

ارزیابی وضعیت مصرف گاز طبیعی در صنعت فولاد و ارائه راهکارهایی جهت رفع ناترازی



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

تاریخ انتشار:
۱۴۰۴/۴/۲۵

شماره مسلسل: ۲۰۸۲۹
کد موضوعی: ۳۱۰



مرکز پژوهش‌های
مجلس شورای اسلامی

عنوان گزارش:

ارزیابی وضعیت مصرف گاز طبیعی در صنعت فولاد و ارائه راهکارهایی جهت رفع ناترازی

نوع گزارش: طرح/ لایحه ، نظارتی ، راهبردی ، پیش‌نویس قانونی

نام دفتر:

مطالعات انرژی، صنعت و معدن (گروه معدن و صنایع معدنی)

مدیران مطالعه:

افشین میرزایی، مرتضی نیکخواه‌نسب

تهیه و تدوین کنندگان:

علی مصطفی‌پور، محمدحسین پیروی، افشین میرزایی

ناظران علمی:

حبیب‌اله ظفریان، سعید شجاعی

اظهار نظر کننده:

سیدمرتضی مسعود پناه (دانشیار دانشکده مهندسی مواد و متالورژی دانشگاه علم و صنعت ایران)

گرافیک و صفحه آرایی:

نقیسه حاجی صفری

ویراستار ادبی:

سیده مرضیه موسوی راد

واژه‌های کلیدی:

۱. صنعت فولاد
۲. گاز طبیعی
۳. آهن اسفنجی
۴. احیای مستقیم
۵. ناترازی گاز

تاریخ شروع مطالعه:

۱۴۰۲/۶/۳۱



فهرست مطالب

چکیده.....	۶
خلاصه مدیریتی.....	۷
۱. مقدمه.....	۸
۲. روش‌های تولید فولاد.....	۱۱
۱-۲. کوره بلند.....	۱۲
۲-۲. احیای مستقیم با کوره قوس الکتریکی.....	۱۲
۳. مقایسه روش‌های تولید فولاد در ایران و جهان.....	۱۳
۴. بررسی وضعیت مصرف انرژی در صنعت فولاد کشور.....	۱۴
۵. بررسی قیمت گاز طبیعی در ایران و جهان.....	۱۹
۶. راهکارهای تأمین پایدار گاز صنعت فولاد کشور.....	۲۱
۷. نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهاد.....	۲۵
منابع و مآخذ.....	۲۷

فهرست شکل‌ها

شکل ۱. نمودار میانگین مصرف گاز طبیعی در ماه‌های سرد و گرم در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱.....	۱۰
شکل ۲. نمودار وضعیت تولید آهن اسفنجی و فولاد میانی به تفکیک ماه در سال ۱۴۰۲.....	۱۱
شکل ۳. تکنولوژی تولید اولیه و ثانویه فولاد خام.....	۱۳
شکل ۴. نمودار وضعیت سبد مصرف انرژی در صنایع فولاد کشور.....	۱۵
شکل ۵. نمودار سهم هزینه انرژی در تولید فولاد به‌روشن احیای مستقیم.....	۱۸
شکل ۶. نمودار مصارف ویژه گاز طبیعی و انرژی برق در زنجیره ارزش فولاد کشور.....	۱۸
شکل ۷. نمودار مقدار گاز مصرفی در شرکت‌های توسعه آهن گل‌گهر، مبارکه، چادرملو و سبا اصفهان در سال‌های اخیر.....	۱۹
شکل ۸. نمودار میانگین ماهیانه قیمت مصرفی گاز صنعت فولاد در جهان بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۳.....	۲۰
شکل ۹. نمودار قیمت هر متر مکعب گاز مصرفی در صنعت فولاد ایران.....	۲۰
شکل ۱۰. موقعیت تقریبی مخازن ذخیره‌سازی گاز در کشور.....	۲۲
شکل ۱۱. شماتیک فرایند گازی‌سازی زغال‌سنگ.....	۲۴

فهرست جداول

جدول ۱. نمایشی از ارزش صادرات زنجیره فولاد کشور در سال ۱۴۰۲.....	۹
جدول ۲. میزان تولید فولاد کشورهای برتر و سهم تولید توسط روش کوره بلند و کوره قوس الکتریکی (۲۰۲۳).....	۱۳
جدول ۳. وضعیت مجوزهای واحدهای تولید آهن اسفنجی.....	۱۶
جدول ۴. میزان فعلی و پیش‌بینی تولید آهن اسفنجی در پایان سال ۱۴۰۴ و ۱۴۱۰.....	۱۷
جدول ۵. پیشنهاد توصیه سیاستی ویژه گزارشات راهبردی / نظارتی.....	۲۶



ارزیابی وضعیت مصرف گاز طبیعی در صنعت فولاد و ارائه راهکارهایی جهت رفع ناترازی

چکیده



صنعت فولاد یکی از صنایع زیرساختی و ارزآور کشور محسوب می‌شود. تولید در این صنعت در کشورمان به میزان تقریباً ۹۰ درصد با استفاده از روش احیا مستقیم صورت می‌گیرد که مبتنی بر استفاده از گاز طبیعی است. این روش در کشور به واسطه وجود ذخایر سرشار گاز طبیعی و در نتیجه پایین بودن سهم هزینه انرژی در کل هزینه تولید این صنعت، توسعه پیدا کرده است. این در حالی است که امروزه تقریباً ۷۱/۵ درصد فولاد خام جهان به کمک روش کوره بلند تولید می‌شود. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که مجموع مصرف انرژی در تولید فولاد به روش احیا مستقیم، بیش از چهار برابر روش کوره بلند است. صنعت فولاد کشور طی سال‌های گذشته و با بروز ناترازی میان مصرف و تولید گاز طبیعی، به‌ویژه در فصل سرد سال، دچار چالش‌های متعددی شده است. بر این اساس به‌منظور کاهش چالش‌های تأمین سوخت مورد نیاز واحدهای موجود تولید فولاد به روش احیا مستقیم پیشنهاد می‌شود راهکارهایی همچون حضور در بازار بهینه‌سازی مصرف انرژی، ذخیره‌سازی گاز طبیعی، واردات گاز طبیعی با قیمت وارداتی، سرمایه‌گذاری در جمع‌آوری گاز مشعل و میدان‌های گازی کوچک و استفاده از زغال سنگ به‌منظور تولید گازهای احیاکننده مدنظر قرار گیرد. از سوی دیگر و با توجه به چالش‌های تأمین گاز طبیعی در کشور و بروز ناترازی میان تولید و مصرف این حامل انرژی و همچنین شدت یافتن آن در سال‌های پیش رو، برنامه توسعه صنعت فولاد در آینده نیازمند بازنگری جدی از سوی وزارت صنعت، معدن و تجارت است.



صنعت فولاد، یکی از صنایع مهم و اثرگذار در کشور است که با توجه به ظرفیت‌های موجود در تولید این محصول و دیگر محصولات وابسته، قابلیت فراوانی برای ارزآوری و ایجاد اشتغال در کشور دارد. در حال حاضر ایران، دهمین تولیدکننده بزرگ فولاد جهان و اولین تولیدکننده آهن اسفنجی بر پایه گاز در جهان به‌شمار می‌رود. همچنین زنجیره ارزش فولاد حدود ۱۸ درصد ارزش صادرات غیرنفتی کشور را در سال ۱۴۰۲ به خود اختصاص داده است. تولید فولاد در کشورمان به میزان تقریباً ۹۰ درصد با استفاده از روش احیا مستقیم صورت می‌گیرد که مبتنی بر استفاده از گاز طبیعی است. زنجیره فولاد با مصرف بیش از ۱۲ میلیارد مترمکعب، ۵ درصد از کل مصرف گاز طبیعی کشور را در سال ۱۴۰۲ به خود اختصاص داده است. از این رو به دلیل اهمیت و جایگاه گاز طبیعی در این صنعت، میزان تأمین این منبع انرژی، تأثیر قابل توجهی بر عملکرد آن دارد.

در سالیان اخیر به واسطه محدودیت در افزایش ظرفیت تولید و ادامه روند رشد مصرف غیر بهینه در همه بخش‌ها، کشور دچار ناترازی در عرضه و تقاضای گاز طبیعی به‌ویژه در ماه‌های سرد سال شده است. صنعت فولاد نیز به‌عنوان یکی از صنایع انرژی‌بر که دارای وابستگی بالایی به گاز طبیعی در تأمین سوخت است، از این مسئله مستثنا نیست و محدودیت‌های تأمین پایدار انرژی می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر عملکرد این صنعت داشته باشد. از این رو بررسی انواع راهکارهای مناسب برای تأمین پایدار سوخت مورد نیاز برای صنعت فولاد ضروری به نظر می‌رسد. همچنین لازم است موضوعاتی همچون «وضعیت مجوزهای تولید صادر شده در زنجیره فولاد با توجه به محدودیت‌های مختلف در کشور و اهداف مندرج در برنامه هفتم پیشرفت» و «توسعه تولید فولاد با روش‌های مبتنی بر زغال سنگ» نیز مورد بررسی دقیق‌تر قرار بگیرند که در گزارش‌های بعدی بدان پرداخته خواهد شد.

نقطه‌نظر / یافته‌های کلیدی

به‌طور کلی تولید فولاد در دنیا به دو روش اصلی انجام می‌پذیرد که شامل روش کوره بلند (مبتنی بر استفاده از زغالسنگ) و احیای مستقیم است. امروزه تقریباً ۷۱/۵ درصد فولاد خام جهان به کمک روش کوره بلند و ۲۸/۴ درصد آن به روش احیای مستقیم و با استفاده از کوره‌های الکتریکی تولید می‌شود و ۰/۴ درصد آن به سایر روش‌هاست. با این وجود، در ایران در سال ۱۴۰۲ تنها ۹/۸۶ درصد فولاد تولید شده با روش کوره بلند و ۹۰/۱۴ درصد مبتنی بر احیای مستقیم (با استفاده از گاز طبیعی) بوده که ۷۶/۷۸ درصد آن از طریق کوره‌های قوس الکتریکی و ۱۳/۳۶ درصد آن از مسیر کوره‌های القایی تبدیل به محصولات میانی فولادی شده است. علت این شکل از توسعه صنعت فولاد در ایران به دلیل وجود منابع فراوان گازی در کشور عنوان شده است.

تنها واحدهای کوره بلند فعال در کشور شرکت ذوب آهن اصفهان و مجتمع فولاد زرنند ایرانیان است. مهم‌ترین مزیت‌های روش کوره قوس تولید فولاد با کیفیت و ایجاد آلاینده‌های نسبتاً کمتر است. در مقابل، مصرف انرژی و میزان سرمایه‌گذاری مورد نیاز برای ماده اولیه ورودی این روش (آهن اسفنجی) بسیار بیشتر از روش کوره بلند است. همچنین در تولید فولاد به روش کوره قوس الکتریکی (روش رایج تولید فولاد در کشور) بیش از چهار برابر روش متداول جهانی انرژی مصرف می‌شود.

از آنجا که بیشترین مصرف گاز در زنجیره فولاد، مربوط به حلقه تولید آهن اسفنجی است، برای پیش‌بینی مصرف گاز مورد استفاده در صنعت فولاد، لازم است مجوزهای ارائه شده به تولید آهن اسفنجی مورد بررسی قرار گیرد. بر این اساس به نظر می‌رسد تا سال ۱۴۱۰ مجموعاً ۴۰ میلیون تن از مجوزهای در حال احداث تولید آهن اسفنجی قابلیت تحقق دارند. بر این اساس ظرفیت تولید این محصول در پایان سال ۱۴۰۴ به بیش از ۵۳ میلیون تن و در پایان سال ۱۴۱۰ به بیش از ۸۰ میلیون تن خواهد رسید. با حذف مجوزهای ارائه شده به روش‌های تولید مبتنی بر زغالسنگ، میزان گاز مورد نیاز واحدهای احیا در پایان سال ۱۴۰۴ به بیش از ۱۵/۶ میلیارد مترمکعب و در پایان سال ۱۴۱۰ به بیش از ۲۳/۴ میلیارد مترمکعب خواهد رسید. شایان ذکر است که میزان مصرف گاز طبیعی این واحدها در سال ۱۴۰۲، ۱۰ میلیارد مترمکعب بوده؛ و این در حالی است که کشور در سال ۱۴۰۱ با حدود ۴۵ میلیارد مترمکعب ناترازی میان تولید و مصرف این حامل انرژی مواجه بوده است.



پیشنهاد راهکارهای تقنینی، نظارتی یا سیاستی

با توجه به موارد پیش گفته، راهکارهای موجود در دو سطح توسعه صنعت فولاد و واحدهای موجود به شرح زیر قابل بحث است:

۱. واحدهای موجود صنعت فولاد

به منظور کاهش چالش‌های تأمین سوخت مورد نیاز واحدهای موجود تولید فولاد به روش احیای مستقیم راهکارهایی همچون استفاده از زغال سنگ به منظور تولید گازهای احیاکننده، حضور در بازار بهینه‌سازی مصرف انرژی، ذخیره‌سازی گاز طبیعی (به صورت گاز طبیعی مایع شده و ذخیره‌سازی در مخازن زیرزمینی)، واردات گاز طبیعی، سرمایه‌گذاری در جمع‌آوری گاز مشعل یا در میدان‌های گازی کوچک قابل طرح است.

