

رابطه علم و فن آوری و اشتغال در بخش صنعت ایران*

نویسنده: پریدخت وحیدی*

چکیده

علم و فن آوری، آثاری بر سطح کل اشتغال و اشتغال متخصصان در بخش صنعت دارد. هدف از پژوهش، بررسی چگونگی تأثیر علم و فن آوری بر سطح اشتغال در این بخش است. برای این منظور، ضمن معرفی فرضیه‌ها، نظریات و پژوهش‌های تجربی جهانی را مرور می‌کنیم. پس از آن، شاخص‌های علم و فن آوری و مبنای نظری آنها را بررسی می‌نماییم و شاخص‌های علم و فن آوری مورد استفاده در ایران را معرفی می‌کنیم. در ادامه، تحول شاخص‌های علم و فن آوری، شامل شاخص‌های نماینده هزینه واحد تولید، خرید فن آوری، کاربرد علم و فن آوری در تولید، پیشرفت کلی علم و فن آوری و بالآخره کاربرد عمومی علم و فن آوری در ارتباط با بازار کار در مقاطع سه گانه را بررسی می‌نماییم. ارائه الگوهای اشتغال در بخش صنعت و نشان دادن نقش شاخص‌های علم و فن آوری در آن، مباحث بعدی خواهد بود. در انتها نیز ضمن جمع بندی نهایی، سیاست‌های پیشنهادی را ارائه می‌دهیم.

مقدمه

فن آوری در ابتدا به طور غریزی و برای سازگار شدن انسان با محیط طبیعی به وجود آمد و مبتنی بر

* 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. برای آگاهی، نگاه کنید به: وحیدی (۱۳۷۸).
* کارشناس دفتر امور پژوهشی سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور

آزمایش و خطا بود. به تدریج، با جمع شدن تجربیات و دانش به دست آمده، علم پدید آمد. امروز علم برای ایجاد پیشرفت در فن آوری به کار می‌رود و فن آوری خود به منبعی برای توسعه علم تبدیل شده است. به عبارت بهتر، علم پایه‌های اساسی پیشرفت فن آوری را پدید می‌آورد و کوشش برای یافتن راه حل‌های فن آورانه برای پاسخ به نیازها، انجام پژوهش‌های علمی را موجب گردیده و علم توسعه می‌یابد. بنابراین، علم و فن آوری به یکدیگر پیوند خورده‌اند و همراه با یکدیگر نقش تعیین کننده‌ای را در توسعه اقتصاد نوین بازی می‌کنند.

به طور کلی، دو دیدگاه در مورد فن آوری وجود دارد:

۱. در دیدگاه اول، فن آوری منشأ ثروت، سلامت و ابزاری قدرتمند برای غلبه بر طبیعت و جامعه تلقی می‌شود.

۲. در دیدگاه دوم، فن آوری عاملی قابل تردید است که انسان را به برده تبدیل کرده، مشاغل را از بین برده، محیط زیست را تخریب کرده و ارزش‌های اجتماعی را کاهش داده است. این دیدگاه‌ها، هر یک مبتنی بر بخشی از واقعیت است. از یک سوی، استفاده نادرست از فن آوری جوامع را به سوی فاجعه‌ای انسانی می‌کشاند، از سوی دیگر، توسعه بیشتر جوامع انسانی تنها از طریق به کارگیری فن آوری میسر است. به هر حال، آنچه غیر قابل تردید است، آن است که نقش فن آوری در طول زمان تغییر کرده است. در آغاز، تقاضا برای فن آوری، که به تدریج افزایش می‌یافت، ناشی از فشار رشد تکاملی اجتماعی بود. حال آن که در حال حاضر، فن آوری، که مبتنی بر علم است، در حال تغییرات شدید است و به نیروی محرک تغییرات اجتماعی تبدیل شده است. به سخن دیگر، فن آوری در فرایند توسعه اقتصادی و اجتماعی از یک پیرو به یک رهبر تبدیل شده است.

برخلاف علم، فن آوری کاملاً بین‌المللی نیست، زیرا به عواملی بستگی دارد که در مکان‌ها و زمان‌های مختلف تغییر می‌کند. نگرش افراد جامعه که حاصل وقایع تاریخی است، کمیابی نسبی منابع، و اشتیاق سیاسی که تعیین کننده هدف‌های کلی و کمی هر جامعه است، و نیز نظام پاداش^۱ برای توسعه مبتنی بر فن آوری، از جمله عوامل مذکور هستند. به طور کلی، فن آوری عاملی مستقل و غیروابسته نیست، بلکه ابزاری برای حل مشکلات است و این به مصرف‌کنندگان فن آوری بستگی

دارد که از آن چگونه استفاده کنند، برای حل چه مشکلی از آن بهره گیرند و آن مشکل را چگونه حل کنند.^۱

در هر حال، تأثیر علم و فن آوری بر جنبه‌های مختلف زندگی اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جوامع مختلف غیرقابل تردید است. یکی از ابعاد این تأثیر، تأثیر علم و فن آوری بر بازار کار و یکی از مؤلفه‌های اصلی آن تقاضای نیروی کار و اشتغال است. در این مقاله، می‌کوشیم تا تأثیر مذکور را بر سطح اشتغال در بخش صنعت در ایران بررسی نماییم. گفتنی است که بخش صنعت در این پژوهش در برگیرنده بخش‌های صنعت ساخت، معدن، برق، گاز، آب و ساختمان است. برای این منظور، ابتدا مباحث نظری و پژوهش‌های تجربی در جهان را مرور خواهیم کرد. سپس به طور خلاصه، شاخص‌های نشان‌دهنده وضعیت علم و فن آوری را معرفی می‌کنیم. آن‌گاه تحول شاخص‌های علم و فن آوری در ارتباط با شاخص‌های بازار کار در بخش صنعت در مقاطع ۱۳۵۵، ۱۳۶۵ و ۱۳۷۵ را بررسی می‌نماییم. در نهایت، با استفاده از توابع هم‌بستگی تأثیر شاخص‌های علم و فن آوری بر اشتغال را با استفاده از اطلاعات دوره ۱۳۵۰-۱۳۷۵ مشخص و تحلیل می‌کنیم.^۲ در پایان نیز پیشنهادهایی برای به‌کارگیری نتایج این پژوهش در ارتقای سطح اشتغال در ایران ارائه می‌نماییم. فرضیه‌های اصلی این پژوهش، به شرح زیر است:

۱. تحولات مثبت علم و فن آوری، موجب کاهش سطح کل تقاضای نیروی کار در بخش صنعت می‌شود.
۲. تحولات مثبت علم و فن آوری، موجب افزایش سطح تقاضای نیروی کار ماهر و متخصص در بخش صنعت می‌شود.

مروری بر نظریات و تجربیات جهانی

آیا تغییرات علمی و فن آوری موجب بیکاری پایدار می‌گردد؟ این پرسشی است که اغلب در مورد

۱. نگاه کنید به: سازمان ملل متحد (۱۹۸۹).

۲. اطلاعات کمی مورد استفاده در این پژوهش را از منابع فارسی که در پایان مقاله نام برده‌ایم، گرفته‌ایم. این اطلاعات، در وحیدی (۱۳۷۸) به صورت یک مجموعه به پیوست آمده است.

نوآوری‌های جدید یا خرید و انتقال فن‌آوری به هر کشور مطرح می‌گردد. بحث‌های مربوط به بیکاری ناشی از فن‌آوری^۱ با انتشار اطلاعات مربوط به بهره‌وری در سال ۱۹۲۶ شروع شد. از این زمان است که به طور گسترده‌ای بحث می‌شود که افزایش بهره‌وری ممکن است علت افزایش بیکاری باشد. نظریه غالب در میان اقتصاد دانان تا اواخر سال‌های ۱۹۲۷-۱۹۲۸، عمدتاً به دلیل تسلط نظریات ژان باتیست سه و قانون معروف او، یعنی عرضه موجد تقاضاست، این بود که بیکاری ناشی از تغییرات فن‌آوری پدیده‌ای موقت است و کارگران بیکار شده در نتیجه به کارگیری فن‌آوری، دوباره جذب کار خواهند شد. اما در سال‌های ۱۹۳۱ تا ۱۹۳۳، بحث‌های نظری عمیقی، به ویژه از سوی اقتصاد دانانی نظیر توگول،^۲ هانسن^۳ و داگلاس^۳ صورت گرفت که در مجموع چنین بود: نبود انعطاف پذیری‌های لازم می‌تواند مانع جذب مجدد نیروی کار بیکار شده در جریان به کارگیری فن‌آوری جدید باشد.

