

## بهره‌وری بنگاه‌های منتخب تولید فولاد ایران: رویکرد مال‌م کوئیست

مهدی رضایی

عضو هیأت علمی موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی (نویسنده مسئول)

m.rezai@itsr.ir

پریسا یعقوبی منطری

عضو هیأت علمی موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی

pyaghobi@gmail.com

بهره‌وری مهم‌ترین عامل رقابت‌مندی هر صنعت است. از آنجا که صنعت فولادسازی یک صنعت منبع‌محور بوده و ایران از منابع طبیعی موردنیاز این صنعت برخوردار است، این صنعت برای کشور اهمیت زیادی دارد. از این‌رو این مقاله به بررسی تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید چهار شرکت مهم فولادسازی کشور شامل فولاد خوزستان، فولاد خراسان، فولاد مبارکه و ذوب‌آهن اصفهان از طریق شاخص مال‌م کوئیست برای دوره ۱۳۹۳-۱۳۸۹ پرداخته است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد تغییرات TFP شرکت‌های فولادسازی مذکور بسیار تحت تأثیر تغییرات فنی است. همچنین متوسط رشد سالانه بهره‌وری کل عوامل تولید برای این مجموعه چهار شرکت به‌طور کلی در حدود ۴ درصد و روند تغییرات آن نیز تحت تأثیر تغییرات فنی است. این موضوع، اهمیت بهبود فناوری را در این صنعت نشان می‌دهد. عواملی نظیر به‌روزرسانی تجهیزات و ماشین‌آلات، پیوند آموزش عالی کشور با بخش صنعت و استفاده از سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی که موجب بهبود فناوری تولید می‌گردد، موجب ارتقای بهره‌وری صنعت فولادسازی کشور خواهد شد.

طبقه‌بندی JEL: D24; L61

واژگان کلیدی: بهره‌وری کل عوامل تولید، شاخص مال‌م کوئیست، شرکت‌های فولادسازی ایران.

## ۱. مقدمه

شناخت کافی از وضعیت عملکرد صنایع مختلف، سیاست‌گذاران را در جهت بهبود وضعیت بخش‌های صنعتی کمک می‌کند. از شاخص‌های بسیار مهم عملکرد صنایع، بهره‌وری است؛ زیرا رقابت‌مندی صنایع تا اندازه زیادی بستگی به بهبود بهره‌وری دارد. صنعت فولادسازی<sup>۱</sup> از صنایع بسیار بااهمیت کشور محسوب می‌شود؛ زیرا این صنعت به‌عنوان یک صنعت منبع‌محور<sup>۲</sup>، مبتنی بر منابع طبیعی است که ایران به‌وفور از آن بهره‌مند است. این صنعت قادر است این منابع طبیعی کشور را فرآوری و در آن ارزش‌افزوده خلق کند. سایر فعالیت‌های مهم اقتصاد کشور، نظیر صنایع فلزی و فعالیت ساخت‌وساز به محصولات حاصل از صنعت فولادسازی وابستگی بالایی دارند.

با اینکه کشور دارای انواع کانی‌های فلزی و غیرفلزی و همچنین منابع غنی انرژی است، ولی براساس توسعه پایدار، استفاده از آن‌ها در صنایع منبع‌محور، باید همراه با صیانت از آن‌ها باشد که این مهم تا اندازه زیادی در گرو بهبود بهره‌وری است. همچنین بهبود بهره‌وری این صنعت باعث می‌گردد محصولات این بخش رقابتی‌تر شده و ضمن توسعه صادرات و حفظ بازار خارجی محصولات آن، در داخل نیز فعالیت‌های پایین‌دستی صنعت فولادسازی با قیمت پایین‌تری به محصولات آن دست یابند.

رشته فعالیت «تولید محصولات اولیه آهن و فولاد» برحسب «طبقه‌بندی طبقه‌بندی رشته فعالیت‌های اقتصادی» (آیسیک)<sup>۳</sup> ویرایش ۳ و در سطح چهاررقمی با کد ۲۷۱۰ مشخص شده است. از منظر «پیوندهای پیشین» این رشته فعالیت در ایران محصولات خود را به فعالیت‌هایی که از فولاد استفاده می‌کنند، نظیر تولید محصولات فلزی ساختمانی، مخازن، خودروسازی و تولید و تعمیر کشتی، عرضه می‌کند. این رشته فعالیت در جایگاه بسیار مهمی نیز از منظر پسون قرار دارد؛ زیرا این فعالیت، پیوند

---

۱. منظور فعالیت صنعتی «آهن، فولاد و محصولات آن» می‌باشد که بر حسب طبقه‌بندی آیسیک ۳ و در سطح چهاررقمی، دارای کد ۲۷۱۰ است.

2. Resource Based

3. International Standard Industrial Classification of All Economic Activities (ISIC)

بالایی با فعالیت‌های استخراجی سنگ آهن و کنسانتره‌های آن و زغال‌سنگ و لینیست، زغال‌سنگ نارس دارد و محصولات آن‌ها را به محصولات صنعتی با ارزش افزوده بالاتر تبدیل می‌کند.

کل ارزش افزوده ایجاد شده در بخش صنعت ایران در سال ۱۳۹۲ به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶<sup>۱</sup> حدود ۹۱ هزار میلیارد ریال و سهم فعالیت «تولید محصولات اولیه آهن و فولاد» در حدود ۱۱ درصد بوده است.<sup>۲</sup> همچنین، طی دوره زمانی ۱۳۹۳-۱۳۸۸ متوسط سهم محصولات فعالیت مورد اشاره از کل ارزش صادرات کالاهای صنعتی و صادرات کالایی به ترتیب معادل ۵ و ۴ درصد بوده است. در سال ۱۳۹۳، ایران ۱۵۷ محصول به ارزش ۲/۲ میلیارد دلار حاصل از فعالیت «تولید اولیه آهن و فولاد» در سطح کدهای تعرفه هشت رقمی «طبقه‌بندی سیستم هماهنگ توصیف و کدگذاری کالا»<sup>۳</sup> صادرات داشته که از این میان، بیش از ۴۰ درصد آن متعلق به «محصولات از آهن یا فولاد غیر ممزوج تخت فقط گرم نورد شده، به صورت طومار با پهنای ۶۰۰ میلی‌متر یا بیشتر به ضخامت حداقل ۴/۷۵ میلی‌متر» با کد تعرفه ۷۲۰۸۲۵۰۰ بوده است (گمرک ج.ا. ایران، ۱۳۹۳). مجموع موارد فوق مبین توان بالقوه «تولید محصولات اولیه آهن و فولاد» در ارتقای ظرفیت‌های ارزآوری صادراتی کشور و بنابراین لزوم توجه جدی سیاست‌گذاری نسبت به ارتقای بهره‌وری این صنعت است.

