

## تحلیل آثار افزایش قیمت حامل‌های انرژی بر صنعت فولاد ایران

محمد علی خطیب\*

رویا سیفی‌پور\*\*

سعید رحیمی\*\*\*

### چکیده

اصلاح قیمت حامل‌های انرژی از حساسیت بالایی در اقتصاد کشور به خصوص بخش صنعت برخوردار است. صنعت فولاد از جمله صنایع انرژی بر، سرمایه بر و نیازمند تکنولوژی بالا می‌باشد که سهم بالای انرژی در تولید آن (حدود ۸ درصد) سبب می‌شود که افزایش قیمت حامل‌های انرژی، قیمت تمام شده تولید و فروش محصول را تحت تأثیر قرار دهد. لذا به علت وجود ارتباطات پسین و پیشین این صنعت با سایر صنایع، تغییر قیمت فولاد آثار مهمی بر سایر بخش‌های اقتصادی و صنعتی نیز خواهد داشت. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در صورت افزایش قیمت حامل‌های انرژی آثار مستقیم این سیاست بر هزینه تمام شده صنعت فولاد در هر سال به صورت مشروط قابل تحمل خواهد بود.

دلیل مشروط بودن امر این است که اگر بسته سیاستی غیرقیمتی مانند اصلاح فرآیند، بهبود تکنولوژی تولید و اصلاح الگوی مصرف انرژی در واحدهای صنعتی همزمان و به موازات سیاست قیمتی به کار گرفته نشود، به دلیل انباشت آثار تجمعی افزایش قیمت حامل‌های انرژی، احتمال ورشکستگی و تعطیلی واحدهای صنعتی کشور وجود دارد.

**واژه‌های کلیدی:** قیمت تمام شده فولاد، حامل‌های انرژی، یارانه انرژی

طبقه بندی JEL: E6, L6

### مقدمه

صنعت فولاد به دلیل دارا بودن حلقه‌های اتصال پیشین و پسین، اشتغال‌زایی، دیربازده بودن سرمایه‌گذاری به عنوان صنایع زیربنایی شناخته شده است. همچنین این صنعت به عنوان یکی از پایه‌های اقتصادی هر کشور تلقی می‌شود، از این رو در بسیاری از مطالعات مصرف سرانه فولاد یکی از شاخص‌های توسعه یافتگی هر کشور محسوب می‌شود. در کشور ما به دلیل وجود منابع فراوان زیرزمینی، کانه‌های فلزی و انرژی ارزان اهمیت استخراج و تولید فولاد را بیش از پیش روشن می‌کند.

---

\* عضو هیئت علمی و استادیار دانشکده اقتصاد و حسابداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی،  
ma.khatib@yahoo.com

\*\* عضو هیئت علمی و استادیار دانشکده اقتصاد و حسابداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی،

Emaail:rseifipour@yahoo.com

\*\*\* کارشناس ارشد در رشته اقتصاد انرژی، Email:s.rahimi۹۰@yahoo.com

در فرآیند تولید فولاد، سنگ آهن و زغال سنگ و حامل‌های انرژی مانند برق و گاز از جمله عوامل اصلی تولید به شمار می‌آیند، به علت وجود معادن زغال‌سنگ در ایران و همچنین قیمت پایین حامل‌های انرژی مانند برق و گاز به دلیل پرداخت یارانه‌های سنگین دولت بابت آن‌ها در ایران تولید فولاد دارای مزیت نسبی است و تولید آن توجیه اقتصادی دارد. با توجه به تنوع گسترده کاربرد فولاد در اکثر صنایع مانند لوله پروفیل، خودروسازی، لوازم خانگی، صنایع فلزی و ... دارد. همچنین به واسطه بالا بودن سهم مصرف انرژی در قیمت تمام شده فولاد، این صنعت جزء صنایع انرژی بر محسوب می‌شود. بنابراین اتخاذ سیاست افزایش قیمت حامل‌های انرژی آثاری را بر هزینه تمام شده صنعت فولاد خواهد داشت.

لذا در این تحقیق به دنبال پاسخ به پرسش‌های زیر خواهیم بود:

آیا افزایش قیمت برق و گاز بر قیمت تمام شده فولاد تاثیر خواهد داشت؟

با افزایش پلکانی قیمت برق و گاز مصرفی، قیمت تمام شده فولاد چند درصد تغییر خواهد کرد؟

برای پاسخ به این سوال‌ها قسمت‌های مختلف این مقاله بدین صورت تدوین شده است. قسمت دوم مقاله به چارچوب نظری و پیشینه تحقیق اختصاص دارد. قسمت سوم به انواع تکنولوژی فولاد اشاره می‌کند. قسمت چهارم با استفاده از نرم افزار SPSS و محاسبه قیمت تمام شده فولاد، سوالات تحقیق را پاسخ می‌دهد. قسمت نهایی به نتایج و توصیه‌های سیاستی اختصاص دارد.

### چارچوب نظری و پیشینه تحقیق

انرژی به عنوان یکی از بخش‌های نظام اقتصادی در تقابل و ارتباط متقابل با سایر بخش‌های اقتصادی است. این بخش خوراک سایر بخش‌ها به جهت تولید است. حامل‌های انرژی از یک سو به عنوان نهاده در تولید و از سوی دیگر بعنوان یک کالای نهایی (البته نه بطور مستقیم) مورد استفاده قرار می‌گیرند، بدین لحاظ بخش انرژی با سطوح خرد و کلان اقتصاد ارتباط دارد و هر گونه سیاست‌گذاری در این بخش مستلزم نگرش سیستمی به ابعاد آن است.

صرفه جویی انرژی از دهه ۷۰ میلادی همزمان با افزایش هزینه‌های تولید مورد توجه صاحب‌نظران اقتصادی قرار گرفته است. در این راستا بسیاری از کشورهای مختلف به ویژه کشورهای توسعه یافته با افزایش قیمت انرژی، سیاست‌های صرفه‌جویی انرژی را در پیش گرفتند و تجارب موفق نیز داشته‌اند. سیاست‌های موفق کشورهای توسعه یافته در برگیرنده مجموعه اقدامات و سیاست‌هایی است که به واسطه آن انرژی بری انواع تولیدات در کشور کاهش یابد و موجب صرفه‌جویی در مصرف انرژی می‌شود.

