

تأثیر علم و فن آوری بر مزدهای واقعی در ایران*

نویسنده: پریدخت وحیدی*

چکیده

در این مقاله، کوشیده‌ایم با استفاده از شاخص‌های معرف علم و فن آوری، تأثیر علم و فن آوری را بر نرخ رشد مزدهای واقعی بررسی نماییم. در این راه، ابتدا نظریه‌ها و پژوهش‌های تجربی انجام شده در این زمینه را بر می‌شماریم. سپس شاخص‌های علم و فن آوری را معرفی و طبقه‌بندی می‌کنیم. پس از آن، تصویری از نرخ رشد مزدهای واقعی در ایران در دوره ۱۳۷۵-۱۳۵۰ ارائه می‌دهیم. در نهایت، تأثیر علم و فن آوری را بر تغییر مزدهای واقعی در ایران در سطح کلان و در بخش‌های صنعت، کشاورزی و خدمات مشخص و تحلیل می‌نماییم.

مقدمه

بررسی‌های مختلف نشان داده است که توانایی ابتکار و نوآوری از کنش متقابل دانش عمومی و فرایندهای آموزشی سرچشمه می‌گیرد. نوآوری‌های فنی نیز از این قاعده مستثنا نیست. نوآوری فنی، محصول استقرایی است که در زندگی تجربی واقعی در فرایندی از پایین به بالا با فرایند از بالا به پایین، حاصل از اصول عمومی علمی ناشی از دانش عمومی تلفیق می‌گردد. در این ارتباط، توانایی

● این مقاله براساس نتایج پژوهش انجام شده برای مؤسسه کار و تأمین اجتماعی، با عنوان "بررسی نقش تحولات علمی و فن آوری در وضعیت بازار کار"، تهیه شده است. در این پژوهش، تحولات علمی و فن آوری بر سطح اشتغال در سطح کلان و بخش‌های کشاورزی، صنعت و خدمات، همچنین تأثیر تحولات مذکور بر مزدها بررسی و تحلیل گردیده است. برای آگاهی بیشتر نگاه کنید به: وحیدی (۱۳۷۸).

* کارشناس دفتر امور پژوهشی سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور

نوآوری ظاهر می‌شود و فرصت‌های آموزشی در داخل یا خارج از بنگاه، بخش یا اقتصاد به ارتقای آن کمک می‌کند. بنابراین، به بیانی کلی، می‌توان گفت ترکیب علم و عمل منشأ نوآوری و ابتکار است که ثمری به صورت فن‌آوری دارد و بر جنبه‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی و نیز سیاسی و فرهنگی تأثیر می‌گذارد. علم و دانش از دو طریق بر تولید و اشتغال به طور کلی و مزدها به طور خاص تأثیر می‌گذارد:

الف) از طریق فرایند آموزشی و ارتقای بهره‌وری نیروی کار و تشکیل سرمایه انسانی.

ب) از طریق فرایند پژوهشی و ایجاد و تکمیل فن‌آوری و افزایش سطح تولید.

رشد علم و دانش در جامعه، مستلزم وجود تقاضا برای فعالیت‌های علمی است. کمیت و کیفیت فعالیت‌های علمی تعیین‌کننده سطح تقاضا برای نیروهای علمی است و این خود دوباره تأمین‌کننده رشد علم و دانش در کشور است. با گسترش فعالیت‌های آموزشی و پیشرفت سطح علمی، فضا برای فعالیت‌های پژوهشی در کشور نیز فراهم می‌شود و بخش پژوهش از این مرحله به بعد خود متقاضی نیروی کار علمی برای انجام فعالیت‌های پژوهشی و در نتیجه فراهم آمدن شرایط برای تراکم علم و دانش در کشور می‌شود. با گسترش کمی فعالیت‌های علمی و ارتقای کیفی آنها، ماهیت تقاضای نیروی کار علمی نیز تغییر می‌کند و به تدریج رشته‌های علمی پیش‌رفته و نوین می‌شود و سطوح علمی بالاتری مورد تقاضا قرار می‌گیرد. اما فشار تقاضای داخلی تا حدودی باعث ارتقای سطح علمی برای پاسخگویی به تقاضا و عرضه کافی نیروی انسانی متخصص مورد نیاز می‌شود. اما پس از آن، افزایش روابط علمی بین‌المللی و ورود به چرخه جهانی تولیدات علمی است که مورد نیاز است. در صورت نبود چنین ارتباطی یا وجود محدودیت‌هایی در زمینه برقراری روابط علمی بین‌المللی، سطح و کیفیت فعالیت‌های علمی تحت تأثیر قرار می‌گیرد و رشد و توسعه آن محدود می‌گردد.

اما فن‌آوری در ارتباط با توسعه، در سه مرحله قابل بررسی است: مرحله شکل‌گیری تقاضای فن‌آوری، مرحله انتقال فن‌آوری و مرحله اشاعه فن‌آوری. از لحاظ منطقی، مرحله شکل‌گیری تقاضای فن‌آوری مقدم بر مرحله انتقال فن‌آوری و این دومی مقدم بر سومی است.

بر اساس نظریه‌های جدید بازاریابی، عرضه یا سطح شناخت افراد نسبت به فن‌آوری، موجب تقاضای آن می‌گردد. در کشورهای پیش‌رفته که به سطح بسیار بالایی از توسعه رسیده‌اند، پاسخ‌های

فنی زیادی برای حل مشکلات ارائه شده است، و در واقع، فشار شدیدی از سوی کشورهای توسعه یافته بر کشورهای در حال توسعه برای مصرف فن آوری وجود دارد. از سوی دیگر، تقاضای شدیدی برای فن آوری از سوی بخش های نوین در کشورهای در حال توسعه دیده می شود. با وجود تقاضا و ورود فن آوری، معمولاً نخبگان این بخش ها، آموزش های لازم را از سوی سازندگان فن آوری دریافت می کنند و با فن آوری جدید وارد کشور می شوند و در این راه نظام ارزشی و ثروت آنها تغییر می کند.

مرحله انتقال و اشاعه فن آوری و میزان موفقیت در این مرحله به ظرفیت جذب فن آوری در کشور بستگی دارد. از این جاست که عرضه نیروی کار در جامعه و ساختار آن به لحاظ سطح تحصیلات و سطح مهارت ها به عوامل تأثیر گذار بر فن آوری تبدیل می گردد. وجود ساختار مناسب آموزشی و مهارتی، انتقال و اشاعه فن آوری را تسهیل می کند و برعکس محدودیت مهارت ها و آموزش های مورد نیاز آن را تحدید می کند یا مانع انتقال و اشاعه فن آوری می گردد.

علاوه بر ظرفیت جذب، عامل دیگری نیز وجود دارد که به نوعی به پایداری نیروی کار در شغل مربوط می شود. در یک بررسی نظری انجام شده درباره فن آوری، اشتغال و کارآیی، با استفاده از الگوهای ریاضی، چنین تحلیل می شود که هرچه نرخ کاهش نیروی کار یا نرخ که براساس آن رابطه شغلی کارکنان با محل کار به پایان می رسد (s) بیشتر باشد، انگیزه کمتری برای پذیرش فن آوری وجود دارد. s در شرایطی افزایش می یابد که بازار کار با تغییر شغل زیاد و مدت تصدی کوتاه در هر شغل مواجه باشد. چنین بازار کاری موجب عدم پذیرش فن آوری می شود. این نتیجه، بعضی از تحلیل گران را بر آن داشته است که نتیجه بگیرند اشتغال در طول عمر که مورد عمل در ژاپن است، عامل اصلی تغییرات شدید فن آوری در این کشور است یا تغییر شغل مکرر در آمریکا و انگلستان، موجب کاهش تغییرات فن آوری در این کشورها شده است.

نکته حایز اهمیت، سطح مزدها و میزان انعطاف پذیری آنهاست. سطح مزدها در بازارهای کار به دو گونه تعیین می شود:

۱. تعیین آزادانه یا تقریباً آزادانه سطح مزدها بر اثر تغییرات عرضه و تقاضای نیروی کار و اجزای آن از نظر مهارت ها و رشته های تخصصی و سطح آموزش ها.

۲. تعیین سطح مزدها به صورت اداری توسط دولت‌ها برای حمایت از نیروی کار یا کارفرمایان بسته به راهبردهای انتخابی.

در حالت اول، سطح مزدها انعطاف‌پذیر است و محدودیت عرضه نسبت به تقاضا، سطح آن را افزایش و فراوانی عرضه نسبت به تقاضا، سطح آن را کاهش می‌دهد. حال آن که در حالت دوم، تغییرات عرضه و تقاضای نیروی کار، تأثیر محدودی بر سطح مزدها می‌گذارد و بستگی به تحلیل‌های اداری، سیاست‌های دولت‌ها و امکانات مالی کشور دارد.