چهار شرکت، فولاد خوزستان، فولاد خراسان، فولاد مبارکه و ذوب آهن اصفهان، از مهم‌ترین شرکت‌های فولادسازی کشور می‌باشند.<sup>۴</sup> بدیهی است که رصد بهره‌وری این شرکت‌ها، امکان می‌سازد در رابطه با رقابت‌مندی این صنایع سیاست‌گذاری بهتری نمود و کاستی‌ها را در این رابطه برطرف کرد. از این رو این مقاله ضمن بررسی برخی از شاخص‌های عملکردی این شرکت‌ها، از طریق

---

۱. جهت تبدیل قیمت‌های جاری ارزش افزوده به قیمت ثابت از شاخص ضمنی حاصل شده از تقسیم ارزش افزوده جاری سایر معادن (منظور استخراج معدنی غیر سوختی) در حساب‌های ملی مرکز آمار ایران به قیمت ثابت آن در سال ۱۳۷۶ استفاده شده است.

۲. برای تبدیل کدهای HS به ISIC متناظر آن، از راهنمای بانک جهانی، ۲۰۱۷ در این زمینه استفاده شده است.

3. Harmonized System (HS)

۴. اهمیت این شرکت‌های داخلی در صنعت فولادسازی کشور از منظر سهم از تولید کل انواع فولاد، انحصار در تولید برخی از انواع فولاد، انحصار در خرید برخی از انواع مواد اولیه مورد نیاز این صنعت و تأثیر بر قیمت‌گذاری محصولات صنعت فولاد، در این مطالعه آمده است (سالمی و همکاران، ۱۳۹۵).

شاخص مالم کوئیست<sup>۱</sup> به بررسی بهره‌وری کل عوامل تولید<sup>۲</sup> این چهار شرکت طی دوره ۵ ساله ۹۳-۱۳۸۹ و مقایسه آن‌ها با یکدیگر می‌پردازد. پس از مقدمه که به اهمیت سنجش بهره‌وری و جایگاه صنعت فولاد در کشور اختصاص داشت، قسمت دوم مقاله، به مطالعات داخلی و خارجی انجام‌شده‌ای که با توجه به روش‌شناسی این مقاله در رابطه با سنجش بهره‌وری صنعت فولاد و شرکت‌های فولادی می‌باشند، اختصاص دارد. قسمت سوم به مبانی نظری و روش مورداستفاده بررسی بهره‌وری و اجزای آن در این مقاله می‌پردازد. قسمت چهارم مقاله، به آمار و اطلاعات به کاررفته در محاسبات و همچنین به‌طور خلاصه عملکرد این شرکت‌ها (که در راستای هدف این مقاله مورد استفاده است) و سنجش بهره‌وری شرکت‌ها و اجزای آن اختصاص دارد. در قسمت آخر نیز نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات آورده شده است.

## ۲. پیشینه تحقیق

تین (۲۰۰۴)<sup>۳</sup> از طریق روش تحلیل پوششی داده‌ها<sup>۴</sup> به بررسی کارایی هشت شرکت اصلی فولادسازی تایوان پرداخت. بررسی نشان داد که به‌طور متوسط کارایی فنی<sup>۵</sup> این هشت شرکت ۸۷/۳ درصد است و یافته‌های تحقیق بیان‌گر این است که کارایی فنی خالص<sup>۶</sup>، اهمیت کمتری نسبت به کارایی مقیاس<sup>۷</sup> در ناکارایی هشت شرکت موردتحقیق دارد. راجان و سایرین (۲۰۰۸)<sup>۸</sup> در مقاله خود از طریق تحلیل پوششی داده‌ها به بررسی TFP صنعت فولاد هند پرداخت و نتایج نشان داد که بهره‌وری کل عوامل تولید در هند روند نزولی داشته است. مقاله بیان می‌دارد که افزایش ستانده صنعت هند در پی افزایش تقاضای این محصول در این کشور، بیشتر از طریق افزایش نیروی کار صورت گرفته است؛ به‌گونه‌ای که متوسط نرخ رشد بهره‌وری جزئی نیروی کار این صنعت در هند روندی نزولی داشته است؛

- 
1. Malmquist Index (MI)
  2. Total Factor Productivity (TFP)
  3. Tien
  4. Data Envelopment Analysis (DEA)
  5. Technical Efficiency
  6. Pure Technical Efficiency
  7. Scale Efficiency
  8. Rajan et al

بنابراین افزایش تولید این صنعت در هند از ناحیه رشد TFP نبوده است. ری و پال (۲۰۱۰)<sup>۱</sup> در مقاله خود به بررسی شاخص‌های مرتبط با بهره‌وری صنعت فولاد هند پرداختند. نتایج تحقیق بیانگر این است که بهره‌وری جزئی عوامل تولید مواد اولیه، نیروی کار و سرمایه این صنعت روندی کاهشی داشته است؛ درحالی که ستانده صنعت فولاد هند در حال رشد بوده است. سپس مقاله از طریق تحلیل پوششی داده‌ها به بررسی تغییرات TFP صنعت فولاد هند پرداخت که نشان‌دهنده نزولی بودن این شاخص بود. این مقاله نتیجه گرفت که رشد صنعت فولاد هند بیشتر از ناحیه رشد عوامل تولید بوده تا رشد بهره‌وری کل TFP. همچنین فرایند خصوصی‌سازی صنعت فولاد هند، تأثیر معکوس بر رشد TFP داشته است. شین<sup>۲</sup> (۲۰۱۱) کارایی تولید شرکت‌های فولادسازی کره‌ای را برای دوره ۲۰۰۹-۲۰۰۲ از طریق تحلیل پوششی داده‌ها محاسبه کرد و نتیجه گرفت که بحران مالی جهانی موجب رشد کارایی مقیاس و کاهش TFP شرکت‌های فولادی موردبررسی شد. سینگ و راین<sup>۳</sup> (۲۰۱۵) از طریق تحلیل پوششی داده‌ها به اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری ۴۶ بنگاه فولادسازی هند طی سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۰ پرداختند. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که طی دوره موردبررسی، بنگاه‌های مورد مطالعه از رشد TFP برخوردار بوده‌اند که دلیل این امر، رشد کارایی فنی و تغییرات فنی<sup>۴</sup> بوده است.

