

## حل معماهای بهره‌وری با تخمین ناریب تابع تولید صنعتی در ایران

عسل پیله‌وری<sup>۱</sup>، محمد حسین رحمتی<sup>۲\*</sup>

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه صنعتی شریف،

Asal.pilehvari91@gmail.com

۲. استادیار گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه صنعتی شریف، rahmati@sharif.edu

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۶/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۸/۰۴

### چکیده

در مطالعات تجربی برای تخمین بهره‌وری کل عوامل تولید معمولاً از مدل سولو استفاده می‌کنند. در این مدل معمولاً ضرایب تابع تولید با برآوردگر حداقل مربعات تخمین زده می‌شود، اما چون این برآوردگر تورش ناشی از همزمانی انتخاب نهاده‌های تولید و شوک بهره‌وری را در نظر نمی‌گیرد، ضرایب تابع تولید تورش‌دار شده و در نتیجه تخمین درستی از بهره‌وری ارائه نمی‌دهد. مطالعات انجام شده بر اساس تخمین ساده بهره‌وری نشان می‌دهد اولاً بنگاه‌های کوچکتر بهره‌ورتر هستند و میانگین بهره‌وری در بخش دولتی بیش‌تر از بخش صنعتی است. در ثانی ادعا می‌کند که سهم نیروی کار در تابع تولید کم‌تر از ۴۰٪ است. ما در این مقاله ادعا می‌کنیم بهره‌وری سولو علامت‌های غلط به سیاست‌گذار می‌دهد. در این تحقیق ضمن بررسی روش‌شناسی تخمین بهره‌وری، بهره‌وری را در ۶ رشته فعالیت بخش صنعت ایران طی سال‌های ۹۰-۱۳۸۴ برآورد می‌کنیم. پارامترهای تابع تولید را که با روش حداقل مربعات معمولی، گشتاورهای تعمیم‌یافته و روش‌های نیمه پارامتریک برآورد شده، مقایسه کرده و با انتخاب روش لوینسون و پترین (۲۰۰۳) به عنوان مناسب‌ترین روش، بهره‌وری را در سطح بنگاه برآورد کرده‌ایم. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد سهم نیروی کار از تولید در سطح داده‌های خرد برای این ۶ رشته فعالیت بین ۰/۶ تا ۰/۸ و سهم سرمایه کم‌تر از ۰/۲ است. همچنین بر خلاف نتایج مطالعات پیشین. پس از بررسی رابطه اندازه بنگاه با بهره‌وری دریافتیم که این دو متغیر رابطه مستقیم یا یکدیگر دارند، علاوه بر آن بهره‌وری بنگاه‌های بزرگ با مالکیت خصوصی و دولتی تقریباً یکسان است.

طبقه‌بندی JEL: C52, C33, C18, C15, D24, L60

واژه‌های کلیدی: تخمین بهره‌وری کل عوامل تولید، تورش همزمانی، بخش صنعت، تابع

تولید، روش‌های پارامتریک

## ۱- مقدمه

بهره‌وری کل عوامل تولید<sup>۱</sup> به معنای آن بخشی از تغییرات تولید است که توسط تغییرات نهاده‌های فیزیکی مانند نیروی کار و سرمایه قابل توضیح نیست. مطالعات مربوط به اندازه‌گیری بهره‌وری معمولاً از دو شاخص بهره‌وری نیروی کار<sup>۲</sup> و بهره‌وری کل عوامل تولید استفاده می‌کنند که هر دو شاخص دارای اشکالاتی هستند. به عنوان مثال، بهره‌وری نیروی کار در بین بنگاه‌ها می‌تواند ناشی از تفاوت در شدت به‌کارگیری سرمایه توسط بنگاه‌های مختلف باشد. لذا براساس این شاخص، بنگاه‌هایی که مستلزم سرمایه بیش‌تر هستند، بهره‌وری بالاتری را نشان می‌دهند؛ اشکال دوم این است که نقش مهارت نیروی کار و تأثیر آن بر بهره‌وری نادیده گرفته می‌شود. روش‌های اندازه‌گیری بهره‌وری کل عوامل تولید به دو دسته‌ی پارامتریک و ناپارامتریک تقسیم می‌شوند. در رویکرد ناپارامتریک نیازی به تخمین تابع تولید نیست و روش‌های مختلفی مانند شاخص‌های عددی و حسابداری رشد وجود دارد. اما در رویکرد پارامتریک (اقتصادسنجی) با تصریح تابع تولید معین و تخمین پارامترهای آن، جزء پسماند مدل به عنوان بهره‌وری کل عوامل تولید<sup>۳</sup> در نظر گرفته می‌شود. در این تحقیق از روش‌های پارامتریک برای تخمین تابع تولید استفاده می‌کنیم.

تابع تولید رابطه بین نهاده‌ها (مانند نیروی کار و سرمایه) را با ستانده نشان می‌دهد. شاید اصلی‌ترین مشکلی که محققان برای تخمین تابع تولید با آن مواجه‌اند، وابستگی میان انتخاب نهاده‌ها و شوک‌های بهره‌وری مخصوص بنگاه باشد که منجر به مسأله‌ی تورش همزمانی<sup>۴</sup> می‌شود. به عبارتی دانش بنگاه از بهره‌وری خود، تصمیم بنگاه در انتخاب نهاده‌های تولید را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در صورت صحت این مسأله، نمی‌توان از روش حداقل مربعات معمولی برای تخمین ضرایب استفاده کرد. این مسأله در سال ۱۹۴۴ توسط مارشاک و آندریو<sup>۵</sup> مطرح و از آن پس روش‌های مختلفی برای رفع این مشکل ارائه شد. این روش‌ها عبارتند از: اثرات ثابت، متغیرهای ابزاری، گشتاورهای تعمیم‌یافته و روش‌های نیمه-پارامتریک. که در بخش پیشینه‌ی نظری به طور مختصری شرح داده شده‌اند.

## 1. Total factor productivity (TFP)

۲. بهره‌وری نیروی کار نسبت ارزش افزوده به تعداد نیروی کار است - شاخص دیگر بهره‌وری سرمایه است که از نسبت ارزش افزوده به موجودی سرمایه به‌دست می‌آید.

۳. در ادامه این تحقیق منظور از بهره‌وری، بهره‌وری کل عوامل تولید است.

## 4. Simultaneity bias

## 5. Marschak and Andrews

در این تحقیق هدف برآورد تابع تولید و به‌دست آوردن سهم نیروی کار و سرمایه و در نتیجه بهره‌وری بخش صنعت در سطح بنگاه است. برای این منظور روش‌های گشتاورهای تعمیم‌یافته، لوینسون و پترین (۲۰۰۳) و اولی و پکس (۱۹۹۶) را انتخاب و با تکنیک بوت‌استرپ معنی‌داری اختلاف بین ضرایب برآورد شده توسط آنها را بررسی می‌کنیم.

ادامه این تحقیق به این صورت است که در بخش دوم به گزیده‌ای از پیشینه‌ی نظری و تجربی در زمینه تخمین تابع تولید اشاره می‌شود. در بخش سوم داده‌های مورد استفاده در تحقیق شرح داده شده، سپس در بخش چهارم روش تحقیق و در بخش پنجم نتایج ارائه می‌شود.

## ۲- پیشینه‌ی تحقیق

### پیشینه‌ی نظری

برای اندازه‌گیری بهره‌وری کل، روش‌های گوناگونی مورد استفاده قرار می‌گیرد، که انتخاب آنها به هدف، نوع استفاده و همچنین سطح دسترسی به اطلاعات مورد نیاز جهت محاسبه، بستگی دارد. همانطور که قبلاً اشاره شد در یک تقسیم‌بندی کلی، روش‌های اندازه‌گیری بهره‌وری کل، شامل روش‌های ناپارامتریک و پارامتریک است. در رویکرد پارامتریک یا اقتصادسنجی از طریق برآورد تابع تولید بهره‌وری محاسبه می‌شود. در رویکرد ناپارامتریک، روش‌های مختلفی از جمله روش شاخص‌های عددی برای اندازه‌گیری بهره‌وری وجود دارد.

در روش پارامتریک (اقتصادسنجی) فرم تابعی معینی برای تابع تولید در نظر گرفته می‌شود، سپس تابع تولید به روش اقتصادسنجی برآورد و براساس تابع تولید برآورد شده، کشش‌های تولیدی نیروی کار و سرمایه مشخص و در نهایت بهره‌وری کل محاسبه می‌شود. مزیت عمده این روش نسبت به روش‌های ناپارامتریک، آزمون‌پذیر بودن و ظرفیت‌های بالقوه آن است. اما از جمله محدودیت‌های این روش ضرورت در اختیار داشتن مشاهدات کافی به منظور تخمین مدل است. از آنجا که این تحقیق بر روش‌های اقتصادسنجی متمرکز است، در ادامه به شرح مختصری از این روش‌ها می‌پردازیم.

روش اثرات ثابت بر این فرض استوار است که شوک بهره‌وری در طول زمان ثابت است، در حالی که این فرض در واقعیت کم‌تر اتفاق می‌افتد. متغیرهای ابزاری نیز امروزه کاربرد چندانی ندارند به این دلیل که نمی‌توان متغیر ابزاری مناسبی در سطح بنگاه یافت به طوری که با نهاده‌های تولید همبسته بوده اما با شوک بهره‌وری ناهمبسته باشد.

بلاندل و باند<sup>۱</sup> (۲۰۰۰) برآوردگر گشتاورهای تعمیم یافته را برای تخمین تابع تولید کاب-داگلاس به کار بردند و نشان دادند که این برآوردگر تخمین‌های سازگاری از ضرایب تابع تولید ارائه می‌دهد. اولی و پکس<sup>۲</sup> (۱۹۹۶) برای اولین بار جهت رفع تورش همزمانی روشی را معرفی کردند. آنها در این روش از تابع تقاضای سرمایه‌گذاری برای مدل کردن شوک بهره‌وری غیرقابل مشاهده در تابع تولید استفاده کردند. اما شرط اصلی برقراری معادلات روش اولی و پکس (۱۹۹۶) این است که باید سرمایه‌گذاری بنگاه مثبت گزارش شود. در نتیجه چنانچه بنگاهی سرمایه‌گذاری را گزارش نکرده یا صفر گزارش کرده است باید از نمونه انتخابی حذف شود. حال از آنجایی که بنگاه‌ها همیشه مقادیر سرمایه‌گذاری را گزارش نمی‌کنند؛ لوینسون و پترین<sup>۳</sup> (۲۰۰۳) از تابع تقاضای نهاده‌های واسطه‌ای برای مدل کردن بهره‌وری استفاده کرده و روش نوینی را ارائه دادند. علاوه بر آنها وولدریدج (۲۰۰۹) نیز با همان فروض لوینسون و پترین (۲۰۰۳) و اولی و پکس (۱۹۹۶) روشی جدید برای تخمین پارامترهای مدل معرفی کرد. اما اخیراً آکربرگ و همکاران (۲۰۱۵) با تکمیل فروض لوینسون و پترین (۲۰۰۳) و اولی و پکس (۱۹۹۶) برآوردگر جدیدی با شیوه‌ی اقتصادسنجی متفاوتی ارائه کردند که به لحاظ تجربی هنوز با این شیوه به جز در مقاله اصلی تابع تولیدی تخمین زده نشده است.<sup>۴</sup> جزئیات روش‌های اولی و پکس (۱۹۹۶)، لوینسون و پترین (۲۰۰۳)، گشتاورهای تعمیم یافته که این مقاله مبتنی بر آنها است در بخش چهارم به طور کامل توضیح داده شده‌اند.

