

فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان / سال دوم، شماره پنجم، بهار ۱۳۹۳ / صفحات ۲۴-۱

مخارج تحقیق و توسعه و رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت

نادر مهرگان^۱، لیلی سلطانی صحت^۲

تاریخ ارسال: ۱۳۹۲/۹/۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۳/۵

چکیده

هدف از این مقاله بررسی رابطه برخی فاکتورهای مؤثر بر رشد بهره‌وری بخش‌های صنعتی ایران است. با توجه به اهمیت روزافزون مقوله رشد بهره‌وری در شکوفایی و رشد اقتصادی کوتاه‌مدت و بلندمدت کشورها، در این تحقیق سعی شده است با استفاده از داده‌های مربوط به صنایع مختلف ایران در دوره ۱۳۷۳-۱۳۸۹، اثر برخی متغیرهای مؤثر مانند مخارج تحقیق و توسعه، هزینه‌های آموزش، مهارت و مزد و حقوق بر رشد بهره‌وری بخش‌های صنعتی طبق کدهای صنعتی دورقمی *ISIC*، سنجیده شود. نتایج حاصل، حاکی از اثر قابل توجه مثبت و معنادار هزینه‌های تحقیق و توسعه و آموزش و مهارت بر رشد بهره‌وری کل صنایع است. همچنین در بخش دیگری به بررسی اثرات فردی عامل تحقیق و توسعه در صنایع مختلف پرداخته شده است که نتایج نشان می‌دهد تحقیق و توسعه در برخی صنایع اثر مثبت، در یک صنعت اثر منفی و در برخی صنایع کاملاً بی‌معنا بوده است.

طبقه بندی *JEL*: O32, L33

واژگان کلیدی: بهره‌وری کل عوامل تولید، تحقیق و توسعه، آموزش.

Email: mehregannader@yahoo.com

۱. دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه بوعلی سینا

۲. کارشناس ارشد مهندسی صنایع - سیستم‌های اقتصادی و اجتماعی دانشگاه بوعلی سینا

Email: lili.soltanisehat@gmail.com

مقدمه

رشد اقتصادی هر کشور می‌تواند تحت تأثیر دو عامل حاصل شود: یکی انباشت عوامل تولید شامل سرمایه فیزیکی و نیروی انسانی و دیگری افزایش سطح کارایی و بهره‌وری عوامل تولید. بهره‌وری هم در کوتاه مدت و هم در بلندمدت تقریباً بر تمام موضوعات اقتصادی چه خرد و چه کلان تأثیر مثبت می‌گذارد و در نهایت رشد، شکوفایی و پویایی اقتصاد کشور را موجب می‌شود. براساس نظریه‌های رشد اقتصادی درونزا، بهره‌وری کل عوامل تابع انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی است؛ زیرا فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی موجب تولید کالاها و خدمات قابل تجارت و استفاده مؤثرتر از منابع موجود و جذب فناوری پیشرفته خارجی می‌شود. این عامل نه تنها به خلق فناوری برای ساخت کالاهای جدید منجر می‌شود، بلکه راه‌های جدیدی را برای به‌کارگیری مؤلفه‌های تولید و یا مواد اولیه نوظهور ایجاد می‌کند. در ایران نیز جایگاه بهره‌وری در برنامه‌های توسعه کشور و سند چشم‌انداز لحاظ شده است، به طوری که در برنامه چهارم توسعه (۱۳۸۴-۱۳۸۸) باید سهم بهره‌وری بخش‌های مختلف اقتصادی از رشد پیش‌بینی شده ۸ درصدی به ۲/۵ درصد و در برنامه پنجم توسعه (۱۳۹۳-۱۳۸۹) به یک سوم برسد. در پایان سازمان ملی بهره‌وری ایران ملزم شد به صورت مؤسسه دولتی وابسته به معاونت با استفاده از امکانات موجود ایجاد شود تا برنامه جامع بهره‌وری کشور را تدوین و به تصویب برساند. در بین بخش‌های مختلف اقتصادی، بخش صنعت به‌عنوان موتور محرک توسعه اقتصادی کشور از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است، ضمن اینکه در سطح خرد نیز بهره‌وری یک بنگاه اقتصادی، محور اصلی رقابت برای آن به‌شمار می‌آید. از این‌رو شناسایی عوامل مؤثر و تعیین میزان تأثیر آنها بر رشد بهره‌وری کل بخش‌ها به‌خصوص بخش صنعت که تأثیرگذارترین بخش در رشد اقتصادی کشور است، جهت اتخاذ سیاست‌های راهبردی امری ضروری به نظر می‌رسد.

این مطالعه علاوه بر بررسی تأثیر مستقیم هزینه‌های تحقیقات صرف شده در کارگاه‌های صنعتی، سایر عوامل درون کارگاهی که از جانب مدیریت تعیین می‌گردند، همچون سهم تعداد شاغلین ماهر، سهم شاغلین با مزد و حقوق، هزینه‌های آموزش صورت گرفته حین کار را نیز همزمان با اثر هزینه‌های تحقیق و توسعه بررسی می‌کند. در همین راستا به برآورد مدل داده‌های ترکیبی برای ۲۳ صنعت^۱ (طبق کدهای دورقمی ISIC) برای دوره زمانی ۱۳۷۳-۱۳۸۹ پرداخته و بعد از تعیین اثرات فردی، مشخص می‌کند که کدام صنعت تأثیر بیشتری از افزایش یا کاهش متغیرهای برونزا - به‌ویژه هزینه‌های صرف شده در راستای فعالیت‌های تحقیق و توسعه - خواهد پذیرفت. در ادامه مبانی نظری مرتبط با موضوع بررسی می‌شود و سپس مروری بر مطالعات پیشین پیرامون مبحث بهره‌وری و عوامل مؤثر بر آن ارائه می‌شود. همچنین نحوه تصریح مدل‌های بهره‌وری و تأثیر و نتایج حاصل از برآورد هر کدام از مدل‌ها بیان می‌گردد. در نهایت نیز نتیجه‌گیری و پیشنهاداتی ارائه خواهد شد.

۱. رجوع شود به پیوست ۱.

۱. مبانی نظری

مدل‌های رشد اقتصادی به دو دسته رشد برون‌زا و درون‌زا تقسیم می‌شوند: الف) مدل‌های رشد برون‌زا پیشرفت تکنولوژی را عامل برون‌زا و انباشت سرمایه را عامل درون‌زای رشد تولید در نظر می‌گیرد. در مدل‌های رشد نئوکلاسیک مانند مدل سولو، رشد اقتصادی از طریق انباشت عوامل تولید به دلیل بازده نزولی، پایدار نخواهد بود و وجود عامل بهره‌وری لزوم رسیدن به رشد بلندمدت است. در این الگوها به طور کلی رشد اقتصادی به انباشت سرمایه فیزیکی و پیشرفت فنی برون‌زا نسبت داده می‌شود که در آن نرخ جمعیت پایین‌تر و سطح فناوری بالاتر، نرخ رشد کوتاه‌مدت را افزایش می‌دهد. پس برای رسیدن به رشد بلندمدت، پیشرفت فنی را باید به صورت برون‌زا وارد مدل کرد.

ب) در دهه ۱۹۹۰ اقتصاددانانی چون رومر^۱ (۱۹۹۰)، گروسمن و هلمپن^۲ (۱۹۹۰)، آقیون و هوویت^۳ (۱۹۹۲)، الگوهای رشدی طراحی کردند که در شرایط ثابت بودن سرمایه فیزیکی و نیروی کار می‌توانند نشان‌دهنده رشد اقتصادی باشند. ویژگی اصلی این الگوها که به مدل‌های رشد درون‌زا شهرت یافتند، حذف بازدهی‌های نزولی نسبت به مقیاس بود. در این الگوها نقش فناوری با ویژگی‌های مختلف شخصیتی، آگاهی انباشته، مخارج تحقیق و توسعه و منابع پایان‌ناپذیر و پایان‌پذیر تعیین شده است. رشد درون‌زا با تأکید بر این نکته که رشد اقتصادی، پیامد سیستم اقتصادی است نه نتیجه نیروهای وارده از خارج، خود را از رشد نئوکلاسیکی متمایز می‌سازد. آنها فعالیت‌های مبتنی بر نوآوری را با جهت‌گیری تجارت در واکنش به محرکه‌های اقتصادی موتور اصلی پیشرفت تکنولوژی و رشد اقتصادی در نظر می‌گیرند. اینها به دو دسته مدل‌های رشد مبتنی بر تحقیق و توسعه و مدل‌های رشد درون‌زای مبتنی بر سرمایه تقسیم می‌شوند:

۱. مدل‌های مبتنی بر تحقیق و توسعه، در سطح ثابت سرمایه و کار، پیشرفت فناوری را یکی از دلایل افزایش تولید مطرح می‌کند. بنابراین رشد بهره‌وری به جای اینکه ثابت فرض شود در داخل مدل تعیین می‌شود که یکی از عوامل تعیین‌کننده آن سرمایه‌گذاری در بخش تحقیق و توسعه است. تحقیق و توسعه از دو راه می‌تواند موجب رشد اقتصادی شود: اول اینکه، نوآوری و معرفی محصولات جدید نقش بیشتر و بهتری در تولید نسبت به کالاهای سرمایه‌ای موجود دارد. دوم اینکه، فعالیت‌های تحقیق و توسعه باعث ایجاد اثرات جانبی در موجودی علم و دانش شده که به نوبه خود باعث کاهش هزینه‌های تحقیق و توسعه می‌شود. به‌طور کلی در این الگوها فرض می‌شود نیروی کار، سرمایه و فناوری برای بهبود فناوری با هم ترکیب می‌شوند و با تخصیص منابع بیشتر به تحقیق و توسعه منجر به افزایش نوآوری و متعاقباً بهره‌وری می‌شود. عامل هزینه تحقیق و توسعه و پیشرفت تکنولوژی باعث کاهش هزینه‌ها، افزایش بهره‌وری و رشد صادرات می‌شود.