پس از سال ۱۹۳۳، بحث‌های نظری فروکش کرد، اما بحث‌های تجربی ادامه یافت. در دهه ۱۹۳۰ مطالعاتی دربارهٔ تأثیر تغییرات فن‌آوری، نرخ‌های تغییر شغل، تجربهٔ کارگران بیکار شده در نتیجه وجود فن‌آوری جدید، و کشش تقاضا برای محصولات مختلف (که به نظر می‌رسید در فرایند تعدیل شرایط، جدی و اساسی است) انجام شد. در دهه ۱۹۵۰، ارتباط بین خودکار کردن وسایل و بیکاری مورد توجه قرار گرفت که تا دهه ۱۹۶۰ ادامه یافت. در اواخر دهه ۱۹۵۰ میلادی اصطلاح "بیکاری ساختاری" در مقابل بیکاری ناشی از ناکافی بودن تقاضا قرار گرفت. به هر حال، احتیاج به بحث نظری زیادی وجود نداشت. آنچه اهمیت داشت، اهمیت نسبی هریک از دو نوع بیکاری مذکور، یعنی بیکاری ساختاری و بیکاری ناشی از ناکافی بودن تقاضا بود که سیاست‌های خاص خود را ایجاد می‌کرد. بدین سان، نظرات متفاوت بسیاری در این زمینه مطرح شده است. اما در بسیاری از موارد، این خوش بینی وجود داشته است که اقتصاد این قدرت را دارد که نیروی کار بیکار شده در نتیجه به کارگیری فن‌آوری جدید را دوباره جذب نماید.^۴

1. Tugwell

2. Hansen

3. Douglas

۴. نگاه کنید به: ویزل (۱۹۹۷).

اما در ۲۰ سال گذشته، شاهد نرخ بالای بیکاری در کشورهای مختلف بوده‌ایم. در بسیاری از بنگاه‌های اقتصادی، شرایط بازار کار و نبود مهارت‌های مورد نیاز به عنوان موانعی برای پذیرش فن آوری جدید مورد اشاره قرار می‌گیرد، به ویژه در صورتی که این فن آوری مکمل مهارت باشد یا به عبارت دیگر بهره‌برداری از فن آوری جدید مستلزم وجود نیروی انسانی ماهر و متخصص باشد. در یک بررسی نظری با استفاده از الگوی جستجوی استاندارد^۱ ارتباط بیکاری و فن آوری بررسی شده است.^۲ در این بررسی، دو گروه بنگاه اقتصادی در نظر گرفته شده است. در گروه اول، هیچ نوع تغییرات فن آوری صورت نمی‌گیرد و از فن آوری موجود استفاده می‌شود. اما در گروه دوم، ماشین آلات جدیدی به کار گرفته می‌شود. در این بررسی، نشان می‌دهند که بنگاه‌های اقتصادی فعال در شرایط تعادل حاضر نیستند برای فن آوری جدید و مهارت‌های جدید سرمایه‌گذاری نمایند، زیرا انتظار دارند نیروی کار آنها در آینده در رابطه با فن آوری جدید به نیروی کار غیرماهر تبدیل بشوند. به علاوه، افزایش نرخ تغییر شغل در نتیجه انتخاب فن آوری جدید، باعث می‌شود جامعه و بنگاه‌های اقتصادی رغبتی به پذیرش فن آوری جدید نداشته باشند. بنابراین، در یک اقتصاد غیرمتمرکز، سرمایه‌گذاری در فن آوری جدید بسیار محدود می‌گردد، و در نتیجه، مشاغل کافی ایجاد نشده و نرخ بیکاری به شدت افزایش می‌یابد.

بنابراین، به نظر می‌رسد در شرایط تعادل، تغییرات فن آوری قابل ملاحظه‌ای صورت نگیرد یا تمایل برای ایجاد چنین تغییراتی کم باشد و بیکاری، ناشی از تمایل محدود بنگاه‌ها برای تغییر فن آوری است. اما در صورتی که تغییرات فن آوری صورت گیرد، تأثیر آن بر اشتغال مثبت است و آن را افزایش می‌دهد. به عبارت دیگر، تغییرات فن آوری، نه تنها عامل افزایش بیکاری نیست، بلکه آن را کاهش می‌دهد.

در یک بررسی تاریخی در بخش صنعت در دوره ۱۹۰۹-۱۹۴۰ مشخص شده است که در آمریکا صنایع تخصصی‌تر (مستلزم آموزش بیشتر) در سال ۱۹۴۰ عموماً در دوره ۱۹۰۹-۱۹۱۹ بیشتر سرمایه‌بر بوده‌اند؛ آنها، هم در سال ۱۹۰۹ و هم در سال ۱۹۱۹ به کارگران تولیدی خود مزد بیشتری

نیز پرداخته‌اند که می‌تواند حاکی از ماهرتر بودن نیروی کار آنها نسبت به دیگر صنایع باشد. از سوی دیگر، صنایع تخصصی‌تر در سال ۱۹۴۰ که در سال‌های ۱۹۰۹ و ۱۹۱۹ سرمایه‌بر نبوده‌اند، اغلب محصولات جدید روز (مانند وسایل الکترونیکی، تجهیزات اداری و هواپیما) را تولید می‌کردند. همچنین در این بررسی مشخص شده که نسبت ذخیره سرمایه به تعداد مزدبگیران در سال‌های ۱۹۰۹ و ۱۹۱۹ به طور مثبتی با آموزش کارگران در سال ۱۹۴۰ بستگی دارد. به بیان دیگر، هرچه صنایع بیشتر سرمایه‌بر بوده‌اند و هر چه رشد ذخیره سرمایه آنها (که نشانه‌ای از به کارگیری فن آوری است) بیشتر بوده، نیروی کار آموزش دیده‌تر و متخصص‌تری را در ۲۰ سال بعد در استخدام داشته‌اند.^۱ بنابراین، به نوعی، فن آوری و نیروی کار ماهر، مکمل یکدیگر بوده‌اند و فن آوری، ساختار مهارتی نیروی کار را متحول نموده است.

در بررسی دیگری، مشخص شده است که ساختار مهارتی نیروی کار آمریکا در دهه ۱۹۸۰ به شدت تغییر کرده و سهم کارکنان ماهر و متخصص، به تبع تغییر تقاضای نیروی کار افزایش یافته است. دو عامل در این مورد مؤثر شناخته شده است:

۱. باز شدن اقتصاد آمریکا و افزایش بازرگانی خارجی

۲. تغییرات فن آوری

با توجه به موضوع پژوهش ما، از شرح عامل اول در می‌گذریم و به تأثیر عامل دوم می‌پردازیم. در این جا لازم است توجه کنیم فن آوری از نظر نیاز به مهارت، یا میزان مهارت خواهی فن آوری، متفاوت است. مثال‌های زیر، این نکته را روشن می‌کند:

۱. رایانه‌های شخصی - این فن آوری احتیاج به مهارت‌های مخصوص به خود دارد و کارکنان

ماهر با استفاده از آن در مشاغل خود بهره‌ورتر از گذشته فعال خواهند بود. این نوع فن آوری را اصطلاحاً فن آوری مهارت خواه عمقی^۲ می‌نامند.

۲. ریبات‌ها - این فن آوری احتیاج به مهارت دارد و کارگران ماهر با استفاده از آن بسیار کارا تر از کارگران غیرماهری خواهند بود که همان کار را انجام می‌دهند. این فن آوری باعث می‌شود بسیاری از

۱. نگاه کنید به: گلدین و کاتز (۱۹۹۶).

کارهایی که قبلاً بسیار عادی بود به کارهای پیچیده‌ای تبدیل شود. این نوع فن آوری را اصطلاحاً فن آوری مهارت خواه سطحی^۱ می‌نامند.

۳. ابتکارها - یک ابتکار ممکن است باعث شود کارایی همه کارکنان به طور متناسبی افزایش یابد، اما هیچ تغییری در مهارت‌ها ایجاد نشود. در چنین حالتی فن آوری خنثی از نظر مهارت^۲ وجود دارد.

۴. فن آوری‌های جدید مهارت کاه - برای مثال، راه‌اندازی خطوط مونتاژ می‌تواند تغییراتی را به زیان نیروی کار ماهر و به نفع نیروی کار غیرماهر ایجاد کند. در این صورت، به دلیل وجود کارهای تکراری در خط تولید نیروی کار غیر ماهر بهره‌ورتر از نیروی کار ماهر در انجام کاری مشخص انجام وظیفه می‌کند. بنابراین، جای‌گزین آن می‌گردد.