تجربه کشورهای توسعه یافته نشان می‌دهد که با افزایش قیمت حامل‌های انرژی بخصوص فرآورده‌های نفتی، مصرف فرآورده‌های نفتی کاهش یافته ولی دامنه کاهش آن در این کشورها متفاوت است. میزان کاهش مصرف فرآورده‌های نفتی به ساختار اقتصادی و صنعتی و نیز بخش انرژی آن کشور بستگی دارد. برخی از کشورها با اتخاذ روش‌های جدید تولید انرژی امکان جایگزینی بین حامل‌های انرژی را فراهم کرده‌اند. در کشورهایی مانند کانادا، فرانسه و ایتالیا با رشد بالای قیمت فرآورده‌های نفتی، میزان مصرف این فرآورده‌ها رشد بسیار پایینی را داشته است در حالی که رشد مصرف انرژی در این کشورها بسیار بالاست. این امر نشان دهنده وجود جانشینی بین حامل‌های انرژی در این کشورها است. همچنین اتخاذ سیاست‌های غیر قیمتی از قبیل برنامه‌های آگاهی‌سازی، اصلاح شیوه تولید با تکنولوژی موجود، نوآوری در تکنولوژی تولید، تشویق استفاده از تکنولوژی بالاتر و تغییر الگوی مصرف که در مجموع می‌توان تحت عنوان روش‌های مدیریت تقاضای انرژی از آن‌ها یاد کرد در کاهش رشد مصرف فرآورده‌های نفتی سهم بسزایی داشته‌اند. کشورهای سوئیس، استرالیا، کانادا، آلمان، ایالات متحده، ژاپن و کره جنوبی تجارب موفق در بکارگیری سیاست‌های غیر قیمتی داشتند. بنابراین هدف اساسی شناخت سیاست‌ها و ابزارهایی است که توسط آن مصرف انرژی به ازای هر

واحد تولید کاهش یابد و از این طریق تناسب رشد مصرف انرژی با رشد تولید مطلوب‌تر گردد. منطقی کردن مصرف انرژی هدف اصلی بکارگیری سیاست‌های مدیریت تقاضا در کشور است. این سیاست مجموعه اقدامات و ابزارهایی را شامل می‌شود که می‌توان در دو دسته سیاست‌های قیمتی و غیرقیمتی طبقه‌بندی کرد.

#### الف) سیاست قیمتی:

نظام قیمت‌گذاری یکی از موضوعاتی است که هم در قلمرو نظری و هم در حوزه کاربردی از پیچیدگی و ظرافت خاصی برخوردار است و اساساً یکی از مسائل مهم در کشورهای در حال توسعه و درگیر فرآیند اصلاحات اقتصادی محسوب می‌شود. لذا برخورد ناصحیح و سطحی با آن در قلمرو نظری و در حوزه کاربردی به نتایج زیان‌بار و جبران‌ناپذیر منجر خواهد شد. شناخت شرایط زمانی و مکانی نظریات و همچنین شناخت زیرساخت‌ها و ساختار اقتصادی و اجتماعی یک جامعه نخستین اقدام لازم و اساسی جهت به کارگیری نظام قیمت‌گذاری صحیح است.

#### ب) سیاست غیرقیمتی

حامل‌های انرژی تقریباً در اکثر کشورها جزو کالاهای کشش‌ناپذیر طبقه‌بندی می‌شوند. در این قبیل کالاها عکس‌العمل تقاضا به واسطه تغییرات قیمتی نمی‌تواند چندان قابل ملاحظه باشد. علاوه بر قیمت ابزارهای متعدد دیگری در قالب سیاست غیرقیمتی، وظیفه هدایت منابع به سمت تخصیص بهینه را بر عهده دارد. مبانی استفاده از این ابزارها عمدتاً ریشه در تئوری‌هایی دارند که معتقدند لزوماً مکانیزم بازار یا ساز و کار قیمت نمی‌تواند رفاه جامعه را به ماکزیمم سطح ممکن برساند. لذا با توصیه بر استفاده از سازوکارهای دیگر در کنار سیاست‌های قیمت می‌توان رفاه جامعه را افزایش داد. این ابزارها که از آن‌ها به عنوان سیاست غیرقیمتی یاد می‌شود عبارتند از:

برنامه‌های آگاهی‌سازی مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان، اصلاح شیوه تولید با تکنولوژی موجود، نوآوری در تکنولوژی. در راستای سیاست هدفمندسازی یارانه‌ها، دو سناریو مطرح می‌شود. اولین سناریو، افزایش یک‌باره قیمت در مدت زمان کوتاه که همان سیاست قیمتی است. سناریو دوم، افزایش تدریجی قیمت و اجرای سیاست غیرقیمتی. بر اساس سناریو اول، اگر دولت اصلاح قیمت حامل‌های انرژی را به صورت یکباره و در طول یکسال (با شیب تند) انجام دهد. پیامدهای مستقیم احتمالی آن، افزایش شدید هزینه تمام شده بخش صنعت کشور است که در کوتاه مدت غیر قابل جبران خواهد بود. بطوریکه هزینه تمام شده صنعت سیمان بطور مستقیم بیش از ۲۷۶ درصد و هزینه تمام شده آلومینیوم و فولاد به ترتیب بیش از ۸۷ و ۶۵ درصد افزایش می‌یابد (مرکز پژوهش‌های مجلس).

در سناریو دوم فرض شود که افزایش قیمت‌ها بصورت تدریجی و ظرف مدت ۵ سال صورت گیرد. همچنین اتخاذ بسته سیاست غیرقیمتی به خصوص ایجاد بسترهای لازم جهت اصلاح فرآیند و بهبود تکنولوژی در صنایع انرژی بر می‌تواند از افزایش شدید و یکباره قیمت کالاهای صنعتی جلوگیری کند. این سناریو سبب افزایش هزینه تمام شده فولاد به میزان ۴ درصد می‌شود (مرکز پژوهش‌های مجلس).

