



## تخمین کشش های عوامل تولید و بهره وری شرکت بهره برداری نفت و گاز مارون

« صفحات ۱۴۳ تا ۱۶۳ »

علی اصغر اسفندیاری<sup>۱</sup> گل شید اخگر<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۹۰/۷/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۱/۲/۱۶

### چکیده

با توجه به اهمیت صنعت نفت در تولید ناخالص داخلی، منابع ارزی کشور و سهم درآمدهای نفتی در بودجه دولت، برآورد بهره وری و تخمین کشش های عوامل تولید نفت از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در این راستا، شرکت بهره برداری نفت و گاز مارون که حدود ۱۵ درصد نفت کشور را تولید می کند به عنوان موضوع پژوهش انتخاب و بهره وری و کشش های عوامل تولید آن طی دوره زمانی ۱۳۶۸-۱۳۸۸ تخمین زده شده است. متغیرهای مورد مطالعه ابتدا از نظر ساکن پذیری با آزمون دیکی-فولر تعمیم یافته مورد آزمون قرار گرفتند. سپس با استفاده از روش هم جمعی انگل- گرنجر الگوی تصحیح خطا برآورد شد. نتایج حاصل نشان داد که در طول دوره مورد بررسی شکل تابع به صورت کاب- داگلاس است و متوسط رشد بهره وری در شرکت بهره برداری نفت و گاز مارون ۷/۶ درصد می باشد. کشش نیروی کار ۰/۶۶، کشش سرمایه ۰/۳۱ و کشش انرژی ۰/۶۱ است. نتیجه آزمون والد نشان داد که بازده نسبت به مقیاس فزاینده و برابر با ۱/۵۹۶ است

واژه های کلیدی: بهره وری، نفت و گاز، هم جمعی انگل- گرنجر

طبقه بندی JEL: D 24

۱- استادیار تمام وقت گروه اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان

۲- نویسنده مسئول، دانش آموخته کارشناسی ارشد توسعه اقتصادی و برنامه ریزی دانشگاه آزاد اسلامی

واحد علوم و تحقیقات خوزستان Golshid.akhgar@yahoo.com

## ۱- مقدمه

امروزه در همه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه به اهمیت تولید و بهره‌وری به عنوان یکی از ضرورت‌های توسعه اقتصادی و کسب برتری رقابتی در عرصه‌های بین‌المللی تأکید دارند، زیرا در دنیای کنونی رقابت در صحنه‌های جهانی ابعاد دیگر به خود گرفته و تلاش برای نیل به سطح تولید و بهره‌وری بالاتر یکی از پایه‌های اصلی این رقابت‌ها را تشکیل می‌دهد. ارتقاء بهره‌وری که با استفاده بهینه از عوامل تولید حاصل می‌گردد، در رسیدن به توسعه پایدار افق‌های جدیدی را می‌گشاید، و بر این اساس باید پذیرفته شود که توجه جدی به مقوله بهره‌وری و شناخت و تأثیر عوامل تولید می‌تواند رشد اقتصادی تصریح شده در برنامه چهارم توسعه را قابل حصول سازد. هدف اصلی مقاله حاضر، تخمین کشش‌های عوامل تولید و بهره‌وری در شرکت بهره‌بردار نفت و گاز مارون است. در ابتدا به ذکر مبانی نظری و چند مورد از تحقیقات مشابهی که قبلاً در این زمینه انجام گرفته، خواهیم پرداخت. سپس در بخش روش تحقیق و نتایج تجربی با استفاده از تابع تولید برآورد شده، روابط بین عوامل مختلف تولید و مقدار تولید نفت و گاز بررسی و تفسیر می‌شود. افزون بر این، میزان تأثیر هر کدام از نهادها بر تولید، حساسیت تولید نسبت به هر یک از عوامل تولید و بازده نسبت به مقیاس، مورد بررسی قرار می‌گیرد. در پایان نیز نتیجه‌گیری کلی از مقاله حاضر ارائه خواهد شد.

## ۲- مبانی نظری

بهبود بهره‌وری موضوعی بوده که از ابتدای تاریخ بشر و در کلیه نظام‌های اقتصادی و سیاسی مطرح بوده است. اما تحقیق درباره چگونگی افزایش بهره‌وری به طور جدی مورد توجه اندیشمندان قرار گرفته است. واژه بهره‌وری برای نخستین بار به وسیله کوئینز<sup>۱</sup>، ریاضیدان و اقتصاددان مؤسس مکتب فیزیوکراسی در سال ۱۷۶۶ بکار برده شد. او با طرح جدول اقتصادی، اقتدار هر دولتی را منوط به افزایش بهره‌وری در بخش کشاورزی می‌داند. بعد از گذشت بیش از یک قرن، در سال ۱۸۸۳ فردی به نام، لیتره<sup>۲</sup>، بهره‌وری را دانش و فن تولید تعریف کرد. در

1 - Quesnay

2 - Littré

اوایل سالهای ۱۹۰۰، ارلی<sup>۱</sup>، بهره وری را رابطه میان بازده و وسایل بکاررفته برای تولید این بازده عنوان کرد (طاهری، ۱۳۸۸).

بهره وری به عنوان، نسبت تولید کالاها و خدمات، یا مجموعه هایی از کالا و خدمات (خروجی) به یک یا چند داده (ورودی) مؤثر در تولید آن کالاها و خدمات، تعریف شده است. ورودی ها ممکن است، زمین، سرمایه، انرژی، تکنولوژی و غیره باشند.

متخصصان مختلف، روش های متفاوتی را به شرح زیر برای اندازه گیری بهره وری در سطح شرکت ها به کار می برند (قلمباز، ۱۳۸۸).

- اقتصاددانان، از روش شاخص<sup>۲</sup>، روش تابع تولید<sup>۳</sup> و روش داده- ستانده<sup>۴</sup>.
  - مهندسان از روش شاخص، روش مطلوبیت و روش نظام خودکار<sup>۵</sup> (یا سیستم قابل تنظیم).
  - مدیران از روش صف<sup>۶</sup>، و روش نسبت های مالی.
  - حسابداران از روش بودجه بندی سرمایه<sup>۷</sup> و روش هزینه های واحد<sup>۸</sup>.
- معمولاً در سطح بخش های اقتصادی و ملی، دیدگاه اقتصاددانان مطرح است و برای بنگاه های اقتصادی علاوه بر دیدگاه اقتصاددانان می توان از دیدگاه مدیران نیز استفاده کرد.
- در یک دسته بندی کلی، عوامل مؤثر بر بهره وری را می توان به دو دسته داخلی و خارجی تقسیم نمود. عوامل داخلی، عواملی هستند که تحت حیطه و اختیارات افراد و مدیران داخل سازمان است که با تعمق و مدیریت صحیح می توانند با بهره وری بالا بکار گرفته شوند. این عوامل را می توان به شرح ذیل تقسیم بندی نمود:
- عوامل سخت افزاری: این عوامل شامل ۴ بخش تولید، کارخانه و تجهیزات، تکنولوژی و مواد و انرژی می باشند.