### پیشینه‌ی تجربی

در زمینه تخمین تابع تولید به لحاظ تجربی مطالعات فراوانی در بیش‌تر کشورها انجام شده است. در این بخش به مهم‌ترین و جدیدترین مقالات ارائه شده بعد از سال ۲۰۰۰ در این زمینه اشاره می‌شود.

در سال ۲۰۰۳، لوینسون و پترین پس از ارائه روشی جدید در زمینه تخمین تابع تولید، این روش را بر روی چهار صنعت بزرگ در شیلی اعمال کردند. و با مقایسه نتایج برآوردگرهای روش جدید خود با نتایج حاصل از روش حداقل مربعات نشان دادند که

1. Blundell and Bond
2. Olley and Pakes
3. Levinsohn and Petrin

۴. جزئیات هر یک از این روش‌ها به طور کامل در پیوست آنلاین موجود در وب سایت نویسندگان آمده است.

روش حداقل مربعات ضرایب را با تورش زیادی برآورد می‌کنند. در سال ۲۰۱۲، بَورن<sup>۱</sup> در مقاله‌ای، ادبیات برآورد بهره‌وری با استفاده از رویکرد اقتصادسنجی را بررسی کرده و مزایا و معایب آنها را بر می‌شمرد که ما نیز در بخش مرور ادبیات نظری به آنها اشاره کرده‌ایم. سپس با استفاده از داده‌های صنعت مواد غذایی و آشامیدنی مربوط به کشور بلژیک در طی سال‌های ۲۰۰۳-۱۹۹۶ این روش‌ها را بررسی کرده و تابع تولید متناظر با هر صنعت را محاسبه می‌کند.

در زمینه‌ی روش‌شناسی تخمین تابع تولید بیسبروئک<sup>۲</sup> (۲۰۰۸) مطالعه‌ای انجام داده است. در این مطالعه از دو مجموعه داده، مربوط به صنعت نساجی کشور در حال توسعه‌ی کلمبیا و دیگری داده‌های مربوط به بخش صنعت زیمباوه استفاده کرده است و برآورد بهره‌وری حاصل شده از پنج روش مختلف را مقایسه نموده است. او نتیجه گرفت که انتخاب روش تخمین از اهمیت چندانی برخوردار نیست و متوسط بهره‌وری برآورد شده در بین روش‌های مختلف یکسان است. همچنین اگر فرض بازده ثابت به مقیاس در مدل‌ها لحاظ شود، نتایج بیش‌تر به یکدیگر نزدیک خواهند شد.

آکربرگ و همکارانش (۲۰۱۵)، روش برآورد لوینسون-پترین را اصلاح کرده و آنها مطالعات خود را روی داده‌های چهار صنعت در شیلی (به کار برده شده در لوینسون و پترین) انجام دادند. تنها تفاوت در این است که آکربرگ و همکارانش (۲۰۱۵) از ارزش افزوده به عنوان تولید استفاده کردند؛ در حالی که لوینسون و پترین تولید ناخالص را به کار گرفته‌اند.

مطالعات بسیاری در زمینه تخمین بهره‌وری بخش صنعت در ایران نیز انجام شده است به طوری که بیش‌تر این تحقیقات مبتنی بر روش‌های پارامتریک و محاسبه نرخ رشد بهره‌وری بوده است. از جمله مهم‌ترین آنها می‌توان به مطالعه‌ی نیلی و همکاران (۱۳۹۱) اشاره کرد. آنها در طی مطالعه‌ای گسترده بر رقابت‌پذیری بخش صنعت ایران، بهره‌وری را با شاخص ترنکوئیست محاسبه کردند و تأثیر متغیرهای خرد و کلان را بر بهره‌وری بنگاه‌ها بررسی کردند.

مطالعات دیگری از روش‌های پارامتریک مانند روش حداقل مربعات معمولی و اثرات ثابت برای تخمین تابع تولید استفاده کرده‌اند. مهرگان و سلطانی صحت (۱۳۹۳) در مقاله‌ای بهره‌وری صنایع ایران را در سطح کد ISIC دو رقمی با روش اثرات ثابت برآورد کردند. فطرس و همکاران (۱۳۹۱) به تحلیل رشد اقتصادی بخش صنعت ایران

1. Beveren  
2. Biesebroeck

پرداخته‌اند که در آن از روش اثرات ثابت استفاده کرده و بهره‌وری کل عوامل تولید را در سال‌های ۸۶-۱۳۷۹ تخمین زده‌اند. نتیجه اینکه صنایع ایران در این سال‌ها به طور متوسط ۱۲.۳۶ درصد رشد داشته است که ۱۶.۶ درصد آن از رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بوده است. حال آنکه می‌دانیم که این برآوردگرها ضرایب تورش‌داری می‌دهند. به همین دلیل ما در این تحقیق سعی کرده‌ایم روش‌های جدیدتر و دقیق‌تری برای تخمین تابع تولید به کار گیریم. یکی از مطالعاتی که با استفاده از شیوه‌های جدید انجام شده، مطالعه‌ی خیابانی و همکاران (۱۳۹۰) است. آنها در این مطالعه تابع تولید و بهره‌وری را برای ۱۰ رشته فعالیت بخش صنعت با استفاده از روش لوینسون و پترین (۲۰۰۳) در بازه زمانی ۸۶-۱۳۸۰ برآورد کردند و از انرژی به عنوان نهاده واسطه‌ای جهت مدل کردن کردن بهره‌وری استفاده کرده‌اند. اما ما برای به کار بردن روش لوینسون و پترین (۲۰۰۳) از مواد اولیه به عنوان نهاده واسطه‌ای استفاده می‌کنیم.

### ۳- داده‌ها

در این تحقیق بخش صنعت ایران را بررسی می‌کنیم. همانطور که قبلاً اشاره شد، برای تخمین تابع تولید به روش‌های فوق به داده‌های تابلویی<sup>۱</sup> در سطح بنگاه نیاز داریم. برای این منظور از داده‌های تابلویی طرح سرشماری بنگاه‌های صنعتی با ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر مرکز آمار ایران طی سال‌های ۹۰-۱۳۸۴ استفاده می‌کنیم. از آنجایی که بنگاه‌ها قیمت‌ها را گزارش نکرده‌اند، امکان ساختن شاخص قیمت برای تولید و نهاده‌ها در سطح بنگاه وجود نداشت، به همین دلیل از شاخص قیمت مصرف کننده به پایه‌ی سال ۱۳۸۳ برای حقیقی کردن متغیرها استفاده کرده‌ایم.<sup>۲</sup>

در این تحقیق بنگاه‌هایی که مقدار ارزش افزوده و نهاده‌های تولید آنها صفر و یا گزارش نشده بود، حذف شده‌اند؛ به طوری که نمونه نهایی شامل ۹۵۰۰۰ بنگاه است. خلاصه‌ای از ویژگی‌های رشته فعالیت‌ها در سطح کد ISIC دورقمی در جدول (۱) آمده است. در این جدول تعداد بنگاه معرف متوسط تعداد بنگاه در هر سال است، همچنین ارزش افزوده، سرمایه، تعداد و پرداختی به نیروی کار به صورت متوسط بنگاه در سال در این جدول گزارش شده است.<sup>۳</sup>

#### 1. Panel data

۲. لازم به ذکر است که متغیرها با شاخص قیمت تولید کننده و شاخص قیمت تولید کننده‌ی صنعت نیز حقیقی شده‌اند اما تغییراتی که در نتایج ایجاد شد، چندان قابل توجه نبوده؛ بنابراین در این تحقیق گزارش نشده است.
۳. تعریف متغیرها بر طبق تعریف مرکز آمار ایران در نظر گرفته شده است.

جدول ۱- مقدار ارزش افزوده و سرمایه و نیروی کار رشته فعالیت‌ها طی ۹۰-۱۳۸۴

کد ISIC	نام رشته فعالیت	تعداد بنگاه	درصد بنگاه بزرگ	ارزش افزوده*	سرمایه*	پرداختی به نیروی کار*	تعداد نیروی کار
۱۵	محصولات غذایی	۲۴۱۴	۲	۶۰۰/۱۷	۳۰۰/۴۹	۲۶۰/۵	۱۶۷۹۷۱
۱۶	محصولات ازتوتون و تنباکو	۲	۱۰۰	۷۵۴	۹۲۰/۱	۴۵۰	۶۸۰۷
۱۷	ساخت منسوجات	۱۰۴۸	۳	۵/۶۹۰	۱۰۰/۱۹	۴۴۰/۲	۸۶۳۲۰
۱۸	تولید پوشاک	۱۴۰	۲	۳۷۲	۹۰۹	۱۶۰	۶۶۹۲
۱۹	دباجی و عمل آوردن چرم	۱۷۹	۱	۴۸۸	۲۱۰/۱	۱۶۹	۷۳۳۱
۲۰	محصولات چوبی	۱۳۴	۱	۷۱۲	۵۳۰/۱	۲۵۸	۷۱۶۷
۲۱	ساخت کاغذ	۲۸۷	۱	۱/۶۵۰	۷۲۰/۳	۶۸۱	۱۸۵۵۹
۲۲	انتشاروچاپ و تکثیر	۲۰۱	۲	۸۷۱	۸۱۰/۲	۴۰۵	۱۰۶۹۶
۲۳	تولید کک و فرآورده‌های نفتی	۱۱۸	۱۱	۲۳/۰۰۰	۵۰۰/۲۶	۸۹۰/۱	۲۱۸۴۳
۲۴	محصولات شیمیایی	۸۵۰	۵	۳۶/۸۰۰	۳۰۰/۸۴	۱۴۰/۵	۹۲۶۱۲
۲۵	محصولات پلاستیکی	۷۷۷	۴	۵/۱۳۰	۱۰۰/۱۱	۶۷۰/۱	۴۹۵۱۰
۲۶	سایر محصولات کانی غیرفلزی	۲۵۴۵	۲	۲۰/۱۰۰	۶۰۰/۵۲	۲۵۰/۵	۱۴۴۹۶۱
۲۷	ساخت فلزات اساسی	۵۴۰	۷	۳۴/۳۰۰	۷۰۰/۵۸	۵۹۰/۵	۹۱۸۷۷
۲۸	محصولات فلزی فابریکی	۱۰۰۸	۲	۷/۱۳۰	۳۰۰/۱۲	۵۰۰/۲	۷۰۰۸۱
۲۹	ساخت ماشین آلات	۹۳۰	۴	۸/۳۵۰	۰۰۰/۱۵	۹۰۰/۲	۷۸۸۳۷
۳۰	ماشین آلات اداری	۳۱	۱۲	۴۶۸	۷۲۲	۱۸۵	۴۴۲۲
۳۱	ماشین آلات و دستگاه‌های برقی	۴۴۳	۵	۶/۶۷۰	۵۹۰/۷	۹۴۰/۱	۵۱۱۰۵
۳۲	تولید رادیو، تلویزیون و ...	۷۰	۵	۸۵۲	۴۹۰/۱	۳۰۱	۷۷۹۱
۳۳	ابزار پزشکی، اپتیکی و ...	۱۴۶	۴	۱/۱۴۰	۶۹۰/۱	۳۸۷	۱۲۰۳۷
۳۴	وسایل نقلیه موتوری و ...	۶۱۵	۸	۳۱/۳۰۰	۳۰۰/۲۸	۵۷۰/۷	۱۳۱۶۳۲
۳۵	تولید سایر تجهیزات حمل و نقل	۱۵۶	۵	۲/۳۸۰	۳۶۰/۳	۷۸۹	۱۸۵۱۴
۳۶	تولید مبلمان	۳۵۸	۱	۱/۱۶۰	۹۶۰/۲	۴۸۰	۱۶۴۱۴
۳۷	بازیافت	۱۰	۰	۱۲	۶۱	۷	۲۷۵

\* ارقام به میلیارد ریال است

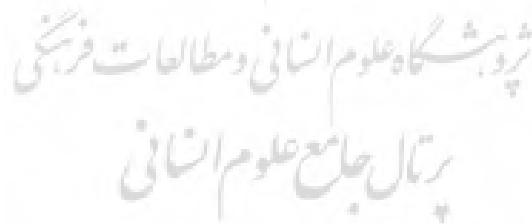
تعداد بنگاه، متوسط تعداد بنگاه در هر سال است.