صادقیان (۱۳۹۱)، در پژوهشی به بررسی سطح TFP در صنایع فولاد ایران طی سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۸۸ پرداخت. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که بهره‌وری عوامل تولید در این بخش طی زمان از روند کاهشی برخوردار بوده که تغییرات کارایی فنی و کارایی مقیاس بیشترین سهم را در این مورد داشته است. علی پور، کیانی و شیدائی (۱۳۹۱) با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص مالم کوئیست به ارزیابی TFP و عناصر تعیین‌کننده آن در صنایع فلزات اساسی ایران طی دوره ۱۳۸۶-۱۳۷۴ پرداختند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که طی این دوره، رشد TFP برای صنایع ۲/۲ درصد و متوسط کارایی فنی و همچنین تغییرات فنی به ترتیب ۱۴ و ۸۶ درصد برآورد شده است. همچنین عناصر تعیین‌کننده کارایی فنی یعنی کارایی مقیاس و کارایی خالص (مدیریتی) نیز طی این دوره رشد

- 
1. Ray and Pal
  2. Shin
  3. Singh and Raina
  4. Technical Changes

۲۱ و ۷- رشد داشته‌اند. مقاله در پایان نتیجه می‌گیرد که تأثیرگذارترین عامل تغییرات TFP در صنایع فلزات اساسی، تغییرات تکنولوژی بوده است. جنتی مشکانی و ابراهیمی (۱۳۹۳) جهت بررسی جایگاه صنعت فولاد ایران در مقایسه با صنایع مشابه خارجی، از طریق روش تحلیلی پوششی داده‌ها به بررسی کارایی فنی و رتبه‌بندی واحدهای صنعت در دو گروه تولیدکنندگان محصولات تخت و طویل در شرایط بازده ثابت به مقیاس در سال ۲۰۱۲ پرداخت. علاوه بر شرکت‌های فولادسازی ایرانی، شرکت‌هایی از ایتالیا، ژاپن، چین، فرانسه، اوکراین، آلمان، کانادا، هند، آمریکا، ترکیه و انگلستان در این تحلیل وارد شده‌اند. نتایج مقاله نشان می‌دهد که شرکت‌های فولاد خوزستان، فولاد مبارکه به ترتیب رتبه‌های سوم و چهارم در بین شرکت‌های تولیدی محصولات تخت از نظر کارایی فنی و شرکت ذوب آهن اصفهان رتبه نهم تولیدکنندگان محصولات طویل از منظر کارایی فنی قرار دارد. همچنین نتیجه‌گیری نویسندگان مقاله حاکی است که صنعت فولاد ایران در تولید محصولات طویل نسبت به محصولات تخت، از ظرفیت‌های موجود استفاده بهینه نمی‌کند.

### ۳. مبانی نظری

بر اساس کار فارل<sup>۱</sup> (۱۹۵۷) بنگاهی را در نظر بگیرید که با دو نهاده  $x_1$  و  $x_2$ ، ستانده  $y$  را تحت بازدهی ثابت نسبت به مقیاس<sup>۲</sup> تولید می‌کند. با فرض اینکه منحنی هم‌مقداری تولید یک واحدی (که در شکل (۱) با منحنی  $SS'$  نشان داده شده است) مربوط به بنگاه‌های کاملاً کارا باشد، اگر یک بنگاه معمولی با نهاده‌های در دسترس در نقطه  $P$  همان یک واحد را تولید کند، آنگاه ناکارایی فنی<sup>۳</sup> بنگاه برابر خواهد بود با  $QP/OP$ ؛ یعنی بنگاه می‌تواند با کاهش مصرف نهاده‌ها به اندازه  $QP$  همان یک واحد ستانده را تولید کند. کارایی فنی نیز برابر خواهد بود با:

$$TE_i = \frac{OQ}{OP} = 1 - \frac{QP}{OP} \quad (1)$$

---

1. Farrell  
2. Constant Returns to Scale (CRS)  
3. Technical Inefficiency

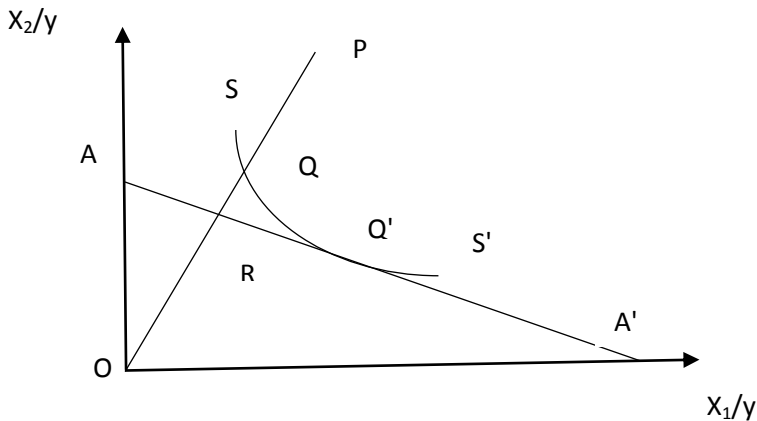
که مقادیری بین صفر و یک را اختیار می‌کند. اگر نسبت قیمت نهاده‌ها برابر شیب خط AA' باشد، کارایی تخصیص<sup>۱</sup> برای بنگاه P برابر معادله (۲) خواهد بود. کارایی تخصیص به معنای انتخاب ترکیب نهاده‌ها تحت قیمت رایج بازار به گونه‌ای که تولید مقدار معینی از ستانده، در حداقل هزینه ممکن صورت گیرد (کولی<sup>۲</sup> و همکاران، ۱۹۹۸: ۵).

$$AE = \frac{OR}{OQ} \quad (۲)$$

در صورتی که تولید در نقطه کارایی تخصیصی و هم فنی صورت بگیرد (نقطه Q)، کارایی اقتصادی<sup>۳</sup> برابر است با

$$EE = \frac{OR}{Op} = \frac{OQ}{OP} \times \frac{OR}{OQ} \quad (۳)$$

یعنی کارایی اقتصادی برابر با حاصل ضرب کارایی فنی در کارایی تخصیص است.



مأخذ: کولی و همکاران، ۱۹۹۸: ۱۳۵

شکل ۱. کارایی فنی و تخصیص

1. Allocative Efficiency
2. Coelli
3. Total Economic Efficiency

رویکردی که در فوق مورد اشاره قرار گرفت، رویکرد نهاده‌گرا<sup>۱</sup> درباره تفسیر کارایی است که بیان می‌دارد که چه اندازه مصرف نهاده‌ها می‌تواند کاهش یابد به طوری که ستانده تغییری نکند. همچنین رویکرد ستانده‌گرا<sup>۲</sup> بیان می‌کند تا چه اندازه ستانده بدون اینکه به مصرف نهاده‌ها اضافه شود، می‌تواند بیشتر گردد.