---

1 -Early

2 -Index Approach

3 -Productivity Function Approach

4 -Input-Output Approach

5 -Servo System

6 -Array Approach

7 -Capital Budgeting

8 -Unit Cost Approach

- عوامل نرم افزاری: این عوامل شامل ۴ بخش افراد، سازمان و سیستم، روش های کار و شیوه مدیریت می باشد.

عوامل خارجی، عواملی هستند که از خارج بر سازمان اثر می گذارند و تحت اختیار افراد و مدیران درون سازمان نیستند<sup>۱</sup>. یعنی مدیریت تشکیلات قادر نیست در کوتاه مدت آنها را تحت کنترل درآورد و یا برآنها، تأثیر گذارد. ولی سازمان باید خود را با تغییرات آنها منطبق سازد. عوامل خارجی مؤثر بر بهره وری بنگاه در سه گروه اصلاحات ساختاری، منابع طبیعی و عوامل زیربنایی قابل تقسیم بندی است.

اگر بخواهیم خیلی کلی به مسأله بنگریم، سطح و درجه توسعه یافتگی یک جامعه نیز می تواند در میزان بهره وری مؤثر باشد. در کشورهای در حال توسعه که دارای ویژگی عدم تثبیت در قوانین و ساختار هستند، تعداد متغیرهای تأثیرگذار در میزان بهره وری بیشتر از کشورهای توسعه یافته است.

به طور کلی می توان اجزای بهبود بهره وری را به صورت زیر برشمرد:

مشارکت کارمندان، تشویق ها، انگیزش ها، سودسهمی، مالکیت اندازه گیری، نظارت، هدایت و رهبری، اهداف، ارتباط، کارگروهی، تشریک مساعی، تعلیم و تربیت، سبک زندگی، محیط کار، احترام، قابلیت رشد، طراحی شغل، امنیت شغلی، رضایت شغلی، انگیزش مثبت برنامه ریزی، استقلال کاری، ساختار شخصیت، آموزش و گسترش، تعهد به کیفیت، انعطاف پذیری و انگیزه.

از نگاه تئوریک، رشد بهره وری نیروی کار از دو منبع رشد سرمایه سرانه و ارتقاء بهره وری کل عوامل بدست می آید. تکنیک های تولید سرمایه بهره وری نیروی کار را افزایش داده و بهبود بهره وری کل عوامل تولید، به افزایش بهره وری نیروی کار کمک می کند. بهبود بهره وری کل عوامل تولید می تواند در نتیجه عواملی نظیر مدیریت بهتر منابع تولید (شامل تخصیص بهینه منابع و استفاده بهتر از منابع وامکانات موجود)، افزایش سرمایه انسانی (شامل ارتقاء سطح بهداشت و سلامتی و افزایش سطح آموزش و مهارت نیروی کار)، افزایش انگیزه

نیروی کار در کار بیشتر و بهتر، خلاقیت و نوآوری، اصلاح ساختار سنی، جنسی و شغلی نیروی کار و پیشرفت فناوری رخ دهد. تکنیک های تولید کاربر نیز بهره وری سرمایه را افزایش داده و بهبود عوامل کل تولید به افزایش بهره وری سرمایه کمک می کند .

### ۳- پیشینه تحقیق

در داخل و خارج کشور مطالعات مختلفی در مورد توابع تولید در بخش های مختلف صنعتی به طور مستقیم و یا مطالعه بهره وری که به طور غیرمستقیم از تخمین این توابع ناشی می شود، صورت گرفته که به طور مختصر به برخی از آنها اشاره می شود:

ماسایوکی موریکوا<sup>۱</sup>(۲۰۱۰)، به بررسی تأثیر اتحادیه های کارگری بر بهره وری، سود و دستمزد در بیش از ۴۰۰۰ شرکتهای صنعتی و غیر صنعتی طی دوره زمانی ۱۹۹۸-۲۰۰۴ پرداخته است. داده های این بررسی با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی (OLS) تخمین زده شد. نتایج تخمین حاکی از این امر است که بین تشکیل اتحادیه های کارگری در شرکتهای صنعتی و غیر صنعتی ژاپن با بهره وری و دستمزد رابطه مثبت معنی دار و با میزان سوددهی شرکتهای رابطه ضعیفی وجود دارد. نتایج این مطالعه برای کشور آمریکا عکس ژاپن می باشد.

تزا پوچانگ و جین لی هو<sup>۲</sup>(۲۰۱۰)، به بررسی تغییرات بهره وری کل عوامل انرژی، کارآیی انرژی و پیشرفت فنی در ۲۹ استان کشور چین از طریق محاسبه شاخص بهره وری عوامل انرژی (TFEPI) طی دوره زمانی ۲۰۰۴-۲۰۰۰ پرداختند. نتایج حاصل نشان می دهد که بهره وری عوامل انرژی هر ساله طی دوره ۲۰۰۴-۲۰۰۰ به میزان ۱/۴٪ کاهش یافته ، اما کارآیی انرژی هر ساله طی این دوره به میزان ۰/۶ درصد بهبود و پیشرفت فنی انرژی به میزان ۰/۲٪ در سال کاهش یافته بود.

1- Masayuki Morikawa,2010

2 - Tzu- Pu Chang, J in Li Hu,2010

هالپرن و همکاران<sup>۱</sup>، (۲۰۰۹)، به بررسی تأثیر واردات بر بهره‌وری در شرکت‌های تولیدی مجارستان طی سال‌های ۲۰۰۳-۱۹۹۲ با استفاده از تابع تولید کاب-داگلاس پرداختند. فرم تابع مورد نظر به صورت زیر می‌باشد:

$$Y = \prod_{i=1}^N X_i^{\gamma_i} K^{\beta} L^{\alpha} \Omega \quad (3-1)$$

که در این فرمول،  $K$ : داده‌های سرمایه،  $L$ : داده‌های نیروی کار،  $\Omega$ : ضریب TFP و  $\gamma$ : مقیاس تابع تولید کاب-داگلاس در روند تولید است که جمع آن را بصورت  $\gamma = \sum_i \gamma_i$  نشان می‌دهد.

