

فصلنامه پژوهشها و سیاستهای اقتصادی  
سال هجدهم، شماره ۵۵، پاییز ۱۳۸۹، صفحات ۵۸-۲۳

## سرمایه انسانی و جایگاه آن در بخش صنعت استان آذربایجان شرقی

سیدمحمدرضا سیدنورانی

دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی

nourani@atu.ac.ir

موسی خوشکلام خسروشاهی

دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی

mosa\_khosrowshahy@yahoo.com

روح الله مهدوی

دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی

r\_mahdavi\_ir@yahoo.com

سرمایه انسانی یکی از عناصر مهم تأثیرگذار بر رشد اقتصادی می‌باشد، از این رو مقاله حاضر به بررسی تأثیر سرمایه انسانی بر رشد تولید بخش صنعت استان آذربایجان شرقی در مقایسه با سایر عوامل تأثیرگذار همانند کارایی تکنولوژی و کارایی مقیاس می‌پردازد. برای این منظور، تابع کاب-داگلاس به روش Pooling Data تخمین زده شده است. نتیجه برآورد نشان می‌دهد که عامل سرمایه انسانی دارای تأثیر مثبت و معناداری بر رشد تولید بخش صنعت استان می‌باشد. همچنین، در بررسی اثر سرمایه انسانی بر تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید از روش DEA و با استفاده از شاخص مالم کوئیست به تحلیل تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید و تغییرات کارایی مدیریت در مقایسه با تغییرات کارایی ناشی از مقیاس و تغییرات تکنولوژی طی دوره (۱۳۸۵-۱۳۷۴) پرداخته شده است. نتایج این بخش نیز حاکی از این است که تغییرات کارایی مدیریت با ضریب تقریباً یکسانی با سایر عوامل بر بهره‌وری کل عوامل صنایع استان تأثیرگذار می‌باشد.

طبقه‌بندی JEL: G24, O14, O47.

واژه‌های کلیدی: سرمایه انسانی، بهره‌وری کل عوامل تولید، رشد ارزش افزوده، Pooling Data، صنعت.

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۸/۱۵

\* تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۵/۲۳

## ۱. مقدمه

شاید بتوان گفت که تفاوت فاحش بین کشورهای صنعتی با کشورهای توسعه نیافته ناشی از میزان برخورداری کشورهای پیشرفته صنعتی از نیروهای متخصص و حاکمیت فرهنگ علمی در جامعه آنها باشد. برای اینکه کشورهای توسعه نیافته گام‌های مؤثرتری در مسیر توسعه بردارند لازم است برای تربیت نیروی کار کارآمد برنامه‌ریزی کنند و تلاش کنند از طریق آموزش و پرورش نیروی انسانی، همواره دانش و توانایی آنان را افزایش دهند.

با وجود اینکه از برنامه اول عمرانی در سال ۱۳۴۲ تاکنون فعالیت‌های صنعتی کشور در اولویت قرار گرفته، هنوز صنایع ایران بسیاری از مشکلات را با خود به یدک می‌کشند. بخش عمده این مشکلات به فقر دانش و مهارت منابع انسانی استناد داده می‌شوند. بهره‌وری اندک نیروی کار در بخش صنعتی اقتصاد ایران تا حدی معلول افزایش قیمت‌ها، افزایش هزینه هر واحد تولیدی، کساد و رکود فروش در بازار صنعت، استفاده کمتر از ظرفیت‌های تولیدی و تشکیل کند سرمایه بوده است.

رشد بخش صنعت در کشور ما به طور اعم و استان آذربایجان شرقی به طور اخص همانند سایر بخش‌ها علاوه بر سرمایه‌گذاری در خرید ماشین‌آلات و ابزار نیازمند نیروی انسانی آموزش دیده، ماهر و متخصص می‌باشد، اما با نگاهی مختصر به آمار نیروی انسانی آموزش دیده می‌توان دریافت که درصد شاغلین با تحصیلات عالی در بخش صنعت بسیار ناچیز است. به عنوان مثال، در سال ۱۳۸۵ شاغلان دارای تحصیلات بالای دیپلم کشور تنها ۹ درصد کل شاغلین بخش صنعت را تشکیل می‌دهند و در استان آذربایجان شرقی نیز این میزان ۱۶ درصد می‌باشد یعنی در کل کشور از ۶۴۹۳۳۹۸ نفر شاغلین این بخش تنها ۵۶۳۴۲۱ نفر و در استان آذربایجان شرقی از ۴۱۸۴۸۵ نفر شاغلین این بخش تنها ۲۵۴۶۴ نفر از تحصیلات دانشگاهی برخوردارند (مرکز آمار ایران، ۱۳۸۵).

لذا با توجه به اینکه استان آذربایجان شرقی با اختصاص ۸ درصد از کل کارگاه‌های بزرگ صنعتی کشور در سال ۱۳۸۵ به خود توانسته دومین استان از لحاظ تعداد کارگاه در کشور باشد (مرکز آمار ایران، ۱۳۸۵) و از آنجایی که حجم قابل توجهی از منابع سرمایه فیزیکی و انسانی را برای تولید محصولات صنعتی در اختیار دارد، این مسئله ایجاب می‌شود که عامل سرمایه انسانی در مقایسه با سایر عوامل چگونه بر رشد تولید بخش صنعت استان اثر گذار می‌باشد. به عبارت دیگر، رشد تولید این بخش تا چه میزان به تغییرات این عامل حساسیت نشان می‌دهد و اثر این عامل بر رشد تولید مثبت یا منفی است؟

همچنین، در محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید بر اساس تعریف جدید که تغییرات بهره‌وری ناشی از تغییرات در کارایی ناشی از مقیاس، مدیریت و تغییرات تکنولوژی است حال این سؤال مطرح

می‌شود که کارایی ناشی از مدیریت به‌عنوان سرمایه انسانی که همواره نادیده گرفته شده در مقایسه با کارایی مقیاس و تکنولوژی که به‌عنوان عوامل مؤثر بر بهره‌وری عوامل تولید مورد توجه بوده‌اند چگونه و به چه‌میزانی بر بهره‌وری تأثیرگذار است؟ پس به طور کلی هدف این مقاله، بررسی جایگاه سرمایه انسانی در بخش صنعت استان آذربایجان شرقی است و در پی پاسخ‌گویی به این پرسش‌ها می‌باشد که:

۱. تأثیر سرمایه انسانی بر رشد تولید بخش صنعت استان آذربایجان شرقی طی دوره (۱۳۷۴-۱۳۸۵) چگونه است؟

۲. بهره‌وری در واحدهای صنعتی استان آذربایجان شرقی طی دوره (۱۳۷۴-۱۳۸۵) چگونه تغییر کرده است؟

۳. علل تغییرات بهره‌وری در واحدهای صنعتی استان آذربایجان شرقی طی دوره (۱۳۷۴-۱۳۸۵) چه عواملی بوده‌اند؟

مقاله حاضر به این صورت سازماندهی شده است که در ابتدا به ادبیات موضوع پرداخته و سپس به بررسی شاخص‌های بهره‌وری در سطح ملی و استان آذربایجان شرقی پرداخته شده است. در ادامه مقاله، ضمن مرور مبانی نظری و معرفی متغیرها به تجزیه و تحلیل برآوردهای تجربی پرداخته و در نهایت نیز نتیجه‌گیری مقاله ارائه شده است.

## ۲. ادبیات موضوع

### ۲-۱. سرمایه انسانی و رشد ارزش افزوده

مطالعات متعدد در خصوص سرمایه انسانی، مباحث فراوانی در خصوص تأثیر سرمایه انسانی بر رشد تولید مطرح می‌کند که در ذیل به چند مورد در خارج و داخل کشور اشاره می‌شود:

تئودور شولتز از مهم‌ترین اقتصاددانان معاصر است که پدر تئوری سرمایه انسانی نامیده شده است. وی که به اهمیت و ضرورت توجه به سرمایه انسانی در تحلیل‌های اقتصادی تأکید فراوانی دارد معتقد است که توانایی‌های اکتسابی انسان‌ها مهم‌ترین منبع رشد بهره‌وری و توسعه اقتصادی محسوب می‌شوند. شولتز معتقد است که توانایی‌های اکتسابی انسان که موجب افزایش بهره‌وری، بالا رفتن قدرت تولید و درآمد وی می‌گردد. در واقع همانند یک کالای سرمایه‌ای موجب خدمات تولیدی پایاست و نوعی سرمایه‌گذاری قلمداد می‌شود.

وی ابتدا با بکارگیری تابع تولید کاب-داگلاس موفق شد تا نشان دهد که علاوه بر عوامل تولید مورد استفاده، عوامل دیگری از قبیل بهبود در کیفیت نیروی کار، سطح تکنولوژی و صرفه‌جویی‌های ناشی از مقیاس نیز در روند رشد اقتصادی مشارکت عمده‌ای داشته‌اند (لطفی، ۱۳۷۶، صص ۹۵-۹۲).

منکیو، رومر و ویل (۱۹۹۲) در مقاله مشترکی با استفاده از داده‌های ۹۸ کشور طی دوره زمانی (۱۹۸۵-۱۹۶۰) مدل رشد اقتصادی سولو را تکامل داده و با استفاده از روش OLS<sup>۱</sup> مدل را تخمین زدند. مدلی که آنها پیشنهاد می‌کنند به صورت زیر می‌باشد:

$$Y = K^{\alpha} H^{\beta} E^{1-\alpha-\beta} \quad (1)$$

که در آن، Y محصول کل، K سرمایه فیزیکی، H سرمایه انسانی، E نیروی کار مؤثر و  $\beta, \alpha$  کشش می‌باشند. نتایج بررسی آنان نشان می‌دهد که در کشورهای در حال توسعه و کشورهای OECD، عامل سرمایه انسانی نسبت به سرمایه فیزیکی تأثیر بیشتری بر رشد اقتصادی دارد.

کانگک (۲۰۰۶) در تحقیقی با تخمین مدل سولو رابطه بین سرمایه انسانی و رشد اقتصادی را در کشور کره جنوبی بررسی کرد. وی در این تحقیق با استفاده از داده‌های دوره (۱۹۹۰-۱۹۶۲) و روش پانل دیتا به این نتیجه دست یافت که سرمایه انسانی با تأثیرگذاری بر بهره‌وری کل عوامل تولید بر رشد اقتصادی اثر مثبت دارد.

بالدسی و همکارانش (۲۰۰۷) تحقیقی درخصوص تأثیر سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی انجام دادند. آنها در این تحقیق با استفاده از روش پانل دیتا و داده‌های دوره (۲۰۰۰-۱۹۷۱) به این نتیجه دست یافتند که هزینه کردن در سلامتی نیروی کار و آموزش می‌تواند منجر به رشد بالاتر شود. در داخل کشور نیز مطالعاتی درخصوص سرمایه انسانی بیشتر در رابطه با تأثیر نقش آموزش بر توسعه و رشد اقتصادی وجود دارد که در ذیل به چند مورد اشاره می‌شود.

صالحی (۱۳۸۱) در تحقیقی تحت عنوان "اثرات سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی ایران" به بررسی ارتباط بین این دو متغیر طی دوره (۱۳۷۵-۱۳۴۵) پرداخته است. وی با تخمین مدل منکیو، رومر و ویل به روش OLS برای ایران به این نتیجه دست یافت که سرمایه انسانی تأثیر مثبت و معناداری بر رشد اقتصادی دارد.

تقوی و محمدی (۱۳۸۵) در رابطه با سرمایه انسانی و رشد اقتصادی تحقیقی تحت عنوان "تأثیر سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی در ایران" انجام دادند. آنها در این تحقیق با استفاده از داده‌های مربوط به دوره (۱۳۸۱-۱۳۳۸) به این نتیجه رسیدند که رشد سطح سواد در بزرگسالان و نیز رشد متوسط سال‌های تحصیل نیروی کار تأثیر مثبت و معناداری بر رشد تولید ناخالص داخلی داشته است.

1. Ordinary Least Square
2. Organization for Economic Co-Operation and Development

## ۲-۲. بهره‌وری

در رابطه با بهره‌وری نیز مطالعات مختلفی انجام گرفته که به چند مورد در داخل و خارج اشاره می‌شود: ماودوس و همکارانش (۲۰۰۳) در تحقیقی به بررسی تأثیر سرمایه انسانی بر بهره‌وری در کشورهای OECD طی دوره (۱۹۹۰-۱۹۶۵) پرداختند. آنها برای انجام این بررسی از روش‌های تحلیل مرزی تصادفی (SFA)<sup>۱</sup> و روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)<sup>۲</sup> استفاده کردند. آنها در این تحقیق نتیجه گرفتند که سطح بالاتر سرمایه انسانی بهره‌وری نیروی کار را افزایش می‌دهد.

دونگلن (۲۰۰۵) در پژوهشی به بررسی بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP)<sup>۳</sup>، پیشرفت فنی و تغییرات کارایی صنایع چین پرداخته است. وی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و با بکارگیری داده‌های صنایع تولیدی چین طی دوره (۲۰۰۲-۱۹۹۳) به این نتیجه دست یافت که رشد TFP صنایع تولیدی چین بیشتر به پیشرفت تکنولوژی بستگی دارد.

اِرجیس (۲۰۰۷) در تحقیقی رابطه بین R&D<sup>۴</sup>، سرمایه انسانی و رشد بهره‌وری را با استفاده از مدل پانل دیتای پویا داده‌های صنایع کارخانه‌ای اتحادیه اروپا طی دوره (۲۰۰۰-۱۹۸۰) مورد بررسی قرار داد. وی در این تحقیق با بدست آوردن سطح آستانه‌ای برای نیروی انسانی نتیجه گرفت که کشورهایی که دارای سرمایه انسانی بالاتر از سرمایه انسانی آستانه‌ای هستند بهره‌وری بیشتری از R&D بدست می‌آورند. در داخل کشور نیز پژوهش‌هایی انجام شده که در اینجا به بیان سه مورد اکتفا می‌کنیم:

همت‌جو (۱۳۸۴) در کتاب خود به محاسبه بهره‌وری صنایع استان آذربایجان شرقی برای ۹ گروه صنعت تعریف شده بر طبق ISIC برای دوره (۱۳۷۸-۱۳۷۰) و به روش پانل دیتا پرداخته است. وی در این تحقیق نتیجه گرفته است که کمترین میزان TFP در کل دوره مورد بررسی به گروه صنایع کاغذ، مقوا، چاپ و صحافی تعلق دارد، اما این گروه از صنایع دارای بالاترین نرخ رشد متوسط سالانه TFP بین تمام صنایع استان می‌باشند. در ضمن در دوره مورد بررسی صنایع شیمیایی دارای پایین‌ترین نرخ رشد متوسط سالانه TFP می‌باشند.