بنگاه بزرگ به بنگاهی گفته می‌شود که تعداد کارکنان آن ۴۰۰ نفر و بیش‌تر باشد.

ارزش افزوده، سرمایه، پرداختی به نیروی کار و تعداد نیروی کار: متوسط مقدار بنگاه در سال است.

مقادیر به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳ هستند.

تمرکز اصلی این تحقیق بر ۶ رشته فعالیتی است که بیش‌ترین ارزش افزوده بخش صنعت را ایجاد می‌کنند<sup>۱</sup>. سهم ارزش افزوده رشته فعالیت‌ها از ارزش افزوده‌ی کل صنعت در سال ۱۳۹۰ در جدول (۲) آمده‌است. همچنین این رشته فعالیت‌ها از لحاظ ساختار بازار با یکدیگر متفاوت‌اند. به عبارت دیگر مجموعه انتخابی شامل رشته فعالیت‌هایی با تمرکز بالا، متوسط و پایین است، شاخص هرفیندال<sup>۲</sup> مربوط به هر رشته فعالیت در این جدول گزارش شده‌است. رشته فعالیت‌های منتخب عبارتند از محصولات شیمیایی (کد ۲۴)، ساخت فلزات اساسی (کد ۲۷)، وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم‌تریلر (کد ۳۴)، تولید کک و فرآورده‌های حاصل از نفت و سوخت‌های هسته‌ای (کد ۲۳)، محصولات کانی غیرفلزی (کد ۲۶) و محصولات غذایی و آشامیدنی (کد ۱۵). در جدول (۳) بهره‌وری نیروی کار برای رشته فعالیت‌های منتخب محاسبه شده‌است. بهره‌وری نیروی کار به معنی نسبت ارزش افزوده به پرداختی نیروی کار است<sup>۳</sup>. با توجه به نتایج جدول، این شاخص در طول زمان روند ثابتی نداشته اما در بیش‌تر رشته فعالیت‌ها بهره‌وری نیروی کار افزایش یافته است.



۱. تابع تولید و بهره‌وری برای تمامی رشته فعالیت‌ها محاسبه شده است.
۲. شاخص هرفیندال شاخص مناسبی برای سنجش میزان تمرکز بنگاه‌ها در بازار است که از مجموع مربعات سهم بازار تمام بنگاه‌هایی با فروش داخلی موجود در بازار بدست می‌آید.
۳. فرض کرده‌ایم شاخص مورد نیاز برای حقیقی کردن ارزش افزوده و پرداختی به نیروی کار یکسان است.



جدول ۲- سهم ارزش افزوده و عوامل تولید رشته فعالیت‌ها از کل صنعت در سال ۱۳۹۰

کد ISIC	نام رشته فعالیت	سهم ارزش افزوده از کل	سهم سرمایه از کل سرمایه	سهم پرداختی به نیروی کار از کل	نسبت سرمایه به ارزش افزوده رشته فعالیت	نسبت پرداختی به نیروی کار به ارزش افزوده	شاخص هر فیندال
۲۴	محصولات شیمیایی	۰/۲۴	۰/۲۴	۰/۱۴	۱/۶۶	۰/۱۴	۰/۰۷
۲۷	ساخت فلزات اساسی	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۳	۱/۷۴	۰/۲۰	۰/۱۱
۳۴	وسایل نقلیه موتوری و...	۰/۱۴	۰/۰۷	۰/۱۷	۰/۸۰	۰/۲۸	۰/۱۳
۲۳	تولید کک و فرآورده‌های نفتی	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۹۴	۰/۰۹	۰/۳۳
۲۶	سایر محصولات کانی غیر فلزی	۰/۱۰	۰/۱۵	۰/۱۱	۲/۷۰	۰/۲۶	۰/۰۱
۱۵	محصولات غذایی	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۱۲	۲/۰۹	۰/۲۸	۰/۰۱
۲۹	ساخت ماشین آلات	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۵	۱/۷۲	۰/۳۶	۰/۰۳
۲۸	محصولات فلزی فابریکی	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۵	۱/۷۱	۰/۴۰	۰/۰۱
۳۱	ماشین آلات و دستگاه‌های برقی	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۴	۱/۱۰	۰/۲۹	۰/۰۴
۲۵	محصولات پلاستیکی	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۳	۲/۰۰	۰/۳۱	۰/۰۳
۱۷	ساخت منسوجات	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۴	۳/۳۱	۰/۳۹	۰/۰۱
۳۵	تولید سایر تجهیزات حمل و نقل	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۱/۸۶	۰/۴۹	۰/۰۵
۲۱	ساخت کاغذ	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۲/۹۴	۰/۵۲	۰/۰۳
۳۶	تولید مبلمان	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۲/۱۹	۰/۴۳	۰/۰۶
۳۳	ابزار پزشکی/پتیک و...	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۱/۷۴	۰/۳۱	۰/۰۹
۲۲	انتشار و چاپ و تکثیر	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۲/۴۲	۰/۳۶	۰/۱۱
۲۰	محصولات چوبی	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۹۳	۰/۳۰	۰/۰۸
۳۲	تولید رادیو، تلویزیون و ...	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۰۷	۰/۲۶	۰/۰۸
۱۶	محصولات از توتون و تنباکو	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۵/۴۸	۰/۹۴	۱/۰۰
۳۰	ماشین آلات اداری	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۷۷	۰/۴۴	۰/۱۳
۱۸	تولید پوشاک	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۱۵	۰/۳۶	۰/۰۸
۱۹	دباجی و عمل آوردن چرم	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۶۴	۰/۳۶	۰/۰۳
۳۷	بازیافت	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۱۲/۱۸	۰/۷۵	۰/۱۵

محاسبات برای سال ۱۳۹۰ انجام شده است. مقادیر متغیرها به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳ هستند. ستون‌ها به ترتیب بیانگر، سهم ارزش افزوده از کل ارزش افزوده صنعت، سهم سرمایه از کل سرمایه صنعت، سهم پرداختی به نیروی کار از پرداختی به نیروی کار کل صنعت، سهم سرمایه از ارزش افزوده رشته فعالیت و سهم نیروی کار از ارزش افزوده کل رشته فعالیت است. شاخص هر فیندال گستره‌ای بین ۰ و ۱ دارد. اگر مقدار این شاخص کم‌تر از ۰.۰۱ باشد، ساختار رشته فعالیت رقابتی است. اگر بین ۰.۰۱ تا ۰.۱ باشد رقابتی نبوده اما تمرکز هم وجود ندارد. اگر بین ۰.۱ تا ۰.۱۸ باشد، تمرکز در بازار وجود دارد اما شدید نیست و اگر بیش‌تر از ۰.۱۸ باشد، تمرکز شدید است.

## جدول ۳- میانگین بهره‌وری نیروی کار رشته فعالیت‌های منتخب

ISIC کد	نام رشته فعالیت	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰
۱۵	محصولات غذایی	۸/۵۸	۸/۷۷	۸/۸۸	۷/۱۴	۶/۷۱	۷/۳۱	۳۱/۱۰
۲۳	تولید کک و فرآورده‌های نفتی	۲۲/۴۱	۲۲/۴۷	۲۶/۵۸	۲۵/۹۸	۱۶/۲۷	۱۸/۸۷	۱۹/۷۸
۲۴	محصولات شیمیائی	۱۷/۳۶	۱۸/۴۳	۲۰/۶۹	۱۴/۲۵	۹/۹۹	۱۳/۶۵	۱۸/۸۸
۲۶	سایر محصولات کانی غیرفلزی	۷/۷۹	۶/۳۰	۶/۲۳	۶/۸۷	۱۹/۰۸	۷/۶۹	۹/۱۷
۲۷	ساخت فلزات اساسی	۱۴/۲۴	۱۲/۸۰	۱۲/۳۹	۱۴/۰۲	۱۱/۴۵	۱۱/۵۱	۱۱/۲۱
۳۴	وسایل نقلیه موتوری و...	۷/۵۴	۱۳/۰۳	۵/۹۳	۵/۳۹	۵/۵۴	۵/۹۱	۹/۹۴

بهره‌وری نیروی کار طبق عبارت است از نسبت ارزش افزوده به پرداختی به نیروی کار

جدول (۴) بهره‌وری سرمایه را که از نسبت ارزش افزوده به موجودی سرمایه به دست می‌آید<sup>۱</sup>، نشان می‌دهد. نتایج حاکی از آن است که بهره‌وری سرمایه از سال ۱۳۸۴ به ۱۳۹۰، تقریباً در همه رشته فعالیت‌ها افزایش یافته است.

## جدول ۴- میانگین بهره‌وری سرمایه رشته فعالیت‌های منتخب

ISIC کد	نام رشته فعالیت	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰
۱۵	محصولات غذایی	۱/۸۲	۱/۵۷	۱/۴۰	۱/۲۳	۱/۳۵	۵/۹۸	۳/۵۵
۲۳	تولید کک و فرآورده‌های نفتی	۳/۴۷	۱/۶۵	۱/۶۰	۱/۵۲	۳/۳۶	۱/۸۶	۵/۶۰
۲۴	محصولات شیمیائی	۱/۵۸	۱/۸۷	۱/۳۲	۱/۱۱	۱/۰۳	۱/۱۸	۳/۱۲
۲۶	سایر محصولات کانی غیرفلزی	۲/۳۶	۲/۳۱	۱/۴۴	۱/۱۳	۱/۵۷	۲/۵۸	۴/۷۲
۲۷	ساخت فلزات اساسی	۱/۰۵	۱/۸۸	۱/۴۳	۱/۱۹	۱/۰۸	۱/۵۱	۲/۸۶
۳۴	وسایل نقلیه موتوری و...	۲/۸۶	۳/۱۷	۲/۱۴	۱/۸۲	۲/۱۱	۱/۹۷	۴/۶۳

طبق تعریف مرکز آمار ایران، بهره‌وری سرمایه عبارت است از نسبت ارزش افزوده به موجودی سرمایه

## ۴- روش تحقیق

همان‌طور که قبلاً اشاره کردیم روش‌های پارامتریک در تخمین بهره‌وری مسأله تورش همزمانی را رفع می‌کنند. این رویکرد شامل روش‌های تخمین اثرات ثابت، متغیرهای ابزاری، گشتاورهای تعمیم‌یافته و روش‌های نیمه پارامتریک است. به دلیل

۱. فرض کرده‌ایم شاخص مورد نیاز برای حقیقی کردن ارزش افزوده و سرمایه یکسان است.

محدودیت‌های اثرات ثابت و متغیرهای ابزاری، در این تحقیق از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته، اولی و پکس (۱۹۹۶) و لوینسون و پترین (۲۰۰۳) استفاده می‌کنیم. تابع تولید ارزش افزوده را به فرم لگاریتم تابع تولید کاب-داگلاس در نظر می‌گیریم:

$$\ln Y_{it} = \ln A_{it} + \beta_K \ln K_{it} + \beta_L \ln L_{it} \quad (1)$$

که در آن  $Y$  ارزش افزوده،  $K$  سرمایه فیزیکی،  $A$  بهره‌وری،  $L$  نیروی کار است.