شاخص مالم کوئیست شاخصی برای سنجش رشد TFP است. با استفاده از این شاخص، علاوه بر محاسبه رشد TFP، امکان بررسی سهم رشد کارایی فنی و تغییرات فنی در رشد TFP وجود دارد. تغییرات فنی بیانگر پیشرفت در فناوری تولید است که می‌توان این موضوع را با انتقال به سمت بالای تابع تولید تفسیر نمود (همان: ۴). بر اساس کار فار و همکاران<sup>۳</sup> (۱۹۹۴) شاخص مالم کوئیست بین زمان s (زمان پایه) و زمان t بدین صورت است:

$$m_o = (y_s, x_s, y_t, x_t) = \left[ \frac{d_o^s(y_t, x_t)}{d_o^s(y_s, x_s)} \times \frac{d_o^s(y_t, x_t)}{d_o^s(y_s, x_s)} \right]^{1/2} \quad (۴)$$

که در عبارت فوق،  $d_o^s(y_t, x_t)$  بیانگر فاصله ستانده تولیدشده به نهاده‌های زمان t با فناوری زمان s است. سایر عبارت‌های معادله (۴) نیز به همین صورت قابل تفسیر است؛ عبارت فوق در واقع، بر اساس تابع فاصله<sup>۴</sup>، دو نوع تغییر TFP را همانند شاخص‌های پاشه و لاسپیرز محاسبه می‌کند که یکی از آنها بر اساس فناوری در زمان s و دیگری بر اساس فناوری در زمان t بوده و سپس متوسط هندسی این دو را به عنوان تغییر TFP بر اساس شاخص فیشر گزارش می‌کند. اگر  $m_o$  بزرگ‌تر از یک باشد، رشد TFP از s به t مثبت و در غیر این صورت، این رشد منفی است. معادله (۴) را می‌توان این گونه نوشت:

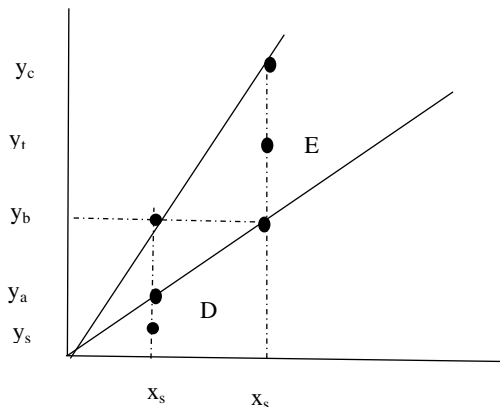
$$m_o = (y_s, x_s, y_t, x_t) = \left[ \frac{d_o^s(y_t, x_t)}{d_o^s(y_s, x_s)} \times \frac{d_o^s(y_s, x_s)}{d_o^s(y_t, x_t)} \right]^{1/2} \quad (۵)$$

که در عبارت فوق، عبارت خارج از گروه شاخص تغییرات کارایی فنی بین زمان s و t بر اساس کار فارل و سایر عبارت نیز تغییرات فنی است که این تغییرات فنی، متوسط هندسی تغییرات فنی بین دو

- 
1. Input- Orientated Measures
  2. Output- Orientated Measures
  3. Fare et al (1994)
  4. Distance Functions



زمان مورد اشاره است. با داشتن اطلاعات نهاده و ستانده‌ها به صورت پانل دیتا (ترکیب داده‌های مقطعی و سری زمانی) می‌توان از طریق روش تحلیل پوشش داده‌ها و به وسیله برنامه‌ریزی خطی، عبارت فوق را محاسبه و تغییرات TFP یک بنگاه را از زمان S به t محاسبه کرد. در تحلیل پوششی داده‌ها، یک سطح قطعه‌قطعه ناپارامتریکی (مرز) روی داده‌ها ایجاد می‌گردد و سپس شاخص‌های مرتبط با TFP نسبت به این سطح محاسبه می‌گردد.



مأخذ: کولی و همکاران، ۱۹۹۸: ۲۲۵

شکل ۲. شاخص‌های بهره‌وری مالم کوئیست

این برنامه‌ریزی شامل چهار برنامه‌ریزی خطی است که تابع فاصله را بر اساس معادله (۵) که دارای چهار تابع فاصله می‌باشد، کمینه می‌کند. سپس می‌توان از طریق فاصله‌های به دست آمده و بر اساس معادله (۵)، تغییرات فنی و تغییرات کارایی فنی را به دست آورد.<sup>۱</sup> انجام برنامه‌ریزی خطی با دو فرض بازدهی ثابت به مقیاس<sup>۲</sup> و بازدهی متغیر نسبت به مقیاس<sup>۳</sup> منجر به محاسبه کارایی مقیاس و کارایی خالص می‌شود:

$$TE_{CRS} = TE_{VRS} \cdot SE \quad (۶)$$

۱. در یوسفی حاجی‌آباد (۱۳۹۵)، شرح روش‌شناسی به تفصیل آورده شده است.

2. Constant Returns to Scale (CRS)  
3. Variable Returns to Scale (VRS)

بر اساس معادله (۶)، کارایی فنی در حالات بازدهی ثابت به مقیاس برابر با حاصل ضرب تغییرات کارایی فنی با فرض بازدهی متغیر نسب به مقیاس (کارایی خالص) ضرب در کارایی مقیاس است. کارایی مقیاس راجع به مقیاس بهینه تولید بوده و بیانگر این است که تولید بنگاه تا چه اندازه با تولید بهینه که در آن، بهره‌وری عامل تولید بیشینه است، فاصله دارد.

#### ۴. داده‌ها و سنجش بهره‌وری شرکت‌ها

برای محاسبه تغییرات TFP و شاخص‌های مرتبط با آن در شرکت‌های فولاد خراسان، فولاد خوزستان، فولاد مبارکه و ذوب‌آهن اصفهان ارزش ستانده این شرکت‌ها به‌عنوان ستانده در نظر گرفته شده است. شرکت فولاد خراسان، تنها محصول «بیلت» را تولید می‌کند. فولاد خوزستان چهار محصول «بیلت»، «میلگرد»، «اسلب» و «بلوم»، شرکت فولاد مبارکه ۲ محصول «ورق گرم» و «اسلب» و ذوب‌آهن اصفهان نیز ۸ محصول «تیر آهن»، «میل گرد»، «کلاف»، «شمش چدن»، «ورق گرم»، «شمش کالایی»، «بلوم» و «اسلب» تولید می‌کنند. از آنجا که این محصولات دارای ارزش متفاوتی می‌باشند و هر شرکت محصولات متنوعی را تولید می‌کند، در این مقاله به جای ستانده فیزیکی از ارزش ریالی آن استفاده شده است. مواد اولیه مصرفی (هزینه مواد مستقیم)، هزینه نیروی کار (اعم از نیروی کار تولیدی و غیرتولیدی)<sup>۱</sup>، هزینه انرژی و ماشین‌آلات به‌عنوان نهاده‌ها به کار رفته‌اند. این متغیرها از سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران (ایمیدرو) اخذ شده است و متغیرهای اسمی توسط همین سازمان تعدیل قیمتی شده‌اند؛ به‌نحوی که ستانده و هزینه مواد مستقیم این بنگاه‌ها با شاخص قیمت تولیدکننده در گروه فلزات پایه<sup>۲</sup>، ارزش ماشین‌آلات و انرژی با شاخص کل بهای تولیدکننده و دستمزد نیز با شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۹۰ تبدیل شده‌اند.