ویژگی اصلی مدل‌های مبتنی بر سرمایه، وجود بازدهی غیرنزولی برای سرمایه است. در این مدل تابع تولید ۲- به صورت $y=f(k)$ است که در آن y نشان‌دهنده میزان تولید و k حجم سرمایه است. از نظر

نلسون و فلپس^۱ (۱۹۶۶) رشد اقتصادی از موجودی سرمایه انسانی نشأت می‌گیرد که توانایی کشورها را در نوآوری و توسعه، تحت تأثیر قرار می‌دهد. به‌طور کلی نیروی انسانی در گسترش و تعمیق فعالیت‌های بهره‌ور کارگاه‌ها، استفاده بهینه و کارا تر از سرمایه فیزیکی و نیز پیشبرد فعالیت‌های تحقیق و توسعه نقش بسزایی دارد. البته همه این موارد به ویژگی‌های نیروی انسانی از جمله تحصیلات، مهارت، تجربه و عوامل بسیار دیگری بستگی دارد که باعث می‌شود چگونگی نقش و تأثیر آن در مقاطع مختلف متفاوت باشد. براساس نظریه سرمایه انسانی، همچنان‌که سرمایه فیزیکی بر قابلیت تولید اقتصادی انسان‌ها می‌افزاید، به همان ترتیب سرمایه انسانی حاصل از آموزش، قابلیت تولید افراد را ارتقا می‌دهد. آموزش نیروی کار می‌تواند آن را اصلاح کرده و برای تطابق با فرآیندها و تکنیک‌های جدید آماده کند و به بهره‌وری اجازه رشد سریع دهد. **شالوده افزایش بهره‌وری در سازمان‌ها مستلزم تأکید بر نیروی انسانی از نظر کیفی و ممانعت از نابهنگام شدن افراد در حرفه‌شان است.** همچنین هرچه تعداد شاغلان با تحصیلات عالی در صنایع بیشتر باشد و البته در جایگاه مناسب کاری خود قرار گیرند، می‌توانند از سرمایه فیزیکی به‌صورت بهینه‌تر استفاده کنند و از این طریق بهره‌وری را افزایش دهند. همچنین سطح بالای تحصیلات امکان فعالیت کارا تر در بخش‌های تحقیق و توسعه که خود از منابع مهم رشد بهره‌وری است را فراهم می‌آورد. بدین ترتیب نیروی انسانی تحصیل کرده و ماهر می‌تواند در گسترش و تعمیق فعالیت‌های تحقیق و توسعه داخلی و جذب سریع‌تر تحقیق و توسعه خارجی مؤثر واقع شود. عامل مؤثر دیگر بر رشد بهره‌وری که در این مطالعه مورد بررسی قرار می‌گیرد عامل مهارت است. مهارت مؤلفه‌ایست که در گذر سال‌ها به‌دست می‌آید و جدا از میزان تحصیلات افراد به میزان توانایی آنها در انجام کارها بستگی دارد. با توجه به تعریف بهره‌وری به صورت "انجام درست کارهای درست" به اهمیت تجربه و مهارت در ارتقای مقوله بهره‌وری پی می‌بریم. از طرفی همان‌طور که در بخش تحصیلات نیز ذکر شد، مهارت به استفاده صحیح از سرمایه فیزیکی و نیز ایجاد، گسترش و جذب تحقیق و توسعه داخلی و خارجی کمک می‌کند. در بین مؤلفه‌های مربوط به نیروی انسانی، می‌توان به تأثیر شاغلان با مزد و حقوق بر بهره‌وری اشاره کرد. آنها در مقابل کاری که برای کارگاه انجام می‌دهند، مزد و حقوق معینی دریافت می‌دارند و شاغلان بدون مزد و حقوق مالکان و شرکای فعال و کارکنان فامیلی بدون مزد هستند که (خود کارگاه را اداره می‌کنند و یا در اداره آن شریک هستند) در ازای کار خود مزد و حقوق منظم و مستمری دریافت نمی‌کنند. بدین ترتیب می‌توان سنجد که آیا بهره‌وری در ازای افزایش کارکنان خارجی و با مزد و حقوق افزایش می‌یابد.

۲. پیشینه تحقیق

از جمله مطالعات خارجی انجام شده در زمینه موضوع مطالعه می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: برانستتر و رانگ^۱ (۲۰۰۶) تأثیر قدرت تکنولوژی خارجی و هزینه‌های تحقیق و توسعه را بر بهره‌وری کل عوامل تولید صنایع تولیدی تایوان در سطح مابین صنایع و درون صناعی مورد بررسی قرار دادند. آنها نشان دادند که در هر دو حالت تأثیر تکنولوژی خارجی بر بهره‌وری مثبت و معنادار است. تابع تولید مورد استفاده در این مطالعه جهت بررسی اثرات سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه بر بهره‌وری کل با استفاده از روش باقی‌مانده سولو مدل‌سازی شده و شامل متغیرهای سرمایه فیزیکی، سرمایه انسانی، سرمایه تحقیقاتی، متغیر روند و ارزش افزوده صنعت الکترونیک این کشور است. در نهایت با تخمین مدل اثرات ثابت و تصادفی داده‌های ترکیبی، نشان دادند که در روش مهندسی معکوس، تکنولوژی وارداتی و جذب فناوری خارجی از کشورهای آمریکا و ژاپن، روی رشد ارزش افزوده بخش الکترونیک تایوان تأثیرات عمده‌ای گذاشته است.

آنون هایگن^۲ (۲۰۰۷) از یک‌سو ارتباط بلندمدت بین هزینه‌های تحقیق و توسعه داخلی و بهره‌وری کل عوامل تولید را بررسی کرد و از سوی دیگر به ارزیابی اهمیت انباشت تحقیق و توسعه داخلی و خارجی و تأثیر آن بر بهره‌وری پرداخت. نتایج تحقیق وی نشان داد که رابطه مثبت و معناداری بین هزینه‌های تحقیق و توسعه داخلی و بهره‌وری در بلندمدت وجود دارد؛ اما هزینه‌های تحقیق و توسعه خارجی سهم معناداری در ارتقای بهره‌وری انگلستان ندارد.

اورتگا و مارین^۳ (۲۰۰۸) به بررسی رابطه بین بهره‌وری و هزینه‌های تحقیق و توسعه با استفاده از چندین شاخص تحقیق و توسعه در سطح کشوری پرداختند. ایشان نشان دادند که این هزینه تحقیق و توسعه نسبت به بهره‌وری به‌شدت برون‌زاست و رابطه این دو کاملاً یکطرفه است. همچنین تأثیر عواملی همچون درجه باز بودن اقتصادی، میزان تجارت، توسعه بازارهای مالی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، متغیرهای سازمانی و سرریزهای بین‌المللی تحقیق و توسعه را با تأثیر مستقیم هزینه‌های تحقیق و توسعه مقایسه نمودند و به این نتیجه رسیدند که هزینه‌های تحقیق و توسعه فاکتوری مهم در ارتقای بهره‌وری است. در بخش دیگری از بررسی‌ها نشان دادند که نرخ بازگشت سرمایه تحقیق و توسعه به ترتیب در کشورهای با درآمد کمتر، متوسط و درآمد بالا، بیشتر است. بدین ترتیب یکی از چالش‌های مهم برای سیاست‌گذاران به‌خصوص برای کشورهای توسعه‌یافته، یافتن ترکیبی از انواع فعالیت‌های تحقیق و توسعه‌ای است که بتواند تأثیر آن را بر بهره‌وری کل حداکثر کند.

ماسترومارکو و زاگو^۴ (۲۰۱۰) به بررسی عوامل تعیین‌کننده رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در شرکت‌های تولیدی ایتالیا پرداختند. ایشان با استفاده از روش‌های تصادفی کرانه‌ای (مرزی) سه رویکرد را برای

1. Branstetter and Rong Chen
2. Anon Higon
3. Ortga and Marin
4. Mastromarco and Zago

بررسی تأثیر عوامل خارجی و محرک‌های رشد ارائه دادند و به این نتیجه رسیدند که سرمایه‌گذاری و سرریزهای تکنولوژی، سرمایه انسانی و ناکارآمدی شبکه بانکی داخلی تأثیر چشمگیری بر رشد بهره‌وری کل خواهد داشت.

داگاراوا^۱ (۲۰۱۱) تأثیر تحصیلات عالی را روی بهره‌وری نیروی کار و میزان حقوق افراد در ایالت کادونا بررسی کرد. نتایج حاصل از تحقیق وی حاکی از تأثیر بسیار مثبت روی بهره‌وری نیروی کار و اما تأثیر جزئی مثبت روی حقوق افراد بود. داگاراوا در نهایت پیشنهاد داد به منظور افزایش بهره‌وری و میزان حقوق افراد، دولت‌ها باید سیاست‌های تشویقی بیشتری برای ترغیب کارگران به کسب تحصیلات عالی، اعمال کنند.