شاه‌آبادی (۱۳۸۶) در مقاله‌ای به ارزیابی نقش انباشت سرمایه تحقیق و توسعه خارجی (از طریق تجارت بین‌الملل و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی)، انباشت تحقیق و توسعه داخلی، سرمایه انسانی و سایر عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل پرداخته است. وی معادله بهره‌وری کل عوامل را از طریق بکارگیری روش همگرایی یوهانسن و حداقل مربعات معمولی با استفاده از مجموعه سری‌های زمانی

1. Stochastic Frontier Analysis
2. Data Envelopment Analysis
3. Total Factor Productivity
4. Research and Development

طی دوره (۱۳۸۲-۱۳۳۸) برآورد کرده است. نتایج برآورد نشان می‌دهد که انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی، انباشت سرمایه تحقیق و توسعه خارجی (از طریق سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و تجارت کالا)، سرمایه انسانی، شدت سرمایه، شاخص باز بودن، ذخایر بین‌المللی، نرخ ارز واقعی، نرخ تورم و متغیرهای موهومی جنگ تحمیلی و انقلاب اسلامی بر بهره‌وری کل عوامل تأثیر دارند. همچنین نتایج برآورد پیشنهاد می‌کند که اثر انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی، انباشت تحقیق و توسعه خارجی، شاخص باز بودن و متغیرهای موهومی جنگ تحمیلی و انقلاب اسلامی اثر قوی‌تری نسبت به دیگر متغیرها بر بهره‌وری کل عوامل دارند.

امینی و حجاری آزاد (۱۳۸۷) در مقاله خود به بررسی عوامل موثر بر TFP در اقتصاد ایران با تأکید بر نسبت شاغلان دارای تحصیلات عالی به‌عنوان جانشین سرمایه انسانی از نوع آموزش، سرمایه تحقیق و توسعه دولتی و نسبت تولید بالفعل به بالقوه به‌عنوان شاخص میزان استفاده از ظرفیت‌ها پرداخته‌اند. نتایج برآورد الگو با استفاده از داده‌های سری زمانی سال‌های (۱۳۸۳ - ۱۳۴۷) به روش مدل خود توضیح با وقفه‌های گسترده (ARDL)<sup>۱</sup> نشان می‌دهد که در بلندمدت سرمایه تحقیق و توسعه دولتی، نرخ بهره‌برداری از ظرفیت و به‌ویژه نسبت شاغلان دارای تحصیلات عالی دارای آثار مثبت و معناداری بر بهره‌وری هستند.

### ۳. بررسی شاخص‌های بهره‌وری در سطح ملی و استان آذربایجان شرقی

در این بخش و در ابتدا به بررسی شاخص TFP در طول برنامه‌های پنجساله توسعه کشور می‌پردازیم و سپس مقایسه‌ای بین تغییرات روند بهره‌وری در بخش صنعت ایران و استان آذربایجان شرقی خواهیم داشت.

#### ۳-۱. شاخص TFP در طول برنامه‌های پنجساله توسعه کشور

طی دوره برنامه اول توسعه کشور (۱۳۷۲-۱۳۶۸) آمارها بیانگر این است که شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید از ۶۹/۹ در سال ۱۳۶۸ با متوسط رشد سالانه ۳/۵۹ درصد به ۸۰/۵ در سال ۱۳۷۲ افزایش یافته است. در این دوره رشد بهره‌وری کل عوامل تولید، ۴۶/۰۳ درصد از متوسط رشد اقتصادی ۷/۸ درصدی این دوره را محقق نموده است. در این دوره با پایان جنگ تحمیلی و آغاز دوران بازسازی، کشور وارد دوره رونق اقتصادی شد. این موضوع باعث بکارگیری ظرفیت‌های بیکار و بازسازی امکانات و تجهیزات خسارت دیده و رفع موانع استفاده کامل از ظرفیت‌ها و امکانات سرمایه‌ای

1. Auto – Regressive Distributed Lag

کشور شد. در این دوره، هزینه تحقیق و توسعه دولتی، متوسط سال‌های تحصیل شاغلان، درصد شاغلان دارای تحصیلات عالی، نسبت تولید بالفعل به بالقوه (به عنوان جانشین میزان بهره‌برداری از ظرفیت‌های تولیدی) و درجه باز بودن اقتصاد دارای نرخ رشد مثبتی بوده‌اند و در تأمین رشد بهره‌وری نقش داشته‌اند. طی دوره (۱۳۷۴-۱۳۷۲) اجرای سیاست یکسان‌سازی نرخ ارز و شکست این سیاست آثار منفی خود را به صورت کاهش در رشد بهره‌وری کل عوامل تولید نمایان ساخته و این روند تا پیش از اجرای سیاست تثبیت اقتصادی در سال ۱۳۷۴ ادامه یافت (آمار و اطلاعات از بانک مرکزی و مرکز آمار ایران، محاسبات دفتر برنامه‌ریزی و مدیریت اقتصاد).

طی برنامه دوم توسعه کشور (۱۳۷۸-۱۳۷۴)، شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید از ۷۹/۵ در سال ۱۳۷۴ با متوسط رشد سالانه ۰/۲۲- درصد به ۷۸/۸ در سال ۱۳۷۸ کاهش یافته است. در سال ۱۳۷۴ اجرای سیاست تثبیت سبب افزایش رشد بهره‌وری کل عوامل تولید شده و این روند برای سال ۱۳۷۵ نیز تداوم داشت. اما اصرار بر اجرای سیاست‌های انقباضی و نیل اقتصاد به سمت شرایط رکودی سبب کاهش بهره‌وری کل عوامل تولید در سال ۱۳۷۶ گردید که تقریباً تا سال ۱۳۷۷ ادامه داشت. از سوی دیگر، شوک نفتی ۱۳۷۸ بار دیگر بر شدت کاهش در بهره‌وری کل عوامل تولید افزود (آمار و اطلاعات از بانک مرکزی و مرکز آمار ایران، محاسبات دفتر برنامه‌ریزی و مدیریت اقتصاد).

طی برنامه سوم توسعه کشور (۱۳۸۳-۱۳۷۹)، نتایج عملکردها نشان می‌دهند که طی این دوره شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید از ۷۹/۴ در سال ۱۳۷۹ با متوسط رشد سالانه ۰/۶۵ درصد به ۸۱/۵ در سال ۱۳۸۳ افزایش یافته است. در این دوره متوسط رشد سالانه تولید ناخالص داخلی معادل ۵/۶۱ درصد بوده و سهم رشد بهره‌وری کل عوامل تولید از رشد مذکور ۱۱/۵۹ درصد می‌باشد. طی این دوره، با اجرای سیاست کاهش انحصارات و حرکت در جهت کاهش نقش تصدی‌گری دولت در اقتصاد بتدریج شرایط بهبود رقابت‌پذیری در اقتصاد فراهم گردید. همچنین در این دوره، هزینه تحقیق و توسعه دولتی، شاخص‌های سرمایه انسانی، میزان استفاده از ظرفیت‌ها و درجه باز بودن اقتصاد دارای نرخ رشد مثبتی بوده و در تأمین رشد بهره‌وری نقش مثبت داشته‌اند. در این دوره نیز طولانی‌بودن زمان اجرای طرح‌های عمرانی، پایین‌بودن کارایی سرمایه‌گذاری، عدم استفاده کارآمد از سرمایه انسانی و دانش فنی در فرایند تولید از جمله موانع رشد سریع بهره‌وری در این دوره بوده‌اند (آمار و اطلاعات از بانک مرکزی و مرکز آمار ایران، محاسبات دفتر برنامه‌ریزی و مدیریت اقتصاد).

طی دوره دو سال اول برنامه چهارم توسعه کشور (۱۳۸۵-۱۳۸۴) رشد سالانه شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید در سال ۱۳۸۴ برابر با ۰/۵۹ درصد و سهم آن در رشد اقتصادی سال ۱۳۸۴ کشور

برابر با ۱۰/۳۹ درصد بوده است. رشد سالانه شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید در سال ۱۳۸۵ برابر با ۱/۰۳ درصد بوده است که ۴۶/۸ درصد از هدف برنامه (۲/۲درصد) را محقق کرده است. با انجام مقایسه‌ای بین برنامه‌های توسعه مشاهده می‌شود که متوسط رشد سالانه شاخص TFP از ۳/۵۹ درصد در طول برنامه اول توسعه به رقم ۰/۲۲- درصد در طول برنامه دوم توسعه و به رقم ۰/۶۵ درصد در طول برنامه سوم توسعه رسیده و این رقم در طول سال‌های اول و دوم برنامه چهارم توسعه به ترتیب به ۰/۵۹ و ۱/۰۳ درصد رسیده است. لذا مشاهده می‌شود که متوسط رشد شاخص TFP در برنامه اول در حد بالایی بوده اما از این برنامه به بعد با کاهش مواجه شده و سپس با روند صعودی همراه بوده است. براساس مطالعات صورت گرفته طی دوره زمانی (۱۳۸۵-۱۳۶۸) شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید با متوسط رشد ۰/۴۶- از ۱۰۰ در سال ۱۳۶۸ به ۸۲/۸ در سال ۱۳۸۵ کاهش یافته است. دلایلی که به‌عنوان موانع کندشدن روند رشد شاخص‌ها ذکر شده شامل وجود انحصارات و نقش تصدی‌گری دولت، پایین بودن درجه رقابت پذیری اقتصاد کشور، عدم استفاده کارآمد از دانش فنی در فرایند تولید و عدم استفاده کارآمد از سرمایه انسانی است (آمار و اطلاعات از بانک مرکزی و مرکز آمار ایران، محاسبات دفتر برنامه‌ریزی و مدیریت اقتصاد).

### ۲-۳. روند بهره‌وری در بخش صنعت ایران و استان آذربایجان شرقی

براساس داده‌های مرکز آمار ایران، بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش صنعت در سال ۱۳۷۴ برابر با ۱/۶۶ بوده است که این شاخص در طول دوره (۱۳۸۵-۱۳۷۴) با نرخ رشد ۰/۳- درصد کاهش یافته است. از سال ۱۳۷۴ تا سال ۱۳۷۸ بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش صنعت به طور متوسط افزایش یافته است (آمار و اطلاعات از بانک مرکزی و مرکز آمار ایران، محاسبات دفتر برنامه‌ریزی و مدیریت اقتصاد). از آنجایی که صنعت ایران از لحاظ ماشین‌آلات و تکنولوژی به کشورهای دیگر متکی است بنابراین افزایش این رشد می‌تواند به دلیل خرید کالاهای سرمایه‌ای و واردکردن تکنولوژی از سال ۱۳۶۸ به ایران باشد. اما از آنجا که نیروی متخصص و آشنا به تکنولوژی روز در ایران کم است به همین دلیل این رشد بهره‌وری آنچنان زیاد نبوده و در ادامه پس از سال ۱۳۷۸ شاهد کاهش رشد بهره‌وری بوده‌ایم. دلیل دیگر برای افزایش بهره‌وری در طول دوره (۱۳۷۸-۱۳۷۴) می‌تواند به دلیل افزایش قیمت‌ها باشد که این افزایش قیمت‌ها موجب افزایش سود تولیدکننده‌های صنعتی شده و باعث افزایش سرمایه‌گذاری در این بخش شده که این افزایش سرمایه‌گذاری رشد بهره‌وری را در پی داشته است. پس از تورم تقریباً ۵۰ درصدی سال‌های (۱۳۷۴-۱۳۷۲) اعمال سیاست‌های انقباضی و اصرار شدید بر این سیاست‌ها بعد از سال ۱۳۷۶ موجب رکود در ایران شده که تا حدودی می‌تواند دلیل

کاهش بهره‌وری در بخش صنعت باشد. همچنین از دلایل عمده کاهش بهره‌وری برای سال‌های بعد از ۱۳۷۸ می‌توان به شوک کاهش قیمت نفت اشاره کرد. از آنجایی که صنعت ایران به ماشین‌آلات وارداتی وابسته است و با توجه به اینکه این ماشین‌آلات به وسیله ارزهای حاصل از فروش نفت خریداری می‌شوند، با شوک نفتی ۱۳۷۸ ورود این ماشین‌آلات به کشور کاهش یافته که این موضوع می‌تواند از عوامل افت بهره‌وری در کشور باشد. حال اینکه روند تغییر بهره‌وری در بخش صنعت استان آذربایجان شرقی تقریباً نوسانی است که در نمودار (۱) می‌توان روند تغییرات بهره‌وری بخش صنعت آذربایجان شرقی را مشاهده کرد. براساس محاسبات انجام شده در بخش (۵-۱) مقاله که در ادامه به آن می‌پردازیم، برای روند تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت آذربایجان شرقی بیشترین رشد TFP مربوط به صنایع تولید فلزات اساسی می‌باشد و بیشترین کاهش TFP مربوط به صنایع محصولات نساجی، پوشاک و چرم می‌باشد. ترتیب رشد TFP در بخش‌های صنایع استان آذربایجان شرقی به صورت زیر می‌باشد:

تولید فلزات اساسی، کاغذ، مقوا، چاپ و انتشار، صنایع متفرقه، چوب و محصولات چوبی، محصولات کانی غیرفلزی، شیمیایی، نفت، لاستیک و پلاستیک، مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات، ماشین‌آلات، ابزار و محصولات فلزی، محصولات نساجی، پوشاک و چرم.

در کل، نرخ رشد بهره‌وری بخش صنعت آذربایجان شرقی به طور متوسط روند نوسانی داشته و نمی‌توان گفت که روند افزایشی و یا کاهشی در روند بهره‌وری وجود دارد که این نوسان‌ها می‌تواند به دلیل تکنولوژی پایین بخش صنعت آذربایجان شرقی و به طور کلی ایران نسبت به کشورهای دیگری که شریک تجاری ایران هستند باشد. به عنوان مثال، در چند سال اخیر ورود کالاهای چینی به ایران به صنعت ایران ضرر رسانده و موجب دلسردی تولیدکنندگان این بخش شده است که این موضوع می‌تواند یکی از عوامل کاهش بهره‌وری در این بخش باشد. از آنجایی که استان آذربایجان شرقی یکی از استان‌های صنعتی در کشور می‌باشد، بنابراین صنعت این استان از این امر مستثنی نبوده و بخش‌هایی از صنعت استان آذربایجان شرقی از این امر آسیب دیده‌اند.

