



## اندازه‌گیری و تحلیل عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل تولید با تأکید بر سرمایه‌انسانی (مطالعه موردی کارگاه‌های بزرگ صنعتی ایران)

دکتر علیرضا امینی\*

شهرام مصلی\*\*

تاریخ ارسال: ۱۳۸۶/۹/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۶/۱۸

### چکیده

در این پژوهش، بهره‌وری کل عوامل را با استفاده از روش مانده سولو و تقریب ترنکوئیست در دوره ۱۳۷۳-۱۳۸۳ اندازه‌گیری کرده و سپس، روند بهره‌وری کل عوامل را در کارگاه‌های بزرگ صنعتی کشور را به تفکیک کد دو رقمی ISIC مقایسه کرده‌ایم. نتایج اندازه‌گیری بهره‌وری نشانگر آن است که شاخص بهره‌وری کل عوامل در دوره مورد بررسی به‌طور متوسط سالانه ۶/۹ درصد افزایش یافته و سهم آن در تأمین رشد تولید ۶۵/۸ درصد بوده است. افزون بر این، با توجه به الگوی رشد درون‌زا و با تأکید بر سرمایه‌انسانی، نقش تحصیلات، مهارت و پیشرفت فنی در رشد بهره‌وری کل عوامل را آزمون نموده‌ایم. نتایج برآورد الگوها به روش پنل دیتا بیانگر آن است که سرمایه‌انسانی از نوع آموزش، سرمایه‌انسانی از نوع مهارت و تخصص تأثیر مثبت و معناداری بر بهره‌وری کل عوامل دارند. شایان ذکر است، افزایش درصد شاغلان تکنیسین و مهندسین از کل شاغلان تا سطح ۱۷/۲ درصد به افزایش بهره‌وری منجر شده و از آن سطح به بعد تأثیر منفی خواهد گذاشت. تأثیر مثبت و معنادار پیشرفت فنی نیز تأیید شده است. در نهایت، کاهش ظرفیت بیکار بنگاه‌ها و افزایش بهره‌وری سرمایه تأثیر مثبت و معناداری بر ارتقای بهره‌وری کل عوامل دارند.

واژگان کلیدی: بهره‌وری کل عوامل، سرمایه‌انسانی، پیشرفت فنی، تحقیق و توسعه.

طبقه‌بندی JEL: O۳۲, O۴۷, J۲۴,

\* استاد یار دانشکده اقتصاد و حسابداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی e-mail:aramini۲۰۰۵@gmail.com

\*\* کارشناس مالی و اقتصادی شرکت محروسازان ایران خودرو e-mail:shahram.mosalla@gmail.com

با توجه به روند جهانی شدن و عضویت بیش از پیش کشورها در سازمان تجارت جهانی، رقابت بین بنگاه‌های داخلی و خارجی افزایش یافته و بقای بنگاه‌ها در بازار منوط به ارتقای بهره‌وری است. در این راستا، برنامه چهارم توسعه جمهوری اسلامی ایران به‌طور صریح و روشن به بهره‌وری توجه نموده و درخصوص بخش صنعت مقرر شده حدود ۳۹/۱ درصد رشد تولید از طریق ارتقای بهره‌وری کل عوامل به‌دست آید (مجموعه اسناد ملی توسعه ۱۳۸۵). با توجه به توان بالاتر علمی و فناوری کارگاه‌های بزرگ صنعتی نسبت به کارگاه‌های کوچک، برای تحقق هدف برنامه لازم است رشد بهره‌وری در کارگاه‌های بزرگ بیشتر و سهم رشد بهره‌وری در تأمین رشد تولید بیشتر از میانگین کل صنعت باشد. از منظر دیگر، در چارچوب مدل‌های رشد درون‌زا، سرمایه‌انسانی یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری است که در این پژوهش به دنبال تعیین نقش این عامل در رشد بهره‌وری هستیم.

با توجه به نقش مهم و تعیین‌کننده کارگاه‌های بزرگ صنعتی (۱۰ نفر کارکن و بیشتر) در کل بخش صنعت و ضرورت توجه بیشتر این بخش به استفاده بهینه از منابع، ابتدا لازم است بهره‌وری کل عوامل در سطح کارگاه‌های بزرگ صنعتی اندازه‌گیری و سپس، عوامل مؤثر بر آن شناسایی شود تا بتوان از یافته‌های به دست آمده در جهت تحقق اهداف برنامه چهارم توسعه در زمینه ارتقای بهره‌وری استفاده کرد. در این ارتباط، فرضیه‌های زیر را در نظر گرفته‌ایم:

الف) افزایش متوسط سال‌های تحصیل شاغلان تأثیر مثبت و معناداری بر رشد بهره‌وری کل عوامل دارد.

ب) افزایش سهم شاغلان دارای مهارت (شامل نیروی کار ماهر، تکنسین‌ها و مهندسين) تأثیر مثبت و معناداری بر رشد بهره‌وری کل عوامل دارد.

در این پژوهش، ابتدا مبانی نظری تحقیق با توجه به نظریات رشد اقتصادی و با تأکید بر سرمایه‌انسانی مطرح می‌شود. سپس مروری بر مطالعات تجربی انجام شده در ایران و برخی از کشورهای منتخب جهان خواهیم داشت. در ادامه، به معرفی چگونگی جمع‌آوری و یا برآورد داده‌های آماری پژوهش و سپس، اندازه‌گیری بهره‌وری کل عوامل و تحلیل آن در کارگاه‌های بزرگ صنعتی به تفکیک کد دو رقمی در قالب هشت صنعت می‌پردازیم. قسمت بعدی، به تصریح مدل به‌منظور آزمون فرضیه‌های تحقیق، برآورد الگوها و تحلیل نتایج آنها اختصاص دارد و در نهایت، توصیه‌های سیاستی را مطرح خواهیم کرد.

## ۱. مبانی نظری پژوهش

با توجه به این که در این پژوهش از روش مانده سولو برای اندازه‌گیری بهره‌وری کل عوامل استفاده می‌کنیم، در نتیجه برای شناسایی عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری کل عوامل از نظریات رشد اقتصادی استفاده می‌نماییم. به‌طور کلی، نظریات رشد به دو دسته تقسیم می‌شوند: نظریات رشد برون‌زا و درون‌زا. برای افزودن سرمایه‌انسانی به مدل‌های رشد در سطح کلان، از معادله رشد نئوکلاسیک‌ها که توسط سولو مطرح شده، استفاده می‌شود. سولو، برای اندازه‌گیری رشد بهره‌وری کل عوامل، آن را به مقدار باقیمانده رشد تولید که توسط رشد در نهاده‌های اصلی، یعنی نیروی کار و سرمایه فیزیکی، توضیح داده نشده است، ارتباط می‌دهد. نظریه نئوکلاسیک‌ها در چارچوب نظریات رشد برون‌زا که اولین بار توسط سولو مطرح شد، درصد زیادی از رشد اقتصادی را به یک متغیر برون‌زا (پیشرفت فنی) نسبت می‌دهد. دخالت پیشرفت فنی در الگوهای رشد به صورت درون‌زا و برون‌زا بوده که با توجه به نقص مدل‌های نئوکلاسیک در معرفی پیشرفت فنی به عنوان متغیری برون‌زا در الگوهای رشد و الگوهای رشد درون‌زا برای توجیه رشد اقتصادی سال‌های اخیر کشورهای مختلف جهان مطرح شد. همچنین، براساس مدل سولو، بازدهی کاهنده در انباشت سرمایه‌انسانی وجود دارد. مدل AK در چارچوب نظریات رشد درون‌زا، فرض می‌کند یکی دیگر از عوامل مؤثر در رشد، متناسب با سرمایه رشد کرده و اثرات بازدهی کاهنده را خنثی می‌نماید. به‌طور کلی، نظریه‌های رشد درون‌زا به دو شاخه تقسیم می‌شوند:

مدل‌های رشد مبتنی بر سرمایه‌انسانی که رشد بلندمدت پایدار را به انباشت سرمایه‌انسانی نسبت می‌دهند که موضوع این پژوهش بوده و به بررسی آن پرداخته‌ایم.

مدل‌های مبتنی بر R&D که به نام اقتصاد اندیشه‌ها در اقتصاد شهرت یافته و معتقد به پیشرفت تکنولوژیکی از طریق سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه و خلق اندیشه‌های جدید است.

در پژوهش‌های سال‌های اخیر به اهمیت سرمایه‌انسانی در رشد اقتصادی کشورها، بسیار اشاره شده است؛ به طوری که اختلاف در رشد کشورها را به دلیل اختلاف در نرخ انباشت سرمایه‌انسانی در طول زمان دانسته‌اند و موتور رشد یک کشور را سرمایه‌انسانی می‌دانند. مسأله‌ای که در مدل‌های نئوکلاسیک به آن توجه نشده این است که انباشت سرمایه‌انسانی، توانایی یک کشور را در جهت ابداع و نوآوری افزایش می‌دهد. به طور کلی، دو دسته مطالعه در زمینه اثر سرمایه‌انسانی بر رشد وجود دارد: رهیافت لوکاس ۱ و رهیافت نلسون - فلپس ۲.