---

۱. در رابطه با هزینه نیروی کار ذکر این نکته لازم است که به‌طور متوسط طی این دوره، سهم هزینه نیروی کار تولیدی از کل هزینه نیروی کار برای فولاد خراسان در حدود ۸۸ درصد و برای شرکت‌های خوزستان، فولاد مبارکه و ذوب‌آهن اصفهان این شاخص به ترتیب در حدود ۷۹، ۸۲ و ۸۱ درصد است.

۲. در صنعت فولاد کشور، قیمت فولاد در انواع آن با قیمت مواد اولیه آن، ارتباط نزدیکی دارد.

مواد اولیه مصرفی (مواد مستقیم)، مهم‌ترین قلم از هزینه‌های مستقیم شرکت‌های فولادسازی است، به طوری که سهم این هزینه از کل هزینه‌های مستقیم این شرکت‌ها در سال ۱۳۹۳، بین ۳۷ درصد تا ۶۸ درصد بوده است که در مطالعات صورت گرفته داخلی و خارجی راجع به تحلیل‌های بهره‌وری و کارایی صنایع فولادسازی، این قلم از نهاده‌ها کمتر مورد توجه قرار گرفته است. دارایی‌های شرکت‌های نیز عامل مهم تولید می‌باشد. دارایی‌های ثابت مشهود شرکت‌های فولادسازی شامل انواع اقلامی است که در این میان، ماشین‌آلات سهم بالایی را به خود اختصاص داده است. در سال ۱۳۹۳، بین ۱۹ تا ۳۰ درصد از ارزش دارایی‌های ثابت مشهود این شرکت‌ها، ماشین‌آلات بوده است. در شرکت‌های فولادسازی به واسطه ماهیت انرژی‌بری آن‌ها، هزینه انرژی در بین هزینه‌های سربار (هزینه‌های غیرمستقیم) مهم‌ترین قلم بوده و یکی از عوامل مهم تولید است.

متوسط نرخ رشد ارزش ستانده و نهاده‌های تولید طی دوره ۵ ساله ۱۳۸۹-۱۳۹۳، برای چهار شرکت مورد بررسی به شرح جدول (۱) است. ملاحظه می‌گردد که برای فولاد خراسان، طی دوره مورد بررسی به طور متوسط نرخ رشد ستانده ۷ درصد و هزینه مواد مستقیم ۱/۹ درصد است. برای دو بنگاه فولاد خوزستان و فولاد مبارکه، به طور متوسط نرخ رشد ستانده کمتر از نرخ رشد مواد مستقیم بوده است. برای ذوب‌آهن اصفهان، هم ستانده و هم هزینه مواد مستقیم، رشد منفی داشته است. گرچه متوسط کاهش مواد مستقیم بیشتر از متوسط کاهش ستانده بوده است؛ با این حال، سایر عوامل تولید این شرکت طی این دوره به طور متوسط رشد کرده است. همچنین هزینه نیروی کار تمامی شرکت‌های مورد بررسی رشد داشته که این رشد برای فولاد خراسان بیشتر از سایر شرکت‌ها بوده است. متوسط رشد هزینه انرژی برای ذوب‌آهن اصفهان بیش از ۲۰ درصد است که نسبت به سایر شرکت‌ها به مراتب بالاتر است. متوسط نرخ رشد ارزش ماشین‌آلات برای ذوب‌آهن اصفهان حدود ۲۴ درصد و برای سایر شرکت‌ها این متوسط نرخ رشد منفی است که این تنزل موجودی ماشین‌آلات برای فولاد خراسان و فولاد خوزستان بسیار زیاد است.

جدول ۱. متوسط نرخ رشد سالانه ستانده و عوامل تولید شرکت‌های فولادسازی، طی سال‌های ۹۳-۱۳۸۹ (درصد)

بنگاه	رشد ستانده	مواد مستقیم	نیروی کار	انرژی	ماشین‌آلات
فولاد خراسان	۷/۰	۱/۹	۷/۵	-۹/۰	-۲۷/۴
فولاد خوزستان	۷/۰	۱۳/۴	۶/۰	۳/۵	-۲۲/۲
فولاد مبارکه	۴/۴	۷/۱	۶/۷	۹/۶	-۱۴/۰
ذوب‌آهن اصفهان	-۵/۲	-۱۵/۴	۳/۹	۲۰/۲	۲۳/۸

مأخذ: نتایج تحقیق

شاخص بهره‌وری و اجزای آن بر اساس شاخص مالم کوئیست برای چهار شرکت مورد بررسی طی دوره ۱۳۸۹-۱۳۹۳ به شرح جدول (۲) است. با توجه به معادله (۵) که تغییرات TFP برابر با حاصل ضرب تغییرات کارایی فنی در تغییرات فنی است، می‌توان به صورت تقریبی سهم تغییرات کارایی فنی و تغییرات فنی در تغییرات TFP را بررسی کرد. همچنین با توجه به معادله (۶) نیز می‌توان به صورت تقریبی سهم تغییرات کارایی مقیاس و کارایی خالص را در تغییرات کارایی فنی بیان نمود.

