس کمیسیون اروپا حاصل شد. اتحادیه اروپا نیز وعده داده حدود ۶۰۰ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری مستقیم در اقتصاد ایالات متحده انجام دهد. بازار انرژی به این توافق واکنش مثبتی نشان داد و سهام شرکت‌های بزرگ صادرکننده آلان‌جی در آمریکا از جمله «شنییر انرژی» «ونچر گلوبال» و «نکست‌دکید» تا حدود ۷ درصد افزایش یافت. با این حال بسیاری از تحلیل‌گران معتقدند تحقق چنین هدفی، یعنی رساندن صادرات انرژی به اروپا تا سقف ۲۵۰ میلیارد دلار در سال بعید به نظر می‌رسد، چراکه کل صادرات انرژی آمریکا به اروپا در سال ۲۰۲۴ تنها حدود ۷۸ میلیارد دلار بوده است و افزایش آن به بیش از سه برابر در کوتاه‌مدت نیازمند زیرساخت‌های عظیم، خطوط لوله جدید، افزایش ظرفیت صادراتی، و هماهنگی گسترده میان دولت‌ها و شرکت‌هاست. اتحادیه اروپا برای اجرایی کردن این تعهد به دنبال راه‌اندازی سازوکاری به نام مصرف گروهی اروپا است که از ماه سپتامبر آغاز به کار خواهد کرد. این سازوکار قرار است تقاضای

شرکت‌های اروپایی برای واردات ال‌ان‌جی از آمریکا را تجمیع کرده و مسیر را برای اجرای قراردادهای کلان هموار سازد. با این حال برخی منتقدان توافق مذکور را صرفاً یک بیانیه سیاسی توصیف کرده‌اند که فاقد جزئیات اجرایی روشن است و بیش از آنکه اقتصادی باشد، دارای اهداف ژئوپلیتیکی است. از منظر راهبردی این توافق بخشی از سیاست «برتری انرژی آمریکا» در دوران ترامپ به‌شمار می‌رود که هدف آن افزایش نفوذ صادراتی ایالات متحده در بازارهای جهانی به‌ویژه اروپا است. از سوی دیگر برای اتحادیه اروپا نیز این توافق تلاشی برای کاهش وابستگی به انرژی روسیه در ادامه بحران اوکراین تلقی می‌شود. البته همانطور که پیشتر گفته شد دستیابی به حجم اعلام‌شده از واردات انرژی با موانع فنی، مالی و اقلیمی متعددی روبه‌رو است و ممکن است در عمل کمتر از آنچه روی کاغذ آمده محقق شود.

در این میان دیمیتری مدودف معاون رئیس شورای امنیت روسیه در واکنشی تند به توافق اخیر میان اتحادیه اروپا و ایالات متحده این قرارداد را اقدامی «ضد روسی» خواند و هشدار داد که هدف اصلی آن حذف نفت و گاز روسیه از بازارهای اروپایی است. وی در پیامی رسمی عنوان کرد که چنین توافقی نه تنها مانعی بر سر راه صادرات انرژی روسیه ایجاد می‌کند، بلکه منجر به تحمیل هزینه‌های سنگین‌تری بر شهروندان اروپایی خواهد شد. اظهارات مدودف نشانه‌ای از نگرانی فزاینده مسکو نسبت به بازآرایی ژئوپلیتیک بازار انرژی جهانی است. در عین حال افزایش ظرفیت صادرات انرژی ایالات متحده به اروپا، آن هم در قالب یک توافق استراتژیک چندصد میلیارد دلاری می‌تواند توازن قدرت در این بازار را بر هم زده و منجر به رقابت شدیدتری میان صادرکنندگان جهانی شود. تشدید این شکاف انرژی‌محور میان روسیه و غرب نه تنها بر مسیرهای تجاری و بهای حامل‌های انرژی تأثیر خواهد گذاشت، بلکه احتمالاً دامنه تنش‌های ژئوپلیتیک را نیز گسترش می‌دهد. در نتیجه بازار جهانی انرژی بیش از پیش به یک میدان رقابت ژرف اقتصادی و سیاسی بدل می‌شود؛ میدانی که در آن امنیت عرضه و قیمت به‌طور مستقیم تحت تأثیر منازعات قدرت‌های بزرگ قرار دارد.