بر این اساس، با به کارگیری سیاست‌های غیرقیمتی و قیمتی حامل‌های انرژی که سهم عمده‌ای از قیمت تمام شده فولاد را تشکیل می‌دهند می‌توان مزیت دوباره تولید این محصول را حفظ کرد.

با توجه به کاربرد فراوان انرژی در بخش‌های مختلف کشور، مطالعات متعددی در زمینه میزان مصرف انرژی در بخش‌های مختلف کشور مطرح شده است. با اجرای سیاست هدفمند کردن یارانه‌ها نیز مطالعات گسترده‌ای در این زمینه انجام گرفته است. همچنین با توجه به اهمیت صنعت فولاد در اقتصاد، مطالعات متعددی از زوایای مختلف مانند مصرف، تولید و ... آن صورت گرفته

است. بیان تمام این مطالعات خارج از حوصله این مقاله است لذا در این بخش نتایج مطالعاتی که ارتباط نزدیک تری با موضوع مقاله دارند عنوان می شود.

هنری و یاکوبسن (۲۰۰۷) به بررسی افزایش قیمت گاز بر مصرف و صادرات کشور مالزی پرداخته است. یافته‌های نویسندگان در قالب مدل داده-ستانده نشان می دهد افزایش قیمت گاز تا ۲۰۰ درصد (که بیشتر خوراک نیروگاه های برق مالزی است) سطح عمومی قیمت‌ها را به میزان ۰/۹۴ درصد افزایش می‌دهد که این امر بیشترین تاثیر را در مخارج مصرفی مردم با افزایش ۱/۸۲ درصدی دارد. کمترین تاثیر این سیاست کاهش ۰/۸۲ صادرات کشور است.

اوری و بوید (۱۹۹۷) به بررسی تاثیر افزایش قیمت برق و بنزین در اقتصاد مکزیک با استفاده از مدل تعادل عمومی پرداخته اند. نتایج مطالعه نشان می دهد افزایش قیمت حامل های انرژی سبب کاهش مصرف انرژی خانوارها و تولیدکنندگان، کاهش تولید در بخش های تولیدی مصرف کننده این حامل های انرژی، کاهش اثرات مخرب زیست محیطی و همچنین افزایش دریافت های دولت شده است که می‌توان بخشی از آن را برای بازپرداخت بدهی های دولت صرف نمود.

سینگ و هوپ (۱۹۹۵) به بررسی تجربه افزایش قیمت فرآورده های نفتی و برق در دهه ۸۰ برای شش کشور ترکیه، کلمبیا، زیمبابوه، اندونزی، غنا و مالزی پرداخته است. در مطالعه حاضر شواهدی مبنی بر آن که افزایش قیمت ها به طور مستقیم ناشی از افزایش قیمت حامل های انرژی باشد بدست نیامد.

امامی میبیدی و همکاران (۱۳۸۹) در مقاله ای با استفاده از جدول داده-ستانده، آثار تورمی اصلاح قیمت حامل های انرژی را در دو حالت فشار هزینه و فشار تقاضا در دو گزینه یک باره و پلکانی بررسی نموده‌اند. نتایج بررسی نشان می دهد اگر افزایش قیمت همه حامل های انرژی به صورت همزمان و یک‌باره باشد تورم ناشی از فشار هزینه شاخص قیمت مصرف کننده و تولیدکننده را به ترتیب ۴۸ و ۶۳ درصد افزایش می‌دهد. چنانچه افزایش قیمت حامل های انرژی پلکانی و در طی چهار سال باشد رشد متوسط سالیانه تورم ۱۰/۵ درصد خواهد بود.

اژدری، محمدخانی و همکارانشان (۱۳۸۸ و ۱۳۸۷) به بررسی آثار مستقیم افزایش قیمت حامل های انرژی در بخش های مختلف کشور پرداخته اند و ابعاد مختلف طرح هدفمند کردن یارانه‌ها را مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج حاصل از این مطالعات نشان می‌دهد افزایش قیمت حامل های انرژی باید به صورت تدریجی و با شیب ملایم و یکنواخت به اجرا در آید و در کنار این سیاست باید سیاست غیرقیمتی به طور همزمان اجرا گردد.

اسماعیل نیا (۱۳۸۳) در رساله دکتری خود به بررسی تأثیر سیاست مدیریت تقاضا در قالب سیاست های قیمتی و غیرقیمتی بر صرفه جویی انرژی در کشور پرداخته است. در این رساله با بررسی ابزار و مؤلفه های این سیاست ها و تجربه کشورهای توسعه یافته دریافت که بکارگیری سیاست های قیمتی و غیرقیمتی به طور همزمان برای مدیریت تقاضای انرژی کشور موثر است.

سبوحی و همکارانشان (۱۳۸۱) در مطالعه بهینه سازی جریان انرژی مجتمع فولاد مبارکه به محاسبه مواد و انرژی و میزان صرفه جویی در هر یک از بخش های آهک سازی، گندله سازی، احیاء مستقیم، فولادسازی، نورد گرم و سرد پرداخته است. در این تحقیق هزینه عملیاتی یک واحد محصول محاسبه شده است. بر پایه اطلاعات مزبور، می توان هزینه واحدهای تولیدی فولاد را از بعد اقتصادی تجزیه و تحلیل نمود.

**معرفی روشهای تولید فولاد**

مراحل تولید فولاد را می توان در سه مرحله کلی طبقه بندی نمود. مرحله اول تولید آهن اسفنجی است که یکی عوامل عمده و مهم تولید فولاد محسوب می شود. مرحله دوم شامل تولید فولاد خام است که روش های متعددی برای تولید آن وجود دارد. مرحله نهایی تبدیل فولاد خام به شمش است. در این قسمت با هر یک از مراحل به صورت مختصر آشنا خواهیم شد.