بر اساس مدل لوکاس، سطح محصول، بستگی به سرمایه‌انسانی دارد؛ زیرا، سرمایه‌انسانی تنها یک نهاده در تابع تولید است. در نتیجه، نرخ رشد محصول به نرخ رشد سرمایه‌انسانی بستگی دارد. به بیان دیگر، نتیجه ذکر شده بدین مفهوم است که برای محصول بیشتر باید نهاده بیشتری داشت. همچنین، لوکاس فرض می‌کند، رشد پایدار از اثر سرریز سرمایه‌انسانی ناشی می‌شود؛ سپس ربلو ۳ این مدل را تعدیل کرده و نشان می‌دهد که حتی در نبود این سرریزها نیز اقتصاد رشد بلندمدت را حفظ می‌نماید.

در روش نلسون - فلپس، سرمایه‌انسانی تنها به صورت یک نهاده مطرح نبوده، بلکه، سرمایه‌انسانی به عنوان منشأ ابداع و ابتکار مطرح می‌شود. از این رو نرخ رشد تولید بستگی به نرخ ابداعات و در نهایت، سطح سرمایه‌انسانی دارد. نلسون و فلپس سعی نمودند این ایده را که نقش اصلی آموزش، افزایش ظرفیت افراد برای نوآوری است، مدل سازی کنند. فرد آموزش دیده، از یک سوی ابداع می‌کند (یعنی فعالیت‌های جدید، تولیدات و تکنولوژی جدید خلق می‌کند) و از سوی دیگر، با تکنولوژی جدید تطبیق می‌یابد و از این طریق، نشر تکنولوژی در اقتصاد را تسریع می‌کند. نلسون و فلپس سطح دستیابی به تحصیل را عامل رشد بهره‌وری دانسته و بهره‌وری نهایی دستیابی به تحصیل را تابعی افزایشی از نرخ پیشرفت تکنولوژیکی می‌دانند.

## ۲. مروری بر مطالعات تجربی انجام شده در ایران و جهان

به طور کلی، پژوهش‌های انجام شده در زمینه سرمایه‌انسانی و نقش آن در رشد اقتصادی و بهره‌وری به دو دسته تقسیم می‌شوند. دسته اول، پژوهش‌هایی هستند که ارتباط مستقیم سرمایه‌انسانی را با رشد اقتصادی مورد بررسی قرار می‌دهند. دسته دوم، پژوهش‌هایی هستند که به طور غیرمستقیم ارتباط سرمایه‌انسانی را با رشد اقتصادی تحلیل می‌نمایند. در این پژوهش‌ها، نقش سرمایه‌انسانی در رشد بهره‌وری مورد توجه قرار گرفته و رشد بهره‌وری نیز به رشد تولید منجر می‌شود.

ابتدا به بررسی مطالعات داخلی می‌پردازیم و سپس، مطالعات انجام شده خارجی را بررسی خواهیم کرد.

امینی (۱۳۸۳) در مطالعه‌ای به بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل در بخش صنعت و معدن پرداخته است. در این مطالعه، شاخص‌های بهره‌وری نیروی کار، سرمایه، انرژی و کل عوامل (بهره‌وری کل عوامل) بخش صنعت و معدن برای دوره ۱۳۴۶-۱۳۸۱ و با استفاده از روش مانده سولو و تقریب ترنکوئیست اندازه‌گیری شده است. براساس نتایج به دست آمده، در دوره ۱۳۴۶-۱۳۸۱، بهره‌وری کل عوامل به طور متوسط سالانه، ۲/۵ درصد افزایش یافته و حدود ۳۲/۴ درصد رشد تولید این بخش را تأمین کرده است. همچنین، براساس نتایج به دست آمده از این مطالعه، دستمزدهای واقعی، هزینه‌های واقعی استفاده از سرمایه، نسبت کارکنان علمی، فنی و تخصصی به کل اشتغال و نسبت تولید بالفعل به تولید بالقوه در بهره‌وری کل عوامل اثر مثبت و

۱ . Lucas

۲ . Nelson & Phelps

۳ . Rebelo

سرمایه سرانه اثر منفی دارد.

امینی (۱۳۸۴) در مطالعه دیگری، شاخص‌های نیروی کار، سرمایه، و کل عوامل (بهره‌وری کل عوامل) به تفکیک بخش‌های معرفی شده در قانون برنامه پنج ساله چهارم توسعه برای دوره ۱۳۷۰-۱۳۸۲ را اندازه‌گیری کرده و به تحلیل روند آنها می‌پردازد. در این مطالعه برای اندازه‌گیری بهره‌وری کل عوامل از روش شاخص دیوژیا استفاده شده است. نتایج به‌دست آمده در مورد بخش صنعت نشان می‌دهد بهره‌وری کل عوامل در ایران در مقایسه با ۷ کشور منتخب عضو سازمان بهره‌وری آسیایی کمترین رشد را داشته است.

توکلی، آذربایجانی و شهريارپور (۱۳۷۹) در پژوهشی صنایع کشور را بر حسب طبقه‌بندی بین‌المللی فعالیت‌های صنعتی به سه گروه صنعتی و در طبقه‌بندی دیگر به سه گروه صنایع مصرفی، واسطه‌ای و سرمایه‌ای تقسیم کرده و شاخص‌های بهره‌وری مربوط به هر کدام را برای دوره ۱۳۵۱-۱۳۷۲ محاسبه کرده‌اند. در این مطالعه، تابع تولید کاب-داگلاس مورد استفاده قرار گرفته است. برای اندازه‌گیری بهره‌وری کل عوامل از شاخص‌های ابتدایی سولو، کندریک و دیوژیا استفاده شده است.

براساس نتایج به دست آمده، بهره‌وری کل عوامل بجز در صنایع متفرقه که دارای روند صعودی بوده و همچنین، صنایع نساجی و پوشاک که ابتدا روندی صعودی و سپس نزولی داشته، در سایر گروه‌های صنایع، براساس شاخص‌های محاسبه شده، روند مشخصی نداشته است.

سعادت (۱۳۷۹) در مطالعه‌ای با استفاده از داده‌های آماری سال‌های ۱۳۳۸-۱۳۷۷ به بررسی ارتباط بین سرمایه‌انسانی و رشد اقتصادی در ایران و مقایسه آن با اثر سرمایه فیزیکی بر رشد می‌پردازد. در این مطالعه، سعادت سه شاخص زیر را برای سرمایه‌انسانی و آزمون‌های علی و رگرسیونی در نظر گرفته است:

۱. تعداد فارغ التحصیلان مدارس، ۲. تعداد ثبت نام کنندگان دانشگاه‌های دولتی و آزاد و ۳. تعداد دانش آموزان و دانشجویان. در این مطالعه، برای بررسی ارتباط بین سرمایه‌انسانی و فیزیکی با رشد اقتصادی، از چهار مدل پارامتریک (گرنجر، جوک، سیمز و هسیاو) و یک مدل ناپارامتریک (هلمزهاون) و به‌منظور اندازه‌گیری کمی اثر سرمایه‌ها بر رشد اقتصادی از آزمون یوهانسون استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که سرمایه‌انسانی عامل رشد اقتصادی و همچنین رشد اقتصادی عامل یا علت سرمایه‌انسانی بوده است. به بیان دیگر، ارتباط علی دو طرفه بین رشد اقتصادی و سرمایه‌انسانی و رابطه یک طرفه از سرمایه فیزیکی به رشد اقتصادی وجود دارد.

نیلی و نفیسی (۱۳۸۲) در مطالعه‌ای به بررسی چگونگی تأثیر سرمایه‌انسانی بر رشد اقتصادی ایران، با در نظر گرفتن توزیع آموزش به معنی میزان پراکندگی سال‌های تحصیل در بین شاغلان، در دوره ۴۵-۱۳۷۹ می‌پردازند. آنها معتقدند که متغیر آموزش به تنهایی برای تبیین رشد اقتصادی کشورها مناسب نبوده و به همین دلیل توزیع آموزش (به معنی میزان پراکندگی سال‌های تحصیل در بین شاغلان) را نیز وارد الگو می‌کنند و نشان می‌دهند با وارد کردن این متغیر، قدرت توضیح دهی رابطه برآوردکننده، به میزان قابل توجهی بهبود می‌یابد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که سرمایه‌انسانی دارای اثر مثبت بر رشد اقتصادی است. همچنین، با افزایش پراکندگی سال‌های تحصیل شاغلان، رشد اقتصادی کاهش می‌یابد؛ بدین‌روی، تمرکز بر ارتقای سطح تحصیلات شاغلان در سطوح ابتدایی و راهنمایی به جای آموزش عالی، به افزایش رشد اقتصادی منجر خواهد شد.

در ادامه بحث به بررسی تعدادی از مطالعات تجربی انجام شده در برخی از کشورهای جهان می‌پردازیم.

نورمن جمل ۱ (۱۹۸۶) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر سرمایه‌انسانی بر رشد اقتصادی در برخی از کشورهای منتخب جهان در دوره ۱۹۲۰-۱۹۸۵ می‌پردازد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که نرخ ثبت نام مقطع متوسطه و مؤسسات آموزش عالی به‌عنوان جانشین سرمایه‌انسانی بر نرخ رشد تولید سرانه نیروی کار تأثیر مثبت و معنادار دارد.

بن حبیب و اشپیگل (۱۹۹۴) در مقاله‌ای به بررسی چگونگی تأثیر سرمایه‌انسانی یا دستیابی به تحصیل نیروی کار روی تولید و رشد می‌پردازند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که سطوح سرمایه‌انسانی، هم نوآوری تکنولوژیکی داخلی را به صورت مستقیم تحت تأثیر قرار داده و هم پذیرش تکنولوژی از خارج را تسهیل می‌نماید.