$X_i$  ترکیبی از مقدار کالاهای خارجی ( $X_{iF}$ ) و مقدار کالاهای داخلی ( $X_{iH}$ ) می‌باشد و بصورت زیر محاسبه می‌شود:

$$X_i = \left[ (B_i X_{iF})^{\frac{\theta-1}{\theta}} + X_{iH}^{\frac{\theta-1}{\theta}} \right]^{\frac{\theta}{\theta-1}} \quad (3-2)$$

در این فرمول،  $\theta$ ، کشش جانشینی بین کالای خارجی و داخلی می‌باشد.

نتایج حاصل نشان می‌دهد که افزایش واردات تأثیر بسیاری بر بهبود بهره‌وری دارد. بطوریکه افزایش سهم واردات کالاها از ۰ تا ۱۰۰٪، موجب افزایش بهره‌وری به میزان ۴۰٪ می‌شود و ۶۰٪ باقی مانده افزایش بهره‌وری، ناشی از جانشینی ناقص بین کالاها می‌باشد. بطوریکه  $\theta = 4/9$  است که این به معنی کوچک بودن کشش جانشینی کالای داخلی و خارجی می‌باشد و همچنین کاهش تعرفه واردات در این مطالعه تأثیر بسیاری بر بهبود بهره‌وری دارد که این امر موجب ورود شرکت‌های جدید به بازار کالاهای وارداتی می‌شود.

هادی زنوز و بختیاری، (۱۳۸۹)، در مطالعه خود به بررسی عوامل موثر بر اندازه‌گیری بهره‌وری عوامل تولید در شرکت کربن ایران طی دوره ۱۳۸۷-۱۳۷۸ با استفاده از روش تابع تولید کاب-داگلاس پرداخته‌اند. در این تابع متغیرهای توضیحی عبارتند از: نیروی کار ساده، نیروی کار متخصص، موجودی سرمایه و انرژی که به منظور رفع ساکن ناپذیری موجود در داده‌ها، از

تغییرات مرتبه اول آنها در تخمین تابع تولید استفاده شده است. نتایج بدست آمده حاکی از آن است که بهره وری نیروی کار ساده و متخصص، علی رغم نوسانات شدید، از رشد نسبی برخوردار بوده اند. بهره وری انرژی رشد قابل ملاحظه ای داشته است؛ هر چند در حالیکه به دلیل استفاده بیشتر از ظرفیت ماشین آلات، بهره وری موجودی سرمایه مورد استفاده در فرآیند تولید افزایش یافته، اما بهره وری کل موجودی سرمایه به شدت در حال کاهش است.

قلمباز (۱۳۸۸)، در پایان نامه کارشناسی ارشد خود با عنوان "تخمین تابع تولید و برآورد نرخ بهره وری نیروی انسانی در شرکت بهره برداری نفت و گاز کارون"، تابع تولید و نرخ بهره وری نیروی انسانی در شرکت مذکور را با استفاده از داده های سری زمانی ۱۳۶۵-۱۳۸۷ برآورد نموده است. برای این کار ابتدا، متغیرهای مورد مطالعه از نظر ساکن پذیری با آزمون دیکی- فولر تعمیم یافته مورد آزمون قرار گرفتند. سپس با استفاده از روش هم جمعی انگل- گرنجر<sup>۱</sup> الگوی تصحیح خطا برآورد شد. نتایج حاصل نشان داد که در طول دوره مورد بررسی شکل تابع به صورت کاب- داگلاس است که به شرح زیر می باشد:

$$LQ = 0.155 LK + 0.645 LL + 0.552 LF + 0.997 AR(1)$$

$$R^2 = 0.919 \quad (3-3)$$

هم چنین متوسط رشد بهره وری در شرکت بهره برداری نفت و گاز کارون ۸/۳ درصد می باشد. کشش نیروی کار ۰/۶۴، کشش سرمایه ۰/۱۵ و کشش انرژی ۰/۵۵ است. نتیجه آزمون والد<sup>۲</sup> نشان می دهد که بازده نسبت به مقیاس فزاینده و برابر با ۱/۳۴ می باشد. علی امامی میبیدی و زهرا ایزدی (۱۳۸۷)، در مطالعه خود به "اندازه گیری کارآیی فنی و بهره وری در پالایشگاه های نفت ایران" طی دوره زمانی ۱۳۸۶-۱۳۸۰ با استفاده از روش تحلیل پوششی (فراگیر) داده ها (DEA) اقدام نمودند. در این مقاله، متوسط کارآیی فنی پالایشگاه های کشور طی سالهای مذکور، حداکثر ۸۸٪ در سال ۱۳۸۸ و حداقل ۸۱٪ در سال

1- Engle- Granger

2- Wald

۱۳۸۲ بوده است. هم چنین در سال ۱۳۸۶، میزان افزایش بهره وری کل به طور قابل توجهی افزایش داشته که ناشی از تغییرات تکنولوژیکی بوده و بنابراین عامل اصلی بهبود بهره وری، پیشرفت تکنولوژیکی قلمداد شده است.

داریوش وافی نجار، (۱۳۸۵)، در بررسی بهره وری کل عوامل در بخش نفت و گاز ایران با تخمین تابع تولید بخش نفت و گاز طی دوره زمانی ۱۳۷۹-۱۳۵۷، نشان می دهد که سهم عامل سرمایه در تولید این بخش به طور متوسط برابر ۰/۵۶ و سهم نیروی کار، برابر ۰/۳۷، بوده است. این نتایج، برای محاسبه بهره وری کل این بخش با استفاده از روش سولو<sup>۱</sup> بکار رفته اند. بررسی نتایج نشان می دهد که بخش عمده ای از رشد ارزش افزوده بخش نفت، به رشد (مثبت یا منفی) بهره وری طی سال های مختلف وابسته است و نهاده نیروی کار و سرمایه سهم اندکی در تأمین این رشد دارند که البته این فرآیند برای صنعت نفت و صنایع مشابه که از ارزش ذاتی مخازن نفتی سود می برند، امری طبیعی است. لذا عامل تکنولوژی های نوین در جلوگیری از افت تولید مخزن و میزان ذخایر، از جمله عواملی هستند که لازم است در مطالعات مربوط به تجزیه عوامل مؤثر بر بهره وری این بخش، مورد توجه قرار گیرند.