➤ سقوط تاریخی دلار و آینده نظام پولی جهانی

بانک آمریکا در گزارشی هشدار داد که دلار ایالات متحده در نیمه نخست سال ۲۰۲۵ با کاهش ارزش بی‌سابقه‌ای معادل ۱۰/۸ درصد مواجه شده است؛ افتی که به‌عنوان بدترین عملکرد این ارز از سال ۱۹۷۳ تاکنون ثبت شده است. این کاهش شدید ارزش نگرانی‌هایی جدی درخصوص جایگاه دلار به‌عنوان ارز ذخیره غالب در نظام مالی بین‌المللی ایجاد کرده است. کارشناسان این بانک عوامل متعددی را در وقوع این بحران مؤثر می‌دانند: سیاست‌های اقتصادی ناسازگار دولت آمریکا، افزایش فزاینده کسری بودجه و بدهی عمومی، و فشارهای ژئوپلیتیکی از سوی اقتصادهای نوظهور مانند گروه بریکس که به‌دنبال کاهش وابستگی به دلار هستند. مجموعه این عوامل موقعیت تاریخی دلار را در بازارهای جهانی به چالش کشیده و اعتماد سرمایه‌گذاران را نسبت به ثبات آن کاهش داده است. بازتاب این هشدار در بازارهای مالی جهانی فوری بود. سرمایه‌گذاران با نگرانی از ادامه روند نزولی دلار، اقدام به بازنگری در سبدهای ارزی و دارایی‌های خود کردند.

تحلیل گران هشدار می دهند که ادامه این تضعیف می تواند به نوسانات شدید در بازار ارز، افزایش قیمت کالاهای پایه، و بی ثباتی در بازارهای سرمایه دامن بزند.

➤ انفجار مصرف برق در مراکز داده: آزمونی جدی برای گذار جهانی انرژی

رشد بی سابقه فناوری هایی چون هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، و اینترنت اشیا جهان را به سوی گسترش فزاینده مراکز داده سوق داده است. این تحول فناورانه اگرچه نویدبخش جهشی عظیم در کارایی و توسعه اقتصادی است، اما هم زمان یکی از چالش برانگیزترین مخاطرات پیش روی گذار انرژی به شمار می رود. گزارش تفصیلی آژانس بین المللی انرژی در آوریل ۲۰۲۵ پرده از واقعیتی نگران کننده برداشته است: مصرف جهانی برق مراکز داده در سال ۲۰۲۴ به حدود ۴۱۵ تراوات ساعت رسیده است؛ رقمی معادل ۱/۵ درصد از کل مصرف برق جهان. پیش بینی ها نشان می دهد که تا سال ۲۰۳۰ مصرف برق این مراکز تقریباً دو برابر خواهد شد و به حدود ۹۴۵ تراوات ساعت خواهد رسید؛ این مقدار با مصرف سالانه برق کشور بزرگی چون ژاپن برابری می کند. بخش قابل توجهی از این رشد مستقیماً به گسترش کاربردهای هوش مصنوعی بازمی گردد، به ویژه در زمینه پردازش زبان، تولید تصویر، و تحلیل داده های حجیم. برآورد شده که مراکز داده اختصاص یافته به هوش مصنوعی تا پایان دهه جاری چهار برابر بیش از وضعیت کنونی برق مصرف خواهند کرد. بیش از ۸۰ درصد این زیرساخت ها در سه قطب اصلی جهان یعنی ایالات متحده، چین، و اروپا متمرکز هستند؛ و در برخی مناطق مانند ایالت ویرجینیای آمریکا یا کشور ایرلند، سهم مراکز داده از مصرف برق محلی حتی از ۲۰ درصد نیز فراتر رفته است. این تراکم جغرافیایی، فشار بی سابقه ای بر شبکه های توزیع برق ایجاد کرده و موجب شده تا ده ها پروژه جدید با محدودیت زیرساختی مواجه شوند.