همان‌گونه که گفتیم، برای انتقال و اشاعه فن‌آوری، جذب نیروی کار متخصص و ماهر در فعالیت‌های مبتنی بر فن‌آوری ضروری است. اما وجود نیروی کار متخصص و ماهر در سطح ملی به تنهایی کافی نیست. در صورت وجود نظام انعطاف‌ناپذیر مزد و حقوق، فرایند انتقال یا اشاعه فن‌آوری عملاً با اختلال روبه‌رو می‌گردد و موفقیت‌چندانی در این راه نصیب جامعه در سطح ملی نمی‌گردد و هم‌زمان با آن، عرضه نیروی کار ماهر و متخصص (اگر وجود داشته باشد) منحرف گردیده، جذب فعالیت‌های غیرفنی و غیر تخصصی می‌گردد یا به صورت جریان فرار مغزها، از کشور خارج می‌گردد.

با توجه به مطالب فوق، فرضیه مطرح در این مقاله این است که ارتقای سطح علم و فن‌آوری در ایران همراه با افزایش سطح مزد و حقوق واقعی است. برای آزمون این فرضیه در این مقاله کوشیده‌ایم تا پس از مروری بر نظریات و تجربیات موجود، شاخص‌های علم و فن‌آوری را شناسایی کنیم و با استفاده از روابط رگرسیونی و بهره‌گیری از اطلاعات کمی دوره ۱۳۵۰-۱۳۷۵ در سطح کلان و همچنین بخش‌های سه‌گانه صنعت، کشاورزی و خدمات، ارتباط علم و فن‌آوری و مزد و حقوق در ایران را مشخص نماییم.

مروری بر بررسی‌های نظری و پژوهش‌های تجربی

تأثیر علم و دانش بر تولید در بررسی‌های مختلف تحلیل گردیده است. در یک بررسی، دنیسون برآورد کرده است که نرخ رشد بالقوه درآمد ملی در کشور ایالات متحده آمریکا در دوره ۱۹۴۸-۱۹۷۳ سالانه ۳/۹ درصد بوده در حالی که کل عوامل نهاده شده، یعنی کار و سرمایه، تنها ۲/۲ درصد رشد کرده

است. او از این بررسی نتیجه می‌گیرد که کل نهاده‌های کار و سرمایه، حدود ۶۰ درصد از کل رشد درآمد ملی را تبیین می‌نماید و ۴۰ درصد باقیمانده، مربوط به تغییر بهره‌وری عوامل تولید است. او بخشی از این رشد بهره‌وری را ناشی از بهبود تخصیص منابع، تغییر شرایط قانونی و انسانی، و صرفه‌های ناشی از مقیاس می‌داند. اما بخش عمده‌ای از آن را به "پیشرفت دانش و عوامل تعیین‌کننده گوناگون" نسبت می‌دهد و مقدار این عامل را ۲۹ درصد از کل رشد محاسبه می‌کند. علاوه بر آن، رشد نهاده کار که از عوامل تأثیرگذار بر رشد کلی اقتصاد است نیز ناشی از آموزش است. در مطالعات دنیسون، سهم آموزش از نرخ رشد نیروی کار ۱۱ درصد محاسبه می‌شود. بنابراین، تأثیر مستقیم آموزش (۱۱ درصد) و تأثیر غیرمستقیم پیشرفت در دانش (۲۹ درصد) حاکی از تأثیر بسیار زیاد آموزش بر رشد (یعنی حدود ۴۰ درصد) است که می‌توان به بهبود سرمایه انسانی یا آموزشی به طور کلی نسبت داد. به نظر دنیسون، "پیشرفت دانش بزرگ‌ترین و اصلی‌ترین دلیل تداوم رشد تولید در ازای هر واحد نهاده است" (پژوهشکده تعلیم و تربیت، فصل آموزش و رشد اقتصادی).

شواهد بین‌المللی دیگری نیز وجود دارد که توسعه سرمایه انسانی به طور کلی، و آموزش به ویژه، را عامل مهمی در تعیین اختلاف کشورها از نظر نرخ رشد اقتصادی می‌داند. کروگر، از جمله نخستین کسانی است که کوشیده است تا اختلاف بین درآمد سرانه آمریکا و تعدادی از کشورها را در یابد. او در می‌یابد که کشورها، حتی اگر از لحاظ مواهب طبیعی با ایالات متحده آمریکا مشابه باشند، تنها می‌توانند به نیمی از درآمد سرانه آن دست یابند. او مهم‌ترین عامل این وضعیت را تفاوت بین ذخایر انسانی کشور مذکور و کشورهای دیگر می‌داند (پژوهشکده تعلیم و تربیت).

هر چند مطالعات فوق به تدریج گسترش یافته و توسط پژوهشگران دیگر از ابعاد مختلف تکمیل گردیده است، و در برخی موارد، آمار و ارقام آن مورد تجدید نظر قرار گرفته است، اما نتیجه کلی همه آنها حاکی از وجود ارتباط شدید و مثبت بین بهبود سرمایه انسانی، سطح علم و دانش، آموزش و رشد اقتصادی است.

تغییرات سرمایه انسانی به عنوان عامل مهمی در تبیین اختلافات موجود در بهره‌وری و رشد بهره‌وری در کشورهای مختلف نیز شناخته شده است. این تغییرات همچنین عامل مهمی در تبیین

اختلافات موجود در درآمدهای فردی یا مزدها تلقی می‌شود. علاوه بر علم و دانش، فن‌آوری نیز از عوامل مؤثر بر بهره‌وری و مزدها تلقی می‌گردد. تأثیر فن‌آوری بر مزدها، در پژوهشی راجع به نابرابری دریافتی‌ها در آمریکا بررسی شده است. در این پژوهش، اشاره می‌شود که اختلاف بین نرخ رشد اقتصادی و نرخ رشد کمیت نیروی کار شاغل یا نهاده کار در اقتصاد در طول زمان مربوط به تغییرات فن‌آوری است و تقریباً با نرخ رشد متوسط مزد واقعی در اقتصاد برابر است. بنابراین، ارتباط بین تغییرات فن‌آوری یا بهره‌وری را در طول زمان با نرخ رشد مزدهای واقعی بیان می‌کند. با این حال، در بررسی اطلاعات دهه ۱۹۷۰ آمریکا مشخص گردیده که افزایش متوسط نرخ واقعی مزد در آمریکا، به رغم تغییرات فن‌آوری قابل ملاحظه، بسیار محدود بوده است. علت این امر چیست؟ بررسی بیشتر نشان داد که تأثیر تغییر فن‌آوری بر متوسط نرخ مزد واقعی، به این امر بستگی دارد که چه نوع تغییر فن‌آوری صورت می‌گیرد. فن‌آوری خنثی نسبت به مهارت نیروی کار، یعنی فن‌آوری که کارایی نیروی کار ماهر و غیر ماهر، هر دو را به یک نسبت افزایش می‌دهد (پس از انجام تعدیلات لازم در مورد ذخیره سرمایه به کار رفته) موجب افزایش متوسط مزد واقعی به میزان افزایش کارایی می‌شود. اما در حالتی که فن‌آوری به نیروی کار ماهر توجه دارد، مزد کارکنان ماهر افزایش می‌یابد و این افزایش به میزان کارایی آنها بستگی دارد. در نتیجه، مزد کارکنان ماهر به همان اندازه که بهره‌ورتر می‌شوند، افزایش می‌یابد. این امر، باعث افزایش مزد کارکنان غیرماهر نیز می‌شود. زیرا کارکنان غیرماهر مکمل کارکنان ماهر هستند. بنابراین، از آن جا که مزد هر دو گروه از کارکنان افزایش می‌یابد، متوسط نرخ مزد واقعی نیز افزایش می‌یابد. اما از یک سوی، جای‌گزینی بین انواع مختلف نیروی کار نیز وجود دارد، و از سوی دیگر، این جای‌گزینی کامل نیست. بنابراین، نرخ مزد نسبی کارکنان ماهر - کارکنان غیرماهر در آمریکا به طور جزئی افزایش یافته است (جانسون، ۱۹۹۷).

در بررسی نظری دیگری که صندوق بین‌المللی پول انجام داده، با استفاده از الگوهای ریاضی استدلال می‌شود که در صورتی که ملاحظات مربوط به کارایی نقش محدودی در فعالیت‌های اقتصادی بازی کند، تغییرات فن‌آوری تأثیری بر مزدها در بخش اول (بخشی که هم از نیروی کار ساده و هم از نیروی کار ماهر استفاده می‌کند) ندارد. اما هنگامی که کارایی دارای نقش معتدلی در

فعالیت‌های اقتصادی است، به کارگیری فن‌آوری جدید باعث افزایش مزد نسبی نیروی کار ماهر در بخش اول^۱ می‌شود (صندوق بین‌المللی پول، ۱۹۹۴).