داریم:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_K k_{it} + \beta_L l_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

حروف کوچک، لگاریتم حروف بزرگ هستند. عبارت  $\beta_0 + \varepsilon_{it}$  لگاریتم بهره‌وری است به طوری که  $\beta_0$  متوسط بهره‌وری صنعت بوده و  $\varepsilon_{it}$  میزان انحراف بنگاه  $i$  از متوسط بهره‌وری صنعت است. پس از برآورد پارامترهای تابع تولید، بهره‌وری از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$A_{it} = \exp\{\ln y_{it} - \widehat{\beta}_K \ln k_{it} - \widehat{\beta}_L \ln l_{it}\} \quad (3)$$

در ادامه این روش‌ها را به طور مختصر شرح می‌دهیم.

#### ۴-۱- روش گشتاورهای تعمیم‌یافته

در این روش از مقادیر با وقفه‌ی متغیرها به عنوان متغیرهای ابزاری<sup>۱</sup> استفاده می‌کنیم. مزیت روش گشتاورهای تعمیم‌یافته این است که در شرایط ساختارهای پیچیده خطا<sup>۲</sup> از جمله اثرات ثابت کاربرد دارد. به پیروی از بلاندل و باند (۲۰۰۰) شکل تابع تولید را به صورت رابطه (۲) در نظر می‌گیریم به طوری که به بهره‌وری جزء ثابت  $(\eta_i)$  اضافه شود. داریم:

$$y_{it} = \beta_t + \beta_K k_{it} + \beta_L l_{it} + (\eta_i + \omega_{it} + \gamma_{it}) \quad (4)$$

جزء خودرگرسیون بهره‌وری است که می‌تواند مرتبه اول و یا بالاتر باشد، در این تحقیق فرض کرده‌ایم که بهره‌وری فرآیند خودرگرسیون مرتبه اول دارد.  $\beta_t$  عرض از مبدا مرتب با زمان است.  $\gamma_{it}$  خطای اندازه‌گیری سریالی ناهمبسته<sup>۳</sup> است، که از فرآیند نوفه سفید پیروی می‌کند. بلاندل و باند (۲۰۰۰) با تعریف شرایط گشتاوری

1. Instrumental variables
2. Complex error Structures
3. Serially uncorrelated measurement error

مناسب که از فروض مدل به دست می‌آید و تکمیل برآوردهای آرلانو و باند<sup>۱</sup> (۱۹۹۱) پارامترهای مدل را برآورد می‌کنند.

#### ۴-۲- روش اولی و پکس (۱۹۹۶)

بر طبق روش اولی و پکس (۱۹۹۶) شوک بهره‌وری را به دو جزء بهره‌وری قابل مشاهده و غیرقابل مشاهده تقسیم می‌کنیم. منظور از شوک بهره‌وری قابل مشاهده، قسمتی از بهره‌وری است که برای بنگاه قابل مشاهده بوده، در نتیجه در تصمیم‌گیری‌های بنگاه در انتخاب نهاده‌های تولید تأثیر می‌گذارد؛ بدین صورت که پروکسی که از رفتار بهینه‌سازی بنگاه به دست می‌آید را در معادلات تخمین وارد کرده و بخشی از شوک بهره‌وری را که با نهاده‌ها همبستگی دارد؛ کنترل می‌کنیم. بر طبق این روش، تخمین در سه مرحله انجام می‌شود. معادله تابع تولید بنگاه نام با توجه به تابع تولید کاب-داگلاس به صورت رابطه‌ی (۲) است. با توجه به رویکرد در نظر گرفته شده توسط اولی و پکس داریم:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_k k_{it} + \beta_l l_{it} + \omega_{it} + \gamma_{it} \quad (5)$$

در رابطه‌ی (۲) جمله خطای  $\varepsilon_{it}$  به دو مؤلفه شکسته شده، مؤلفه  $\omega_{it}$  که با سایر نهاده‌های تولید همبستگی دارد و منبع تورش همزمانی در رابطه‌ی (۲) است و  $\gamma_{it}$  که نوفه سفید<sup>۲</sup> بوده و روی تصمیم‌گیری بنگاه در انتخاب نهاده‌ها، تأثیر نمی‌گذارد.  $\omega_{it}$  از فرآیند مارکوف مرتبه‌ی اول پیروی می‌کند، با توجه به رفتار بهینه‌سازی بنگاه، تابع تقاضای سرمایه‌گذاری را می‌توان به صورت تابعی از بهره‌وری و سرمایه نوشت:

$$i_{it} = i_{it}(\omega_{it}/k_{it})$$

به شرط مثبت بودن سرمایه‌گذاری، تابع تقاضای آن تابعی یکنواخت<sup>۳</sup> و صعودی از بهره‌وری است، پس می‌توان تابع تقاضای سرمایه‌گذاری را نسبت به بهره‌وری معکوس کرده و بهره‌وری را بر حسب سرمایه و تقاضای سرمایه‌گذاری نوشت. در نتیجه بهره‌وری به صورت زیر خواهد بود:

$$\omega_{it} = h_{it}(i_{it}/k_{it})$$

1. Arellano and Bond
2. White noise
3. Monotone

با جایگزین این تابع به جای بهره‌وری در رابطه‌ی (۵) پارامترهای مدل و بهره‌وری محاسبه می‌شود.

در نمونه انتخابی بیش از ۳۰٪ بنگاه‌ها سرمایه‌گذاری را صفر گزارش کرده بودند که هنگام استفاده از این روش آنها را حذف کردیم.

#### ۴-۳- روش لوینسون و پترین (۲۰۰۳)

در این روش، به جای سرمایه‌گذاری (در روش اولی و پکس، (۱۹۹۶)) نهاده‌های واسطه‌ای<sup>۱</sup> را به کار می‌بریم، مانند انرژی، سوخت، مواد اولیه و .... همان‌طور که قبلاً اشاره کردیم، برای برقراری شرط معکوس‌پذیری تابع تقاضای سرمایه‌گذاری، تنها بنگاه‌هایی که مقدار سرمایه‌گذاری را مثبت گزارش کرده‌اند؛ در محاسبات در نظر گرفته می‌شوند. در حالی که بنگاه‌ها در گزارش میزان سرمایه‌گذاری محتاط عمل می‌کنند. بنابراین در صورت استفاده از سرمایه‌گذاری، تعداد زیادی از بنگاه‌ها حذف شده و لذا تخمین‌ها قابل اعتماد نخواهد بود. به همین دلیل اگر به جای سرمایه‌گذاری از نهاده‌های واسطه‌ای استفاده کنیم، چون بنگاه‌ها بیش‌تر اوقات مقدار مثبتی برای نهاده‌های واسطه‌ای (مانند مواد اولیه و انرژی) گزارش می‌کنند؛ دیگر با این مشکل در داده‌ها مواجه نخواهیم شد. در این تحقیق از مواد اولیه به عنوان نهاده واسطه‌ای موردنظر جهت رفع تورش همزمانی استفاده می‌کنیم، زیرا تعداد مشاهدات صفر مواد اولیه کم‌تر از سوخت و برق است، همچنین خیابانی و همکاران (۱۳۹۰) این روش را با در نظر گرفتن انرژی به عنوان پروکسی به کار برده‌اند.

تابع تولید را به صورت رابطه (۵) در نظر می‌گیریم. تابع تقاضا برای مواد اولیه<sup>۲</sup> به صورت زیر است:

$$m_{it} = m_{it}(\omega_{it}/k_{it})$$

۱. نهاده‌های واسطه‌ای، نهاده‌هایی هستند که برای تولید کالاهای نهایی استفاده می‌شوند و خود به‌عنوان کالای نهایی مورد استفاده قرار نمی‌گیرند.
۲. نتایج برای حالتی که از سوخت و یا انرژی به عنوان پروکسی استفاده کنیم، تکرار شده‌است که تغییرات چشمگیری نداشته، لذا گزارش نشده‌است.

به شرط اینکه تقاضا برای مواد اولیه تابعی یکنواخت و صعودی در بهره‌وری باشد، در این صورت بهره‌وری را می‌توان با معکوس کردن معادله‌ی تقاضا برای مواد اولیه به صورت زیر به دست آورد.

$$\omega_{it} = h_{it}(m_{it}/k_{it})$$

سپس با قرار دادن این تابع به جای بهره‌وری در رابطه (۵) و در دو مرحله، ضرایب تخمین زده شده و بهره‌وری را محاسبه می‌کنیم. با توجه به این نکات، پارامترهای تابع تولید را با استفاده از این سه روش برآورد می‌کنیم.

روش بوت‌استرپ را برای مقایسه معناداری اختلاف نتایج حاصل از این سه روش به کار گرفته‌ایم. به این صورت که با روش بوت‌استرپ، ۲۰۰ بار از داده‌ها با جایگذاری نمونه‌گیری کرده و در هر بار نمونه‌گیری ضرایب تابع تولید را با هر سه روش برآورد می‌کنیم؛ جهت بررسی معناداری اختلاف بین ضرایب دو برآوردگر، از آزمون تی-استیودنت استفاده می‌کنیم. که نتایج آن در بخش بعدی آمده‌است.

##### ۵- تجزیه و تحلیل یافته‌ها

براساس روش‌های ذکر شده در بخش قبل تابع تولید کاب-داگلاس به صورت رابطه (۱) برای بخش صنعت ایران در سطح بنگاه برآورد شد. نتایج تخمین در جدول (۵) آمده‌است. جهت نشان دادن تورش همزمانی، تابع تولید را به روش حداقل مربعات معمولی نیز برآورد کردیم که نتایج آن نیز در این جدول گزارش شده‌است. همانطور که انتظار داشتیم، این روش ضریب نیروی کار و سرمایه را بیش برآورد می‌کند تا جایی که در تمام رشته فعالیت‌ها بازده صعودی به مقیاس برآورد می‌شود. لذا اگر برای برآورد تابع تولید و بهره‌وری از این روش استفاده شود و تورش همزمانی در نظر گرفته نشود، نتایج قابل اعتماد نخواهد بود. با توجه به نتایج، ضریب سرمایه به دست آمده از روش بلاندل و باند<sup>۱</sup> (۲۰۰۰) در تمام رشته فعالیت‌های منتخب به جز محصولات غذایی (۱۵) بی‌معنی است.

۱. آزمون سارجنت جهت حصول اطمینان از معتبر بودن ابزارهای به کار گرفته شده در تخمین انجام شده است که برای تمامی رشته فعالیت‌ها  $P$ -مقدار بدست آمده از آزمون دلالت بر رد فرض صفر دارد، به عبارت دیگر ابزارهای به کار برده شده در روش تخمین اعتبار لازم را دارند.

با توجه به ضرایب برآورد شده با هر سه روش در می‌یابیم که ضریب نیروی کار تخمین زده شده با داده‌های خرد (در سطح بنگاه) مقداری بین  $0/6$  تا  $0/8$  دارد و ضریب سرمایه مقداری کم‌تر از  $0/2$  به خود می‌گیرد، درحالی‌که همانطور که قبلاً اشاره شد، این مقدار برای سهم سرمایه با استفاده از مطالعات در سطح کلان  $0/6$  است. پس نتیجه می‌گیریم مطالعات با رویکرد خرد نتایج به‌دست آمده از مطالعات سطح کلان را تأیید نمی‌کند.