#### ۴. مبانی نظری و معرفی متغیرها

##### ۴-۱. الگوی کاب-داگلاس

این الگو برای نخستین بار در سال ۱۹۲۸ توسط کاب-داگلاس برای تخمین بهره‌وری سرمایه و کار در آمریکا ارائه شد. فرم ریاضی این تابع به صورت زیر می‌باشد:

$$Y = AX_1^\alpha X_2^{1-\alpha} \quad (۲)$$

که در آن،  $X_1$  نیروی کار و  $X_2$  سرمایه و  $A$  بیانگر تکنولوژی می‌باشد. تابع دارای دو خصوصیت اصلی می‌باشد یکی اینکه همگن از درجه یک نسبت به نهاده‌ها است و دیگری اینکه تابع، بازده نهایی نزولی برای کار و سرمایه را در صورت ثابت ماندن یکی از آنها بیان می‌کند.

۴-۱-۱. الگوی تعمیم یافته تابع کاب - داگلاس (الگوی نمایی)  
تابع تعمیم یافته کاب - داگلاس به صورت زیر ارائه شد:

$$Y = AX_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} X_3^{\beta_3} \dots X_n^{\beta_n} \quad (۳)$$

که در آن،  $A$  مجموعه تأثیرات سایر عواملی است که در مدل آورده نشده است.

$$i = n + 1, \dots, m \text{ و } A = \sum X_i^{\beta_i} \quad (۴)$$

ویژگی‌های تابع فوق به این شرح می‌باشد: ۱. تابع از نوع کاب - داگلاس، همگن از درجه  $\sum \beta_i$  است، ۲. کشش جزئی تولید برای هر نهاده برابر پارامتر  $\beta$  آن نهاده است، ۳. منحنی‌های تولید نهایی و متوسط برای هر نهاده  $X$  هیچ وقت همدیگر را قطع نمی‌کنند، ۴. حدمشخصی از کاربر نهاده که تولید را حداکثر کند وجود ندارد (دبرتین و موسی‌نژاد، ۱۳۷۶، صص ۲۲۷-۲۲۳).

۴-۱-۲. الگوی رشد تولید بخش صنعت استان آذربایجان شرقی در قالب مدل تعمیم یافته کاب - داگلاس  
مدل انتخابی برای الگوی رشد تولید بخش صنعت استان آذربایجان شرقی، مدل تعمیم یافته کاب - داگلاس یا تابع نمایی می‌باشد که مورد استفاده دنیسون بوده است و بر این اساس داریم:

$$y = AK^{\alpha_1} L^{\alpha_2} H^{\alpha_3} \quad (۵)$$

که در آن،  $y$  سطح تولید،  $K$  موجودی سرمایه،  $L$  نیروی کار فاقد تحصیلات عالی،  $H$  سرمایه انسانی (نیروی کار دارای تحصیلات عالی)،  $A$  تأثیر سایر عواملی که در مدل لحاظ نشده است.  $\alpha_i$  ها کشش جزئی هر یک از عوامل فوق را نشان می‌دهد. تولید نهایی هر یک از نهاده‌های فوق به شرح زیر می‌باشد:

$$\begin{aligned} MP_K &= \frac{dy}{dK} = \alpha_1 AK^{\alpha_1-1} L^{\alpha_2} H^{\alpha_3} \\ MP_L &= \frac{dy}{dL} = \alpha_2 AK^{\alpha_1} L^{\alpha_2-1} H^{\alpha_3} \\ MP_H &= \frac{dy}{dH} = \alpha_3 AK^{\alpha_1} L^{\alpha_2} H^{\alpha_3-1} \end{aligned} \quad (۶)$$

#### ۲-۴. روش مالم کوئیست

در محاسبه بهره‌وری از شاخص مالم کوئیست<sup>۱</sup> و روش تحلیل فراگیر داده‌ها (DEA) (عکس مقادیر کارایی محاسبه شده از روش DEA برابر توابع مسافت<sup>۲</sup> هستند که این توابع مسافت در محاسبه شاخص مالم کوئیست (بهره‌وری) بکار می‌روند) استفاده گردیده است. شاخص مالم کوئیست، تفکیک بهره‌وری کل به دو جزء عمده آن یعنی تغییرات تکنولوژیکی و تغییرات کارایی را میسر ساخته است. شاخص مالم کوئیست (۱۹۵۳) ابتدا در زمینه تئوری مصرف بیان شد و این روش در سال ۱۹۸۲ در چارچوب تئوری تولید مطرح گردید. در سال ۱۹۹۲ این توابع مسافت (شاخص مالم کوئیست) در چارچوب DEA برای محاسبه بهره‌وری بر پایه حداقل سازی عوامل تولید بکار گرفته شد. شاخص مالم کوئیست با استفاده از تابع مسافت تعریف می‌شود که به صورت مستقیم از طریق نرم افزارهای رایانه‌ای تخمین زده می‌شود (در این مقاله از نرم‌افزار Deap استفاده شده است).

تابع مسافت عامل تولید، تکنولوژی تولید را به وسیله حداقل سازی بردار عامل تولید و با در نظر گرفتن بردار محصول داده شده مشخص می‌نماید و تابع مسافت محصول به مسئله بهینه‌یابی با حداقل سازی بردار محصول با اساس بردار عامل تولید داده شده توجه می‌کند. در این مقاله تنها به تحلیل تابع مسافت محصول پرداخته می‌شود، زیرا تابع مسافت عامل تولید نیز به همان صورت تحلیل می‌گردد. شاخص مالم کوئیست با استفاده از توابع مسافت به صورت زیر بیان می‌گردد:

$$M(Y_S, X_S, Y_t, X_t) = [D_S(Y_t, X_t)/D_S(Y_S, X_S)] \times [D_t(Y_t, X_t)/D_t(Y_S, X_S)]^{\wedge 1/2} \quad (7)$$

در اینجا،  $D_S(X_t, Y_t)$  نشان‌دهنده فاصله زمانی مشاهدات  $t$  تا  $s$  است. (اگر  $D_t(Y_t, X_t)=1$  باشد یعنی بنگاه عدم کارایی فنی ندارد و بردار عوامل تولید  $X_t$  برداری است که حداقل عامل تولید مورد نیاز برای تولید سطح محصول  $Y_t$  با استفاده از تکنولوژی تولید در دوره  $t$  را نشان می‌دهد). اگر مقدار  $M$  (شاخص مالم کوئیست) بزرگتر از یک باشد نشان‌دهنده رشد مثبت بهره‌وری کل عوامل طی زمان  $t$  تا زمان  $s$  است و هنگامی که از یک کوچکتر باشد سیر نزولی بهره‌وری کل عوامل را نشان می‌دهد. تابع فوق را با عملیات ساده ریاضی می‌توان به صورت زیر ارائه نمود:

$$M(Y_S, X_S, Y_t, X_t) = [D_t(Y_t, X_t)/D_S(Y_S, X_S)] \times \{ [D_S(Y_t, X_t)/D_t(Y_t, X_t)] \times [D_S(Y_S, X_S)/D_t(Y_S, X_S)] \}^{\wedge 1/2} \quad (8)$$

1. Malmquist
2. Distance Functions

در این معادله قسمت خارج از گروه، تغییرات کارایی را در زمانهای  $s$ ،  $t$  اندازه گیری می کند یعنی تغییرات کارایی نشان دهنده نسبت کارایی در زمان  $t$  به کارایی در زمان  $s$  است. قسمت داخل گروه در معادله، تغییرات تکنولوژی را اندازه گیری می نماید و برابر میانگین هندسی تغییرات تکنولوژی در دوره  $s$ ،  $t$  است. برای به دست آوردن پاسخ معادلات فوق چهار تابع مسافت یعنی  $D_t(Y_t, X_t)$ ،  $D_t(Y_s, X_s)$ ،  $D_s(Y_t, X_t)$ ،  $D_s(Y_s, X_s)$  مسافت یک مدل برنامه ریزی خطی حل می شود و برای تجزیه تغییرات کارایی به دو جزء آن یعنی کارایی مقیاس و کارایی مدیریت، محدودیت با شرط تکنولوژی با بازده متغیر نسبت به مقیاس به مدل اضافه می شود. در نهایت، شاخص های محاسبه شده برای هر بنگاه به صورت زیر می باشد: (۱) تغییرات بهره وری کل (۲) تغییرات تکنولوژی (۳) تغییرات کارایی مدیریت (۴) تغییرات کارایی مقیاس.

$$SECH^1 \times PECH^2 \times TECHCH^3 = TFPCH^4 \quad (9)$$

تغییرات بهره وری کل = تغییرات تکنولوژیکی × تغییرات کارایی مدیریت × تغییر کارایی مقیاس  
چنانچه میزان شاخص مالم کوئیست بر مبنای حداقل سازی عوامل تولید کمتر از یک باشد بر بهبود عملکرد دلالت دارد. در حالتی که اگر بزرگ از یک باشد به کاهش عملکرد در زمان اشاره می نماید. از سوی دیگر، اگر بر مبنای حداکثر سازی محصول مقدار شاخص مالم کوئیست یا هر یک از اجزای آن کمتر از واحد شود به معنای بدتر شدن عملکرد بنگاه می باشد، در حالی که اگر مقدار شاخص مذکور بزرگتر از یک باشد نشان دهنده بهبود عملکرد آن بنگاه خواهد بود. مزیت این شاخص این است که شاخص مالم کوئیست به هیچ گونه اطلاعاتی در خصوص قیمت ها و هیچ گونه پیش فرضی برای نوع توابع نیاز ندارد (امامی میبدی، ۱۳۷۹، صص ۲۰۲-۱۹۶).

#### ۳-۴. تعریف مفهومی متغیرها

شاغلان: تمام کارکنانی که در داخل یا خارج کارگاه به صورت تمام وقت یا پاره وقت خواه با مزد و حقوق یا بدون مزد و حقوق (مالکان و شرکای فعال و کارکنان فامیلی بدون مزد) برای کارگاه کار می کنند شاغل محسوب می شوند (سالنامه آماری، ۱۳۸۵).

1. Scale Efficiency Change
2. Pure Technical (Managerial) Efficiency Change
3. Technological Change
4. Total Factor Productivity Change

شاغلان با تحصیلات عالی: شاغلان کارگاه‌های صنعتی که دارای تحصیلات دانشگاهی می‌باشند (سالنامه آماری، ۱۳۸۵).

ارزش افزوده فعالیت صنعتی: عبارت است از تفاوت ارزش ستانده و ارزش داده فعالیت صنعتی (سالنامه آماری، ۱۳۸۵).

کارایی ناشی از مدیریت: به این معنا که سخت‌کوشی، تلاش و حسن تدبیر مدیریت و تلاش کارکنان و ترکیب صحیح عوامل تولید موجبات افزایش بهره‌وری در بنگاه را فراهم می‌آورد (امامی میبدی، ۱۳۷۹، ص ۱۱۷).

صرفه‌جویی‌های ناشی از مقیاس: به این معنا که چنانکه در یک صنعت هزینه متوسط تولید برای تولیدکنندگان با مقیاس بزرگتر، کمتر از هزینه متوسط تولید برای تولیدکنندگان با مقیاس کوچکتر باشد، در آن صنعت صرفه‌جویی‌های ناشی از مقیاس تولید وجود دارد. به عبارت دیگر، اندازه بنگاه تولیدی یا حجم تولید و افزایش فعالیت‌ها عامل اساسی دیگری است که بر سطح بهره‌وری تأثیر می‌گذارد. (امامی میبدی، ۱۳۷۹، ص ۴۸).

کارایی تکنولوژی: به این معنا که تکنیک برتر و تحولات تکنولوژیکی عواملی هستند که مقدار سرمایه، انرژی و حتی نیروی کار لازم برای تولید همان واحد محصول را تقلیل داده و در نتیجه باعث افزایش بهره‌وری می‌گردند (امامی میبدی، ۱۳۷۹، ص ۱۱۷).

سرمایه انسانی: سرمایه انسانی به معنای توانایی علمی یا کارایی موجود در نیروی کار است که به توان علمی و آشنایی نیروی کار با تکنولوژی موجود بستگی دارد (رومر، ۱۳۸۳، ص ۱۹۶).

بهره‌وری: از لحاظ اقتصادی بهره‌وری معیاری است که رابطه ستانده با نهاده را نشان می‌دهد. بهره‌وری را می‌توان برای سطح کلان اقتصاد یا زیر مجموعه و اجزای خاصی از فعالیت‌های اقتصادی محاسبه نمود. در فرهنگ علوم اقتصادی تعاریف زیر از بهره‌وری ارائه شده است: ۱. نسبت میان مقدار معینی از محصول و مقدار معینی از یک یا چند عامل تولید، ۲. بهره‌وری میزان نسبی کارایی است. به‌طور کلی مفاهیم بهره‌وری به نوعی ارتباط میان مقدار کالاها و خدمات تولید شده و مقدار منابع مصرف شده در جریان تولید این کالاها و خدمات را بیان می‌نمایند که این روابط کمی و قابل اندازه‌گیری هستند (امامی میبدی، ۱۳۷۹، ص ۱۹۴).

شاخص بهره‌وری مالم کوئیست: این شاخص برای اندازه‌گیری بهره‌وری کل عوامل تولید با استفاده از توابع مسافت تعریف می‌شود. به طوری که تابع مسافت عامل تولید، تکنولوژی تولید را به وسیله حداقل سازی بردار عامل تولید و با در نظر گرفتن بردار محصول داده شده مشخص می‌نماید و

تابع مسافت محصول به مسأله بهینه‌یابی با حداکثرسازی بردار محصول براساس بردار عامل تولید داده شده توجه می‌کند (امامی‌میبدی، ۱۳۷۹، ص ۱۹۹)

موجودی سرمایه: سرمایه، ذخیره عوامل فیزیکی قابل تولید مجدد در روند تولید است. هنگامی که در طول زمان ذخایر سرمایه افزایش می‌یابد، براساس این روند موجودی سرمایه شکل می‌گیرد. به عبارت دیگر، کالاهای سرمایه‌ای همچون کارخانه‌ها، ماشین‌آلات، ساختمان‌ها و ... زمانی با یک واحد اندازه‌گیری مشترک سنجیده و با یکدیگر جمع شوند ملاکی از موجودی سرمایه فیزیکی جامعه بدست می‌آید (قره‌باغیان، ۱۳۷۵، ج ۱، ص ۸۰).