جاکوب ۲، ناهویس ۳ و تانگ ۴ (۲۰۰۰) در مقاله‌ای به تحلیل تغییر تکنولوژیکی در سطح بخش‌های اقتصادی کشور هلند می‌پردازند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که متغیرهای تحقیق و توسعه، اثر مثبت روی افزایش بهره‌وری داشته و نظریه‌های رشد مبتنی بر تحقیق و توسعه، بهتر از مدل‌های رشد مبتنی بر سرمایه‌انسانی، فرآیند رشد را توضیح می‌دهند.

فیر ۵ و ایزار ۶ (۲۰۰۱) در مقاله‌ای به محاسبه بهره‌وری کل عوامل برای منتخبی از کشورها در دوره ۱۹۶۰-۱۹۹۰ می‌پردازند. نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان می‌دهد که تفاوت‌های بهره‌وری کل عوامل در توجیه تفاوت‌های درآمدی در سطح جهان اهمیت داشته و سرمایه‌انسانی نقش مهمی در تعیین سطح بالقوه آن ایفا می‌نماید. همچنین، جذب سرریزهای بین‌المللی تکنولوژیکی از کشورهای واقع در مرز تکنولوژیکی جهان به کشورهای در حال توسعه، توسط موجودی سرمایه‌انسانی تسهیل می‌شود.

لوپز ۷، ریکونا ۸ و سرانو ۹ (۲۰۰۶) در مقاله‌ای به بررسی ارتباط اثرهای آستانه‌ای سرمایه‌انسانی با بهره‌وری، در مناطق اسپانیا در در شرایط باز بودن اقتصاد در دوره ۱۹۸۰-۲۰۰۰ پرداختند. آنها از تابع تولید کاب-داگلاس و برای محاسبه بهره‌وری کل عوامل از شاخص دیویژیا استفاده کرده‌اند. در این مطالعه، برای اندازه‌گیری سرمایه‌انسانی از نسبت شاغلان مقطع متوسطه و عالی به کل شاغلان استفاده شده است.

نتایج پژوهش، یک سری مقادیر آستانه‌ای را بر اساس سطوح سرمایه‌انسانی ارائه می‌دهد، یعنی هر چه سرمایه‌انسانی از حد معینی (حدود آستانه‌ای) بالاتر باشد، منافع حاصل از باز بودن اقتصاد بر روی بهره‌وری به مراتب بیشتر است. به بیان دیگر، باز بودن اقتصاد زمانی می‌تواند تأثیرات به سزایی بر بهره‌وری داشته باشد که سرمایه‌انسانی لازم وجود داشته باشد.

### ۳. داده‌های آماری

جامعه آماری مورد بررسی، کارگاه‌های بزرگ صنعتی دارای ۱۰ نفر کارکن و بیشتر است که اطلاعات آن در مرکز آمار ایران وجود دارد. در این پژوهش، از طبقه‌بندی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران در خصوص صنایع استفاده کرده‌ایم. بر اساس این طبقه‌بندی، صنایع در کارگاه‌های بزرگ صنعتی به هشت صنعت مختلف تقسیم می‌شوند که عبارتند از: ۱. صنایع مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات، ۲. صنایع نساجی، پوشاک و چرم، ۳. صنایع چوب و محصولات چوبی، ۴. صنایع کاغذ، مقوا، چاپ و انتشار، ۵. صنایع شیمیایی، نفت، زغال سنگ، لاستیک و پلاستیک، ۶. صنایع کانی غیرفلزی بجز نفت و زغال سنگ، ۷. صنایع تولید فلزات اساسی و ۸. صنایع ماشین‌آلات، تجهیزات، ابزار و محصولات فلزی و متفرقه. بنابراین، در این پژوهش منظور از کل صنعت، مجموع صنایع یادشده است. این بخش‌ها، به عنوان هشت مقطع در مدل‌ها در نظر گرفته شده و در سال‌های ۱۳۷۳-۱۳۸۳ مورد بررسی قرار گرفته‌است. همچنین، از اطلاعات حساب‌های ملی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران (به‌ویژه برای محاسبه شاخص‌های تعدیل‌کننده سرمایه‌گذاری و ارزش افزوده کارگاه‌های صنعتی) استفاده کرده‌ایم.

۱ . Ben habib & Spiegel

۲ . Jacobs

۳ . Nahuis

۴ . Tang

۵ . Feyer

۶ . Aiyar

۷ . Lopez

۸ . Requena

۹ . Serrana

برای به دست آوردن موجودی سرمایه فیزیکی به قیمت ثابت از رابطه  $K_t = (1-\rho)K_{t-1} + I_t$  استفاده کرده‌ایم. در این رابطه،  $K_t$  موجودی سرمایه در سال  $t$ ،  $\rho$  نرخ استهلاک، و  $I_t$  سرمایه‌گذاری ناخالص به قیمت ثابت است. برای به دست آوردن سرمایه‌گذاری ناخالص به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶، ابتدا شاخص ضمنی تعدیل‌کننده سرمایه‌گذاری بخش صنعت و معدن براساس آمارهای بانک مرکزی را محاسبه و سپس، سرمایه‌گذاری ناخالص به قیمت جاری به تفکیک کد دو رقمی را به شاخص تعدیل‌کننده یادشده، تقسیم کرده‌ایم. همچنین، نرخ‌های استهلاک صنایع را از مطالعه آمینی (۱۳۷۹) استخراج کرده و آمار موجودی سرمایه سال پایه (۱۳۵۰) را نیز از وزارت صنایع دریافت کرده‌ایم.

سرمایه تحقیق و توسعه را با توجه به فرض روند نمایی هزینه‌های تحقیق و توسعه در دو مرحله محاسبه می‌کنیم. ابتدا سرمایه تحقیق و توسعه سال پایه را از رابطه زیر برآورد می‌کنیم (امینی ۱۳۸۵):

$$KR \& D_0 = \frac{CR \& D_0}{\alpha} \quad (3)$$

که در آن،  $KR \& D_0$  انباشت یا سرمایه تحقیق و توسعه به قیمت ثابت در سال پایه،  $CR \& D_0$  هزینه‌های تحقیق و توسعه به قیمت ثابت در سال پایه و  $\alpha$  متوسط نرخ رشد هزینه‌های تحقیق و توسعه به قیمت ثابت در دوره ۱۳۷۳-۱۳۸۲ است. در مرحله دوم، سرمایه تحقیق و توسعه را برای سال‌های بعد از رابطه زیر به دست می‌آوریم:

$$KR \& D_t = KR \& D_{t-1} + CR \& D_t \quad (4)$$

درصد استفاده از ظرفیت تولید از تقسیم تولید بالفعل (ارزش افزوده واقعی) بر تولید بالقوه به قیمت ثابت ضربدر ۱۰۰ به دست می‌آید. برای محاسبه تولید بالقوه از روش خط روند اوج‌های تعدیل‌شده، استفاده کرده‌ایم. روش محاسبه تولید بالقوه به این صورت است که ارزش افزوده به قیمت ثابت را تابعی از متغیر روند زمانی ( $T$ ) گرفته و در شکل‌های مختلف آن را برآورد کرده، سپس، بهترین روند زمانی را برای هر صنعت پیدا می‌کنیم. براساس بهترین روند زمانی تشخیص داده‌شده، مقادیر برآورد شده مدل را در طول دوره مورد بررسی به دست می‌آوریم. در صورتی که ارقام برآورد شده کوچکتر از ارقام ارزش افزوده واقعی نباشند، برآورد به دست آمده برای تولید بالقوه مناسب است و در غیراین صورت نیاز به تصحیح دارد، زیرا به‌طور معمول تولید بالقوه بیشتر از تولید بالفعل است. در صورتی که در برخی از سال‌ها، ارقام برآوردی از روند زمانی از ارزش افزوده واقعی کمتر باشد، با ملاحظه اینکه در چه سالی بیشترین اختلاف را دارد، رقم یادشده را به برآورد اولیه در تمامی سال‌ها اضافه می‌کنیم تا برآورد نهایی تولید بالقوه به دست آید.

#### ۴. اندازه‌گیری و تحلیل روند بهره‌وری کل عوامل در کارگاه‌های بزرگ صنعتی

بهره‌وری کل عوامل تولید از روش مانده سولو و تقریب ترنکوئیست و از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\hat{TFP}_t = (\ln V_t - \ln V_{t-1}) - \bar{\alpha}_t (\ln K_t - \ln K_{t-1}) - \bar{\beta}_t (\ln L_t - \ln L_{t-1}) \quad (5)$$

که در آن،  $\hat{TFP}_t$  نرخ رشد بهره‌وری،  $\bar{\alpha}_t$ ،  $\bar{\beta}_t$  به ترتیب بیانگر متوسط سهم سرمایه و نیروی کار از تولید در دوره  $t$  و  $t-1$ ،  $V_t$  ارزش افزوده به قیمت ثابت،  $K_t$  موجودی سرمایه و  $L_t$  تعداد نیروی کار است. برای محاسبه متوسط سهم نیروی کار از تولید از رابطه  $\bar{\beta} = \frac{\beta_t + \beta_{t-1}}{2}$  و برای محاسبه سهم سرمایه از تولید از رابطه  $\bar{\alpha}_t = 1 - \bar{\beta}_t$  استفاده می‌کنیم. برای محاسبه

۱. برای اطلاع بیشتر به مطالعه آمینی (۱۳۸۴) مراجعه کنید.