۲. توسعه صنعت فولاد

با توجه به چالش‌های تأمین گاز طبیعی در کشور و بروز ناترازی میان تولید و مصرف این حامل انرژی و همچنین شدت یافتن آن در سال‌های پیش رو، به نظر می‌رسد باید برنامه توسعه صنعت فولاد با استفاده از روش احیای مستقیم مورد بازنگری قرار گرفته و بر تغییر مسیر توسعه فولاد کشور با استفاده از سایر روش‌های مرسوم و کم‌مصرف جهان تأکید شود.

۱. مقدمه

صنعت فولاد، یکی از صنایع مهم و اثرگذار در کشور است؛ که با توجه به ظرفیت‌های موجود در تولید این محصول و دیگر محصولات وابسته، قابلیت فراوانی برای ارزآوری و ایجاد اشتغال در کشور دارد. از این رو ارتقای این صنعت و کسب جایگاه بین‌المللی در این حوزه افزون بر کسب قدرت اقتصادی در جهان، موجبات کاهش ضربه‌پذیری سیاسی و اقتصادی از تصمیم‌های خارجی را فراهم می‌آورد. از همین رو، بر اساس سند راهبرد توسعه صنعتی کشور، که طبق ماده (۲۱) [قانون برنامه چهارم توسعه](#) کشور و توسط وزارت صنایع و معادن وقت در سال ۱۳۸۴ به تصویب رسیده است، برنامه‌ریزی در زمینه صنایع فلزات اساسی باید به گونه‌ای باشد که تا پایان سال ۱۴۰۴، تولید فولاد کشور معادل ۳/۵ درصد تولید جهانی یا ۵۵ میلیون تن و صادرات این محصول به ۴ درصد صادرات جهانی یا ۲۰ میلیون تن برسد. همچنین در اهداف کمی سنج‌های عملکردی ماده (۴۷) قانون برنامه هفتم پیشرفت، تولید سالانه شمش فولاد، تولید سالیانه مقاطع طولی و مقاطع تخت ۱، ۴۵، ۴۱ و ۱۸/۳ میلیون تن برآورد شده است. لازم به ذکر است، کاهش میزان تولید پیش‌بینی شده در اهداف برنامه هفتم نسبت به سند راهبرد توسعه صنعتی کشور، به دلیل وجود محدودیت‌های مواد اولیه و انرژی بوده است. با این حال، یکی از اهداف مندرج در سند چشم‌انداز ۱۴۰۴، توسعه صنعت فولاد کشور و رسیدن به ظرفیت تولید سالیانه ۵۵ میلیون تن تا سال ۱۴۰۴ بوده است. در حال حاضر ایران دهمین تولیدکننده بزرگ فولاد جهان و اولین تولیدکننده آهن اسفنجی بر پایه گاز در جهان به‌شمار می‌رود [۱]. این صنعت به لحاظ صادرات و ارزآوری نیز دارای اهمیت بالایی است. جدول ۱ نمایی از صادرات حلقه‌های مختلف زنجیره فولاد کشور در سال ۱۴۰۲ را نشان می‌دهد.

۱. با توجه به اینکه میزان استخراج سنگ آهن براساس اهداف مشخص شده، باید به ۱۳۷/۵ میلیون تن در سال برسد، در صورت تحقق آن، میزان تولید فولاد باید به ۴۵ میلیون تن برسد.

جدول ۱. نمایی از ارزش صادرات زنجیره فولاد کشور در سال ۱۴۰۲

ردیف	محصولات	صادرات در سال ۱۴۰۲ (میلیون دلار)
۱	سنگ آهن دانه بندی شده	۲۰۷
۲	کنساتره و گندله	۱۰۷۷۰
۳	محصولات بالادستی فولاد، مانند انواع شمش و ورق	۶۰۲۷۲
۴	مصنوعات فولادی	۸۱۸
	مجموع	۹۰۰۶۷

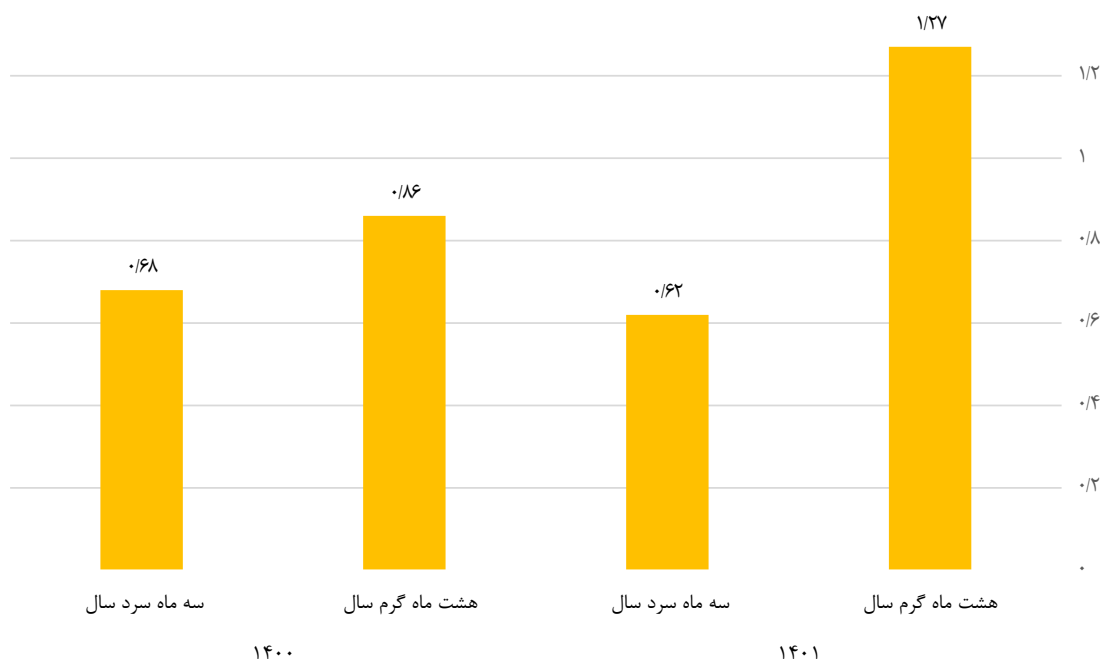
مأخذ: آمار گمرک جمهوری اسلامی ایران.

بر این اساس سهم زنجیره فولاد از ارزش صادرات غیر نفتی کشور، ۱/۱۸ درصد است. در کنار اهمیت بالای صنعت فولاد برای کشور، این صنعت در دسته صنایع انرژی بر طبقه بندی می شود؛ به نحوی که در تمامی زنجیره تبدیل سنگ آهن به فولاد، بسته به نوع فرایند، انرژی به عنوان یکی از ارکان اصلی تولید مورد استفاده قرار می گیرد. در سالیان اخیر ایران به واسطه محدودیت در افزایش ظرفیت تولید و ادامه روند رشد بالای مصرف در همه بخش ها، دچار ناترازی در عرضه و تقاضای گاز طبیعی به ویژه در ماه های سرد سال شده است. ناترازی این حامل انرژی منجر به اعمال محدودیت در تأمین گاز در همه بخش های تولیدی شده که آسیب های فراوان اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی را برای کشور ایجاد کرده است. در سال ۱۴۰۱، میزان ناترازی گاز طبیعی به صورت متوسط سالانه، متوسط سه ماه سرد و در اوج مصرف به ترتیب ۱۲۳/۲ و ۲۲۵/۱ و ۳۱۵/۴ میلیون متر مکعب در روز بر آورد شده و ادامه روند کنونی تأمین انرژی، کشور و صنایع انرژی بر را با چالش بسیار جدی تری روبه رو خواهد کرد [۳]. صنعت فولاد نیز به عنوان یکی از صنایع انرژی بر که دارای وابستگی بالایی به گاز طبیعی است از این مسئله مستثنا نیست و محدودیت های تأمین پایدار انرژی می تواند تأثیر قابل توجهی بر عملکرد این صنعت داشته باشد [۲].

تولید فولاد در کشور عموماً از روش احیای مستقیم که مبتنی بر گاز طبیعی است بوده و از این رو به دلیل اهمیت و جایگاه مهم گاز طبیعی در این صنعت، میزان تأمین گاز طبیعی، تأثیر قابل توجهی بر عملکرد آن دارد. میزان مصرف سالیانه گاز طبیعی بخش فولادی در سال های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ به ترتیب برابر با ۹/۶ و ۱۲/۰۴ میلیارد متر مکعب (معادل ۵ درصد از مصرف کل کشور) بوده است که رشدی ۲۵ درصدی را نشان می دهد؛ که این امر با توجه به تداوم وجود ناترازی میان تولید و مصرف گاز طبیعی ناشی از افزایش مصرف در ۸ ماه ابتدایی سال ۱۴۰۱ نسبت به سال قبلی است. در شکل ۱ میانگین مصرف گاز طبیعی در ماه های سرد و گرم در سال های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. نمودار میانگین مصرف گاز طبیعی در ماه‌های سرد و گرم در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ [۳]

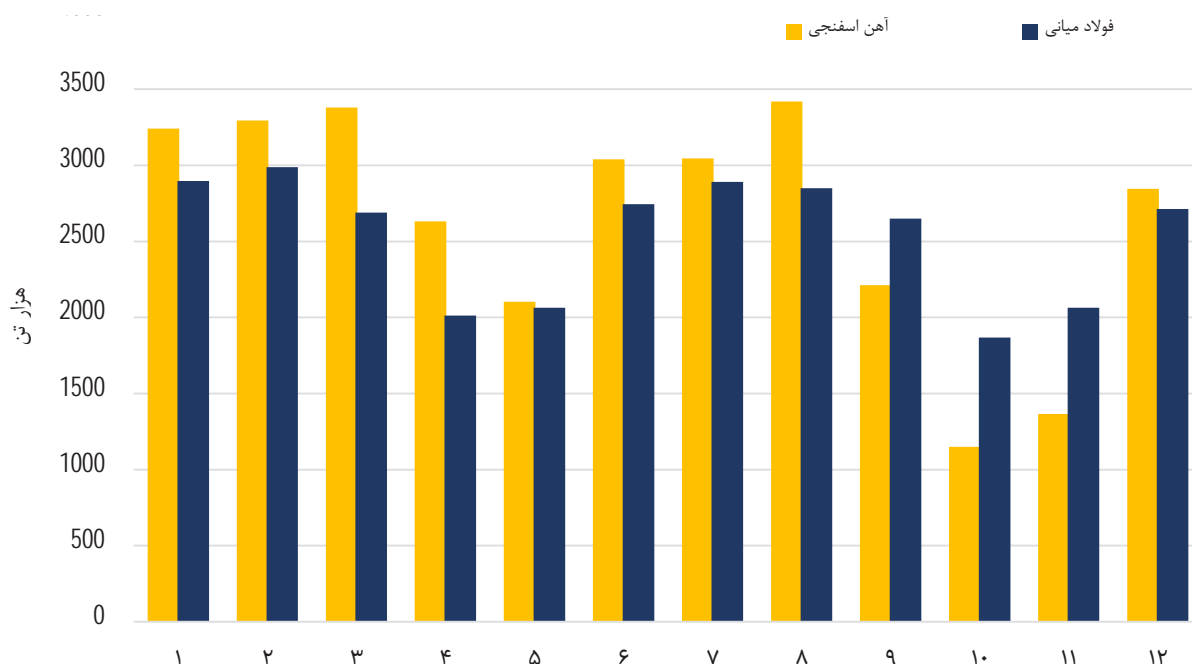


به صورت متوسط مصرف گاز طبیعی صنعت فولادی در ۸ ماه گرم سال ۱۴۰۱ حدود ۴۰ میلیون مترمکعب در روز بوده که این عدد در ۳ ماه سرد سال کاهش محسوسی داشته است. از این رو ناترازی گاز طبیعی باعث شده تا صنعت فولاد، در زمان‌های اوج مصرف، با محدودیت تأمین بخشی از تقاضای گاز مورد نیاز خود روبه‌رو شود، این در حالی است که در سال ۱۴۰۰ میزان محدودیت در تأمین تقاضا کمتر بوده است [۳]. این محدودیت‌ها در سال ۱۴۰۱ منجر به انبار شدن حدود ۱۴ میلیون تن گندله به دلیل تعطیلی واحدهای آهن اسفنجی، که بیشترین تأثیر را از ناترازی می‌پذیرد، شد [۴].