آرش پرویزی، (۱۳۸۴)، در پایان نامه خود با عنوان، تخمین تابع تولید نیروگاه رامین اهواز، تابع تولید کاب- داگلاس را بصورت ذیل برای این نیروگاه تخمین زده است.

$$LnQ = -10/3598 + 0/1581 LnK + 0/6477 LnL + 0/3398 LnF + 0/980 MA \quad (1) \quad (3-4)$$

$$R^2 = 0/99$$

و براساس نتایج حاصله، متغیرهای مؤثر بر تولید برق در بنگاه مورد مطالعه (نیروگاه رامین اهواز) شامل سرمایه، نیروی کار و سوخت بوده و کشش آنها در مدل بلندمدت با روش حداقل مربعات معمولی (OLS) به ترتیب ۰/۰۸۶، ۰/۷۳۷ و ۰/۵۳۲ می باشد که در هر دو روش حکایت از مثبت بودن کشش تولید برق نسبت به نهاده های مذکور دارد. علاوه بر این بازده نسبت به مقیاس را در نیروگاه رامین اهواز فزاینده تشخیص داده است. در کوتاه مدت نیز ضریب جمله خطا را در روش OLS (۰/۹۷-) و در روش یوهانسن یوسیلیوس (۰/۸۶-) نشان داده است که در هر دو مدل نشان دهنده انحراف به سمت تعادل به سرعت بالاست.

## ۴- روش تحقیق

این مقاله به تفسیر روابط بین متغیرهای می پردازد. از طرفی دیگر، تحقیقی کاربردی است که نتایج آن می تواند به منظور بهبود شرایط و برنامه تولید مورد استفاده قرار گیرد. داده های این تحقیق براساس مطالعات کتابخانه ای است. جامعه آماری این تحقیق شرکت بهره برداری نفت و گاز مارون در دوره زمانی ۱۳۸۸-۱۳۶۸ است. داده ها و اطلاعات آماری، داده های ثانویه است که بصورت سالانه از صورت های مالی شرکت بهره برداری نفت و گاز مارون و امور کارکنان وزارت نفت و اداره شاخص های اقتصادی مرکز آمار ایران استخراج شده است. داده های مربوط به نیروی کار نیز، از سوی محقق جمع آوری شده و براساس پایه حقوق همگن سازی صورت پذیرفته و به نفر - ساعت در سال مورد استفاده قرار گرفته است.

لازم به توضیح است که داده های سری زمانی موجودی سرمایه وجود نداشته است و محقق با استفاده از سری زمانی از میزان سرمایه گذاری در هر سال و با توجه به شاخص قیمت ماشین آلات (زیربخش شاخص قیمت عمده فروشی کالاها)<sup>۱</sup> به محاسبه و تولید سری زمانی متغیر موجودی سرمایه مورد نیاز اقدام نموده است. از آنجا که در تخمین تابع تولید هدف برآورد مقادیر فیزیکی نهاده موجودی سرمایه نیست، بلکه میزان سرمایه به کار رفته در فرآیند تولید مورد استفاده قرار گیرد، از این رو، لازم است که ضریبی برای تعدیل سرمایه و اندازه گیری میزان واقعی ارزش سرمایه صرف شده در فرآیند تولید در نظر گرفته شود، این ضریب بعنوان عامل ظرفیت یا نرخ کاربرد شاخص نسبت محصول واقعی به محصول بالقوه است

با استفاده از این شاخص و با این فرض که از نهاده موجودی سرمایه با همان نسبت تولید واقعی به تولید بالقوه استفاده شده است، سری زمانی موجودی سرمایه تعدیل و بصورت سرمایه مولد به واحد سرمایه- ساعت تبدیل شده است. داده های متغیرهای مورد بحث در این تحقیق بصورت سری زمانی است. با استفاده از این داده ها و بکارگیری روش های اقتصادسنجی، رابطه میان مقدار تولید نفت و نهاده های کار و موجودی سرمایه در شرکت بهره برداری نفت و گاز مارون در قالب تابع تولید نفت و برآورد نرخ بهره وری نتایج تجزیه و تحلیل می شود. در این

---

1- Solow Approach



جدول (۱): نتایج برآورد توابع تولید

نوع تابع	کاب- داگلاس	متعالی	ترانسلوگ
متغیر وابسته متغیر مستقل	LQ	LQ	LQ
C	-	-	-
LK	۰/۳۱۹۰۰۳ (۲/۳۶۰۰۵۲) ۰/۰۰۳۰	-۲۷/۲۴۵۸۴ (-۲/۷۶۳۵۵۲) ۰/۰۱۴۵	-۱۳۳/۱۹۵۴ (-۳/۰۱۱۶۷۱) ۰/۰۰۸۸
LL	۰/۶۶۱۲۰۰ (۲/۹۱۳۹۴۱) ۰/۰۰۹۳	۵/۴۱۱۳۴۴ (۱/۴۷۹۳۲۴) ۰/۱۵۹۷	۹۵/۷۷۱۲۹ (۰/۴۸۴۶۰۳) ۰/۶۳۵۰
LE	۰/۶۱۶۴۲۵ (۲/۴۲۹۱۱۵) ۰/۰۰۲۹	۴۳/۸۲۴۱۱ (۲/۸۰۳۵۰۹) ۰/۰۱۳۴	۱۷۷/۰۸۵۱ (۱/۴۳۳۴۴۶) ۰/۱۷۲۲
K	-	۱۲E-۳/۹۲ (۱/۴۸۱۷۸۷) ۰/۱۵۹۱	-
L	-	-۰/۰۰۳۹۴۰ (-۰/۴۹۳۱۳۴) ۰/۶۲۹۱	-
E	-	-۷E-۲/۹۶ (-۲/۷۳۸۳۲۸) ۰/۰۱۵۲	-
LLK	-	-	۱۸/۹۰۹۱۱ (۲/۹۶۳۸۵۱) ۰/۰۰۹۷
LLLE	-	-	-۳۵/۰۸۰۷۱ (-۲/۷۶۹۶۷۱) ۰/۰۱۴۳
LKLE	-	-	-
LK <sup>2</sup>	-	-	-
LL <sup>2</sup>	-	-	-
LE <sup>2</sup>	-	-	۳/۸۲۸۸۱۳ (۰/۴۳۶۸۴۱) ۰/۶۶۸۴
R <sup>2</sup>	۰/۹۴۹۵۲۲	۰/۷۶۶۴۳۴	۰/۸۰۰۵۱۲
ADJUSTED R <sup>2</sup>	۰/۹۳۸۳۵۸	۰/۶۸۸۵۷۹	۰/۷۳۴۰۱۶
DW	۱/۶۹۷۸۳۶	۱/۴۲۶۹۴۸	۱/۵۸۴۲۱۵

مأخذ: نتایج تحقیق

توضیح این که اعداد داخل پرانتز در جدول (۱) مبین مقدار آماره<sup>۱</sup> و اعداد زیر آن نشانگر احتمال مقادیر بحرانی را نشان می دهد.