بنابراین، به کارگیری انواع متفاوت فن آوری از طریق تغییر تقاضای نیروی کار ماهر و غیرماهر، آثار متفاوتی بر ساختار مهارتی برجای می‌گذارد. مطالعات اخیر در مورد تجربه آمریکا در صنایع مختلف در دهه ۱۹۸۰ نشان می‌دهد که تغییرات چشم‌گیر فن آوری موجب شده تقاضا برای کارگران تولیدی (بدون مهارت یا کم مهارت) شدیداً کاهش یابد، در حالی که تقاضا برای کارگران ماهر افزایش یافته یا بدون تغییر باقی مانده است. تحلیل‌های اقتصادسنجی اخیر نیز نشان داده است که نرخ سرمایه‌گذاری در رایانه یا شکل‌های دیگر "سرمایه اطلاعاتی" و نسبت هزینه‌های تحقیق و توسعه به فروش، بر ترکیب مهارتی نیروی کار صنایع تأثیر مثبت داشته است. این تحلیل‌ها و نیز بررسی‌های موردی دیگر هر دو، این فرضیه را تأیید کرده‌اند که تغییرات فن آوری تابع تقاضای نسبی نیروی کار ماهر را به سمت راست انتقال داده است. این یافته‌ها همچنین نشان دهنده تغییر فن آوری‌ها از فن آوری‌های عمقی یا خنثی به فن آوری‌های سطحی است یعنی فن آوری‌هایی که متضمن جایگزین شدن کارگران ماهر به جای کارگران غیرماهر برای انجام وظیفه‌ای مشابه است.^۳

بررسی دیگری که در مورد چهار کشور تازه صنعتی شده جنوب شرقی آسیا، یعنی کره جنوبی، تایوان، هنگ کنگ و سنگاپور، و میزان پیشرفت آنها در تولیدات الکترونیکی صورت گرفته، نشان

1. Extensive Skill - Based Technology

2. Skill - Neutral Technology

۳. نگاه کنید به: جانسون (۱۹۹۷)؛ دامز و همکاران (۱۹۹۷).

می‌دهد که چگونه کشورهای مذکور به تدریج توانسته‌اند با مشابه سازی فن‌آوری به مرحله طراحی تولید و تحقیق و توسعه و تولید کالاهای الکترونیکی دست یابند. در مورد کره در بررسی کارخانه انام، تغییرات فن‌آوری کارخانه مذکور به چهار مرحله تقسیم شده و مهارت‌های مورد نیاز آن که در نهایت منجر به تغییر ساختار مهارتی اشتغال در آن گردیده، به شرح زیر، بیان شده است:

۱. مرحله اول از ۱۹۶۸ تا ۱۹۸۰ - در این دوره، هنر مونتاژ تراشه تجربه شده است. در این دوره، مهندس فرایند چندان مورد نیاز نبوده و مهارت‌های مربوط به نگهداری و تعمیر تجهیزات به کار گرفته شده است.

۲. مرحله دوم از ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۵ - در این دوره، توانایی‌های مهندسی داخلی تقویت گردیده است؛ صنعت تراشه جهش نموده و فنون مونتاژ خودکار معرفی شده است. در این دوره، بخش مهندسی و تحقیق و توسعه کارخانه شروع به کار کرد و مهارت‌های مورد نیاز آن پرورش یافته است.

۳. مرحله سوم از ۱۹۸۵ تا ۱۹۸۸ - مشخصه این دوره، به کارگیری ماشین آلات در نهاده‌های جدید و تسریع آموزش‌های داخلی^۱ است. در این دوره، مهارت‌های مربوط به کنترل و تخصص‌های عالی لازم برای افزایش کیفیت و قابلیت اعتماد محصولات، به مهارت‌های قبلی افزوده گردیده است.

۴. مرحله چهارم از ۱۹۸۸ به بعد - در این دوره، کارخانه انام به موقعیت ممتازی در جهان دست یافته و متخصص بسته‌های تراشه در جهان شد. در این مرحله، آموزش^۲ توانایی‌های مربوط به خلاقیت و نوآوری تولید^۳ در دستور کار کارخانه قرار گرفت و تخصص‌هایی در این زمینه در ساختار اشتغال آن وارد شد.^۱

بنابراین، با تحول فن‌آوری، ساختار مهارتی شاغلان کارخانه انام متحول گردید و به تدریج مهارت‌ها و تخصص‌های پیچیده‌تر به تخصص‌های قبلی افزوده گردید یا جای‌گزین آنها شد. به طور کلی، در بررسی‌های نظری و تجربی مشخص می‌شود:

۱. علم و فن‌آوری از طریق افزایش بهره‌وری تأثیراتی را به صورت افزایش بیکاری در جامعه دارند. اما این تأثیرات موقتی است و اقتصاد این قدرت را دارد که افراد بیکار شده را دوباره جذب نماید.
۲. در صورت نبود تغییرات فن‌آوری چشم‌گیر، ابعاد بیکاری افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر،

تغییرات فن آوری دارای تأثیر مثبت بر اشتغال است و بیکاری را کاهش می‌دهد.
 ۳. ساختار مهارتی کارکنان در بخش صنعت، در نتیجه به کارگیری فن آوری متحول می‌گردد و سهم کارکنان ماهر و متخصص افزایش می‌یابد.

شاخص‌های علم و فن آوری

دانشمندان و پژوهشگران برای بررسی تأثیر علم و فن آوری بر ابعاد مختلف فعالیت‌های اقتصادی از شاخص‌های متفاوتی استفاده کرده‌اند. در این قسمت، ابتدا شاخص‌های مذکور را معرفی می‌کنیم و سپس به شاخص‌های علم و فن آوری به کار رفته در این پژوهش، به صورت خلاصه، اشاره می‌نماییم.

نسبت شاغلان تحقیق و توسعه به کل شاغلان: نظر فیچربرگ

براساس نظر فیچربرگ، کشورها یا مناطق مختلف از فن آوری به دو طریق بهره‌مند می‌شوند. اول، از طریق ابتکار که تلاش‌های تحقیق و توسعه، نشان‌دهنده سطح آن است. دوم، اشاعه فن آوری از طریق الگوبرداری و تقلید فن آوری‌های بسیار پیش‌رفته‌ای که قبلاً در کشوری دیگر مورد استفاده قرار گرفته است. گرچه فعالیت‌های تحقیق و توسعه به عنوان معیاری برای تلاش‌های مربوط به ابتکار و نوآوری در نظر گرفته می‌شود، اما این فعالیت‌ها برای الگوبرداری و تقلید نیز اهمیت زیادی دارد. زیرا الگوبرداری موفق نیز بدون وجود سطحی از فعالیت تحقیق و توسعه امکان‌پذیر نیست. بنابراین، فیچربرگ شاخص نسبت شاغلان درگیر در فعالیت‌های تحقیق و توسعه به کل نیروی کار در هر بنگاه اقتصادی را به عنوان شاخص فن آوری آن بنگاه معرفی می‌کند و آن را در بررسی‌های بعدی خود در نظر می‌گیرد.^۱

نسبت هزینه‌های تحقیق و توسعه به تولید ناخالص ملی: نظر گوئل و رم

گوئل و رم در پژوهشی برای نشان دادن تأثیر مخارج تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی به "ذخیره

دانش^۱ اشاره می‌کنند و آن را در کنار ذخیره سرمایه (K) و کار (L) از جمله عوامل تولید بر می‌شمارند. در بررسی آنها، تغییرات ذخیره دانش با I_R نشان داده می‌شود که با اختلاف ذخیره دانش در هر سال (R) نسبت به سال قبل یا هزینه تحقیق و توسعه در هر سال برابر است. در این بررسی، رشد اقتصادی (ΔY) تابعی است از نسبت تغییرات ذخیره دانش به کل تولید (I_R/Y)^۲.

$$\Delta Y = f(\Delta I, I_K/Y, I_R/Y)$$

هزینه تولید واحد به قیمت عوامل: نظر هیکسین

هیکسین، پیشرفت فنی در هر صنعت را تابعی از کاهش نسبی هزینه واحد^۳ به قیمت عوامل می‌داند و آن را به صورت زیر تعریف می‌کند:

$$T = \sum_j \beta_j \pi_j$$

که در آن، T میزان پیشرفت فنی و π کاهش نسبی هزینه واحد به قیمت عوامل است. در این تابع، تغییرات فنی به طور کلی مورد نظر است و تأثیر آن بر اشتغال مشخص نیست. به عبارت دیگر، کیفیت فن آوری به کار رفته به لحاظ جای‌گزین نیروی کار ماهر یا جای‌گزین نیروی کار غیرماهر هیچ اهمیتی ندارد و فقط به پیشرفت در هر بخش یا هر صنعت هویت می‌بخشد.^۴

تابع مذکور، به لحاظ نظری برای ملحوظ داشتن اهمیت هر یک از انواع پیش گفته فن آوری، به صورت زیر، قابل تعمیم است:

$$T = \sum_j \beta_j (\pi_k + \pi_u)_j$$

که در آن، π_u کاهش نسبی هزینه واحد ناشی از صرفه جویی هزینه توسط فن آوری کار اندوز از نوع کار غیرماهر و ساده و π_k کاهش مذکور توسط فن آوری کار اندوز از نوع کار ماهر است.

1. Stock of Knowledge

۲. نگاه کنید به: گوئل و رم (۱۹۹۴).

3. Unit Cost

۴. نگاه کنید به: جونز و انگرمن (۱۹۹۶). جونز و انگرمن در مقاله پژوهشی خود به الگوی هیکسین اشاره کرده‌اند.