از سوی دیگر می‌توان از آمار تولید آهن اسفنجی و فولاد میانی جهت بررسی میزان کاهش تولید محصولات فولادی ناشی از محدودیت تأمین گاز نیز استفاده کرد. عمده مصرف گاز در فولاد در فرایند تولید آهن اسفنجی است و تولید فولاد میانی نیز از آن جهت اهمیت دارد که وابستگی فراوانی به تأمین آهن اسفنجی دارد. بررسی آمار تولیدی نشان داده شده در شکل ۲ نشان از کاهش ۳/۵ میلیون تنی فولادی میانی و ۱/۳ میلیون تنی آهن اسفنجی در تنها دو ماه دی و بهمن دارد.^۲

۱. با توجه به کاهش مصرف به دلیل ناترازی برق در دو ماه تیر و مرداد، این دو ماه لحاظ نشده است.
۲. محاسبات براساس آمار ماهیانه تولیدی فولاد، انجمن تولیدکنندگان فولاد ایران، سال ۱۴۰۲.

شکل ۲. نمودار وضعیت تولید آهن اسفنجی و فولاد میانی به تفکیک ماه در سال ۱۴۰۲



مأخذ: انجمن تولیدکنندگان فولاد ایران [۵].

با توجه به ناترازی انرژی حال حاضر کشور و وابستگی بالای صنعت فولاد به گاز طبیعی، توسعه این صنعت با چالش تأمین انرژی اولیه روبه‌رو خواهد شد. از این رو بررسی انواع راهکارهای مناسب برای تأمین پایدار گاز برای صنعت فولاد ضروری به نظر می‌رسد. در این راستا لازم است موضوعاتی همچون «ضرورت افزایش تولید فولاد خام در کشور»، «بررسی وضعیت موجود مجوزهای تولید فولاد با توجه به محدودیت‌های کشور و اهداف مندرج در برنامه هفتم پیشرفت» و «آسیب‌شناسی توسعه تولید فولاد با روش‌های مبتنی بر زغالسنگ، مانند کوره بلند» نیز مورد مذاقه قرار بگیرند؛ که خود در آینده موضوع گزارش‌هایی مجزا قرار خواهند گرفت.

مباحثی که در این گزارش بیان شده به این شرح است: ۱. روش‌های تولید فولاد، ۲. مقایسه روش تولید فولاد در ایران و جهان، ۳. وضعیت مصرف گاز در صنعت فولاد، ۴. میزان بهره‌وری واحدهای تولیدی، ۵. قیمت گاز مصرفی صنعت فولاد در ایران و جهان و ۶. راهکارهای تأمین پایدار گاز.

۲. روش‌های تولید فولاد

به‌طور کلی تولید فولاد در دنیا به دو روش اصلی انجام می‌پذیرد که شامل روش کوره بلند^۱ و کوره قوس الکتریکی^۲ است. هر یک از این روش‌ها با توجه به فرایند تولید متفاوت، به لحاظ مصرف انرژی و نوع انرژی مصرفی نیز دارای تفاوت‌هایی است که در ادامه به آن بیشتر پرداخته می‌شود.

1. Blast Furnace - Basic Oxygen Furnace
2. Electric Arc Furnace



۱-۲. کوره بلند

در این روش، که شیوه سنتی تولید فولاد است، از احیای غیرمستقیم آهن استفاده شده، سنگ آهن دانه درشت پس از فراوری و تبدیل شدن به آگلومره (کلوخه) به همراه آهن و کک وارد کوره بلند شده، آهن خام (چدن مذاب) به دست می‌آید. در مرحله بعد، همان گونه که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، آهن خام در یک کوره (کنورتور) اکسیژنی به فولاد مذاب تبدیل و کربن و ناخالصی‌های دیگر آن به کمک اکسیژن خارج شده و فولاد خام تولید می‌شود. سپس فولاد خام در فرایند متالورژی ثانویه (فولادسازی در پاتیل)، تصفیه شده و با اضافه کردن فلزهای آلیاژدهنده مانند وانادیم، کروم، تیتانیوم، منگنز و نیکل و همگن سازی به فولاد با ویژگی‌های مطلوب و مورد نظر تبدیل می‌شود.

کک زغال سنگ، سنگ آهن دانه بندی شده، سنگ آهن و آگلومرا (که از پیش پخت و کلوخه سازی سنگ آهن به دست می‌آید) اصلی ترین شارژهای کوره بلند هستند. از بین روش‌های تولید فولاد در دنیا این روش کاربرد بیشتری دارد و طبق آمار در حدود ۷۱/۵ درصد از فولاد خام در دنیا با این تکنولوژی تولید می‌شود.^۱ تنها واحدهای کوره بلند فعال در کشور شرکت ذوب آهن اصفهان و مجتمع فولاد زرند ایرانیان است.

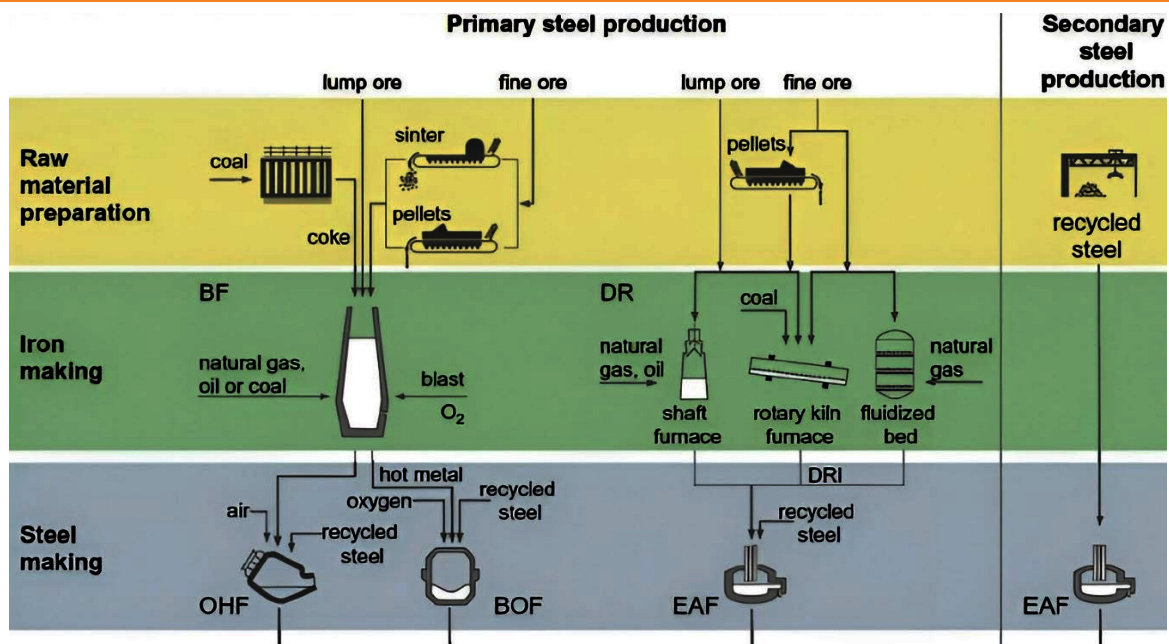
۲-۲. احیای مستقیم با کوره قوس الکتریکی

روش احیای مستقیم سنگ آهن از بین روش‌های تولید فولاد روش جدیدتری محسوب و در آن از کوره‌های قوس الکتریکی^۲ استفاده می‌شود. این فرایند با استفاده از گاز طبیعی به جای کک برای احیای سنگ معدن آهن میسر می‌شود. در این روش پس از تولید کنسانتره از سنگ آهن مگنتیتی، دانه‌های بسیار ریز کنسانتره با استفاده از چسبی مخصوص بنتونیتی به گندله تبدیل می‌شوند. همان گونه که در شکل ۳ مشاهده می‌شود پس از آن با استفاده از گاز طبیعی فرایند احیا انجام شده و آهن اسفنجی (که آهن با خلوص بالا است) تولید می‌شود. به منظور تولید فولاد خام لازم است آهن اسفنجی تولید شده، در این مرحله در کوره قوس الکتریکی (با استفاده از الکتروگرافیتی) یا کوره القایی (با افزایش دما به وسیله ایجاد میدان مغناطیسی با القای الکتریکی) ذوب و شمش یا ورق فولادی تولید شود. در این روش جهت تولید فولاد خام لازم است از مقداری قراضه نیز استفاده شود؛ که میزان آن با توجه به فناوری کوره متغیر است.

به طور کلی تولید فولاد در دنیا به دو روش اصلی انجام می‌پذیرد که شامل روش کوره بلند (مبتنی بر استفاده از زغالسنگ) و احیای مستقیم است. امروزه تقریباً ۷۱/۵ درصد فولاد خام جهان به کمک روش کوره بلند و ۲۸/۴ درصد آن به روش احیای مستقیم و با استفاده از کوره‌های الکتریکی تولید می‌شود و ۰.۴ آن به سایر روش‌هاست. با این وجود، در ایران در سال ۱۴۰۲ تنها ۹/۸۶ درصد فولاد تولید شده با روش کوره بلند و ۹۰/۱۴ مبتنی بر احیای مستقیم (با استفاده از گاز طبیعی) بوده که ۷۶/۷۸ درصد آن از طریق کوره‌های قوس الکتریکی و ۱۳/۳۶ درصد آن از مسیر کوره‌های القایی تبدیل به محصولات میانی فولادی شده است. علت این شکل از توسعه صنعت فولاد در ایران به دلیل وجود منابع فراوان گازی در کشور عنوان شده است.

1. World Steel in Figures 2023, World Steel Association.
2. Electric Arc Furnace

شکل ۳. تکنولوژی تولید اولیه و ثانویه فولاد خام



source: World Steel Association. Sustainable Steel at the Core of a Green Economy; World Steel Association: Belgium, Brussels, 2022.[6].

۳. مقایسه روش های تولید فولاد در ایران و جهان

جدول ۲، میزان تولید برخی از مهم ترین کشورهای تولید کننده فولاد و روش تولید آنها مشخص کرده است.

جدول ۲. میزان تولید فولاد کشورهای برتر و سهم تولید توسط روش کوره بلند و کوره قوس الکتریکی (۲۰۲۳)

کشور	کل تولید (میلیون تن)	تولید به روش کوره بلند (%)	تولید به روش کوره قوس و سایر (%)
چین	۱۰۱۸	۹۰/۵	۹/۵
هند	۱۲۵/۳	۴۵/۸	۵۴/۲
ژاپن	۸۹/۲	۷۳/۳	۲۶/۷
کره	۶۵/۸	۶۸/۵	۳۱/۵
روسیه	۷۱/۵	۶۵	۳۵
ترکیه	۳۵/۱	۲۸/۵	۷۱/۵
ایران	۳۰/۶	۸/۲	۹۱/۸
عربستان	۹/۱	۰	۱۰۰
خاورمیانه	۵۰/۴	۵	۹۵
اتحادیه اروپا	۱۳۶/۳	۵۶/۳	۴۳/۷
متوسط جهان	۱۸۸۴	۷۱/۵	۲۸/۵

Source: World Steel in Figures 2023, World Steel Association.[7].



همان‌طور که مشاهده می‌شود در جهان که بخش عمده آن مربوط به کشور چین است، تولید به‌روش کوره بلند رایج‌تر از کوره قوس الکتریکی است؛ در حالی که میزان تولید فولاد به‌روش کوره بلند در منطقه جنوب غرب آسیا و ایران، تنها کمتر از ۱۰ درصد کل است. در کشورهای اتحادیه اروپا نیز تقریباً سهم تولید به هر دو روش به هم نزدیک بوده و اندکی سهم تولید به‌روش کوره بلند بیشتر است. تفاوت‌های اصلی دو روش فوق‌الذکر در چهار حوزه قابل بحث است: انرژی مورد نیاز، فرایند فراوری سنگ آهن، آلودگی‌های زیست‌محیطی و کیفیت محصولات تولید شده. انتخاب روش برای تولید فولاد در کشورهای مختلف با توجه به این تفاوت‌ها شکل گرفته است. برای مثال وجود منابع فراوان گاز در ایران، باعث ایجاد واحدهای متعدد کوره قوس و شکل‌گیری صنعت فولاد بر اساس آن شده است. در روش کوره قوس علاوه بر اینکه انرژی بیشتری جهت تولید یک تن فولاد مورد نیاز است، از گاز احیا، که در بیشتر موارد از گاز طبیعی به دست می‌آید، استفاده شده است. لذا پیش‌فرض توسعه صنعت فولاد استفاده از گاز طبیعی در روش کوره قوس بوده است. این در حالی است که هم‌اکنون امکان تأمین پایدار گاز طبیعی مورد نیاز برای این صنعت با چالش‌های بسیاری به‌ویژه در فصول سرد سال مواجه شده است. با ادامه روند فعلی ناترازی رو به گسترش گاز طبیعی، از سال‌های آتی، مشکل تأمین گاز در ماه‌های اوج مصرف خانگی (در ماه‌های سرد سال به‌منظور تأمین گاز مصرفی و در ماه‌های گرم سال جهت تأمین گاز نیروگاه‌ها)، ادامه خواهد داشت. از جمله تفاوت‌های دیگر روش کوره قوس در مقایسه با روش کوره بلند، همان‌طور که در بخش قبلی به آن اشاره شد، استفاده از آهن اسفنجی (با محتوای آهن بیش از ۹۰ درصد) به جای سنگ آهن دانه‌بندی شده است. آهن اسفنجی صرفاً با استفاده از سنگ آهن مگنتیتی و با سرمایه‌گذاری به مراتب بیشتر تولید می‌شود [۶].