در مطالعه‌ای، دیگر تجربه آمریکا در مورد ارتباط بین متوسط مزد و استفاده از فن‌آوری نوین در تولید در سطح کارخانه در سال‌های ۱۹۸۸ و ۱۹۹۰ بررسی شده است. برای بررسی ارتباط مذکور، رابطه زیر در نظر گرفته شده است:

$$Y_p = X_p' \beta + Z_p' \gamma + \mu_p$$

که در آن، Y_p لگاریتم متوسط مزد ساعتی پرداخت شده در کارخانه P ، X_p' بردار ویژگی‌های متوسط کارگران کارخانه P (کارگر تولیدی؛ کارکنان فنی، دفتری و فروش، مدیران و متخصصان)، Z_p' بردار ویژگی‌های کارخانه (شامل معیارهای مربوط به فن‌آوری) و μ_p جمله خطای تصادفی است. یادآور می‌شویم که کارخانه‌ها به لحاظ سطح فن‌آوری مورد استفاده، به چهار گروه تقسیم می‌شوند: گروه اول، کارخانه‌هایی هستند که از صفر تا ۳ فن‌آوری استفاده می‌کنند. گروه‌های دوم، سوم و چهارم، به ترتیب، از ۴ تا ۶ فن‌آوری، از ۷ تا ۹ فن‌آوری و بیش از ۱۰ فن‌آوری استفاده کرده‌اند. تعداد مشاهدات در این بررسی، ۳۵۸ کارخانه بوده که جمعاً ۳۴۰۳۴ نفر کارکن را زیر پوشش داشته‌اند و فرض شده است که کارخانه‌هایی که از تعداد بیشتری از فن‌آوری استفاده کرده‌اند، از نظر فن‌آوری پیش‌رفته‌تر بوده‌اند.^۲ نتایج بررسی مقطعی^۳، نشان می‌دهد که کارخانه‌هایی که از تجهیزات سرمایه‌ای پیچیده‌تری استفاده می‌کنند یا از نظر فن‌آوری پیش‌رفته‌ترند، ۸ تا ۲۰ درصد بیش از کارخانه‌های دیگر مزد پرداخت می‌کنند. با وجود این، تحلیل سری‌های زمانی^۴، حاکی از آن است که کارخانه‌های پیش‌رفته‌تر از لحاظ فن‌آوری قبل از پذیرش فن‌آوری جدید نیز به کارگران خود دستمزد بیشتری پرداخته‌اند. به علاوه، بهره‌وری در این کارخانه‌ها از نظر فن‌آوری پیش‌رفته، هم قبل از پذیرش فن‌آوری جدید و هم پس از آن، بسیار زیاد بوده است. بنابراین، نتایج مذکور نشان دهنده این

۱. بخش دوم، بخشی است که تولید در آن نیازمند نیروی کار ساده است.

۲. بعضی فن‌آوری‌های استفاده شده در کارخانه‌ها، به شرح زیر است: رایانه برای طراحی، رایانه برای کنترل ماشین‌ها، رایانه رقمی (دیجیتالی)، سیستم‌ها یا سلول صنعتی انعطاف‌پذیر، فن‌آوری لیزری، ربات‌ها، انبارداری خودکار. برای اطلاع بیشتر از جزئیات این بررسی، نگاه کنید به: دامز و همکاران (۱۹۹۷).

3. Cross - Section

4. Time - Series

واقعیت است که کیفیت کارگران در کارخانه‌های پیش‌رفته‌تر از نظر فن آوری بالاتر از دیگر کارخانه‌ها بوده است. یکی از تفسیرهایی که در این مورد وجود دارد، این است که مدیریت کارخانه به محض آگاهی از توسعه فن آوری جدید، کیفیت نیروی کار خود را قبل از پذیرش فن آوری بهبود می‌بخشد. به علاوه، پذیرش فن آوری جدید را مرحله‌بندی کرده و در تناسب با مهارت‌ها و تخصص‌های موجود قرار می‌دهد. از همین جاست که ارتباط بین سطح فن آوری کارخانه و مهارت نیروی کار بسیار زیاد است. گفتنی است که کارخانه‌های پیش‌رفته از نظر فن آوری، نه تنها به کارگران تولیدی خود، بلکه به کارکنان فنی، دفتری و فروش خود نیز دستمزد بیشتری می‌پردازند. در این جا نیز علت، به کارگیری کارکنان فنی، دفتری و فروش ماهرتر در کارخانه‌های پیش‌رفته‌تر از لحاظ فن آوری است (نگاه کنید به، دامز، ۱۹۹۷).

در بررسی دیگری، تأثیر فن آوری جدید بر مزدها در فرانسه با استفاده از اطلاعات سال‌های ۱۹۸۵-۱۹۸۷ بررسی شده است. نمونه انتخاب شده، ۱۵۹۴۶ کارگر را شامل می‌شود. در این بررسی نیز الگویی انتخاب شده که در آن ارتباط بین لگاریتم مزد ماهانه (w_i) با بردار ویژگی‌های فردی (x_i) و بردار متغیرهای شاخص مربوط به کارگرانی که یک یا چند فن آوری را به کار می‌برند (NT_k) بررسی شده است. سپس میزان تجربه کار با فن آوری جدید ($Exp(NT_k)$) به آن اضافه شده است. متغیر مجازی $F_j(i)$ نشان‌دهنده کارخانه j است که فرد i در آن شاغل است. الگو به شرح زیر است:

$$\ln w_i = \alpha_1 NT1_i + \alpha_2 NT2_i + \alpha_3 NT3_i + x_i\beta + \sum \delta_k EXP(NT_k)_i + F_j(i)\gamma_j + \varepsilon_i$$

در بررسی مذکور، سه نوع فن آوری جدید در نظر گرفته شده است:

(۱) فن آوری جدید رایانه‌ای دارای استقلال زیاد برای کاربر آن.

(۲) فن آوری جدید رایانه‌ای دارای استقلال متوسط برای کاربر آن.

(۳) فن آوری جدید رایانه‌ای دارای استقلال کم برای کاربر آن.

نوع اول، شامل فن آوری‌هایی مانند ریز رایانه‌ها، نوع دوم، شامل فن آوری‌هایی نظیر پایانه رایانه‌ای از نوع فقط دریافت‌کننده^۱، و نوع سوم، شامل فن آوری‌هایی نظیر ربات‌ها و خط مونتاژ

می‌شود.

بررسی مذکور، نشان می‌دهد که کارکردن با فن‌آوری جدیدی که مستلزم آموزش‌های زیادی است، افزایش دستمزدی معادل ۶ درصد برای کارکنان آن، در شرایط نبود هرگونه تجربه‌ای به بار می‌آورد. به طور متوسط، وجود تجربه کار با فن‌آوری جدید، موجب افزایش مزد به میزان ۱۰ درصد دیگر می‌گردد. بررسی همچنین نشان می‌دهد که مراکز فعالیت‌ها معمولاً بهترین کارکنان خود را برای کار با فن‌آوری‌های نوع اول، یعنی فن‌آوری‌های دارای استقلال برای کاربر، مورد استفاده قرار می‌دهند و کیفیت کارکنان مذکور با کار دیگر همکارانشان متفاوت است. هر سال تجربه با این نوع فن‌آوری، موجب افزایش دستمزد به میزان ۱ درصد می‌شود، هرچند دانش مربوط به فن‌آوری‌های نوع اول به سرعت متروک می‌گردد (برای آگاهی بیشتر از نتایج بررسی، نگاه کنید به: اینتورف و کرامارز، ۱۹۹۷).

در بررسی دیگری با استفاده از اطلاعات آماری کشورهای کلمبیا، مکزیک و تایوان تأثیر تحقیق و توسعه، آموزش کارکنان، و صادرات، به عنوان شاخص‌های سرمایه‌گذاری در فن‌آوری بر مزد کارکنان ماهر و غیرماهر در سطح شرکت‌ها بررسی شده است. در این بررسی، دیدگاه نظری این است که شرکت‌ها از طریق سرمایه‌گذاری آگاهانه در فعالیت‌های تولیدکننده دانش، قابلیت‌های فن‌آوری خود را افزایش می‌دهند. آنها قابلیت‌های مذکور را از طریق تحقیق و توسعه داخلی و خرید فن‌آوری و دانش فنی^۱ خارجی، آموزش کارگران و ارتقای سطح مهارت، و صادرات توسعه می‌دهند و انتخاب هریک از راهبردهای سرمایه‌گذاری دارای تبعاتی از نظر مزدهاست. در بررسی مذکور، تعداد کارکنان آموزش یافته در داخل یا خارج (بجز آموزش‌های غیر رسمی) به عنوان شاخص آموزش، هزینه‌های تحقیق و توسعه یا خرید فن‌آوری خارجی، و جواز امتیازهای دانش فنی به عنوان شاخص تحقیق و توسعه، و ارزش صادرات خارجی به عنوان شاخص صادرات در نظر گرفته شده است. تعداد نمونه در کشورهای کلمبیا، مکزیک و تایوان، به ترتیب، ۵۰۰، ۵۰۷۲ و ۸۴۰۸ شرکت و تعداد متوسط شاغلان هریک از آنها، به ترتیب، ۱۸۶ نفر، ۲۹۸ و ۱۴۵ نفر بوده است. تأثیر فن‌آوری بر مزدها، از سه طریق زیر بررسی شده است:

(۱) مقایسه توزیع مزد دو گروه از بنگاه‌ها که جهت‌گیری‌های فن آوری مختلفی داشته‌اند، و آزمایش این فرضیه که در صورت برابر بودن سایر شرایط سرمایه‌گذاران در فن آوری مزدهای بیشتری می‌پردازند.