کاستلانی و پیری^۲ (۲۰۱۳) اثر سرریزهای تحقیق و توسعه را بر رشد بهره‌وری مناطق اروپایی بررسی کردند. افزایش سرریز تکنولوژی در بین کشورها، نگرانی کشورهای پیشرفته را از کاهش دانش و رقابت در این کشورها افزایش می‌دهد. از طرفی اهمیت رشد اقتصادی ملزم می‌کند که این روند از طریق انتقال تکنولوژی و رشد بیشتر آن در کشورهای منطقه اروپایی ادامه یابد. طبق نتایج به دست آمده از این مطالعه، مناطق دریافت‌کننده سرریزهای تکنولوژی، رشد بهره‌وری بیشتری داشتند، اما این تأثیر مثبت با افزایش تعداد پروژه‌های انجام شده در خارج از منطقه، کمتر می‌شد. ارتباط مثبت و چشمگیر بین گسترش سرریزهای تحقیق و توسعه و رشد بهره‌وری منطقه داخلی، ثابت می‌کند که انجام تحقیق و توسعه خارجی رقابت داخلی مناطق اروپایی را در جهت رشد بیشتر بهره‌وری افزایش می‌دهد.

کمپلمن و ریگز^۳ (۲۰۱۲) در بلژیک در دوره ۲۰۰۶-۱۹۹۹ با بررسی شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید در کارگاه‌های صنعتی که بیش از ۱۰ نفر کار می‌کردند به این نتیجه رسیدند که سطح بالای تحصیلات تأثیر مثبت و چشمگیری بر بهره‌وری شرکت‌ها داشته و میزان مازاد تحصیلات (هم در بین کارکنان جوان و هم مسن) به نفع بهره‌وری سازمان است و سال‌های کمبود تحصیل (در کارکنان جوان) باعث کاهش بهره‌وری سازمان می‌شود.

همچنین در میان مطالعات انجام شده داخلی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

امینی و حجازی (۱۳۸۷) به بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل در اقتصاد ایران با تأکید بر شاغلان دارای تحصیلات عالی، سرمایه تحقیق و توسعه دولتی و نسبت تولید بالفعل به بالقوه، به‌عنوان شاخص بهره‌گیری از ظرفیت‌ها پرداختند. نتایج مطالعه آنها نشان می‌دهد که در بلندمدت سرمایه تحقیق و توسعه دولتی و نسبت شاغلان با تحصیلات عالی آثار معنادار و مثبتی بر بهره‌وری داشتند.

مهرگان و مبارک (۱۳۸۷) به بررسی مؤلفه‌های اقتصاد نوین از جمله هزینه‌های تحقیق و توسعه، اندازه صنعت، مواد اولیه وارداتی از کشورهای پیشرفته و سهم مالکیت خصوصی بر میزان کارایی صنایع مختلف پرداختند. آنها با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها نشان دادند که میزان کارایی در صنایع مختلف،

1. Dogarawa
2. Castellani and Peiri
3. Kampelmann and Rycx



متفاوت است. همچنین با روش داده‌های ترکیبی به این نتیجه رسیدند که مؤلفه‌های اقتصادی فوق بر کارایی صنایع مختلف تأثیر مثبت داشته است.

شاه‌آبادی و رحمانی (۱۳۸۹) به بررسی نقش تحقیق و توسعه داخلی و خارجی و سرمایه انسانی بر رشد بهره‌وری بخش صنعت اقتصاد ایران طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۳۸ پرداختند. نتایج این تحقیق بیانگر آن است که سرمایه انسانی و انباشت سرمایه تحقیق و توسعه خارجی به ترتیب بیشترین اثر مثبت را بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید دارند. در حالی که از لحاظ مبانی نظری انباشت سرمایه تحقیق و توسعه داخلی نیز نقش تعیین‌کننده‌ای بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید دارد، اما به دلیل سرمایه‌گذاری اندک و ناچیز بودجه‌های تحقیقاتی داخلی و فقدان تقاضا محور بودن فعالیت‌های تحقیقاتی، تأثیرگذاری انباشت تحقیق و توسعه داخلی در مقایسه با انباشت تحقیق و توسعه خارجی، بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید، بخش صنعت ایران کم‌رنگ‌تر می‌باشد.

نظری و مبارک (۱۳۹۱) اثر سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه را بر بهره‌وری صنایع ایران در دوره ۱۳۸۷-۱۳۷۴ بررسی کردند. در این مطالعه علاوه بر عامل تحقیق و توسعه، متغیرهای دیگری همچون موجودی سرمایه به تولید، درجه باز بودن نرخ مؤثر ارز، سهم مالکیت خصوصی، نیروی انسانی متخصص، مواد مصرفی خارجی و سودآوری صنایع به‌عنوان متغیرهای تأثیرگذار بر بهره‌وری کل صنایع ایران در نظر گرفته شد. نتایج این مطالعه نشان داد که سرمایه انسانی متخصص، نسبت سرمایه به تولید، سودآوری، سهم مواد مصرفی خارجی، درجه باز بودن اقتصادی، مالکیت خصوصی، نرخ ارز با دو وقفه و هزینه‌های تحقیق و توسعه با سه وقفه بر بهره‌وری کل عوامل تولید صنایع مختلف تأثیر دارد.

محمدزاده و همکارانش (۱۳۹۱) با بررسی عوامل مؤثر بر فعالیت‌های تحقیق و توسعه، شدت و کارایی آن را نشان دادند که سرمایه انسانی، اندازه بنگاه و نوع مالکیت می‌تواند فعالیت‌های تحقیق و توسعه را که از جمله منابع مهم بهره‌وری است، بالا ببرد. انجام فعالیت‌های تحقیق و توسعه در بنگاه دارای رابطه مثبت با اندازه بنگاه و مالکیت غیر دولتی بنگاه‌ها، سرمایه انسانی، سودآوری و تمرکز صنعت دارد؛ ولی شدت و کارایی این فعالیت‌ها تنها به سرمایه انسانی بنگاه‌ها به‌خصوص با تحصیلات عالی آنان وابسته است.

۳. روش تحقیق

۳-۱. روش تخمین پانل دیتا

مدل پانل دیتا روشی برای تلفیق داده‌های مقطعی و سری زمانی است. معمولاً روش‌های سنتی اقتصادسنجی، سری‌های زمانی و داده‌های مقطعی، ناهمگنی‌های مربوط به مقاطع را در نظر نمی‌گیرند و نتایج تخمین دارای ریسک تورش هستند. اما استفاده از داده‌های پانل، تورش برآورد را از بین می‌برد یا کم می‌کند، در حقیقت اثرات فردی ناهمگن بنگاه‌ها را به حساب می‌آورد. از طرفی بالا بودن حجم مشاهدات باعث می‌شود مسئله هم‌خطی در اقتصادسنجی تا حدودی رفع شود. به‌طور کلی، یک مدل رگرسیونی در قالب داده‌های تابلویی به‌صورت زیر است که در آن ε_{it} دارای میانگین صفر و واریانس ثابت است. u_i اثرات ثابت و نشانگر تفاوت‌های فردی مقاطع است و e_{it} جزء اخلاص است:

$$Y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + u_{it} + e_{it}, \quad \varepsilon_{it} = u_i + e_{it} \quad (1)$$

گام اول در برآورد مدل‌های پانل دیتا، حصول اطمینان از مانایی متغیرهای مورد استفاده در تخمین است. آزمون ریشه واحد، یکی از معمولی‌ترین آزمون‌هایی است که امروزه برای تشخیص مانایی (سکون) یک فرآیند سری زمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. یک فرآیند تصادفی را هنگامی مانا می‌نامیم که میانگین و واریانس آن در طی زمان ثابت بوده و مقدار کواریانس بین دو دوره زمانی تنها به فاصله یا وقفه بین دو دوره بستگی داشته و ارتباطی به زمان واقعی محاسبه کواریانس نداشته باشد. اساس آزمون ریشه واحد بر این منطق استوار است که اگر یک فرآیند، از نوع خودرگرسیون مرتبه اول باشد، در آن صورت، سری ناماناست. برای بررسی مانایی در داده‌های پانل از آزمون‌های ریشه واحد داده‌های تابلویی که کواه^۱ (۱۹۹۲ و ۱۹۹۴) و بریتون^۲ (۱۹۹۴) پایه‌ریزی کرده‌اند و لوین و لین^۳ (۱۹۹۲ و ۲۰۰۳)، لوین، لین و چو^۴ (۲۰۰۲) و ایم، پسران و شین^۵ (۱۹۹۷ و ۲۰۰۳) آن را کامل کردند، استفاده می‌کنیم این آزمون‌ها عبارتند از: لوین، لین و چاو (LLC)، برتونگ^۶، آزمون هادری^۷، ایم، پسران و شین (IPS)، فیشر-دیکی فولر تعمیم‌یافته (ADF) و فیشر-فلپس پرون (PP) (زراء نژاد و انواری، ۱۳۸۴).