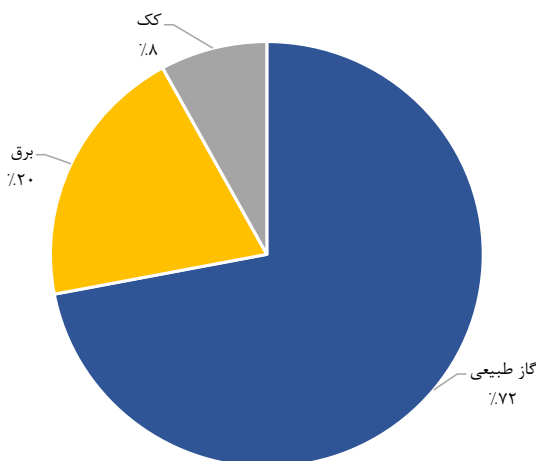
تفاوت دیگر میان روش‌های متداول تولید فولاد در انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی است. روش کوره قوس، جدیدترین فناوری متداول تولید فولاد و به‌عنوان روش غالب در کشور، به‌طور نسبی زیان‌های کمتری برای محیط زیست ایجاد می‌کند. در این راستا قابل ذکر است میزان تولید آلاینده‌های زیست‌محیطی در روش کوره بلند به‌ازای تولید هر تن شمش فولاد ۲/۲ گرم بر متر مکعب است، در حالی که این شاخص برای روش کوره قوس الکتریکی ۱/۱ گرم بر متر مکعب به‌ازای هر تن تولید شمش فولاد برآورد شده است [۶]. همچنین با توجه به آنکه در روش تولید فولاد با استفاده از کوره قوس الکتریکی از کوره‌های تصفیه^۱ استفاده می‌شود در نهایت شمش فولاد تولید شده از کیفیت مطلوب‌تری نسبت به شمش تولیدی با استفاده از روش کوره بلند دارد. کیفیت بهتر شمش فولاد تولید شده به‌روش کوره قوس آن است که، در این کوره‌ها فرایند تصفیه با توجه به سیستم تزریق وایری که در این فناوری وجود دارد بهتر صورت می‌گیرد و مذاب همگن‌تر می‌شود. این در حالی است که در روش کوره بلند برای تصفیه از کُورتر استفاده می‌شود که قدیمی‌تر است [۷].

۴. بررسی وضعیت مصرف انرژی در صنعت فولاد کشور

همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، ۷۲ درصد از سبد انرژی مصرفی در صنایع آهن و فولاد کشور به گاز طبیعی اختصاص دارد. برق و کُک نیز به ترتیب با ۲۰ و ۸ درصد، رتبه‌های ۲ و ۳ مصرف انرژی در این صنعت را به خود اختصاص داده‌اند. مصرف گاز طبیعی صنعت فولاد ایران در حال حاضر بیش از ۱۲ میلیارد مترمکعب در سال است و برای چند سال آینده در راستای تحقق اهداف سند چشم‌انداز سال ۱۴۰۴ این صنعت، مصرف گاز صنعت فولاد باید به بیش از ۲۰ میلیارد مترمکعب خواهد رسید. بررسی روند مصارف گاز در صنعت فولاد از سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۹ بیان‌کننده رشد سالیانه حدود ۱۳/۷ درصد است.

1. Ladel Furnace

شکل ۴. نمودار وضعیت سبد مصرف انرژی در صنایع فولاد کشور



مأخذ: آمار و اطلاعات منتشر شده وزارت صمت [۴].

لازم به ذکر است بیشترین مصرف گاز در زنجیره فولاد، مربوط به حلقه تولید آهن اسفنجی است؛ به این منظور لازم است برای ارائه پیش بینی دقیق از مصرف گاز طبیعی این صنعت در سال های آینده، وضعیت مجوزهای این محصول مورد بررسی قرار گیرد. آهن اسفنجی در سال ۱۴۰۲، دارای ظرفیت نصب شده به میزان ۴۰/۱۷۵ میلیون تن و تولید به میزان ۳۳/۳۹۶ میلیون تن بوده است. فاصله میان ظرفیت و تولید واحدهای این حلقه از زنجیره را می توان با توجه به رکود بازار در زنجیره فولاد و همچنین عدم تأمین انرژی مورد نیاز سایر حلقه های زنجیره تحلیل نمود. با توجه به مصرف ۳۰۰ متر مکعب گاز به ازای تولید هر تن آهن اسفنجی، مصرف گاز طبیعی این واحدها در سال ۱۴۰۲ به مقدار ۱۰ میلیارد متر مکعب تخمین زده می شود. با توجه به برنامه ریزی های انجام شده برای تولید ۵۵ میلیون تن فولاد در سال ۱۴۰۴، کشور به حداکثر ۶۶ میلیون تن آهن اسفنجی نیاز دارد. بر این اساس و با توجه به ظرفیت و تولید موجود، حداکثر به ۳۳ میلیون تن مجوز جدید نیاز است.

این در حالی است که تا پایان سال ۱۴۰۲، علاوه بر ظرفیت نصب شده در واحدهای موجود، وزارت صنعت، معدن و تجارت به ۱۴۷ واحد احیا (تولید آهن اسفنجی) جمعاً به ظرفیت ۱۱۸/۵ میلیون تن مجوز تولید داده است. به عبارت دیگر ۸۵ میلیون تن مجوز مازاد در این بخش صادر شده است. جدول ۳ نمایی از وضعیت موجود این مجوزها، بر اساس درصد پیشرفت و ظرفیت تولید، نشان می دهد.



جدول ۳. وضعیت مجوزهای واحدهای تولید آهن اسفنجی

مجموع		بیش از ۷۰ درصد پیشرفت		بین ۵۱ تا ۷۰ درصد پیشرفت		بین ۲۱ تا ۵۰ درصد پیشرفت		بین ۲ تا ۲۰ درصد پیشرفت		بین صفر تا ۱ درصد پیشرفت		
تعداد	مجموع ظرفیت (میلیون تن)	تعداد	مجموع ظرفیت (میلیون تن)	تعداد	مجموع ظرفیت (میلیون تن)	تعداد	مجموع ظرفیت (میلیون تن)	تعداد	مجموع ظرفیت (میلیون تن)	تعداد	مجموع ظرفیت (میلیون تن)	
۱۷	۰/۳۶	۳	۰/۰۷	۲	۰/۰۱	۴	۰/۱۱	۲	۰/۰۷	۶	۰/۱	کمتر از ۵۰ هزار تن
۱۹	۱/۷۶	۵	۰/۴۵	۳	۰/۲۸	۱	۰/۰۹	۲	۰/۱۹	۸	۰/۷۵	بین ۵۰ تا ۱۰۰ هزار تن
۱۷	۲/۹۹	۱	۰/۲	۰	۰	۲	۰/۳۸	۴	۰/۶۸	۱۰	۱/۷۳	بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ هزار تن
۲۴	۸/۶۱	۱	۰/۵	۳	۰/۸۱	۵	۲/۰۵	۳	۱/۰۵	۱۲	۴/۲۰	بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ هزار تن
۷۰	۱۰۶/۴۷	۱	۱۳/۶۱	۵	۷/۶۰	۱۴	۲۳/۴۶	۱۴	۱۹	۲۷	۴۲/۸۰	بیشتر از ۵۰۰ هزار تن
۱۴۷	۱۱۸/۴۹	۲۰	۱۴/۸۳	۱۳	۸/۷۰	۲۶	۲۶/۰۹	۲۵	۲۰/۹۹	۶۳	۴۹/۵۸	مجموع

مأخذ: طرح جامع فولاد، پایش سال ۱۴۰۲ [۱].

همان طور که ملاحظه می شود ۷۰ عدد از مجوزها، یعنی حدود ۴۷ درصد آنها به واحدهای بالاتر از ۵۰۰ هزار تن تعلق دارد. این در حالی است که ۲۰ تولیدکننده اول آهن اسفنجی در کشور تولیدی بالاتر از ۵۰۰ هزار تن داشته اند و مجموع تولید این محصول توسط مجتمع فولاد مبارکه در سال ۱۴۰۲ بیش از ۱۰ میلیون تن بوده است. همچنین از نظر پیشرفت، ۴۹ میلیون تن یا بیش از ۴۰ درصد از مجموع وزنی این مجوزها کمتر از یک درصد پیشرفت داشته اند؛ به عبارت دیگر هیچ کاری به جز اخذ مجوز از وزارت صنعت، معدن و تجارت انجام نداده اند. همان طور که ملاحظه می شود که بخش قابل توجهی از این مجوزها صرفاً به صورت کاغذ باقی مانده اند، لذا به منظور محاسبه گاز طبیعی مورد نیاز جهت ارائه به واحدهای احیا در سال های آینده لازم است به مجوزهایی که احتمال راه اندازی آنها بیشتر است بپردازیم.

با توجه به بررسی های صورت گرفته در کارگروه پایش^۱، ناظر به عواملی همچون مشخص بودن منابع تأمین مالی، مناسب بودن زیرساخت ها، پیشرفت فیزیکی مناسب، وضعیت طرح در بانک های عامل به لحاظ مرحله مورد بررسی (در مرحله عقد قرارداد، در مرحله نظارت و...)، مرتبط بودن با نهادهای دولتی، ارتباط با واحدهای فعال و...، این مجوزها پس از غربال اولیه به دو گروه قابل تحقق تا سال ۱۴۰۴ و محتمل تا سال ۱۴۱۰ تقسیم بندی شد. بر این اساس مجوزهای واحدهای تولید آهن اسفنجی به شرح جدول ۴ می باشد.

جدول ۴. میزان فعلی و پیش بینی تولید آهن اسفنجی در پایان سال ۱۴۰۴ و ۱۴۱۰

مجموع مجوزهای طرح های قابل تحقق و محتمل	پایان سال ۱۴۱۰		پایان سال ۱۴۰۴		پایان سال ۱۴۰۲		
	کل ظرفیت تولید (پیش بینی)	طرح های محتمل	کل ظرفیت تولید (پیش بینی)	طرح های قابل تحقق	تولید	ظرفیت	
۳۸.۸۵۰	۷۸.۸۱۰	۲۶.۷۴۰	۵۲.۰۷۰	۱۲.۱۱۰	۲*	۳۹.۹۶۰	بر پایه طبیعی
۱.۳۲۰	۱.۵۳۵	۵۰	۱.۴۸۵	۱.۲۷۰	۲*	۲۱۵	بر پایه زغال سنگ
۴۰.۱۷۰	۸۰.۳۴۵	۲۶.۷۹۰	۵۳.۵۵۵	۱۳.۳۸۰	۳۳.۳۹۶	۴۰.۱۷۵	مجموع

مأخذ: طرح جامع فولاد، پایش سال ۱۴۰۲ [۱].

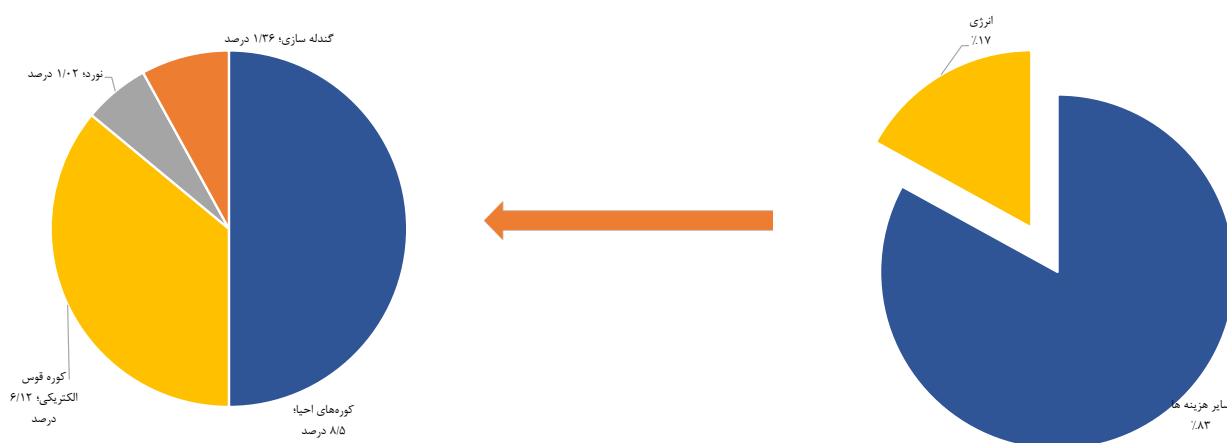
همان طور که ملاحظه می شود، تا سال ۱۴۱۰ مجموعاً ۴۰ میلیون تن از مجوزهای در حال احداث تولید آهن اسفنجی قابلیت تحقق دارند. بر این اساس ظرفیت تولید این محصول در پایان سال ۱۴۰۴ به بیش از ۵۳ میلیون تن و در پایان سال ۱۴۱۰ به بیش از ۸۰ میلیون تن خواهد رسید. لازم به ذکر است که تمام این ظرفیت مربوط به روش های مبتنی بر گاز طبیعی نیست و شامل واحدهایی که با استفاده از زغال سنگ اقدام به تولید آهن اسفنجی می کنند نیز می شود. با توجه به اینکه ظرفیت واحدهای مبتنی بر زغال سنگ طبق پیش بینی به حدود ۱/۵ میلیون تن می رسد، میزان گاز مورد نیاز واحدهای احیا در پایان سال ۱۴۰۴ به بیش از ۱۵/۶ میلیارد متر مکعب و در پایان سال ۱۴۱۰ به بیش از ۲۳/۴ میلیارد متر مکعب خواهد رسید. همان طور که پیش از این ذکر شد در سال ۱۴۰۲ میزان مصرف گاز طبیعی این واحدها ۱۰ میلیارد متر مکعب بوده است؛ این در حالی است که کشور در سال ۱۴۰۱ با حدود ۴۵ میلیارد متر مکعب ناترازی میان تولید و مصرف این حامل انرژی مواجه بوده است [۳] و این مسئله لزوم چاره جویی در خصوص تأمین گاز این واحدها را دوچندان نمایان می سازد.