### ۵- نتایج تجربی

براساس نتایج حاصل از برآورد توابع تولید، مشاهده می گردد که تنها مدلی که کلیه ضرایب آن در سطح احتمال خطای یک درصد معنی دار و علامت های متغیرهای الگو با نظریه سازگار هستند، و همچنین براساس نتایج آزمون های تشخیص فرض کلاسیک، جمله اخلاص آن به لحاظ عدم خود همبستگی<sup>۱</sup>، فرم تبعی<sup>۲</sup>، طبیعی بودن توزیع<sup>۳</sup> و واریانس همسانی کلیه شرایط کلاسیک را دارا می باشد، تابع تولید کاب- داگلاس است.

در تحقیق فوق تابع تولیدی برآورد شده بصورت زیر می باشد:

$$LY = 0.319 LK + 0.661 LL + 0.616 LE \quad (5-1)$$

استفاده از روش های اقتصادسنجی برای کارهای تجربی مبتنی بر فرض ساکن پذیری<sup>۴</sup> متغیرها است. بررسی های انجام شده در این فرضیه نشان می دهد که در مورد بسیاری از سری های زمانی اقتصادی این فرض نادرست است و اغلب این متغیرها ساکن ناپذیر<sup>۵</sup> هستند. بنابراین مطابق با نظریه هم جمعی<sup>۶</sup> در اقتصادسنجی، ضروری است تا نسبت به ساکن پذیری یا ساکن ناپذیری آنها تحقیق کرد. برای این منظور از آزمون ریشه واحد دیکی- فولر تعمیم یافته<sup>۷</sup> استفاده می کنیم.

نتایج آزمون ADF در سطح و تفاضل اول سری های زمانی الگوهای توابع تولید در جدول (۲) ارائه شده است. براساس آزمون های انجام شده، نتیجه می گیریم که فرض صفر مبنی بر وجود ریشه واحد برای هیچ یک از متغیرها رد نمی شود و کلیه متغیرهای مدل در

1- Serial Correlation

2 - Fuctional Form

3 - Normality

4 - Stationary

5- Non Stionary

6 - Cointegration

7 - Augmented Dickdey- Fuller Unit Root Test (ADF)

سطح داده ها ساکن ناپذیر هستند. لیکن نتایج تکرار آزمون در مورد تفاضل اول متغیرها نشان می دهد که فرضیه ساکن ناپذیری تمام متغیرها پس از یک بار تفاضل گیری رد می شوند. بنابراین براساس آزمون ریشه واحد دیکی- فولر همه متغیرهای موجود در مدل تابع تولید جمعی از درجه یک، (۱) I هستند. نماد D در جدول (۲) بیانگر تفاضل مرتبه اول متغیرها است.

### جدول (۲): نتایج آزمون ADF بر داده های سری زمانی

نام متغیر	آماره $T$ دیکی فولر	مقدار بحرانی مک کینون	عرض از مبدأ	روند	وقفه	نتیجه
Q	-۰/۱۶۸۳۷۴	-۱/۹۶۰۲	ندارد	ندارد	۱	ساکن ناپذیر
DQ	-۳/۱۵۰۹۱۶	-۱/۹۶۱۴	ندارد	ندارد	۱	ساکن پذیر
L	۰/۶۵۴۶۴۰	-۱/۹۶۰۲	ندارد	ندارد	۱	ساکن ناپذیر
DL	-۲/۷۸۶۹۵	-۱/۹۶۱۴	ندارد	ندارد	۱	ساکن پذیر
K	۰/۸۵۶۱۶۲	-۱/۹۶۰۲	ندارد	ندارد	۱	ساکن ناپذیر
DK	-۲/۶۰۲۵۹۳	-۱/۹۶۱۴	ندارد	ندارد	۱	ساکن پذیر
F	-۱/۲۴۲۲۶۲	-۳/۶۷۴۶	دارد	دارد	۱	ساکن ناپذیر
DF	-۴/۳۶۱۳۹۳	-۳/۶۹۲۰	دارد	دارد	۱	ساکن پذیر
LQ	-۱/۹۶۷۹۱۶	-۳/۶۷۴۶	دارد	دارد	۱	ساکن ناپذیر
DLQ	-۳/۷۸۰۰۲۵	-۳/۶۹۲۰	دارد	دارد	۱	ساکن پذیر
LL	-۲/۶۵۳۰۶۴	-۳/۰۲۹۴	دارد	ندارد	۱	ساکن ناپذیر
DLL	-۳/۸۴۸۱۳۷	-۳/۰۴۰۰	دارد	ندارد	۱	ساکن پذیر
LK	۱/۲۰۰۸۵۲	-۱/۹۶۰۲	ندارد	ندارد	۱	ساکن ناپذیر
DLK	-۲/۷۶۷۶۵۴	-۱/۹۶۱۴	ندارد	ندارد	۱	ساکن پذیر
LF	۱/۷۱۳۴۷۲	-۱/۹۶۰۲	ندارد	ندارد	۱	ساکن ناپذیر
DLF	-۳/۱۵۰۰۷۸	-۱/۹۶۱۴	ندارد	ندارد	۱	ساکن پذیر
LLLK	۱/۳۶۵۵۱۱	-۱/۹۶۰۲	ندارد	ندارد	۱	ساکن ناپذیر
DLLLK	-۳/۶۳۱۰۶۳	-۱/۹۶۱۴	ندارد	ندارد	۱	ساکن پذیر
LLLF	۱/۷۳۹۵۴۷	-۱/۹۶۰۲	ندارد	ندارد	۱	ساکن ناپذیر
DLLLF	-۳/۷۰۵۷۱۶	-۱/۹۶۱۴	ندارد	ندارد	۱	ساکن پذیر
LKLF	-۲/۳۱۷۷۱۴	-۳/۶۷۴۶	دارد	دارد	۱	ساکن ناپذیر
DLKLF	-۴/۷۶۸۴۸۷	-۳/۶۹۲۰	دارد	دارد	۱	ساکن پذیر
LK <sup>2</sup>	۱/۱۸۸۰۱۳	-۱/۹۶۰۲	ندارد	ندارد	۱	ساکن ناپذیر
DLK <sup>2</sup>	-۲/۷۶۰۹۷۵	-۱/۹۶۱۴	ندارد	ندارد	۱	ساکن پذیر
LL <sup>2</sup>	-۲/۴۶۸۰۲۸	-۳/۰۲۹۴	دارد	ندارد	۱	ساکن ناپذیر
DLL <sup>2</sup>	-۳/۶۳۵۲۲۹	-۳/۰۴۰۰	دارد	ندارد	۱	ساکن پذیر
LF <sup>2</sup>	۱/۷۰۳۹۶۷	-۱/۹۶۰۲	ندارد	ندارد	۱	ساکن ناپذیر
DLF <sup>2</sup>	-۳/۱۴۸۱۳۱	-۱/۹۶۱۴	ندارد	ندارد	۱	ساکن پذیر