جدول ۲. میانگین تغییرات شاخص بهره‌وری مالم کوئیست شرکت‌های مورد بررسی طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۳

بنگاه	تغییرات کارایی فنی	تغییرات فنی	تغییرات کارایی خالص	تغییرات کارایی مقیاس	تغییرات TFP
فولاد خراسان	۱/۰۰۰	۱/۰۲۷	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۲۷
فولاد خوزستان	۱/۰۳۰	۱/۰۷۷	۱/۰۰۰	۱/۰۳۰	۱/۱۰۹
فولاد مبارکه	۱/۰۰۰	۱/۰۱۱	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۱۱
ذوب‌آهن اصفهان	۱/۰۳۴	۰/۹۸۶	۱/۰۱۵	۱/۰۱۹	۱/۰۲۰
میانگین	۱/۰۱۶	۱/۰۲۵	۱/۰۰۴	۱/۰۱۲	۱/۰۴۱

مأخذ: نتایج تحقیق

بر اساس جدول (۲)، متوسط نرخ رشد TFP فولاد خوزستان حدود ۱۱ درصد است که در بین شرکت‌های مورد بررسی، بیشترین رشد TFP را داشته که این رشد بیشتر از ناحیه تغییرات فنی در این

شرکت بوده است. برای دو شرکت فولاد خراسان و فولاد مبارکه نیز رشد TFP از ناحیه تغییرات فنی بوده؛ اما تغییرات مثبت TFP ذوب آهن اصفهان (۲ درصد) به دلیل رشد ۳/۴ درصدی کارایی فنی بوده است. به‌طور خلاصه ملاحظه می‌گردد که تغییرات فنی نقش محوری در تغییرات TFP شرکت‌های موردبررسی دارد.

در بین این چهار شرکت، ذوب آهن اصفهان و فولاد خراسان به ترتیب با نرخ رشد ۳/۴ و ۳ درصدی، بیشترین نرخ رشد کارایی فنی را طی دوره موردبررسی داشته‌اند؛ درحالی‌که دو شرکت دیگر، طی این دوره تغییرات کارایی فنی نداشته‌اند. بهبود کارایی فنی ۳ درصدی فولاد خوزستان به دلیل رشد کارایی مقیاس در این شرکت بوده است؛ اما رشد کارایی فنی ذوب آهن اصفهان هم از ناحیه رشد کارایی خالص و هم رشد کارایی مقیاس صورت گرفته که در این میان سهم کارایی مقیاس بیشتر است.

مقایسه نتایج جدول (۱) با نتایج جدول (۲) بیانگر این است که با توجه به متوسط نرخ رشد سالانه ۷ درصدی ستانده و متوسط نرخ رشد TFP فولاد خراسان طی دوره ۹۳-۱۳۸۹، برای این شرکت، عامل اصلی رشد ستانده، رشد نهاده‌های تولید بوده است تا رشد TFP. در رابطه با فولاد مبارکه نیز رشد ستانده بیشتر ناشی از رشد عوامل تولید است تا رشد TFP. این نتایج شبیه به نتایج مطالعات راجان و سایرین (۲۰۰۸) و ری و پاتال (۲۰۱۰) راجع به رشد TFP در صنعت فولاد هند است که رشد تولید بیشتر ناشی از رشد نهاده‌های تولید می‌باشد. اما در رابطه با فولاد خوزستان، مقایسه جداول (۱) و (۲) با یکدیگر، این نتیجه حاصل می‌شود که رشد ستانده این شرکت، بیشتر از ناحیه رشد TFP است. متوسط نرخ رشد سالانه ستانده ذوب آهن اصفهان طی ۹۳-۱۳۸۹ نیز در حدود ۵/۲- درصد است؛ در حالی که متوسط نرخ رشد TFP این شرکت طی همین دوره حدود ۲ درصد است و لذا رشد ستانده این شرکت تأثیر سوء از کاهش عامل تولید مواد مستقیم (با متوسط نرخ رشد ۱۵/۴- درصد) داشته است.

در جدول (۴) پیوست این مقاله، تغییرات سالانه TFP هر یک از این شرکت‌ها برای دوره ۱۳۹۳-۱۳۹۰ و اجزاء آن آورده شده است. بر اساس جدول (۴)، بررسی روند کارایی فنی هر یک از شرکت‌ها طی دوره ۱۳۹۳-۱۳۸۹ نشان می‌دهد که کارایی فنی فولاد خراسان طی این دوره، شاخص

ثابت بوده است. فولاد خوزستان در سال ۱۳۹۰ در حدود ۱۲/۵ درصد رشد کارایی فنی داشته که این رشد ناشی از رشد ۱۲/۵ درصدی کارایی مقیاس بوده است. فولاد مبارکه نیز نظیر فولاد خراسان، طی دوره موردبررسی تغییرات کارایی نداشته است. ذوب آهن اصفهان، در سال ۱۳۹۰ در حدود ۱۲/۴ درصد رشد کارایی فنی را تجربه کرد که این رشد، حاصل رشد ۱۲/۴ کارایی مقیاس این شرکت در این سال بوده است. این شاخص برای شرکت ذوب آهن اصفهان در سال ۱۳۹۱ تغییراتی نداشت و ثابت باقی ماند. سپس در سال ۱۳۹۲، حدود ۱/۷ درصد رشد کرد که این رشد نیز حاصل رشد ۱/۷ درصدی رشد کارایی مقیاس بوده است. کارایی فنی این شرکت در سال ۱۳۹۳ نسبت به سال ۱۳۹۲ نیز تغییراتی نداشت. بررسی روند سالانه کارایی فنی شرکت‌های فولادسازی، حاکی است که برای آن دسته از شرکت‌هایی که در برخی از سال‌ها تغییرات کارایی فنی داشته‌اند، این تغییرات ناشی از تغییرات کارایی مقیاس بوده است. این نتیجه شبیه به نتیجه مطالعه تین (۲۰۰۴) راجع به صنعت فولاد تایوان است.

بررسی روند تغییرات TFP این شرکت‌ها طی دوره موردبررسی نیز نشان می‌دهد که فولاد خراسان در سال ۱۳۹۰ نسبت به سال ۱۳۸۹، در حدود ۵/۳ درصد کاهش در TFP داشته است که این کاهش، به دلیل کاهش ۵/۳ درصدی تغییرات فنی این شرکت بوده است. شاخص TFP این شرکت در سال ۱۳۹۲، تقریباً ۲۹/۵ درصد رشد داشت که این رشد ناشی از رشد تغییرات فنی این شرکت در این سال بود. شاخص TFP این شرکت در سال ۱۳۹۳ حدود ۲/۲ درصد رشد کرد که این رشد نیز تماماً ناشی از رشد تغییرات فنی در این سال بوده است. در سال ۱۳۹۳، این شاخص، کاهش ۱۱/۳ درصدی را تجربه کرد که این کاهش نیز ناشی از کاهش ۱۱/۳ درصدی تغییرات فنی این شرکت در این سال بوده است. برای فولاد خوزستان، شاخص TFP در سال ۱۳۹۰ نسبت به سال ۱۳۸۹، ۱۴/۳ درصد رشد نمود که از این مقدار، تقریباً ۱۲/۵ درصد آن ناشی از رشد کارایی فنی این شرکت و مابقی آن (حدود ۱/۶ درصد) به خاطر رشد تغییرات فنی بوده است. در سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۹۱ نیز تغییرات TFP این شرکت به ترتیب ۲۰/۸، ۱۸/۲ و ۷/۲- درصد بوده که تمامی این تغییرات ناشی از تغییرات فنی این شرکت بوده است.

