



همان انرژی

دانشکده مهندسی انرژی

تفسیر هفت:

فولاد سبز

نویسندگان این شماره:

محمود سینا صمصالی، حسن راعی، و عباس مکی

۱ اردیبهشت ۱۴۰۳

BRENT Crude Oil (\$/b)		WTI Crude Oil (\$/b)	
12/04/2024 90.50	19/04/2024 88.33	12/04/2024 85.88	19/04/2024 83.97
Henry Hub Natural Gas (\$/MMBtu)		Europe & Asia Natural Gas (\$/MMBtu)	
12/04/2024 1.75	19/04/2024 1.76	10/04/2024 8.56 9.59	17/04/2024 9.77 9.69

بهای نفت خام امروز شنبه تا اندازه ای کاهش یافت. بهای معاملات آتی نفت «برنت» در روز شنبه به ۸۷,۲۹ دلار به ازای هر بشکه رسید. تحولات ژئوپلتیک در خاورمیانه به سمت آرام شدن پیش می رود. ایران در روز جمعه یک حمله اسرائیل به خاک این کشور را ناچیز توصیف کرد. در بازار نفت این تحول به معنای کمتر شدن ریسک ژئوپلتیکی و سیاسی در سومین منطقه تولید نفت خام جهان یعنی خاورمیانه تفسیر شد. قبل از آن قیمت نفت برنت بالاتر از ۹۰ دلار هر بشکه بود. کاهش ۲ میلیون بشکه ای تولید نفت خام توسط مجموعه اوپک پلاس نیز همچنان برقرار بوده که قیمت نفت را استوار نگاه می دارد. به صورت کلی نفت خام برنت در سال جاری ۱۳ درصد قیمت آن رشد داشته است.

بهای نفت خام «وست تگزاس اینترمدییت» نیز به ۸۳,۱۴ دلار به ازای هر بشکه رسید. در سال جاری میلادی به طور متوسط قیمت نفت خام تگزاس ۱۹ درصد رشد داشته است. در عین حال نفت شیل تولیدی آمریکا در روزهای اخیر رشد قابل ملاحظه ای داشته است. کاهش واردات چین نیز در هفته قبل در بازار نفت خام و فرآورده تاثیر منفی گذاشت.

گاز طبیعی در هنری هاب در آمریکای شمالی به قیمت ۱,۷۵ دلار به ازای هر میلیون واحد حرارتی انگلیسی (بی تی یو) فروخته شد. بهای گاز طبیعی در روتردام هلند با افزایش قیمت به ۹,۷۷ دلار به ازای هر میلیون بی تی یو رسید. بهای همین مقدار از گاز طبیعی مایع شده در ساحل کره و ژاپن به ۹,۶۹ دلار به ازای هر میلیون بی تی یو افزایش یافت.

➤ **احیاء ظرفیت پالایشگاهی آسیب دیده روسیه:** روسیه موفق شده است با سرعت برخی از پالایشگاه‌های مهمی که بر اثر حملات پهپادی اوکراین آسیب دیدند را تعمیر کرده و ظرفیت پالایشگاهی غیرفعال را از ۱۴ درصد، به حدود ۱۰ درصد کاهش دهد. اوکراین از ابتدای سال ۲۰۲۴، حملات پهپادی علیه زیرساخت‌های انرژی روسیه را تشدید کرد و برخی از بزرگ‌ترین پالایشگاه‌های نفت این کشور را هدف حمله قرار داد و باعث افزایش قیمت نفت شد. روسیه نیز حملات تلافی جویانه گسترده به زیرساخت‌های انرژی اوکراین انجام داده است. براساس گزارش «رویترز»، مجموع ظرفیت پالایش نفت اولیه روسیه که بر اثر حملات پهپادی، غیرفعال شده بود از ۹۰۷ هزار بشکه در روز به ۶۶۰ هزار بشکه در روز کاهش یافت. توقف حملات اوکراین پس از انتقاد واشنگتن روی داد که بزرگ‌ترین مصرف‌کننده انرژی جهان بوده و قیمت سوخت در آن، در آستانه انتخابات ریاست جمهوری در پنجم نوامبر، به موضوع حساسی تبدیل شده است.