نسبت ارزش خرید فن آوری به ارزش افزوده: نظر آنتونلی

نسبت ارزش خرید فن آوری به ارزش افزوده، یکی از شاخص‌های فن آوری است که در بررسی انجام شده توسط آنتونلی به کار رفته است. آنتونلی به منظور نشان دادن تأثیر فن آوری اطلاعات بر رشد خدمات بازرگانی و افزایش بهره‌وری کل آن، از شاخص مذکور استفاده کرده است.^۱

ساختار مهارتی: نظر گلدین و کاتز

پیشرفت‌های اخیر در فن آوری باعث شده است بسیاری از پژوهشگران نتیجه بگیرند فن آوری و سرمایه انسانی مکمل یکدیگرند. براساس تحلیل گلدین و کاتز، صنایع کارخانه‌ای از تولیدات کارگاهی به تولید در کارخانه‌های مکانیکی ساده، مونتاژ، و در نهایت، خطوط تولید مداوم و فرایندهای دسته‌ای^۲ تبدیل شده‌اند. تولیدات صنعتی، دارای دو مرحله است:

الف) مرحله نصب ماشین آلات و نگهداری آنها

ب) مرحله تولید یا مونتاژ محصول

در مرحله اول، یعنی نصب و نگهداری ماشین آلات، همیشه نیروی کار ماهر و آموزش دیده مورد نیاز است، و بنابراین، مکمل آن تلقی می‌گردد. اما در مرحله تولید یا مونتاژ، ممکن است از نیروی کار غیرماهر نیز بهره‌گرفت. به طور کلی، صنایع سرمایه برتر و صناعی که دارای رشد بیشتر موجودی سرمایه هستند، نیروی کار دارای آموزش‌های بالاتر را استخدام می‌کنند. براین اساس، می‌توان نسبت نیروی کار ماهر و متخصص از کل نیروی کار را نیز به عنوان شاخصی از سطح فن آوری در نظر گرفت.^۳

نسبت تسهیلات زندگی به جمعیت: نظر گلدین و کاتز

تغییرات فن آوری در تمام ابعاد زندگی افراد در جامعه قرن بیستم خود را نشان می‌دهد. در تحلیل

۱. نگاه کنید به: آنتونلی (۱۹۹۷).

گلدین و کاتز، مشخص شده است که در سال ۱۹۰۵ تنها ۱۰ درصد از خانوارهای آمریکایی دارای برق بوده‌اند. این رقم در سال ۱۹۲۵ به ۵۰ درصد رسید. در سال ۱۹۰۵ تنها ۱۰ درصد از نیروی اسب بخار کارخانه‌های صنعتی از برق گرفته می‌شد، در حالی که در سال ۱۹۲۵ به ۷۰ درصد رسید. در سال ۱۹۰۹، آلومینیوم مورد استفاده در هواپیما، رادیو و یخچال برقی کلاً ماده‌ای ناشناخته بود. در سال ۱۹۲۱ تنها یک ایستگاه رادیویی وجود داشت در حالی که این رقم در سال ۱۹۲۷ به ۶۸۱ ایستگاه رسید.^۱ پیشرفت‌های امروزی در زمینه فن‌آوری، اساساً قابل مقایسه با سال‌های گذشته نیست. ماشین حساب، دستگاه کپی، ماشین تایپ، لوازم فنی برقی و تجهیزات رایانه‌ای، از جمله فن‌آوری‌هایی است که به طور معمول مورد استفاده جوامع مختلف قرار می‌گیرد. بنابراین، نسبت تسهیلات زندگی به جمعیت یا درصدی از جمعیت که از تسهیلات مختلف زندگی استفاده می‌کنند نیز از شاخص‌های نشان‌دهنده سطح فن‌آوری است.

بررسی نظریه‌های مختلف در ارتباط با عوامل مشخص‌کننده علم و فن‌آوری نشان می‌دهد که شاخص‌ها و متغیرهای متعدد و متنوعی وجود دارد که هر یک وجهی و جنبه‌ای از علم و فن‌آوری را در جامعه مشخص می‌کند. این شاخص‌ها بعضاً به وجوه انسانی علم و فن‌آوری توجه دارند. نظریه‌های فیچر برگ و گلدین و کاتز عمدتاً بر وجوه انسانی علم و فن‌آوری تأکید دارند. در برخی دیگر از نظریات، هزینه مورد توجه است. گوئل و رم و هیکسین به این بُعد توجه داشته‌اند که دو نظریه پرداز اول به هزینه‌های مستقیم تحقیق و توسعه و دیگری به هزینه واحد تولید اشاره می‌کنند. خرید فن‌آوری، عامل سومی است که آنتونلی بدان اهمیت می‌دهد و آن را در ارتباط با ارزش افزوده معیار سنجش علم و فن‌آوری می‌شناسد. و بالاخره، جنبه سخت‌افزاری علم و فن‌آوری، جنبه دیگری است که گلدین و کاتز بدان پرداخته‌اند و به تسهیلات زندگی اشاره می‌کنند.

به طور کلی، هر یک از ابعاد فوق‌بخشی از واقعیت علم و فن‌آوری را نشان می‌دهد و مجموعه آنها می‌تواند تصویر گویایی از علم و فن‌آوری در هر جامعه را نشان دهد. بنابراین، در این بررسی، کوشیده‌ایم تا براساس نظریات فوق و همچنین اطلاعات مکمل، شاخص‌های علم و فن‌آوری ایران را با توجه به محدودیت‌های آماری و اطلاعاتی طراحی کنیم. شاخص‌های علم و فن‌آوری در ایران در

پنج گروه، به شرح زیر، طبقه‌بندی شده است:

۱. شاخص‌های معرف هزینه واحد تولید: این شاخص‌ها نشان‌دهنده تأثیر فن‌آوری بر هزینه تولید هر واحد از کالاها و خدمات است.
 ۲. شاخص‌های معرف کاربرد علم و فن‌آوری در تولید: این شاخص‌ها، وضعیت تولید کشور را از لحاظ جذب علم و فن‌آوری نشان می‌دهد.
 ۳. شاخص‌های معرف خرید فن‌آوری: این شاخص‌ها، نشان‌دهنده میزان خرید فن‌آوری و تجهیز کشور و بنگاه‌های اقتصادی و اجتماعی به وسایل و ابزارهای مختلف است.
 ۴. شاخص‌های معرف پیشرفت کلی علم و فن‌آوری: این شاخص‌ها، پیشرفت کلی علم و فن‌آوری را نشان می‌دهد.
 ۵. شاخص‌های معرف کاربرد عمومی علم و فن‌آوری: این شاخص‌ها نشان‌دهنده سطح به کارگیری وسایل و تجهیزات مختلف زندگی در سطح عمومی است.^۱
- شاخص‌های علم و فن‌آوری و بازار کار در جدول ۱ آمده است.

تحول علم و فن‌آوری در ارتباط با بازار کار در مقاطع سه‌گانه

شاخص‌های علم و فن‌آوری در بررسی ارتباط بین شاخص‌های مذکور و وضعیت بازار کار در مقاطع سه‌گانه ۱۳۵۵، ۱۳۶۵ و ۱۳۷۵ در بخش صنعت به شاخص‌های معرف هزینه واحد تولید، شاخص‌های معرف خرید فن‌آوری و شاخص معرف کاربرد علم و فن‌آوری در تولید محدود گردیده است. زیرا دو گروه شاخص‌های دیگر، یعنی شاخص‌های معرف پیشرفت کلی علم و فن‌آوری و شاخص‌های معرف کاربرد عمومی فن‌آوری، ماهیت بخشی ندارند و در سطح بخش‌های مختلف قابل تعریف نیستند. شاخص‌های بازار کار نیز به گروه شاخص‌های معرف ساختار مهارتی محدود شده است و شاخص‌های نرخ مشارکت، نرخ اشتغال و نرخ بیکاری به دلیل ماهیت کلان نگر آنها، از تحلیل حذف گردیده است.

۱. برای آگاهی از نحوه محاسبه این گروه از شاخص‌های علم و فن‌آوری، نگاه کنید به: وحیدی (۱۳۷۸)، جدول‌های ۲۹ تا ۳۲ ضمیمه).

جدول ۱. شاخص‌های علم و فن آوری و اشتغال

کلان	بخش صنعت	
		متغیرهای بازار کار
L	LI	کل شاغلان
EL	EI.I	شاغلان دارای آموزش عالی
PL	PI.I	شاغلان مشاغل تخصصی
		شاخص‌های علم و فن آوری
		هزینه واحد تولید
LY	LI.YI	نسبت شاغلان به ارزش افزوده
KY	KI.YI	نسبت موجودی سرمایه به ارزش افزوده
		کاربرد علم و فن آوری در تولید
ELY	EI.I.YI	نسبت شاغلان دارای آموزش عالی به ارزش افزوده
PLY	PI.I.YI	نسبت شاغلان مشاغل تخصصی به ارزش افزوده
MTY	-	نسبت ارزش واردات علم و فن آوری به کل ارزش افزوده ^۱
		خرید فن آوری
IL	III.I	نسبت سرمایه گذاری به شاغلان
IEL	III.EI.I	نسبت سرمایه گذاری به شاغلان دارای آموزش عالی
IPL	III.PI.I	نسبت سرمایه گذاری به شاغلان مشاغل تخصصی
IEL	-	نسبت سرمایه گذاری در ماشین آلات به شاغلان
IEEL	-	نسبت سرمایه گذاری در ماشین آلات به شاغلان دارای آموزش عالی
IEPL	-	نسبت سرمایه گذاری در ماشین آلات به شاغلان مشاغل تخصصی
		پیشرفت کلی علم و فن آوری
MTM	-	نسبت ارزش واردات علم و فن آوری به کل واردات
ETY	-	نسبت ارزش صادرات علم و فن آوری به کل ارزش افزوده
ETE	-	نسبت ارزش صادرات علم و فن آوری به کل صادرات
ETMT	-	نسبت ارزش صادرات علم و فن آوری به واردات علم و فن آوری
RDY	-	نسبت هزینه‌های تحقیق و توسعه به تولید ناخالص داخلی
		کاربرد عمومی علم و فن آوری
PF	-	درصد جمعیت دارای کلیه تسهیلات زندگی

۱. محصولاتی مانند ماشین آلات و دستگاه‌های مکانیکی و برقی، محصولات صنایع شیمیایی و نظایر آنها به عنوان محصولات دارای عنصر علم و فن آوری در نظر گرفته شده است. برای آگاهی از جزئیات، 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.