مأخذ: نتایج پژوهش

حال، برای این که نشان دهیم که رگرسیون برآورد شده کاذب نیست و آماره های آزمون  $t, F$  معمول از اعتبار لازم برخوردار هستند، آزمون هم جمعی انگل- گرنجر را به کار می بریم. هم جمعی تداعی کننده وجود یک رابطه تعادلی بلندمدت است که سیستم اقتصادی در طول زمان به سمت آن حرکت می کند.

روش انجام آزمون انگل- گرنجر و انگل- گرنجر تعمیم یافته<sup>۱</sup> به این شکل است که ابتدا رگرسیون مربوطه را به روش حداقل مربعات معمولی (OLS) برآورد می کنیم و سپس جملات پسماند حاصل را به روش دیکی- فولر (DF) یا دیکی- فولر تعمیم یافته (ADF) از نظر ساکن پذیری مورد بررسی قرار می دهیم. در صورت ساکن پذیر بودن جملات پسماند نتیجه گرفته می شود متغیرهای مورد بحث هم جمع هستند.

گام اول در انجام آزمون هم جمعی انگل- گرنجر آن است که مرتبه جمعی بودن متغیرهای الگو تعیین و اطمینان حاصل شود که همگی  $I(1)$  هستند. برای این منظور، از آزمون ریشه واحد دیکی- فولر استفاده می کنیم. نتایج کامپیوتری به دست آمده از نرم افزار با نرم افزار Eviews در جدول (۱) به صورت خلاصه آمده است. نتایج حاکی از آن است که متغیرهای الگو همگی در سطح اطمینان ۹۴ درصد جمعی از درجه یک، یعنی  $I(1)$  هستند.

در قدم دوم، رابطه  $(1-4)$  به روش حداقل مربعات معمولی برآورد می شود و جملات اخلاص آن به دست می آید (جدول ۱)، سپس در قدم سوم، وجود ریشه واحد در جملات اخلاص رگرسیون آزمون می شود. اگر وجود ریشه واحد، یا به عبارت دیگر، ساکن ناپذیری جملات اخلاص رد نشود، به معنی آن است که متغیرهای الگوی  $(1-4)$  هم جمع نیستند و در نتیجه، رابطه تعادلی بلندمدتی بین آنها وجود ندارد. اما اگر ساکن ناپذیری جملات اخلاص رد شود، می توان نتیجه گرفت که جملات اخلاص پایا هستند و یک رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرهای الگو برقرار است. به این منظور آزمون دیکی- فولر تعمیم یافته را به کار می بریم. نتایج بدست آمده در جدول (۳) گزارش می شود.

جدول (۳): نتایج آزمون ریشه واحد برای جملات اخلاص رگرسیون تابع تولید کاب- داگلاس

ADF Test Statistic	-2.210798	1% Critical Value*	-2.6968
		5% Critical Value	-1.9602
		10% Critical Value	-1.6251
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic
U(-1)	-0.446782	0.202091	-2.210798
D(U(-1))	0.181760	0.234498	0.775101
R-squared	0.223857	Mean dependent var	0.015637
Adjusted R-squared	0.178201	S.D. dependent var	0.863697
S.E. of regression	0.782969	Akaike info criterion	2.447852
Sum squared resid	10.42168	Schwarz criterion	2.547267
Log likelihood	-21.25460	F-statistic	4.903171
Durbin-Watson stat	1.875280	Prob(F-statistic)	0.040760

مأخذ: نتایج تحقیق

همان طور که نتایج نشان می دهد مقدار آماره t برابر با ۲/۲۱۰۷۹۸- می باشد و کمیت بحرانی آماره دیکی- فولر در سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر با ۱/۹۶۰۲- است. پس فرضیه صفر مبنی بر وجود ریشه واحد جملات پسماند رد می شود، به عبارت دیگر جملات پسماند ساکن هستند. بنابراین نتیجه می گیریم که یک رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرهای الگوی تابع تولید وجود دارد.

این رابطه تعادلی بلندمدت که توسط نرم افزار Eviews برآورد شده و در رابطه (۴-۵) گزارش شده عبارت است از:

$$LY = ۰,۳۱۹۰۰۳ \quad LK + ۰,۶۶۱۲۰۰ \quad LL + ۰,۶۱۶۴۲۵ \quad LE \quad (۵-۲)$$

$$t : \quad ۲/۳۶۰ \quad ۲/۹۱۳ \quad ۲/۴۲۹$$

$$R^2 = ۰,۹۴۹۵۲۲ \quad \overline{R^2} = ۰,۹۳۸۳۵۸ \quad F = ۸۷۷/۳۴۹۴ \quad DW = ۱,۶۹۷۸$$

همان طور که مشاهده می گردد تمامی ضرایب در سطح اطمینان ۹۴ درصد معنی دارند و دارای علائم سازگار با مبانی نظری هستند. ضریب تعیین تعدیل شده ( $\bar{R}^2$ ) برابر با ۹۳ درصد است که نشان دهنده قدرت توضیح دهنده بالایی الگو می باشد.