#### ۴-۴. تعریف عملیاتی متغیرها

برای تخمین تابع جهت بررسی اثر سرمایه انسانی بر رشد ارزش افزوده، شاخص مورد استفاده برای نیروی کار، تعداد شاغلان در کارگاه‌های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر و شاخص سرمایه انسانی، تعداد شاغلان با تحصیلات عالی در هر صنعت طی دوره (۱۳۸۵-۱۳۷۴) می‌باشد (طبق تعاریف ارائه شده در قسمت ۴-۳).

شاخص موجودی سرمایه‌ای که در این مقاله استفاده می‌شود از روش یانگ (۱۹۹۵) و با استفاده از داده‌های سرمایه‌گذاری تعدیل شده به کمک شاخص بهای عمده فروشی کالاها در ایران به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ برآورد شده است که در قسمت (۴-۵) به جزئیات روش یانگ پرداخته می‌شود و شاخص مورد استفاده برای محاسبه رشد تولید بخش صنعت، ارزش افزوده صنایع می‌باشد که با شاخص بهای عمده فروشی کالاها در ایران نسبت به سال پایه ۱۳۷۶ تعدیل شده است. همچنین در این مقاله برای محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید از شاخص مالم کوئیست به روش DEA استفاده شده است. برای محاسبه بهره‌وری به ستانده و داده نیاز است. به این منظور شاخص ارزش افزوده به‌عنوان ستانده استفاده شده است (از سود بنگاه نیز می‌توان به‌عنوان متغیری برای خروجی استفاده کرد، اما به دلیل عدم دسترسی به داده‌های آن از شاخص ارزش افزوده به‌عنوان متغیر خروجی استفاده شده است).

همچنین از شاخص تعداد شاغلین (منظور از شاخص تعداد شاغلین همان تعریف ارائه شده در قسمت (۴-۳) می‌باشد که شامل تمام کارکنان کارگاه می‌باشد) و موجودی سرمایه در هر صنعت به‌عنوان داده استفاده شده است. در ضمن لازم به تذکر است که هزینه‌های بنگاه به‌عنوان یک متغیر ورودی در داخل ارزش افزوده بنگاه بر طبق تعریف ارائه شده از ارزش افزوده بنگاه در قسمت (۴-۳) گنجانده شده است. شاخص موجودی سرمایه‌ای که در این مقاله استفاده می‌شود از روش یانگ (۱۹۹۵) و با استفاده از داده‌های سرمایه‌گذاری تعدیل شده به کمک شاخص بهای عمده فروشی کالاها در ایران به

قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ برآورد شده است که در قسمت (۳-۵) به آن پرداخته می‌شود. ارزش افزوده صنایع با شاخص بهای عمده فروشی کالاها در ایران به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ تعدیل شده و سپس استفاده گردیده است. در محاسبه بهره‌وری، شاخص‌های کارایی ناشی از مقیاس، مدیریت و کارایی تکنولوژی به‌عنوان عوامل مؤثر بر بهره‌وری محاسبه می‌گردد. در این مقاله کارایی ناشی از مدیریت به‌عنوان شاخص سرمایه انسانی در نظر گرفته شده است، زیرا یک فرایند تولید به‌نهاد مدیریت نیازمند است و این نهاد در لیست نهاده‌های تولید اضافه خواهد شد (رحمانی، ۱۳۸۱، ص ۱۱۱).

#### ۴-۵. منابع داده‌ها و نحوه محاسبه متغیرها

متغیرهایی که در این مقاله از آنها برای بررسی جایگاه سرمایه انسانی در بخش صنعت استان آذربایجان شرقی استفاده شده است عبارتند از ارزش افزوده صنایع که داده‌های آن از سالنامه آماری سال ۱۳۸۵ گرفته شده است، تعداد شاغلان صنایع که داده‌های آن از سالنامه آماری سال ۱۳۸۵ گرفته شده‌اند، شاغلان با تحصیلات عالی که داده‌های آن از سالنامه آماری ۱۳۸۵ گرفته شده‌اند، موجودی سرمایه صنایع که داده‌های آن در دسترس نبوده است که در جهت به دست آوردن داده‌های موجودی سرمایه از روش یانگ که در ادامه توضیح داده می‌شود استفاده شده است.

روش یانگ که در سال ۱۹۹۵ ارائه شد فرض می‌کند که نرخ رشد سرمایه‌گذاری در پنج سال آغاز سری موجود سرمایه‌گذاری حساب‌های مالی نماینده سرمایه‌گذاری در سال‌های قبل از آغاز سری باشد. رابطه (۱۰) نشان دهنده موجودی سرمایه اول دوره خواهد بود:

$$K_0 = \sum_{i=0} I_{-i-1} (1-\delta)^i = \sum_{i=0} I_0 (1+g)^{-i-1} (1-\delta)^i = I_0 / (g + \delta) \quad (10)$$

که در آن،  $I_0$  نشان‌دهنده میزان سرمایه‌گذاری ناخالص در اولین سال دوره،  $\delta$  نرخ استهلاک و  $g$  رشد متوسط سرمایه‌گذاری در پنج سال سری سرمایه‌گذاری می‌باشد. پس از محاسبه موجودی اول دوره، سری زمانی موجودی سرمایه از رابطه زیر با استفاده از آمار مربوط به سرمایه‌گذاری و استهلاک محاسبه می‌شود:

$$K_t = K_0 + \sum_{i=0} (I_i - D_i) \quad (11)$$

در این مقاله، ۵ سال از سری سرمایه‌گذاری برای برآورد رشد متوسط سرمایه‌گذاری سال‌های (۱۳۷۴-۱۳۷۸) و نرخ استهلاک نیز با توجه به جدول (۱) برای کدهای مختلف صنعت در نظر گرفته شده است.

جدول ۱. نرخ استهلاك سرمايه ثابت در صنايع ايران به تفكيك گروههاي صنايع

نرخ (درصد)	نام صنعت	كد صنعت
۴/۷	مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات	۳۱
۶/۹	محصولات نساجی، پوشاک و چرم	۳۲
۶/۳	چوب و محصولات چوبی	۳۳
۷/۱	کاغذ، مقوا، چاپ و انتشار	۳۴
۵/۱	شیمیایی، نفت، لاستیک و پلاستیک	۳۵
۶/۵	محصولات کانی غیر فلزی	۳۶
۶/۵	تولید فلزات اساسی	۳۷
۴/۵	ماشین آلات، ابزار و محصولات فلزی	۳۸
۴/۶	صنایع متفرقه	۳۹
۵/۴	-	کل

مأخذ: مجله برنامه و بودجه، شماره‌های ۵۲ و ۵۳، ص ۹۹.

علاوه بر این، در این مقاله از شاخص‌های TFP، کارایی مقیاس، کارایی مدیریت و کارایی تکنولوژی نیز استفاده شده است که داده‌های آنها نیز از نتایج حاصل از نرم افزار Deap مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

### ۵. تجزیه و تحلیل برآوردهای تجربی

#### ۵-۱. تجزیه و تحلیل یافته‌ها بر اساس الگوی رشد تولیدبخش صنعت استان آذربایجان شرقی

در این بخش در پاسخ به سوال نخست مقاله به برآورد الگوی رشد تولیدبخش صنعت استان آذربایجان شرقی پرداخته می‌شود. پیش از تخمین مدل می‌بایست مشخص کنیم که آیا عرض از مبدأ مدل برای مقاطع مختلف یکسان است یا متفاوت؟ برای این منظور از آزمون F استفاده می‌کنیم. فرضیه صفر برای این آزمون، برابری عرض از مبدأها برای مقاطع مختلف است و فرضیه  $H_1$  مبنی بر این است که عرض از مبدأها برای مقاطع مختلف متفاوت است. فرضیه مذکور را می‌توان به عنوان یک مجموعه قیود خطی روی عرض از مبدأها در نظر گرفت و برای آزمون آن از آماره F با درجه آزادی  $N-1$  برای صورت و درجه آزادی  $NT-N-K$  برای مخرج به صورت زیر استفاده نمود:

$$F = \frac{RSS_1 - RSS_2}{\frac{RSS_2}{NT - N - K}} \quad (12)$$

که در آن،  $RSS_1$  مجذور پسماندهای حاصل از برازش رگرسیون با عرض از مبدأهای برابر،  $RSS_2$  مجذور پسماندهای حاصل از برازش رگرسیون با عرض از مبدأهای متفاوت،  $T$  برابر با طول دوره زمانی تحقیق،  $N$  تعداد مقاطع و  $K$  تعداد متغیرهای توضیحی می‌باشد. با توجه به نتیجه آزمون  $F$  در صورتی که عدد بدست آمده در این آزمون از عدد بحرانی جدول بزرگتر باشد فرضیه  $H_0$  رد می‌شود و روش تخمین پانل دیتا خواهد بود (در این حالت باید مجدداً آزمون هاسمن برای آزمون اینکه مدل اثرات ثابت است یا اثرات تصادفی صورت گیرد) و در غیر این صورت یعنی اگر فرضیه  $H_0$  رد نشود روش تخمین Pooling Data خواهد بود.

با توجه به اینکه آماره  $F$  محاسباتی در این تخمین با درجات آزادی ۸ برای صورت و ۹۶ برای مخرج برابر با (۱/۳۳) محاسبه شده است و از سویی چون مقدار آماره  $F$  محاسباتی (۱/۰۵) از عدد بحرانی جدول با سطح معناداری ۵ درصد و درجات آزادی ۸ (برای صورت) و ۹۶ (برای مخرج) که برابر با (۲/۰۲) است کوچکتر است، بنابراین فرضیه صفر آزمون  $F$  رد نشده و روش تخمین Pooling Data می‌باشد. بنابراین، با توجه به نتیجه آزمون  $F$  مدل مورد بررسی را می‌توان با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی تخمین زد که در ادامه مدل را بر این اساس برآورد کرده‌ایم.

۵-۱-۱. تخمین تابع با فرض عرض از مبدأ ثابت برای تمام ضرایب<sup>۱</sup> و وزن یکسان<sup>۲</sup> برای تمام مشاهدات طی دوره (۱۳۷۴-۱۳۸۵)

$$\ln V = -0.16 + 0.25 \ln K + 0.46 \ln L + 0.29 \ln H + 0.32 AR(1) \quad (13)$$

$$(3.03) \quad (2.37) \quad (2.64) \quad (2.37) \quad (-1.28)$$

$$R^2 = 0.97 \quad \bar{R}^2 = 0.96 \quad D.W = 2.07 \quad F = 323.24$$

چنانچه ملاحظه می‌شود، تابع برآورد شده بر اساس معیارهای  $R^2, F, t$  الگوی مناسبی را ارائه می‌دهند. بر اساس آماره آزمون  $t$  محاسبه شده برای هر یک از متغیرهای الگو چنین استنباط می‌شود که تمام متغیرها از لحاظ آماری معنادار می‌باشند، لذا وجود هر یک ضرایب با اعتماد بیش از ۹۶ درصد مورد تأیید قرار می‌گیرد.

آزمون هم زمانی ضرایب (آزمون معناداری کل مدل) با ضریب اعتماد بیش از ۹۶ درصد به دلیل آماره  $F=323/24$  رد می‌شود. بنابراین، متغیرهای  $H, L, K$  در رشد تولید بخش صنعت نقشی اساسی دارند. مقدار  $R^2$  به دست آمده نیز خوبی برازش مزبور را نشان می‌دهد و اینکه ۹۷ درصد تغییرات در

1. Common
2. No Weighting

رشد تولید توسط متغیرهای موجود در مدل بیان می‌شوند. آماره آزمون  $D.W=2/07$  نیز نشان از عدم وجود خود همبستگی بین عوامل اختلال دارد و نشان می‌دهد که فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود خود همبستگی بین جملات اختلال را نمی‌توان رد کرد.

با توجه به اینکه مدل از نوع تابع نمایی می‌باشد ضرایب به دست آمده کشش تولید هر یک از نهادهای وارد شده در مدل را نشان می‌دهند. از مقایسه ضرایب به دست آمده چنین بر می‌آید که رشد تولید بخش صنعت استان نسبت به سرمایه انسانی حساسیت کمتری را نسبت به عامل نیروی کار (فاقد تحصیلات عالی) و تقریباً حساسیتی برابر با عامل سرمایه فیزیکی نشان می‌دهد.

۵-۱-۲. تخمین تابع با فرض عدم وجود عرض از مبدأ و از طریق GLS<sup>۱</sup> و دادن وزن برای ناهمسانی واریانس<sup>۲</sup> طی دوره (۱۳۸۵-۱۳۷۴)

$$\ln V = 0.17 \ln K + 0.44 \ln L + 0.37 \ln H + 0.34 AR(1) \quad (14)$$

$$(2.31) \quad (7.05) \quad (5.45) \quad (3.1)$$

$$R^2 = 0.9985 \quad R^{-2} = 0.9979 \quad D.W = 2.09 \quad F = 12419.5$$

چنانچه ملاحظه می‌شود، براساس تابع برآورد شده آماره آزمون  $t$  محاسبه شده برای هر یک از متغیرهای الگو از لحاظ آماری معنادار می‌باشد. لذا وجود تمام ضرایب با اعتماد بیش از ۰/۹۹ مورد تأیید می‌باشد.

آزمون همزمانی ضرایب (آزمون معناداری کل مدل) با اعتماد ۰/۹۹ به دلیل آماره  $F=12419/5$  رد می‌شود به این معنا که متغیرهای  $H, L, K$  در رشد تولید بخش صنعت نقش اساسی داشته‌اند. مقدار  $R^2$  به دست آمده نیز نشان از خوبی برازش مزبور دارد و نشان می‌دهد که ۹۹ درصد تغییرات در رشد تولید توسط متغیرهای موجود در مدل بیان می‌شود. در این مدل با توجه به ضرایب بدست آمده مشخص می‌گردد که رشد تولید بخش صنعت استان نسبت به سرمایه فیزیکی حساسیت کمتری به نسبت سرمایه انسانی و نیروی کار (فاقد تحصیلات عالی) نشان می‌دهد. این الگو نیز همانند الگوی قبلی نشان از کاربرد بودن صنایع استان دارد.