برای تولید آهن اسفنجی روش های زیر مرسوم است:

تکنولوژی تولید آهن اسفنجی به روش میدرکس

در روش میدرکس از کوره های استوانه ای شکلی استفاده می شود که به گندله سنگ آهن نیاز دارد. عامل احیاء در این روش، گاز احیایی حاصل از شکستن گاز طبیعی است. البته در این فرآیند می توان گاز حاصل از سوختن ذغال را به عنوان احیاء کننده استفاده نمود. سوختن ذغال و تولید گاز احیایی به دو صورت قابل انجام است:

در کوره های مجزا و ویژه جهت تولید گاز احیایی از آن؛

در کوره های احیاء آهن نظیر کورکس و هیسملت<sup>۴</sup>.

این روش در کره جنوبی و آفریقای جنوبی استفاده می شود و واحدهای میدرکس و کرکس در کنار یکدیگر قرار دارند تا گاز خروجی واحد کرکس به عنوان عامل احیایی وارد کوره میدروکس می شود.

#### تکنولوژی تولید آهن به روش کوره بلند (BF)

سنگ آهن به شکل های کلوخه و گندله و کلوخه طبیعی، دولومیت به عنوان کمک ذوب، کک به عنوان سوخت و عامل احیاء از بالا وارد کوره می گردد. هوای گرم از طریق دمنده های پایین کوره به داخل کوره دمیده می شود. در منطقه دمش اکسیدهای آهن، کک و کمک ذوب ها با هوای گرم دمیده شده واکنش داده و سبب تشکیل مذاب آهن، منواکسید کربن و سرباره می شوند. کوره بلند به طور پیوسته در حال کار است و فقط برای تعمیرات دوره ای خاموش می شود.

#### تکنولوژی آهن به روش احیاء مستقیم

عامل احیاء کننده در روش احیاء مستقیم، گازهای احیایی تولید شده از گازهای طبیعی، ذغال و کک می باشد. در اغلب این روشها، سنگ آهن به صورت گندله وارد کوره شده و در اثر مجاورت با گازهای احیاء کننده به آهن تبدیل می گردد. چون دما در کوره های احیاء مستقیم بالا نیست، بنابراین محصولات این کوره در حالت جامد می باشند. اغلب این محصولات از نظر شکل ظاهری متخلخل هستند لذا به محصول نهائی فرایند احیاء مستقیم، آهن اسفنجی گفته می شود.

#### تکنولوژی تولید آهن اسفنجی به روش اچ.وای.ال<sup>۵</sup>

واحدها و تاسیسات احیای مستقیم با روش اچ.وای.ال شامل بخش های زیر است:

کوره هایی برای احیای مستقیم کانه های آهن؛

راکتورهایی برای تولید گاز احیاء کننده از گاز طبیعی.

---

۱. Hismelt, Corex

۱. HYL

این فرایند شباهت زیادی به فرآیند میدروکس دارد به این معنی که در این روش، گندله‌ها و کلوخه‌های طبیعی آهن از بالا و گاز احیایی حاصل از شکست گاز طبیعی به عنوان عامل احیایی از سمت جداره‌ها وارد کوره می‌شوند. روش های متداول تولید فولاد نیز به شرح زیر است:

#### فرآیند فولادسازی در کنورتور

در کنورتور، چدن مذاب حاصل از کوره‌های بلند با مقداری قراضه از طریق دمش اکسیژن با خلوص بالا به فولاد تبدیل می‌شود. مزیت اصلی فولادسازی در کنورتور، نرخ تولید بسیار بالا و مقدار کم عناصر باقی مانده از جمله نیتروژن در فولاد مذاب است. واحد های ذوب آهن اصفهان، زرنده کرمان و میبد یزد از روش کنورتور برای تولید فولاد و روش کوره بلند برای تولید آهن اسفنجی استفاده می‌کنند.

#### تکنولوژی فولادسازی در کوره‌های قوس الکتریک

در کوره‌های فولاد سازی قوس الکتریک<sup>۶</sup> با استفاده از قراضه فلزی به همراه مقادیری از آهن اسفنجی، چدن سرد و بریکت گرم انواع فولادهای کربنی و آلیاژی تولید می‌شود. اکثر انرژی مورد نیاز برای ذوب از انرژی الکتریسیته (برق) تامین می‌شود. البته می‌توان انرژی الکتریکی را با تزریق اکسیژن، ذغال و سایر سوخت‌های فسیلی تا حدی جایگزین نمود. تهیه فولاد در کوره‌های الکتریکی مرسوم‌ترین و اقتصادی‌ترین روش تولید فولاد در جهان است که به دو روش کوره‌های قوس الکتریک و کوره‌های القائی انجام می‌شود. در واحدهای بزرگ تولید فولاد مانند فولاد مبارکه، فولاد خوزستان از روش کوره‌های قوس الکتریک و برای تولید آهن اسفنجی از احیاء مستقیم استفاده می‌گردد (اژدری و هاشم خویی).  
مرحل نهایی تبدیل فولاد خام به شمش می باشد که تکنولوژی مورد استفاده نورد می باشد.

#### تکنولوژی نورد

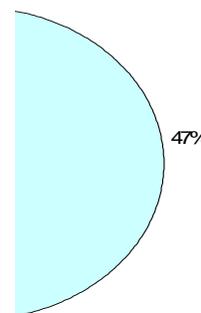
نورد عملیات نهائی است که بر فولاد نیمه تمام انجام می‌شود. به عبارت دیگر تبدیل شمش به محصول نهائی که از نظر شکل اندازه، خواص مکانیکی و سایر خواص، مشخصات معینی دارد. عملیات نورد در دو حالت گرم و سرد انجام می‌شود.