در چنین شرایطی منبع تأمین برق این مراکز داده به نقطه ای کلیدی در معادله گذار انرژی بدل شده است. اگر این برق همچنان از سوخت های فسیلی تأمین شود، انتشار دی اکسید کربن به شدت افزایش یافته و تراز جهانی کربن را برهم خواهد زد؛ اما در صورت بهره گیری از انرژی های تجدیدپذیر، فرصتی بی بدیل برای مهار این رشد مصرف فراهم خواهد شد. بر اساس سناریوهای ارائه شده در گزارش IEA اگر تأمین برق مراکز داده تا سال ۲۰۳۵ عمدتاً از منابع پاک صورت گیرد، می توان سالانه از انتشار حدود ۵۰۰ میلیون تن دی اکسید کربن جلوگیری کرد. با آنکه تهدید مصرف فزاینده برق جدی است، اما گزارش IEA به یک جنبه امیدوارکننده نیز اشاره دارد: استفاده هوشمند از هوش مصنوعی در مدیریت شبکه ها و بهینه سازی تولید و مصرف انرژی، خود می تواند موجب کاهش مصرف برق و انتشار گازهای گلخانه ای شود. به بیان دیگر همان فناوری که ممکن است تهدیدی برای پایداری باشد، می تواند به ابزاری کارآمد در مسیر گذار به آینده ای سبز بدل گردد، اگر سیاست گذاران، صنعت و نهادهای نظارتی برنامه ریزی مؤثر و آینده نگر داشته باشند.

ارزیابی امنیت تامین منابع نیکل چین^۱

فلز نیکل ماده‌ای اساسی در صنایع دفاعی، انرژی‌های نو، و حوزه‌های فناوری پیشرفته است. چین، ایالات متحده، ژاپن، روسیه، و اتحادیه اروپا همگی نیکل را در فهرست مواد معدنی حیاتی ملی خود قرار داده‌اند تا اهمیت استراتژیک آن را برجسته کنند. طبق گزارش آژانس بین‌المللی انرژی (IEA)، پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۴۰، تقاضا برای نیکل بیش از ۱۴۰ برابر افزایش یابد که بسیار بیشتر از رشد تقاضا برای لیتیوم و کبالت است. در حال حاضر، ذخایر و تولید جهانی نیکل به شدت در چهار کشور متمرکز است که روابط خوبی با ایالات متحده دارند: اندونزی، استرالیا، برزیل، و فیلیپین که در مجموع حدود دو سوم از کل ذخایر جهانی را تشکیل می‌دهند. در مقابل، چین ذخایر نیکل نسبتاً کمی دارد و تنها ۳ درصد از منابع جهانی را در اختیار دارد. با این حال، چین بزرگترین مصرف‌کننده نیکل در جهان است و حجم مصرف آن بیش از نیمی از کل مصرف جهانی است. این امر عدم تعادل قابل توجهی در عرضه و تقاضا در چین ایجاد می‌کند که منجر به افزایش مداوم واردات نیکل و نرخ وابستگی خارجی بلندمدت به بیش از ۹۰٪ می‌شود.

روش تحقیق

این مقاله یک سیستم شاخص ارزیابی ریسک امنیت منابع نیکل سه لایه را تشکیل می‌دهد. شاخص‌های سطح اول شامل ثبات عرضه جهانی^۲ (GSI)، امنیت اقتصادی داخلی^۳ (DSI) و شاخص یکپارچگی کارایی^۴ (CEI) هستند. شاخص‌های سطح دوم شامل هفت حوزه کلیدی از جمله منابع، ریسک منابع-کشور، ژئوپلیتیک، عرضه، تقاضا، بازار، و گردش منابع هستند. شاخص‌های سطح سوم به ۲۳ شاخص خاص مانند پتانسیل تأمین منابع، سطح توسعه اجتماعی و ... تقسیم می‌شود.

مدل CRITIC-TOPSIS پویا برای ارزیابی امنیت عرضه نیکل چین با ترکیب تحلیل سری‌های زمانی و توسعه یک تابع وزن-زمان، روندهای متغیر شاخص‌ها را در طول زمان ثبت کرده و به صورت پویا وزن‌ها را تنظیم می‌کند تا اهمیت شاخص‌ها را در نقاط زمانی مختلف منعکس کند. این رویکرد به طور خودکار با تغییرات پیچیده شاخص‌ها در یک محیط پویا سازگار شده، نقاط پرخطر در امنیت عرضه را شناسایی می‌کند، و به طور واقعی وضعیت و مسیر تکامل امنیت عرضه نیکل را ارزیابی می‌کند. همچنین تجزیه و تحلیل عمیقی از تأثیر خطرات عرضه ارائه داده و توصیه‌های سیاستی آینده‌نگرانه‌ای را برای افزایش تاب‌آوری زنجیره تأمین نیکل چین و تضمین توسعه پایدار و باثبات منابع ارائه می‌دهد.