یکی از عواملی که موجب شده مصرف گاز در صنعت فولاد افزایش یابد و توسعه این صنعت نیز به این سمت باشد، پایین بودن سهم هزینه انرژی در کل هزینه های تولید این صنعت است. هم اکنون حدود ۱۷ درصد از هزینه های تولید فولاد به روش احیای مستقیم مربوط به هزینه مصرف انرژی، مطابق شکل ۵، است. این نسبت با توجه به صورت های مالی حسابرسی شده سال ۱۴۰۲ شرکت های فولادی حاضر در بورس

۱. متشکل از معاونت طرح و برنامه و معاونت معدن و صنایع معدنی وزارت صنعت، معدن و تجارت، انجمن تولیدکنندگان آهن و فولاد، شرکت ملی فولاد ایران، انجمن تولیدکنندگان سنگ آهن و شرکت فولاد تکنیک (به عنوان مشاور طرح جامع فولاد کشور).
۲. داده مربوط به این ردیف موجود نیست.

و مصارف ویژه برق و گاز محاسبه شده است (لازم به ذکر است که کاهش قیمت گاز مصرفی سال ۱۴۰۲ این واحدها مطابق اصلاحی که در سال ۱۴۰۳ ابلاغ گردیده است در داده‌های صورت‌های مالی منعکس نشده است).
مثلاً برای واحدی که خطوط گندله‌سازی، احیا و فولادسازی را در زنجیره تولید دارد، برای تولید هر تن گندله حدود ۲۰ مترمکعب گاز و حدود ۵۰ کیلووات ساعت برق، برای تولید هر تن آهن اسفنجی از گندله حدود ۳۰۰ مترمکعب گاز و حدود ۱۲۰ کیلووات ساعت برق و برای هر تن شمش از آهن اسفنجی حدود ۱۵ مترمکعب گاز و حدود ۸۳۵ کیلووات ساعت برق مصرف می‌شود [۱].

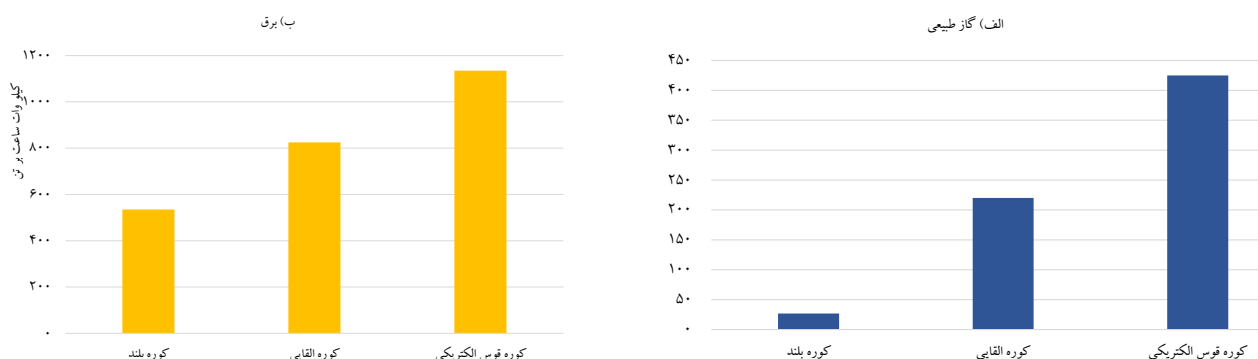
شکل ۵. نمودار سهم هزینه انرژی در تولید فولاد به روش احیای مستقیم



مأخذ: یافته‌های پژوهش.

در شکل ۶، مقدار گاز طبیعی و انرژی برق مصرفی جهت تولید هر تن فولاد خام با استفاده از روش‌های مختلف تولید فولاد آورده شده است. همان‌طور که در این شکل‌ها مشاهده می‌شود، روش کوره قوس الکتریکی بیشترین مصرف انرژی (به صورت برق و گاز طبیعی) را در بین روش‌های تولید فولاد خام دارد. بر این اساس جهت تولید هر تن فولاد خام با استفاده از روش‌های کوره قوس الکتریکی، کوره القایی و کوره بلند به ترتیب ۶۰۳۰، ۳۶۷۰ و ۱۴۶۰ مگا کالری انرژی اولیه در طول زنجیره ارزش مصرف می‌شود. در نتیجه مصرف ویژه انرژی اولیه جهت تولید فولاد به روش کوس الکتریکی تقریباً چهار برابر فرایند کوره بلند است. [۱۲]

شکل ۶. نمودار مصارف ویژه گاز طبیعی و انرژی برق در زنجیره ارزش فولاد کشور

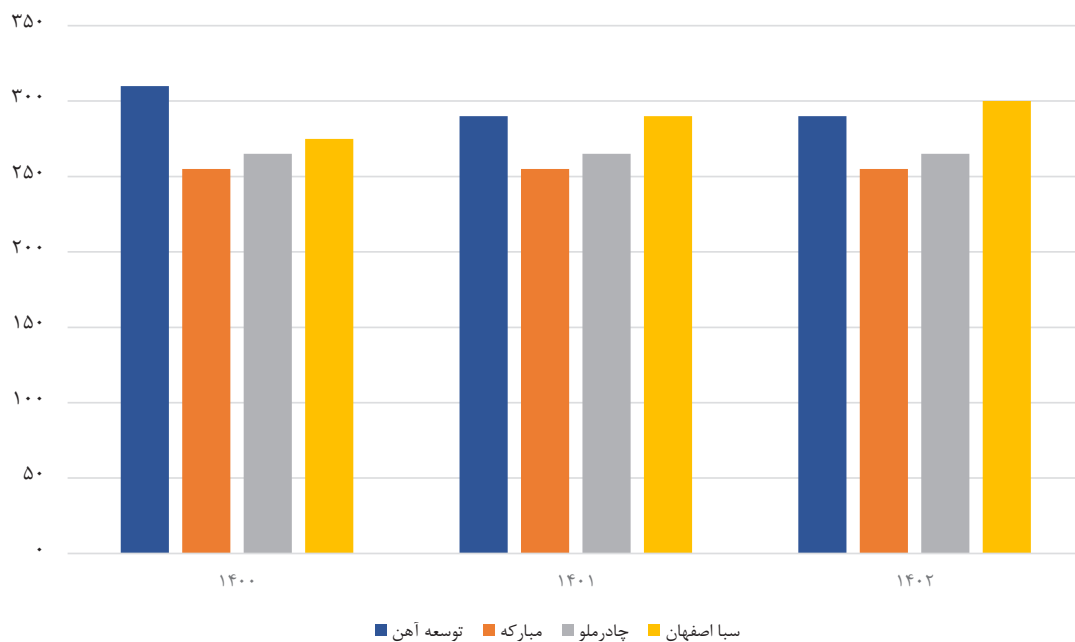


مأخذ: همان.

۱. به میزان مصرف حامل انرژی برای تولید یک تن محصول گفته می‌شود.

در روش کوره قوس الکتریکی حدود ۸۰ درصد از گاز طبیعی مصرفی زنجیره تولید فولاد خام در فرایند تولید آهن اسفنجی و حدود ۷۰ درصد از انرژی برق مصرفی زنجیره در انتهای زنجیره و در کوره قوس الکتریکی مصرف می‌شود. با توجه به اینکه در کشور برای تولید آهن اسفنجی (که بیشترین مصرف گاز طبیعی در زنجیره را دارد) از مگامدول‌های شرکت میدر کس استفاده می‌شود، این شرکت، میانگین گاز مصرفی در واحدهای مختلف جهان را (۳۰۰ Nm³/ton) اعلام کرده است [۸]. به منظور مقایسه مصرف انرژی در واحدهای تولید آهن اسفنجی موجود، در شکل ۷، مقدار گاز مصرفی در تعدادی از واحدهای تولیدی کشور آورده شده است.

شکل ۷. نمودار مقدار گاز مصرفی در شرکت‌های توسعه آهن گل‌گهر، مبارکه، چادرملو و سباصفهان در سال‌های اخیر



مأخذ: همان.

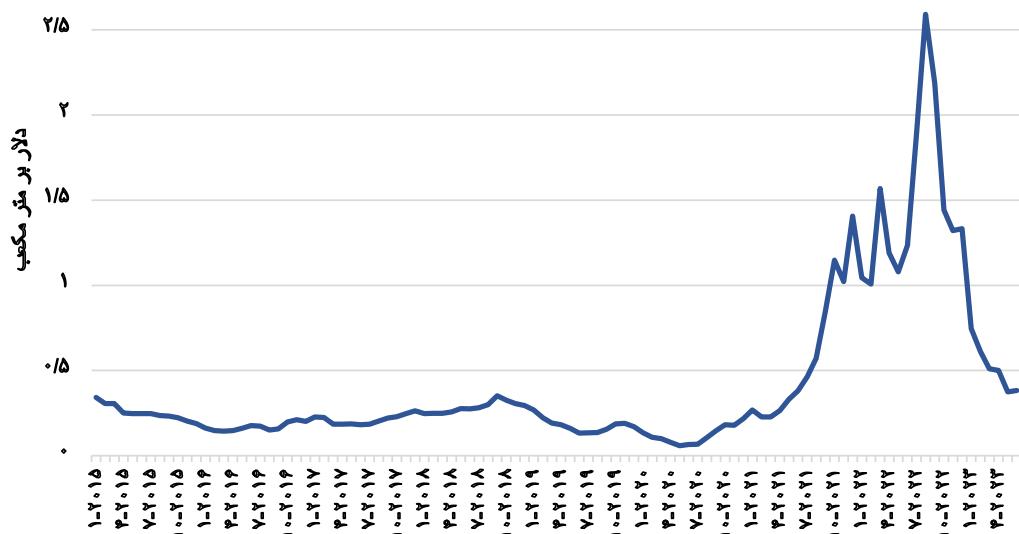
با توجه به شکل ۷ و میانگین مصرف گاز جهانی (۳۰۰ Nm³/ton) که توسط شرکت میدر کس اعلام شده است، شرکت‌های تولیدکننده فولاد در کشور مقدار مصرف گاز کمتر و یا برابر با میانگین مصرف جهانی دارند [۸]. همچنین با توجه به آنکه در کشور برای تولید شمش فولاد از کوره قوس‌های شرکت زیمنس استفاده شده، این شرکت میانگین برق مصرفی در واحدهای مختلف جهان را (۱۷۵۰ kWh/ton) اعلام کرده است [۹]. در کشور مصرف برق شرکت‌های جهان فولاد سیرجان، فولاد مبارکه اصفهان و فولاد خوزستان به عنوان سه تولیدکننده منتخب فولاد کشور (که برای نمونه انتخاب شده‌اند) به ترتیب (۸۰۰ kWh/ton)، (۶۸۰ kWh/ton) و (۷۲۸ kWh/ton) است. بنابراین میزان مصرف برق واحدهای فولادی کشور نیز تقریباً در حدود میانگین جهانی اعلام شده است. از این رو می‌توان مصرف انرژی در واحدهای فولادی کشور را منطبق بر استانداردهای اعلامی دنیا در نظر گرفت.

۵. بررسی قیمت گاز طبیعی در ایران و جهان

در شکل ۸، میانگین قیمت گاز مصرفی صنعت فولاد در کشورهای مختلف به صورت ماهیانه طی سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۳ نشان داده شده است [۱۰]. همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود پیک‌های افزایش قیمت گاز به دلیل جنگ بین روسیه و اوکراین بوده که باعث شده است میانگین قیمت هر متر مکعب گاز در صنعت فولاد به بالای ۲/۵ دلار بر متر مکعب نیز برسد. البته هم‌اکنون میانگین قیمت گاز صنعت فولاد در جهان به کمتر از ۵۰ سنت به ازای هر متر مکعب کاهش پیدا کرده است.