#### بررسی تأثیر تغییر قیمت حامل‌های انرژی بر قیمت فولاد

کشور ایران دارای توان بالقوه‌ای در توسعه صنعت فولاد است ولی زمانی توسعه این صنعت می‌تواند قابل توجیه باشد که بتواند به طور فعال در بازار جهانی حضور پیدا کند. لازمه تحقق این امر رفع مشکلات و موانع موجود و دارا بودن توان رقابتی در این صنعت است. به طور کلی ایجاد و گسترش صنعت فولاد در ایران مبتنی بر تأمین نیازهای توسعه کشور و افزایش صادرات بوده است. در حال حاضر واحدهای تولیدی متعددی به تولید فولاد خام کشور می‌پردازند. میزان تولید و سهم هر یک از واحدهای تولیدی در سال ۱۳۸۸ به شرح جدول و نمودار زیر است:

جدول و نمودار ۱: میزان و سهم تولید هر یک از واحدهای تولیدکننده فولاد در سال ۱۳۸۸

گروه ملی



واحد تولیدکننده	میزان تولید(هزار تن)	سهم تولید
فولاد مبارکه اصفهان	۴۹۰۴	۴۷٪
ذوب آهن اصفهان	۲۱۸۰	۲۰٪
فولاد خوزستان	۲۵۶۲	۲۳٪
گروه ملی	۱۰۱۷	۱۰٪
واحد تولیدکننده	میزان تولید(هزار تن)	سهم تولید
فولاد مبارکه اصفهان	۴۹۰۴	۴۷٪
ذوب آهن اصفهان	۲۱۸۰	۲۰٪
فولاد خوزستان	۲۵۶۲	۲۳٪
گروه ملی	۱۰۱۷	۱۰٪

منبع: شرکت ملی همانطور که مجتمع فولاد مبارکه تولید فولاد را در ایران واحدهای تولیدی روش کوره قوس روش از مرسومترین و

فولاد ایران مشاهده می شود سهم عمده ای از دارد. همچنین از جمله است که تولید آن به الکتریک است. این اقتصادیترین

روشهای تولید فولاد در جهان است که کشورهای عمده تولیدکننده فولاد از آن استفاده می کنند. بنابراین در این مقاله مجتمع فولاد مبارکه به دو جهت انتخاب شده است. اولاً تولیدکننده ای است که تقریباً نیمی از محصول فولاد را تولید می کند. ثانیاً به دلیل برخورداری از اقتصادیترین روش تولید، می توان قیمت تمام شده آن را با قیمت جهانی مقایسه نمود و مزیت نسبی این صنعت را با افزایش قیمت حامل های انرژی مورد بررسی قرار داد.

### تشریح و ارزشیابی الگو

در پژوهش حاضر به دنبال پاسخ به این پرسش هستیم که افزایش قیمت حامل های انرژی بر قیمت فولاد تاثیرگذار است یا خیر. انرژی مورد استفاده در فرایند تولید فولاد، حامل های انرژی برق و گاز است. برای بررسی وجود رابطه بین قیمت حامل های انرژی مورد نظر و قیمت فولاد از نرم افزار SPSS و آزمون T و همبستگی پیرسون استفاده می شود. سپس قیمت تمام شده فولاد را با افزایش قیمت حامل های انرژی محاسبه و با قیمت جهانی مقایسه می شود.

### آزمون فرضیه تحقیق

برای آزمون فرضیه تحقیق از آمار قیمت برق و گاز مصرفی در بخش صنعت و قیمت تمام شده فولاد برای سال های ۸۸-۱۳۸۴ استفاده شده است. با استفاده از نرم افزار SPSS فرضیه تحقیق به صورت زیر تعریف می شود:

H: افزایش قیمت حامل های انرژی (برق و گاز) بر قیمت فولاد تأثیر ندارد؛

H<sub>1</sub>: افزایش قیمت حامل های انرژی (برق و گاز) بر قیمت فولاد تأثیر دارد.

مقدار آماره t محاسبه شده برابر با ۷/۲۱۹- است. مقایسه t محاسبه شده با مقدار آن در جدول (فاصله بحرانی ۲/۲۶- -۲/۲۶)

نشان می دهد که فرضیه H رد می شود. یعنی افزایش قیمت حامل های انرژی بر قیمت فولاد موثر است.

حال در این قسمت با استفاده از ضریب همبستگی، قدرت یا درجه رابطه خطی بین قیمت برق و فولاد همچنین بین قیمت گاز و فولاد اندازه گیری می شود.

جدول ۲: جدول همبستگی پیرسون

قیمت فولاد خام	قیمت گاز	قیمت برق
ضریب همبستگی پیرسون	۰/۹۸۳	۰/۹۷۷

منبع: یافته‌های پژوهشگر

مقدار ضریب پیرسون برای قیمت گاز و برق به ترتیب برابر با ۰/۹۸۳ و ۰/۹۷۷ بدست آمده است. با توجه به اینکه مقادیر به دست آمده مثبت و نزدیک به یک می باشد نشان می دهد با افزایش قیمت حامل‌های انرژی، قیمت فولاد خام نیز افزایش می یابد.

### معرفی الگوی محاسبه قیمت فولاد

در این بخش از مقاله، قیمت تمام شده هر تن فولاد را با تاکید بر افزایش قیمت بهای برق و گاز براساس سناریو پیشنهادی کارگروه تحول اقتصادی برای سال های ۹۳-۱۳۹۰ محاسبه می شود. سهم عامل انرژی در هزینه فولاد ۸ درصد است و از اقلام عمده هزینه را محسوب می شود. در این تحقیق بررسی می شود که با برداشتن یارانه انرژی و افزایش قیمت پلکانی آن در طول سال های ۹۳-۱۳۹۰، قیمت تمام شده فولاد چند درصد رشد خواهد داشت.