➤ **کاهش رشد تقاضا برای نفت خام در سال جاری میلادی:** «آژانس بین‌المللی انرژی» در جدیدترین پیش‌بینی خود رشد تقاضای نفت در سال جاری میلادی را ۱,۲ میلیون بشکه در روز اعلام کرد که ۱۰۰ هزار بشکه کمتر از پیش‌بینی قبلی نهاد مذکور بوده و این درحالی است که «اوپک» افزایش تقاضا را برای طلای سیاه تا پایان سال جاری میلادی را ۲,۲ بشکه در روز پیش‌بینی کرده است. در تحلیل این آژانس آمده است که تغییر و تحول فوق‌العاده ضعیف در اقتصادهای بزرگ اروپایی از ابتدای سال ۲۰۲۴، مهم‌ترین دلیل کاهش تقاضای نفت تا پایان سال مذکور است. براساس گزارش آژانس، نرخ افزایش مصرف نفت کند شده و باتوجه به آمار منتشره، رشد مصرف نفت در سه ماهه اول ۱,۶ میلیون بشکه در روز گزارش شده که ۱۲۰ هزار بشکه در روز کمتر از پیش‌بینی قبلی نهاد مذکور است. «آژانس بین‌المللی انرژی» اعلام کرد که با بهبود یافتن آثار اقتصادی ناشی از شرایط کرونایی در جهان، پیش‌بینی می‌شود رشد تقاضای نفت تا پایان سال جاری میلادی به ۱,۲ میلیون بشکه در روز برسد که البته این نرخ رشد برای سال آینده میلادی ۱,۱ میلیون در روز خواهد بود که ۱۰۰ هزار بشکه کمتر از سال جاری میلادی است. شایان ذکر است ماه گذشته، «آژانس بین‌المللی انرژی» چشم‌انداز سال ۲۰۲۴ خود را از رشد تقاضای جهانی نفت ۱۱۰ هزار بشکه در روز نسبت به گزارش فوریه افزایش داد و انتظار

داشت رشد تقاضا برای سال ۲۰۲۴ به ۱,۳ میلیون بشکه در روز برسد، در حالیکه در گزارش ماه قبل انتظار می‌رفت که ۱,۲ میلیون بشکه در روز باشد. نهاد مذکور اکنون در حال معکوس کردن این تجدیدنظر برای رشد تقاضای نفت در بحبوحه تحولات بسیار ضعیف در کشورهای عضو OECD است که از مهم‌ترین دلایل آن می‌توان به نرخ کند بازگشت از آثار منفی اقتصادی دوران کووید-۱۹، بهبود کارایی خودروها و افزایش ناوگان خودروهای برقی اشاره کرد.

➤ **تداوم حضور گاز طبیعی مایع شده روسیه در بازار اروپا:** نشریه «پولیتیکو» با استناد به داده‌های «مرکز تحقیقات انرژی و هوای پاک» گزارش داد که واردات گاز طبیعی مایع شده روسیه توسط فرانسه از ابتدای سال ۲۰۲۴ نسبت به مدت مشابه سال قبل ۷۵ درصد افزایش یافته است. در سه ماهه اول سال جاری میلادی، واردات ال.ان.جی. دومین اقتصاد بزرگ «اتحادیه اروپا» از روسیه بر حسب پولی بالغ بر ۶۰۰ میلیون یورو بوده است که بیش از هر عضو دیگر این اتحادیه محسوب می‌شود. بعد از شروع جنگ اوکراین و سپس تحریم‌های «اتحادیه اروپا» علیه مسکو، نهاد مذکور به دنبال کاهش وابستگی خود در زمینه انرژی به روسیه بوده است. عرضه گاز روسیه قبلاً نزدیک به نیمی از کل واردات گاز این بلوک را تشکیل می‌داد. این در حالی است که واردات گاز از روسیه هنوز هدف مستقیم تحریم‌های «اتحادیه اروپا» قرار نگرفته است ولی واردات نفت روسیه از طریق دریا ممنوع شده و به‌طور کلی دامنه تجارت بین مسکو و این بلوک را به میزان قابل توجهی محدود کرده است. با این حال، صادرات گاز از روسیه به این بلوک به دلیل این محدودیت‌ها و خرابکاری خطوط لوله «نورداستریم» در سپتامبر ۲۰۲۲ کاهش شدیدی داشته است. «اتحادیه اروپا» همچنین از طرحی برای پایان دادن به وابستگی بلوک به واردات فسیلی از روسیه تا سال ۲۰۲۷، اندکی پس از آغاز عملیات نظامی روسیه علیه اوکراین، رونمایی کرد. سال گذشته، «پاتریک پویان» مدیر عامل شرکت توتال انرژی گفت که این شرکت به دلیل تعهدات قراردادی، ال.ان.جی. روسیه را خریداری خواهد کرد.