طی دوره ۱۳۹۳-۱۳۹۰، شاخص TFP شرکت فولاد مبارکه به ترتیب ۳/۶-، ۱۲/۷، ۸/۴، ۱۱/۳- درصد رشد داشته که تغییرات TFP این شرکت در این سال‌ها به دلیل تغییرات فنی بوده است. برای ذوب آهن اصفهان، رشد TFP در سال ۱۳۹۰ حدود ۱- درصد بوده است. در این سال، کارایی فنی این شرکت حدود ۱۲/۴ درصد رشد کرد؛ اما تغییرات فنی این شرکت در این سال به اندازه‌ای منفی بود که در نتیجه تغییرات TFP این شرکت در سال ۱۳۹۰ منفی شد. در سال ۱۳۹۱ نیز تغییرات TFP این شرکت ۴/۳- درصد بود که این کاهش TFP به واسطه تغییرات فنی منفی این شرکت در این سال بوده است. در سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ تغییرات TFP این شرکت به ترتیب ۲۷/۱ و ۱۱/۱- درصد است که تقریباً تمامی این تغییرات، ناشی از تغییرات فنی این شرکت در این سال‌ها بوده است. ملاحظه می‌گردد که برای شرکت‌های مورد بررسی، تغییرات فنی سهم بالایی در تغییرات TFP دارد؛ اما در مطالعه سینگ و راینا (۲۰۱۵) دیده شد که رشد TFP شرکت‌های فولادسازی هند، ناشی از رشد کارایی فنی و همچنین تغییرات مثبت فنی این شرکت‌ها بوده است.

مجموع این چهار شرکت را می‌توان به‌عنوان یک بنگاه منفرد در نظر گرفت و سپس تغییرات TFP و اجزای آن را بر اساس شاخص مالک کوئیست به صورت سالانه بررسی نمود که در جدول (۳)، این نتایج آورده شده است.

جدول ۳. تغییرات سالانه شاخص بهره‌وری مال‌کوئیست مجموعه شرکت‌های موردبررسی طی ۱۳۸۹-۱۳۹۳

سال	تغییرات کارایی فنی	تغییرات فنی	تغییرات کارایی خالص	تغییرات کارایی مقیاس	تغییرات TFP
۱۳۹۰	۱/۰۶۰	۰/۹۵۱	۱/۰۱۲	۱/۰۴۸	۱/۰۰۸
۱۳۹۱	۱/۰۰۰	۱/۱۴۰	۱/۰۰۲	۰/۹۹۸	۱/۱۴۰
۱۳۹۲	۱/۰۰۴	۱/۱۳۱	۱/۰۰۰	۱/۰۰۴	۱/۱۳۶
۱۳۹۳	۱/۰۰۰	۰/۹۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۹۰۰
میانگین	۱/۰۱۶	۱/۰۲۵	۱/۰۰۴	۱/۰۱۲	۱/۰۴۱

مأخذ: نتایج تحقیق

در سال ۱۳۹۰، شرکت‌های فولادسازی موردبررسی در مجموع، رشد TFP در حدود ۰/۸ درصدی داشتند که گرچه کارایی فنی در این سال ۶ درصد رشد داشته است، اما کاهش حدود ۵ درصدی تغییرات فنی، بخشی از اثر رشد مثبت کارایی فنی بر رشد TFP را خنثی نموده است. TFP این مجموعه در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ به ترتیب ۱۴ و ۱۳/۶ رشد داشته است که این رشد، بیشتر از ناحیه تغییرات فنی بوده است؛ اما در سال ۱۳۹۳ مجموعه فولادسازی موردنظر کاهش ۱۰ درصدی در TFP داشت که علت آن، کاهش ۱۰ درصدی تغییرات فنی بوده است. ملاحظه می‌شود که تغییرات TFP از سال ۱۳۹۱ به بعد به اندازه زیادی تحت تأثیر تغییرات فنی است تا تغییرات کارایی فنی که این موضوع، تأکیدی دوباره بر اهمیت تغییرات فنی برای تغییرات TFP شرکت‌های فولادسازی می‌باشد.

## ۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

این مقاله به بررسی تغییرات TFP شرکت‌های فولاد خراسان، فولاد خوزستان، فولاد مبارکه و ذوب‌آهن اصفهان و شاخص‌های مرتبط با آن طی دوره ۱۳۸۹-۱۳۹۳ از طریق شاخص مال‌کوئیست پرداخت. مقاله حاضر نسبت به برخی از مطالعات خارجی مشابه در زمینه بررسی TFP از طریق شاخص مال‌کوئیست برای شرکت‌های فولادسازی، این برتری را دارد که به جای نهاده‌های فیزیکی



و نیز ستانده فیزیکی، از آنجا که نهاده‌ها مورد استفاده و ستانده تولیدی دارای انواع مختلف و در نتیجه دارای قیمت‌های متفاوتی نیز هستند، از مقادیر ارزشی آن‌ها استفاده کرده است. همچنین این مقاله در مقایسه با برخی از مطالعات خارجی نیز از این مزیت برخوردار است که مواد مستقیم را به‌عنوان یکی از نهاده‌های مهم در بررسی لحاظ نموده است. در بین مطالعات داخلی نیز این مقاله به محاسبه بهره‌وری به روش مالک کوئیست و شاخص‌های مرتبط به آن در سطح تفصیلی و بنگاهی برای صنعت فولاد کشور پرداخته است.

یافته‌های مقاله حاضر نشان داد که متوسط تغییرات کارایی فنی مجموع شرکت‌های فولادسازی منتخب طی دوره ۱۳۹۳-۱۳۸۹ در حدود ۱/۶ درصد است. بررسی تغییرات کارایی فنی نشان داد که تغییرات کارایی فنی، بیشتر ناشی از کارایی مقیاس است تا کارایی خالص. همچنین متوسط تغییرات TFP مجموع شرکت‌های فولادسازی منتخب طی دوره حدود ۴ درصد بوده و این تغییرات پرنوسان است. تحلیل تغییرات TFP نشان داد که تغییرات TFP، به‌اندازه زیادی تحت تأثیر تغییرات فنی است که این امر، اهمیت لزوم بهبود فنی برای افزایش تولید را به‌جای تکیه بر رشد عوامل تولید بیان می‌کند. مخصوصاً در بین شرکت‌های مورد تحقیق، آن دسته از شرکت‌هایی که در بیشتر سال‌ها تغییرات کاهشی فنی داشته‌اند، لزوم بهبود فناوری از اهمیت بیشتری برخوردار است.