مواد اولیه مورد نیاز برای تهیه فولاد شامل آهن اسفنجی قراضه، افزودنی‌ها (آهک، دولومیت، بریکیت، گرافیت، مواد کمکی)، فروآلیاژ، انرژی، نیروی کار و تعمیرات و استهلاک است. برای محاسبه قیمت تمام شده هر تن فولاد رابطه زیر پیشنهاد می شود:

$$y = \bar{C} + Me_1 + Ne_2 + \varepsilon$$

$Y$  قیمت تمام شده هر تن فولاد،  $\bar{C}$  هزینه ثابت مواد اولیه شامل (آهن اسفنجی، قراضه، افزودنی‌ها، فروآلیاژها، سرباره) برای هر تن فولاد،  $Me_1$  ارزش کیلو وات ساعت انرژی برق مصرفی برای هر تن فولاد،  $Ne_2$  ارزش مترمکعب گاز مصرفی برای هر تن فولاد و  $\varepsilon$  هزینه نیروی کار، تعمیرات و نگهداری قطعات یدکی و سایر هزینه‌ها برای هر تن فولاد است.

برای محاسبه رابطه فوق، ابتدا می بایست سهم هزینه ای هر یک از عوامل تولید بغیر از انرژی براساس بودجه واحد تولیدی بدست آید که قیمت تمام شده هر تن فولاد بدون احتساب انرژی است. سپس براساس سناریو پیشنهادی کارگروه طرح تحول اقتصادی برای افزایش قیمت برق و گاز در چهار سال، قیمت تمام شده یک تن فولاد محاسبه می شود. در نهایت قیمت های بدست آمده برای سال‌های ۹۳-۱۳۹۰ با قیمت جهانی مقایسه می شوند.

سهم هزینه‌ای هر یک از عوامل تولید از بودجه سال های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ مجتمع فولاد مبارکه استخراج شده است که سهم های هزینه ای بدست آمده در طول سال های بالا ثابت بوده است. بنابراین می توان از این سهم ها، برای محاسبه قیمت تمام شده سال های آتی نیز استفاده نمود. بررسی ترکیب سهم هزینه ای عوامل تولید در مجتمع فولاد مبارکه در سال های در نظر گرفته شده نشان می دهد که ماده اولیه (آهن اسفنجی و قراضه‌ها) ۶۱/۷ درصد، مواد کمکی (شامل افزودنی‌ها، بریکیت و مواد کمکی) ۱۰/۴ درصد، فرو آلیاژ ۴/۵ درصد، انرژی ۸ درصد و نیروی کار ۷ درصد از هزینه هر تن تولید فولاد را تشکیل می دهد. مجموع این عوامل ۹۱/۶ درصد می باشد و بقیه عوامل مانند هزینه‌های تعمیرات، استهلاک و هزینه‌های جانبی مابقی قیمت تمام شده را به خوداختصاص می دهند.

براساس سهم هر یک از مواد اولیه در جزءهای  $\bar{C}$ ,  $\varepsilon$  و قیمت آن‌ها برای خرید مجتمع فولاد مبارکه هزینه تولید یک تن فولاد خام بدون احتساب انرژی به دست می‌آید که جدول شماره (۳) منظور شده است.

جدول ۳: برآورد هزینه‌های تولید مواد خام بدون احتساب انرژی

ردیف	هزینه‌های تولید	قیمت (هزار ریال)
۱	آهن اسفنجی	۲۰۲۰
۲	قراضه	۸۰۲
۳	افزودنی‌ها و آهک، دولومیت، کک، گرافیت، بریکیت، مواد کمکی، و ...)	۴۷۷
۴	فروآلیاژ	۲۱۰
۵	سربار	۶
۶	نیروی کار	۳۳۴
۷	هزینه‌های پیمانکاری قطعات صنعتی	۷
۸	هزینه‌های ثابت دفتر فنی	۶۳
۹	تعمیرات و نگهداری	۹۲
۱۰	نسوز	۵۰
۱۱	قطعات یدکی	۳۰
۱۲	استهلاک	۹۱
جمع		۴۱۸۲
:		

منبع: بودجه‌سال‌های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ مجتمع فولاد مبارکه

قیمت تمام شده یک تن فولاد بدون احتساب میزان انرژی مصرفی (برق و گاز) ۴۱۸۲ هزار ریال می‌باشد.

بر اساس محاسبات انجام شده بر روی اقلام مصرفی جهت تولید یک تن فولاد، میزان گاز مصرفی برای هر تن فولاد ۳۴۹ متر مکعب و برق ۹۶۵ کیلووات ساعت است. قیمت انرژی نیز بر اساس سناریو پیشنهادی کارگروه طرح تحول اقتصادی برای افزایش قیمت برق و گاز در سال‌های ۹۴-۱۳۹۰ در نظر گرفته شده است. با وارد کردن ارزش ریالی انرژی در مدل می‌توان قیمت تمام شده یک تن فولاد را بدست آورد که در جدول شماره (۴) نشان داده شده است.

جدول ۴: بهای تمام شده هر تن فولاد خام

سال	شرح	قیمت تمام شده فولاد بدون احتساب انرژی (هزار ریال)	قیمت برق هر کیلووات (ریال)	میزان برق مصرفی (هزار ریال)	قیمت گاز هر مترمکعب (ریال)	میزان گاز مصرفی (هزار ریال)	بهای تمام شده هر تن فولاد خام (هزار ریال)
۱۳۹۰		۴۱۸۲	۵۸۸	۵۶۷	۶۶۵	۲۳۲	۴۹۸۱
۱۳۹۱		۴۱۸۲	۸۲۳	۷۴۹	۱۰۶۴	۳۷۱	۵۳۰۲
۱۳۹۲		۴۱۸۲	۱۱۵۲	۱۱۱۲	۱۷۰۲	۵۹۴	۵۸۸۸

۱۳۹۳	۴۱۸۲	۱۲۲۵	۱۱۸۲	۲۴۹۹	۸۷۲	۶۲۳۲
------	------	------	------	------	-----	------

منبع: یافته‌های پژوهشگر

قیمت هر تن فولاد از ۴۹۸۱ هزار ریال در سال ۱۳۹۰ به ۶۲۳۲ هزار ریال در سال ۱۳۹۴ افزایش می‌یابد که حاکی از رشد ۲۵ درصدی قیمت فولاد است. اگر نرخ برابری هر دلار را ۱۱۰۰۰ ریال فرض کنیم، قیمت تمام شده هر تن فولاد در ایران بین ۵۶۶-۴۵۳ دلار با توجه به افزایش قیمت انرژی به دست می‌آید. مقایسه قیمت جهانی هر تن فولاد در دامنه ۵۲۰-۴۹۰ دلار با قیمت تمام شده در داخل نشان می‌دهد با افزایش قیمت انرژی در سال‌های ۹۲ و ۹۳، صنعت فولاد با مشکل اساسی مواجه می‌شود. به عبارتی، مزیتی که به ظاهر برای این صنعت وجود داشته است بواسطه افزایش هزینه‌های تولید کمرنگ می‌شود و حتی ممکن است این مزیت از بین برود.