در گام بعدی مسئله ناهمگنی واحدها بررسی می‌شود و در نهایت با استفاده از آزمون‌های تشخیصی از بین سه مدل تلفیقی^۸، اثرات ثابت^۹ یا اثرات تصادفی^{۱۰}، بهترین روش برای تخمین مدل انتخاب می‌شود. رایج‌ترین آزمون‌ها عبارتند از: آزمون F لیمر^{۱۱} برای بررسی ارجحیت استفاده از مدل اثرات ثابت در مقابل مدل تلفیقی و آزمون هاسمن برای بررسی امکان استفاده از اثرات ثابت در مقابل اثرات تصادفی. فرضیات آزمون F لیمر بدین ترتیب است:

$$\begin{cases} H_0: u_1 = u_2 = \dots = u_n = 0 \\ H_1: \text{حداقل یکی از } u_i \text{ ها مخالف صفر است} \end{cases} \quad (۲)$$

آماره آزمون فوق بدین صورت خواهد بود:

$$F_{((N-1)(NT-N-K))} = \frac{(RSS_R - RSS_U)/N - 1}{RSS_U/NT - N - K} \quad (۳)$$

که در آن RSS_R مجموع مجذورات خطای مدل مقید یا همان مدل تلفیقی است و RSS_U مجموع مجذورات خطای مدل نامقید است. اگر F محاسبه شده از F جدول با درجه آزادی $(N-1)$ و $(NT-N-K)$ بزرگ‌تر باشد فرضیه صفر رد می‌شود و بدین ترتیب مدل به روش پانل دیتا (اثرات ثابت یا تصادفی) برآورد می‌شود و در غیر این صورت مدل تلفیقی به روش OLS تخمین زده می‌شود (Baltagi, 2005). پس از تأیید ناهمگنی، جهت انتخاب بین مدل‌های اثرات ثابت یا تصادفی از آزمون هاسمن استفاده می‌شود. این آزمون بصورت زیر است:

$$W = (b_s \beta_s)' (M_1 - M_0)^{-1} (b_s - \beta_s) \approx \chi^2(r) \quad (۴)$$

- | | | | |
|----------------------|-------------|------------------|--------------------|
| 1. Quah | 2. Breitung | 3. Levin and Lin | 4. Levin, lin, kao |
| 5. Im, Pesaran, Shin | | 6. Bertong | 7. Haudry |
| 8. Pooled | 9. Fixed | 10. Random | 11. Limer |



در رابطه فوق Γ تعداد پارامترها، W دارای توزیع χ^2 با درجه آزادی Γ است که در آن M_1 ماتریس کواریانس برای ضرایب مدل اثرات ثابت (b_S) و M_0 ماتریس کواریانس برای ضرایب مدل اثرات تصادفی (β_S) است. اگر M_0 و M_1 همبسته باشند، b_S و β_S می‌توانند به‌طور معناداری متفاوت باشند و این انتظار وجود دارد تا این امر در آزمون منعکس شود. در آزمون هاسمن فرضیه صفر بیانگر انتخاب روش تصادفی و فرضیه مخالف اثرات ثابت است. بنابراین در صورت رد فرضیه صفر روش اثرات ثابت قابل پذیرش است (Hsiao, 2003).

۲-۳. داده‌های آماری

داده‌ها در تخمین هر دو مدل بهره‌وری و تأثیر مربوط به ۲۳ صنعت تولیدی به تفکیک کدهای ISIC در دوره ۱۳۸۹-۱۳۷۲ است. برای محاسبه مدل بهره‌وری با استفاده از تابع تولید داده‌های آماری سری زمانی مربوط به ارزش افزوده، سرمایه فیزیکی و حقوق و دستمزد نیروی کار بر حسب قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶ به‌عنوان شاخص نیروی انسانی به تفکیک صنایع مختلف از سایت مرکز آمار ایران جمع‌آوری شده است. داده‌های آماری سری زمانی مربوط به هزینه‌های تحقیق و توسعه و هزینه‌های صرف شده برای آموزش پرسنل (پس از تبدیل به قیمت ثابت ۱۳۷۶) و نیز سهم شاغلان ماهر و سهم شاغلان با حقوق و دستمزد (با استفاده از نسبت‌گیری تعداد شاغلان هر عامل به کل شاغلان) به تفکیک صنایع مختلف (از طرح‌های آمارگیری از بنگاه‌های صنعتی ایران) از سایت مرکز آمار ایران جمع‌آوری و محاسبه شود.

۳-۳. تصریح و تخمین مدل بهره‌وری کل عوامل تولید

یکی از روش‌های مرسوم سنجش بهره‌وری کل عوامل تولید، اندازه‌گیری نرخ رشد بهره‌وری کل از طریق تخمین تابع تولید است. تابع تولید یک مفهوم کاملاً فیزیکی است و به‌طور ساده رابطه بین ستانده و نهاده‌های تولید را نشان می‌دهد. این تابع بیانگر حداکثر محصولی است که از ترکیبات مختلف نهاده‌های تولید به‌دست می‌آید. در این پژوهش، از تابع کاب - داگلاس استفاده می‌شود که شکل عمومی آن به‌صورت زیر است:

$$Q = AK^\alpha L^\beta \quad (5)$$

در رابطه بالا، Q ارزش تولید، A پارامتر بهره‌وری کل، L و K عوامل نیروی کار و سرمایه و α و β به ترتیب ضرایب‌های کشش جزئی تولید نسبت به عوامل سرمایه و نیروی کار می‌باشند. برای برآورد تابع در سطح بخش‌ها و فعالیت‌های اقتصادی از متغیر ارزش افزوده به جای ارزش تولید استفاده می‌شود. استفاده از ارزش افزوده در محاسبات اقتصادی به‌طور اعم و در محاسبات بهره‌وری به‌طور اخص، از آن سبب مزیت دارد که در رقم ارزش تولیدات، ارزش یک یا چند محصول تکرارپذیر است، در حالی که در رقم ارزش افزوده امکان وقوع این تکرار متصور نیست، بدین ترتیب ارزش افزوده بخش صنعت را به‌عنوان تابعی از نیروی کار و سرمایه‌گذاری فیزیکی در صنعت در نظر می‌گیریم:

$$\begin{aligned} VA &= f(K, L) \\ VA &= AK^\alpha L^\beta \end{aligned} \quad (6)$$

تابع تولید کاب- داگلاس به شکل لگاریتمی آن برای دو نهاده کار و سرمایه به صورت زیر است:

$$\text{Log}(VA) = \text{Log}(A) + \alpha * \text{Log}(K) + \beta * \text{Log}(L) \quad (7)$$

آنتی لگاریتم جزء ثابت (عرض از مبدأ) مدل فوق، بیانگر بهره‌وری کل عوامل تولید است:

$$\text{Log}(TFP) = \text{Log}(A) = \text{Log}(VA) - \alpha * \text{Log}(K) - \beta * \text{Log}(L) \quad (8)$$

$$TFP = A = \text{AntiLogarithm}(\text{Log}(A)) \quad (9)$$

بدین ترتیب رشد بهره‌وری کل عوامل تولید برابر است با باقی‌مانده رشد ارزش افزوده این بخش پس از کسر قسمتی از رشد ارزش افزوده‌ای که توسط نهاده‌های نیروی کار و سرمایه فیزیکی بخش صنعت توضیح داده شده است.

جهت تخمین مدل بهره‌وری ابتدا باید وجود یا عدم وجود ریشه واحد در متغیرهای مدل را بررسی کرد. این کار کمک می‌کند نتایج ناشی از تخمین‌ها کاذب نباشد و نتایج قابل اعتمادتری از مدل به دست آید. نتایج آزمون ریشه واحد متغیرهای مورد استفاده در مدل بهره‌وری در جدول ۱ آمده است. طبق این جدول همه متغیرها در آزمون لوین لین و در سطح ۹۵ درصد مانا هستند.

جدول ۱- نتایج آزمون ریشه واحد متغیرهای مدل بهره‌وری در سطح ۹۵ درصد

متغیر	لوین لین		ایم پسران		فیشر - دیکی فولر		فیشر - فلیس پرون	
	مقدار بحرانی	درجه همجمعی	مقدار بحرانی	درجه همجمعی	مقدار بحرانی	درجه همجمعی	مقدار بحرانی	درجه همجمعی
LOG(VA)	۲/۷۲۹۱۲ (۰/۰۰۳۲)	I(۱)	-۰/۰۰۴۹۱ (۰/۴۹۸۰)	I(۱)	۴۸/۴۲۷۵ (۰/۳۷۵۲)	I(۱)	۵۹/۵۳۲۷ (۰/۰۸۶۹)	I(۱)
LOG(L)	-۲/۰۳۱۸۸ (۰/۰۲۱۱)	I(۱)	-۲/۶۳۵۷۶ (۰/۹۹۵۸)	I(۱)	۲۰/۱۱۵۵ (۰/۹۹۹۷)	I(۱)	۱۸/۷۴۸۵ (۰/۹۹۹۹)	I(۱)
LOG(K)	-۳/۲۵۴۰۷ (۰/۰۰۰۶)	I(۱)	-۳/۲۴۶۹۱ (۰/۰۰۰۶)	I(۱)	۹/۷۵۴۳ (۰/۰۰۰۱)	I(۱)	۹۰/۶۳۳۶ (۰/۰۰۰۱)	I(۱)

مأخذ: یافته‌های تحقیق

برای انتخاب روش تخمین از آزمون‌های لیمر برای بررسی ناهمگنی واحدها و آزمون هاسمن برای انتخاب مدل اثرات تصادفی و اثرات ثابت استفاده می‌کنیم. نتایج این آزمون‌ها در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج دو آزمون فوق نشان می‌دهد که برای بررسی مدل بهره‌وری باید از روش اثرات ثابت استفاده کنیم.

جدول ۲- نتایج آزمون‌های تشخیص روش برآورد مدل

آماره F	لیمر		هاسمن	
	نتیجه	مقدار بحرانی	نتیجه	مقدار بحرانی
F محاسباتی	اثرات ثابت	۴۱/۸۹ (۰/۰۰۰)	اثرات ثابت	۱۰/۷۳۶۴ (۰/۰۰۴۷)

مأخذ: معلمان

نتیجه حاصل از برآورد رگرسیون اثرات ثابت در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج برآورد نشان می‌دهد عامل سرمایه فیزیکی و نیروی انسانی تأثیر مثبت و معناداری بر ارزش افزوده داشته و تأثیر سرمایه انسانی بیشتر است. مقدار $R^2 = 0/98$ نشان‌دهنده قدرت توضیح‌دهی بالای مدل است و از آنجا که مدل به روش GLS برآورد شده است، نگرانی برای مشکل واریانس ناهمسانی وجود نخواهد داشت. حال می‌توان با استفاده از رابطه ۴ و مقادیر تخمین زده شده برای ارزش افزوده و ضرایب متغیرهای برون‌زا، بهره‌وری صنایع مختلف را در هر دوره محاسبه کرد و در مدل تأثیر قرار داد.