1. Generalized Least Square  
2. Cross Section Weights

۳-۱-۵. تخمین تابع با فرض عدم وجود عرض از مبدأ و برای تمام مشاهدات وزن یکسان طی دوره (۱۳۸۵-۱۳۷۴)

$$\ln V = 0.23 \ln K + 0.43 \ln L + 0.31 \ln H + 0.31 AR(1) \quad (15)$$

$$(2.21) \quad (5.45) \quad (2.59) \quad (2.75)$$

$$R^2 = 0.951 \quad \bar{R}^2 = 0.949 \quad D.W = 1.95 \quad F = 407.58$$

این تابع برآورد شده نیز بر اساس معیارهای  $R^2, F, t$  الگوی مناسبی را ارائه می‌دهد. براساس آماره آزمون  $t$  محاسبه شده برای هر یک از متغیرهای الگو چنین استنباط می‌شود که تمام متغیرها از لحاظ آماری معنادار می‌باشند، لذا وجود تمام ضرایب با اعتماد بیش از ۹۵ درصد مورد تأیید قرار می‌گیرد. آزمون هم زمانی ضرایب (آزمون معناداری کل مدل) با ضریب اعتماد بیش از ۹۵ درصد به دلیل آماره  $F=407/58$  رد می‌شود. بنابراین، متغیرهای  $H, L, K$  در رشد تولید بخش صنعت نقش اساسی دارند. مقدار  $R^2$  به دست آمده نیز نشان از خوبی برازش مزبور دارد و نشان می‌دهد که ۹۵ درصد تغییرات در رشد تولید توسط متغیرهای موجود در مدل بیان می‌شود.

با توجه به اینکه مدل از نوع تابع نمایشی می‌باشد ضرایب به دست آمده، کشش تولید هر یک از نهادهای وارد شده در مدل را نشان می‌دهد. از مقایسه ضرایب به دست آمده چنین بر می‌آید که رشد تولید بخش صنعت استان نسبت به سرمایه فیزیکی حساسیت کمتری را نسبت به عامل نیروی کار (فاقد تحصیلات عالی) و عامل سرمایه انسانی نشان می‌دهد. پس از آن، عامل سرمایه انسانی و بیشتر از همه نسبت به عامل نیروی کار (فاقد تحصیلات عالی) با ضریب  $0/43$  حساسیت نشان می‌دهد. حال در این بخش خلاصه نتایج حاصل از برآورد مدل را که در سه بخش‌های (۱-۱-۵)، (۲-۱-۵) و (۳-۱-۵) ارائه گردید که به اختصار در جدول (۲) آورده‌ایم:

جدول ۲. خلاصه نتایج حاصل از برآورد مدل در سه حالت

لگاریتم طبیعی متغیرها	ضرایب (مدل اول)	ضرایب (مدل دوم)	ضرایب (مدل سوم)	آماره $t$ (مدل اول)	آماره $t$ (مدل دوم)	آماره $t$ (مدل سوم)
$\alpha$	$-0/16^\circ$	-	-	$-1/28$	-	-
$\ln K$	$0/25^\circ$	$0/17^\circ$	$0/23^\circ$	$2/37$	$2/31$	$2/21$
$\ln L$	$0/46^\circ$	$0/44^\circ$	$0/43^\circ$	$2/64$	$7/05$	$2/75$
$\ln H$	$0/29^\circ$	$0/37^\circ$	$0/31^\circ$	$2/37$	$5/45$	$2/59$
$R^2$	$0/97$	$0/99$	$0/95$	-	-	-
$F$	$323/24$	$12419/5$	$407/58$	-	-	-

\* معنادار در سطح ۵ درصد.

مأخذ: نتایج تحقیق.

با توجه به توضیحات فوق، از میان سه تابع برازش شده الگوی دوم به دلیل فرض دادن وزن برای ناهمسانی واریانس به عنوان الگوی بهتر انتخاب شده است، زیرا در دو الگوی دیگر برای تمام مشاهدات وزن یکسان در نظر گرفته شده است.

۵-۲. تجزیه و تحلیل یافته‌ها بر اساس محاسبه بهره‌وری بخش‌های نه‌گانه صنعت استان آذربایجان شرقی ۵-۲-۱. تحلیل میانگین کلی تغییرات بهره‌وری و کارایی‌های مؤثر بر آن در صنایع طی دوره‌های یکساله بهره‌وری مفهومی کاملتر از کارایی می‌باشد. بهره‌وری علاوه بر تغییرات کارایی، تغییرات تکنولوژی یک بنگاه را نیز دربر می‌گیرد. صناعی که از لحاظ فنی کارا می‌باشند (روی مرز کارایی قرار دارند) ممکن است با استفاده از صرفه‌های ناشی از مقیاس با تغییر تکنولوژی بهره‌وری خود را افزایش دهند. بنابراین، تغییرات بهره‌وری به سه جزء طبق رابطه زیر تقسیم می‌گردد.

تغییرات تکنولوژی  $\times$  تغییرات کارایی مقیاس  $\times$  تغییرات کارایی مدیریت = تغییرات بهره‌وری  
به این ترتیب در این بخش تغییرات بهره‌وری و تغییرات عوامل مؤثر بر بهره‌وری طی دوره‌های یک ساله در دوره (۱۳۸۵-۱۳۷۴) از طریق شاخص مالم کوئیست محاسبه گردیده است (داده‌های جدول (۲) در بخش (۳-۵) مقاله که مربوط به پاسخ سؤال سوم مقاله است مورد استفاده قرار می‌گیرد).

جدول ۳. میانگین کلی تغییرات بهره‌وری، کارایی و تکنولوژی در تمام صنایع

دوره	Tfpch	Sech	Pech	Techch	Effch
۱۳۷۵-۷۴۱۳	۰/۷۵	۱/۳۸	۱/۰۴	۰/۵۴	۱/۴۶
۱۳۷۶-۱۳۷۵	۰/۷۵	۱/۷۲	۰/۹۵	۰/۴۵	۱/۶۸
۱۳۷۷-۱۳۷۶	۱/۲۹	۱/۱۵	۰/۷۴	۱/۳۵	۰/۸۶
۱۳۷۸-۱۳۷۷	۰/۳	۱/۸	۱/۲۵	۰/۵۱	۱/۳۵
۱۳۷۹-۱۳۷۸	۱/۱۸	۰/۸۲	۰/۹۵	۱/۶	۰/۷۵
۱۳۸۰-۱۳۷۹	۰/۸۱	۱/۱۷	۰/۴۳	۱/۵۴	۰/۵۵
۱۳۸۱-۱۳۸۰	۰/۶۸	۱/۱۳	۲/۵۱	۰/۲۸	۲/۷۵
۱۳۸۲-۱۳۸۱	۱/۰۲	۰/۸۹	۱/۰۵	۱/۱۱	۰/۹۵
۱۳۸۳-۱۳۸۲	۰/۷۱	۰/۹۵	۰/۹۵	۰/۷۸	۰/۹۵
۱۳۸۴-۱۳۸۳	۱/۴۳	۱/۰۴	۱/۰۳	۱/۳۶	۱/۰۴
۱۳۸۵-۱۳۸۴	۱	۱/۰۱	۱	۰/۹۶	۱/۰۵

تغییرات بهره‌وری کل = Tfpch، تغییرات کارایی مقیاس = Sech،

تغییرات کارایی مدیریت = Pech، تغییرات تکنولوژی = Techch، تغییرات کارایی فنی = Effch

مأخذ: نتایج حاصل از نرم افزار deap.

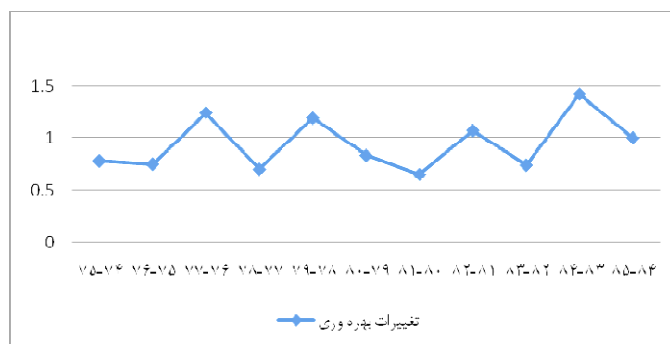
جدول فوق، میانگین تغییرات کارایی فنی، کارایی مقیاس، کارایی مدیریت، تغییرات تکنولوژی و تغییرات بهره‌وری کل را برای دوره‌های مختلف نشان می‌دهد.

در این نتایج شاخص مالم کوئیست بر مبنای فرض حداکثرسازی محصول محاسبه شده که با توجه به این فرض اگر عدد شاخص در هر یک از اجزای آن کمتر از واحد شود به معنای بدتر شدن عملکرد آن صنعت و اگر بزرگتر از یک باشد به معنای بهبود عملکرد آن صنعت خواهد بود. طبق یافته‌های ارائه شده در دوره (۱۳۷۵-۱۳۷۴) شاخص تغییرات بهره‌وری برابر ۰/۷۵ می‌باشد که نشان می‌دهد بهره‌وری در سال ۱۳۷۵ نسبت به سال ۱۳۷۴ کمتر می‌باشد. شاخص تغییرات کارایی ۱/۴۶ ارزیابی شده که بیان می‌دارد که کارایی فنی در این دوره افزایش یافته و این افزایش کارایی ناشی از افزایش کارایی مدیریت و مقیاس با هم بوده است. اما تغییرات تکنولوژی کاهش یافته (۰/۵۴) و این کاهش بسیار زیاد بوده به طوری که افزایش کارایی فنی نیز نتوانسته آن را جبران نماید و این باعث کاهش بهره‌وری گشته است.

در دوره (۱۳۷۶-۱۳۷۵) وضعیت تغییرات کارایی مقیاس و تکنولوژی همانند دوره قبل است اما ناکارایی مدیریت با شاخص (۰/۹۵) مشاهده می‌گردد که البته چون این ناکارایی کم بوده اثر منفی بر کارایی فنی و در نتیجه بر بهره‌وری نداشته است بلکه کاهش تغییرات بهره‌وری بیشتر ناشی از تغییرات تکنولوژیکی است که ناکارایی زیادی را دارا بوده است. همچنین با نگاهی به دو دوره پایانی درمی‌یابیم که طی سال‌های (۱۳۸۴-۱۳۸۳) تغییرات بهره‌وری به طور محسوسی مثبت بوده است (۱/۴۳) و این مثبت بودن تغییرات ناشی از مثبت بودن تغییرات کارایی مدیریت (۱/۰۳)، کارایی مقیاس (۱/۰۴) و تغییرات تکنولوژی است.

در دوره آخر یعنی (۱۳۸۵-۱۳۸۴) مجدداً تغییرات بهره‌وری مثبت بوده که ناشی از تغییرات مثبت کارایی فنی (۱/۰۵) می‌باشد که تغییرات منفی تکنولوژی (۰/۹۶) را جبران نموده است. البته تغییرات مثبت کارایی فنی ناشی از تغییرات مثبت هر دو کارایی مقیاس (۱/۰۱) و مدیریتی (۱) می‌باشد. در یک بررسی کلی از مجموع دوره‌های یکساله مشاهده می‌شود که در ۶ دوره تغییرات بهره‌وری منفی بوده و تنها در ۴ دوره مثبت بوده است. با بررسی شاخص‌های محاسبه شده برای کارایی مدیریت ملاحظه می‌شود که در دوره‌های (۱۳۷۵-۱۳۷۴)، (۱۳۷۸-۱۳۷۷)، (۱۳۸۱-۱۳۸۰)، (۱۳۸۲-۱۳۸۱)، (۱۳۸۴-۱۳۸۳) و (۱۳۸۵-۱۳۸۴)، تغییرات کارایی مدیریتی مثبت بوده اما یک و یا نزدیک به یک است. در ۵ دوره کارایی مدیریت منفی بوده که البته در دوره‌های (۱۳۷۷-۱۳۷۶) و (۱۳۸۰-۱۳۷۹) ناکارایی مدیریتی بسیار زیاد و برابر ۰/۲۶ و ۰/۵۷ می‌باشد.

همانطور که در نمودار (۱) نیز مشخص می‌باشد، تغییرات بهره‌وری کل عوامل از نظم خاصی پیروی نمی‌کند. همان‌طور که پیش از این نیز ذکر شد اعداد بیشتر از یک نشان‌دهنده تغییرات مثبت بهره‌وری و اعداد کمتر از یک نشان‌دهنده تغییرات منفی بهره‌وری می‌باشند. حال با توجه به نمودار که حول عدد یک نوسان نموده است مشخص می‌گردد که در برخی از دوره‌ها تغییرات منفی و در برخی دوره‌ها برعکس بوده است یعنی از سال ۱۳۷۴ طی (۱۳۷۴-۱۳۷۵) و (۱۳۷۶-۱۳۷۵)، بهره‌وری کل عوامل با تغییرات منفی روبرو بوده و در دوره (۱۳۷۶-۱۳۷۷) تغییرات بهره‌وری مثبت و مجدداً در دوره (۱۳۷۸-۱۳۷۷) منفی بوده است. تغییرات بهره‌وری در دوره (۱۳۷۸-۱۳۷۹) مثبت، در دوره (۱۳۷۹-۱۳۸۰) و (۱۳۸۰-۱۳۸۱) منفی، در دوره (۱۳۸۱-۱۳۸۲) مثبت، در دوره (۱۳۸۲-۱۳۸۳) منفی، در دوره (۱۳۸۳-۱۳۸۴) مثبت و در نهایت در دوره پایانی (۱۳۸۴-۱۳۸۵) بی‌تغییر بوده است.



مأخذ: نتایج تحقیق.

نمودار ۱. روند تغییرات بهره‌وری بخش صنعت استان

حال برای پاسخ به سؤال دوم مقاله کافی است که به بررسی روند تغییرات بهره‌وری طی دوره‌های یکساله بین سال‌های (۱۳۷۴ - ۱۳۸۵) بپردازیم.

۲-۲-۵. تحلیل تغییرات بهره‌وری و کارایی مؤثر بر آن در صنایع طی دوره‌های یکساله به تفکیک کدهای ۹ گانه صنعت

در این قسمت به توضیح تغییرات کارایی و بهره‌وری در صنایع به تفکیک کدهای ۹ گانه ISIC پرداخته می‌شود. جدول (۱) پیوست محاسبه تغییرات بهره‌وری و اجزای آن را به تفکیک کدهای ۹ گانه صنعت براساس طبقه‌بندی ISIC در سال‌های (۱۳۷۴-۱۳۷۵) نشان می‌دهد.