مجموع سهم نیروی کار، سرمایه و انرژی از تولید برابر ( $1/596 = 0/661 + 0/319 + 0/616$ ) است. با توجه به مقدار  $1/596$ ، احتمال داده می شود که در دوره مورد بررسی ۱۳۶۸-۱۳۸۸ تولید در شرکت بهره برداری نفت و گاز مارون از بازده فزاینده برخوردار بوده است. جهت پذیرش یا رد این ادعا آزمون والد ۱ که فرضیه صفر و مقابل آن به صورت زیر است، مورد آزمون قرار گرفت.

$$H_1 = \alpha + \beta + \gamma = 1 \quad (\text{تولید از بازدهی ثابت برخوردار است}) \quad (5-3)$$

$$H_0 = \alpha + \beta + \gamma \neq 1 \quad (\text{تولید از بازدهی ثابت برخوردار نیست})$$

نتایج آزمون والد در جدول (۴) آورده شده است.

جدول (۴): نتیجه آزمون والد

Null Hypothesis:	C(1)+C(2)+C(3)=۱.۵۹۶		
F-statistic	8.607791	Probability	0.008871
Chi-square	8.607791	Probability	0.003347

مأخذ: نتایج تحقیق

با توجه به نتایج فوق، فرضیه  $H_0$ ، یعنی بازده ثابت نسبت به مقیاس، رد می شود. به عبارت دیگر با توجه به این که  $\alpha + \beta + \gamma = 1/596$  است، می توان گفت که در شرکت بهره برداری نفت و گاز مارون بازده نسبت به مقیاس صعودی و برابر با  $1/596$  است.

حال برای تنظیم الگوی تصحیح خطای تابع تولید برآورد شده در رابطه جملات خطای مربوط به رگرسیون هم جمعی را با یک وقفه زمانی به عنوان یک متغیر توضیح دهنده در کنار تفاضل مرتبه اول سایر متغیرهای الگو قرار می دهیم و به کمک روش OLS ضرایب الگو را برآورد می کنیم. نتایج مربوط به الگوی تصحیح خطای تابع تولید برآورد شده توسط نرم افزار Eviews به شرح زیر گزارش می شود:

$$D(LY) = 0.59D(LL) + 0.25D(LK) + 0.59D(LE) - 0.34ECM(-1) \quad (5-4)$$

$$t: \quad (1/0.9) \quad (1/0.5) \quad (1/0.7) \quad (-1/9.9)$$

$$Prob: \quad (0/0.07) \quad (0/0.09) \quad (0/0.09) \quad (0/0.63)$$

$$R^2 = 0.9968 \quad \bar{R}^2 = 0.9905 \quad DW = 1.78 \quad F = 100.06$$

همان گونه که ملاحظه می شود، کلیه ضرایب الگو کاملاً معنی دارند.

مقایسه ضرایب عوامل تولید در تابع کوتاه مدت و بلندمدت نشان می دهد که تفاوت فاحشی بین آنها وجود ندارد. همان طور که انتظار می رفت، در کوتاه مدت نیز نیروی کار و موجودی سرمایه هر دو دارای اثر مثبت بر تولید هستند و با انتظارات نظری سازگارند. در کوتاه مدت سرمایه تأثیر معنی داری بر تولید ندارد، هم چنان که در بلندمدت مدت تأثیر آن نیز کم بود.

#### جدول (۵): نتایج الگوی تصحیح خطای تابع تولید

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LK)	0.258945	0.121669	1.051566	0.0095
D(LL)	0.590265	0.246680	1.092963	0.0071
D(LE)	0.590699	0.253540	1.076159	0.0092
ECM(-1)	-0.344303	0.172650	-1.994223	0.0635
R-squared	0.996815	Mean dependent var		0.163956
Adjusted R-squared	0.990593	S.D. dependent var		1.735652
S.E. of regression	0.141745	Akaike info criterion		-0.790087
Sum squared resid	0.567215	Schwarz criterion		-0.589234
Log likelihood	19.90087	F-statistic		100.0678
Durbin-Watson stat	1.785626	Prob(F-statistic)		0.000462

مأخذ: نتایج تحقیق

حال جهت محاسبه نرخ بهره وری نیروی انسانی در شرکت بهره برداری نفت و گاز مارون، رشد تولید را به صورت پیوسته در نظر می گیریم. طبق تعریف نرخ رشد، اگر  $y$  تابعی از زمان به صورت  $y=f(t)$  باشد، خواهیم داشت:

$$\rho = \frac{y'}{y} = r \quad (5-5)$$

در واقع  $y'$  نرخ تغییر تابع  $y$  است و  $\frac{y'}{y}$  نرخ تغییر یک واحد  $y$  یعنی

نرخ رشد  $r$  است. اما اگر توجه شود رابطه فوق یک معادله دیفرانسیل است، پس داریم:

$$\frac{dy}{dt} = r \Rightarrow \frac{dy}{y} = r \cdot dt \quad (5-6)$$

این یک معادله دیفرانسیل تفکیک پذیر می باشد:

$$\ln y = rt + \ln c \quad (5-7)$$

$$\ln \frac{y}{c} = r \cdot t \Rightarrow y = ce^{rt} \quad (5-8)$$

و اگر فرض کنیم در  $t=0$  و  $y=y_0$  داریم:

$$y = y_0 e^{rt} \quad (5-9)$$

با توجه به قیمت نفت که در سال ۷۸ معادل ۱۹/۹ دلار و در سال ۸۸ معادل ۵۰ دلار است،

$$t = 9, \quad y = y_{88}, \quad y_0 = y_{78} \quad \text{خواهیم داشت:}$$

$$y_{88} = y_{78} \frac{\text{قیمت دلار به ریال} * \text{قیمت نفت در سال ۷۸ به ریال} * (\text{مقدار تولید در سال ۷۸})}{\text{نفر ساعت نیروی انسانی}} = \frac{191679918 * 19/9 * 8650}{1739630} \quad (5-10)$$

$$y_{87} = y_{78} \frac{\text{قیمت دلار به ریال} * \text{قیمت نفت در سال ۸۷ به ریال} * (\text{مقدار تولید در سال ۸۷})}{\text{نفر ساعت نیروی انسانی}} = \frac{144629195 * 50 * 9500}{2787840} \quad (5-11)$$

مقادیر بدست آمده را با شاخص قیمت مصرف کننده (CPI) به قیمت ثابت سال WF تبدیل می کنیم.