نتایج حاصل از آزمون برابری میانگین توزیع ضرایب در جدول (۶) آمده است. همان‌طور که این جدول نشان می‌دهد در بیش‌تر موارد فرضیه‌ی صفر رد شده و ضرایب برآوردگرها با یکدیگر اختلاف معنادار دارند، و تنها در رشته فعالیت وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم تریلر تمام ضرایب برآورد شده با بلاندل و باند ( $2000$ ) و اولی و پکس ( $1996$ ) به لحاظ آماری با یکدیگر برابر هستند.

با توجه به معنادار بودن اختلاف نتایج این سه برآوردگر لازم است مناسب‌ترین برآوردگر انتخاب شود. در برآوردگر اولی و پکس ( $1996$ ) حدود  $30\%$  از بنگاه‌ها به دلیل گزارش نکردن مقادیر مثبت برای سرمایه‌گذاری از جامعه آماری تحقیق حذف شده‌اند، که این مقدار تعداد قابل توجهی از مشاهدات را در برمی‌گیرد. بنابراین نمی‌توان به نتایج این برآوردگر چندان اعتماد کرد. از طرف دیگر برآوردگر بلاندل و باند ( $2000$ ) در بیش‌تر رشته فعالیت‌ها ضریب سرمایه را بی‌معنی برآورد کرده‌است که این موضوع سبب می‌شود از نتایج این برآوردگر نیز صرف نظر شود. بنابراین با توجه به این موارد برآوردگر لوینسون و پترین ( $2003$ ) را به عنوان بهترین مدل انتخاب می‌کنیم و بهره‌وری را با ضرایب حاصل از این روش تخمین می‌زنیم.

جدول ۵- برآورد ضرایب تابع تولید با برآوردگرهای مختلف

مقیاس	حداقل مریعات			اولی و پکس			بلاندر و باند			لوپنسون و پترین			کد ISIC
	ضریب			ضریب			ضریب			ضریب			
	سرمایه	نیروی کار	مقیاس	سرمایه	نیروی کار	مقیاس	سرمایه	نیروی کار	مقیاس	سرمایه	نیروی کار	مقیاس	
۱/۰۵	۰/۱۴*	۰/۹۱*	۰/۹۶	۰/۱۰*	۰/۸۶*	۰/۸۴	۰/۳۰*	۰/۵۴*	۰/۷۵	۰/۱۱*	۰/۶۳*	۱۵	
	(۰/۰۱)	(۰/۰۱)		(۰/۰۲)	(۰/۰۱)		(۰/۱۶)	(۰/۲۱)		(۰/۰۱)	(۰/۰۱)		
۱/۲۰	۰/۲۵*	۰/۹۶*	۰/۸۴	۰/۰۷	۰/۷۷*	۰/۲۸	-۰/۰۸	۰/۳۷	۰/۵۹	۰/۰۸*	۰/۵۱*	۲۳	
	(۰/۰۵)	(۰/۰۵)		(۰/۰۶)	(۰/۰۵)		(۰/۰۹)	(۰/۲۳)		(۰/۰۵)	(۰/۰۵)		
۱/۱۴	۰/۱۹*	۰/۹۶*	۱/۰۲	۰/۱۳*	۰/۸۹*	۰/۶۱	-۰/۰۹	۰/۷۰*	۰/۷۰	۰/۰۸*	۰/۶۳*	۲۴	
	(۰/۰۲)	(۰/۰۲)		(۰/۰۳)	(۰/۰۲)		(۰/۱۱)	(۰/۱۸)		(۰/۰۲)	(۰/۰۲)		
۱/۰۷	۰/۱۹*	۰/۸۹*	۰/۹۹	۰/۱۶*	۰/۸۳*	۰/۹۴	۰/۱۰	۰/۸۴*	۰/۸۲	۰/۱۳*	۰/۶۹*	۲۶	
	(۰/۰۱)	(۰/۰۱)		(۰/۰۲)	(۰/۰۱)		(۰/۱۴)	(۰/۱۸)		(۰/۰۱)	(۰/۰۱)		
۱/۱۰	۰/۳۳*	۰/۸۷*	۰/۹۶	۰/۱۳*	۰/۸۳*	۱/۰۳	۰/۱۹	۰/۸۳*	۰/۷۴	۰/۱۰*	۰/۶۵*	۲۷	
	(۰/۰۲)	(۰/۰۲)		(۰/۰۴)	(۰/۰۳)		(۰/۱۲)	(۰/۱۶)		(۰/۰۲)	(۰/۰۲)		
۱/۱۱	۰/۱۱	۱/۰۰*	۱/۰۱	۰/۰۸*	۰/۹۳*	۱/۱۵	۰/۱۵	۱/۰۰*	۰/۷۴	۰/۰۶*	۰/۶۸*	۳۴	
	(۰/۰۲)	(۰/۰۲)		(۰/۰۳)	(۰/۰۲)		(۰/۱۰)	(۰/۲۲)		(۰/۰۲)	(۰/۰۲)		

\* معنی داری در سطح اطمینان ۵/۱ را نشان می دهد.

اعداد در پرانتز انحراف معیار ضرایب است.

(۱۵) محصولات غذایی و آشامیدنی، (۲۳) تولید کک و فرآورده های نفتی و سوخت هسته ای، (۲۴) محصولات شیمیایی، (۲۶) محصولات کانی غیر فلزی، (۲۷) ساخت فلزات اساسی، (۳۴) وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم تریلر



جدول ۶- p - مقادیرهای آزمون تی - استیودنت مبنی بر عدم اختلاف معنادار بین ضرایب دو پرآوردگر مختلف

مقیاس	سرمایه	نیروی کار	لویسنون و پترین	مقیاس	سرمایه	نیروی کار	لویسنون و پترین	مقیاس	سرمایه	نیروی کار	لویسنون و پترین
< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	بلاندر و باند	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	بلاندر و باند	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	بلاندر و باند
< ۰/۰۱	*۰/۰۴	< ۰/۰۱	اولی و پکس	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	اولی و پکس	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	اولی و پکس
< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	بلاندر و باند	*۰/۴۱	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	بلاندر و باند	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	اولی و پکس
مقیاس	سرمایه	نیروی کار	لویسنون و پترین	مقیاس	سرمایه	نیروی کار	لویسنون و پترین	مقیاس	سرمایه	نیروی کار	لویسنون و پترین
< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	بلاندر و باند	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	بلاندر و باند	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	بلاندر و باند
< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	اولی و پکس	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	اولی و پکس	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	اولی و پکس
< ۰/۰۱	*۰/۱۰	< ۰/۰۱	بلاندر و باند	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	بلاندر و باند	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	اولی و پکس
مقیاس	سرمایه	نیروی کار	لویسنون و پترین	مقیاس	سرمایه	نیروی کار	لویسنون و پترین	مقیاس	سرمایه	نیروی کار	لویسنون و پترین
< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	بلاندر و باند	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	بلاندر و باند	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	بلاندر و باند
< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	اولی و پکس	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	اولی و پکس	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	اولی و پکس
*۰/۸۰	*۰/۴۲	*۰/۵۱	اولی و پکس	< ۰/۰۱	*۰/۱۱	< ۰/۰۱	بلاندر و باند	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	< ۰/۰۱	اولی و پکس

متوسط بهره‌وری برآورد شده برای رشته فعالیت‌ها در جدول (۷) آمده‌است و نشان می‌دهد در طول زمان بهره‌وری نوساناتی داشته‌است. مقادیر بهره‌وری حاکی از آن است که رشته فعالیت تولید کک و فرآورده‌های حاصل از سوخت و نفت خام، بالاترین بهره‌وری و سایر محصولات کانی غیرفلزی کم‌ترین بهره‌وری را در مجموعه انتخابی دارد.

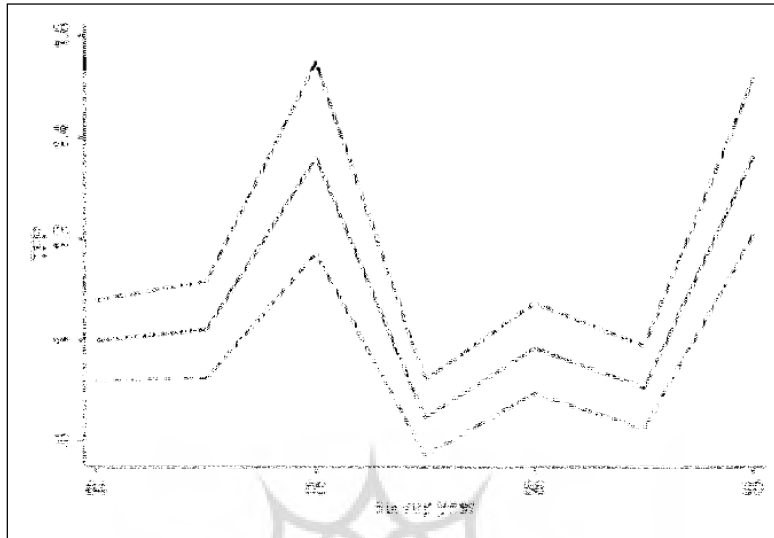
جدول ۷- میانگین موزون بهره‌وری در طی سال‌های ۹۰-۱۳۸۴ به تفکیک رشته فعالیت

ISIC کد	نام رشته فعالیت	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰
۱۵	محصولات غذایی	۱۹۳۰	۱۸۷۷	۱۸۰۴	۱۵۱۲	۱۷۷۰	۱۸۴۴	۴۷۶۸
۲۳	تولید کک و فرآورده‌های نفتی	۵۲۹۰۴۵	۵۲۹۹۵۶	۷۱۶۵۸۸	۵۸۳۹۱۷	۳۸۰۶۷۰	۳۷۶۱۹۵	۵۱۳۱۵۸
۲۴	محصولات شیمیایی	۲۵۴۵۱	۲۵۷۰۴	۲۸۶۲۴	۲۱۰۶۷	۱۶۲۲۶	۲۰۴۵۲	۲۹۰۳۳
۲۶	سایر محصولات کانی غیرفلزی	۴۴۳	۳۵۸	۳۱۰	۳۵۰	۶۰۳	۴۱۰	۴۵۶
۲۷	ساخت فلزات اساسی	۹۰۷۹	۷۷۲۱	۸۲۹۸	۹۱۵۵	۵۵۲۴	۶۱۲۶	۶۸۴۶
۳۴	وسایل نقلیه موتوری	۵۸۸۰	۸۵۸۲	۴۰۶۴	۳۸۶۴	۵۳۳۴	۵۶۲۳	۵۱۳۷

وزن داده شده به هر بنگاه برابر است با نسبت ارزش افزوده‌ی بنگاه در سال به کل ارزش افزوده رشته فعالیتش در آن سال

میانگین موزون<sup>۱</sup> بهره‌وری بخش صنعت و بهره‌وری برای رشته فعالیت‌های منتخب که به روش لوینسون- پترین تخمین زده شده‌اند همراه با فاصله اطمینان ۹۰٪، در نمودار (۱) و (۲) آمده‌است.

۱. در هر سال ابتدا میانگین بهره‌وری نرمال شده به سال ۱۳۸۴ را حساب کرده و سپس میانگین موزون بهره‌وری کل هر رشته فعالیت را محاسبه کرده، بدین صورت که، به هر بنگاه وزنی برابر سهم ارزش افزوده‌اش از ارزش افزوده کل رشته فعالیت در آن سال را اختصاص داده‌ایم. سپس در هر سال برای محاسبه میانگین موزون بهره‌وری کل صنعت، به هر رشته فعالیت وزنی معادل سهم ارزش افزوده‌اش از کل ارزش افزوده‌ی صنعت در آن سال نسبت داده‌ایم.