شاخص‌های نماینده هزینه واحد تولید

شاخص‌های مذکور و مقدار کمی آن در جدول ۲ آمده است. شاخص نسبت نیروی کار شاغل به ارزش افزوده در دوره ۱۳۵۵-۱۳۶۵ افزایش یافته است. اما افزایش آن در دوره ۱۳۶۵-۱۳۷۵ متوقف گردیده است. البته با وجود کاهش این شاخص در دوره دوم بررسی، سطح شاخص در سال ۱۳۷۵ همچنان بالاتر از سطح آن در سال ۱۳۵۵ است. به عبارت روشن‌تر، در سال ۱۳۵۵، برای تولید یک صد میلیون ریال ارزش افزوده ۴۲ نفر مشغول به کار بوده‌اند که در سال‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۷۵ به ۸۳ نفر و ۷۳ نفر رسیده است. به سخن دیگر، برای تولید یک واحد محصول (یا معادل ارزشی آن یک صد میلیون ریال محصول) نیروی کار بیشتری به کار رفته و هزینه تولید در ارتباط با نیروی کار افزایش یافته است.

شاخص نسبت موجودی سرمایه به ارزش افزوده، شاخص دیگری است که از طریق آن تحول هزینه‌های مربوط به سرمایه در تولید قابل بررسی است. نسبت مذکور در دوره ۱۳۵۵-۱۳۶۵ به شدت افزایش یافته و از حدود ۵۳ درصد به ۱۲۷ درصد رسیده است (بیش از دو برابر). به بیان دیگر، برای تولید صد واحد ارزش افزوده در سال ۱۳۵۵، ۵۳ واحد موجودی سرمایه لازم بوده است، حال آن که این رقم در سال ۱۳۶۵ به ۱۲۷ واحد افزایش یافته است. شاخص مذکور در سال ۱۳۷۳ کاهش یافته و به ۱۰۳ درصد رسیده است، یعنی برای ایجاد ۱۰۰ واحد ارزش افزوده ۱۰۳ واحد موجودی سرمایه به کار رفته است. با وجود کاهش نسبت مذکور در دوره ۱۳۶۵-۱۳۷۳ سطح این شاخص در سال ۱۳۷۳ هنوز بالاتر از سطح آن در سال ۱۳۵۵ است. این ارقام، نشان می‌دهد که هزینه تولید از بابت مصرف سرمایه نیز در دوره مورد بررسی افزایش یافته است و این افزایش در دوره ۱۳۵۵-۱۳۶۵ بسیار شدید بوده است. بنابراین، از این جهت نیز می‌توان گفت هزینه واحد تولید افزایش و سطح علم و فن‌آوری در کشور نزول کرده است.

شاخص‌های معرف خرید فن آوری

اطلاعات کمی مربوط به سرمایه‌گذاری در ماشین آلات در بخش صنعت موجود نیست. بنابراین، شاخص‌های کلی‌تر معرف خرید فن آوری، یعنی نسبت کل سرمایه‌گذاری به کل شاغلان و نسبت کل سرمایه‌گذاری به شاغلان دارای آموزش عالی و شاغلان مشاغل تخصصی در این مورد بررسی می‌شود.

نسبت سرمایه‌گذاری به کل شاغلان در دوره ۱۳۵۵-۱۳۷۳ حرکتی U شکل داشته است. به عبارت دیگر، شاخص مذکور در دوره ۱۳۵۵-۱۳۶۵ به شدت کاهش یافته و از ۴۳۰ هزار ریال به ۱۱۰ هزار ریال رسیده، از آن پس سیر صعودی یافته و به ۱۸۰ هزار ریال در سال ۱۳۷۳ افزایش یافته است. بنابراین، به‌طور کلی، این شاخص معرف خرید فن آوری، کاهش یافته و افزایش سال‌های آخر دوره بررسی نیز در سطحی پایین‌تر از سال ۱۳۵۵ قرار دارد.

شاخص دیگر معرف خرید فن آوری، نزول سطح فن آوری را با شدت بیشتری نشان می‌دهد. در دوره بررسی شده، تجهیز شاغلان دارای آموزش عالی به شدت افت کرده و از حدود ۳۰ میلیون ریال در سال ۱۳۵۵ با کاهش مداوم به ۵/۴ میلیون ریال (یعنی تقریباً یک ششم) در سال ۱۳۷۳ رسیده است. همچنین نسبت سرمایه‌گذاری به شاغلان مشاغل تخصصی روندی کاهنده داشته و از ۱۶/۵ میلیون ریال در سال ۱۳۵۵ به ۴/۵ میلیون ریال در سال ۱۳۷۳ رسیده است. گفتنی است که در دوره مورد بررسی، سهم سرمایه‌گذاری از ارزش افزوده در بخش صنعت از ۱۸/۳ درصد در سال ۱۳۵۵ به ۹ درصد در سال ۱۳۶۵ رسیده و با کاهش حدود ۹ درصد در دوره ۱۳۵۵-۱۳۶۵ مواجه گردیده است. توجه به سرمایه‌گذاری در بخش مذکور در سال‌های ۱۳۶۵-۱۳۷۳ منجر به افزایش نسبت گفته شده به حدود ۱۳ درصد گردیده است اما این نسبت همچنان کمتر از مقدار آن در سال ۱۳۵۵ است. بنابراین، شاخص‌های معرف خرید فن آوری در ۱۸ سال منتهی به سال ۱۳۷۳، نشان‌دهنده کاهش شدید سطح فن آوری در دوره ۱۳۵۵-۱۳۶۵ و ارتقای محدود آن در دوره ۱۳۶۵-۱۳۷۳ است. در نتیجه، می‌توان چنین برداشت کرد که در دوره بررسی شده، سطح علم و فن آوری از این نظر، به طور کلی، کاهش یافته است.

جدول ۲. شاخص‌های علمی و فن‌آوری و بازار کار در بخش صنعت ایران** (به قیمت ثابت سال ۱۳۶۱)

روند تحول	۱۳۶۵	۱۳۶۵	۱۳۶۵
شاخص‌های علمی و فن‌آوری			
نماینده هزینه واحد تولید			
نیروی کار شاغل به ارزش افزوده (نفر - میلیون ریال)	۰/۷۳	۰/۸۳	۰/۴۳
نسبت موجودی سرمایه به ارزش افزوده (درصد)	۱۰۲/۸*	۱۲۶/۷۳	۵۲/۹۳
مصرف خرید فن‌آوری			
نسبت سرمایه‌گذاری به کل شاغلان (میلیون ریال)	۰/۱۸*	۰/۱۱	۰/۴۳
نسبت سرمایه‌گذاری به شاغلان دارای آموزش عالی (میلیون ریال)	۵/۳۵*	۶/۸۷	۳۹/۵۹
نسبت سرمایه‌گذاری به شاغلان متوسطه (میلیون ریال)	۴/۵*	۴/۳	۱۶/۵
سهم سرمایه‌گذاری از ارزش افزوده (درصد)	۱۲/۹*	۹/۴	۱۸/۳
مصرف کاربرد علمی و فن‌آوری در تولید			
نیروی کار شاغل دارای آموزش عالی به ارزش افزوده (نفر - میلیون ریال)	۰/۵۲۸	۰/۱۴	۰/۵۶
شاخص‌های بازار کار			
سهم شاغلان شاغل تخصصی از کل شاغلان (درصد)	۴/۳	۲/۶	۲/۶
سهم شاغلان دارای آموزش متوسطه از کل شاغلان (درصد)	۱۳/۳	۹/۱	۱/۷
سهم شاغلان دارای آموزش عالی از کل شاغلان (درصد)	۳/۸	۱/۷	۱/۵

* ارقام به سال ۱۳۳۳ مربوط می‌شود

** شامل صنعت ساخت از جمله نفت، معدن، برق، گاز، آب و ساختمان.

شاخص معرف کاربرد علم و فن‌آوری در تولید

در دوره ۱۳۵۵-۱۳۷۵، کاربرد نیروی کار دارای آموزش عالی در تولید نیز افزایش یافته است. به طوری که ارقام نشان می‌دهد، در سال ۱۳۵۵، برای تولید هر یکصد میلیون ریال ارزش افزوده ۰/۶ نفر اشتغال داشته‌اند که این رقم به ۱/۴ نفر و ۲/۸ نفر، به ترتیب، در سال‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۷۵ افزایش یافته است. بنابراین، با توجه به این که نسبت نیروی کار دارای آموزش عالی، از جمله عوامل مهم نشان دهنده به کارگیری علم و فن‌آوری در تولید و دیگر فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی به شمار می‌رود، سطح علم و فن‌آوری، به تبع افزایش نسبت مذکور در کشور افزایش یافته است.