ارقام مطلق شاخص بهره‌وری کل عوامل را، سال ۱۳۷۳ را به عنوان سال پایه انتخاب و مقدار شاخص را در این سال برابر ۱۰۰

$$TFP_t = (1 + \hat{TFP}) TFP_{t-1}$$

محاسبه می‌کنیم.

در نظر گرفته و سپس بهره‌وری کل عوامل را در بقیه سال‌ها از رابطه

نتایج بررسی روند بهره‌وری کل عوامل نشان می‌دهد که در سال‌های برنامه دوم و سوم توسعه، بهره‌وری کل عوامل روندی صعودی داشته است. بهره‌وری کل عوامل در برنامه دوم توسعه در سطح کل صنعت به‌طور متوسط سالانه ۴/۱ درصد و در برنامه سوم توسعه ۹/۶ درصد افزایش داشته که حاکی از رشد بیشتر بهره‌وری کل عوامل در برنامه سوم توسعه نسبت به برنامه دوم توسعه است. در برنامه دوم توسعه، صنایع شیمیایی، نفت و زغال سنگ بیشترین رشد بهره‌وری برابر ۹/۸ درصد و صنایع محصولات کانی غیرفلزی بجز نفت و زغال سنگ بیشترین متوسط کاهش بهره‌وری برابر ۲/۵ درصد در سال را داشته‌اند. در برنامه سوم توسعه، صنایع ماشین‌آلات، تجهیزات، ابزار، محصولات فلزی و متفرقه با ۱۶/۵ درصد بالاترین و صنایع کاغذ، مقوا، چاپ و انتشار با ۱/۱ درصد افزایش کمترین رشد بهره‌وری را داشته‌اند. در کل دوره مورد بررسی (۱۳۷۴-۱۳۸۳)، بهره‌وری کل عوامل به‌طور متوسط سالانه ۶.۹ درصد افزایش یافته و صنایع ماشین‌آلات با متوسط رشد سالانه‌ی برابر ۹/۴ درصد بالاترین افزایش بهره‌وری را داشته‌است. شایان ذکر است، در این دوره حدود ۶۵/۸ درصد از رشد تولید از طریق ارتقای بهره‌وری به‌دست آمده که بیانگر وضعیت به نسبت خوبی است (جدول ۱).

در ادامه بحث، به تحلیل دلایل رشد سریع بهره‌وری در برنامه‌های دوم و سوم توسعه می‌پردازیم.

جدول ۱- شاخص بهره‌وری کل عوامل در کارگاه‌های بزرگ صنعتی در سال‌های برنامه دوم و سوم توسعه

سال فعالیت	صنایع مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات	صنایع نساجی، پوشاک و چرم	صنایع چوب و محصولات چوبی	صنایع کاغذ، مقوا، چاپ و انتشار	صنایع شیمیایی، نفت، زغال سنگ، لاستیک و پلاستیک	صنایع محصولات کانی غیر فلزی بجز نفت و زغال سنگ	صنایع تولید فلزات اساسی	صنایع ماشین آلات، تجهیزات، ابزار، محصولات فلزی و متفرقه	کل صنعت
۱۳۷۳	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
۱۳۷۸	۱۰۹/۹	۹۷/۸	۹۲/۴	۹۷/۵	۱۵۹/۷	۸۸/۱	۱۰۲	۱۱۷/۷	۱۲۲/۵
۱۳۸۳	۱۲۰/۲	۱۳۸/۹	۱۰۹/۸	۱۰۳/۳	۱۷۹/۵	۱۳۵/۲	۱۸۸/۹	۲۵۲/۹	۱۹۴
متوسط نرخ رشد سالانه در برنامه دوم توسعه	۱/۹	-۰/۴	-۱/۶	-۰/۵	۹/۸	-۲/۵	۰/۴	۳/۳	۴/۱
متوسط نرخ رشد سالانه در برنامه سوم توسعه	۱/۸	۷/۳	۳/۵	۱/۱	۲/۴	۹	۱۳/۱	۱۶/۵	۹/۶

مأخذ: محاسبات این پژوهش.

بررسی شاخص‌های سطح سواد نشان می‌دهد روند شاخص متوسط سال‌های تحصیل شاغلان کارگاه‌های بزرگ صنعتی در دو برنامه توسعه صعودی و همسو با رشد بهره‌وری کل عوامل بوده‌است. متوسط سال‌های تحصیل شاغلان کارگاه‌های بزرگ صنعتی از ۸/۶ سال در ۱۳۷۳، به ۹/۱ سال در ۱۳۷۸ و سپس به ۱۰/۲ سال در ۱۳۸۳ افزایش یافته‌است. میانگین نرخ رشد سالانه متوسط سال‌های تحصیل شاغلان در برنامه‌های دوم و سوم توسعه به ترتیب ۱/۲ سال و ۲/۴ سال و در کل دوره مورد بررسی ۱/۸ سال بوده‌است. بنابراین، سطح سواد شاغلان نیز مانند بهره‌وری در برنامه سوم توسعه رشد بیشتری نسبت به برنامه دوم

توسعه داشته است (جدول ۲). نتایج بررسی نسبت شاغلان دارای تحصیلات عالی به کل شاغلان کارگاه‌های بزرگ صنعتی نشان می‌دهد که نسبت یادشده از ۷ درصد در سال ۱۳۷۳ به ۹/۶ درصد در سال ۱۳۷۸ و سپس به ۱۶.۲ درصد در سال ۱۳۸۳ می‌رسد که روند سریع‌تر رشد بهره‌وری را در برنامه سوم توسعه تأیید می‌کند. به رغم روند افزایشی این نسبت، سهم شاغلان با تحصیلات عالی به کل شاغلان کارگاه‌های بزرگ صنعتی همچنان به نسبت پایین است. گفتنی است، در بین شاغلان دارای تحصیلات عالی، شاغلان دارای تحصیلات لیسانس در تمام سال‌ها بیشتر از دیگر شاغلان بوده‌اند.

جدول ۲- متوسط سال‌های تحصیل شاغلان در کارگاه‌های بزرگ صنعتی در سال‌های ۱۳۷۳-۱۳۸۳ (سال)

سال فعالیت	صنایع مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات	صنایع نساجی، پوشاک و چرم	صنایع چوب و محصولات چوبی	صنایع کاغذ، مقوا، چاپ و انتشار	صنایع شیمیایی، نفت، زغال سنگ، لاستیک و پلاستیک	صنایع محصولات کانی غیرفلزی بجز نفت و زغال سنگ	صنایع تولید فلزات اساسی	صنایع ماشین‌آلات، تجهیزات، ابزار، محصولات فلزی و متفرقه	کل صنعت
۱۳۷۳	۸	۸	۸/۱	۹/۱	۹/۵	۷/۶	۹/۲	۹/۲	۸/۶
۱۳۷۸	۸/۶	۸/۵	۸/۵	۹/۴	۹/۹	۸/۱	۹/۹	۱۰	۹/۱
۱۳۸۳	۹/۷	۹/۵	۹/۳	۱۰/۳	۱۰/۹	۸/۹	۱۱	۱۱	۱۰/۲
متوسط نرخ رشد سالانه در برنامه دوم توسعه	۱/۳	۱/۱	۱	۰/۷	۰/۹	۱/۲	۱/۴	۱/۷	۱/۲
متوسط نرخ رشد سالانه در برنامه سوم توسعه	۲/۴	۲/۴	۱/۹	۱/۸	۱/۸	۱/۹	۲/۱	۱/۹	۲/۴
متوسط نرخ رشد سالانه طی سال‌های ۱۳۷۴-۱۳۸۳	۱/۹	۱/۷	۱/۴	۱/۲	۱/۴	۱/۵	۱/۸	۱/۸	۱/۸

ماخذ: محاسبات این پژوهش.

وضعیت شاغلان دارای مهارت نشان می‌دهد درصد شاغلان دارای مهارت<sup>۱</sup> در کارگاه‌های بزرگ صنعتی، در سال ۱۳۷۳ حدود ۵۴/۸ درصد، در سال ۱۳۷۸ حدود ۵۲/۵ و در سال ۱۳۸۳ برابر ۵۶/۳ درصد شاغلان است (جدول ۳). همچنین، درصد تکنیسین‌ها و مهندسیین شاغل در صنعت در سال ۱۳۷۳ برابر ۸/۳ درصد، در سال ۱۳۷۸ برابر ۹/۳ درصد و در سال ۱۳۸۳ برابر ۱۲/۶ درصد بوده‌است (جدول ۴). نتایج نشان می‌دهد که ارتقای سطح مهارت همسو با رشد سریع بهره‌وری کل عوامل است.

۱. شاغلان دارای مهارت شامل کارگران ماهر، تکنیسین‌ها و مهندسیین می‌باشد.