یکی از اهداف برنامه حذف یارانه‌ها، ارتقای فناوری تولید فولاد با هدف بهینه‌سازی مصرف سوخت و خارج کردن کالای وارداتی از بازار داخلی است، با توجه به افزایش قیمت فولاد این سوال مطرح می‌شود که آیا سرمایه‌گذار بخش خصوصی توانایی مالی برای تحقق این اهداف را دارد؟ در مثبت بودن پاسخ این پرسش باید تردید کرد چرا که در شرایط فعلی آن میزان سرمایه‌های اندکی که طی سال صرف پروژه‌ها و ساخت‌وسازها می‌شد، اکنون صرف هزینه‌ها و خرید مواد اولیه می‌شود. اتفاقی که در خوش‌بینانه‌ترین حالت منجر به کاهش سرمایه‌گذاری‌ها و در حالت بدبینانه متأسفانه به تعطیلی واحدهای تولیدی منتهی خواهد شد. لذا به نظر می‌رسد که در حال حاضر این صنعت به حمایت دولت در تجهیز تکنولوژی جدید و جایگزین کردن تجهیزات فرسوده نیاز دارد.

#### یافته‌ها و توصیه‌ها سیاستی

۱- تجربه کشورهای توسعه یافته نشان می‌دهد که با افزایش قیمت حامل‌های انرژی بخصوص فرآورده‌های نفتی، مصرف فرآورده‌های نفتی کاهش و در مقابل آن مصرف انرژی افزایش یافته است. این کشورها با اتخاذ روش‌های جدید تولید انرژی امکان جایگزینی بین حامل‌های انرژی را فراهم کرده‌اند. همچنین اتخاذ سیاست‌های غیر قیمتی از قبیل برنامه‌های آگاه‌سازی، اصلاح شیوه تولید با تکنولوژی موجود، نوآوری در تکنولوژی تولید، تشویق استفاده از تکنولوژی بالاتر و تغییر الگوی مصرف که در مجموع می‌توان تحت عنوان روش‌های مدیریت تقاضای انرژی از آن‌ها یاد کرد در کاهش رشد مصرف فرآورده‌های نفتی سهم بسزایی داشته‌اند.

۲- سیاست‌های مدیریت تقاضای انرژی در کشور شامل سیاست‌های قیمتی و غیرقیمتی است. بکارگیری سیاست قیمتی و ایجاد نظام قیمت‌گذاری صحیح مستلزم شناخت شرایط زمانی و مکانی نظریات مطرح شده در حوزه اقتصاد و همچنین شناخت زیرساخت‌ها و ساختار اقتصادی و اجتماعی یک جامعه است. سیاست غیرقیمتی شامل برنامه‌های آگاه‌سازی مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان، اصلاح شیوه تولید با تکنولوژی موجود، نوآوری در تکنولوژی است. تجربه کشورهای پیشرفته نشان می‌دهد که بکارگیری همزمان این دو سیاست تاثیر چشمگیری در کاهش مصرف انرژی داشته است.

۳- مجتمع فولاد مبارکه تقریباً نیمی از محصول فولاد کشور را تولید می‌کند روش تولید این مجتمع، کوره قوس الکتریک است. این روش از مرسوم‌ترین و اقتصادی‌ترین روش‌های تولید فولاد در جهان است که کشورهای عمده تولیدکننده فولاد در جهان از آن استفاده می‌کنند. از این جهت می‌توان قیمت تمام شده آن را با قیمت جهانی مقایسه نمود و مزیت نسبی این صنعت را با افزایش قیمت حامل‌های انرژی مورد بررسی قرار داد.

۴- آزمون t و پیرسون نشان دادند که افزایش قیمت حامل‌های انرژی بر قیمت فولاد تأثیر دارند. در مدل پیشنهادی، قیمت تمام شده فولاد بر اساس سناریو کارگروه طرح تحول اقتصادی برای افزایش قیمت برق و گاز در سال‌های ۹۴-۱۳۹۰ محاسبه شده است. قیمت هر تن فولاد از ۴۹۸۱ هزار ریال در سال ۱۳۹۰ به ۶۲۳۲ هزار ریال در سال ۱۳۹۴ افزایش می‌یابد که حاکی از رشد ۲۵ درصدی قیمت فولاد است. قیمت تمام شده هر تن فولاد در ایران بین ۵۶۶-۴۵۳ دلار با توجه به افزایش قیمت انرژی به دست می‌آید. مقایسه قیمت جهانی هر تن فولاد در دامنه ۵۲۰-۴۹۰ دلار با قیمت تمام شده در داخل نشان می‌دهد با افزایش قیمت انرژی در سال‌های ۹۲ و ۹۳، صنعت فولاد با مشکل اساسی مواجه می‌شود. به عبارتی، مزیتی که به ظاهر برای این صنعت وجود داشته است بواسطه افزایش هزینه‌های تولید کمرنگ می‌شود و حتی ممکن است این مزیت از بین برود.

۵- تلاش برای بسترسازی کاهش مصرف انرژی در صنایع انرژی بر از قبیل فولاد با حذف تدریجی یارانه و کمک نرم‌افزاری و سخت‌افزاری توسط شرکت‌های فولادسازی برای ترمیم ساختار خود و افزایش بهره‌وری امکان‌پذیر می‌باشد. برای مثال در کشور ژاپن تقریباً ۱۰۰ درصد گاز کوره بلند بازیابی می‌شود و در نتیجه مصرف گاز طبیعی در تولید فولاد این کشور بسیار ناچیز است.