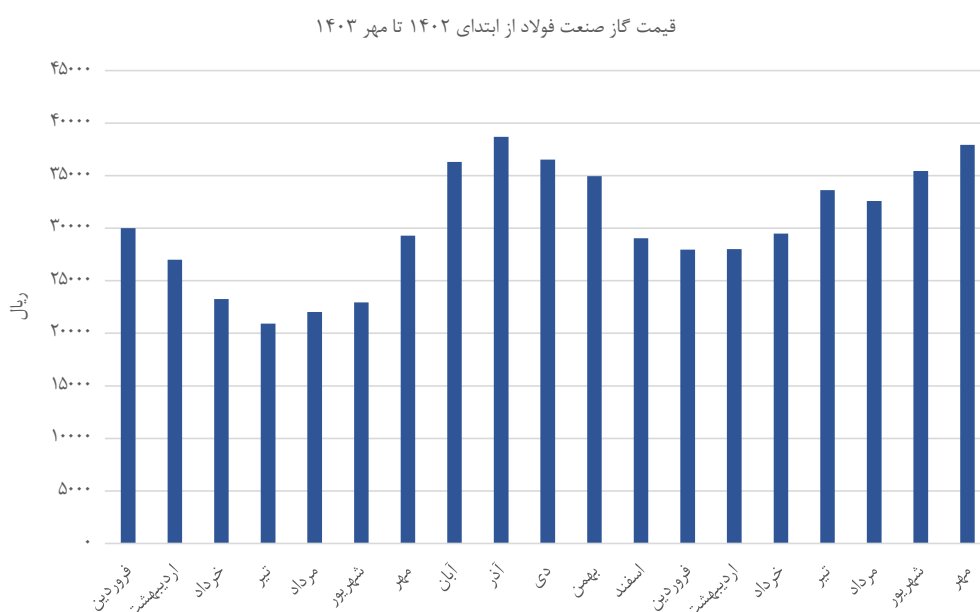
شکل ۸. نمودار میانگین ماهیانه قیمت مصرفی گاز صنعت فولاد در جهان بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۳



Source: <https://www.steelonthenet.com>. [10].

در شکل ۹، قیمت هر متر مکعب گاز طبیعی در صنعت فولاد ایران برای سال ۱۴۰۲ آورده شده است. لازم به ذکر است موضوع نرخ گاز خوراک پتروشیمی‌ها و صنایع در ۶ ماهه سال ۱۴۰۲ به مصوبه ۲۹ خرداد ماه ۱۴۰۲ هیئت وزیران بازمی‌گردد، هنگامی که دولت قیمت هر متر مکعب گاز خوراک و سوخت شرکت‌های پتروشیمی و سایر صنایع را برای سال ۱۴۰۲ معادل ۷۰۰۰ و ۴۰۰۰ تومان تعیین کرد. پس از آن و به دلیل برخی اعتراضات شرکت‌ها، فعالان بازار سرمایه و... کمیسیون تطبیق مجلس شورای اسلامی آن را مغایر با قانون تشخیص داده و لغو اثر کرد. بر این اساس معاونت برنامه‌ریزی و وزارت نفت، اصلاحیه نرخ گاز خوراک و سوخت صنایع برای سال ۱۴۰۲ را در تاریخ ۱۴۰۳/۰۶/۱۱ در قالب نامه منتشر کرد. نرخ‌های اصلاحی برای گاز طبیعی تحویلی به شرکت‌های فولادی در نمودار زیر نشان داده شده است.

شکل ۹. نمودار قیمت هر متر مکعب گاز مصرفی در صنعت فولاد ایران



مأخذ: نامه معاونت برنامه‌ریزی و وزارت نفت به شماره ۲۸۶۰۱۵ مورخ ۱۴۰۳/۰۶/۱۱.

۶. راهکارهای تأمین پایدار گاز صنعت فولاد کشور

یکی از مهم‌ترین چالش‌هایی که در دهه پیش رو، کشور با آن روبرو خواهد بود، ناترازی انرژی به‌ویژه ناترازی گاز طبیعی است. در سال‌های اخیر حداکثر ناترازی روزانه گاز طبیعی افزایش یافته که به معنای افزایش عمق تقاضای پاسخ‌داده نشده گاز مورد نیاز بخش‌های مختلف مصرفی است. صنعت فولاد کشور نیز از این قضیه مستثنا نبوده و در سال‌های اخیر عمق ناترازی گاز طبیعی در آن در ماه‌های سرد افزایش یافته است. با توجه به اینکه نسبت قابل توجهی از مصرف گاز در این صنعت بوده (نزدیک ۵ درصد)، آسیب‌های اقتصادی بابت عدم تولید محصولات ناشی از ناترازی گاز طبیعی، بسیار بیشتر از سایر صنایع بوده است. همچنین با توجه به برنامه‌های توسعه‌ای این صنعت، تأمین انرژی واحدهای جدید نیز با ابهام روبرو خواهد بود. از این رو باید در گام نخست مجموعه راهکارهایی جهت تأمین پایدار گاز طبیعی مورد نیاز واحدهای موجود تولیدکننده فولاد ارائه شود و به دنبال آن، سیاست توسعه صنایع فولادی مبتنی بر روش‌های با نرخ مصرف انرژی کمتر مدنظر قرار گیرد. از این رو با تأکید بر تغییر مسیر توسعه فولاد کشور با استفاده از سایر روش‌های مرسوم و کم‌مصرف جهان، مجموعه راهکارهای زیر جهت تأمین پایدار گاز طبیعی واحدهای موجود ارائه می‌شود:

الف) سرمایه‌گذاری در بازار بهینه‌سازی

از جمله مواردی که می‌تواند به تأمین گاز طبیعی برای واحدهای فولادی کشور کمک نماید، سرمایه‌گذاری در طرح‌های صرفه‌جویی و بهره‌بردن از گاز طبیعی ذخیره شده ناشی از اجرای آن طرح‌هاست. به عبارت دیگر در این راهکار شرکت‌های فولادی اقدام به سرمایه‌گذاری در طرح‌هایی می‌کنند که هدف اصلی آن‌ها کاهش مصرف گاز در بخش‌های مختلف کشور است، متعاقب آن می‌توانند متناسب با این سرمایه‌گذاری، در زمان‌های اوج مصرف در اولویت تخصیص گاز طبیعی قرار می‌گیرند. این فرآیند براساس ماده (۱۲) [قانون رفع موانع تولید رقابت‌پذیر و ارتقای نظام مالی کشور](#) (مصوب ۱۳۹۴) در سال ۱۳۹۶ شروع به کار کرد. بررسی عملکرد بازار نشان می‌دهد با گذشت ۶ سال از تصویب آن تاکنون هیچ گواهی صرفه‌جویی صادر نشده و این حکم قانونی بدون عملکرد بوده است. نبود انگیزه اقتصادی به دلیل نوسانات ارزی، عدم تضمین در صدور و خرید گواهی صرفه‌جویی و ابهام در تحویل حامل انرژی معادل گواهی به دلیل نبود ظرفیت و برخی ایرادها در فرایند ارائه تا تصویب طرح‌ها در بازار از جمله مهم‌ترین دلایل بدون عملکرد بودن این بازار بوده است [۱۳]. بر این اساس در ماده (۴۶) [قانون برنامه هفتم پیشرفت دولت مکلف به تأسیس «سازمان بهینه‌سازی و مدیریت راهبردی انرژی»](#) با هدف تسهیل در شکل‌گیری «بازار بهینه‌سازی انرژی»، تضمین تسویه «گواهی‌های صرفه‌جویی انرژی» و کاهش نکول‌پذیری آنها شده است.

ب) راهکارهای عمومی تأمین گاز طبیعی از طریق تقویت عرضه

۱. ذخیره‌سازی گاز طبیعی

– ذخیره‌سازی به صورت گاز طبیعی مایع شده (LNG)

واحدهای ال‌ان‌جی به دو دسته اصلی مقیاس بزرگ و مقیاس کوچک تقسیم‌بندی می‌شوند. محصول واحدهای بزرگ معمولاً با کشتی‌های گول‌پیکر به مقاصد حمل شده و به مصارف نیروگاهی رسیده و یا به خطوط سراسری انتقال گاز تزریق می‌شود و یا در صنایع فولاد و آهن مورد استفاده قرار می‌گیرد. محصول واحدهای کوچک ال‌ان‌جی نیز با تانکرهای حمل، کشتی‌های کوچک و ناوگان ریلی به مقاصد مورد نظر مانند نقاط دور از شبکه، ایستگاه‌های سوخت‌گیری ال‌ان‌جی فرستاده می‌شود.

یکی از این راهکارهای تأمین گاز صنایع فولادی، احداث واحد ذخیره‌سازی گاز در مقیاس کوچک^۱ است. فرایند به این صورت است که این واحد در طول ۲۰۰ روز از سال که مشکل کمبود گاز در کشور وجود ندارد، امکان ذخیره‌سازی گاز را خواهد داشت تا آن را در فصول سرد سال که گاز واحدهای صنعتی به دلیل کمبود گاز قطع می‌شود، مورد استفاده قرار دهد. با توجه به بررسی‌های صورت گرفته، برای هر واحد تولید

1. Liquefied Natural Gas
2. Mini-LNG

آهن اسفنجی با ظرفیت تولید یک میلیون تن در سال، یک واحد ذخیره‌سازی در مقیاس کوچک با ظرفیت ذخیره‌سازی ۱۰۰ تن در روز، می‌تواند در مدت ۲۰۰ روز ۲۸ میلیون متر مکعب گاز ذخیره کند که جواب‌گوی گاز مصرفی یک‌ماهه یک واحد تولید آهن اسفنجی (با ظرفیت یک میلیون تن در سال) در زمستان است. با این فرض که هر تن آلان‌جی معادل ۱۴۰۰ متر مکعب گاز طبیعی است و هر تن آهن اسفنجی به ۳۵۰ متر مکعب گاز نیاز دارد، برای ذخیره‌سازی این میزان گاز طبیعی مایع شده به مخزنی با ظرفیت ۵۰ هزار متر مکعب نیاز است. با توجه به اینکه تجهیزات واحد ذخیره‌سازی گاز در مقیاس کوچک در نزدیکی مجتمع‌های صنایع معدنی ایجاد خواهد شد، به نظر می‌رسد پایداری تأمین گاز تضمین شده، اما فناوری نسبتاً پیچیده و همچنین سرمایه‌گذاری بالای مورد نیاز این واحدها، امکان‌پذیری فنی و مالی احداث آنها را با چالش‌هایی مواجه کرده است.

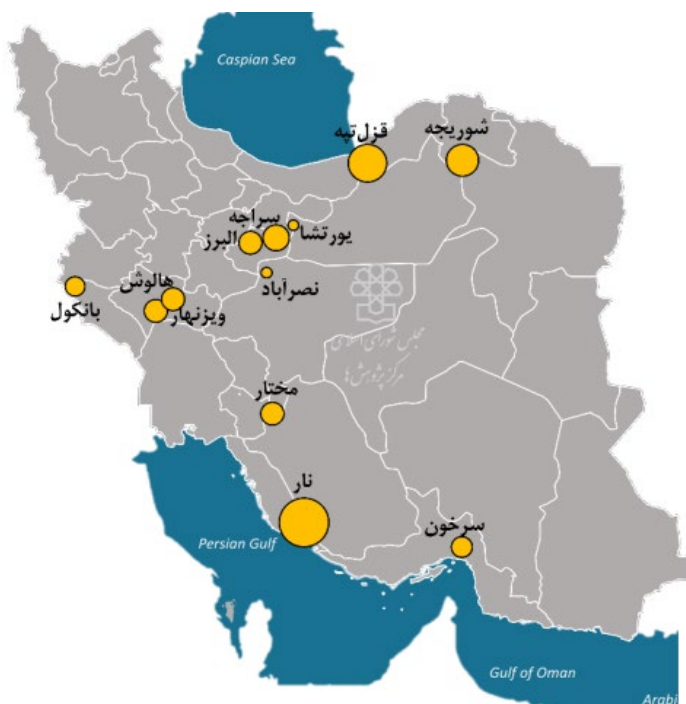
– ذخیره‌سازی در مخازن زیرزمینی

در حال حاضر ذخیره‌سازی کشور از طریق دو مخزن سراجه (استان قم) با ظرفیت ۱/۲ و شور یجه (استان خراسان رضوی) با ظرفیت ۲/۲ میلیارد متر مکعب در سال صورت می‌پذیرد و کشور دارای ظرفیت ذخیره‌سازی ۱/۴ درصدی از کل مصرف است. مطابق آمار شرکت ملی گاز، ۲۲۴ میلیون متر مکعب ظرفیت تأمین گاز در روز در فصول سرد سال با استفاده از ذخیره‌سازی گاز طبیعی وجود دارد.

در صورت ایجاد ظرفیت ذخیره‌سازی به میزان ۱ میلیارد متر مکعب، می‌توان روزانه حدود ۱۰ میلیون متر مکعب گاز در ماه‌های سرد سال از این ظرفیت ایجاد شده برداشت کرد که تقریباً تمام کسری گاز صنعت فولاد را تأمین می‌کند. شایان ذکر است که سرمایه مورد نیاز شامل هزینه‌های سرمایه‌گذاری و هزینه‌های عملیاتی برای اجرای این ظرفیت، حدود ۳۰۰ میلیون دلار برآورد می‌شود.