لذا بدست خواهد آمد:  $y_{۷۸}=۱۸۵۶۹۸$  و  $y_{۸۸}=۲۴۷۸۸۰$ . پس خواهیم داشت:

$$\frac{\ln y - \ln y_0}{t} = r \ln e \quad (۵-۱۲)$$

اگر از معادله فوق آنتی لگاریتم بگیریم و سپس قسمت اعشاری را در ۱۰۰ ضرب کنیم، متوسط نرخ رشد بهره وری نیروی انسانی در طی سالهای ۷۸-۸۸ بدست می آید.

$$r = ۱/۰۷۶ \quad (۵-۱۳)$$

بنابراین متوسط رشد بهره وری در شرکت بهره برداری نفت و گاز مارون ۷/۶ درصد می باشد.

#### ۶- نتیجه گیری

هدف اصلی این مقاله، تخمین کشش های عوامل تولید و بهره وری در شرکت بهره برداری نفت و گاز مارون است. بر این اساس، روابط بلندمدت و کوتاه مدت تولید با استفاده از روش های اقتصادسنجی برای دوره ۱۳۶۸-۱۳۸۸ برآورد شده است. داده های این مقاله، مبتنی بر استفاده از داده های سری زمانی است؛ اما از آنجا که اغلب متغیرهای سری زمانی ساکن ناپذیر هستند، این امکان وجود داشت که با رگرسیون ساختگی روبه رو شویم. به همین دلیل، از آزمون ریشه واحد دیکی- فولر تعمیم یافته استفاده شد که نتایج آن حاکی از ساکن پذیر بودن تمام متغیرها است. در ادامه نیز از رویکرد هم جمعی انگل- گرنجر، برای شناسایی روابط کوتاه مدت و بلندمدت استفاده شده، نتایج حاصل از برآورد تابع تولید نشان می دهد که در طول دوره مورد بررسی (۱۳۶۸-۱۳۸۸)، متوسط رشد بهره وری در شرکت بهره برداری نفت و گاز مارون ۷/۶ درصد می باشد. کشش های نیروی کار، سرمایه و انرژی به ترتیب برابر با ۰/۶۶، ۰/۳۱ و ۰/۶۱ می باشد. هم چنین نتیجه آزمون والد نشان داد که در این شرکت، بازده نسبت به مقیاس فزاینده و برابر با ۱/۵۹۶ است. یعنی محصول بیشتر از مقیاس نهاده افزایش می یابد. ضریب جمله تصحیح خطا (ECT)، ۰/۳۴- است، یعنی ۳۴ درصد از عدم تعادل در هر دوره

تعدیل می شود. در کوتاه مدت، نیروی کار و سرمایه دارای اثر مثبت بر تولید نفت هستند که با انتظارات تئوریک سازگارند.

## منابع

- ۱- ابریشمی، حمید. (۱۳۸۱)، اقتصادسنجی کاربردی (رویکردهای نوین). انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- امامی میبیدی، علی. (۱۳۸۴)، اصول اندازه گیری کارآیی و بهره وری (علمی و کاربردی). چاپ دوم، تهران، ناشر: مؤسسه مطالعات و پژوهش بازرگانی، صفحات ۳۵-۵۲.
- ۳- امامی میبیدی، علی، ایزدی، زهرا. (۱۳۸۷)، "اندازه گیری کارآیی فنی و بهره وری در پالایشگاه‌های نفت ایران". فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال پنجم، شماره ۱۷، صفحات ۳۱-۵۶.
- ۴- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، (۱۳۸۱)، گزارش مشروح تجدید نظر شاخص بهای عمده فروشی در ایران بر مبنای سال پایه ۱۳۷۶. مدیریت کل آمارهای اقتصادی.
- ۵- پروکوپنکو، جوزف. (۱۳۷۲)، مدیریت بهره‌وری. ترجمه محمدرضا ابراهیمی مهر، انتشارات دفتر بین المللی کار، چاپ دوم.
- ۶- پرویزی، آرش. (۱۳۸۴)، تخمین تابع تولید نیروگاه رامین اهواز. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم و تحقیقات خوزستان.
- ۷- شرکت بهره برداری نفت و گاز مارون، (۱۳۸۸)، صورت های مالی شرکت بهره برداری نفت و گاز مارون.
- ۸- شیرین بخش، شمس الله، حسن خوانساری، زهرا. (۱۳۸۴)، کاربرد Eviews در اقتصادسنجی. انتشارات پژوهشکده اموراتصادی، صفحات ۱۵۶-۸۷ و ۲۴۵-۲۲۵.
- ۹- طاهری، شهنام. (۱۳۸۸)، بهره‌وری و تجزیه و تحلیل آن در سازمان ها. نشر هستان، چاپ شانزدهم.
- ۱۰- قلمباز، فرهاد. (۱۳۸۸)، تخمین تابع تولید و برآورد نرخ بهره وری نیروی انسانی در شرکت بهره برداری نفت و گاز کارون. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم و تحقیقات خوزستان.

- ۱۱- نو فرستی، محمد. (۱۳۷۸)، ریشه واحد و هم جمعی در اقتصادسنجی. انتشارات موسسه خدمات فرهنگی رسا، صفحه ۵۰.
- ۱۲- وافی نجار، داریوش. (۱۳۸۵)، بهره وری کل عوامل در بخش نفت و گاز ایران. مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۷۵، صفحات ۲۵۱-۲۲۳.
- ۱۳- هندرسن، جیمز.م.، کوانت، ریچارد. ا. (۱۳۷۹)، تئوری اقتصاد خرد. ترجمه مرتضی قره باغیان و جمشید پژویان، انتشارات موسسه خدمات فرهنگی رسا، چاپ دوم.
- ۱۴- هادی زنوز، بهروز، بختیاری، حمید. (۱۳۸۹)، عوامل موثر بر اندازه گیری بهره وری عوامل تولید: مطالعه موردی در شرکت کربن ایران. سال دهم، شماره ۲، صفحات ۲۶۶-۲۴۱.

15 – Chang, T., Hu, J. (2010), Total-Factor energy productivity growth ,technical progress and efficiency change:an empirical study of china. Journal Applied Energy, (87), 3262-3270.

16 –Halpern, L., et all. (2009), Imported inputs and productivity. Hungarian Academy of Sciences and CEPR.

17 –Morikawa, M. (2010), Labor unions and productivity: an empirical analysis using japanese firm- level data. Journal Labor Economics.