جدول ۳- نتایج برآورد مدل بهره‌وری به روش پانل دیتا

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t	احتمال
C	۰/۷۱۷۳۶۰	۰/۱۵۹۴۳۷	۴/۴۹۹۳۳۲	۰/۰۰۰
Log(k)	۰/۰۷۱۳۷۷	۰/۰۲۱۶۷۷	۳/۲۹۲۸۱۷	۰/۰۰۱۱
Log(l)	۰/۸۹۴۱۹۸	۰/۰۲۲۵۶۲	۳۹/۶۳۲۲۹	۰/۰۰۰
مقادیر شاخص‌های تخمین				
R^2	۰/۹۸۷۲۳۸	F	۱۱۷۹/۷۲۱	(۰/۰۰۰)

مأخذ: همان

۳-۴. تصریح و تخمین مدل تأثیر

براساس مبانی نظری ذکر شده می‌توان انتظار داشت سرمایه‌گذاری در تحقیقات، تحصیلات و آموزش تأثیر مثبت بر رشد بهره‌وری داشته باشد و نیز با افزایش سهم مالکان واقعی در سازمان، همزمان با تلاش برای پیشرفت سازمان و ایجاد ارزش افزوده، بهره‌وری سازمان ارتقاء یابد. در بررسی تأثیر عوامل مختلف مؤثر بر رشد بهره‌وری بخش صنعت، در این مطالعه چهار عامل هزینه‌های صرف شده تحقیق و توسعه، هزینه‌های صرف شده برای آموزش پرسنل، سهم شاغلان ماهر و نیز سهم شاغلان با حقوق و دستمزد به‌عنوان متغیرهای درون‌سازمانی انتخاب شده و مورد بررسی قرار می‌گیرند. بدین ترتیب صورت کلی مدل تأثیر عبارتند از:

$$\begin{aligned} \text{Log}(TFP)_{ij} = & \alpha + \beta_1 \text{Log}(RD)_{ij} + \beta_3 \text{Log}(SK)_{ij} + \beta_4 \text{Log}(EA)_{ij} \\ & + \beta_5 \text{Log}(TR)_{ij} + U_{ij} \end{aligned} \quad (10)$$

برای برآورد مدل تأثیر به روش پانل دیتا، ابتدا آزمون مانایی برای هر کدام از متغیرهای مورد بررسی انجام می‌گیرد. نتایج آزمون ریشه واحد در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴- نتایج آزمون ریشه واحد متغیرهای مدل تأثیر در سطح ۹۵ درصد

متغیر	لوین لین		ایم پسران		فیشر - دیکي فولر		فیشر - فلیس پرون	
	مقدار بحرانی	درجه همجمعی	مقدار بحرانی	درجه همجمعی	مقدار بحرانی	درجه همجمعی	مقدار بحرانی	درجه همجمعی
LOG(tfp)	-۲/۹۳۶۷۶ (۰/۰۰۱۷)	I(۰)	-۲/۵۹۶۴۳ (۰/۰۰۴۷)	I(۰)	۸۵/۷۶۷۹ (۰/۰۰۰۳)	I(۰)	۹۴/۲۶۹۱ (۰/۰۰۰)	I(۰)
LOG(RD)	-۵/۲۴۹۹۷ (۰/۰۰۰)	I(۰)	-۳/۹۰۲۵۷ (۰/۰۰۰)	I(۰)	۹۹/۵۱۹۸ (۰/۰۰۰)	I(۰)	۱۳۳/۷۲۱ (۰/۰۰۰)	I(۰)
LOG(SK)	-۶/۵۹۵۷۷ (۰/۰۰۰)	I(۰)	-۵/۰۳۲۴۱ (۰/۰۰۰)	I(۰)	۱۰۰/۴۰۱ (۰/۰۰۰)	I(۰)	۹۹/۵۱۷۵ (۰/۰۰۰)	I(۰)
LOG(EA)	-۷/۶۵۲۴۳ (۰/۰۰۰)	I(0)	-۶/۱۹۴۰۵ (۰/۰۰۰)	I(0)	۱۱۵/۳۰۰ (۰/۰۰۰)	I(0)	۱۱۳/۴۶۷ (۰/۰۰۰)	I(0)
LOG(TR)	-۵/۹۰۲۷۰ (۰/۰۰۰)	I(0)	-۳/۵۶۵۴۲ (۰/۰۰۰۲)	I(0)	۸۰/۹۰۸۳ (۰/۰۰۱۱)	I(0)	۷۹/۱۵۵۶ (۰/۰۰۱۷)	I(0)

مأخذ: همان

طبق نتایج حاصل تمام متغیرها در آزمون‌های لوین لین و فلیپس پرون - فیشر در سطح ۹۵٪ مانا هستند. همانند مدل بهره‌وری جهت اطمینان از انتخاب روش برآورد مناسب از میان سه مدل تلفیقی، اثرات ثابت و اثرات تصادفی از آزمون‌های تشخیصی لیمر (برای انتخاب بین مدل تلفیقی و اثرات ثابت) و هاسمن (برای انتخاب بین مدل اثرات ثابت و مدل اثرات تصادفی) استفاده می‌کنیم. نتایج آزمون‌های فوق در جدول ۵ آورده شده است. بدین ترتیب بهترین روش برای تخمین مدل تأثیر، روش اثرات ثابت انتخاب می‌شود.

جدول ۵- نتایج آزمون‌های تشخیص روش برآورد مدل

آزمون آماره F	لیمر		هاسمن	
	مقدار بحرانی	نتیجه	مقدار بحرانی	نتیجه
F محاسباتی	۳۰.۳۵۴۸۷۲ (۰.۰۰۰)	اثرات ثابت	۱۲.۶۹۵۱۴۳ (۰.۰۴۹۹)	اثرات ثابت

مأخذ: همان

نتایج برآورد مدل براساس نتایج آزمون تشخیص در جدول ۶ آورده شده است. نتایج حاصل از تخمین این مدل نشان می‌دهد متغیر تحقیق و توسعه در سطح معناداری بالایی تأثیر مثبت بر بهره‌وری کل صنعت دارد. همچنین متغیرهای سهم شاغلان ماهر و سرمایه‌گذاری در مقوله آموزش حین کار، اثر مثبت و معنادار بر بهره‌وری می‌گذارد و این نتیجه مطابق با مبانی نظری ذکر شده در فصل دوم و سوم است. بدین ترتیب افزایش سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه، به‌کارگیری نیروی کار ماهر و توجه به ارتقای مهارت و دانش نیروی کار از طریق آموزش حین کار و سرمایه‌گذاری در نیروی انسانی می‌تواند از سیاست‌های مهم و کاربردی در جهت ارتقای بهره‌وری باشد. طبق نتایج حاصل از تخمین، متغیر سهم شاغلان با مزد و حقوق اثر منفی و معناداری بر بهره‌وری دارد و این به معنای نقش مهم مالکیت در بهره‌وری است. طبق تعریف مرکز آمار، شاغلین باز مزد و حقوق شاغلانی هستند که در مقابل کاری که برای کارگاه انجام می‌دهند، مزد و حقوق معینی دریافت می‌دارند و شاغلان بدون مزد و حقوق شامل مالکان و شرکای فعال و کارکنان فامیلی بدون مزدند. بدین ترتیب هرچه مالکیت و مدیریت بنگاه یک بوده و مزدبگیران غیرمالک کمتر باشند، تلاش برای افزایش ارزش افزوده، بهره‌وری و سود افزایش می‌یابد. از طرفی هرچه نسبت شاغلان با مزد و حقوق بیشتر باشند، چون عمدتاً مالک نبوده و افزایش سود و ارزش افزوده آنها مهم تلقی نمی‌شود، کارایی و بهره‌وری کمتری خواهند داشت.

جدول ۶ - نتایج برآورد مدل‌های تأثیر با روش اثرات ثابت

شاخص‌های برآورد مدل		مدل تأثیر		مدل
F	R ²	آماره t (احتمال)	ضریب	متغیر
۲۸/۶۱۲۴۱	۰/۶۷۱۴۵۷	۳/۴۵۲۷۸۵ (۰/۰۰۰۶)	۰/۰۶۱۵۱۰	LOG(RD)
(۰/۰۰۰)		۲/۱۷۴۷۹۱ (۰/۰۳۰۳)	۰/۱۶۴۴۴۱	LOG(SK)
		-۳/۱۴۸۱۵۳ (۰/۰۰۱۸)	-۲/۰۳۱۴۶۰	LOG(EA)
		۲/۰۵۳۷۴۹ (۰/۰۴۱۷)	۰/۰۳۷۴۲۷	LOG(TR)

مأخذ: همان

به گفته سازمان همکاری اقتصادی و توسعه، تحقیق و توسعه به‌کار خلاقانه‌ای گفته می‌شود که به‌طور نظام‌مند انجام می‌شود تا به دانش موجود بیافزاید و دانش را برای ابداع کاربردهای تازه به‌کار ببرد. کارشناسان مراکز تحقیقاتی معتقدند تا سال ۲۰۱۵ بیش از ۵۰ درصد از محصولات مورد استفاده، محصولاتی خواهند بود که تاکنون وجود نداشته‌اند و این دلیلی بر رشد بسیار سریع و جدی بخش تحقیق و توسعه در زمینه علم و صنعت است. در این قسمت با استفاده از ساختار کلی مدل تأثیر، با فرض تفاوت اثرات متغیر تحقیق و توسعه برای صنایع مختلف، به تحلیل اثر فردی سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه بر بهره‌وری بخش‌های صنعتی متفاوت براساس طبقه‌بندی دو رقمی ISIC می‌پردازیم. نتایج حاصل از

برآورد مدل تأثیر (رابطه ۱۰) در جدول ۷ آمده است. طبق نتایج: سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه بر بهره‌وری صنایع تولید محصولات غذایی و آشامیدنی (کد ۱۵) اثر مثبت و معنادار دارد. با وجود اینکه این بخش در زمره صنایع با فناوری پایین قرار می‌گیرد، اما به نظر می‌رسد سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه بتواند از طریق تولید محصولات غذایی جدید و نیز نوآوری در روش‌های نوین بسته‌بندی محصولات که امروزه یکی از مباحث مهم در رقابت به‌شمار می‌رود تأثیر مثبت بر بهره‌وری گذارد.