جدول ۳- درصد شاغلان دارای مهارت به کل شاغلان در کارگاه‌های بزرگ صنعتی کشور

سال فعالیت	صنایع مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات	صنایع نساجی، پوشاک و چرم	صنایع چوب و محصولات چوبی	صنایع کاغذ، مقوا، چاپ و انتشار	صنایع شیمیایی، نفت، زغال سنگ، لاستیک و پلاستیک	صنایع محصولات کانی غیرفلزی بجز نفت و زغال سنگ	صنایع تولید فلزات اساسی	صنایع ماشین آلات، تجهیزات، ابزار، محصولات فلزی و متفرقه	کل صنعت
۱۳۷۳	۳۴/۶	۶۲/۴	۵۱	۶۵/۸	۶۱/۹	۴۳/۶	۵۶	۶۰/۲	۵۴/۸
۱۳۷۸	۳۸/۲	۵۶	۵۳/۶	۵۴/۱	۵۸/۶	۴۰	۶۲/۷	۵۸/۶	۵۲/۶
۱۳۸۳	۴۶/۱	۵۴/۴	۶۰/۸	۶۴/۱	۶۱/۴	۴۵/۴	۶۲/۹	۶۴/۵	۵۶/۳

ماخذ: محاسبات این پژوهش.

جدول ۴- درصد تکنیسین‌ها و مهندسین به کل شاغلان تولیدی در کارگاه‌های بزرگ صنعتی کشور

سال فعالیت	صنایع مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات	صنایع نساجی، پوشاک و چرم	صنایع چوب و محصولات چوبی	صنایع کاغذ، مقوا، چاپ و انتشار	صنایع شیمیایی، نفت، زغال سنگ، لاستیک و پلاستیک	صنایع محصولات کانی غیرفلزی بجز نفت و زغال سنگ	صنایع تولید فلزات اساسی	صنایع ماشین آلات، تجهیزات، ابزار، محصولات فلزی و متفرقه	کل صنعت
۱۳۷۳	۵	۳/۳	۳/۵	۹/۷	۱۷/۷	۵/۲	۱۶/۶	۱۰/۶	۸/۳
۱۳۷۸	۶/۹	۳/۴	۵/۷	۹/۳	۱۷	۵/۶	۱۴	۱۲/۵	۹/۴
۱۳۸۳	۱۰/۵	۵/۴	۱/۷	۹	۱۹/۸	۷/۶	۱۹/۹	۱۵/۶	۱۲/۶

ماخذ: محاسبات این پژوهش.

متوسط نرخ رشد سالانه سرمایه تحقیق و توسعه به عنوان شاخص پیشرفت فناوری در برنامه سوم توسعه رشد بیشتری نسبت به برنامه دوم توسعه داشته‌است، به طوری که رشد این شاخص در برنامه دوم توسعه ۴/۳ درصد بوده و در برنامه سوم توسعه به ۵/۶ درصد می‌رسد. بالاترین رشد این شاخص در برنامه دوم و سوم توسعه به ترتیب با ۱۲/۶ و ۱۴/۹ درصد مربوط به صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات بوده‌است. کمترین رشد شاخص سرمایه تحقیق و توسعه در برنامه دوم توسعه با رشد ۱/۲ درصدی مربوط به صنایع کاغذ، مقوا، چاپ و انتشار و همچنین، صنایع محصولات کانی غیرفلزی و در برنامه سوم توسعه با رشد ۱/۱ درصدی به صنایع کاغذ، مقوا، چاپ و انتشار مربوط بوده‌است. همچنین، افزایش نسبت شاغلان فوق لیسانس و دکترا به کل شاغلان به عنوان شاخص دیگر فناوری نیز در برنامه سوم توسعه بیشتر از برنامه دوم توسعه بوده و رشد بیشتر بهره‌وری در برنامه سوم توسعه را تأیید می‌کند. این افزایش در برنامه دوم توسعه ۰/۱۸ واحد درصد و در برنامه سوم توسعه ۰/۲۴ واحد درصد بوده‌است. بالاترین افزایش یادشده در برنامه دوم توسعه مربوط به صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات با ۰/۴۷ واحد درصد و در برنامه سوم

توسعه مربوط به صنایع فلزات اساسی با ۰/۳۲ واحد درصد بوده است. بیشترین کاهش در برنامه دوم توسعه مربوط به صنایع مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات با ۰/۰۴ واحد درصد کاهش و کمترین افزایش در برنامه سوم توسعه مربوط به محصولات کانی غیر فلزی بجز نفت و زغال سنگ با ۰/۰۱ واحد درصد افزایش بوده است (جدول ۵ و ۶).  
نتایج یادشده در خصوص شاخص‌های فناوری بیانگر این است که رشد بیشتر بهره‌وری در برنامه سوم توسعه با پیشرفت سریع‌تر فناوری در این برنامه هماهنگ است.

جدول ۵- درصد شاغلان با تحصیلات فوق لیسانس و دکترا به کل شاغلان در کارگاه‌های بزرگ صنعتی در سال‌های ۱۳۷۳-۱۳۸۳

سال فعالیت	صنایع مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات	صنایع نساجی، پوشاک و چرم	صنایع چوب و محصولات چوبی	صنایع کاغذ، مقوا، چاپ و انتشار	صنایع شیمیایی، نفت، زغال سنگ، لاستیک و پلاستیک	صنایع محصولات کانی غیر فلزی و بجز نفت و زغال سنگ	صنایع ماشین‌آلات، تجهیزات، ابزار، محصولات فلزی و متفرقه	کل صنعت
۱۳۷۳	۰/۳۹	۰/۱۶	۰/۲۲	۰/۸۰	۱/۲۰	۰/۲۷	۰/۶۴	۰/۵۱
۱۳۷۸	۰/۳۵	۰/۲۲	۰/۳۹	۰/۷۷	۱/۵۲	۰/۴۱	۱/۱۱	۰/۶۹
۱۳۷۹	۰/۴۰	۰/۲۷	۰/۴۰	۰/۷۲	۱/۷۵	۰/۴۴	۱/۱۸	۰/۷۷
۱۳۸۳	۰/۶۷	۰/۳۷	۰/۵۲	۰/۹۱	۱/۸۸	۰/۴۵	۱/۲۸	۱/۰۱
افزایش یا کاهش نسبت در دوره ۱۳۷۸-۱۳۷۳	-۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۱۶	-۰/۰۳	۰/۳۲	۰/۱۵	۰/۴۷	۰/۱۸
افزایش یا کاهش نسبت در دوره ۱۳۷۹-۱۳۸۳	۰/۲۸	۰/۱۰	۰/۱۲	۰/۱۹	۰/۱۳	۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۲۴

ماخذ: محاسبات این پژوهش.

جدول ۶- سرمایه تحقیق و توسعه در کارگاه‌های بزرگ صنعتی به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ در ۷۳-۱۳۸۳ (میلیون ریال)

سال فعالیت	صنایع مواد غذایی، آشامیدنی و دخانیات	صنایع نساجی، پوشاک و چرم	صنایع چوب و محصولات چوبی	صنایع کاغذ، مقوا، چاپ و انتشار	صنایع شیمیایی، نفت، زغال سنگ، لاستیک و	صنایع محصولات کانی غیر فلزی بجز نفت و زغال	صنایع تولید فلزات اساسی	صنایع ماشین‌آلات، تجهیزات، ابزار، محصولات	کل صنعت
------------	--------------------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------------	----------------------------------------	--------------------------------------------	-------------------------	-------------------------------------------	---------

	فلزی و متفرقه		سنگ	پلاستیک					
	۱۸۰.۹۶۶/۵	۲۲۸.۲۳۶/۷	۶۳۸.۸۴۷/۲	۱۲۷.۵۷۶/۳	۶۲.۷۳۶/۰	۱۴.۷۳۵/۵	۱۵۱.۷۷۲/۷	۳۱۳.۲۹۴/۴	۱۳۷۳
	۳۲۶.۸۹۹/۳	۲۸۳.۲۸۹/۴	۶۷۹.۳۸۲/۸	۲۳۳.۲۵۷/۳	۶۶.۵۰۷/۵	۱۷.۰۱۱/۱	۱۶۲.۰۵۵/۸	۳۵۸.۰۱۲/۵	۱۳۷۸
	۳۷۸.۸۸۳/۷	۲۹۱.۲۰۳/۲	۶۸۸.۱۵۷/۴	۲۵۶.۱۵۶/۶	۶۷.۴۲۵/۲	۱۷.۲۰۸/۷	۱۶۳.۶۱۲/۷	۳۷۰.۹۱۴/۹	۱۳۷۹
	۷۵۷.۱۲۹/۳	۳۵۰.۲۹۴/۲	۷۳۰.۰۹۱/۶	۴۰۱.۷۷۵/۰	۷۱.۲۴۹/۵	۱۸.۸۰۴/۴	۱۷۴.۱۶۰/۱	۴۲۵.۹۳۱/۱	۱۳۸۳
	۴/۳	۱۲/۶	۴/۴	۱/۲	۱۱/۸	۱/۲	۲/۹	۱/۳	متوسط رشد -۱۳۷۴ ۱۳۷۸
	۵/۶	۱۴/۹	۳/۸	۱/۲	۹/۴	۱/۱	۱/۸	۱/۳	متوسط رشد -۱۳۷۹ ۱۳۸۳

ماخذ: محاسبات این پژوهش.

## ۵. تصریح مدل

با توجه به مبانی نظری و مطالعات تجربی انجام شده، عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل عبارتند از:

- سرمایه‌انسانی از نوع آموزش،
- سرمایه‌انسانی از نوع مهارت و تخصص،
- سرمایه تکنولوژیکی یا ذخیره دانش فنی،
- درصد استفاده از ظرفیت تولید،
- بهره‌وری سرمایه.