تحول متغیرها و شاخص‌های بازار کار

متغیرهای اصلی بازار کار در ارتباط با موضوع پژوهش، عبارتند از تعداد کل شاغلان بخش صنعت، تعداد کل شاغلان دارای آموزش عالی در این بخش و همچنین تعداد شاغلان مشاغل تخصصی بخش صنعت. مقدار کمی متغیرهای مذکور در جدول ۳ مشخص شده است. تعداد کل شاغلان بخش صنعت در دوره ۲۰ سال منتهی به سال ۱۳۷۵، به طور متوسط ۲ درصد و شاغلان دارای آموزش عالی و شاغلان مشاغل تخصصی بخش مذکور در همان دوره، به ترتیب، ۷ درصد و ۴/۷ درصد رشد کرده‌اند. بنابراین، به طور کلی، تقاضا برای افراد ماهر و متخصص به طور نسبی بیش از نیروی کار ساده بوده است. این امر، موجب ایجاد تحولات ساختاری در نیروی کار شاغل در این بخش گردیده است.

جدول ۳. تعداد کل شاغلان و شاغلان متخصص در بخش صنعت (هزارنفر)

متوسط رشد ۲۰ ساله	۱۳۷۵	۱۳۶۵	۱۳۵۵	
۲	۴۴۷۳	۲۸۳۶	۳۰۲۵	کل شاغلان
۷	۱۶۹	۴۷	۴۴	شاغلان دارای آموزش عالی
۴/۷	۱۹۳	۷۳	۷۹	شاغلان مشاغل تخصصی

بررسی شاخص‌های مهارتی در بخش صنعت (جدول ۲) نیز نشانگر نکته یادشده است. به طوری که در دوره بررسی شده، سهم شاغلان دارای مشاغل تخصصی از کل شاغلان ۱/۷ درصد و سهم شاغلان دارای آموزش عالی ۲/۳ درصد افزایش یافته است (از ۲/۶ به ۴/۳ و از ۱/۵ به ۳/۸). نکته قابل توجه، اهمیت یافتن نیروی کار دارای تحصیلات متوسطه است که تحول مثبتی را در تقاضا برای این سطح از مهارت‌ها در بخش صنعت نشان می‌دهد، به طوری که سهم شاغلان دارای این سطح از آموزش در ۲۰ سال منتهی به سال ۱۳۷۵، ۱۱/۵ درصد افزایش یافته است و از ۱/۷ درصد به ۱۳/۲ درصد رسیده است.

ارزیابی فرضیه‌های تحقیق در مقاطع سه گانه

نتایج بررسی تحول شاخص‌های معرف سطح علم و فن‌آوری در ارتباط با بازار کار در بخش صنعت در جدول ۴ خلاصه شده است.

بررسی شاخص‌های معرف هزینه واحد تولید در دوره بررسی شده، به‌طور کلی، نشان دهنده افزایش هزینه واحد تولید و کاهش سطح فن‌آوری در کشور در دوره ۱۳۵۵-۱۳۷۵ است. اما بررسی متغیرهای بازار کار، حاکی از افزایش کل تقاضا و کل تقاضای کارکنان ماهر و متخصص است. بنابراین، بررسی تحولات شاخص‌های معرف هزینه واحد تولید در ارتباط با تحول شاخص‌های بازار کار، نشان دهنده حرکت ناهمسوی تحولات علمی و فن‌آوری و تحولات بازار کار از بعد کل تقاضای نیروی کار ماهر و متخصص است. به سخن دیگر، با کاهش سطح علم و فن‌آوری در بخش صنعت، کل تقاضا و تقاضای نیروی کار ماهر و متخصص، اعم از کارکنان دارای آموزش متوسطه و عالی و کارکنان مشاغل تخصصی افزایش یافته است. افزون بر این، ساختار شاغلان در جهت افزایش سهم شاغلان ماهر و متخصص تحول یافته است. بنابراین، فرضیه اول پژوهش حاکی از تغییرات ناهمسوی علم و فن‌آوری و کل تقاضا تأیید می‌شود، زیرا با کاهش سطح علم و فن‌آوری، سطح کل تقاضا افزایش یافته است. اما فرضیه دوم رد می‌شود، زیرا تحولات منفی در علم و فن‌آوری، کاهش سطح تقاضای نیروی کار ماهر و متخصص و عدم تغییر ساختارهای مهارتی یا تغییر ساختار مذکور در جهت ارتقای سهم نیروی کار ساده را در پی نداشته است.

جدول ۴. روند کلی شاخص‌ها، سطح فن آوری و نتیجه آزمون فرضیه‌ها در بخش صنعت

شاخص‌های علم و فن آوری		شاخص‌های بازار کار	
نوع شاخص	روند کلی شاخص	سطح علم و فن آوری	نوع شاخص
نتیجه	روند کلی شاخص	نوع شاخص	نتیجه
هزینه واحد	افزایش	کاهش	تعداد کل شاغلان
			افزایش
			روند کلی شاخص
			نتیجه
خرید فن آوری	کاهش شدید	کاهش	تعداد کل شاغلان
	- افزایش محدود		افزایش
			روند کلی شاخص
			نتیجه
کاربرد علم و فن آوری	کاهش شدید	کاهش	تعداد کل شاغلان
	- افزایش		افزایش
			روند کلی شاخص
			نتیجه

بررسی شاخص دیگر معرف سطح علم و فن آوری، یعنی خرید فن آوری نیز حاکی از کاهش شدید آن در دوره ۱۳۵۵-۱۳۶۵ و ارتقای محدود آن در دوره پس از آن است. اما بررسی متغیرها و شاخص‌های بازار کار، نشان دهنده افزایش کل تقاضای کار در بخش، افزایش کل تقاضای نیروی انسانی متخصص دارای آموزش عالی و همچنین تحول ساختار بازار کار به سوی افزایش سهم شاغلان دارای تخصص‌ها و مهارت‌هاست. نتایج فوق، حاکی از آن است که در تجربه ایران، فرضیه اول، یعنی تأثیر کاهنده تحولات مثبت علم و فن آوری بر کل تقاضای نیروی کار (تغییرات ناهمسوی علم و فن آوری و سطح تقاضا) قابل تأیید است، زیرا تحولات منفی در سطح فن آوری، همراه با افزایش تقاضای نیروی کار بوده است. اما تجربه مذکور در جهت تأیید فرضیه دوم نیست و با وجود کاهش سطح فن آوری، هم تقاضای نیروی کار ماهر و متخصص و هم سهم شاغلان متخصص از کل

شاغلان افزایش یافته است.

بررسی شاخص نشان دهنده کاربرد علم و فن آوری در بخش صنعت نیز نشان می‌دهد روند تحولات در ارتباط با شاخص‌های بازار کار، مشابه شاخص‌های معرف خرید فن آوری است، و بنابراین، نتایج عیناً تکرار می‌گردد.

به طور کلی، روند کلی شاخص‌های علم و فن آوری در بخش صنعت، حاکی از آن است که اساساً سطح علم و فن آوری در کشور، در دوره بررسی شده، کاهش یافته است. حال آن که شاخص‌ها و متغیرهای بازار کار، نشان دهنده افزایش سطح کل تقاضای نیروی کار و تقاضای نیروی کار متخصص، اعم از کسانی که دارای آموزش عالی هستند یا مشاغل تخصصی را اشغال کرده‌اند، می‌باشد. بنابراین، فرضیه اول این پژوهش، براساس تجربه ایران تأیید و فرضیه دوم رد می‌گردد. به عبارت دیگر، در بخش صنعت، سطح تقاضای کل نیروی کار تغییراتی را در جهت مخالف سطح علم و فن آوری نشان داده و با کاهش آن، دیگری افزایش یافته است. اما در بخش مذکور با کاهش سطح علم و فن آوری، کل شاغلان مشاغل تخصصی و نیز شاغلان دارای آموزش عالی کاهش نیافته و ساختار تقاضای کار در جهت افزایش سهم شاغلان غیر متخصص تحول نیافته است.

آیا این نتایج که مبتنی بر اطلاعات کمی مقاطع سه گانه است، می‌تواند در بلند مدت تعمیم داده شود؟ برای پاسخ دادن به این پرسش، در قسمت بعدی این مقاله کوشیده‌ایم با تعریف توابع رگرسیونی و استفاده از داده‌های آماری دوره ۱۳۵۰-۱۳۷۵ به نتایج مطمئن تری دست یابیم.