➤ **افزایش تولید نفت غیرمتعارف ایالات متحده:** «اداره اطلاعات انرژی» ایالات متحده در گزارش ماهانه خود درباره بازدهی حفاری‌ها اعلام کرد تولید نفت این کشور از مناطق نفت غیرمتعارف در ماه مه افزایش خواهد یافت. به گفته این نهاد انرژی، تولید با افزایش بیش از ۱۶ هزار بشکه در روز به ۹ میلیون و ۸۶۰ هزار بشکه در روز خواهد رسید که بیشترین

تولید از ماه دسامبر تاکنون است. تولید نفت شیل ایالات متحده که حدود سه چهارم مجموع تولید نفت این کشور را به خود اختصاص می‌دهد، به دلیل بهبود بهره‌وری چاه‌ها و از سرگیری فعالیت پس از سرمای شدید اوایل سال ۲۰۲۴ که شرکت‌ها را مجبور به توقف تولید کرد، در حال افزایش است. «اداره اطلاعات انرژی» آمریکا همچنین اعلام کرد تولید روزانه نفت در حوضه پرمین، به‌عنوان بزرگ‌ترین میدان شیل ایالات متحده در تگزاس غربی و نیومکزیکو، قرار است حدود ۱۱ هزار و ۵۰۰ بشکه افزایش یابد و به ۶ میلیون و ۱۷۰ هزار بشکه برسد که سومین تولید بالای ماهانه در تاریخ تولید نفت این میدان است. این نهاد انرژی همچنین پیش‌بینی می‌کند تولید نفت در میدان ایگل فورد واقع در جنوب شرقی تگزاس به یک میلیون و ۱۶۰ هزار بشکه در روز برسد که بالاترین مقدار از ماه نوامبر تاکنون به‌شمار می‌رود. تولید روزانه نفت در میدان باکن نیز با افزایش ۴ هزار و ۸۰۰ بشکه به یک میلیون و ۲۵۰ هزار بشکه می‌رسد که بالاترین مقدار از ماه دسامبر تاکنون است. «اداره اطلاعات انرژی» همچنین پیش‌بینی کرد مجموع تولید گاز طبیعی در حوضه‌های بزرگ شیل از روزانه ۲ میلیارد و ۸۰۶ میلیون مترمکعب در ماه آوریل به روزانه ۲ میلیارد و ۷۹۷ میلیون مترمکعب در ماه مه کاهش خواهد یافت که پایین‌ترین سطح در چهار ماه اخیر است.

➤ **کاهش واردات نفت خام چین:** آمارهای اداره کل گمرک چین نشان می‌دهد واردات نفت خام چین در ماه مارس در مجموع حدود ۱۱ میلیون و ۵۵۰ هزار بشکه در روز بوده است، در حالیکه این رقم در مارس ۲۰۲۳ روزانه ۱۲ میلیون و ۳۰۰ هزار بشکه بود، زیرا در آن زمان تقاضا برای سوخت با توجه به لغو دیر هنگام محدودیت‌های کرونا در این کشور آسیایی ناگهان اوج گرفته بود. براساس داده‌های شرکت «کپلر»، انتظار می‌رود واردات دریایی نفت خام روسیه در ماه مارس به بالاترین حد خود یعنی ۱ میلیون و ۸۱۶ هزار بشکه در روز برسد، زیرا پالایشگاه‌های دولتی و خصوصی هفت نفتکش حامل نفت تحریم‌شده نوع «سوکول» را در طول ماه خریدند.