با توجه به جدول (۱) پیوست، در سال‌های (۱۳۷۵-۱۳۷۴) تنها صنایع ماشین‌آلات، ابزار و محصولات فلزی دارای تغییرات بهره‌وری مثبت بودند (۱/۲۵) و سایر صنایع با کاهش بهره‌وری مواجه بودند. این کاهش بهره‌وری در تمام صنایع ناشی از منفی بودن تغییرات تکنولوژی است. کارایی ناشی از مدیریت در صنایع مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات با شاخص (۱/۰۵) و صنایع شیمیایی، نفت، لاستیک و پلاستیک با شاخص (۱/۳) بهبود یافته و اثر مثبتی بر تغییرات بهره‌وری داشته است و در سایر صنایع، کارایی مدیریت بدون تغییر و شاخص آن برابر یک می‌باشد.

جدول (۲) پیوست محاسبه تغییرات بهره‌وری و اجزای آن را به تفکیک کدهای ۹ گانه صنعت براساس طبقه‌بندی ISIC در سال‌های (۱۳۷۶-۱۳۷۵) نشان می‌دهد. با توجه به جدول (۲) پیوست در این سال‌ها تغییرات بهره‌وری کدهای ۳۱، ۳۲ و ۳۳ صنعت با شاخص‌های ۱/۰۶، ۱/۱۶ و ۱/۰۸ مثبت و سایر صنایع به دلیل کوچک‌تر از یک بودن شاخص‌های بهره‌وری آنها منفی ارزیابی می‌گردد. در خصوص کد ۳۳ دلیل مثبت بودن تغییرات بهره‌وری کل عوامل ناشی از تغییرات مثبت در تکنولوژی می‌باشد، اما در خصوص کدهای ۳۱ و ۳۲ تغییرات مثبت بهره‌وری کل عوامل علاوه بر تغییرات تکنولوژی از تغییرات در کارایی‌های مقیاس، مدیریتی و فنی نیز تأثیر می‌پذیرد. در این دوره، کارایی مدیریتی صنایع مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات با شاخصی برابر ۱/۰۵ افزایش یافته است. کارایی مدیریتی سایر صنایع بی‌تغییر مانده یا کاهش یافته است.

جدول (۳) پیوست محاسبه تغییرات بهره‌وری و اجزای آن را به تفکیک کدهای ۹ گانه صنعت براساس طبقه‌بندی ISIC در سال‌های (۱۳۷۷-۱۳۷۶) نشان می‌دهد. با توجه به جدول (۳) پیوست، در این سال‌ها در صنایع محصولات نساجی، پوشاک و چرم، فلزات اساسی و ماشین‌آلات، ابزار و محصولات فلزی کارایی مدیریت شاخصی برابر یک داشته و بی‌تغییر بوده است. با توجه به افزایش کارایی مقیاس و تکنولوژی در این صنایع، تغییرات بهره‌وری مثبت بوده است. در رابطه با صنایع با کد ۳۷ باید گفت که برای این گروه صنایع در این دوره کارایی‌های مدیریت، مقیاس و فنی دارای وضعیت ثابت و بدون تغییر بوده‌اند اما کارایی تکنولوژی بر خلاف موارد دیگر با افزایش قابل ملاحظه‌ای مواجه بوده است به طوری که تنها دلیل بالا بودن شاخص TFP در این دوره را می‌توان به پیشرفت تکنولوژی بالا نسبت داد. اما در خصوص صنایع چوب و محصولات چوبی در این دوره با وجود تغییر نکردن کارایی مدیریتی به دلیل تغییرات منفی کارایی مقیاس و تکنولوژی، تغییرات بهره‌وری منفی (۰/۴۳) بوده است.

با توجه به جدول (۴) پیوست که نشان‌دهنده تغییرات کارایی و بهره‌وری صنایع طی دوره (۱۳۷۷-۱۳۷۸) می‌باشد بهره‌وری در بیشتر صنایع کاهش یافته و تنها در صنایع شیمیایی، نفت، لاستیک

و پلاستیک و کانی غیرفلزی بهره‌وری افزایش یافته است. با توجه به شاخص‌های محاسبه شده برای کارایی مدیریت تنها در صنایع محصولات نساجی، پوشاک و چرم کارایی مدیریتی کاهش یافته است و در سایر صنایع یا ثابت بوده (۱) و یا افزایش یافته است. اما در صنایع با کدهای ۳۳، ۳۷ و ۳۸ با وجود عدم کاهش کارایی مدیریتی به دلیل کاهش کارایی تکنولوژی و در صنایع مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات با کد ۳۱ به دلیل کاهش هر دو کارایی تکنولوژی و مقیاس، شاهد کاهش بهره‌وری هستیم. درخصوص صنایع با کد ۳۵ و ۳۶ کارایی مدیریتی افزایش قابل توجهی داشته است که توانسته است با کمک افزایش کارایی مقیاس، کاهش کارایی تکنولوژی را جبران نموده و موجب افزایش بهره‌وری گردد.

طبق یافته‌های ارائه شده در جدول (۵) پیوست در سال‌های (۱۳۷۸-۱۳۷۹) صنایع با کدهای ۳۲، ۳۶ و ۳۸ با کاهش بهره‌وری مواجه بوده‌اند که در این کدها کارایی ناشی از مدیریت به ترتیب به صورت افزایش کارایی (۱/۱۱)، کاهش کارایی (۰/۷۳) و بی‌تغییر بودن کارایی (۱) بوده است. در این کدها کارایی تکنولوژی افزایش یافته و کارایی مقیاس در هر سه صنعت کاهش یافته است. در مورد صنایع با کد ۳۴ لازم به تذکر است که علت بالا بودن شاخص TFP تنها به دلیل پیشرفت تکنولوژی بالا در این دوره می‌باشد، زیرا دیگر شاخص‌ها در این دوره بی‌تغییر بوده‌اند.

با توجه به جدول (۶) پیوست که نمایانگر تغییرات کارایی و بهره‌وری صنایع طی دوره (۱۳۷۹-۱۳۸۰) می‌باشد در این سال‌ها صنایع مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات با افزایش قابل توجهی در بهره‌وری مواجه بوده است (۵/۱۱) که بیشتر ناشی از بهبود کارایی تکنولوژی با شاخصی برابر (۴/۴۵) می‌باشد، البته کارایی فنی و کارایی مقیاس نیز در این بین دارای نقش مهمی هستند. کارایی مدیریتی نیز تغییری نداشته است. در میان سایر صنایع تنها صنایع شیمیایی، نفت، لاستیک و پلاستیک افزایش بهره‌وری داشته است که البته کارایی مدیریت نه تنها نقشی در این افزایش نداشته بلکه دارای ناکارایی نیز می‌باشد (۰/۹۸).

مطابق جدول (۷) پیوست در سال‌های (۱۳۸۰-۱۳۸۱) شرایط متفاوتی برای صنایع مختلف وجود دارد که به عنوان نمونه صنایع مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات افت بهره‌وری با شاخصی برابر ۰/۰۸ داشته است که با توجه به عدم تغییر کارایی مدیریتی و مقیاس این کاهش متأثر از کاهش کارایی تکنولوژی (۰/۰۸) بوده است. در این سال اغلب صنایع دیگر نیز با کاهش بهره‌وری مواجه بوده‌اند. در صنایع با کد ۳۲ کارایی مدیریت افزایش قابل توجهی داشته است اما به دلیل کاهش شدید کارایی

تکنولوژی و ثابت ماندن کارایی مقیاس، تغییرات بهره‌وری منفی گردیده است. در مورد صنایع دیگر نیز وضعیت تغییرات بهره‌وری آنها به همین صورت قابل تفسیر می‌باشد.

مطابق جدول (۸) پیوست که نشان‌دهنده وضعیت صنایع طی سال‌های (۱۳۸۱-۱۳۸۲) می‌باشد، کد ۳۱ با تغییرات مثبت بهره‌وری مواجه بوده است. در این صنایع افزایش کارایی مدیریتی (۱/۱۱)، تکنولوژیکی (۱/۲۷) و عدم تغییر کارایی مقیاس مشاهده می‌گردد. در صنایع محصولات نساجی، پوشاک و چرم کارایی مدیریتی (۰/۹۳) و مقیاس (۰/۸۵) کاهش یافته‌اند در حالی که هم کارایی تکنولوژی (۱/۲۴) و هم کارایی فنی (۳/۷۹) افزایش یافته‌اند. اما چیزی که در کل مشاهده می‌شود، کاهش بهره‌وری است. در صنایع با کد ۳۳ افزایش بهره‌وری قابل ملاحظه‌ای مشاهده می‌شود که می‌توان علت آن را در افزایش کارایی مدیریتی و تکنولوژی و تقریباً بی‌تغییر بودن کارایی مقیاس دانست.

جدول (۹) پیوست محاسبه تغییرات بهره‌وری و اجزای آن را به تفکیک کدهای ۹ گانه صنعت براساس طبقه‌بندی ISIC در سال‌های (۱۳۸۲-۱۳۸۳) نشان می‌دهد. با توجه به جدول (۹) پیوست طی سال‌های (۱۳۸۲-۱۳۸۳) کارایی مدیریتی در بیشتر صنایع بدون تغییر بوده است اما تنها در یک مورد از صنایع یعنی صنایع مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات با وجود عدم تغییر کارایی مدیریت به دلیل کاهش کارایی مقیاس و تکنولوژی شاهد کاهش بهره‌وری هستیم. از میان صنایع ۹ گانه در کدهای ۳۲، ۳۳، ۳۵ و ۳۸ هر دو کارایی مقیاس و مدیریتی بدون تغییر بوده‌اند و کاهش کارایی تکنولوژی موجب کاهش بهره‌وری گردیده است. در مورد صنایع دیگر نیز تغییرات بهره‌وری به همین منوال به سهولت قابل تحلیل می‌باشد.

همان‌طور که در جدول (۱۰) پیوست مشاهده می‌گردد اغلب صنایع طی سال‌های (۱۳۸۳-۱۳۸۴) تقریباً وضعیت مشابهی دارند یعنی تقریباً شاخص کارایی مدیریت در تمام آنها برابر با یک بوده و این کارایی بدون تغییر مانده است. همچنین تقریباً کارایی تکنولوژی در تمام صنایع افزایش و کارایی مقیاس نیز تقریباً بی‌تغییر و یا مواجه با تغییرات ناچیز بوده است. همچنین در این جدول مشاهده می‌شود که تمام صنایع با افزایش بهره‌وری روبرو بوده‌اند. در مورد صنایع با کد ۳۵ لازم به تذکر است که علت بالا بودن شاخص TFP به دلیل پیشرفت و سرمایه‌گذاری بالا در این دوره برای جذب تکنولوژی در این صنعت می‌باشد زیرا دیگر شاخص‌ها در این دوره بی‌تغییر بوده‌اند. آخرین سال مورد بررسی (مطابق جدول (۱۱) پیوست) سال‌های (۱۳۸۴-۱۳۸۵) می‌باشد. در این سال‌ها نیز کارایی مدیریت در تمام صنایع بجز کد ۳۶ بی‌تغییر می‌باشد. در این دوره در صنایع مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات و صنایع متفرقه افزایش کارایی مقیاس با شاخص‌های (۱/۰۲) و (۱/۰۷) نتوانسته کاهش کارایی تکنولوژی را با

شاخص‌های (۰/۹۳) و (۰/۹۱) جبران نماید در نتیجه تغییرات بهره‌وری منفی است. از میان صنایع مختلف نکته جالبی که در مورد صنایع با کدهای ۳۳، ۳۴ و ۳۵ وجود دارد این است که در این صنایع تنها تغییرات تکنولوژی منجر به تغییر در بهره‌وری صنایع شده است.

۳-۵. بررسی کارایی‌های مؤثر بر تغییرات بهره‌وری به روش اقتصادسنجی طی دوره (۱۳۸۵-۱۳۷۴) برای تکمیل بررسی اثر کارایی‌های مؤثر بر تغییرات بهره‌وری، در این بخش نتایج حاصل از آنالیز بهره‌وری از نرم افزار Deap (جدول ۱) به صورت زیر برآزش شده است (پاسخ به سؤال سوم مقاله):  
در ادامه، مدل تخمین زده شده براساس مطالب ارائه شده در قسمت (۴-۲) مربوط به مبانی نظری است که در واقع حالت لگاریتم طبیعی گرفته شده از رابطه (۹) بوده و لذا این مدل به روش Pooling Data و با توجه به نتایج دوره‌های یکساله برای صنایع براساس کدهای دو رقمی ISIC و طی دوره (۱۳۸۵-۱۳۷۴) مطابق جداول پیوست تخمین زده شده است. این برآورد بر اساس فرض عرض از مبدا ثابت برای تمام ضرایب و از طریق GLS و دادن وزن برای ناهمسانی واریانس طی دوره (۱۳۸۵-۱۳۷۴) به صورت زیر می‌باشد:

$$\ln(Tfp) = 1.02 + 0.7Lnt + 0.71Lnp + 0.76Lns + 0.03AR(1) \quad (16)$$

$$(109.79) \quad (26.72) \quad (23.88) \quad (30.4) \quad (3.21)$$

$$R^2 = 0.993 \quad \bar{R}^2 = 0.992 \quad D.W = 1.97 \quad F = 2081.5$$

در این مدل، P تغییرات کارایی ناشی از مدیریت، t تغییرات تکنولوژیکی، Tfp تغییرات بهره‌وری کل عوامل و s تغییرات کارایی ناشی از مقیاس می‌باشد.  
چنانچه ملاحظه می‌شود، تابع برآورد شده براساس معیارهای R<sup>2</sup>, F, t, الگوی مناسبی را ارائه می‌دهد. براساس آماره آزمون t محاسبه شده برای هر یک از متغیرهای الگو چنین استنباط می‌شود که تمام متغیرها از لحاظ آماری معنادار می‌باشند لذا وجود تمام ضرایب با اعتماد بیش از ۹۶ درصد مورد تأیید قرار می‌گیرند.

آزمون هم زمانی ضرایب (آزمون معناداری کل رگرسیون) با ضریب اعتماد بیش از ۹۹ درصد به دلیل آماره F=2081/5 رد می‌شود. بنابراین، متغیرهای p, t و s در رشد TFP بخش صنعت نقش اساسی دارند.