ضریب متغیر سرمایه‌گذاری در صنایع توتون و تنباکو (کد ۱۶) بی‌معناست، چراکه این صنایع عمدتاً در مالکیت و مدیریت دولت است و با میانگین دو یا سه شرکت در سال، بخش بسیار کوچکی از صنعت را به‌خود اختصاص می‌دهد. این صنایع که جزو صنایع با فناوری پایین محسوب می‌شوند در یک بازار غیررقابتی و انحصاری فعالیت می‌کنند، از این‌رو هزینه‌های تحقیق توسعه در راستای اهدافی غیر از نوآوری و افزایش بهره‌وری ناشی از آن، مصرف می‌شود.

ضریب متغیر سرمایه‌گذاری تحقیق توسعه در رشد بهره‌وری صنایع نساجی (۱۷)، صنایع پوشاک (کد ۱۸) و صنایع دباغی چرم (کد ۱۹) بی‌معناست. صنایع نساجی و پوشاک در ایران عمدتاً صنعتی بزرگ با روش‌های تولیدی وارداتی است که طی سال‌های اخیر پیشرفت چندانی نداشته. روش‌های تولیدی قدیمی و هزینه بالای سرمایه‌گذاری در این صنعت توان نوآوری و سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه این صنعت را کاسته است. با وجود این سرمایه‌گذاری در فعالیتهای تحقیق و توسعه و نوآوری، لزوم ورود به بازارهای رقابتی و افزایش بهره‌وری در زمینه‌های طراحی پوشاک، تحقیق و توسعه می‌تواند بسیار مؤثر باشد؛ زیرا لازمه طراحی و نوآوری در تولید محصول و ماندن در بازارهای رقابتی، فعالیتهای تحقیقاتی است. صنایع دباغی چرم از جمله صنایع قدیمی ایران می‌باشد که شاید نه تنها پیشرفت روزافزون نداشته، بلکه با افول مواجهه روبرو است. ضریب سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه در معادله تأثیر این صنعت بی‌معناست، بنابراین می‌توان گفت بهره‌وری صنعت دباغی و روش‌های عمل‌آوری چرم تحت تأثیر تحقیقات بهبود نیافته است. عامل تحقیق و توسعه در رشد بهره‌وری صنعت چوب و محصولات چوبی (کد ۲۰)، صنایع تولید کاغذ و محصولات کاغذی (کد ۲۱) و صنایع انتشار، چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده (کد ۲۲) اثر معناداری ندارد. این صنایع در زمره صنایع با فناوری پایین محسوب می‌شوند. با این حال تمام این صنایع به‌دلیل ذات طبیعت مواد مورد استفاده و کاربرد محصولات نیازی به سرمایه‌گذاری سطح بالا در فعالیتهای تحقیق و توسعه ندارد.

سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه در سطح ۹۵ درصد اثر مثبت و معناداری بر رشد بهره‌وری صنعت تولید زغال کک و محصولات پالایشگاه نفت (کد ۲۳) ندارد. با وجود اینکه بخشی از این صنعت شامل تولید فراورده‌های کوره کک به سرمایه‌گذاری در تحقیقات نیاز چندانی ندارد، اما معناداری این ضریب در سطح ۹۰ درصد را می‌توان به بازده فعالیتهای تحقیقاتی در زمینه تولید فراورده‌های نفتی نسبت داد. از طرفی بزرگی این صنایع باعث می‌شود فعالیتهای تحقیق و توسعه نسبت به بازده آن مقرون به‌صرفه باشد.



جدول ۷- نتایج برآورد مدل تأثیر با روش آثار ثابت

کد صنعت	معادله برآورد شده	آماره t_{RD} (احتمال)
۱۵	$Log(TFP)_{ij} = -1.370 + 0.117 Log(SK) - 1.366 Log(EA) + 0.039 Log(TR) + 0.0346 Log(RD)$	۵/۵۱ (۰/۰۰)
۱۶	$Log(TFP)_{ij} = 0.186 + 0.117 Log(SK) - 1.366 Log(EA) + 0.039 Log(TR) + 0.0206 Log(RD)$	۰/۶۳۱ (۰/۵۲۸۱)
۱۷	$Log(TFP)_{ij} = -0.0392 + 0.117 Log(SK) - 1.366 Log(EA) + 0.039 Log(TR) + 0.0153 Log(RD)$	۰/۱۶۹ (۰/۸۶۶۲)
۱۸	$Log(TFP)_{ij} = 0.971 + 0.117 Log(SK) - 1.366 Log(EA) + 0.039 Log(TR) - 0.0952 Log(RD)$	-۰/۳۸۸ (۰/۶۹۷۶)
۱۹	$Log(TFP)_{ij} = 0.0548 + 0.117 Log(SK) - 1.366 Log(EA) + 0.039 Log(TR) + 0.0211 Log(RD)$	۰/۲۷۱ (۰/۷۸۶۸)
۲۰	$Log(TFP)_{ij} = 0.126 + 0.117 Log(SK) - 1.366 Log(EA) + 0.039 Log(TR) - 0.0037 Log(RD)$	-۰/۰۴۶ (۰/۹۶۳۲)
۲۱	$Log(TFP)_{ij} = 0.192 + 0.117 Log(SK) - 1.366 Log(EA) + 0.039 Log(TR) - 0.045 Log(RD)$	-۰/۶۴۵ (۰/۵۱۹۶)
۲۲	$Log(TFP)_{ij} = 0.200 + 0.117 Log(SK) - 1.366 Log(EA) + 0.039 Log(TR) - 0.0426 Log(RD)$	-۰/۷۳۳ (۰/۴۶۳۸)

آماره t_{RD} (احتمال)	معادله برآورد شده	کد صنعت
۱/۱۶۱ (۰/۱۰۸۱)	$Log(TFP)_{ij} = -0.166 + 0.117 Log(SK) - 1.366 Log(EA) + 0.039 Log(TR) + 0.0896 Log(RD)$	۲۳
۲/۰۵۸ (۰/۰۴۰۴)	$Log(TFP)_{ij} = -1.723 + 0.117 Log(SK) - 1.366 Log(EA) + 0.039 Log(TR) + 0.452 Log(RD)$	۲۴
۲/۴۱۳ (۰/۰۱۶۳)	$Log(TFP)_{ij} = 1.012 + 0.117 Log(SK) - 1.366 Log(EA) + 0.039 Log(TR) + 0.268 Log(RD)$	۲۵
۱/۳۰۲ (۰/۱۹۳۶)	$Log(TFP)_{ij} = -0.994 + 0.117 Log(SK) - 1.366 Log(EA) + 0.039 Log(TR) + 0.275 Log(RD)$	۲۶
۱/۷۳۷ (۰/۰۸۳۳)	$Log(TFP)_{ij} = -0.684 + 0.117 Log(SK) - 1.366 Log(EA) + 0.039 Log(TR) + 0.201 Log(RD)$	۲۷
۱/۷۲۶ (۰/۰۸۵۳)	$Log(TFP)_{ij} = -0.771 + 0.117 Log(SK) - 1.366 Log(EA) + 0.039 Log(TR) + 0.220 Log(RD)$	۲۸
۱/۰۴۵۲ (۰/۲۹۶۶)	$Log(TFP)_{ij} = -0.504 + 0.117 Log(SK) - 1.366 Log(EA) + 0.039 Log(TR) + 0.132 Log(RD)$	۲۹
-۳/۷۹۸ (۰/۰۰۰۲)	$Log(TFP)_{ij} = 0.903 + 0.117 Log(SK) - 1.366 Log(EA) + 0.039 Log(TR) - 0.288 Log(RD)$	۳۰
۳/۰۷۷ (۰/۰۰۲۳)	$Log(TFP)_{ij} = -0.438 + 0.117 Log(SK) - 1.366 Log(EA) + 0.039 Log(TR) + 0.129 Log(RD)$	۳۱



کد صنعت	معادله برآورد شده	آماره t_{RD} (احتمال)
۳۲	$Log(TFP)_{ij} = -0.149 + 0.117 Log(SK) - 1.366 Log(EA) + 0.039 Log(TR) + 0.0872 Log(RD)$	۱/۶۳۷ (۰/۱۰۲۵)
۳۳	$Log(TFP)_{ij} = 0.177 + 0.117 Log(SK) - 1.366 Log(EA) + 0.039 Log(TR) - 0.032 Log(RD)$	۰/۵۸۸ (۰/۵۵۷۰)
۳۴	$Log(TFP)_{ij} = -1.085 + 0.117 Log(SK) - 1.366 Log(EA) + 0.039 Log(TR) + 0.285 Log(RD)$	۴/۳۱۷ (۰/۰۰)
۳۵	$Log(TFP)_{ij} = -0.072 + 0.117 Log(SK) - 1.366 Log(EA) + 0.039 Log(TR) + 0.0458 Log(RD)$	۰/۹۰۴ (۰/۳۶۶۳)
۳۶	$Log(TFP)_{ij} = 0.079 + 0.117 Log(SK) - 1.366 Log(EA) + 0.039 Log(TR) - 0.0183 Log(RD)$	-۰/۵۰۹ (۰/۶۱۰۸)
۳۷	$Log(TFP)_{ij} = 0.012 + 0.117 Log(SK) - 1.366 Log(EA) + 0.039 Log(TR) + 0.132 Log(RD)$	۰/۰۱۶۲ (۰/۰۱۶۲)

مأخذ: یافته‌های تحقیق

براساس ضریب متغیر RD و آماره t ، می‌توان گفت که رشد بهره‌وری صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی (کد ۲۴) به‌شدت تحت تأثیر فعالیتهای تحقیق و توسعه است. این اثر در سطح ۹۵ درصد مثبت و معنادار است. بخشی از صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی را تولید مواد دارویی تشکیل می‌دهند که در زمره صنایع با فناوری بالا قرار دارند و بر پایه تحقیقات آزمایشگاهی استوار است. بخش دیگر این صنعت در خصوص صنعت نفت و فراورده‌های نفتی است که همان‌طور که گفته شد توجیه قابل قبولی برای سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه دارد.