(۲) مقایسه مزد کارگران ماهر و غیرماهر به طور جداگانه. در صورتی که تغییر فن آوری شدیداً مهارت خواه باشد کارفرمایانی که در فن آوری سرمایه‌گذاری کرده‌اند باید آثار مزد بیشتر در میان کارکنان ماهر را نسبت به کارکنان غیرماهر تحمل کنند.

(۳) برآورد آثار تصمیم هریک از سرمایه‌گذاران در صادرات، آموزش و تحقیق و توسعه بر مزد به طور جداگانه، برای درک این مطلب که کدامیک از راهبردهای فن آوری بیشترین اثر را بر مزدها دارد. نتایج یافته‌ها، موارد زیر را نشان می‌دهد:

- در هر سه کشور، سرمایه‌گذاری شرکت‌ها در فن آوری تأثیر زیادی بر توزیع شرکت‌ها از نظر مقدار مزد در مورد کارگران ماهر و تأثیر نسبتاً کمتری در مورد کارگران غیر ماهر دارد. گفتمانی است اندازه شرکت بر اساس متوسط تعداد شاغلان آن به صورت خرد، کوچک، متوسط و بزرگ، در بررسی وارد شده است.

- در هر سه کشور، بررسی تأثیر هریک از انواع فن آوری بر مزد نشان می‌دهد که تحقیق و توسعه و آموزش، تأثیر بیشتری بر افزایش مزد دارند و تأثیر صادرات کمتر است.

- در هر سه کشور، سرمایه‌گذاری در فن آوری تأثیر چشم‌گیری بر مزد کارکنان ماهر دارد. حق فن آوری کل^۱ به کارکنان ماهر در شرکت‌های سرمایه‌گذار در فن آوری نسبت به شرکت‌های غیرسرمایه‌گذار در تایوان ۳۲ درصد، در مکزیک ۵۴ درصد و در کلمبیا ۴۲ درصد است. باید اشاره کرد که حق فن آوری به صورت اختلاف بین متوسط مزد شرکت‌های سرمایه‌گذار در هر یک از انواع فن آوری و متوسط مزد شرکت‌های غیرسرمایه‌گذار محاسبه می‌شود. حق فن آوری کارکنان غیرماهر، به ترتیب، ۷، ۱۱ و ۲۲ درصد بوده است (نگاه کنید به: تان و باترا، ۱۹۹۷).

این بررسی‌ها همچنین نشان می‌دهد که تغییرات فن آوری و استفاده از فن آوری‌های پیش‌رفته دارای تأثیری به صورت افزایش مزد و حقوق کارکنان به طور کلی، اعم از کارکنان ماهر و کارکنان

غیرماهر است. اما تأثیر تغییرات فن‌آوری بر مزد و حقوق کارکنان ماهر، اعم از کارکنان تولیدی یا خدماتی، بیش از کارکنان غیرماهر است. این تأثیر با افزایش تجربه یا با پیچیده‌تر شدن فن‌آوری مورد استفاده، افزایش می‌یابد.

در بحث‌های نظری و تجربی ارائه شده، مشخص می‌شود که ارتقای سطح علم و فن‌آوری، موجب افزایش سطح حقوق و دستمزدها می‌گردد. تأثیر مثبت علم و فن‌آوری بر سطح حقوق و دستمزدها در دو پژوهش از مجموعه پنج پژوهش انجام شده، حاکی از وجود این پدیده در سطح کلان است. حال آن که سه پژوهش دیگر که در سطح کارخانه‌ها در آمریکا، در سطح شرکت‌ها در کشورهای کلمبیا، مکزیک و تایوان و در مورد کارگران در کشور فرانسه صورت گرفته، وجود ارتباط بین سطح علم و فن‌آوری و سطح حقوق و دستمزد را در سطح خرد نشان می‌دهد و مشخص می‌کند که با افزایش سطح علم و فن‌آوری، سطح حقوق و دستمزد افزایش می‌یابد.

شاخص‌های علم و فن‌آوری

در بررسی‌های انجام شده درباره نقش علم و فن‌آوری بر ابعاد مختلف فعالیت‌های اقتصادی، شاخص‌های مختلفی به عنوان شاخص‌های نشان دهنده وضعیت علم و فن‌آوری به کار رفته‌اند. این شاخص‌ها، عبارتند از شاخص نسبت شاغلان درگیر در فعالیت‌های تحقیق و توسعه به کل نیروی کار در یک بنگاه اقتصادی (فیجر برگ، ۱۹۹۷)، نسبت هزینه تحقیق و توسعه به کل تولید (گوئل و رم، ۱۹۹۴)، هزینه واحد تولید (هیکسین) (جانز و انجرمن، ۱۹۹۶)؛ نسبت ارزش خرید فن‌آوری به ارزش افروده (آنتونلی) (اینتورف و کرامارز، ۱۹۹۷)، نسبت نیروی کار ماهر و متخصص به کل نیروی کار و نسبت تسهیلات زندگی به جمعیت (گلدین و کاتز، ۱۹۹۶). در این مقاله، بر مبنای شاخص‌های مذکور و قابلیت کاربرد آنها در ایران، باتوجه به محدودیت‌های اطلاعاتی و آماری، همچنین باتوجه به بحث و بررسی‌های انجام شده در ابعاد مختلف علم و فن‌آوری و تأثیر آنها بر فعالیت‌های اقتصادی، شاخص‌های علم و فن‌آوری تعریف شده است. این شاخص‌ها در پنج گروه، به شرح زیر است.

۱. شاخص‌های معرف پیشرفت کلی علم و فن آوری

شاخص‌های معرف پیشرفت کلی علم و فن آوری، به شرح زیر است:

- نسبت شاغلان تحقیق و توسعه (شامل دانشمندان و مهندسان و فن‌ورزانی که در فعالیت‌های علمی و فن آوری کار می‌کنند) به کل شاغلان.^۱
 - نسبت هزینه‌های تحقیق و توسعه به ارزش افزوده.
 - نسبت ارزش صادرات علم و فن آوری به کل ارزش افزوده.^۲
 - نسبت ارزش صادرات علم و فن آوری به ارزش کل صادرات.
 - نسبت ارزش صادرات علم و فن آوری به ارزش واردات علم و فن آوری.
 - نسبت ارزش واردات علم و فن آوری به ارزش کل واردات.
- گفتنی است که دو شاخص اول، شاخص‌های نشان‌دهنده عوامل و وسایل پیشرفت علم و فن آوری به طور کلی هستند. حال آن که شاخص‌های بعدی، نتایج پیشرفت علم و فن آوری را نشان می‌دهند و از این جهت، این دو دسته شاخص مکمل یکدیگرند.

۲. شاخص‌های نماینده هزینه واحد^۳ تولید

- این گونه شاخص‌ها، نشان‌دهنده تأثیر علم و فن آوری بر هزینه تولید هر واحد از کالا و خدمات است.
- شاخص‌های نماینده^۴ هزینه واحد تولید، عبارتند از:
- نسبت نیروی کار شاغل به ارزش افزوده.
 - نسبت موجودی سرمایه به ارزش افزوده.

۱. از آن جا که اطلاعات سری زمانی این قلم اطلاعاتی در دوره ۵۰-۷۵ وجود ندارد، در تحلیل‌های رگرسیونی وارد نشد.

۲. محصولات نظیر ماشین‌آلات و دستگاه‌های مکانیکی و برقی، محصولات صنایع شیمیایی، آلات و ابزار و نظایر آن، به عنوان محصولات دارای عنصر علم و فن آوری در نظر گرفته شده است. برای آگاهی از جزئیات بیشتر، نگاه کنید به: وحیدی (۱۳۷۸)، جدول‌های ۳۳ و ۳۴ ضمیمه. در متن برای رعایت اختصار، واردات یا صادرات کالاهای دارای عنصر علم و فن آوری به صورت واردات و صادرات علم و فن آوری آمده است.