➤ **بهبود تقاضا برای نفت خام در سال جاری میلادی:** «اوپک» در جدیدترین گزارش ماهانه خود، مصرف بالای سوخت در ماه‌های تابستان را پیش‌بینی کرد و همچنان به دورنمای رشد نسبتاً قوی تقاضای جهانی برای نفت در سال ۲۰۲۴ پایبند ماند. دبیرخانه «اوپک» در چارچوب گزارش ماهانه خود اعلام کرد تقاضای جهانی برای نفت در سال ۲۰۲۴، به میزان ۲,۲۵ میلیون بشکه در روز و در سال ۲۰۲۵، به میزان ۱,۸۵ میلیون بشکه در روز رشد خواهد کرد. هر دو پیش‌بینی نسبت به ماه گذشته تغییری نداشتند. تقویت رشد اقتصادی می‌تواند از قیمت نفت که اخیراً به بالای ۹۰ دلار به ازای هر بشکه صعود کرده است، حمایت بیشتری کند. از سوی دیگر اعضاء «اوپک پلاس» در آخرین نشست خود موافقت کردند که محدودیت عرضه فعلی نفت را تا پایان ژوئن حفظ کنند. «اوپک» در آستانه تابستان که معمولاً تقاضای فصلی برای سوخت با سفرهای بیشتر مردم، افزایش پیدا می‌کند، پیش‌بینی کرد در سه ماهه دوم سال جاری میلادی بر مبنای آمار سالانه تقاضای جهانی برای سوخت جت به میزان ۶۰۰ هزار بشکه در روز، برای بنزین به میزان ۴۰۰ هزار بشکه در روز و برای گازوئیل به میزان ۲۰۰ هزار بشکه در روز، افزایش پیدا خواهد کرد. از سوی دیگر «اوپک» نرخ رشد اقتصاد جهانی در سال ۲۰۲۴ را ۲,۸ درصد پیش‌بینی کرد که تغییری نسبت به گزارش ماه قبل این نهاد نداشت و اعلام شد اقتصاد ایالات متحده مانند همیشه به تقاضا برای سوخت در طی تابستان رونق خواهد بخشید. «اداره اطلاعات انرژی» ایالات متحده نیز در تازه‌ترین گزارش چشم‌انداز کوتاه‌مدت انرژی خود افزایش تولید نفت خام ایالات متحده را برای سال ۲۰۲۴ و ۲۰۲۵ میلادی اندکی بیشتر از برآورد پیشین اعلام کرد و پیش‌بینی درباره قیمت‌های جهانی داخلی نفت را هم افزایش داد. این نهاد انرژی انتظار دارد قیمت نفت خام «برنت» در سال جاری میلادی به‌طور میانگین ۸۸ دلار و ۵۵ سنت برای هر بشکه باشد که نسبت به برآورد پیشین ۸۷ دلاری افزایش نشان می‌دهد. براساس برآورد این اداره، قیمت نفت خام «وست تگزاس اینترمدیت» در سال ۲۰۲۴ میلادی به‌طور میانگین ۸۳ دلار و ۷۸ سنت برای هر بشکه باشد. «اداره اطلاعات انرژی» در ماه مارس پیش‌بینی کرده بود که قیمت نفت خام نامبرده در سال جاری میلادی به‌طور میانگین ۸۲ دلار و ۱۵ سنت به ازای هر بشکه خواهد بود. همچنین نهاد مذکور برآوردش

برای تقاضای نفت در سال ۲۰۲۳ میلادی را از روزانه ۱۰۱ میلیون بشکه به روزانه ۱۰۱ میلیون و ۹۶۰ هزار بشکه افزایش داد. از سوی دیگر این اداره برای سال ۲۰۲۴ میلادی انتظار دارد تقاضای جهانی روزانه نفت خام حدود ۱۰۲ میلیون و ۹۱۰ هزار بشکه باشد که نسبت به برآورد پیشین ۴۸۰ هزار بشکه در روز افزایش نشان می‌دهد.