نتیجه‌گیری و توصیه‌ها

(۱) با ساخت یک مدل CRITIC-TOPSIS پویا، به مسائل مربوط به انعطاف‌ناپذیری وزن و عدم همبستگی غیرخطی در مدل‌های استاتیک سنتی پرداخته شد. معرفی یک تابع وزن زمانی، امکان ثبت تغییرات زمانی-

^۱ این جستار خلاصه‌ای است از مقاله:

Yingchao Niu, Gan Yue. Assessment of China's Nickel Resources Supply Security Based on the Dynamic CRITIC-TOPSIS Model, 2025

^۲ Global Supply Stability

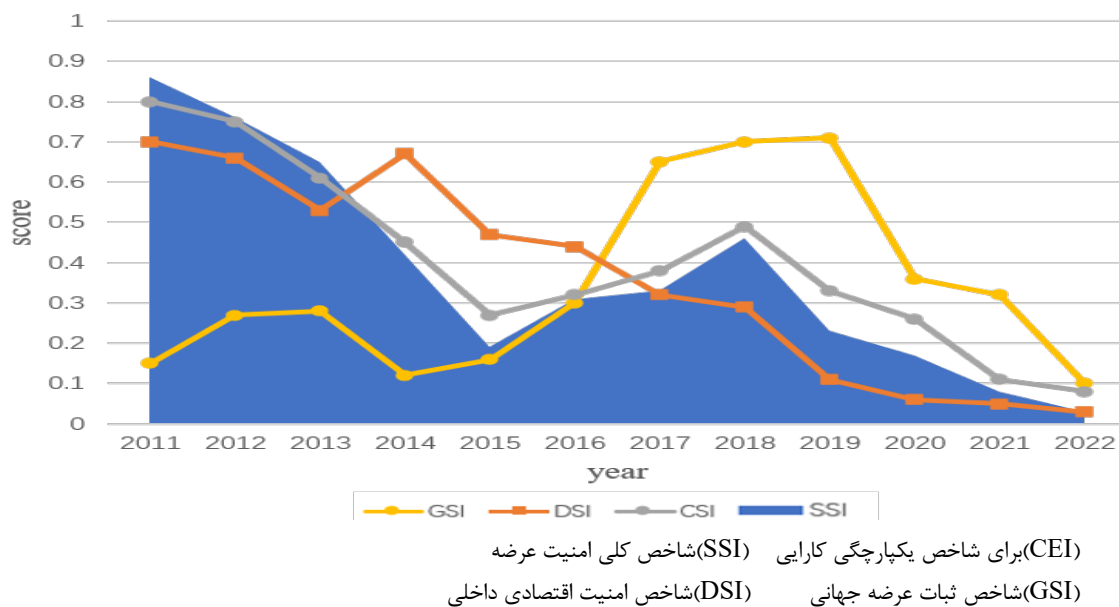
^۳ Domestic Economic Security

^۴ Coexistence Efficiency

بعدی در شاخص‌های مختلف ارزیابی را در زمان واقعی فراهم می‌کند و ارزیابی عینی از وضعیت امنیتی و مسیر تکاملی عرضه منابع نیکل را تسهیل می‌کند. از طریق اعتبارسنجی مقایسه‌ای، این روش حساسیت بالایی را در شناسایی عوامل خطر نشان می‌دهد، به طوری که عوامل کلیدی به طور سیستماتیک و دقیق در نظر گرفته می‌شوند و به طور موثر وضعیت امنیتی عرضه منابع نیکل را ارزیابی می‌کنند.

(۲) ارزیابی خطرات امنیتی مرتبط با عرضه منابع نیکل چین، روند نزولی نوسانی را نشان می‌دهد که نشان‌دهنده خطرات کلی قابل توجه است. علاوه بر این، هنگامی که از سه بعد اصلی ثبات عرضه جهانی، امنیت اقتصادی داخلی و یکپارچگی کارایی بررسی می‌شود، کاهش تدریجی نیز مشاهده می‌شود که نشان می‌دهد وضعیت عرضه منابع نیکل چین خوش‌بینانه نیست.

(۳) از منظر شاخص‌های ارزیابی، تمرکز بیش از حد در عرضه منابع نیکل جهانی، عرضه ناکافی منابع داخلی و مشکلات توسعه بازارهای خارجی، عوامل کلیدی مؤثر بر امنیت عرضه منابع نیکل چین هستند. دلیل این امر این است که ذخایر و تولید جهانی نیکل عمدتاً بین چند کشور «طرفدار آمریکا» توزیع شده است. چین مدت‌هاست که با معضل کمبود منابع نیکل، چالش‌های افزایش ذخایر، و سطح بالای تقاضای مداوم مواجه است. در همین حال، کشورهای خارجی به طور مداوم استراتژی‌های «جداسازی و قطع ارتباط» و «فشار جمعی» علیه چین را اجرا کرده‌اند که بی‌ثباتی عرضه منابع نیکل چین را تشدید کرده و منجر به افزایش مداوم خطرات عرضه شده است. شکل (۱) شاخص کلی امنیت عرضه و سه زیرشاخص مربوط به آن را نشان می‌دهد.