3. Unit Cost

4. Proxy

۳. شاخص‌های معرف خرید فن‌آوری

این گونه شاخص‌ها، نشان‌دهنده میزان خرید فن‌آوری و تجهیز کشور و بنگاه‌های اقتصادی و اجتماعی به وسایل و ابزارهای مختلف است. شاخص‌های معرف خرید فن‌آوری، به شرح زیر است:

- نسبت سرمایه‌گذاری به کل شاغلان.
- نسبت سرمایه‌گذاری به کل شاغلان دارای آموزش عالی.
- نسبت سرمایه‌گذاران به کل شاغلان مشاغل تخصصی.
- نسبت سرمایه‌گذاری در ماشین آلات به کل شاغلان.
- نسبت سرمایه‌گذاری در ماشین آلات به کل شاغلان دارای آموزش عالی.
- نسبت سرمایه‌گذاری در ماشین آلات به کل شاغلان مشاغل تخصصی.

۴. شاخص‌های معرف کاربرد علم و فن‌آوری در تولید

این گونه شاخص‌ها، ساختار تولید کشور را از لحاظ جذب علم و فن‌آوری نشان می‌دهند. شاخص‌های مذکور، عبارتند از:

- نسبت شاغلان مشاغل تخصصی به کل ارزش افزوده.
- نسبت شاغلان دارای آموزش عالی به کل ارزش افزوده.
- نسبت ارزش واردات علم و فن‌آوری به کل ارزش افزوده.

۵. شاخص‌های معرف کاربرد عمومی علم و فن‌آوری

این گونه شاخص‌ها، نشان‌دهنده سطح به کارگیری وسایل و تجهیزات مختلف زندگی در سطح عمومی است. باید اشاره کرد که با توجه به محدودیت اطلاعات موجود، محاسبه تعداد هر یک از انواع تجهیزات و نسبت آن به جمعیت امکان‌پذیر نگشت. بنابراین، شاخص مذکور به صورت جمعیت برخوردار از هر یک از تجهیزات و تسهیلات مورد بررسی قرار گرفت.^۱ شاخص کلی معرف مصرف عمومی فن‌آوری به شرح زیر است. با این توضیح که این شاخص به صورت متوسط جمعیت برخوردار

۱. برای آگاهی از نحوه محاسبه نتایج تفصیلی، نگاه کنید به: وحیدی (۱۳۷۸) جدول‌های ۲۹ تا ۳۳ ضمیمه).

از هر یک از تسهیلات هفتگانه (رادیو، تلویزیون، خودرو، تلفن، یخچال، کولر و اجاق گاز) محاسبه گردیده است:

- درصد متوسط جمعیت دارای تمام تسهیلات زندگی.

شاخص‌های علم و فن‌آوری و شاخص‌های متوسط نرخ رشد مزد واقعی در بخش‌های مختلف در جدول ۱ خلاصه شده است.

جدول ۱. شاخص‌های علم و فن‌آوری و مزد واقعی

بخش خدمات	بخش صنعت	بخش کشاورزی	کلان
RWS	RWI	RWA	RW
LSYS	LIYI	LAYA	LY
ELSYS	ELIYI	ELAYA	ELY
متوسط نرخ رشد مزد واقعی			
نسبت شاغلان به ارزش افزوده			
نسبت شاغلان دارای آموزش عالی به ارزش افزوده			
نسبت شاغلان مشاغل تخصصی به ارزش افزوده			
نسبت موجودی سرمایه به ارزش افزوده			
نسبت سرمایه گذاری به شاغلان			
نسبت سرمایه گذاری به شاغلان دارای آموزش عالی			
نسبت سرمایه گذاری در ماشین آلات به شاغلان			
نسبت سرمایه گذاری در ماشین آلات به شاغلان دارای آموزش عالی			
نسبت سرمایه گذاری به شاغلان مشاغل تخصصی			
نسبت سرمایه گذاری در ماشین آلات به شاغلان مشاغل تخصصی			
نسبت ارزش واردات علم و فن‌آوری به کل ارزش افزوده			
نسبت ارزش واردات علم و فن‌آوری به کل واردات			
نسبت ارزش صادرات علم و فن‌آوری به کل ارزش افزوده			
نسبت ارزش صادرات علم و فن‌آوری به کل صادرات			
نسبت ارزش صادرات علم و فن‌آوری به واردات علم و فن‌آوری			
نسبت هزینه‌های تحقیق و توسعه به تولید ناخالص داخلی			
درصد جمعیت دارای تمام تسهیلات زندگی			

نرخ رشد متوسط مزد واقعی در ایران

برای بررسی ارتباط سطح علم و فن آوری و سطح مزد و حقوق در ایران، وجود اطلاعات آماری دقیق و شفاف در مورد مزد و حقوق ضروری است. در بررسی انجام شده توسط نگارنده در این زمینه، مشخص گردید که از طریق گزارش‌های مختلف سازمان تأمین اجتماعی، بانک مرکزی و نشریات داخلی بعضی از شرکت‌های دولتی اطلاعات زیر قابل دستیابی است:

۱. حداقل حقوق و دستمزد سالانه.
۲. حقوق و دستمزد سرانه سالانه در بخش گاز.
۳. حقوق و دستمزد سرانه سالانه در بخش حمل و نقل.
۴. شاخص حقوق و دستمزد کارگران ساختمانی.
۵. شاخص حقوق و دستمزد در کارگاه‌های بزرگ صنعتی.

از آن جا که در این پژوهش، شاخص‌های علم و فن آوری اساساً در سطح کلان و در سطح بخش‌های اقتصادی کشور تعریف شده است، به کارگیری اطلاعات مذکور در مورد معرف‌های علم و فن آوری در سطح کلان فاقد ارزش علمی به نظر می‌رسد. بنابراین، در این بررسی، کوشیده‌ایم تا براساس نظر مطرح شده در پژوهش جانسون (۱۹۹۷) رشد متوسط مزد واقعی در کشور را برآورد نماییم. نظر مطرح شده در پژوهش مذکور، چنین است که اختلاف بین نرخ رشد اقتصادی و نرخ رشد کمیت نیروی کار شاغل تقریباً برابر است با نرخ رشد متوسط مزد واقعی. به علاوه، تغییرات این نرخ معمولاً از طریق تغییرات فن آوری توضیح داده می‌شود. بنابراین، در این پژوهش، ابتدا نرخ رشد متوسط مزد واقعی را به طریق گفته شده در سطح کلان و در سطح بخش‌های اقتصادی برآورد می‌نماییم. سپس ارتباط آنها را با شاخص‌های علم و فن آوری از طریق معادلات رگرسیونی مشخص می‌کنیم.

نرخ رشد متوسط مزد واقعی^۱ در کشور ایران در سطح کلان و در سطح بخش‌های کشاورزی، صنعت و خدمات را در جدول ۲ محاسبه کرده‌ایم. همان گونه که می‌بینید، در مقاطع ۱۳۵۵، ۱۳۶۵ و

۱۳۷۵، به ترتیب، متوسط مزد واقعی در کشور ۸/۳ درصد، ۴/۱- درصد و ۱/۹ درصد، رشد یا کاهش یافته است. ارقام مشابه برای بخش کشاورزی ۱۱/۹ درصد، ۵/۷ درصد و ۲/۶ درصد بوده است که نشان‌دهنده رشد تقریباً مستمر متوسط مزد واقعی در این بخش است. تغییرات متوسط مزد واقعی در بخش صنعت در مقاطع ذکر شده، به ترتیب، ۴/۱- درصد، ۲/۸- درصد و ۲/۳- درصد بوده است که وضعیت نه چندان مطلوبی را نشان می‌دهد. بخش خدمات وضعیت متفاوتی را نسبت به بخش‌های کشاورزی و صنعت به لحاظ تغییرات متوسط مزد واقعی نشان می‌دهد. در سال‌های ۱۳۵۵، ۱۳۶۵ و ۱۳۷۵، نرخ تغییرات سالانه متوسط مزد واقعی در این بخش، به ترتیب، ۸/۳ درصد، ۸/۶- درصد و ۴/۲ درصد بوده است. بنابراین، وضعیتی بینابین را نمایان می‌سازد که نه مانند بخش کشاورزی نشان‌دهنده رشد مثبت متوسط مزد واقعی است و نه مانند بخش صنعت حکایت از تنزل متوسط مزد واقعی در مقاطع اشاره شده دارد.