الگوی اشتغال در بخش صنعت و نقش علم و فن آوری^۱

الگوی کلی اشتغال

متغیرها، ضریب‌ها و آماره‌های الگوی اشتغال در بخش صنعت در جدول ۵ مشخص شده است. در بخش مذکور، با وارد شدن شاخص‌های معرف علم و فن آوری، متغیرهای ارزش افزوده (Y) و

۱. برای آگاهی از مقادیر کمی شاخص‌های علم و فن آوری در دوره ۱۳۵۰-۱۳۷۵، نگاه کنید به وحیدی (۱۳۷۸).

حداقل حقوق و دستمزد (W) با ضریب‌هایی منطبق با نظریه‌های اقتصادی همچنان در الگو باقی می‌مانند. همچنین ۸ متغیر نشان دهنده جنبه‌های مختلف علم و فن آوری در الگو ظاهر می‌گردند که نشان دهنده تأثیر علم و فن آوری بر سطح اشتغال در بخش صنعت (LI) است. بررسی ضریب‌های شاخص‌های علم و فن آوری مؤثر بر سطح اشتغال در بخش صنعت، نتایج زیر را به دست می‌دهد.

۱. تنها شاخص نماینده هزینه واحد تولید در الگو، یعنی نسبت موجودی سرمایه به ارزش افزوده در بخش صنعت (KIYI) با علامت مثبت در الگو ظاهر می‌شود. به عبارت دیگر، با افزایش این شاخص (یا کاهش سطح علم و فن آوری) سطح اشتغال در بخش افزایش می‌یابد.

جدول ۵. متغیرها، ضریب‌ها و آماره‌های الگوی اشتغال در بخش صنعت

متغیر	مقدار ضریب	آماره t
YI	۰/۴۴	۱۵/۷
W	-۰/۵۸	-۱/۵
KIYI	۹۳۳/۴	۹/۹
ELIYI	۶۳۴۲۶/۳	۷/۹
MTY	۵۲۷۶/۹	۴/۰
RDY	-۱۶۷۹۵۷/۹	-۳/۵
PF	۱۷/۹	۳/۴
ETY	-۱۱۲۶۶۵/۳	-۳/۴
ETMT	۱۵۹۸/۷	۲/۰
MTM	۶۵۹/۴	۲/۵
R ²	۹۹/۶	-
n	۲۳	-

۲. شاخص‌های معرف کاربرد علم و فن آوری در تولید، یعنی نسبت نیروی کار شاغل دارای آموزش عالی به ارزش افزوده در بخش صنعت (ELIYI) و نسبت ارزش واردات فن آوری به ارزش افزوده (MTY) هر دو به صورت مثبت در الگو ظاهر می‌شوند. به بیان دیگر، ارتقای سطح شاخص‌های مذکور و افزایش سطح علم و فن آوری، موجب افزایش سطح اشتغال در بخش صنعت می‌گردد.

۳. شاخص معرف کاربرد عمومی فن آوری (PF) نیز با ضریب مثبت بر سطح اشتغال در بخش صنعت مؤثر است و با ارتقای آن سطح اشتغال افزایش می‌یابد.

۴. شاخص‌های معرف پیشرفت کلی علم و فن آوری، یعنی RDY (نسبت هزینه تحقیق و توسعه) و ETY (نسبت ارزش صادرات فن آوری به ارزش افزوده) با ضریب منفی و شاخص‌های FTMT (نسبت ارزش صادرات فن آوری به ارزش واردات فن آوری) و MTM (نسبت ارزش واردات فن آوری به کل واردات) با ضریب مثبت بر سطح اشتغال در بخش صنعت تأثیر می‌گذارد.

۵. شاخص‌های معرف خرید فن آوری، هیچ‌گونه تأثیری بر سطح اشتغال در بخش صنعت ندارند و اساساً در الگو ظاهر نمی‌شوند.

۶. در یک جمع‌بندی کلی، از مجموع ۸ شاخص معرف سطح علم و فن آوری، ارتقای سطح علم و فن آوری بر اساس ۳ متغیر، موجب کاهش سطح اشتغال در بخش صنعت می‌گردد و ارتقای سطح علم و فن آوری بر اساس ۵ متغیر دیگر، سطح اشتغال را در بخش مذکور افزایش می‌دهد. بنابراین، می‌توان گفت که براساس اطلاعات به کار رفته در پژوهش، ارتقای سطح علم و فن آوری، موجب افزایش سطح اشتغال شده و برخلاف نتایج حاصل از بررسی انجام شده در مقاطع سه‌گانه فرضیه اول پژوهش رد می‌گردد.

الگوی اشتغال متخصصان

در بخش صنعت، الگوی ارتباط بین سطح شاغلان دارای آموزش عالی (FI.I) و متغیرهای علم و فن آوری نشان می‌دهد که علاوه بر ارزش افزوده بخش صنعت و حداقل حقوق و دستمزد (با ضریب مثبت)، ۶ شاخص علم و فن آوری نیز بر E.LI مؤثرند. ضریب‌ها و آماره‌های این الگو در جدول ۶

مشخص گردیده است. بررسی الگوی مذکور، نشان می‌دهد که:

۱. شاخص LIYI (نسبت شاغلان بخش صنعت به ارزش افزوده در این بخش) که از جمله شاخص‌های نماینده هزینه واحد تولید است، به صورت منفی بر سطح اشتغال تأثیر می‌گذارد. به بیان دیگر، ارتقای سطح علم و فن‌آوری در ارتباط با این شاخص با افزایش تقاضای نیروی کار شاغل دارای آموزش عالی همراه است.

۲. شاخص III.I (نسبت سرمایه‌گذاری در بخش صنعت به نیروی کار در همین بخش) از جمله شاخص‌های خرید فن‌آوری سرانه است که بر سطح اشتغال افراد دارای آموزش عالی مؤثر است. این شاخص، با ضریب منفی تأثیر می‌گذارد و نشان می‌دهد که با ارتقای علم و فن‌آوری، سطح اشتغال شاغلان دارای آموزش عالی کاهش می‌یابد.

۳. شاخص ELIYI (نسبت شاغلان دارای آموزش عالی در بخش صنعت به ارزش افزوده در بخش مذکور) که از جمله شاخص‌های نشان دهنده مصرف فن‌آوری (بعد نرم‌افزار آن) در تولید است، دارای تأثیر مثبت بر سطح شاغلان دارای آموزش عالی است. بنابراین، ارتقای سطح علم و فن‌آوری از این بعد، ارتقای سطح اشتغال شاغلان دارای آموزش عالی را در بخش صنعت به همراه دارد.

۴. شاخص MTY (نسبت ارزش واردات فن‌آوری به ارزش افزوده) که نشان دهنده میزان فن‌آوری بر بودن تولیدات (یا کاربرد علم و فن‌آوری در تولید) در کشور است، دارای تأثیر مثبت بر سطح اشتغال شاغلان دارای آموزش عالی است. از این نظر نیز ارتقای سطح علم و فن‌آوری، افزایش سطح شاغلان دارای آموزش عالی در بخش صنعت را به همراه دارد.

۵. از میان شاخص‌های معرف پیشرفت کلی علم و فن‌آوری، شاخص ETF (نسبت ارزش صادرات فن‌آوری به صادرات) و MTM (نسبت واردات فن‌آوری به واردات) بر سطح اشتغال شاغلان دارای آموزش عالی مؤثر است و تأثیر هر دو شاخص مذکور به صورت مثبت است. بنابراین، ارتقای سطح علم و فن‌آوری، از این لحاظ، موجب ارتقای سطح اشتغال شاغلان دارای آموزش عالی می‌گردد.

جدول ۶. متغیرها، ضریب‌ها و آماره‌های الگوی اشتغال شاغلان دارای آموزش عالی در بخش صنعت

متغیر	مقدار ضریب	آماره t
YI	۰/۰۰۸	۷/۰
W	۰/۰۹	۱۱/۰
LIYI	-۳۱/۴	-۴/۷
ILI	-۴۱/۵	-۳/۱
ELIYI	۵۳۷۸/۹	۲۹/۰
MTY	۱۵۰/۷	۴/۲
ETE	۲۲/۸	۲/۰
MTM	۴۵/۵	۶/۲
R ²	۹۹/۸	-
n	۲۴	-

۶ شاخص معرف کاربرد عمومی فن آوری (PF) هیچ تأثیری را بر سطح اشتغال شاغلان دارای آموزش عالی نشان نمی‌دهد.

۷. در جمع‌بندی کلی، براساس الگوی به دست آمده براساس اطلاعات آماری به کار رفته در پژوهش پنج شاخص از مجموعه شش شاخص علم و فن آوری مؤثر بر E.I.I به طور مثبت بر اشتغال شاغلان دارای آموزش عالی مؤثر واقع گردیده‌اند، و بنابراین، فرضیه ۲، حاکی از این که ارتقای سطح علم و فن آوری موجب افزایش تقاضای نیروی کار متخصص می‌گردد، تأیید می‌شود.