باید توجه کرد که عدم تخصص لازم صنایع بزرگ در افزایش ظرفیت ذخیره‌سازی گاز طبیعی از یک سو و وجود مخازن طبیعی محدود با موقعیت مشخص (که ممکن است فاصله جغرافیایی زیادی تا صنایع داشته باشد) از سوی دیگر، ممکن است چالش‌هایی را ایجاد کند. از این رو پیشنهاد می‌شود در صورت سرمایه‌گذاری بخش خصوصی مانند صنایع فولادی در طرح‌های توسعه ذخیره‌سازی در کشور، دولت با همکاری شرکت‌های خصوصی مرتبط نسبت به افزایش ظرفیت اقدام کرده و همچنین تضمین کافی را در تأمین گاز طبیعی در ماه‌های سرد سال به میزان افزایش ظرفیت ذخیره‌سازی به سرمایه‌گذاران بدهد. این مسئله به نحوی در حوزه برق و نیروگاه‌های خود تأمین در حال اجراست و صنایع موظف به احداث نیروگاه خود تأمین هستند.

شکل ۱۰. موقعیت تقریبی مخازن ذخیره‌سازی گاز در کشور



مأخذ: مرکز پژوهش‌های مجلس [۱۴].

۲. واردات گاز طبیعی

راهکار دیگری که برای تأمین گاز پایدار برای واحدهای فولادی وجود دارد واردات گاز از کشورهای دیگر با رعایت ملاحظاتی است. از جمله کشورهای پتانسیل بالایی برای همکاری با ایران در حوزه انرژی دارند، می‌توان به کشورهای آسیای مرکزی و روسیه اشاره کرد. کشورهای آسیای مرکزی، مانند ترکمنستان و قزاقستان، دارای ذخایر قابل توجهی گاز هستند و با توجه به محصور بودن در خشکی، گزینه‌های زیادی برای صادرات این ذخایر ندارند. بنابراین منابع مناسبی برای واردات گاز مورد نیاز محسوب می‌شوند. روسیه نیز به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین دارندگان منابع گاز، کشور دیگری است که می‌توان از ظرفیت آن برای واردات استفاده کرد.

باید در نظر داشت با توجه به اینکه واردات گاز طبیعی دارای پیچیدگی کمتری نسبت به سایر روش‌های تأمین گاز است، موجب افزایش وابستگی صنایع کشور به تأمین نهاده و انرژی خود به خارج از کشور خواهد شد که گزینه مطلوبی نیست. از این رو باید واردات گاز طبیعی برای تأمین گاز مورد نیاز صنایع هم‌زمان با سایر راهکارها و با ملاحظاتی همراه باشد. در گام نخست واردات گاز باید به درخواست صنایع و تنها از طریق دولت قابل انجام باشد و به هیچ‌وجه گاز طبیعی وارداتی به بخش خانگی و تجاری تخصیص نیابد. همچنین باید در نظر داشت که واردات این حامل انرژی باید صرفاً به قیمت وارداتی (بدون ارائه یارانه) در اختیار صنایع، مانند فولاد و پتروشیمی، قرار گیرد. از سوی دیگر لازم است تدابیری انیشتیده شود تا میزان تأمین گاز طبیعی از این روش مطابق با کسری موجود واحدها باشد؛ به عبارت دیگر نباید تمام گاز مصرفی واحدهای فعال در یک صنعت از طریق واردات و تمام نیاز صنایع دیگر از طریق ارائه گاز داخلی تأمین شود. زیرا در این صورت تمام هزینه استفاده از گاز طبیعی وارداتی به صنایعی تحمیل می‌شود که مانند فولاد، با استفاده از ایجاد بهره‌وری و اقتصاد مقیاس سودآوری بالایی دارند. در مقابل برای آن دسته از صنایع که تولید آنها در شرایط بهره‌وری پایین و در مقیاس‌های کوچک انجام می‌شود و لذا سودآوری پایین‌تری نیز دارند، امکان استفاده از گاز طبیعی داخلی با قیمت‌های پایین‌تر فراهم می‌شود و مسیر توسعه صنعتی متوازن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. شایان ذکر است در عمل امکان دارد گاز طبیعی وارد شده توسط واحدهای فولادی به مصارف دیگر اختصاص یابد و این واحدها از آن بی‌بهره به‌مانند. علاوه بر این در این روش جبران ناترازی گاز طبیعی، سودآوری واحدهای فولادی کاهش خواهد یافت؛ چراکه در حال حاضر قیمت گاز طبیعی وارداتی بین ۲ تا ۳ برابر قیمت فروش داخلی گاز طبیعی به این واحدهاست. در گزارش دیگری تاب‌آوری صنایع فولادی با توجه به اصلاح قیمت انرژی (نه صرفاً گاز) مدنظر قرار گرفته است [۱۲].

۳. سرمایه‌گذاری در جمع‌آوری گاز مشعل و میدان‌های گازی کوچک

سرمایه‌گذاری در بالادست نفت و گاز با اولویت جمع‌آوری گازهای مشعل توسط صنایع انرژی‌بری چون فولاد، راهکار دیگری است که می‌توان به آن اشاره کرد. مسیر قانونی این مسئله در ماده (۱۵) **قانون برنامه هفتم** پیشرفت نیز لحاظ شده است. در تبصره «۳» بند «ب» ماده (۱۵) این برنامه، صنایع انرژی‌بر و پتروشیمی‌ها از طریق مشارکت با شرکت‌های اکتشاف و تولید در اولویت واگذاری طرح‌های جمع‌آوری گازهای مشعل (فلر) و میادین جدید گازی قرار دارند. همچنین در این تبصره ذکر شده که وزارت نفت باید صنایع مذکور را در اولویت تخصیص گاز طبیعی تولیدی از این میادین قرار دهد. نکته حائز اهمیت در این مسیر، ایجاد تضمین کافی در تخصیص گاز حاصل شده از این طریق به صنایع است، در صورتی که این تضمین به سرمایه‌گذار داده نشود، عملاً تحقق آن با چالش روبه‌رو خواهد شد. در حال حاضر بیش از ۱۰ میدان گازی با هزینه سرمایه‌گذاری کمتر از ۵۰۰ میلیون دلار (جمعاً ۳،۷۵۹ میلیون دلار) در کشور وجود دارد که در صورت سرمایه‌گذاری مصرف‌کنندگان صنایع عمده گاز طبیعی، حداکثر ۱۴۶ میلیون مترمکعب در روز به ظرفیت تولیدی گاز کشور اضافه می‌شود [۱۱]. این در حالی است که کل مصرف گاز صنایع عمده کشور در سال ۱۴۰۰، برابر با ۱۲۵ میلیون مترمکعب در روز بوده است. در صورت هدایت سرمایه صنایع عمده به این سمت، علاوه بر افزایش تولید گاز طبیعی، مشکل تأمین گاز خود صنایع نیز در سال‌های آتی برطرف خواهد شد. علاوه بر میادین گازی، سرمایه‌گذاری در جمع‌آوری گازهای مشعل (فلر)، با توجه به حجم سرمایه‌گذاری پایین‌تر، باید در اولویت بررسی قرار گیرد. در سال ۱۴۰۰، میزان فلرینگ شرکت ملی نفت و شرکت ملی گاز به ترتیب معادل روزانه ۷/۴۱ و ۸/۸ میلیون مترمکعب بوده و در مقایسه با این دو شرکت، گاز مشعل پالایشگاه‌های نفت مقدار ناچیزی است. مجموع این میزان فلرینگ تقریباً برابر میزان مصرف صنعت فولاد و سیمان در کشور است.

۱. درباره اصلاح قیمت حامل انرژی، تاب‌آوری صنعت فولاد، مرکز پژوهش‌های مجلس، شماره مسلسل ۱۷۷۳۷، سال ۱۴۰۰.
۲. تبصره «۲» بند «ب» ماده (۱۵) قانون برنامه هفتم پیشرفت.

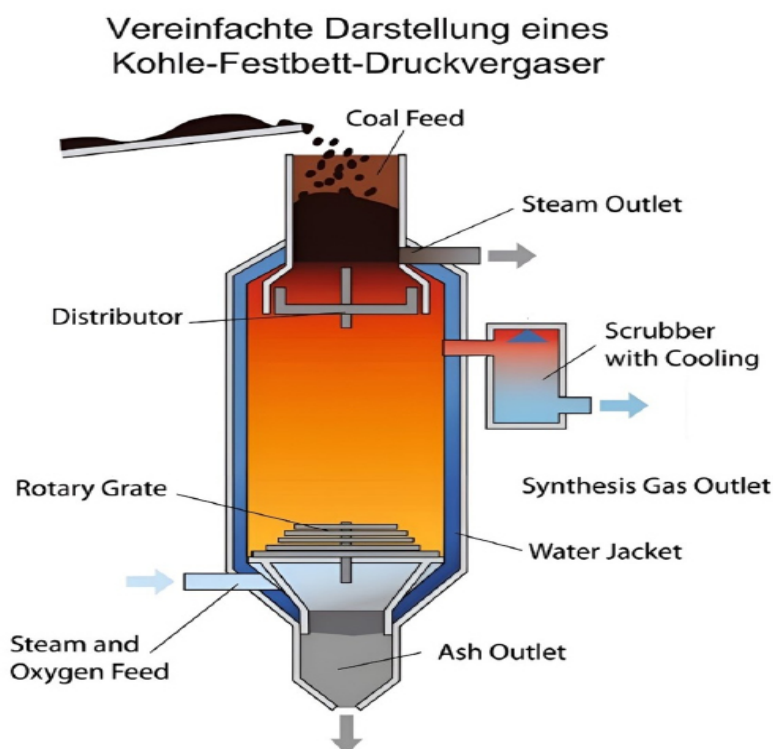
در قانون برنامه ششم توسعه دولت مکلف به مهار و کنترل ۹۰ درصد گازهای مشعل تا سال پایانی برنامه شده است، اما طی سال‌های اجرای این قانون، این اقدامات منجر به جمع آوری ۱/۴۳ میلیون مترمکعب در روز گاز مشعل از طریق مزایده و فروش و کاهش روزانه ۰/۶۱ میلیون مترمکعب گاز مشعل پالایشگاه‌های گازی شده است که عملکرد حدود ۵ درصدی برای محقق شدن اهداف برنامه در کاهش گازهای مشعل در بازه زمانی سال‌های ۱۳۹۵ الی ۱۴۰۰ را نشان می‌دهد [۱۵].

ج) راهکار اختصاصی صنعت فولاد: استفاده از زغال سنگ برای تهیه گازهای احیاکننده

همان‌طور که پیش از این بیان شد، ویژگی مهم مجتمع‌های تولید فولاد در کشور، استفاده از گاز طبیعی در فرایند تولید این محصول است. در این فرایند گاز طبیعی (متان) با تبدیل به گازهای احیاکننده (H_2 و CO) در واحد فرمینگ، در احیاگندله و تولید آهن اسفنجی کاربرد دارد. این در حالی است که امکان تولید این گازها از سایر منابع مانند زغال سنگ نیز وجود دارد.

یکی از روش‌های استفاده از زغال سنگ، گازی‌سازی و تولید گاز احیاکننده از آن است که در کشورهای چین، هند، آفریقای جنوبی، استرالیا و آمریکا استفاده شده است. چین ۶۵ درصد گازهای احیاکننده خود را از زغال سنگ تأمین می‌کند و تنها کشور دارای این حجم تجاری از مصرف زغال برای تولید گاز احیاکننده است [۱۵]. در این روش حتی می‌توان از زغال سنگ‌های با کیفیت پایین و خاکستر بالا (لیگنیت با ۳۰ درصد کربن ثابت) هم استفاده کرد که کیفیت و قیمت پایین‌تر نسبت به زغال سنگ‌های کک‌شو دارند. بنابراین و با توجه به وجود ذخایر قابل توجه زغال سنگ در کشور (حدود ۱۲ میلیارد تن ذخیره زمین‌شناسی) می‌توان از این روش برای غلبه بر شرایط ناترازی گاز بهره برد. شایان ذکر است روش گازی‌سازی زغال سنگ نیازمند اکسیژن و بخار آب بسیار داغ است، در نتیجه تأمین انرژی مورد نیاز برای بخار آب و اکسیژن، باید در محاسبات اقتصادی لحاظ شود. در این راستا این راهکار برای شرکت‌های فولادی یکپارچه که تولید آهن اسفنجی و فولادسازی دارند پیشنهاد می‌شود. زیرا بخار آب بسیار داغ ناشی از فرایندهای بازیابی حرارتی در این شرکت‌ها بسیار قابل ملاحظه است. در شکل ۱۱، شماتیک این فرایند نشان داده شده است.

شکل ۱۱. شماتیک فرایند گازی‌سازی زغال سنگ [۱۶].