آماره آزمون D.W=1/97 نیز نشان از عدم وجود خود همبستگی بین عوامل اختلال دارد و نشان می‌دهد که فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود خود همبستگی بین جملات اختلال را نمی‌توان رد کرد.

با توجه به این مدل که از نوع تابع نمایی می‌باشد، ضرایب به دست آمده کشش تولید هریک از نهادهای وارد شده در مدل را نشان می‌دهند. از مقایسه ضرایب به دست آمده چنین بر می‌آید که تغییرات بهره‌وری بخش صنعت استان نسبت به تغییرات تکنولوژیکی حساسیت کمتری را نسبت به عامل تغییرات مقیاس و تقریباً حساسیتی برابر با عامل تغییرات کارایی مدیریت نشان می‌دهد. در پاسخ به سؤال سوم مقاله، با توجه به نتایج به دست آمده از مدل باید گفت که تغییرات بهره‌وری صنایع استان آذربایجان شرقی طی دوره (۱۳۷۴-۱۳۸۵) بیشتر متأثر از بهبود کارایی ناشی از مقیاس بوده و تغییرات کارایی ناشی از مدیریت و تغییرات تکنولوژیکی نیز تقریباً به یک میزان بر تغییرات بهره‌وری صنایع استان طی دوره ذکر شده تأثیر داشته‌اند.

#### ۶. خلاصه و نتیجه‌گیری

مقاله حاضر در دو بخش اساسی ارائه شده است. در بخش اول، تأثیر سرمایه انسانی بر رشد تولید بخش صنعت استان آذربایجان شرقی بررسی شده است و در بخش دیگر ضمن بررسی چگونگی تغییرات بهره‌وری در واحدهای صنعتی استان آذربایجان شرقی در مورد علل تغییرات بهره‌وری در واحدهای صنعتی این استان بحث شده است.

بر اساس تابع برازش شده برای بررسی اثر سرمایه انسانی بر رشد تولید بخش صنعت می‌توان نتیجه گرفت که عامل سرمایه انسانی اثر مثبتی بر رشد تولید بخش صنعت استان آذربایجان شرقی داشته است که در واقع ضریب  $0/37$  در مدل برآورد شده رشد گویای این مطلب می‌باشد. در ضمن باید گفت که عامل نیروی کار و سرمایه فیزیکی با توجه به ضرایبشان که به ترتیب برابر  $0/44$  و  $0/17$  می‌باشند نیز دارای اثر مثبت بر رشد ارزش افزوده بخش صنعت استان آذربایجان شرقی می‌باشند.

طبق نمودار (۱) که نشان‌دهنده روند تغییرات بهره‌وری کل عوامل در بخش صنعت استان آذربایجان شرقی می‌باشد، مشاهده می‌شود که تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید طی دوره (۱۳۷۴-۱۳۸۵) بر اساس روند مشخصی تغییر نکرده است و حول یک در نوسان است.

ضرایب عوامل کارایی ناشی از مدیریت، کارایی ناشی از مقیاس و تغییرات تکنولوژیکی به عنوان عوامل تأثیرگذار بر تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید در تابع برازش شده تقریباً برابر و به ترتیب  $0/71$  و  $0/76$  و  $0/70$  می‌باشند. در نتیجه باید گفت که کارایی ناشی از مقیاس نسبت به دو عامل دیگر یعنی تغییرات کارایی ناشی از مدیریت و تغییرات تکنولوژیکی تأثیر بیشتری بر تغییرات بهره‌وری در واحدهای صنعتی استان آذربایجان شرقی طی دوره (۱۳۷۴-۱۳۸۵) داشته است.

با توجه به اینکه نقش سرمایه انسانی در رشد تولید مثبت اما با ضریب بسیار کوچکی اثرگذار بوده است برای رسیدن به رشد تولید بیشتر سیاستگذاران بخش صنعت باید به این عامل توجه بیشتری نمایند.

با وجود اندک بودن تعداد شاغلان با تحصیلات دانشگاهی نسبت به کل شاغلان صنایع در استان و با وجود معضل بیکاری فارغ تحصیلان دانشگاهها پیشنهاد می شود که سیاستگذاران جهت حل معضل بیکاری و ارتقای کیفیت و کمیت تولیدات صنعتی و بالفعل نمودن ظرفیت های بالقوه صنعت به جذب نیروهای تحصیل کرده بیشتری نسبت به گذشته اقدام نمایند.

#### منابع

- امامی میبیدی، علی (۱۳۷۹)، اصول اندازه گیری کارایی و بهره‌وری (علمی و کاربردی)، تهران: موسسه مطالعات پژوهش‌های بازرگانی.
- امینی، علیرضا (۱۳۸۴)، "اندازه گیری و تحلیل روند بهره‌وری به تفکیک بخش‌های اقتصادی ایران"، مجله برنامه و بودجه، شماره ۹۳، صص ۱۱۰-۷۳.
- امینی، علیرضا و زهره حجاری آزاد (۱۳۸۷)، "تحلیل نقش سرمایه انسانی و تحقیق و توسعه در ارتقای بهره‌وری کل عوامل (TFP) در اقتصاد ایران"، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال دهم، شماره ۳۵، صص ۳۰-۱.
- تقوی، مهدی و حسین محمدی (۱۳۸۵)، "تاثیر سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی ایران"، پژوهشنامه اقتصادی، شماره ۲۲، صص ۴۴-۱۵.
- توکلی، اکبر، آذریباجانی، کریم و علی شهربابور (۱۳۷۹)، "اندازه گیری و تجزیه تحلیل بهره‌وری عوامل تولید در گروه‌های صنایع ایران (۱۳۷۲-۱۳۵۱)"، مجله برنامه و بودجه، سال پنجم، شماره‌های ۵۳-۵۲، صص ۱۲۶-۸۵.
- دبوتین، دیوید (۱۳۷۶)، اقتصاد تولید کشاورزی، ترجمه موسی نژاد، محمدقلی و رضا نجارزاده، دانشگاه تربیت مدرس، تهران: موسسه تحقیقات اقتصادی.
- رحمانی، علی (۱۳۸۱)، "پیشرفت تکتولوژی، مقیاس اقتصادی و بهره‌وری در صنایع ایران"، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان قزوین، معاونت اقتصادی و برنامه‌ریزی.
- رومر، دیوید (۲۰۰۱)، اقتصاد کلان پیشرفته، ترجمه مهدی تقوی، جلد اول، تهران: دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات.
- شاه‌آبادی، ابوالفضل (۱۳۸۶)، "اثر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، تجارت بین الملل و سرمایه انسانی بر بهره‌وری کل عوامل اقتصاد ایران"، جستارهای اقتصادی، سال چهارم، شماره ۷، صص ۱۹۹-۱۳۴.
- شولتز، تئودور (۱۳۷۰)، سرمایه‌گذاری در نیروی انسانی و توسعه اقتصادی، ترجمه محمودمتوسلی، تهران: مؤسسه تحقیقات پولی و بانکی.

صالحی، محمدجواد (۱۳۸۱)، "اثرات سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی ایران"، مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی، شماره ۸، صص ۸۰-۴۳.

قره‌باغیان، مرتضی (۱۳۷۵)، *اقتصاد رشد و توسعه*، جلد اول، تهران: دفتر نشر فرهنگ اسلامی.

مرکز آمار ایران (۱۳۷۵)، *سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۷۵*.

مرکز آمار ایران (۱۳۸۵)، *سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵*.

سالنامه آماری (۱۳۸۵ - ۱۳۷۴)، *آمار کارگاه‌های بزرگ صنعتی استان آذربایجان شرقی*، مرکز آمار ایران.

همت‌جو، علی (۱۳۸۴)، "اندازه‌گیری بهره‌وری صنایع استان آذربایجان شرقی و آنالیز عوامل مؤثر بر آن"، تبریز: سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان آذربایجان شرقی.

- Abdih, Y. & F. Joutz (2008), "The Impact of Public Capital, Human Capital and Knowledge on Aggregate Output", IMF Working Paper.
- Apergis, Nicholas (2007), "Technology, Human Capital and Productivity Growth :Should We Care About Threshold Effects ? Evidence From a Panel of EU Industries", Working Paper Series.
- Baldacci, E., et. al (2007), "Social Spending, Hman Capital, and Growth in Developing Countries ", World Development, Vol.36, No. 8, PP. 1317-1341.
- Black, S.E. & L.M. Lynch (1996), "Human Capital Investments and Productivity", *The American Economic Review*, Vol.86, No.2, PP.263-267.
- Coelli, Tim, Prasada, Rao & Battese (1998), "An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis", Boston Klower, Academic Pub.
- Dedrick, P. (1995), "Comparative Productivity of Kore Manufacturing (1967-1978)", *Journal of Development Economics*, Vol. 46, PP. 123-144.
- Denison, E. F. (1985), *Trends in American Economic Growth (1929-1982)*, The Brookings Institution, Washington DC.
- Donglan, X. U. (2005), "Productivity Growth, Technological Progress and Efficiency Change in Chinese Manufacturing Industry: A DEA Approach", *Economic Science*, Vol.53, No.2, PP. 25-37.
- Kang, J. M. (2006), "An Estimation of Growth Model of South Korea Using Human Capital", *Journal of Asian Economics*, Vol. 17, PP. 852-866.
- Mankiw, Gregory, Romer, David & David Weil (1992), "Contribution to The Empirics of Econometric Growth", *Quarterly Journal of Economics*, PP. 407-437.
- Maudos, J., Pastor, J. M. & L. Serrano (2003), "Human Capital in OECD Countries : Technical Change, Efficiency and Productivity", *International Review of Applied Economics*, Vol. 17, No. 4, PP. 419-435.
- [www.sci.org.ir/](http://www.sci.org.ir/)

پیوست

جدول ۱. تغییرات بهره‌وری، کارایی و تکنولوژی در صنایع طی دوره (۱۳۷۵-۱۳۷۴)

کد صنعت	نام صنعت	Tfpch	Sech	Pech	Techch	Effch
۳۱	مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات	۰/۹۵	۱/۴	۱/۰۵	۰/۶۱	۱/۴
۳۲	محصولات نساجی، پوشاک و چرم	۰/۸۳	۱/۵۸	۱	۰/۵۷	۱/۵۸
۳۳	چوب و محصولات چوبی	۰/۴۷	۱	۱	۰/۴۹	۱
۳۴	کاغذ، مقوا، چاپ و انتشار	۰/۵۱	۱/۳۷	۱	۰/۵۱	۱
۳۵	شیمیایی، نفت، لاستیک و پلاستیک	۰/۸۵	۱/۳	۱/۳	۰/۵۵	۱/۵۵
۳۶	محصولات کانی غیر فلزی	۰/۸۸	۱/۴۶	۱	۰/۵۴	۱/۴۳
۳۷	تولید فلزات اساسی	۰/۵۴	۱	۱	۰/۵۴	۱
۳۸	ماشین آلات، ابزار و محصولات فلزی	۱/۲۵	۲/۳۴	۱	۰/۵۲	۲/۳۸
۳۹	صنایع متفرقه	۰/۵۳	۱/۳	۱	۰/۵۳	۱

تغییرات بهره‌وری کل = Tfpch، تغییرات کارایی مقیاس = Sech، تغییرات کارایی مدیریت = Pech

تغییرات تکنولوژی = Techch، تغییرات کارایی فنی = Effch

مأخذ: نتایج حاصل از نرم افزار deap.

جدول ۲. تغییرات بهره‌وری، کارایی و تکنولوژی در صنایع طی دوره (۱۳۷۶-۱۳۷۵)

کد صنعت	نام صنعت	Tfpch	Sech	Pech	Techch	Effch
۳۱	مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات	۱/۰۶	۳/۱۵	۱/۰۵	۰/۳۸	۳/۳۵
۳۲	محصولات نساجی، پوشاک و چرم	۱/۱۶	۳/۹۱	۱	۰/۴۲	۳/۹۲
۳۳	چوب و محصولات چوبی	۱/۰۸	۱	۱	۱/۰۷	۱
۳۴	کاغذ، مقوا، چاپ و انتشار	۰/۳	۱/۵۵	۰/۸۶	۰/۲۹	۱/۵۰
۳۵	شیمیایی، نفت، لاستیک و پلاستیک	۰/۸۲	۱/۵۱	۰/۹۴	۰/۵۲	۱/۵۷
۳۶	محصولات کانی غیر فلزی	۰/۵۸	۱/۷۹	۰/۸۳	۰/۳۴	۱/۴۳
۳۷	تولید فلزات اساسی	۰/۲۴	۱	۱	۰/۲۶	۱
۳۸	ماشین آلات، ابزار و محصولات فلزی	۰/۹۸	۱/۸۵	۱	۰/۵۴	۱/۸۶
۳۹	صنایع متفرقه	۰/۵۶	۱/۴۸	۱	۰/۳۳	۱/۴۲

تغییرات بهره‌وری کل = Tfpch، تغییرات کارایی مقیاس = Sech، تغییرات کارایی مدیریت = Pech

تغییرات تکنولوژی = Techch، تغییرات کارایی فنی = Effch

مأخذ: نتایج حاصل از نرم افزار deap.

جدول ۳. تغییرات بهره‌وری، کارایی و تکنولوژی در صنایع طی دوره (۱۳۷۷-۱۳۷۶)

کد صنعت	نام صنعت	Tfpch	Sech	Pech	Techch	Effch
۳۱	مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات	۱/۱۴	۱/۰۵	۰/۵۱	۱/۸۲	۰/۶۳
۳۲	محصولات نساجی، پوشاک و چرم	۱/۷۸	۱	۱	۱/۷۸	۱
۳۳	چوب و محصولات چوبی	۰/۴۳	۰/۷۳	۱	۰/۵۵	۰/۷۳
۳۴	کاغذ، مقوا، چاپ و انتشار	۰/۵۹	۰/۶۸	۰/۵۵	۱/۳	۰/۷۷
۳۵	شیمیایی، نفت، لاستیک و پلاستیک	۰/۶۳	۱/۶	۰/۵۸	۱/۰۵	۰/۶۱
۳۶	محصولات کانی غیر فلزی	۱/۷۳	۱/۵۳	۰/۶۳	۱/۸۲	۰/۹۷
۳۷	تولید فلزات اساسی	۲/۳۲	۱	۱	۲/۳۲	۱
۳۸	ماشین آلات، ابزار و محصولات فلزی	۱/۹۲	۱/۶۵	۱	۱/۱۴	۱/۶۵
۳۹	صنایع متفرقه	۱/۲۱	۱/۴۵	۰/۶۲	۱/۲۱	۰/۸۲

تغییرات بهره‌وری کل = Tfpch، تغییرات کارایی مقیاس = Sech، تغییرات کارایی مدیریت = Pech

تغییرات تکنولوژی = Techch، تغییرات کارایی فنی = Effch

مأخذ: نتایج حاصل از نرم‌افزار deap.