با توجه به فرضیات تحقیق و عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل، شکل قابل برآورد توابع بهره‌وری را با تأکید بر سرمایه‌انسانی معرفی می‌نماییم. گفتنی است، در این پژوهش به بررسی عوامل تعیین‌کننده بهره‌وری سرمایه پرداخته نمی‌شود و تأکید بر ابعاد مختلف سرمایه‌انسانی است. به‌منظور آزمون فرضیه تأثیر سرمایه‌انسانی از نوع آموزش بر بهره‌وری کل عوامل، شکل قابل برآورد زیر را در نظر می‌گیریم:

$$LTFP_{it} = \beta_1 + \beta_2 LEDU_{it} + \beta_3 LKRD_{it} + \beta_4 T + U_{it} \quad \text{مدل ۱}$$

که در آن،  $LTFP_{it}$  لگاریتم بهره‌وری کل عوامل در صنعت  $i$  در زمان  $t$ ،  $LEDU_{it}$  لگاریتم متوسط سال‌های تحصیل شاغلان در صنعت  $i$  در زمان  $t$  به عنوان متغیر جانشین سرمایه‌انسانی از نوع آموزش،  $LKRD_{it}$  لگاریتم سرمایه تحقیق و توسعه در صنعت  $i$  در زمان  $t$ ،  $T$  متغیر روند زمانی به عنوان جانشین عوامل دیگر خارج از مدل و  $U_{it}$  جمله اختلال مدل برای صنعت  $i$  در زمان  $t$  است.

به منظور آزمون فرضیه تأثیر سرمایه‌انسانی از نوع مهارت، شکل قابل برآورد زیر را در نظر می‌گیریم:

$$LTFP_{it} = \beta_{1i} + \beta_2 SKIL_{it} + \beta_3 MAD_{it} + \beta_4 LKRD_{it} + \beta_5 T + U_{it} \quad \text{مدل ۲:}$$

که در آن،  $SKIL_{it}$  نسبت شاغلان دارای مهارت به کل شاغلان در صنعت  $i$  در زمان  $t$  به عنوان جانشین سرمایه‌انسانی از نوع مهارت و  $MAD_{it}$  نسبت شاغلان دارای مدرک فوق‌لیسانس و دکترا به کل شاغلان در صنعت  $i$  در زمان  $t$  به عنوان متغیر جانشین پژوهشگران و نوآوران و عامل مکمل هزینه‌های تحقیق و توسعه است. شایان ذکر است، به منظور آزمون فرضیه تأثیر سرمایه‌انسانی از نوع مهارت می‌توان از نسبت تکنیسین‌ها و مهندسیین به کل شاغلان نیز استفاده کرد. در این حالت، شکل قابل برآورد زیر را در نظر می‌گیریم:

$$LTFP_{it} = \beta_{1i} + \beta_2 ENGTEC_{it} + \beta_3 ENGTEC_{\forall it} + \beta_4 LPRODKit + \beta_5 PU_{it} + U_{it}$$

که در آن،  $ENGTEC_{it}$  نسبت مهندسیین و تکنیسین‌ها به کل شاغلان در صنعت  $i$  در زمان  $t$ ،  $ENGTEC_{\forall it}$  توان دوم نسبت مهندسیین و تکنیسین‌ها به کل شاغلان در صنعت  $i$  در زمان  $t$ ،  $LPRODKit$  لگاریتم بهره‌وری سرمایه در صنعت  $i$  در زمان  $t$ ،  $PU_{it}$  درصد استفاده از ظرفیت تولید در صنعت  $i$  در زمان  $t$  است. گفتنی است، علت در نظر گرفتن توان دوم سهم شاغلان تکنیسین و مهندسیین این است که افزایش این نسبت تا یک حد معین به افزایش بهره‌وری منجر می‌شود، ولی با گذشتن از این حد به کاهش بهره‌وری منتهی می‌شود. به بیان دیگر، یک سطح بهینه برای این نسبت وجود دارد.

## ۶. روش برآورد الگوها

در این پژوهش برای برآورد مدل و آزمون فرضیه‌ها از روش ادغام داده‌های مقطعی و سری زمانی (تلفیق داده‌ها) استفاده می‌کنیم. مدل تلفیق داده‌ها در حالت کلی به شکل زیر است (خسروی نژاد ۱۳۸۰):

$$Y_{it} = \beta_{lit} + \sum_{k=2}^k \beta_{kit} X_{kit} + e_{it} \quad (1)$$

که در آن،  $n, 2, \dots, i$  نشان دهنده داده‌های مقطعی و  $T, \dots, 2, 1, t$  نشان دهنده زمان است.  $Y_{it}$  مقدار متغیر وابسته است برای مقطع  $i$  (صنعت، بخش ...) در دوره زمانی  $t$ ،  $\beta_{lit}$  نشان دهنده عرض از مبدأ در واحدهای مقطعی  $i$  و دوره زمانی  $t$  است. جمله اختلال مدل است که فرض می‌شود دارای میانگین صفر،  $E(e_{it})=0$ ، و واریانس ثابت،  $E(e_{it}^2) = \sigma_e^2$  است. پارامترهای مجهول مدل بوده که واکنش متغیر وابسته نسبت به تغییرات  $k$  امین متغیر مستقل در  $i$  امین مقطع و  $t$  امین زمان را اندازه‌گیری می‌کند.

براساس بررسی‌های انجام‌شده مشخص شد در برآورد مدل‌ها باید فرض یکسان بودن ضرایب مربوط به متغیرها برای صنایع مختلف را در نظر گرفت. در خصوص فرض استفاده‌شده برای عرض از مبدأ، نتایج آزمون‌های انجام‌شده در مدل‌های مختلف را در جدول زیر ارائه کرده‌ایم:

جدول ۸- نتایج آزمون F در الگوهای برآوردی

مدل	آماره F	فرضیه صفر	سطح اطمینان
اول	$F(77,7) = 2/83$	پذیرفته می‌شود	۹۹ درصد

۱. شایان ذکر است، بررسی لازم در خصوص امکان وارد کردن توان دوم سایر متغیرهای مقتضی مانند درصد شاغلان دارای مهارت، سهم شاغلان دارای مهارت، سهم شاغلان دارای تحصیلات عالی و سهم شاغلان با تحصیلات فوق‌لیسانس و دکترا انجام شود و در نهایت به دلیل معنادار نبودن آنها وارد مدل ذیربط نشدند.

دوم	$F(۷۷۶) = ۲/۳۹$	پذیرفته می‌شود	۹۹ درصد
سوم	$F(۷۷۶) = ۳۷/۸$	پذیرفته نمی‌شود	۹۵ درصد

با توجه به عدم پذیرش فرضیه صفر آزمون  $F$  در مدل سوم، برای برآورد مدل، عرض از مبدأ متفاوت در نظر می‌گیریم. آماره آزمون هاسمن با درجه آزادی ۴ توسط نرم‌افزار Eviews Ver ۴.۰ به مقدار ۱.۳۲ محاسبه شد. در نتیجه، در سطح ۹۵ درصد، فرضیه متفاوت بودن عرض از مبدأها پذیرفته می‌شود. بنابراین، در برآورد مدل سوم از روش اثرات ثابت استفاده می‌کنیم.

## ۷. برآورد الگوها و تحلیل نتایج

برای برآورد الگوها و آزمون فرضیه‌ها از روش پنل دیتا برای هشت صنعت در دوره ۱۳۷۳-۱۳۸۳ استفاده می‌کنیم. نتایج برآورد مدل اول نشان می‌دهد ضریب متغیر لگاریتم متوسط سال‌های تحصیل شاغلان طبق انتظار از لحاظ آماری مثبت و معنادار برآورد شده که نشان می‌دهد با فرض ثابت بودن سایر عوامل، با افزایش یک درصد در متوسط سال‌های تحصیل شاغلان، بهره‌وری کل عوامل ۰/۹۰ درصد افزایش می‌یابد. بنابراین، فرضیه اول تحقیق تأیید می‌شود. همچنین، ضریب متغیر سرمایه تحقیق و توسعه مثبت و معنادار برآورد شده است. با فرض ثابت بودن سایر عوامل، یک درصد افزایش در سرمایه تحقیق و توسعه، بهره‌وری کل عوامل را ۰/۱۱ درصد افزایش می‌دهد. بنابراین، سرمایه‌انسانی از نوع آموزش تأثیر بیشتری نسبت به سرمایه تحقیق و توسعه دارد. گفتنی است، کوچک بودن ضریب سرمایه تحقیق و توسعه بیانگر پایین بودن کارایی هزینه‌های تحقیق و توسعه در بنگاه‌های صنعتی است که شناسایی دلایل آن نیاز به پژوهشی مستقل دارد. علامت ضریب متغیر روند که برای توضیح سایر عوامل حذف شده مثبت و معنادار است. این اثر مثبت می‌تواند ناشی از اثر تحقیق و توسعه خارجی، سرمایه‌انسانی از نوع مهارت و تجربه و عوامل مؤثر بر بهره‌وری سرمایه باشد.