نمودار ۱- میانگین بهره‌وری کل عوامل تولید صنعت



نمودار ۲- میانگین بهره‌وری کل عوامل تولید ۶ رشته فعالیت منتخب

### ۵-۱- تکامل بهره‌وری

در این بخش تغییرات سهم سرمایه و نیروی کار بنگاه‌هایی که دارای بالاترین بهره‌وری هستند، بررسی می‌شود. لذا در هر سال در هر رشته فعالیت، بنگاه‌ها را بر حسب بهره‌وری به‌طور نزولی مرتب کرده و ۵٪ تعداد کل بنگاه‌های آن رشته فعالیت را که دارای بیش‌ترین بهره‌وری هستند، در نظر گرفته و مجموع سرمایه آنها را به‌دست آورده، این عمل را برای تمام رشته فعالیت‌ها انجام داده به‌طوری‌که در هر سال مجموع سرمایه ۵٪ تعداد بنگاهی که بالاترین بهره‌وری را در کل صنعت داشته‌اند، به‌دست آید. سپس سهم سرمایه ۵٪ تعداد بنگاه بهره‌ور هر رشته فعالیت از مجموع سرمایه ۵٪ تعداد بنگاه بهره‌ور کل صنعت محاسبه شده است. این مقادیر در جدول (۸) آمده‌است. همانطور که مقادیر جدول نشان می‌دهد، سهم سرمایه برای رشته فعالیتی مانند محصولات غذایی ثابت مانده اما برای رشته فعالیت تولید کک و فرآورده‌های حاصل از نفت و سوخت هسته‌ای به شدت کاهش یافته است. به این معنی که بنگاه‌های بهره‌ور در این رشته فعالیت در طول زمان سرمایه کم‌تری نسبت به کل سرمایه بنگاه‌های بهره‌ور جذب کرده‌اند. در حالی‌که برای برخی صنایع از جمله محصولات کانی غیرفلزی این مقدار افزایش داشته است.

جدول ۸- سهم سرمایه ۵٪ از بنگاه‌هایی با بالاترین بهره‌وری از مجموع سرمایه ۵٪ بنگاه‌های بهره‌ور کل صنعت

ISIC کد	نام رشته فعالیت	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰
۱۵	محصولات غذایی	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۴
۲۳	تولید کک و فرآورده‌های نفتی	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۳
۲۴	محصولات شیمیایی	۰/۲۳	۰/۳۷	۰/۳۶	۰/۴۰	۰/۴۷	۰/۴۳	۰/۴۶
۲۶	سایر محصولات کانی غیرفلزی	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۱۰	۰/۱۳
۲۷	ساخت فلزات اساسی	۰/۲۹	۰/۲۵	۰/۲۶	۰/۱۹	۰/۱۴	۰/۲۱	۰/۱۷
۳۴	وسایل نقلیه موتوری و...	۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۱۲	۰/۰۶

اعداد جدول نشان دهنده‌ی سهم سرمایه ۵٪ تعداد بنگاهی است که بالاترین بهره‌وری را در هر رشته فعالیت در هر سال دارند از کل سرمایه ۵٪ تعداد بنگاه‌هایی با بیش‌ترین بهره‌وری در تمام رشته فعالیت‌های صنعت.

مشابه محاسباتی که برای سهم سرمایه توضیح داده شد، برای سهم نیروی کار نیز انجام شده که در جدول (۹) آمده است. مقادیر جدول نشان می‌دهند که تغییرات سهم نیروی کار نسبت به سهم سرمایه چندان چشمگیر نیست. مثلاً برای رشته فعالیت تولید کک و... (۲۳) که سهم سرمایه ۱۰٪ تغییر کرده بود، تغییرات سهم نیروی کار حدود ۱٪ است.

جدول ۹- سهم نیروی کار ۵٪ بنگاه‌هایی با بالاترین بهره‌وری از مجموع نیروی کار ۵٪  
بنگاه‌های بهره‌ور کل صنعت

کد ISIC	نام رشته فعالیت	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰
۱۵	محصولات غذایی	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۴
۲۳	تولید کک و فرآورده‌های نفتی	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۲
۲۴	محصولات شیمیایی	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۲۲
۲۶	سایر محصولات کانی غیرفلزی	۰/۱۰	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۷
۲۷	ساخت فلزات اساسی	۰/۱۸	۰/۲۰	۰/۲۱	۰/۱۶	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۱۷
۳۴	وسایل نقلیه موتوری و...	۰/۲۷	۰/۲۷	۰/۲۱	۰/۳۲	۰/۳۳	۰/۳۰	۰/۲۷

اعداد جدول نشان دهنده سهم نیروی کار ۵٪ بنگاهی است که بالاترین بهره‌وری را در هر رشته فعالیت در هر سال دارند از کل نیروی کار ۵٪ بنگاه‌هایی با بیش‌ترین بهره‌وری در تمام رشته فعالیت‌های صنعت

جدول (۱۰) و (۱۱) به ترتیب، سهم سرمایه و نیروی کار بنگاه‌هایی با بیش‌ترین بهره‌وری در هر رشته فعالیت در هر سال را از کل سرمایه و نیروی کار صنعت نشان می‌دهند. به عبارت دیگر جدول (۱۱) نشان می‌دهد، ۵٪ تعداد بنگاهی که بیش‌ترین بهره‌وری را در هر رشته فعالیت در یک سال مشخص داشته‌اند، چقدر از سرمایه کل صنعت در آن سال را به خود اختصاص داده‌اند. نتایج جدول حاکی از آن است که ۵٪ تعداد بنگاه‌های بهره‌ور در هر رشته فعالیت در مجموع ۴۴٪ از کل سرمایه بخش صنعت را در سال ۱۳۸۴ به خود اختصاص داده‌اند، که این مقدار در سال ۱۳۹۰ به ۳۶٪ کاهش یافته است. البته باید به این نکته توجه کرد که این روند در طول زمان همواره نزولی نبوده و در سال‌های میانی ناهم‌واری‌هایی داشته است. اما نتیجه کلی که می‌توان گرفت این است که از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۰، بنگاه‌هایی با بیش‌ترین بهره‌وری، سرمایه کم‌تری از صنعت را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول ۱۰- سهم سرمایه در درصد تعداد بنگاه‌هایی که بیش‌ترین بهره‌وری کل در هر رشته فعالیت را هر سال دارند.

درصد تعداد بنگاه با بیش‌ترین بهره‌وری								سال
%۷۵	%۶۵	%۵۵	%۴۵	%۳۵	%۲۵	%۱۵	%۵	
۰/۹۳	۰/۹۰	۰/۸۶	۰/۸۲	۰/۷۸	۰/۷۱	۰/۶۲	۰/۴۴	۱۳۸۴
۰/۹۲	۰/۹۰	۰/۸۷	۰/۸۲	۰/۷۷	۰/۷۰	۰/۶۳	۰/۴۲	۱۳۸۵
۰/۸۹	۰/۸۷	۰/۸۴	۰/۷۹	۰/۷۴	۰/۶۸	۰/۵۷	۰/۳۴	۱۳۸۶
۰/۹۲	۰/۸۹	۰/۸۶	۰/۸۲	۰/۷۷	۰/۷۰	۰/۶۰	۰/۴۰	۱۳۸۷
۰/۸۳	۰/۸۱	۰/۷۸	۰/۷۵	۰/۷۱	۰/۶۳	۰/۵۵	۰/۳۵	۱۳۸۸
۰/۹۲	۰/۸۹	۰/۸۷	۰/۸۳	۰/۷۹	۰/۷۲	۰/۶۱	۰/۴۲	۱۳۸۹
۰/۹۲	۰/۸۹	۰/۸۶	۰/۸۲	۰/۷۷	۰/۷۱	۰/۶۰	۰/۳۶	۱۳۹۰

مقادیر جدول بیانگر این است که هر سال در هر رشته فعالیت % تعداد بنگاه‌هایی که بیش‌ترین بهره‌وری را داشته‌اند، در مجموع چه میزان سرمایه از سرمایه کل صنعت را به خود اختصاص داده‌اند.

این حقیقت در مورد سهم نیروی کار نیز صادق است. با این تفاوت که هر چه میزان درصد تعداد بنگاه افزایش می‌یابد، در مورد سرمایه تغییرات محسوسی وجود ندارد اما همچنان این کاهش در سهم نیروی کار بنگاه‌های بهره‌ور وجود دارد.

جدول ۱۱- سهم نیروی کار در درصد تعداد بنگاه‌هایی که بیش‌ترین بهره‌وری کل را در هر رشته فعالیت هر سال دارند

درصد تعداد بنگاه با بیش‌ترین بهره‌وری								سال
%۷۵	%۶۵	%۵۵	%۴۵	%۳۵	%۲۵	%۱۵	%۵	
۰/۹۵	۰/۹۲	۰/۸۹	۰/۸۶	۰/۸۱	۰/۷۳	۰/۶۲	۰/۳۷	۱۳۸۴
۰/۹۴	۰/۹۲	۰/۸۹	۰/۸۵	۰/۸۰	۰/۷۳	۰/۶۰	۰/۳۷	۱۳۸۵
۰/۹۵	۰/۹۲	۰/۸۹	۰/۸۴	۰/۷۹	۰/۷۰	۰/۵۷	۰/۲۹	۱۳۸۶
۰/۹۴	۰/۹۱	۰/۸۸	۰/۸۳	۰/۷۷	۰/۶۹	۰/۵۵	۰/۳۱	۱۳۸۷
۰/۸۹	۰/۸۷	۰/۸۴	۰/۸۱	۰/۷۶	۰/۶۸	۰/۵۶	۰/۳۲	۱۳۸۸
۰/۹۵	۰/۹۲	۰/۸۹	۰/۸۵	۰/۸۰	۰/۷۱	۰/۵۹	۰/۳۴	۱۳۸۹
۰/۹۳	۰/۹۰	۰/۸۷	۰/۸۲	۰/۷۷	۰/۶۹	۰/۵۷	۰/۲۹	۱۳۹۰

مقادیر جدول بیانگر این است که هر سال در هر صنعت % تعداد بنگاه‌هایی که بیش‌ترین بهره‌وری را داشته‌اند، در مجموع چه میزان نیروی کار را از نیروی کار کل صنعت به خود اختصاص داده‌اند.

نتایج دو جدول اخیر نشان می‌دهد که تخصیص منابع از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۰ بدتر شده‌است. به عبارت دیگر نتایج این جدول‌ها نشان می‌دهد این واقعیت که %۵ تعداد

بنگاه‌های بهره‌ور باید سهم معینی از سرمایه و نیروی کار کل صنعت داشته باشند، برقرار نبوده؛ یعنی در طول زمان سهم سرمایه و نیروی کار این بنگاه‌ها کاهش یافته است، که به معنای عدم تخصیص بهینه منابع در بخش صنعت است. بنابراین در صنعت ایران تخصیص بهینه منابع صورت نگرفته است.