۶- اگر چه ابزار قیمت به عنوان مهمترین ابزار سیاست قیمتی محسوب می‌شود اما تجربه کشورهای دیگر در این زمینه نشان می‌دهد که اثرات تغییرات قیمت انرژی بر مصرف انرژی متفاوت است زیرا که عامل قیمت نقش چندان مهم و مداومی بر کاهش مصرف و صرفه‌جویی انرژی نداشته است لذا صرفه‌جویی انرژی در کشورهای صنعتی متکی به افزایش قیمت نبوده بلکه همراه با افزایش قیمت (سیاست قیمتی) سیاست مناسب دیگری (سیاست غیرقیمتی) از جمله تعیین استانداردها برای ماشین‌آلات و تجهیزات، خودروها، وسایل خانگی، گسترش حمل و نقل عمومی، افزایش و کارایی انرژی در واحدهای تولیدی و خدماتی، جهت دادن به تحقیقات در تولید و مصرف انرژی و کمک مالی در راستای کاهش و صرفه‌جویی انرژی را به اجرا درآورده‌اند.

۷- لازم است سیاستگذاران و مدیران صنایع کشور با توجه به مزیت‌های موجود در تولید فولاد و ذخایر عظیم نفت و گاز و زغال سنگ به ویژه سنگ آهن و با توجه به تکنولوژی موجود در صنایع فولادسازی و انتخاب تکنولوژی جدید و جایگزین کردن تجهیزات فرسوده ضمن اصلاح الگوی مصرف باعث افزایش کارایی انرژی شده و با تولید فولاد ارزان پیشرفت و آبادانی کشور را تسریع بخشند.

## منابع

۱. امامی میبدی علی، حیدر پور افشین و خوشکلام خسرو شاهی موسی (۱۳۸۹)، برآورد آار تورمی اصلاح قیمت حامل های انرژی در دو حالت فشار هزینه و فشار تقاضا با دو گزینه یکباره و پلکانی در ایران، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال هفتم، شماره ۲۷، ۶۶-۹۹.
۲. اسماعیل نیا، علی اصغر، (۱۳۸۳)، بررسی تأثیر سیاست‌های مدیریت تقاضا (قیمتی و غیرقیمتی) بر صرفه‌جویی مصرف انرژی در کشور، پایان‌نامه دکتری، دانشکده اقتصاد دانشگاه آزاد واحد علوم تحقیقات.
۳. اژدری، علی‌اصغر، (۱۳۸۵)، مروری گذرا بر چالش‌های فراروی صنایع فولاد و آلومینیوم و سهم عوامل موثر بر قیمت تمام شده آن‌ها در ایران، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی
۴. اژدری، علی اصغر، (۱۳۸۸)، هدفمند کردن یارانه‌ها (بررسی آثار مستقیم افزایش قیمت حامل‌های انرژی) طرح تحول و برآورد ارزش جبرانی مورد نیاز بخش صنعت کشور در دو سناریو"، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی.
۵. محمدخانی محمدرضا، مهرآزما ایرج، خوبی هاشم، اژدری علی اصغر، (۱۳۸۷)، لایحه هدفمند کردن یارانه‌ها (بررسی آثار قیمتی) لایحه هدفمند کردن یارانه‌ها بر هزینه‌های کشاورزی، صنعت، محل و نقل و خانگی از بعد حسابداری، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی.
۶. سایت اینترنتی مجتمع فولاد مبارکه [www.mobarakeh-steel.ir](http://www.mobarakeh-steel.ir)
۷. سایت اینترنتی سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی [www.imidro.org](http://www.imidro.org)
۸. سایت اینترنتی انجمن جهانی فولاد [www.worldsteel.com](http://www.worldsteel.com)
۹. Hope, Einar and Balbir Singh, (۱۹۹۵), "Energy Price Increases in Developing Countries: Case Studies of Colombia, Ghana, Indonesia, Malaysia, Turkey and Zimbabwe", The World Bank Policy Research, Department Public Economics Division.
۱۰. Uri N.D. and Boyd R, (۱۹۹۷), "An Evaluation of The Economic Effects of Higher Energy Prices in Mexico", Energy Policy, Elsevier journal, Vol. ۲۵, PP ۲۰۵-۲۱۵.
۱۱. Henry, Yacobsen (۲۰۰۷), "The Direct and Indirect Household Energy Requirement in Malaysia –An Input-Output Analysis", Energy Policy ۳۵, pp ۲۸۳۹-۲۸۵۱

## An Analysis of prices of energy carriers on the steel industry in Iran

Mohammad Ali Khatib<sup>\*</sup>

Roya Seifipour<sup>\*\*</sup>

Saeid Rahimi<sup>\*\*\*</sup>

### Abstract

Improved prices of energy carriers in the country's economy especially the industrial sector have a high sensitivity. Steel industry, including energy-intensive industries, capital-intensive and requires high technology that high share of energy production (about 1%), causing the increasing prices of energy carriers, affect production cost and product sales. Therefore, due to the late and former communications industry with other industries, price changes on other economic sectors and industrial steel works will also be important. The results show that the prices of energy carriers with direct effects on the cost of steel industry.

It is being provided if none price package as reform process, improving production technologies and improving energy use patterns is not applied simultaneously with price reform policy, Accumulation due to cumulative effects of increased prices of energy carriers, there is the possibility of bankruptcy and closure of industrial units.

**Keywords:** Cost of Steel, Energy Carriers, Energy Subsidies.

**JEL Classification:** L1, E1

---

\*Islamic Azad University Central Tehran Branch, Email: Moh.khatib\_semnani@iauctb.ac.ir

\*\*Islamic Azad University Central Tehran Branch, Email: Roy.Seyfipour@iauctb.ac.ir

\*\*\*MSc in Energy Economics