شکل (۱): شاخص کلی امنیت عرضه و سه زیرشاخص مربوط به آن

توصیه‌های سیاستی

(۱) تقویت بنیان ذخایر منابع نیکل داخلی

افزایش سرمایه‌گذاری در اکتشاف منابع نیکل، معرفی سیاست‌هایی برای تشویق واحدها و شرکت‌های اکتشاف زمین‌شناسی، مطالعه قوانین تشکیل معادن نیکل و عوامل کنترل‌کننده کلیدی، ایجاد مدل‌های جدید اکتشاف، نوآوری روش‌های کارآمد اکتشاف و شناسایی برای مناطق جدید معمول و مناطق معدنی قدیمی، توسعه مستقل طیف وسیعی از تجهیزات اکتشاف، و شناسایی و تشدید تلاش‌های اکتشافی در مناطق اطراف و بخش‌های عمیق معادن موجود برای افزایش مؤثر ذخایر منابع نیکل ضروری است.

(۲) افزایش سرمایه‌گذاری‌های معدنی خارجی در منابع نیکل

با افزایش ادغام بازار جهانی معدن و رشد سریع اقتصادی چین، تقاضا برای منابع نیکل همچنان رو به افزایش است. چین باید از سیاست‌های خارجی خود بهره برده، همکاری‌های بین‌المللی را تعمیق بخشیده، و ایجاد پایگاه‌های توسعه منابع نیکل خارجی را تسریع کند. در حال حاضر، واردات منابع نیکل چین به شدت به اندونزی و فیلیپین وابسته است و بیش از ۹۰ درصد از واردات را تشکیل می‌دهد و ساختار وارداتی بیش از حد منحصر به فرد منجر به خطرات قابل توجه عرضه می‌شود. چین باید کانال‌های واردات منابع نیکل خود را متنوع کند.

(۳) بهبود پیکربندی جهانی منابع نیکل چین

چین باید به طور کامل از پلتفرم‌های همکاری بین‌المللی مانند کنفرانس بین‌المللی معدن چین و انجمن همکاری‌های معدنی چین-آسه‌آن برای تقویت ارتباط و همکاری با کشورهای آسیایی و اقیانوسیه، ترویج امضای تفاهم‌نامه‌ها و توافق‌نامه‌های همکاری در پروژه‌ها، ایجاد یک سیستم حمل و نقل مستقل و قابل کنترل در خارج از کشور و تثبیت خط مشی امنیت منابع نیکل استفاده کند.

(۴) تقویت سیستم ذخایر منابع نیکل

لازم است به سرعت مقیاس ذخایر محصولات نیکل را افزایش دهد، تلاش‌های وارداتی را تشدید کند، پایگاه‌های ذخیره صنعتی زنجیره کامل نیکل را در مناطق مرکزی و غربی ایجاد کند، ذخایر ظرفیت تولید نیکل را گسترش دهد، مکانیسم‌های ذخیره ظرفیت تولید و یکپارچه‌سازی را برای افزایش سریع ظرفیت تولید در شرایط بحرانی ایجاد کند، اجرای پروژه‌های ذخیره معادن نیکل را تسریع کند تا سریع‌ترین ساخت و تولید ممکن را در مواقع اضطراری تضمین کند و شرکت‌های توانمند را برای کمک به ثبات بازار ملی تشویق کند.

(۵) پیشرفت فناوری‌های ذوب و تولید نیکل

منابع سنگ معدن نیکل چین عموماً با چالش‌هایی مانند عیار پایین، عناصر مرتبط متعدد، و فرآوری و ذوب دشوار مواجه هستند که توسعه و بهره‌برداری سریع از منابع نیکل را محدود می‌کند. کاوش فعال فناوری‌ها برای افزایش پالایش سنگ معدن نیکل کم‌عیار و نوآوری مداوم در فرآیندهای فرآوری و ذوب برای توسعه پایدار منابع سنگ معدن نیکل چین بسیار مهم است.