### ۵-۲- بهره‌وری و اندازه بنگاه

طبق جدول (۱۳) بنگاه‌های بزرگ تنها ۴٪ از کل بنگاه‌های صنعت در سال ۱۳۹۰ را تشکیل می‌دهند اما بیش از ۶۰٪ ارزش افزوده‌ی صنعت را در این سال تولید می‌کنند، به دلیل اهمیت این بنگاه‌ها در این بخش رابطه بهره‌وری با اندازه بنگاه بررسی می‌شود. معیار اندازه بنگاه را تعداد نیروی کار آن در نظر گرفته و به سه اندازه‌ی کوچک، متوسط و بزرگ تقسیم شده‌اند.<sup>۱</sup> مطالعاتی که رابطه اندازه با بهره‌وری کل را بررسی کرده‌اند، سابقه چندانی ندارند. آو<sup>۲</sup> (۱۹۹۹) رابطه بهره‌وری کل با اندازه بنگاه را در صنایع کارخانه‌ای تایوان بررسی کرده و رابطه‌ای مثبت میان بهره‌وری و اندازه بنگاه به دست آورده‌است. از مطالعات اخیر می‌توان به مطالعه اوه<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۹) اشاره کرد که نتایج این مطالعه نیز بیانگر وجود رابطه‌ای مثبت بین بهره‌وری و اندازه بنگاه است. اما برخی مطالعات مانند داوان<sup>۴</sup> (۲۰۰۱) مبین رابطه‌ای منفی بین این متغیرها در سطح بنگاه بوده‌است. در مطالعاتی که بر روی کشورهای توسعه یافته صورت گرفته معمولاً رابطه‌ای مثبت میان اندازه و بهره‌وری بنگاه مشاهده شده‌است. در حالی که در کشورهای در حال توسعه این رابطه معمولاً منفی بوده‌است.<sup>۵</sup> در ایران نیز مطالعاتی در این زمینه انجام شده که از جامع‌ترین آنها می‌توان به مطالعه نیلی و همکاران (۱۳۹۱) اشاره کرد که به رابطه‌ای منفی بین بهره‌وری و اندازه بنگاه در بخش صنعت ایران دست یافتند. آنها از روش شاخص عددی برای محاسبه بهره‌وری استفاده کرده‌اند. در این تحقیق رابطه بین اندازه بنگاه و بهره‌وری به دو صورت بررسی شده است. در نمودار (۳)

۱. طبق تعریف مرکز آمار ایران، بنگاه بزرگ به بنگاهی گفته می‌شود که تعداد کارکنان آن ۴۰۰ نفر و بیشتر باشد. به بنگاهی با کمتر از ۵۰ نفر کارکن، بنگاه کوچک گفته می‌شود و بنگاهی که تعداد کارکنان آن بین ۵۰ تا ۴۰۰ نفر است، بنگاه متوسط گویند.

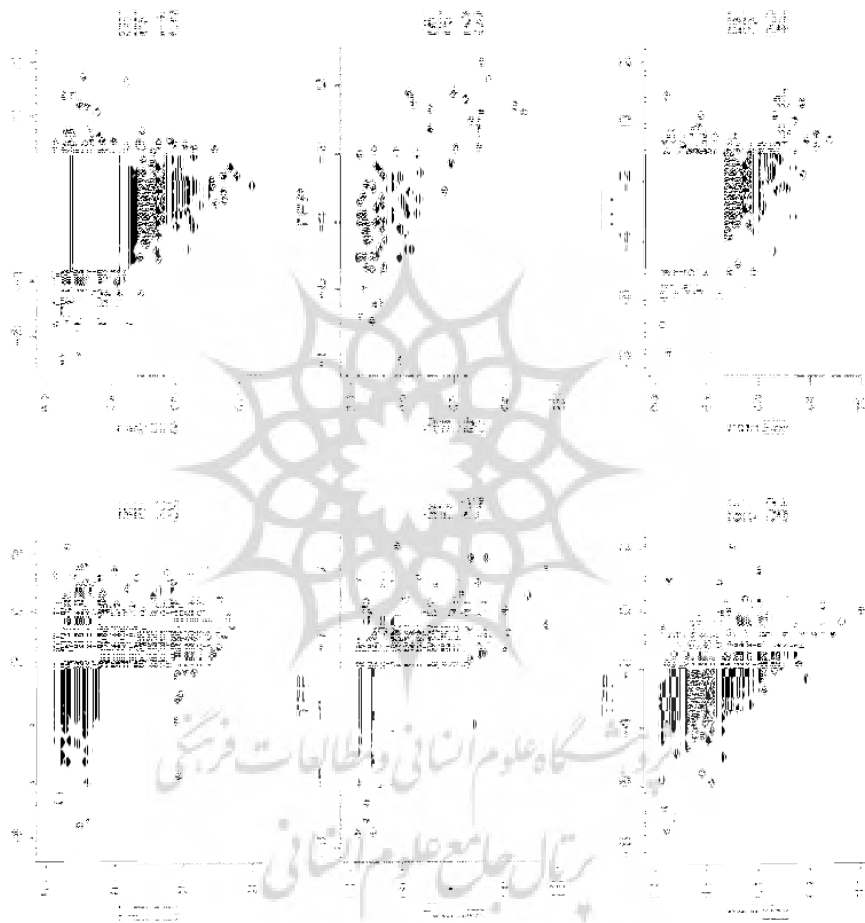
2. Aw

3. Oh

4. Dahwan

5. ACS, Carlsson and Karlsson

بهره‌وری بنگاه‌های رشته فعالیت‌های منتخب برحسب اندازه آنها در سال ۱۳۹۰ ارائه شده که در آن بهره‌وری با برآوردگر لوینسون و پترین (۲۰۰۳) محاسبه شده است. همانطور که نمودار (۳) نشان می‌دهد بین بهره‌وری کل با اندازه بنگاه رابطه مستقیم وجود دارد. به عبارتی بنگاه‌های بزرگ‌تر بهره‌وری بیشتری دارند.

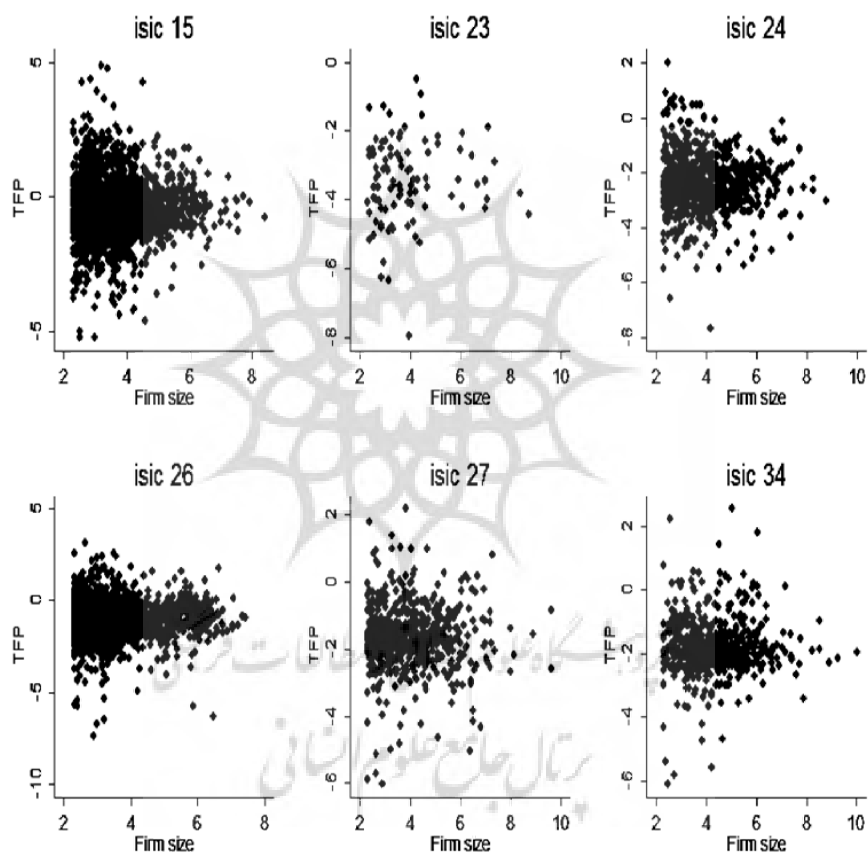


نمودار ۳- بهره‌وری رشته فعالیت‌های مختلف بر حسب اندازه بنگاه در سال ۱۳۹۰- با روش لوینسون و پترین

در نمودار (۴) بهره‌وری به‌دست آمده از روش حداقل مربعات بر حسب اندازه بنگاه رسم شده است. همانطور که نمودار نشان می‌دهد، نمی‌توان نتیجه‌ای مبنی بر وجود



رابطه‌ای مثبت یا منفی بین بهره‌وری کل و اندازه بنگاه در نظر گرفت. با توجه به این نمودار می‌توان گفت رابطه‌ی معینی بین این دو متغیر وجود ندارد. از آنجایی که می‌دانیم روش حداقل مربعات با نادیده گرفتن مسأله تورش همزمانی، ضرایب تورش‌داری برای تابع تولید برآورد می‌کند، بنابراین نمی‌توانیم براساس نتایج آن در مورد رابطه اندازه با بهره‌وری نتیجه‌گیری کنیم



نمودار ۴- بهره‌وری رشته فعالیت‌های مختلف بر حسب اندازه بنگاه در سال ۱۳۹۰- با روش حداقل مربعات

جدول ۱۲- سهم ارزش افزوده و درصد تعداد بنگاه‌های رشته فعالیت‌ها و کل صنعت به تفکیک اندازه در سال ۱۳۹۰

کد ISIC	نام رشته فعالیت	سهم ارزش افزوده‌ی بنگاه			درصد تعداد بنگاه		
		بزرگ	متوسط	کوچک	بزرگ	متوسط	کوچک
۱۵	محصولات غذایی	۰/۳۴	۰/۴۶	۰/۲۰	٪۳	٪۳۰	٪۶۷
۲۳	تولید کک و فرآورده‌های نفتی	۰/۹۳	۰/۰۶	۰/۰۱	٪۱۳	٪۲۷	٪۶۰
۲۴	محصولات شیمیایی	۰/۸۶	۰/۱۱	۰/۰۲	٪۷	٪۳۶	٪۵۷
۲۶	سایر محصولات کانی غیرفلزی	۰/۳۸	۰/۴۷	۰/۱۴	٪۳	٪۲۰	٪۷۷
۲۷	ساخت فلزات اساسی	۰/۸۶	۰/۱۲	۰/۰۲	٪۹	٪۴۰	٪۵۱
۳۴	وسایل نقلیه موتوری و...	۰/۸۰	۰/۱۸	۰/۰۲	٪۹	٪۴۸	٪۴۳
	<b>کل صنعت</b>	<b>۰/۶۸</b>	<b>۰/۲۵</b>	<b>۰/۰۷</b>	<b>٪۴</b>	<b>٪۳۱</b>	<b>٪۶۵</b>

در این جدول سهم ارزش افزوده‌ی بنگاه‌های هر رشته فعالیت از ارزش افزوده‌ی کل آن رشته فعالیت، به تفکیک اندازه در سال ۱۳۹۰ محاسبه شده و علاوه بر آن درصد تعداد بنگاه با اندازه‌های مختلف در رشته فعالیت‌ها و همچنین کل صنعت در سال ۱۳۹۰ ارائه شده است.