تغییرات متوسط مزد واقعی در کل کشور و نقش علم و فن‌آوری^۱

بررسی تغییرات متوسط مزد واقعی (RW) در مورد شاخص‌های علم و فن‌آوری در ایران در دوره ۱۳۵۰-۱۳۷۳ نشان می‌دهد که حدود ۶۶ درصد از کل تغییرات متوسط مزد واقعی توسط شاخص‌های علم و فن‌آوری قابل توضیح است. شاخص‌های مؤثر بر تغییرات متوسط مزد واقعی، میزان ضریب‌ها و آماره‌های برآورد شده براساس مشاهدات ایران در جدول ۳ منعکس گردیده است. بررسی شاخص‌های مؤثر بر تغییرات متوسط مزد واقعی، نشان می‌دهد که:

۱. شاخص‌های علم و فن‌آوری نماینده هزینه واحد تولید (LY, KY) بر تغییرات متوسط مزد واقعی مؤثر است و تأثیرات آن در جهت منفی است. یعنی با افزایش آن (که به مفهوم کاهش سطح علم و فن‌آوری است)، متوسط مزد واقعی کاهش می‌یابد، و برعکس، با کاهش آن متوسط مزد واقعی افزایش می‌یابد.

۱. برای آگاهی از مقادیر کمی شاخص‌های علم و فن‌آوری در دوره ۱۳۵۰-۱۳۷۵، نگاه کنید به: وحیدی (۱۳۷۸)، جدول ۲۸ ضمیمه.

جدول ۲. نرخ رشد متوسط مزدهای واقعی در کل کشور و

بخش‌های سه‌گانه (درصد)

سال	کل کشور	بخش کشاورزی	بخش صنعت	بخش خدمات
۱۳۵۰	۱۴/۳	۱/۳	۱۷/۲	۱۱/۸
۱۳۵۱	۱۳/۳	۱۳/۶	۸/۲	۱۴/۲
۱۳۵۲	۱۰/۸	۶/۹	۷/۹	۵/۹
۱۳۵۳	۶/۲	۴/۱	-۳/۳	۱۸/۵
۱۳۵۴	-۰/۷	۱۰/۲	-۱۳/۴	۸/۸
۱۳۵۵	۸/۳	۱۱/۹	-۴/۱	۸/۳
۱۳۵۶	-۷/۲	-۲/۷	-۱۲/۱	-۷/۹
۱۳۵۷	-۹/۶	۷/۸	-۱۴/۶	-۶/۲
۱۳۵۸	-۳/۶	۷/۳	-۳/۵	-۴/۷
۱۳۵۹	-۱۵/۵	۴/۵	-۳۶/۷	-۵/۸
۱۳۶۰	-۲/۷	۳/۲	-۰/۴	-۶/۵
۱۳۶۱	۱۲/۷	۸/۳	۳۹/۷	-۳/۲
۱۳۶۲	۰/۹	۶/۱	-۴/۴	-۲/۶
۱۳۶۳	-۶/۱	۸/۶	-۱۴/۶	-۷/۹
۱۳۶۴	-۰/۴	۹/۰	۰/۷	-۵/۵
۱۳۶۵	-۴/۱	۵/۷	-۲/۸	-۸/۶
۱۳۶۶	۲/۳	۲/۳	۹/۳	-۲/۸
۱۳۶۷	-۰/۹	-۲/۷	۵/۴	۴/۵
۱۳۶۸	۱/۷	۳/۵	۴/۰	-۲/۰
۱۳۶۹	۳/۳	۷/۹	۴/۵	-۲/۳
۱۳۷۰	-۱/۱	۴/۹	-۳/۸	-۴/۵
۱۳۷۱	۱/۶	۶/۶	-۳/۶	۳/۳
۱۳۷۲	۲/۴	۴/۷	۱/۰	۳/۳
۱۳۷۳	۰/۴	۱/۱	-۲/۵	۲/۲
۱۳۷۴	۲/۲	۲/۹	-۰/۹	۳/۳
۱۳۷۵	۱/۹	۲/۶	-۲/۳	۴/۲

جدول ۳. الگوی ارتباط تغییرات متوسط مزد واقعی و شاخص‌های علم و فن‌آوری در کل کشور

متغیر	مقدار ضریب	آماره t
LY	-۰/۷۴	-۳/۴
KY	-۰/۱۴	-۲/۳
IEL	-۲/۶۲	-۲/۷
ELY	۳/۰	۲/۰
RDY	-۶۰/۶	-۲/۰
R ²	۶۵/۷	-
n	۲۴	-

۲. شاخص معرف کاربرد فن‌آوری در تولید (ELY) دارای تأثیر مثبت بر تغییرات متوسط مزد واقعی است و هرچه میزان به کارگیری نیروی انسانی دارای آموزش عالی برای تولید هر واحد ارزش افزوده بیشتر شود، متوسط مزد واقعی بیشتر رشد خواهد کرد.

۳. شاخص‌های خرید فن‌آوری سرانه (IEL) و پیشرفت کلی علم و فن‌آوری (RDY) دارای تأثیرات منفی بر رشد متوسط مزد واقعی است. به عبارت دیگر، با افزایش این دو شاخص علم و فن‌آوری، متوسط مزد واقعی در تجربه ایران کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد فن‌آوری سخت‌افزار در کشور مکمل نیروی کار نیست، بلکه جای‌گزین آن است و افزایش هزینه‌های تحقیق و توسعه نسبت به ارزش افزوده، تأثیر کاهنده بر رشد مزد واقعی دارد.

۴. به طور کلی، از مجموعه شاخص‌های معرف علم و فن‌آوری، پنج شاخص بر تغییرات متوسط مزد واقعی مؤثر است. ۳ شاخص از این مجموعه، نشان‌دهنده تأثیر مثبت علم و فن‌آوری بر سطح مزد و حقوق است و ۲ شاخص به صورت منفی بر آن تأثیر می‌گذارد. بنابراین، در مجموع، به نظر می‌رسد در تجربه ایران، ارتقای سطح علم و فن‌آوری دارای تأثیر مثبت بر متوسط مزد واقعی است و آن را افزایش می‌دهد. بنابراین، این فرضیه که ارتقای سطح علم و فن‌آوری موجب افزایش سطح مزدها می‌گردد، در ایران تأیید می‌شود.

تغییرات متوسط مزد واقعی در بخش صنعت و نقش علم و فن آوری

در بخش صنعت بررسی آماری تغییرات متوسط مزد واقعی (RWI) در ارتباط با شاخص‌های علم و فن آوری در دوره ۱۳۵۰-۱۳۷۵، حاکی از وجود ارتباط بین آنهاست و حدود ۴۵/۶ درصد از تغییرات متوسط مزد واقعی توسط شاخص‌های علم و فن آوری توضیح داده می‌شود. متغیرهای مؤثر بر RWI، مقدار ضریب و آماره‌های آن در جدول ۴ مشخص گردیده است.

بررسی متغیرها و ضریب‌های آنها در بخش صنعت، موارد زیر را نشان می‌دهد.

۱. یکی از شاخص‌های نماینده هزینه واحد تولید که به عامل کار باز می‌گردد (LIYI) دارای تأثیر منفی بر متوسط مزد واقعی است و با افزایش آن که به معنای کاهش سطح علم و فن آوری است، متوسط مزد واقعی نیز کاهش می‌یابد، و برعکس، با کاهش آن (افزایش سطح علم و فن آوری) متوسط مزد واقعی افزایش می‌یابد. بنابراین، افزایش علم و فن آوری در ارتباط با این شاخص افزایش متوسط مزد واقعی را به همراه دارد.

جدول ۴. الگوی ارتباط تغییرات متوسط مزد واقعی و شاخص‌های علم و

فن آوری در بخش صنعت

متغیر	مقدار ضریب	آماره t
LIYI	-۰/۷۳	-۳/۸
ELIYI	۲۵/۸۱	۳/۸
RDY	-۲۴۷/۳۲	-۳/۸
MTM	۰/۵۶	۱/۷
R ²	۴۵/۶	-
n	۲۶	-

۲. یکی از شاخص‌های معرف کاربرد فن آوری در تولید (ELIYI) نیز تأثیرات مثبت خود را بر

متوسط مزد واقعی نشان می‌دهد. با ارتقای سطح این شاخص که به مفهوم افزایش سطح علم و فن‌آوری است، متوسط مزد واقعی نیز افزایش می‌یابد. بنابراین، در این جا نیز ارتقای سطح علم و فن‌آوری با افزایش متوسط مزد واقعی همراه است.

۳. شاخص‌های RDY (نسبت هزینه تحقیق و توسعه به ارزش افزوده کل) و MTM (نسبت ارزش واردات فن‌آوری به ارزش واردات) که از جمله شاخص‌های معرف پیشرفت عمومی علم و فن‌آوری هستند، دارای تأثیرات متفاوتی بر متوسط مزد واقعی در بخش صنعت هستند. با افزایش شاخص اول (RDY) متوسط مزد واقعی کاهش می‌یابد، حال آن که با افزایش شاخص دوم، متوسط مزد واقعی افزایش نشان می‌دهد. بنابراین، در مورد این گروه از شاخص‌ها نمی‌توان نظر مشخصی راجع به تأثیر شاخص‌های علم و فن‌آوری بر متوسط مزد واقعی ابراز نمود.