جدول ۴. تغییرات بهره‌وری، کارایی و تکنولوژی در صنایع طی دوره (۱۳۷۸-۱۳۷۷)

کد صنعت	نام صنعت	Tfpch	Sech	Pech	Techch	Effch
۳۱	مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات	۰/۸۳	۰/۹۸	۱/۳۲	۰/۶۲	۱/۳۳
۳۲	محصولات نساجی، پوشاک و چرم	۰/۴۲	۰/۹۸	۰/۹۲	۰/۴۱	۳/۹۱
۳۳	چوب و محصولات چوبی	۰/۸۱	۱/۳۵	۱	۰/۵	۱/۳۷
۳۴	کاغذ، مقوا، چاپ و انتشار	۰/۳۶	۰/۸۸	۱	۰/۵۵	۱/۴۲
۳۵	شیمیایی، نفت، لاستیک و پلاستیک	۱/۳۵	۰/۱۲	۱/۸۷	۰/۶۵	۲/۱۱
۳۶	محصولات کانی غیر فلزی	۱/۲۵	۱/۰۴	۱/۹۵	۰/۶۴	۱/۹۷
۳۷	تولید فلزات اساسی	۰/۲۲	۱	۱	۰/۲۲	۱
۳۸	ماشین آلات، ابزار و محصولات فلزی	۰/۷۹	۱/۲۷	۱	۰/۶۴	۱/۲۱
۳۹	صنایع متفرقه	۰/۶۷	۰/۷۷	۱	۰/۴۸	۱/۸۴

تغییرات بهره‌وری کل = Tfpch، تغییرات کارایی مقیاس = Sech، تغییرات کارایی مدیریت = Pech

تغییرات تکنولوژی = Techch، تغییرات کارایی فنی = Effch

مأخذ: نتایج حاصل از نرم‌افزار deap.

جدول ۵. تغییرات بهره‌وری، کارایی و تکنولوژی در صنایع طی دوره (۱۳۷۹-۱۳۷۸)

Effch	Techch	Pech	Sech	Tfpch	نام صنعت	کد صنعت
۱/۶۵	۱/۰۶	۱/۸	۰/۸۸	۱/۷۷	مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات	۳۱
۰/۶۵	۱/۴۵	۱/۱۱	۰/۵	۰/۹۸	محصولات نساجی، پوشاک و چرم	۳۲
۰/۷۴	۱/۴۱	۱/۰۱	۰/۷۲	۱/۰۳	چوب و محصولات چوبی	۳۳
۱	۲/۵۵	۱	۱	۲/۵۵	کاغذ، مقوا، چاپ و انتشار	۳۴
۱/۰۲	۱/۴۷	۱/۱۱	۰/۹۴	۱/۵۳	شیمیایی، نفت، لاستیک و پلاستیک	۳۵
۰/۵۷	۱/۰۸	۰/۷۳	۰/۷۸	۰/۶۵	محصولات کانی غیر فلزی	۳۶
۰/۷۶	۱/۵۵	۰/۶۸	۱/۰۵	۱/۱۳	تولید فلزات اساسی	۳۷
۰/۶۸	۱/۷۵	۱	۰/۶۸	۰/۶	ماشین آلات، ابزار و محصولات فلزی	۳۸
۰/۵۳	۳/۴۶	۰/۴۸	۱/۱	۱/۷۹	صنایع متفرقه	۳۹

تغییرات بهره‌وری کل = Tfpch، تغییرات کارایی مقیاس = Sech، تغییرات کارایی مدیریت = Pech

تغییرات تکنولوژی = Techch، تغییرات کارایی فنی = Effch

مأخذ: نتایج حاصل از نرم افزار deap.

جدول ۶. تغییرات بهره‌وری، کارایی و تکنولوژی در صنایع طی دوره (۱۳۸۰-۱۳۷۹)

Effch	Techch	Pech	Sech	Tfpch	نام صنعت	کد صنعت
۱/۱۳	۴/۴۵	۱	۱/۱۳	۵/۱۱	مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات	۳۱
۰/۲۵	۳/۸۱	۰/۱۵	۱/۶۷	۰/۷۷	محصولات نساجی، پوشاک و چرم	۳۲
۰/۲۸	۱/۵۱	۰/۱۸	۱/۵۶	۰/۴۳	چوب و محصولات چوبی	۳۳
۱	۰/۲۲	۱	۱	۰/۲۲	کاغذ، مقوا، چاپ و انتشار	۳۴
۱/۵۱	۱/۲۴	۰/۹۸	۱/۵۷	۱/۹۴	شیمیایی، نفت، لاستیک و پلاستیک	۳۵
۰/۲۱	۳/۵۹	۰/۱۸	۱/۲۶	۰/۸۸	محصولات کانی غیر فلزی	۳۶
۰/۴۴	۱/۴۶	۰/۳۱	۱/۴۶	۰/۶۷	تولید فلزات اساسی	۳۷
۰/۱۵	۳/۶۳	۰/۳۲	۰/۴۷	۰/۵۱	ماشین آلات، ابزار و محصولات فلزی	۳۸
۱/۵۵	۰/۴۱	۱/۴	۱/۱۵	۰/۶۷	صنایع متفرقه	۳۹

تغییرات بهره‌وری کل = Tfpch، تغییرات کارایی مقیاس = Sech، تغییرات کارایی مدیریت = Pech

تغییرات تکنولوژی = Techch، تغییرات کارایی فنی = Effch

مأخذ: نتایج حاصل از نرم افزار deap.

جدول ۷. تغییرات بهره‌وری، کارایی و تکنولوژی در صنایع طی دوره (۱۳۸۰-۱۳۸۱)

کد صنعت	نام صنعت	Tfpch	Sech	Pech	Techch	Effch
۳۱	مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات	۰/۰۸	۱	۱	۰/۰۸	۱
۳۲	محصولات نساجی، پوشاک و چرم	۰/۸۷	۱	۵/۷۷	۰/۱۲	۵/۷۴
۳۳	چوب و محصولات چوبی	۰/۸۵	۰/۹۵	۳/۷۸	۰/۲۳	۳/۶۱
۳۴	کاغذ، مقوا، چاپ و انتشار	۰/۶۱	۱	۱	۰/۶۱	۱
۳۵	شیمیایی، نفت، لاستیک و پلاستیک	۰/۲۵	۱	۱/۰۸	۰/۲۵	۱/۰۸
۳۶	محصولات کانی غیر فلزی	۰/۹۳	۱	۷/۵	۰/۱۵	۷/۵۳
۳۷	تولید فلزات اساسی	۱/۲۶	۳/۹۳	۴/۵۸	۰/۲۲	۴/۵۲
۳۸	ماشین آلات، ابزار و محصولات فلزی	۱/۳۷	۳/۴۵	۳/۰۳	۰/۱۹	۹/۵۸
۳۹	صنایع متفرقه	۱/۰۵	۱	۱/۵۳	۰/۷۷	۱/۵۵

تغییرات بهره‌وری کل = Tfpch، تغییرات کارایی مقیاس = Sech، تغییرات کارایی مدیریت = Pech

تغییرات تکنولوژی = Techch، تغییرات کارایی فنی = Effch

مأخذ: نتایج حاصل از نرم افزار deap.

جدول ۸. تغییرات بهره‌وری، کارایی و تکنولوژی در صنایع طی دوره (۱۳۸۱-۱۳۸۲)

کد صنعت	نام صنعت	Tfpch	Sech	Pech	Techch	Effch
۳۱	مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات	۱/۴۳	۱	۱/۱۸	۱/۲۷	۱/۱۱
۳۲	محصولات نساجی، پوشاک و چرم	۰/۹۸	۰/۸۵	۰/۹۳	۱/۲۴	۳/۷۹
۳۳	چوب و محصولات چوبی	۲/۳۵	۰/۹۸	۱/۹۷	۱/۲۵	۱/۹۴
۳۴	کاغذ، مقوا، چاپ و انتشار	۰/۴۲	۰/۷	۱	۰/۷	۳/۵
۳۵	شیمیایی، نفت، لاستیک و پلاستیک	۱/۷۳	۱	۱	۱/۷۳	۱
۳۶	محصولات کانی غیر فلزی	۱/۰۵	۰/۸۲	۰/۹۵	۱/۲۲	۰/۸۴
۳۷	تولید فلزات اساسی	۱/۲۲	۱/۰۸	۱	۱/۱۷	۱/۰۵
۳۸	ماشین آلات، ابزار و محصولات فلزی	۱/۲۷	۱	۱	۱/۲۷	۱
۳۹	صنایع متفرقه	۰/۵	۰/۶	۱	۰/۶۷	۰/۴

تغییرات بهره‌وری کل = Tfpch، تغییرات کارایی مقیاس = Sech، تغییرات کارایی مدیریت = Pech

تغییرات تکنولوژی = Techch، تغییرات کارایی فنی = Effch

مأخذ: نتایج حاصل از نرم افزار deap.

جدول ۹. تغییرات بهره‌وری، کارایی و تکنولوژی در صنایع طی دوره (۱۳۸۲-۱۳۸۳)

کد صنعت	نام صنعت	Tfpch	Sech	Pech	Techch	Effch
۳۱	مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات	۰/۸۱	۰/۹۳	۱	۰/۸۲	۰/۹۳
۳۲	محصولات نساجی، پوشاک و چرم	۰/۹۴	۱	۱	۰/۹۴	۱
۳۳	چوب و محصولات چوبی	۰/۹۸	۱	۱	۰/۹۸	۱
۳۴	کاغذ، مقوا، چاپ و انتشار	۱/۱۳	۱/۲۲	۱	۰/۸۴	۱/۲۲
۳۵	شیمیایی، نفت، لاستیک و پلاستیک	۰/۷۵	۱	۱	۰/۷۵	۱
۳۶	محصولات کانی غیر فلزی	۰/۷۷	۰/۸۶	۱/۰۳	۱	۰/۷۷
۳۷	تولید فلزات اساسی	۰/۳۴	۰/۵۵	۰/۸۷	۰/۶۶	۰/۴۵
۳۸	ماشین آلات، ابزار و محصولات فلزی	۰/۳۵	۱	۱	۰/۳۵	۱
۳۹	صنایع متفرقه	۱/۱۲	۱/۸۴	۱	۰/۶۴	۱/۸۷

تغییرات بهره‌وری کل = Tfpch، تغییرات کارایی مقیاس = Sech، تغییرات کارایی مدیریت = Pech

تغییرات تکنولوژی = Techch، تغییرات کارایی فنی = Effch

مأخذ: نتایج حاصل از نرم افزار deap.

جدول ۱۰. تغییرات بهره‌وری، کارایی و تکنولوژی در صنایع طی دوره (۱۳۸۴-۱۳۸۳)

کد صنعت	نام صنعت	Tfpch	Sech	Pech	Techch	Effch
۳۱	مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات	۱/۲۲	۰/۸۵	۱	۱/۴۳	۰/۸۵
۳۲	محصولات نساجی، پوشاک و چرم	۱/۱۸	۰/۹۲	۱	۱/۲۷	۰/۹۲
۳۳	چوب و محصولات چوبی	۱/۱۶	۱	۱	۱/۱۶	۱
۳۴	کاغذ، مقوا، چاپ و انتشار	۱/۷۳	۱/۲۵	۱	۱/۴۷	۱/۲۱
۳۵	شیمیایی، نفت، لاستیک و پلاستیک	۲/۳۵	۱	۱	۲/۳۵	۱
۳۶	محصولات کانی غیر فلزی	۱/۹	۱/۰۸	۱/۰۳	۱/۳	۰/۹۷
۳۷	تولید فلزات اساسی	۲/۴۲	۱/۵۸	۰/۸۷	۱/۱۵	۱/۱۴
۳۸	ماشین آلات، ابزار و محصولات فلزی	۱/۱۷	۰/۷۲	۱	۱/۴۵	۰/۷۲
۳۹	صنایع متفرقه	۱/۲۹	۱/۰۳	۱	۱/۱۸	۱/۰۳

تغییرات بهره‌وری کل = Tfpch، تغییرات کارایی مقیاس = Sech، تغییرات کارایی مدیریت = Pech

تغییرات تکنولوژی = Techch، تغییرات کارایی فنی = Effch

مأخذ: نتایج حاصل از نرم افزار deap.

جدول ۱۱. تغییرات بهره‌وری، کارایی و تکنولوژی در صنایع طی دوره (۱۳۸۵-۱۳۸۴)

کد صنعت	نام صنعت	Tfpch	Sech	Pech	Techch	Effch
۳۱	مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات	۰/۹۱	۱/۰۲	۱	۰/۹۳	۱/۰۷
۳۲	محصولات نساجی، پوشاک و چرم	۰/۰۴	۱/۰۳	۱	۱	۱/۰۳
۳۳	چوب و محصولات چوبی	۰/۷۷	۱	۱	۰/۷۸	۱
۳۴	کاغذ، مقوا، چاپ و انتشار	۰/۹۳	۱	۱	۰/۹۳	۱
۳۵	شیمیایی، نفت، لاستیک و پلاستیک	۱/۰۲	۱	۱	۱/۰۲	۱
۳۶	محصولات کانی غیر فلزی	۱/۰۱	۱/۰۵	۱/۰۳	۰/۹۱	۱/۱۷
۳۷	تولید فلزات اساسی	۱/۲۴	۱/۱۵	۱	۱/۰۲	۱/۱۵
۳۸	ماشین آلات، ابزار و محصولات فلزی	۰/۹۵	۰/۸۹	۱	۱/۱۷	۰/۸۹
۳۹	صنایع متفرقه	۰/۹۴	۱/۰۷	۱	۰/۹۱	۱/۰۳

تغییرات بهره‌وری کل = Tfpch، تغییرات کارایی مقیاس = Sech، تغییرات کارایی مدیریت = Pech

تغییرات تکنولوژی = Techch، تغییرات کارایی فنی = Effch

مأخذ: نتایج حاصل از نرم‌افزار deap.