➤ **تمایل «اوپک پلاس» برای عضویت جمهوری نامیبیا:** براساس گزارش «رویترز»، ائتلاف «اوپک پلاس» تمایل دارد جمهوری نامیبیا به‌عنوان عضو جدید به این ائتلاف بپیوندد، زیرا این کشور آفریقای غربی در دهه‌های آینده می‌تواند به چهارمین تولیدکننده بزرگ آفریقا بدل شود. «توتال انرژی» و «رویال داچ شل» در سال‌های اخیر حدود ۲ میلیارد و ۶۰۰ میلیون بشکه ذخیره نفتی در این کشور کشف کرده‌اند که به این ترتیب زمینه برنامه‌ریزی جمهوری نامیبیا برای آغاز برداشت از این ذخایر از حدود سال ۲۰۳۰ میلادی فراهم شده است. به گفته منابع، تمرکز اولیه «اوپک پلاس» این است که جمهوری نامیبیا به منشور همکاری این ائتلاف بپیوندد، برزیل هم در ماه ژانویه سال ۲۰۲۴ میلادی به این منشور پیوست. «ان‌جی آی‌وک» مدیر اجرایی اتاق انرژی آفریقا که در تسهیل مذاکرات بین دو طرف حاضر بوده است، گفت: «اوپک و ائتلاف اوپک پلاس خواهان عضویت جمهوری نامیبیا هستند.» «هیثم الغیث» دبیرکل اوپک در ماه فوریه، بدون نام بردن از کشوری اعلام کرد که «اوپک» در حال مذاکره با چند کشور برای پیوستن به منشور «اوپک پلاس» است.

➤ **حمله ایران به اسرائیل:** پاسخ ایران به حمله رژیم صهیونیستی به ساختمان کنسولی ایران در دمشق، باعث شد بعضی از بانک‌های غربی با توجه به چشم‌انداز ژئوپلیتیکی، پیش‌بینی خود از قیمت نفت در کوتاه‌مدت را افزایش دهند. بانک «سیتی» پیش‌بینی قیمت نفت کوتاه‌مدت خود را با اشاره به نرخ ریسک بالاتر، از ۸۰ به ۸۸ دلار به ازای هر بشکه بالا برد. با این حال، تحلیلگران بانک مذکور بر این باورند که بازار فعلی، در حال حاضر روی احتمال ادامه درگیری تمام عیار میان ایران و رژیم صهیونیستی که باعث می‌شود قیمت نفت به بالای ۱۰۰ دلار در هر بشکه صعود کند، حساب نمی‌کند. کارشناسان بانک «سیتی» در ادامه افزودند: «با فروکش کردن تنش‌ها، قیمت هر بشکه نفت ممکن است به بالای کانال ۷۰ دلار یا پایین کانال ۸۰ دلار، عقب نشینی کند.»

فولاد سبز

فولاد را می‌توان یکی از مهم‌ترین عناصر توسعه جامعه بشری دانست. هر جامعه‌ای برای توسعه زیرساخت‌های خود در بخش‌های عمرانی و صنعتی به فولاد نیاز دارد. به همین علت فولاد عملاً محصولی جدانشدنی از زندگی امروزه است. اما امروزه در کنار نیاز جوامع به توسعه دغدغه مهم تغییر اقلیمی نیز وجود دارد. تغییرات اقلیمی می‌تواند تأثیرات جبران‌ناپذیری برای جامعه بشری داشته باشند. تولید فولاد به روش سنتی دارای میزان انتشار بالای گازهای گلخانه‌ای بوده، به نحوی که سهم آن از کل انتشار گازهای گلخانه‌ای بین ۷ الی ۹ درصد است پس پتانسیل آن را دارد که برای مقابله با تغییرات اقلیمی دچار تحول و تغییراتی شود. یکی از این تغییرات اساسی تولید فولاد سبز است که در ادامه به شرح آن پرداخته می‌شود.

۱- تولید فولاد یکی از پیچیده‌ترین و حیاتی‌ترین فرآیندهای صنعتی است که در قلب توسعه صنعتی و اقتصادی جهان قرار دارد. فولاد به دلیل خواص مکانیکی برجسته و انعطاف‌پذیری بالا، کاربردهای فراوانی دارد که از مهم‌ترین مواد استفاده آن می‌توان به بخش‌های ساخت‌وساز، خودروسازی، حمل‌ونقل، بسته‌بندی، و بخش‌های انرژی اشاره کرد. در زمینه مقابله با اثرات منفی تولید فولاد به روش‌های سنتی یکی از راهکارها تولید فولاد سبز است. فولاد سبز به فولادی گفته می‌شود که با روش‌هایی تولید آن تأثیر کمتری بر محیط‌زیست دارد، به ویژه از نظر انتشار دی‌اکسید کربن و سایر گازهای گلخانه‌ای. توسعه و اهمیت این رویکرد به دنبال کاهش اثرات زیست‌محیطی ناشی از تولید و استفاده از فولاد است.