۴. به طور کلی، از مجموعه شاخص‌های علم و فن‌آوری، ۴ شاخص بر متوسط مزد واقعی در بخش صنعت مؤثر بوده است که از میان آنها ۳ شاخص دارای تأثیر مثبت است. به عبارت دیگر، با تغییر شاخص‌های مذکور و ارتقای سطح علم و فن‌آوری، متوسط مزد واقعی نیز افزایش می‌یابد. بنابراین، می‌توان گفت بر اساس تجربه ایران در بخش صنعت، فرضیه پژوهش قابل تأیید است و با افزایش سطح علم و فن‌آوری، متوسط مزد واقعی نیز افزایش می‌یابد.

تغییرات متوسط مزد واقعی در بخش کشاورزی و نقش علم و فن‌آوری

در بخش کشاورزی، بررسی آماری تغییرات متوسط مزد واقعی (RWA) در ارتباط با شاخص‌های علم و فن‌آوری در دوره ۱۳۵۰-۱۳۷۳ حاکی از وجود هم بستگی بین آنها نیست. با وجود ظاهر شدن شاخص‌های نسبت سرمایه گذاری نیروی کار (IALA)، نسبت هزینه‌های تحقیق و توسعه به کل ارزش افزوده (RDY) و نسبت ارزش صادرات فن‌آوری به واردات آن (ETMT) در الگو و وجود تهای قابل قبول، آماره F معادل ۲/۷ حاکی از تأیید شدن $R^2 = 0$ در این الگوست. بنابراین، در تجربه ایران، تغییرات متوسط مزد واقعی در بخش کشاورزی از طریق شاخص‌های علم و فن‌آوری معرفی شده در این بررسی قابل توضیح نیست و عوامل و متغیرهای دیگری تغییرات آن را تبیین می‌نماید.

در نتیجه، در مورد فرضیه پژوهش، هیچ نظری نمی‌توان ابراز نمود.

تغییرات متوسط مزد واقعی در بخش خدمات و نقش علم و فن‌آوری

بررسی تغییرات متوسط مزد واقعی (RWS) در ارتباط با شاخص‌های علم و فن‌آوری در بخش خدمات نشان دهنده وجود ارتباط معنادار به لحاظ آماری بین آنهاست. قابل توجه است که ۸۰ درصد از تغییرات متوسط مزد واقعی در این بخش، توسط شاخص‌های علم و فن‌آوری توضیح داده می‌شود. از مجموعه شاخص‌های علم و فن‌آوری ۸ متغیر بر متوسط مزد واقعی در این بخش مؤثر است. ضریب تأثیر و آماره‌های الگوی ارتباط مذکور در جدول ۵ مشخص گردیده است.

جدول ۵. الگوی ارتباط تغییرات متوسط مزد واقعی و شاخص‌های علم و فن‌آوری در بخش خدمات

متغیر	مقدار ضریب	آماره t
LSYS	-۰/۳۲	-۱/۸
KSYS	-۰/۱۳	-۳/۷
ISLS	-۱/۴۶	-۵/۶
MTY	۴/۵۸	۵/۹
RDY	۷۳/۵۸	۴/۷
ETE	-۲/۷۶	-۳/۷
ETMT	۳/۳۷	۳/۹
PF	-۰/۰۰۴	-۲/۰۱
R ²	۸۰/۴	-
n	۲۳	-

بررسی شاخص‌های علم و فن‌آوری مؤثر بر تغییرات متوسط مزد واقعی در بخش خدمات در دوره ۱۳۵۱-۱۳۷۳، موارد زیر را نشان می‌دهد.

۱. شاخص‌های نماینده هزینه واحد تولید (LSYS , KSYS) با علامت منفی در الگو ظاهر می‌شود و دارای تأثیر کاهنده بر متوسط مزد واقعی است. به عبارت دیگر، کاهش سطح علم و فن‌آوری با کاهش سطح متوسط مزد واقعی و افزایش آن با افزایش متوسط مزد واقعی همراه است. بنابراین، در مورد این گروه از شاخص‌ها فرضیه پژوهش تأیید می‌گردد.

۲. شاخص خرید فن‌آوری (ISLS) تأثیر خود را در الگوی برآورد شده به صورت منفی ظاهر کرده است. بنابراین، در مورد این شاخص ارتقای سطح علم و فن‌آوری همراه با کاهش متوسط مزد واقعی است. وجود این پدیده، حاکی از جای‌گزین بودن نیروی کار و تجهیزات در بخش خدمات است.

۳. شاخص معرف کاربرد فن‌آوری در تولید ظاهر شده در الگو، یعنی MTY، دارای تأثیری در جهت مثبت بر متوسط مزد واقعی در بخش خدمات است. بنابراین، در این مورد، ارتقای سطح علم و فن‌آوری همراه با ارتقای متوسط مزد واقعی است.

۴. شاخص‌های معرف پیشرفت کلی علم و فن‌آوری ظاهر شده در الگو، یعنی RDY، ETE و ETMT، تأثیرات متفاوتی را بر متوسط مزد واقعی نشان می‌دهد. شاخص‌های اول و سوم دارای تأثیر مثبت و شاخص دوم دارای تأثیر منفی است. بنابراین، در مجموع، از سه شاخص مطرح در این گروه، ۲ شاخص نشان می‌دهد که با ارتقای سطح علم و فن‌آوری متوسط مزد واقعی افزایش می‌یابد و شاخص دیگر عکس آن را نشان می‌دهد. بنابراین، به طور کلی می‌توان بیان کرد که با ارتقای سطح علم و فن‌آوری، متوسط مزد واقعی افزایش می‌یابد.

۵. شاخص معرف مصرف عمومی فن‌آوری تأثیر منفی ارتقای سطح علم و فن‌آوری را بر متوسط مزد واقعی نشان می‌دهد.

۶. به طور کلی، از مجموع ۸ شاخص معرف سطح علم و فن‌آوری، ۵ شاخص نشان دهنده آن است که ارتقای سطح علم و فن‌آوری با افزایش متوسط مزد واقعی همراه است. بنابراین، با توجه به اطلاعات به کار رفته در این پژوهش، در مورد تجربه ایران فرضیه پژوهش در مجموع تأیید می‌شود و

می‌توان گفت که افزایش سطح علم و فن‌آوری باعث افزایش متوسط مزد واقعی در بخش خدمات گردیده است.

جمع‌بندی و تحلیل نهایی

شاخص‌های علم و فن‌آوری مؤثر بر متوسط مزد واقعی در کل کشور و در بخش‌های صنعت، کشاورزی و خدمات را در جدول ۶ خلاصه کرده‌ایم. گفتنی است که شاخص‌های علم و فن‌آوری به ترتیب، ۶۶ درصد، ۴۶ درصد و ۸۰ درصد از تغییرات متوسط مزد واقعی را در کل کشور و در بخش‌های صنعت و خدمات توضیح می‌دهد. اما هم‌بستگی بین شاخص‌های علم و فن‌آوری با متوسط مزد واقعی در بخش کشاورزی رد شد (با توجه به اهمیت شاخص‌های ظاهر شده در الگوی این بخش در تحلیل نهایی، شاخص‌های مذکور نیز در جدول منعکس گردیده است). بررسی شاخص‌های علم و فن‌آوری و نحوه تأثیر آنها بر متوسط مزد واقعی در کشور و بخش‌های سه گانه موارد زیر را نشان می‌دهد.

۱. نسبت نیروی کار به ارزش افزوده و نسبت موجودی سرمایه به ارزش افزوده (KSYS , KY , LSYS, LIYI, LY) که جزو گروه شاخص‌های نماینده هزینه واحد تولید هستند بر متوسط مزد واقعی در کل کشور و در بخش‌های صنعت و خدمات مؤثرند و تأثیر آنها به گونه‌ای است که با افزایش آنها (یا کاهش سطح علم و فن‌آوری) متوسط مزد واقعی کاهش می‌یابد. برعکس، کاهش شاخص‌های مذکور یا افزایش سطح علم و فن‌آوری با افزایش متوسط مزد واقعی همراه است.
۲. شاخص نسبت سرمایه‌گذاری به نیروی کار (ISLS , IALA) که از جمله شاخص‌های معرف خرید فن‌آوری است و نیز شاخص نسبت سرمایه‌گذاری در ماشین‌آلات به نیروی کار (IEL) که شاخص دیگری از همین گروه است، در بخش‌های کشاورزی و خدمات و در کل کشور بر متوسط مزد واقعی مؤثرند. تأثیر شاخص‌های مذکور در کل کشور و در بخش خدمات کاهنده است و با افزایش فن‌آوری سرانه متوسط مزد واقعی کاهش می‌یابد. اما در بخش کشاورزی، وضع برعکس است. این امر، نشان می‌دهد که در کل کشور و در بخش صنعت، عامل کار و سرمایه مکمل یکدیگر نیستند، بلکه جای‌گزین یکدیگرند، حال آن که در بخش کشاورزی چنین نیست.