به‌روزرسانی ماشین‌آلات و تجهیزات، استفاده از نیروی کار متخصص و استفاده از فناوری خارجی از طریق جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، در بهبود فناوری شرکت‌ها بسیار تأثیرگذار است. ارتباط بخش آموزش عالی با صنعت و عرضه فارغ‌التحصیلان مؤسسات آموزش عالی و دانشگاه‌ها بر اساس نیاز واحدهای تولیدی، از اهمیت بالایی برخوردار است. جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در این صنایع نیازمند بهبود فضای کسب و کار کشور نظیر تغییر قوانین کشور در راستای تسهیل مشارکت با خارجیان و حذف قوانین دست‌وپاگیر و شفافیت آن‌ها است. همچنین ورود شرکت‌های خارجی به کشور در زمینه فعالیت تهیه تجهیزات و ماشین‌آلات و خدمات پشتیبانی از آن‌ها نیز در امر بهبود بهره‌وری و ارتقای فنی صنایع کشور مفید است که البته ورود این دست از سرمایه‌گذاران نیز در گرو بهبود فضای کسب و کار کشور است.

## منابع

- جنتی مشکانی، ابوالفضل و امیرحسین ابراهیمی (۱۳۹۳). "برآورد کارایی فنی شرکت‌های منتخب فولاد تحت رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها و مدل CCR"، مجموعه مقالات سمپوزیوم فولاد ۹۳، یزد: مجتمع معدنی و صنعتی اردکان. صص ۲۷-۳۴.
- سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران (۱۳۹۵)، *راهنمای استخراج داده‌ها و محاسبه شاخص‌های بهره‌وری، ویرایش هفتم*. تهران: ایمیدرو.
- سالمی، اکبر؛ صمدیان، مؤگان و مجید جلیلی (۱۳۹۵) "آسیب‌شناسی عملکرد صنعت فولاد در ایران به تفکیک عوامل مؤثر بر محیط کسب‌وکار" موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی. گروه پژوهش‌های صنعت و معدن.
- صادقیان، محمد (۱۳۹۱)، "ارزیابی بهره‌وری عوامل تولید صنایع فولاد در ایران"، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه پیام نور. تهران.
- علی پور، محمدصادق؛ کیانی، کامبیز و زهرا شیدایی (۱۳۹۱)، "اندازه‌گیری و تحلیل شاخص مالم کوئیست برای صنایع فلزات اساسی ایران"، *فصلنامه علوم اقتصادی*. سال ۶. شماره ۲۰. صص ۱۴۶-۱۲۷.
- گمرک ج. ا. ایران (۱۳۹۳)، *آمار صادرات و واردات*.
- مرکز آمار ایران (سال‌های مختلف)، *حساب‌های ملی*.
- مرکز آمار ایران (سال‌های مختلف)، *نتایج سرشماری از کارگاه‌های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر*.
- یوسفی حاجی‌آباد، رضا (۱۳۹۵)، "ارزیابی بهره‌وری عوامل تولید در صنایع کارخانه‌ای ایران"، *سیاست‌گذاری اقتصادی*. سال هشتم. شماره پانزدهم. صص ۱۷۵-۱۵۳.

**Coelli, T.J.; Rao, D.S.P. and G.E. Battese** (1998), *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Norwell: Kluwer Academic Publisher.

**Ray, Sarbapriya & Pal, Mihir Kumar** (2010). "Measuring Total Factor Productivity Growth, Technical Efficiency and Technological Change in India's Iron and Steel Industry: a Nonparametric Approach", *Journal of Social and Economic Policy*, Vol. 7, No 2, pp. 207-221.

**Shin Y.** (2011), "Analyzing the Efficiencies of Korean Steel Companies Using DEA Model". *Metal*, pp 1-6.

**Singh, Neeraj Kumar and Raina Dalip** (2015), "Productivity Measurement of Steel Industry in India", *Global Journal of Enterprise Information System*, Vol 7. Issue 4. pp. 3-13.

**Tien, Hung-Hua** (2004), "Estimating the Efficiency of Taiwan's Steel-Making Firms", *Department of Economics. Shih Hsin University. Working Paper Series*. Vol. 2004-09, pp 1-18.

**World Bank** (2017), *World Trade Solutions (WITs)*.

پیوست ۱. تغییرات سالانه شاخص بهره‌وری مال‌م‌کوئیسیت هر یک از شرکت‌های فولادسازی

موردبررسی طی سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۸۹

سال	شرکت	تغییرات کارایی فنی	تغییرات کارایی فنی	تغییرات کارایی خالص	تغییرات کارایی مقیاس	تغییرات TFP
۱۳۹۰	فولاد خراسان	۱/۰۰۰	۰/۹۴۷	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۹۴۷
	فولاد خوزستان	۱/۱۲۵	۱/۰۱۶	۱/۰۰۰	۱/۱۲۵	۱/۱۴۳
	فولاد مبارکه	۱/۰۰۰	۰/۹۶۴	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۹۶۴
	ذوب آهن اصفهان	۱/۱۲۴	۰/۸۸۰	۱/۰۵۰	۰/۰۷۱	۰/۹۸۹
۱۳۹۱	فولاد خراسان	۱/۰۰۰	۱/۲۹۵	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۲۹۵
	فولاد خوزستان	۱/۰۰۰	۱/۲۰۸	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۲۰۸
	فولاد مبارکه	۱/۰۰۰	۱/۱۲۷	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۱۲۷
	ذوب آهن اصفهان	۱/۰۰۰	۰/۹۵۷	۱/۰۱۰	۰/۹۹۰	۰/۹۵۷
۱۳۹۲	فولاد خراسان	۱/۰۰۰	۱/۰۲۲	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۲۲
	فولاد خوزستان	۱/۰۰۰	۱/۱۸۲	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۱۸۲
	فولاد مبارکه	۱/۰۰۰	۱/۰۸۴	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۸۴
	ذوب آهن اصفهان	۱/۰۱۷	۱/۲۵۰	۱/۰۰۰	۱/۰۱۷	۱/۲۷۱
۱۳۹۳	فولاد خراسان	۱/۰۰۰	۰/۸۸۷	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۸۸۷
	فولاد خوزستان	۱/۰۰۰	۰/۹۲۸	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۹۲۸
	فولاد مبارکه	۱/۰۰۰	۰/۸۸۷	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۸۸۷
	ذوب آهن اصفهان	۱/۰۰۰	۰/۸۹۹	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۸۹۹

مأخذ: نتایج تحقیق