۲- اخیراً، فناوری‌های نوینی مانند تولید فولاد با استفاده از هیدروژن به عنوان عامل احیاءکننده مورد توجه قرار گرفته است این روش انتشار گازهای گلخانه‌ای کمتری دارد و مقدار آن به نوع هیدروژن مصرفی وابسته است. علاوه بر فرآیندهای نوین تولید، فناوری‌های کاهش انتشار کربن نیز در صنعت فولاد مورد توجه قرار گرفته‌اند. این فناوری‌ها شامل جذب و ذخیره‌سازی کربن (CCS) و استفاده مجدد از دی‌اکسید کربن (CCUS) می‌شود. هر دو رویکرد به دنبال کاهش اثرات زیست‌محیطی فرآیندهای تولید فولاد هستند، با این تفاوت

که CCUS به دنبال بازیافت و تبدیل دی اکسید کربن به محصولات مفید دیگر است. استفاده از برق تجدیدپذیر برای تأمین برق فرایند کوره قوس الکتریکی نیز دیگر گزینه مفید برای کاهش انتشار محسوب می‌شود.

۳- فرآیند جذب و ذخیره‌سازی کربن (CCS) در صنعت فولاد به‌طور خاص، سه مرحله اصلی جمع‌آوری، جداسازی، و ذخیره‌سازی دی اکسید کربن را شامل می‌شود. ابتدا، دی اکسید کربن حاصل از فرآیندهای تولید، مانند کوره‌های بلند و واحدهای احیاء مستقیم، از گازهای خروجی جمع‌آوری می‌شود. سپس، از طریق فرآیندهای فیزیکی یا شیمیایی، دی اکسید کربن از سایر گازهای همراه جداسازی می‌شود. در نهایت، دی اکسید کربن جدا شده به مخازن زیرزمینی منتقل و ذخیره‌سازی می‌شود یا برای استفاده‌های صنعتی دیگر مانند تولید مواد شیمیایی، به‌کار گرفته می‌شود که به آن CCUS می‌گویند.

۴- تولید فولاد سبز با استفاده از فناوری جذب، استفاده، و ذخیره‌سازی کربن اگرچه هزینه‌بر است، اما با توجه به تأکید روز افزون بر کاهش انتشار گلخانه‌ای و اجرای استانداردهای زیست‌محیطی سخت‌گیرانه‌تر، به‌عنوان یک استراتژی کلیدی در جهت دستیابی به تولید پایدار در صنعت فولاد مطرح می‌شود. این رویکرد نه تنها به کاهش اثرات زیست‌محیطی کمک می‌کند بلکه می‌تواند در بلندمدت، با افزایش کارایی انرژی و کاهش هزینه‌های احتمالی ناشی از مقررات زیست‌محیطی، اقتصاد صنعت فولاد را نیز بهبود بخشد.

۵- استفاده از برق تجدیدپذیر در صنعت فولاد ایران یکی از راهکاری نوآورانه برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و افزایش پایداری زیست‌محیطی است. با توجه به ظرفیت بالای ایران در زمینه تولید برق تجدیدپذیر، به‌ویژه از طریق نیروگاه‌های خورشیدی، این رویکرد می‌تواند به کاهش وابستگی صنعت فولاد به سوخت‌های فسیلی کمک کند. فرآیندهای تولید فولاد، از جمله کوره‌های الکتریکی، می‌توانند به‌طور مستقیم از برق تجدیدپذیر بهره‌مند شوند، که این امر منجر به کاهش چشمگیر انتشار دی اکسید کربن خواهد شد.

۶- از نظر اقتصادی، سرمایه‌گذاری در تأسیسات تولید برق تجدیدپذیر و زیرساخت‌های مربوطه ممکن است در کوتاه‌مدت هزینه‌بر باشد، اما با توجه به افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی و مزایای زیست‌محیطی، در بلندمدت می‌تواند به صرفه‌جویی‌های قابل توجهی منجر شود. علاوه بر این، توسعه فناوری‌های نوین و بهره‌گیری از حمایت‌های دولتی می‌تواند موانع مالی پیش‌روی این تحول را تسهیل نماید و صنعت فولاد ایران را در مسیر

توسعه پایدار هدایت کند. همچنین بازار برق نیز می‌تواند نقشی مؤثر در کاهش متناوب برق خورشیدی داشته باشد به این معنا که نیروگاه خورشیدی در زمان اوج تولید، برق به شبکه بدهد و بعد از آن برق معادل پایدار از شبکه دریافت کند.