جدول ۹- نتایج برآورد مدل اول در خصوص آزمون تأثیر متوسط سال‌های تحصیل شاغلان بر بهره‌وری

Variable	Coefficient	TStatistic	Prob
C	۱/۷۱	۲/۴۲	۰/۰۱۸
LEDU	۰/۹۰	۲/۷۶	۰/۰۰۷۵
LKRD	۰/۱۱	۳/۰۳	۰/۰۰۳۵
T	۰/۰۶	۳/۲۱	۰/۰۰۲۰
: Sample ۱۳۸۳-۱۳۷۳	F - Statistic = ۴۳۶۱/۲ Prob = ۰/۰۰۰۰		$\bar{R}^2 = ۰/۹۹$
	Durbin - Watson = ۲/۱۶		

نتایج برآورد مدل دوم نشان می‌دهد ضریب متغیر درصد شاغلان دارای مهارت طبق انتظار از لحاظ آماری مثبت و معنادار است و نشان می‌دهد با فرض ثابت بودن سایر عوامل، با افزایش یک واحد درصد در سهم شاغلان دارای مهارت، بهره‌وری کل عوامل ۰/۵ درصد افزایش می‌یابد. بنابراین، فرضیه تأثیر مثبت مهارت بر بهره‌وری تأیید می‌شود. علامت ضریب نسبت شاغلان فوق لیسانس و دکترا به کل شاغلان نیز مثبت و معنادار است و نشان می‌دهد که با افزایش این نسبت، تعداد پژوهشگران، نوآوران و کارآفرینان افزایش می‌یابد و به دنبال آن از راه‌هایی مانند افزایش نوآوری، ابتکار و تولید محصولات جدید و بهبود فرآیندهای تولید و ارتقای کیفیت محصولات، بهره‌وری بالا می‌رود. ضریب مثبت و معنادار روند زمانی بیانگر اثر مثبت سایر عوامل مؤثر بر

بهره‌وری است که بنا به دلایل مختلف وارد الگو نشده‌اند.

جدول ۱۰- نتایج برآورد مدل دوم در خصوص آزمون تأثیر مهارت بر بهره‌وری

Variable	Coefficient	TStatistic	Prob
C	۳/۲۸	۱۳/۰۵	۰/۰۰۰۰
SKIL	۰/۰۰۵	۲/۲۷	۰/۰۲۶۷
LKRD	۰/۱۲	۳/۷۹	۰/۰۰۰۳
MAD	۰/۱۱	۱/۸۲	۰/۰۷۱۹
T	۰/۰۶	۵/۹۰	۰/۰۰۰۰
: Sample ۱۳۸۳-۱۳۷۳	F – Statistic = ۳۹۱۴/۴ Prob = ۰/۰۰۰۰		$\bar{R}^2 = ۰/۹۹$
	Durbin - Watson = ۲/۱		

نتایج برآورد مدل سوم نشان می‌دهد ضریب متغیر درصد تکنیسین‌ها و مهندسی‌ها در سطح اطمینان ۹۹ درصد مثبت و معنادار و همچنین توان این دو نسبت، منفی و معنادار است و نشان می‌دهد که افزایش نسبت تکنیسین‌ها و مهندسی‌ها تا حدی بر رشد بهره‌وری کل عوامل تأثیر مثبت داشته و پس از آن تأثیر منفی دارد. براساس محاسبه به عمل آمده، افزایش سهم شاغلان تکنیسین و مهندسی‌ها تا ۱۷/۲ درصد به افزایش بهره‌وری کل عوامل منجر می‌شود. گفتنی است، در دوره مورد بررسی، در شش صنعت از هشت صنعت، نسبت شاغلان تکنیسین و مهندسی‌ها به کل اشتغال به رقم یادشده نرسیده است (جدول ۵). ضریب متغیر بهره‌وری سرمایه نیز مثبت و معنادار برآورد شده که بیانگر اثر مثبت بهره‌وری سرمایه بر بهره‌وری کل عوامل است. همچنین، درصد استفاده از ظرفیت تولید که با نسبت تولید بالفعل به تولید بالقوه اندازه‌گیری می‌شود، تأثیر مثبت بر بهره‌وری دارد.

جدول ۱۱- نتایج برآورد مدل سوم در خصوص آزمون نسبت مهندسی‌ها و تکنیسین‌ها به کل اشتغال بر بهره‌وری

Variable	Coefficient	TStatistic	Prob
ENGTEC	۰/۰۱۷۲	۲/۹۹	۰/۰۰۳۸
ENGTEC <sup>۲</sup>	-۰/۰۰۰۵	-۲/۹۳	۰/۰۰۴۵
LPROD <sub>K</sub>	۰/۸۳۳۷	۴۴/۷۱	۰/۰۰۰۰
PU	۰/۰۰۰۵	۱/۸۸	۰/۰۶۵۰
FIXED EFFECT			
FOOD--C	۵/۲۳		
CLOTH--C	۵/۴۵		
WOOD--C	۵/۲۰		
PAPER--C	۵/۱۴		
CHEM--C	۴/۹۱		

MIN--C	۵/۳۰		
MET--C	۴/۸۵		
MACH--C	۴/۸۸		
: Sample ۱۳۸۳-۱۳۷۳	F – Statistic = ۲۴۸۲۵۴ Prob = ۰/۰۰۰۰		$\bar{R}^2 = ۰/۹۹$
	Durbin - Watson = ۱/۸۷		

## ۸. نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها

نتایج اندازه‌گیری بهره‌وری کل عوامل در کارگاه‌های بزرگ صنعتی در دوره ۷۳-۱۳۸۳ نشان می‌دهد شاخص بهره‌وری کل عوامل در این دوره به‌طور متوسط سالانه ۶/۹ درصد افزایش یافته و سهم آن در تأمین رشد تولید حدود ۶۵/۸ درصد بوده است. بیشترین رشد بهره‌وری به صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات کمترین رشد به صنایع کاغذ، مقوا، چاپ و انتشار تعلق داشته است. بررسی به‌عمل آمده نشان می‌دهد رشد سریع بهره‌وری به دلیل ارتقای شاخص‌های سرمایه‌انسانی و فناوری بوده است. در ادامه بحث، نقش سرمایه‌انسانی در ابعاد مختلف آن بر رشد بهره‌وری مورد بررسی قرار گرفت. ابعاد مختلف سرمایه‌انسانی که در این پژوهش مورد بررسی قرار داده‌ایم شامل آموزش و مهارت است. برای اندازه‌گیری نقش سرمایه‌انسانی از نوع آموزش، از متوسط سال‌های تحصیل شاغلان کارگاه‌های بزرگ صنعتی و درصد شاغلان دارای تحصیلات عالی استفاده کرده‌ایم. برای اندازه‌گیری سرمایه‌انسانی از نوع مهارت، دو شاخص درصد شاغلان دارای مهارت و درصد شاغلان تکنیسین و مهندسین را مورد توجه و آزمون قرار دادیم. افزون بر این، از سرمایه تحقیق و توسعه و درصد شاغلان با مدرک تحصیلی فوق لیسانس و دکترا به عنوان شاخص‌های تعیین‌کننده سطح فناوری استفاده کردیم. گفتنی است، به‌منظور بهبود برازش مدل، از برخی متغیرهای دیگر مانند درصد استفاده از ظرفیت تولید، بهره‌وری سرمایه و متغیر روند زمانی به عنوان متغیر جانشین سایر عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل نیز استفاده کردیم. روش استفاده‌شده برای برآورد الگوها، روش پنل دیتا است. مهم‌ترین نتایج به‌دست آمده از الگوها عبارتند از:

در بررسی تأثیر متوسط سال‌های تحصیل شاغلان کارگاه‌های بزرگ صنعتی و همچنین، نسبت شاغلان دارای تحصیلات عالی به کل شاغلان به عنوان شاخص‌های سرمایه‌انسانی از نوع آموزش بر بهره‌وری کل عوامل، مشخص شد که افزایش این دو شاخص تأثیر مثبت و معناداری بر بهره‌وری کل عوامل دارند. بنابراین، فرضیه اول تحقیق مبنی بر تأثیر مثبت متوسط سال‌های تحصیل شاغلان بر بهره‌وری تأیید می‌شود.

نسبت شاغلان دارای مهارت به کل شاغلان تولیدی تأثیر مثبت و معناداری بر بهره‌وری کل عوامل دارد. بنابراین، سرمایه‌انسانی از نوع مهارت به ارتقای بهره‌وری منجر شده و فرضیه دوم تحقیق تأیید می‌شود. افزون بر این، افزایش نسبت تکنیسین‌ها و مهندسین به کل اشتغال تا سطح ۱۷/۲ درصد تأثیر مثبت بر بهره‌وری کل عوامل دارد. گفتنی است در دوره مورد بررسی، نسبت تکنیسین‌ها و مهندسین به کل اشتغال در شش صنعت از هشت صنعت کمتر از رقم فوق بوده است.

سرمایه تحقیق و توسعه و نسبت شاغلان دارای مدرک فوق لیسانس و دکترا به کل شاغلان به عنوان شاخص‌های پیشرفت فنی، اثر مثبت و معناداری بر ارتقای بهره‌وری دارند، ولی تأثیر سرمایه تحقیق و توسعه به مراتب کمتر بوده و بیانگر کارایی پایین هزینه‌های تحقیق و توسعه است.