رشد بهره‌وری صنایع تولیدات لاستیک و پلاستیک (کد ۲۵) که مرتبط هستند با صنایع تولید فراورده‌های نفتی نیز از فعالیتهای تحقیقاتی تأثیر مثبت و معنادار می‌پذیرد. ورود حوزه جدید فناوری

نانو که برپایه تحقیقات بروز و گسترده هستند، در تولیدات محصولات لاستیکی و پلاستیکی می‌تواند این اثر مثبت را تقویت کند.

ضرایب برآورد شده نشان می‌دهد تأثیر فعالیت‌های تحقیقاتی بر رشد بهره‌وری در صنعت تولید محصولات کانی غیرفلزی شامل صنایع تولیدات محصولات شیشه‌ای و سرامیکی (کد ۲۶)، صنایع تولید فلزات اساسی (کد ۲۷) و صنایع تولید محصولات فلزی فابریکی (کد ۲۸) در سطح ۹۵ درصد تأثیر مثبت و معنادار ندارد. این صنایع جزو صنایع پایه است فعالیت‌های تحقیقاتی اثر چندانی بر توسعه آن ندارد. همچنین صنعت تولید ماشین‌آلات طبقه‌بندی نشده (کد ۲۹) شامل تولید ماشین‌آلات با کاربرد عام و خاص برای انواع صنایع تولیدی و نیز وسایل خانگی است که نتایج حاصل از برآورد نشان می‌دهد فعالیت‌های تحقیقاتی در رشد بهره‌وری این صنعت تأثیر معناداری نداشته است.

صنایع تولید ماشین‌آلات اداری و حسابگری (کد ۳۰) شامل تولید رایانه‌ها و ماشین‌های حسابگر در زمره صنایع با فناوری بالا هستند که در ایران عمدتاً به‌عنوان صنایع وارداتی محسوب می‌شود و کمتر تلاشی برای بومی‌سازی دانش ساخت برای تولید انبوه انجام گرفته است. این صنعت با تعداد متغیر ۲۲ تا ۵۰ شرکت در دوره ۱۷ ساله مورد مطالعه نتوانسته سهم بازار داخلی را از این محصولات پر کند. سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه در این صنعت اثر منفی و معناداری بر رشد بهره‌وری کل داشته، به‌طوری‌که بیشتر نقش هزینه را ایفا کرده است.

صنعت تولید تجهیزات مولد و انتقال برق (کد ۳۱) در ایران و طی دوره مورد مطالعه از رشد نسبی خوبی برخوردار بوده، به‌طوری‌که بنگاه‌های بسیاری در زمینه تولید تجهیزات پیشرفته این صنعت و انتقال تکنولوژی به داخل کشور تحقیقات و سرمایه‌گذاری‌های عظیمی انجام داده‌اند. نتایج برآورد نیز نشان می‌دهد رشد فعالیت‌های تحقیق و توسعه بر رشد بهره‌وری این صنعت نقش مثبت و معناداری داشته است.

صنعت تولید رادیو و تلویزیون (کد ۳۲) از سال‌های بسیار دور وارد ایران شد و تاکنون از پیشرفت نسبی خوبی برخوردار بوده است. با وجود سرمایه‌گذاری‌های تحقیقاتی در این صنعت، بیشتر صرف وارد کردن تکنولوژی به داخل کشور و پر کردن بازار داخلی در بازار رقابتی داخلی می‌شود. نتایج برآورد نشان می‌دهد فعالیت‌های، تحقیق و توسعه در سطح ۹۰ درصد اثر مثبت و معناداری در رشد بهره‌وری این صنعت داشته است.

با اینکه انتظار می‌رود تأثیر تحقیق و توسعه بر بهره‌وری صنعت تولید ابزار پزشکی و ابزار دقیق (کد ۳۳) مثبت و معنادار باشد، ضرایب این عامل در تخمین بالا بی‌معناست. بازار این نوع محصولات را در ایران عمدتاً محصولات خارجی پر کرده است و تولیدکنندگان ایرانی در یک بازار با توان رقابت پایین در حال فعالیت هستند، از این‌رو هزینه‌های تحقیق و توسعه به‌دلیل اینکه در طولانی‌مدت در این صنعت بازده دارد، در کوتاه‌مدت مقرون به صرفه نبوده و اثر مثبت بر بهره‌وری نمی‌گذارد.

ضریب سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه در معادله تأثیر صنعت تولید و سایل نقلیه (کد ۳۴) در سطح بسیار بالایی مثبت و معنادار است. این صنایع شامل صنعت بزرگ خودروسازی است و با وجود اینکه در ایران

صنایع وسایل نقلیه بیشتر نیمه دولتی هستند؛ اما هزینه‌کرد تحقیق و توسعه در تمام بخش‌های طراحی، توسعه، تولید، بازاریابی و فروش آن بسیار مورد توجه قرار دارد. صنایع تولید وسایل نقلیه و صنایع زیردست آن همچون صنایع قطعه‌سازی، به دلیل نوع محصول، به‌ویژه در بخش طراحی‌های مکانیکی و کاربردی، بسیار به توسعه فعالیت‌های تحقیقاتی نیازمندند. بدین ترتیب می‌توان گفت مهم‌ترین عنصر رقابتی شرکت‌های خودروسازی در جهان عامل تحقیق و توسعه و قدرت طراحی و تولید خودروهای متمایز و پیشرفته است.

ضریب RD در مدل تأثیر صنعت تولید وسایل حمل و نقل (کد ۳۵) شامل تولید و تعمیر تجهیزات حمل و نقل آبی، راه‌آهن، وسایل نقلیه هوایی و فضایی از نظر آماری تا سطح ۹۰ درصد معنادار نمی‌باشد. انتظار می‌رود عامل تحقیق و توسعه بر بهره‌وری این صنعت همچون صنایع خودروسازی تأثیر معناداری داشته باشد؛ اما می‌توان گفت تحقیقات در این صنعت آنچنان پررنگ نبوده و نسبت به رقبای خارجی جایگاه مناسبی ندارد.

ضریب متغیر RD در تخمین مدل تأثیر صنعت تولید مبلمان و مصنوعات دیگر (کد ۳۶) شامل وسایل ورزشی، موسیقی، اسباب بازی و جواهرات چندان تحت تأثیر تحقیق و توسعه پیشرفته قرار ندارد. این صنعت در زمره صنایعی با فناوری پایین قرار می‌گیرند که ارتقاء تکنولوژی و فناوری در آن کمتر به ارتقاء کارایی و بهره‌وری می‌انجامد.

ضریب متغیر سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه در صنعت بازیافت (کد ۳۷) مثبت و معنادار است و این نشان می‌دهد در صورت سرمایه‌گذاری تحقیقاتی در زمینه طراحی و تولید محصولات مختلف با کاربردهای مختلف، از مواد حاصل از فرآیند بازیافت (همچون تهیه موکت از گرانول‌های حاصل از بازیافت بطری‌های پلاستیکی که امروزه نیز در کشور انجام می‌گیرد) می‌توان بهره‌وری این صنعت را بالا برد.