برای تأیید رابطه اندازه بنگاه و بهره‌وری که در نمودارهای (۳) و (۴) نشان داده شدند، آزمونی مبنی بر برابری میانگین بهره‌وری بنگاه‌ها با اندازه‌های متفاوت انجام شده که در آنها بهره‌وری با دو برآوردگر لوینسون و پترین (۲۰۰۳) و حداقل مربعات محاسبه شده است. با توجه به رابطه مثبتی که بین این دو متغیر در نمودار (۳) مشاهده می‌شود، انتظار داریم اختلاف معناداری بین بهره‌وری برآورد شده با لوینسون و پترین (۲۰۰۳) در بنگاه‌هایی با اندازه متفاوت وجود داشته باشد، مقادیر جدول (۱۳) تقریباً در همه رشته فعالیت‌ها با رد کردن فرضیه‌ی صفر نتیجه‌گیری فوق را تأیید می‌کند. علاوه بر آن در مورد روش حداقل مربعات با توجه به نمودار (۴) انتظار می‌رود اختلاف معناداری بین بهره‌وری بنگاه‌هایی با اندازه مختلف وجود نداشته باشد، جدول (۱۳) نشان می‌دهد فرضیه‌ی صفر آزمون برابری میانگین بهره‌وری بنگاه‌ها با اندازه‌های متفاوت تقریباً در تمام رشته فعالیت‌ها پذیرفته می‌شود به این معنی که بهره‌وری با اندازه بنگاه رابطه‌ای ندارد.

جدول ۱۳- آزمون برابری میانگین بهره‌وری بنگاه در اندازه‌های مختلف در سال ۱۳۹۰

کد ISIC	نام رشته فعالیت	P- مقدار آزمون برابری میانگین بهره‌وری (حدافل مربعات)			P- مقدار آزمون برابری میانگین بهره‌وری (لوینسون و پترین (۲۰۰۳))		
		کوچک و متوسط	بزرگ و متوسط	بزرگ و کوچک	کوچک و متوسط	بزرگ و متوسط	بزرگ و کوچک
۱۵	محصولات غذایی	۰/۰۸	۰/۶۳	۰/۴۲	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۲
۲۳	تولید کک و...	۰/۲۶	۰/۴۸	۰/۸۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
۲۴	محصولات شیمیائی	۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۶۵	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
۲۶	محصولات کانی غیرفلزی	۰/۵۱	۰/۲۶	۰/۶۴	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
۲۷	ساخت فلزات اساسی	۰/۱۳	۰/۱۸	۰/۹۳	۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۰۰
۳۴	وسایل نقلیه موتوری و...	۰/۸۲	۰/۷۲	۰/۵۷	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۰

در هر رشته فعالیت P- مقدار مربوط به آزمون برابری میانگین بین بهره‌وری بنگاه‌ها به تفکیک اندازه آنها گزارش شده است. این آزمون‌ها را در صورتی که بهره‌وری را با برآوردگر لوینسون و پترین (۲۰۰۳) و با حدافل مربعات معمولی برآورد کرده باشیم، انجام داده‌ایم.

### ۵-۳- بهره‌وری و مالکیت

در این بخش بهره‌وری بنگاه‌ها را به تفکیک مالکیت بررسی می‌کنیم. برای این منظور در جدول (۱۴) میانگین بهره‌وری کل عوامل تولید در سال ۱۳۹۰ به تفکیک بنگاه‌های خصوصی و دولتی برای رشته فعالیت‌های منتخب ارائه شده است. همانطور که این جدول نشان می‌دهد در بیش تر رشته فعالیت‌ها بهره‌وری بنگاه‌های خصوصی بیش تر از دولتی است. از آنجایی که نتایج بخش ۲/۵ دلالت بر تفاوت رفتار بهره‌وری کل در بنگاه‌های کوچک و بزرگ دارد؛ در این بخش به جهت دقت بیشتر، آزمون‌های آماری را به تفکیک اندازه بنگاه انجام می‌دهیم. آزمون انجام شده مبنی بر فرضیه برابری میانگین بهره‌وری بنگاه‌های بزرگ خصوصی و دولتی در هر ۶ رشته فعالیت تأیید شده و می‌توان گفت بهره‌وری در بنگاه‌های بزرگ خصوصی و دولتی یکسان است. در مورد بنگاه‌های کوچک و متوسط نیز نتایج حاکی از آن است که تنها در رشته فعالیت محصولات کانی

غیرفلزی (۲۶)، بهره‌وری بنگاه‌های کوچک و متوسط خصوصی و دولتی با یکدیگر اختلاف معنادار دارند و در سایر رشته‌های فعالیت‌ها اختلاف بی‌معنی است که این نتیجه به‌طور کلی دلالت بر عدم تفاوت بهره‌وری بنگاه‌های خصوصی و دولتی دارد. P- مقادیرهای مربوط به آزمون برابری میانگین بهره‌وری بنگاه‌های خصوصی و دولتی در جدول (۱۴) آمده‌است.

جدول ۱۴- تعداد بنگاه و میانگین بهره‌وری و آزمون برابری میانگین بهره‌وری بنگاه‌های خصوصی و دولتی ۱۳۹۰

کد ISIC	نام رشته فعالیت	تعداد بنگاه		میانگین بهره‌وری		P- مقادیرهای آزمون برابری میانگین بهره‌وری
		خصوصی	دولتی	خصوصی	دولتی	
۱۵	محصولات غذایی	۲۰۷۹	۶۱	۵۰۵۰	۲۱۹۷	۰/۷۰
۲۳	تولید کک و فرآورده‌های نفتی	۹۰	۷	۶۲۸۹۱۱	۳۹۲۲۸۲	۰/۷۲
۲۴	محصولات شیمیایی	۷۴۴	۲۶	۳۱۸۰۳	۱۱۷۴۹	۰/۱۵
۲۶	سایر محصولات کانی غیرفلزی	۲۲۰۱	۹۴	۴۵۳	۵۱۹	۰/۰۰
۲۷	ساخت فلزات اساسی	۵۰۸	۱۳	۵۱۰۴	۸۷۹۹	۰/۸۵
۳۴	وسایل نقلیه موتوری و...	۵۷۲	۶	۵۵۶۴	۳۵۰۱	۰/۱۴

تنها یک بنگاه دولتی در سال ۱۳۹۰ در رشته فعالیت تولید کک و فرآورده‌های حاصل از نفت و سوخت هسته‌ای وجود دارد. برای آزمون کردن برابری میانگین توزیع بهره‌وری از آزمون تی- استیودنت استفاده کرده‌ایم.

## ۶- جمع‌بندی

در این تحقیق تابع تولید را برای ۶ رشته فعالیت بخش صنعت ایران با سه برآوردگر متفاوت تخمین زده و دریافتیم برخلاف مطالعات با رویکرد کلان، سهم نیروی کار از سهم سرمایه در تولید به مراتب بیشتر است. با انتخاب برآوردگر لوینسون و پترین (۲۰۰۳) به عنوان مناسب‌ترین روش، بهره‌وری را برآورد کرده‌ایم. بررسی‌ها نشان داد که سهم سرمایه و نیروی کار بنگاه‌های بهره‌ور از موجودی سرمایه و نیروی کار کل صنعت در طی زمان کاهش یافته است. که بیانگر عدم تخصیص بهینه منابع در صنعت

است. همچنین شواهد این تحقیق نشان می‌دهد که بهره‌وری بنگاه با اندازه آن رابطه مستقیم دارد، همانطور که قبلاً نیز به آن اشاره کردیم، نتایج برخی تحقیقات نشان می‌دهند رابطه معکوس بین این دو متغیر وجود دارد، بنابراین نمی‌توان در این مورد با قطعیت اظهار نظر کرد. همچنین از لحاظ آماری تفاوتی بین بهره‌وری بنگاه‌های دولتی و خصوصی وجود ندارد.

### منابع

۱. خیابانی، ناصر، مشیری، سعید، شاکری، عباس و درویشی، باقر (۱۳۹۰). تخمین بهره‌وری با حل مسأله تورش همزمانی برای برخی صنایع منتخب ایران (۸۶-۱۳۸۰). اقتصاد مقداری، ۸ (۱): ۲۳-۴۹.
۲. نیلی، مسعود، فاطمی اردستانی، سید فرشاد و درگاهی، حسن (۱۳۹۱). افزایش توان رقابت‌پذیری صنعتی ایران، انتشارات اتاق بازرگانی و صنایع و معادن تهران.
۳. فطرس، محمدحسن، دهقانپور، محمدرضا و دهموید، بابک (۱۳۹۱). تأثیر بهره‌وری بر رشد اقتصادی صنایع تولیدی ایران با رهیافت داده‌های ترکیبی. فصلنامه‌ی فرآیند مدیریت و توسعه، شماره‌ی ۷۹. صص ۲۷-۴۴.
۴. مهرگان، نادر و سلطانی صحت، لیلی (۱۳۹۳). مخارج تحقیق و توسعه و رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت. فصلنامه‌ی سیاست‌های راهبردی و کلان، شماره‌ی ۵. ص ۱-۲۴.
5. Akerberg, D. A., Caves, K., & Frazer, G. (2015). Identification propertise of recent production function estimators, *Econometrica*, 83(6), 2411-2451
6. Akerberg, D. A., Lanier Benkard, C., Berry, S., & Pakes, A. (2007). *Econometric Tools for Analyzing Market Outcomes*. *Handbook of Econometrics*, 4171-4276.
7. Acs, Z. J., Carlsson, B., & Karlsson, C. (1999). The linkages among entrepreneurship, SMEs and the macroeconomy. *Entrepreneurship, small and medium-sized enterprises and the macroeconomy*, 3-42.
8. Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations. *The Review of Economic Studies*, 277-297.
9. Aw, B. Y. (1999). *Productivity Dynamics of SMEs in Taiwan*. The Pennsylvania State University.

10. Van Beveren, I. (2012). Total factor productivity estimation: A practical review. *Journal of Economic Surveys*, 26(1), 98-128.
11. Van Biesebroeck, J. (2007). Robustness of Productivity Estimates. *The Journal of Industrial Economics*, 55(3), 529-569.
12. Biesebroeck, J. V. (2008). The Sensitivity of Productivity Estimates: Revisiting Three Important Productivity Debates. *Journal of Business and Economic Statistics*, 321-367.
13. Blundell, R., & Bond, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of econometrics*, 87(1), 115-143.
14. Blundell, R., & Bond, S. R. (2000). GMM Estimation with Persistent Panel Data: An Application to Production Functions. *Econometric Reviews* 19 (3): 321-340.
15. Dhawan, R. (2001). Firm size and productivity differential: theory and evidence from a panel of US firms. *Journal of Economic Behavior & Organization*: 269-293.
16. Levinsohn, J., & Petrin, A. (2003). Estimating Production Functions Using Inputs to Control for Unobservables. *The Review of Economic Studies*, 70 (2), 317-341.
17. Marschak, J., & Andrews., W. H. (1944). Random Simultaneous Equations and the Theory of Production. *Econometrica*, 143-205.
18. Oh, D., Heshmati, A., & Lööf, H. (2009). Total factor productivity of Korean manufacturing industries: comparison of competing models with firm-level data. Unpublished manuscript.
19. Olley, S., & Pakes, A. (1996). The Dynamics of Productivity in the Telecommunications Equipment Industry. *Econometrica*, 64(6). 1263-1298.
20. Pakes, A. (1996). Dynamic structural models, problems and prospects: mixed continuous discrete controls and market interaction. Paper presented at the Advances in Econometrics, Sixth World Congress.
21. Petrin, A., Poi, B. P., & Levinsohn, J. (2004). Production function estimation in Stata using inputs to control for unobservables. *Stata Journal*, 4, 113-123
22. Roodman, D. (2009). How to do xtabond2: An introduction to difference and system GMM in Stata. *Stata Journal*, 9 (1), 86.
23. Wooldridge, J. M. (2009). On estimating firm-level production functions using proxy variables to control for unobservables. *Economics Letters*, 104(3), 112-114.
24. Yasar, M., Raciborski, R., & Poi, B. (2008). Production function estimation in Stata using the Olley and Pakes method. *Stata Journal*, 8 (2), 221.