۷- بسیاری از کشورهای جهان که در صدر آن‌ها کشورهای عضو «اتحادیه اروپا» قرار دارند بر محصولات خود مالیات کربن اعمال کرده‌اند و حتی این مالیات علاوه بر محصول نهایی بر کل زنجیره تأمین محصول اعمال می‌شود تا تولیدکنندگان محصولات اولیه انرژی‌بر مانند فولاد انگیزه برای کاهش انتشار داشته باشند و تولیدکنندگان نیز به دنبال تأمین‌کنندگان کم انتشار بروند. اما این مکانیزم در حال حاضر در محدوده داخل مرز اکثر کشورهای جهان اعمال می‌شود. استفاده از مکانیزم مذکور این مشکل را مخصوصاً برای کشورهای با مالیات بالا ایجاد می‌کند که تولیدکنندگان داخلی تحت فشار قرار می‌گیرند.

۸- در عصر جدید صنعتی، الزام حرکت صنایع به سمت تولید فولاد سبز از منظر تجاری، استراتژیک، بازار و برند، بیش از پیش مورد تأکید قرار گرفته است. با توجه به مسئله تغییر اقلیم و الزامات جدید زیست‌محیطی، صنایع فولاد به سرعت در حال انطباق با روش‌های تولید پایدار هستند. از نظر تجاری، این انتقال نه تنها به کاهش اثرات زیست‌محیطی کمک می‌کند، بلکه فرصت‌های جدیدی را برای نوآوری و رشد بازار ارائه می‌دهد.

۹- در زمینه حرکت صنایع فولادی به سمت تولید فولاد سبز می‌توان ۳ دلیل نام برد:

- **تغییر رفتار مشتری‌ها:** امروزه شاهد رشد فزاینده تقاضای فولاد سازگار با محیط‌زیست هستیم. به عنوان مثال کارخانه‌های خودروسازی مانند «فولکس واگن» و «تویوتا» اهداف بلندپروازانه‌ای برای حذف انتشار کربن از زنجیره ارزش خود از جمله تأمین مواد اولیه به خصوص فولاد تدوین کرده‌اند. دقت بر نحوه تولید مواد اولیه به این علت است که امروزه بررسی انتشار کربن نه تنها به بررسی محصول نهایی بلکه به بررسی کل چرخه عمر محصول می‌پردازد. در حال حاضر نحوه تولید مواد اولیه برای مشتریان اهمیت فراوانی پیدا کرده است.

- **مقررات کاهش کربن:** وضع مقررات توسط دولت‌ها در زمینه تولید محصولات کم کربن حتی در بخش واردات

- **تبدیل مزیت به الزام:** رشد سرمایه‌گذاری در بخش در حوزه محصولات سازگار با محیط‌زیست امروزه همچنان یک نوآوری و مزیت رقابتی برای تولیدکنندگان محسوب

می‌شود اما درآینده‌ای نه چندان دور به یک الزام برای ماندن در بازار و رقابت با سایر تولیدکنندگان تبدیل خواهد شد.

۱۰- سرمایه‌گذاری در زمینه کاهش انتشار و توسعه فولاد سبز، اگرچه مستلزم هزینه‌های اولیه قابل توجهی است، اما با توجه به روند رو به رشد تقاضا برای محصولات پایدار و قوانین زیست‌محیطی، می‌تواند سرمایه‌گذاری مفید و سودمندی باشد. این نوع سرمایه‌گذاری‌ها، علاوه بر کمک به کاهش هزینه‌های انرژی در بلندمدت، می‌تواند به شرکت‌ها امکان دسترسی به بازارهای جدید و ایجاد ارزش افزوده برای سهامداران را فراهم آورد. بنابراین، با توجه به چشم‌انداز آینده و نیاز به تولید پایدار، سرمایه‌گذاری در فناوری‌ها و فرآیندهایی که به کاهش انتشار منجر می‌شوند، نه تنها یک انتخاب زیست‌محیطی بلکه یک استراتژی تجاری هوشمندانه است. شرکت‌هایی نظیر ThyssenKrupp، ArcelorMittal و SSAB نیز این استراتژی را برای آینده خود در نظر گرفته‌اند.