جدول ۶. تأثیر شاخص‌های علم و فن‌آوری بر متوسط مزد واقعی در کل و بخش‌های سه‌گانه

خدمات	کشاورزی	صنعت	کل کشور	
			—	LY
		—		LIYI
—				LSYS
			—	KY
—				KSYS
	+			IALA
—				ISLS
			—	IEL
			+	ELY
		+		ELIYI
+				MTY
+	—	—	—	RDY
		+		MTM
+	+			ETMT
—				ETE
—				PF

۳. شاخص‌های نسبت نیروی انسانی متخصص به ارزش افزوده و نسبت واردات فن‌آوری به ارزش افزوده (ELY , ELIYI , MTY) که شاخص‌های معرف مصرف علم و فن‌آوری در تولید هستند، در کل کشور و در بخش‌های صنعت و خدمات دارای تأثیر مثبت بر متوسط مزد واقعی هستند و

با افزایش آنها (که همراه با افزایش سطح علم و فن‌آوری است) متوسط مزد واقعی افزایش می‌یابد. ۴. شاخص‌های نسبت ارزش واردات فن‌آوری به کل واردات و ارزش صادرات فن‌آوری به ارزش واردات فن‌آوری (ETMT , MTM) از شاخص‌های نشان دهنده پیشرفت کلی فن‌آوری هستند که تأثیر مثبتی بر متوسط مزد واقعی در بخش‌های صنعت، کشاورزی و خدمات دارند و با افزایش آنها متوسط مزد واقعی افزایش می‌یابد. حال آن که نسبت ارزش صادرات فن‌آوری به صادرات (ETE) دارای تأثیر منفی بر متوسط مزد واقعی در بخش خدمات است.

۵. نسبت هزینه تحقیق و توسعه به کل ارزش افزوده (RDY) ، شاخص معرف پیشرفت کلی فن‌آوری است که دارای تأثیر منفی بر متوسط مزد واقعی در کل کشور و در بخش‌های صنعت و کشاورزی است، هرچند تأثیر آن در بخش خدمات مثبت است.

۶. به طور کلی، از مجموع ۱۷ متغیر علم و فن‌آوری مؤثر بر متوسط مزد واقعی در سه الگوی کل کشور صنعت و خدمات (الگوی بخش کشاورزی حذف شد)، ۱۱ متغیر حاکی از همراه بودن ارتقای سطح علم و فن‌آوری و متوسط مزد واقعی است. بنابراین، به طور کلی، بر اساس تجربه ایران و براساس اطلاعات به کار رفته در این پژوهش، می‌توان گفت ارتقای سطح علم و فن‌آوری در کشور همراه با افزایش متوسط مزد واقعی بوده است. بنابراین، فرضیه چهارم پژوهش حاضر تأیید می‌گردد.

سیاست‌های پیشنهادی

باتوجه به نتایج پژوهش انجام شده، سیاست‌های زیر پیشنهاد می‌شود.

۱. نظر به تأثیر مثبت علم و فن‌آوری بر مزدهای واقعی، ضروری است ارتقای سطح علم و فن‌آوری در کشور مورد توجه و حمایت قرار گیرد. ارتقای سطح علم و فن‌آوری در کشور براساس پژوهش تجربی انجام شده، به مفهوم:

الف) کاهش هزینه واحد تولید یا کاهش شاخص‌های نماینده آن، یعنی نسبت شاغلان به تولید (یا ارتقای بهره‌وری عامل کار) و کاهش ذخیره سرمایه نسبت به تولید (یا ارتقای بهره‌وری عامل سرمایه) است.

ب) افزایش کاربرد علم و فن آوری در تولید یا افزایش نسبت نیروی انسانی متخصص به ارزش افزوده از یک سوی و نسبت واردات فن آوری به ارزش افزوده از سوی دیگر است.

۲. نسبت هزینه‌های تحقیق و توسعه به ارزش افزوده دارای تأثیر منفی بر مزد واقعی در کل کشور و در بخش صنعت، اما دارای تأثیر مثبت بر مزد واقعی در بخش خدمات است. بنابراین، ضروری است افزایش نسبت هزینه‌های تحقیق و توسعه به ارزش افزوده در بخش خدمات مورد حمایت قرار گیرد. اما علاوه بر آن، مشخص شده است که در ایران در بخش غیر نفتی افزایش هزینه‌های تحقیق و توسعه موجب افزایش رشد اقتصادی می‌شود.^۱ بنابراین، در شرایطی که نرخ رشد مزد واقعی از اختلاف نرخ رشد اقتصادی و نرخ رشد کمیت نیروی کار محاسبه می‌گردد، به نظر می‌رسد بخش صنعت افزایش هزینه‌های تحقیق و توسعه موجب رشد نیروی کار بیش از رشد اقتصادی می‌گردد، و در نتیجه، با افزایش نسبت هزینه‌های تحقیق و توسعه به ارزش افزوده مزد واقعی کاهش می‌یابد. بنابراین، در شرایط موجود کشور ایران که با بحران بی‌کاری مواجه است، افزایش شاخص مذکور که موجب رشد تعداد شاغلان می‌گردد نیز باید مورد حمایت قرار گیرد هر چند افزایش آن موجب افزایش مزد واقعی نمی‌گردد. در عین حال، ضروری است، علل تأثیر منفی هزینه‌های تحقیق و توسعه در این بخش بر مزد واقعی و ساز و کار این تأثیر که جهتی بر خلاف کشورهای دیگر دارد، تعیین و تحلیل گردد و اصلاحات لازم در جهت ارتقای سطح علم و فن آوری هزینه‌های تحقیق و توسعه بر مزدهای واقعی صورت گیرد.

۳. براساس تجربه کشورهای پیش‌رفته ثبات و پایداری نیروی شاغل از یک سوی و انعطاف‌پذیر بودن حقوق و دستمزد در ارتباط با عرضه و تقاضای نیروی کار ماهر و متخصص، از جمله علل پیشرفت و ارتقای سطح علم و فن آوری شناخته شده است. بنابراین، ضروری است شرایط حفظ و نگهداری شاغلان، به ویژه شاغلان ماهر و متخصص، در سطح بنگاه‌های اقتصادی فراهم گردد و از تعیین حقوق و دستمزدها به صورت اداری و ایجاد فشار برای پایین نگه داشتن مصنوعی حقوق و دستمزدها در کشور خودداری گردد.

۱. برای آگاهی بیشتر، نگاه کنید به: وحیدی (در دست انتشار).

منابع

الف) فارسی

- پژوهشکده تعلیم و تربیت. *دانشنامه اقتصاد آموزش*. (در دست انتشار).
- وحیدی، پریدخت. (۱۳۷۸). بررسی نقش تحولات علمی و فن‌آوری در وضعیت بازار کار. مؤسسه کار و تأمین اجتماعی.
- _____ . (در دست انتشار). نقدی بر یک پژوهش. رهیافت.

ب) انگلیسی

- Jones, R. W. and Engerman, S. L.; (1996). Trade Theory, Economic History, and the Emergence of the Modern World Economy. *The American Economic Review*. Vol. 86, No. 2.
- Antonelli, C. (1997). New Information Technology and the Knowledge-Based Economy. The Italian Evidence. *Review of Industrial Organization*. Vol. 12, No. 4.
- Goldin, C. and Katz L. F. (1996). Technology, Human Capital and the Wage Structure. *The American Economic Review*. Vol. 86, No. 2.
- Goel, R.K. and Ram, R. (1994). Research and Development Expenditures and Economic Growth: A Cross - Country Study. *Economic Development and Cultural Change*. Vol. 42, No. 2.
- Fagerberg, J. (1997). Technology, Growth and Unemployment Across European Region. *Regional Studies*. Vol. 31, No. 5.
- IMF. (1994). *Technological Change, Relative Wages, and Unemployment*. Working paper WP/94/111.
- Johnson, G. E. (1997). Changes in Earnings Inequality : The Role of Demand Shifts.

Journal of Economic Perspective. Vol. 11, No. 2.

Entorf, H. , and Kramarz F. (1997). Does Unmeasured Ability Explain the Higher Wages of New Technology Workers? *European Economic Review*. No. 41.

Tan H. , Batra G. (1997). Technology and Firm Size - Wage Differentials in Colombia, Mexico and Taiwan (China). *The World Bank Economic Review*. Vol. 11 , No. 1.

Doms, M. et.al. (1997). Workers, Wages , And Technology. *Quarterly Journal of Economic*. Vol. CXII.