۴. نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات

همان‌طور که بیان شد، نظریه‌های رشد اقتصادی عامل رشد بهره‌وری را در کنار سایر عوامل، منبعی مؤثر و مهم در رشد اقتصادی کشورها دانستند. به‌طوری‌که بسیاری از کشورها برنامه‌های خود را در راستای ارتقای بهره‌وری تدوین می‌کنند. در ایران نیز جایگاه بهره‌وری در برنامه‌های مختلف توسعه کشور و سند چشم‌انداز لحاظ شد. در بین بخش‌های مختلف اقتصادی، بخش صنعت به‌عنوان موتور محرک توسعه اقتصادی کشور از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است بنابراین بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری این بخش امری مفید و ضروری می‌نماید. در این مقاله، به بررسی تأثیر برخی عوامل درون‌صنعتی از جمله سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه، سرمایه‌گذاری در آموزش کارکنان، سهم شاغلان ماهر و سهم شاغلان با مزد و حقوق بر رشد بهره‌وری کل بخش صنعت پرداختیم. برآورد مدل‌های بهره‌وری و تأثیر، از اعتبار بالایی برخوردار بود. نتایج مدل تأثیر حاکی از آن بود که هزینه‌های تحقیقاتی و آموزشی بر رشد بهره‌وری تأثیر مثبت و معناداری داشته است. در مقایسه ایران با سایر کشورهای جهان متوجه می‌شویم که در ایران تحقیقات کمتر به تولید منتهی می‌شود. ماهیت تحقیقات و نحوه اجرای آن، نبود سیاست‌گذاری‌ها، مشخص نبودن اولویت‌ها و دولتی بودن تحقیقات از جمله مواردی هستند که فضای مطمئنی را برای گسترش و رونق تحقیقات نوید نمی‌دهند. لذا توجه به فعالیت‌های تحقیق و توسعه و نهادینه ساختن فرهنگ سرمایه‌گذاری در این بخش می‌تواند از سویی موجب بالا بردن بهره‌وری از طریق ابداع و نوآوری شود و از سویی وجود شاغلان متخصص و با تحصیلات عالی می‌تواند به گسترده شدن ابعاد نوآوری و تحقیق و توسعه در صنعت کشور کمک کند. از طرفی با افزایش سهم مالکین و افراد ذینفع در سازمان نسبت به شاغلین با مزد و حقوق می‌تواند بهره‌وری را افزایش دهد و بالعکس افزایش سهم شاغلان با مزد و حقوق تأثیر منفی بر رشد بهره‌وری دارد، پیشنهاد می‌شود دولت علاوه بر اینکه در زمینه فراهم آوردن زمینه ارتقاء تحصیلات عالی و تحقیقات دانشگاهی حمایت‌های مالی و غیرمالی گسترده‌ای انجام می‌دهد، با بهبود فضای کسب و کار و نیز گسترش انگیزه تحقیق و توسعه در کشور، در بلندمدت منافع اقتصادی و اجتماعی این موضوع مسیر رشد و توسعه اقتصادی کشور را هموار سازد.

مشاهده شد که اثر تحقیق و توسعه در صنایع مختلف، از نظر معناداری و ضرایب با هم متفاوت‌اند. بدین ترتیب در بعضی از صنایع مانند صنایع مواد غذایی، صنایع محصولات دارویی، صنایع تولید وسایل موتوری این ضریب به‌طور چشمگیری معنادار و مثبت است. در صنعت تولید ابزار پزشکی این ضریب منفی و معنادار است. در سایر صنایع این ضریب بی‌معناست. بدین ترتیب جمع‌بندی کلی موارد زیر برای ارتقای سهم تحقیق و توسعه در رشد بهره‌وری بخش صنعت کشور پیشنهاد می‌شود:

✓ تشویق واحدهای صنعتی برای تخصیص اعتبارات بیشتر به تحقیق و توسعه همزمان با مدیریت این اعتبارات در مسیر تحقق نوآوری‌ها در روش و محصولات تولیدی بنگاه‌های صنعتی،

- ✓ افزایش تعداد محققان و کارشناسان بخش تحقیق و توسعه در بنگاه‌های تولیدی همزمان با ایجاد انگیزش برای پژوهشگران از طریق ایجاد حقوق مالکیت فکری در راستای افزایش فعالیت‌های تحقیقاتی مؤثر،
- ✓ توجه به صنایعی که تأثیر بیشتری از امر تحقیق و توسعه می‌پذیرند، به‌خصوص صنایع با فناوری بالا در راستای بهره‌گیری بیشتر از تأثیر فعالیت‌های تحقیق و توسعه بر رشد بهره‌وری در فضای رقابتی.

منابع

- امینی، علیرضا و حجازی آزاد، زهره (۱۳۸۷). "تحلیل نقش سرمایه انسانی و تحقیق و توسعه در ارتقای بهره‌وری کل عوامل در اقتصاد ایران"، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، شماره ۳۵، صص ۱-۳۰.
- زراءنژاد، منصور و انواری، ابراهیم (۱۳۸۴). "کاربرد داده‌های ترکیبی در اقتصادسنجی"، *فصلنامه بررسی‌های اقتصادی*، دوره ۲، شماره ۴، صص ۲۱-۵۲.
- شاه‌آبادی، رحمانی، (۱۳۸۹). "نقش انباشت تحقیق و توسعه بر رشد بهره‌وری بخش صنعت ایران"، *فصلنامه تخصصی پارک‌ها و مراکز رشد*، سال هفتم، شماره ۲۵، صص ۲۸-۳۸.
- نظری، محسن و مبارک، اصغر، (۱۳۹۱). "اثر سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه (R&D) بر بهره‌وری در صنایع ایران"، *دو فصلنامه اقتصاد کلان*، سال هفتم، شماره ۱۴، صص ۱۷۵-۱۵۱.
- محمدزاده، پرویز، سجودی، سکینه و مهدی‌زاده یونس، (۱۳۹۱). "مطالعه عوامل مؤثر بر فعالیت‌های تحقیق و توسعه بنگاه‌های صنعتی ایران؛ کاربرد مدل‌های رگرسیون گسسته"، *فصلنامه سیاست علم و فناوری*، سال چهارم، شماره ۴، صص ۶۵-۹۴.
- مهرگان، نادر و مبارک، اصغر، (۱۳۸۷). "بررسی تأثیر مؤلفه‌های اقتصاد نوین بر کارایی صنایع در ایران"، *فصلنامه اقتصاد مقداری*، دوره ۵، شماره ۲، صص ۱۳۱-۱۵۲.

- Aghion, P. and Howitt, B. (۲۰۰۷). "The productivity effects of privatization: The case of Polish cooperatives", *International Review of Financial Analysis*, 16(4), pp 354-366.
- Baltagi, B. H. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data*. John Wiley & Sons Inc, 3rd Edition, New York, USA.
- Branstetter, L. and Rong Chen, J. (2006). "The impact of technology transfer and R&D on productivity growth in Taiwanese industry: Microeconometric analysis using plant and firm-level data", *Journal of the Japanese and International Economies*, 20(2), pp 177-192.
- Castellani, D. and Pieri, F. (2013). "R&D offshoring and the productivity growth of European region", *Research Policy*, Available at ECONPAPER: <http://econpapers.repec.org/paper/csldewwp/345.htm>
- Dogarawa, A. (2011). "Impact of Higher Education on worker productivity and salary in Kaduna State", Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1751086>.
- Grossman G.M. and Helpman, E. (1991). "Innovation and Growth in the Global Economy", Cambridge, MA: The MIT Press.
- Hsiao, C. (2003). Autoregressive Modeling and Money-Income Causality Detection. *Journal of Monetary Economics*, 7(1): 85-106.

- Kampelmann, S. and Rycx, F. (2012). “**The impact of educational mismatch on firm productivity: Evidence from linked panel data**”, *Economics of Education Review*, 31(6), pp 918–931.
- Mastromarcoa, C. and Zago, A. (2012). “**On modeling the determinants of TFP growth**”, *Structural Change and Economic Dynamics*, 23, pp 373–382.
- Nelson, R. and Phelps, E. (1966). “**Investment in Humans, Technological Diffusion and Economic Growth**”. *The American Economic Review*, 56(2), pp 69–75.
- Ortega, C. and Marín, c. (2008). “**Exploring the Relationship Between R&D and Productivity: A Country-level Study**”, *Central Bank of Chile, Working Papers*.
- Romer P.M. (1990) “**Endogenous Technological Change**”, *Journal of Political Economy*, 98(5), pp S71-S102.

پیوست (۱) شرح فعالیت صنعتی به تفکیک کدهای صنعتی دورقمی ISIC

کد صنعتی	صنعت	کد صنعتی	صنعت
۲۷	تولید فلزات اساسی	۱۵	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی
۲۸	تولید محصولات فلزی فابریکی بجز ...	۱۶	تولید محصولات از توتون و تنباکو - سیگار
۲۹	تولید ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده	۱۷	تولید منسوجات
۳۰	تولید ماشین‌آلات اداری و حسابگر و محاسباتی	۱۸	تولید پوشاک - عمل آوردن و رنگ‌کردن
۳۱	تولید ماشین‌آلات مولد و انتقال برق و ...	۱۹	دباغی و عمل آوردن چرم و ...
۳۲	تولید رادیو و تلویزیون و ...	۲۰	تولید چوب و محصولات چوبی و ...
۳۳	تولید ابزار پزشکی و ابزار اپتیکی و ...	۲۱	تولید کاغذ و محصولات کاغذی
۳۴	تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر و ...	۲۲	انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده
۳۵	تولید سایر وسایل حمل و نقل	۲۳	صنایع تولید زغال کک - پالایشگاه‌های نفت و ...
۳۶	تولید مبلمان و مصنوعات طبقه‌بندی نشده	۲۴	صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی
۳۷	بازیافت	۲۵	تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی
		۲۶	تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی

مأخذ: مرکز آمار ایران

R&D costs and total factor productivity of industrial sector

L.Soltani Sehat, N. Mehregan

Received: 22 November 2013 **Accepted:** 26 May 2014

The purpose of this paper is to investigate the relationship between some important factors and productivity growth of industrial sector in Iran. Given the increasing importance of productivity growth in the short term and long term countries' economic growth, using data from the period of 1389-1373 this study is attempting to analyze the impacts of variables research and development costs, training costs, employees skill and employees wage and salary on the productivity growth of the industrial sectors which is categorized according to industry codes of double-digit ISIC. The results indicate that R&D and training costs and skill have significant positive effect on productivity growth while wage and salary has negative impact on total productivity growth. In second part, this article has showed that R&D costs have different effects on different industries productivity, as have positive impact on some industries', negative impact on just one industry's and meaningless on others' productivity growth.

Keywords: *total factor productivity, R&D, training, skill*