کاهش ظرفیت بیکار بنگاه‌ها و افزایش بهره‌وری سرمایه تأثیر مثبت و معناداری بر ارتقای بهره‌وری کل عوامل دارد. با توجه به اهداف تعیین شده در سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ هجری شمسی مبنی بر رشد پرشتاب و مستمر اقتصادی با اتکا بر سهم برتر منابع انسانی و سرمایه اجتماعی در تولید ملی و اهداف برنامه چهارم توسعه در خصوص

بخش صنعت که حدود ۳۹/۱ درصد رشد تولید این بخش از طریق ارتقای بهره‌وری کل عوامل به‌دست آید، پیشنهادهای زیر در راستای تحقق هدف یادشده مطرح می‌شود:

با توجه به تأثیر بالای آموزش در ارتقای بهره‌وری، ایجاد انگیزه و شرایط مناسب برای ادامه تحصیل شاغلان بخش صنعت، ارائه آموزش‌های علمی و کاربردی برای آنها، ارتقای سطح کیفی آموزش‌های داده‌شده به دانشجویان و ایجاد تناسب با نیاز بازار کار و گسترش شرایط رقابتی در اقتصاد به‌منظور ایجاد احساس نیاز در بنگاه‌ها به استخدام فارغ‌التحصیلان دانشگاه‌ها پیشنهاد می‌شود.

با توجه به تأثیر مثبت مهارت در ارتقای بهره‌وری، پیشنهاد می‌شود بنگاه‌ها به امر آموزش و ارتقای مهارت‌های کارگران غیرماهر (ساده) اهمیت بیشتری دهند.

نظر به نتایج تحقیق در رابطه با تأثیر مثبت سرمایه تحقیق و توسعه و درصد شاغلان با مدرک تحصیلی فوق‌لیسانس و دکترا بر بهره‌وری، پیشنهاد می‌شود دولت از تأسیس و گسترش واحدهای تحقیق و توسعه در بنگاه‌های خصوصی حمایت کند. همچنین، کاهش هزینه‌های استفاده از متخصصین و پژوهشگران با مدرک فوق‌لیسانس و دکترا از راه‌هایی مانند برقراری معافیت‌های مالیاتی در خصوص استخدام آنها، به‌ویژه در مناطق محروم و کمتر توسعه‌یافته، در جهت تسریع روند نوآوری و تحقیق و توسعه در بنگاه‌ها توصیه می‌شود. افزون بر این، شناسایی راهکارهای افزایش کارایی و ثمر بخشی هزینه‌های تحقیق و توسعه در بنگاه‌های صنعتی نیز حائز اهمیت است.

فراهم نمودن زمینه‌های کاهش ظرفیت بیکار بنگاه‌ها نیز برای افزایش بهره‌وری حائز اهمیت است. در این ارتباط، حمایت از ایجاد و توسعه واحدهای ارائه‌دهنده خدمات مشاوره در زمینه بازاریابی و شناسایی مشکلات مربوط به فروش بنگاه‌ها توصیه می‌شود.

با توجه به نقش مثبت بهره‌وری سرمایه در ارتقای بهره‌وری کل عوامل، افزایش کارایی سرمایه‌گذاری و استفاده بهینه از امکانات سرمایه‌ای موجود توصیه می‌شود. در این ارتباط، ایجاد انگیزه در نیروی کار در جهت استفاده بهینه از امکانات سرمایه‌ای و توجه بیشتر به توجیه اقتصادی در انتخاب طرح‌های سرمایه‌گذاری می‌تواند حائز اهمیت باشد.

## منابع

- امینی، علیرضا. (۱۳۷۹). پروژه مطالعاتی اندازه‌گیری بهره‌وری و تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر آن در کارگاه‌های بزرگ صنعتی استان هرمزگان و مقایسه با کل کشور. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان هرمزگان.
- امینی، علیرضا. (۱۳۸۳). اندازه‌گیری و تحلیل عوامل مؤثر در بهره‌وری کل عوامل در بخش صنعت و معدن. فصلنامه دانشگاه پیام نور، پیک نور، سال دوم، شماره چهارم.
- امینی، علیرضا. (۱۳۸۴). اندازه‌گیری و تحلیل روند بهره‌وری به تفکیک بخش‌های اقتصادی ایران. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، دفتر اقتصاد کلان.
- امینی، علیرضا. (۱۳۸۵). برآورد مقدماتی سرمایه تحقیق و توسعه دولتی در اقتصاد ایران (۱۳۸۳-۴۷). سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، معاونت امور اقتصادی و هماهنگی، دفتر اقتصاد کلان، گروه بازار کار.
- امینی، علیرضا. (۱۳۸۵). مجموعه آماری سری زمانی آمارهای بازار کار. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، معاونت امور اقتصادی و هماهنگی، دفتر اقتصاد کلان، گروه بازار کار.
- امینی، علیرضا و حاجی محمد نشاط. (۱۳۸۴). برآورد سری زمانی موجودی سرمایه در اقتصاد ایران طی دوره زمانی ۸۱-۱۳۳۸. مجله برنامه و بودجه، شماره ۹۰، ص ۱۳۵۳-۱۳۸۷.
- آذربایجانی، کریم، توکلی، اکبر و شه‌ریارپور، علی. (۱۳۷۹). اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل بهره‌وری عوامل تولید در گروه‌های صنایع ایران (۱۳۷۲-۱۳۵۱). سازمان برنامه و بودجه، شماره ۵۲ و ۵۳، ص ۸۵-۱۲۶.
- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. حساب‌های ملی ایران در سال‌های ۱۳۷۳-۱۳۸۳. اداره حساب‌های اقتصادی.
- خسروی نژاد، علی‌اکبر. (۱۳۸۰). برآورد تابع تقاضای نان برای خانوارهای شهری تهران (کاربردی از مدل‌های با اطلاعات ادغام شده). مجله پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، ص ۱۱۰-۱۳۷.
- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور. (۱۳۸۵). مجموعه اسناد ملی توسعه در برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، سند توسعه ویژه (فرا بخشی) ارتقای بهره‌وری.
- سعادت، رحمان. (۱۳۷۹). نقش و جایگاه سرمایه‌انسانی در رشد اقتصادی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- مرکز آمار ایران. نتایج آمارگیری از کارگاه‌های بزرگ صنعتی کشور در سال‌های ۱۳۷۳-۱۳۸۳.
- نیلی، مسعود و نفیسی، شهاب. (۱۳۸۲). رابطه سرمایه‌انسانی با رشد اقتصادی با تأکید بر نقش توزیع تحصیلات نیروی کار (مورد ایران سال‌های ۱۳۴۵-۱۳۷۹). فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۱۸.
- Aiyar, S., & Feyrer, j. (۲۰۰۱). A Contribution to the Empirics of Total Factor Productivity. Dartmouth College Working Paper.
- Ben habib, J. , & Spiegel, M. (۱۹۹۴). The Role of Human Capital in Economic Development : Evidence from Aggregate Cross-Country Data. Journal of Monetary Economics ۳۴(۲): ۱۴۳-۱۷۳.
- Gemmell, N. (۱۹۸۶). Endogenous Growth, the Solow and Human Capital. Economic of planning, Vol, ۲۸, pp. ۱۱۰۲-۱۱۳۷.
- Jacobs, B., Nahuis, R., & Tang, P.J.G. (۲۰۰۰). Human Capital, R&D, Productivity Growth and Assimilation of Technologies in the Netherlands. Kluwer Academic Publishers, Netherland.
- López, E., Requena, B F., Serrano,G., (۲۰۰۶). Human Capital Threshold Effects in the Internationalization- Productivity Growth Relationship – Evidence from Spanish Regions.

Paper to be Presented in ETSG Annual Conference, Vienna , ٢٠١٠.

Lucas, R. E. (١٩٧٧). On the Mechanics of Economic Development. Journal of Monetary Economics, ٢٢(١):٣-٤٢.

Nelson, R., & Phelps, E. (١٩٦٦). Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth. American Economic Review, Vol. ٥٦, (pp), ٦٩-٧٥.

Rebelo, S. (١٩٩١). Long-Run Policy Analysis and Long-run Growth. Journal of Political Economy, ٩٩:٥٠٠-٥٢١.

# An Assessment of influencing Factors on total factor productivity (TFP) with emphasis on human capital

Alireza Amini, Ph.D<sup>۱</sup>, Shahram Mosalla<sup>۲</sup>

Received: ۵/۱۲/۲۰۰۷

Accepted: ۸/۸/۲۰۰۸

## Abstract:

In this study, we have measured TFP over the period ۱۹۹۴ - ۲۰۰۴ by applying Solo residual and Tornquist index technique. The trend of TFP has been studied and compared with in two-digit ISIC classification over the same period. The results of productivity measurement show that TFP in this period has increased on average by ۶.۹ percentages annually and its share in production growth is ۶۵.۸ percent. In addition, by using an endogenous growth model focusing on human capital, attempts have been made to elaborate the role of education, skill and technical progress in the growth of TFP. The results, based on the application of the panel data technique, show that education and skill, have positive and meaningful effect on TFP. Moreover, the increasing share of technicians and engineers to total employment tends to increase productivity up to ۱۷.۲% but beyond this relative share, it cast a negative effect. On the other hand, technical progress has tended to have a positive effect on TFP. Further utilization of excess capacity and capital productivity enhancement has had a positive and meaningful effect on improvement of total factor productivity.

**JEL Classification:** J۲۴, O۴۷, O۳۲

**Keywords:** Total Factor Productivity, Human Capital, Technical Progress, Research & Development

---

<sup>۱</sup> Assistant Professor, Islamic Azad University, Central Tehran Branch

<sup>۲</sup> Economical and financial expert in IKAMCO