۷. نتیجه گیری و ارائه پیشنهاد

به طور کلی تولید فولاد در دنیا به دوروش اصلی انجام می پذیرد که شامل روش کوره بلند و کوره قوس الکتریکی است. تفاوت های اصلی دو روش فوق الذکر در چهار حوزه قابل بحث است: انرژی مورد نیاز، فرایند فراوری سنگ آهن، آلودگی های زیست محیطی و کیفیت محصولات تولید شده. در روش کوره قوس انرژی بیشتری جهت تولید یک تن فولاد مورد نیاز است؛ لازم به ذکر است مصرف ویژه انرژی اولیه جهت تولید فولاد به روش قوس الکتریکی تقریباً چهار برابر فرایند کوره بلند است. از جمله تفاوت های دیگر روش کوره قوس در مقایسه با روش کوره بلند، استفاده از آهن اسفنجی (با محتوای آهن بیش از ۹۰ درصد) به جای سنگ آهن دانه بندی شده است که صرفاً با استفاده از سنگ آهن مگنتیتی و با سرمایه گذاری به مراتب بیشتر تولید می شود. همچنین در روش کوره قوس به طور نسبی زیان های کمتری برای محیط زیست ایجاد می شود. در نهایت نیز با توجه به آنکه در روش تولید فولاد با استفاده از کوره قوس الکتریکی از کوره های تصفیه استفاده می شود، در نهایت شمش فولاد تولید شده از کیفیت مطلوب تری برخوردار است. انتخاب روش برای تولید فولاد در کشورهای مختلف با توجه به این تفاوت ها شکل گرفته است. امروزه تقریباً ۷۱/۵ درصد فولاد خام جهان به کمک روش کوره بلند و ۲۸/۱ درصد آن به روش احیای مستقیم و با استفاده از کوره های الکتریکی تولید می شود. بر خلاف روندهای جهانی و به دلیل وجود منابع گاز طبیعی، حدود ۹۰ درصد تولید فولاد ایران به روش احیای مستقیم انجام می پذیرد.

۸۰ درصد مصرف گاز در زنجیره فولاد، مربوط به حلقه تولید آهن اسفنجی است. با توجه به برنامه ریزی های انجام شده برای تولید ۵۵ میلیون تن فولاد در سال ۱۴۰۴، کشور به حداکثر ۶۶ میلیون تن آهن اسفنجی نیاز دارد. با توجه به اینکه این محصول دارای ظرفیت نصب شده به میزان ۴۰/۱۷۵ میلیون تن می باشد، لذا حداکثر به ۳۳ میلیون تن مجوز جدید جهت تولید آن نیاز است. این در حالی است که تا پایان سال ۱۴۰۲، علاوه بر ظرفیت نصب شده در واحدهای موجود، وزارت صنعت، معدن و تجارت به ۱۴۷ واحد احیا (تولید آهن اسفنجی) جمعاً به ظرفیت ۱۱۸/۵ میلیون تن مجوز تولید داده است. با توجه به بررسی های صورت گرفته تا سال ۱۴۱۰ مجموعاً ۴۰ میلیون تن از مجوز های در حال احداث تولید آهن اسفنجی قابلیت تحقق دارند. بر این اساس ظرفیت تولید این محصول در پایان سال ۱۴۰۴ به بیش از ۵۳ میلیون تن و در پایان سال ۱۴۱۰ به بیش از ۸۰ میلیون تن خواهد رسید. با حذف مجوز های ارائه شده به روش های تولید مبتنی بر زغال سنگ، میزان گاز مورد نیاز واحدهای احیا در پایان سال ۱۴۰۴ به بیش از ۱۵/۶ میلیارد متر مکعب و در پایان سال ۱۴۱۰ به بیش از ۲۳/۴ میلیارد متر مکعب خواهد رسید. شایان ذکر است که میزان مصرف گاز طبیعی این واحدها در سال ۱۴۰۲، ۱۰ میلیارد متر مکعب بوده؛ و این در حالی است که کشور در سال ۱۴۰۱ با حدود ۴۵ میلیارد متر مکعب ناترازی میان تولید و مصرف این حامل انرژی مواجه بوده است.

با توجه به چالش های تأمین گاز طبیعی در کشور و بروز ناترازی میان تولید و مصرف این حامل انرژی و همچنین شدت یافتن آن در سال های پیش رو، به نظر می رسد لازم است برنامه توسعه صنعت فولاد با استفاده از روش احیای مستقیم، مورد بازنگری جدی قرار بگیرد. همچنین به منظور کاهش چالش های واحدهای موجود تولید فولاد به روش احیا مستقیم راهکارهایی همچون ذخیره سازی گاز طبیعی، واردات گاز، جمع آوری گاز مشعل و سرمایه گذاری در میدان های گازی کوچک و استفاده از زغال سنگ به منظور تولید گاز های احیا کننده به شرح زیر پیشنهاد می شود:

الف) سرمایه گذاری در طرح های بهینه سازی جهت تأمین گاز از بازار بهینه سازی مصرف انرژی

در این راهکار شرکت های فولادی اقدام به سرمایه گذاری در طرح هایی می کنند که هدف اصلی آن ها کاهش مصرف گاز در سایر بخش های کشور است، پس از آن نیز می توانند با توجه به میزان سرمایه گذاری خود در زمان های اوج مصرف از گاز طبیعی استفاده نمایند. با توجه به چالش های اجرایی شدن این طرح در ماده (۴۶) برنامه هفتم پیشرفت دولت مکلف به تأسیس «سازمان بهینه سازی و مدیریت راهبردی انرژی» با هدف تسهیل در شکل گیری «بازار بهینه سازی انرژی»، تضمین تسویه «گواهی های صرفه جویی انرژی» و کاهش نکول پذیری آنها شده است.

ب) راهکار های عمومی تأمین گاز از طریق تقویت عرضه

۱. یکی از این راهکار های تأمین گاز صنایع فولادی به ویژه در فصل زمستان، ذخیره سازی گاز طبیعی است. در سطح کلان، ذخیره سازی گاز در ابعاد بزرگ بایستی در مخازن زیرزمینی توسط شرکت های تابعه وزارت نفت صورت گیرد. در حال حاضر کشور دارای ظرفیت ذخیره سازی



۱/۴ درصدی از کل مصرف است که به در مقایسه با متوسط جهانی و کشورهای نظیر آمریکا، روسیه و اروپا سهم بسیار پایینی است. همچنین در سطح خرد نیز احداث واحد ذخیره‌سازی گاز طبیعی مایع توسط بنگاه پیشنهاد می‌شود.

۲. راهکار دیگری که برای تأمین گاز پایدار برای واحدهای فولادی وجود دارد واردات گاز از کشورهای دیگر می‌باشد. با توجه به اینکه واردات گاز طبیعی منجر به افزایش وابستگی صنعت فولاد در تأمین نهاده‌ها و انرژی خود به خارج از کشور خواهد شد، باید واردات گاز طبیعی برای تأمین گاز مورد نیاز صنایع با رعایت ملاحظات امنیت انرژی و به قیمت وارداتی (بدون ارائه یارانه) همراه باشد.

۳. سرمایه‌گذاری در بالادست نفت و گاز با اولویت جمع‌آوری گازهای مشعل توسط صنایع انرژی‌بری چون فولاد، راهکار دیگری است که می‌توان به آن اشاره کرد. طبق بند «ب» ماده (۱۵) قانون برنامه پنج‌ساله هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران، وزارت نفت مکلف است در مورد میادین نفت و گاز با اولویت میادین مشترک و میادین گازی، نسبت به واگذاری فعالیت‌های توسعه، اکتشاف و بهره‌برداری از میادین به شرکت ملی نفت ایران و سایر شرکت‌های متقاضی صاحب صلاحیت اکتشاف و تولید (به تشخیص وزارت نفت)، اقدام کند. لذا می‌بایست از ظرفیت این بند از قانون برنامه هفتم جهت توسعه سرمایه‌گذاری در بالادست بهره‌گیری شود.

ج) راهکار اختصاصی صنعت فولاد

در فرایند تولید فولاد از روش احیا مستقیم، گاز طبیعی (متان) با تبدیل به گازهای احیاکننده (H_2 و CO) در واحد فرمینگ، در احیاکننده و تولید آهن اسفنجی کاربرد دارد. این در حالی است که می‌توان گازهای احیاکننده مورد نیاز را با استفاده از زغال سنگ تولید کرد. با توجه به اینکه استفاده از این روش نیاز به بررسی الزامات اجرایی آن، نظیر دسترسی به فناوری و امکان تأمین زغال سنگ مورد نیاز دارد، لازم است تا در گزارش‌های جاگانه‌ای به آن پرداخته شود.

جدول ۵. پیشنهاد توصیه سیاستی ویژه گزارشات راهبردی / نظارتی

ملاحظات	زمان‌بندی اجرا (کوتاه‌مدت، میان‌مدت، بلندمدت)	دستگاه معین	دستگاه متولی	الزامات و قیود اجرایی	توصیه سیاستی	نوع توصیه		ردیف
						اصلاح	تداوم	
-	کوتاه‌مدت	سازمان برنامه و بودجه	سازمان بهبودسازی و مدیریت راهبردی انرژی	تضمین تسویه «گواهی‌های صرفه‌جویی انرژی» و کاهش نکول‌پذیری آن‌ها	تسهیل سرمایه‌گذاری در بازار صرفه‌جویی		■	۱
-	میان‌مدت	وزارت نفت	وزارت صنعت، معدن و تجارت	اختصاص گاز طبیعی در مواقع اوج مصرف	الزام صنایع فولادی به ذخیره‌سازی گاز طبیعی به صورت مایع یا در ذخایر زیرزمینی	■		۲
-	کوتاه‌مدت	وزارت صنعت، معدن و تجارت	وزارت نفت	با رعایت ملاحظات امنیت انرژی و به قیمت وارداتی (بدون ارائه یارانه) و اختصاص گاز طبیعی در مواقع اوج مصرف	واردات گاز	■		۳
-	بلندمدت	وزارت صنعت، معدن و تجارت	وزارت نفت	اختصاص گاز طبیعی در مواقع اوج مصرف	سرمایه‌گذاری در بالادست نفت و گاز با اولویت جمع‌آوری گازهای مشعل توسط صنایع فولادی	■		۴
-	بلندمدت	-	وزارت صنعت، معدن و تجارت	توسعه معدن کاری زغال سنگ در کشور	الزام واحدهای فولاد به استفاده از زغالسنگ برای تولید گاز احیا	■		

- [۱] مطالعات طرح جامع فولاد کشور (پایش ۱۴۰۲)، سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران (ایمیدرو).
- [۲] خلیلی، ایمان (۱۳۹۸)، مطالعه تاریخی صنعت فولاد در ایران: کاربرد چارچوب همپایی فناورانه در محصولات و سامانه‌های پیچیده، فصلنامه علمی بهبود مدیریت.
- [۳] صابری، علی و حبیب‌اله، ظفریان. ناترازی گاز طبیعی در کشور (۱): ارائه تصویری از ناترازی، مرکز پژوهش‌های مجلس، (۱۴۰۲).
- [۴] آمار و اطلاعات منتشر شده از وزارت صنعت، معدن و تجارت (۱۴۰۲). وزارت صنعت، معدن و تجارت.
- [۵] شهرستانی، رضا (آذر ۱۴۰۲)، انجمن تولیدکنندگان فولاد، <https://b2n.ir/a-08473>
- [6] World Steel Association. Sustainable Steel at the Core of a Green Economy; World Steel Association: Belgium, Brussels, 2022.
- [7] World Steel in Figures 2023, World Steel Association.
- [8] <https://www.midrex.com>
- [9] <https://www.siemens.com>
- [10] <https://www.steelonthenet.com>.
- [۱۱] صابری، علی (۱۴۰۲)، مسائل راهبردی بخش انرژی در برنامه هفتم توسعه (۱) ذخیره‌سازی گاز طبیعی، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، شماره مسلسل: ۱۸۹۵۰.
- [۱۲] صادق احمدی، مهدی (۱۴۰۰)، درباره اصلاح قیمت حامل‌های انرژی: تاب‌آوری صنعت فولاد کشور، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، شماره مسلسل: ۱۷۷۳۷.
- [۱۳] صابری، علی. (۱۴۰۳). آسیب شناسی بازار بهینه‌سازی انرژی و محیط زیست و ارائه راهکارها، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، شماره مسلسل: ۱۹۷۷۸.
- [۱۴] صابری، علی (۱۴۰۲)، بررسی لایحه هفتم توسعه (۱۷) بخش انرژی، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، شماره مسلسل: ۱۹۰۶۹.
- [۱۵] یاراحمدی، علی (۱۴۰۲)، مسائل راهبردی بخش انرژی در برنامه هفتم توسعه (۹): کاهش گازهای مشعل، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، شماره مسلسل: ۱۹۲۸۸.
- [16] Bell, D. A., Towler, B. F., & Fan, M (2019). Coal gasification and its applications. William Andrew.

گزیده سیاستی

با توجه به اهمیت و تأثیرگذاری صنعت فولاد در توسعه صنعتی کشور لازم است راهکارهای مناسبی برای تأمین پایدار گاز این صنعت و اصلاح روش‌ها در این حوزه اتخاذ شود.



مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

تهران، خیابان پاسداران، روبروی پارک نیاوران (ضلع جنوبی، پلاک ۸۰۲)

تلفن: ۷۵۱۸۳۰۰۰ صندوق پستی: ۱۵۸۷۵-۵۸۵۵ پست الکترونیک: mrc@majles.ir

وبسایت: rc@majles.ir