در بررسی دیگری، الگوی اشتغال شاغلان مشاغل تخصصی در بخش صنعت نشان می‌دهد که هفت شاخص از مجموعه شاخص‌های علم و فن آوری بر سطح اشتغال شاغلان مذکور مؤثر است. ضریب‌ها و آماره‌های مربوط به این الگو در جدول ۷ مشخص گردیده است. بررسی شاخص‌های علم

و فن آوری و نحوه تأثیر آنها بر PLI موارد زیر را نشان می‌دهد:

۱. هر دو شاخص معرف هزینه واحد تولید یعنی نسبت نیروی کار بخش صنعت به ارزش افزوده آن (LIYI) و نسبت موجودی سرمایه بخش مذکور به ارزش افزوده آن (KIYI) بر سطح اشتغال شاغلان مشاغل تخصصی مؤثر است. هرچند تأثیر شاخص اول به صورت منفی و تأثیر شاخص دوم به صورت مثبت است. بنابراین، در ارتباط با شاخص‌های این گروه از متغیرهای علم و فن آوری نمی‌توان نحوه تأثیر علم و فن آوری بر سطح اشتغال شاغلان مشاغل تخصصی را به طور مشخص بیان کرد.

۲. یکی از شاخص‌های خرید سرانه فن آوری، یعنی نسبت سرمایه‌گذاری به نیروی کار در بخش صنعت (III.I) بر سطح اشتغال شاغلان مشاغل تخصصی مؤثر است و این تأثیر به صورت مثبت است، یعنی با افزایش آن که نشان دهنده ارتقای سطح علم و فن آوری است، سطح شاغلان مذکور افزایش می‌یابد.

۳. یکی از شاخص‌های معرف کاربرد علم و فن آوری در تولید، شاخص نرم‌افزاری آن، یعنی E:LIYI یا نسبت شاغلان دارای آموزش عالی به ارزش افزوده در بخش صنعت به طور مثبت بر سطح اشتغال شاغلان مشاغل تخصصی تأثیر دارد. به بیان دیگر، با ارتقای سطح این شاخص و ارتقای سطح علم و فن آوری سطح اشتغال شاغلان مشاغل تخصصی در بخش صنعت افزایش می‌یابد.

۴. سه شاخص از مجموعه شاخص‌های معرف پیشرفت کلی علم و فن آوری، یعنی ETE, RDY و EFGMT نیز بر سطح اشتغال شاغلان مشاغل تخصصی در بخش صنعت مؤثر هستند و جهت این تغییر نیز به شکلی است که با ارتقای سطح علم و فن آوری سطح اشتغال شاغلان مشاغل تخصصی افزایش می‌یابد. زیرا شاخص‌های اول و سوم به صورت مثبت و شاخص دوم به صورت منفی در الگو ظاهر شده‌اند.

۵. شاخص معرف کاربرد عمومی علم و فن آوری، یعنی PF، هیچ‌گونه تأثیری را بر سطح اشتغال شاغلان مشاغل تخصصی نشان نمی‌دهد.

ع در یک جمع بندی کلی، پنج شاخص از مجموعه شاخص‌های علم و فن آوری مؤثر بر سطح

PLI (هفت شاخص) نشان می‌دهد که ارتقای سطح علم و فن‌آوری در بخش صنعت با افزایش اشتغال شاغلان مشاغل تخصصی در این بخش همراه است، و بنابراین، فرضیه ۲ تأیید می‌گردد.

جدول ۷. متغیرها، ضریب‌ها و آماره‌های الگوی اشتغال شاغلان مشاغل

تخصصی در بخش صنعت

متغیر	مقدار ضریب	آماره t
YI	۰/۰۰۶	۳/۶
LIYI	-۱۱۴/۹	-۸/۶
KIYI	۶۷/۳	۱۴/۹
III.I	۵۲/۶	۳/۶
ELIYI	۵۴۸۰/۶	۱۵/۹
RDY	۸۶۸۳/۳	۴/۶
ETE	-۵۵/۱	-۲/۲
ETMT	۶۵/۹	۲/۱
R ²	۹۹/۷	-
n	۲۴	-

در تحلیل نهایی ازالگوه‌های اشتغال شاغلان دارای آموزش عالی و شاغلان مشاغل تخصصی مشخص می‌گردد که براساس اطلاعات به کار رفته در پژوهش، ۱۰ شاخص از مجموعه ۱۳ شاخص علم و فن‌آوری مؤثر در دو الگو، به صورتی ظاهر شده‌اند که نشان می‌دهند با ارتقای سطح علم و فن‌آوری، سطح اشتغال متخصصان افزایش می‌یابد، و بنابراین، فرضیه ۲ تأیید می‌گردد.

جمع‌بندی و تحلیل نهایی

شاخص‌های علم و فن‌آوری مؤثر بر سطح کل اشتغال، شاغلان دارای آموزش عالی و شاغلان

مشاغل تخصصی و جهت تأثیر آنها در جدول ۸ مشخص گردیده است. عامل اصلی توضیح دهنده سطح کل اشتغال، ارزش افزوده یا کل تولید بخش صنعت و حداقل حقوق و دستمزد است. اما ۱۰ شاخص معرف علم و فن آوری نیز در الگوهای سه گانه اشتغال ظاهر گردیده‌اند. بررسی شاخص‌های مذکور، موارد زیر را نشان می‌دهد:

جدول ۸. تأثیر شاخص‌های علم و فن آوری بر اشتغال در بخش صنعت

شاغلان مشاغل تخصصی	شاغلان دارای آموزش عالی	کل اشتغال	
+	+	+	YI
	+	-	W
-	-		LIYI
+		+	KIYI
+	-		IILI
+	+	+	ELIYI
	+	+	MTY
+		-	RDY
		-	ETY
+		+	ETMT
-	+		ETE
	+	+	MTM
		+	PF

۱. شاخص‌های نماینده هزینه واحد تولید دارای تأثیرات متفاوتی بر سطح اشتغال هستند. به عبارت روشن‌تر، نسبت نیروی کار به ارزش افزوده در بخش صنعت دارای تأثیر منفی بر سطح

اشتغال شاغلان متخصص، اعم از دارای آموزش عالی یا مشاغل تخصصی است و نشان می‌دهد که با ارتقای سطح علم و فن آوری (یا کاهش شاخص مذکور)، سطح اشتغال متخصصان افزایش می‌یابد. اما نسبت ذخیره سرمایه به ارزش افزوده تأثیر معکوسی را نشان می‌دهد و با کاهش آن (یا افزایش سطح علم و فن آوری) سطح اشتغال در کل و سطح اشتغال شاغلان مشاغل تخصصی کاهش می‌یابد.

۲. به کارگیری نیروی انسانی دارای آموزش عالی در تولید، موجب افزایش سطح اشتغال می‌شود. شاخص نسبت شاغلان دارای آموزش عالی به نیروی کار شاغل در بخش مذکور (E:L:YI) مبین این امر است. این شاخص که ارتقای آن به مفهوم ارتقای سطح علم و فن آوری است، در هر سه الگوی ضریب مثبت ظاهر گردیده است و نشان می‌دهد که ارتقای سطح علم و فن آوری همراه با افزایش سطح اشتغال در کل و در میان متخصصان در بخش صنعت است.

۳. تنها شاخص کاربرد علم و فن آوری در تولید که در الگوها ظاهر شده، شاخص نسبت واردات کالاهای دارای عنصر علم و فن آوری (MTY) است که افزایش آن همراه با افزایش کل اشتغال و شاغلان دارای آموزش عالی در بخش صنعت است و تغییرات همسوی علم و فن آوری و اشتغال در این بخش را نشان می‌دهد.

۴. دو شاخص از مجموعه شاخص‌های معرف پیشرفت کلی علم و فن آوری، یعنی نسبت صادرات کالاهای دارای عنصر علم و فن آوری به واردات کالاهای مذکور (E:TM) و نسبت واردات کالاهای دارای عنصر علم و فن آوری به کل واردات (MTM) دارای تأثیرات مثبت بر سطح اشتغال هستند. هر دو شاخص بر سطح کل اشتغال تأثیر مثبت دارند، در حالی که شاخص اول بر کل اشتغال مشاغل تخصصی و شاخص دوم بر کل اشتغال شاغلان دارای آموزش عالی نیز اثر مثبت بر جای می‌گذارد و نشان دهنده همراه بودن ارتقای سطح علم و فن آوری با افزایش سطح اشتغال در بخش صنعت است. به بیان دیگر، گسترش صادرات و واردات کالاهای دارای عنصر علم و فن آوری، موجب افزایش سطح اشتغال در بخش صنعت می‌گردد.

۵. به طور کلی، باید اشاره کرد که در مجموع، در سه الگوی برآورد شده، شاخص‌های علم و

فن‌آوری ۱۵ بار به طور مثبت و ۶ بار به طور منفی ظاهر شده‌اند که حاکی از تأثیر مثبت ارتقای علم و فن‌آوری بر سطح اشتغال در بخش صنعت است. شاخص‌های مذکور ۵ بار به طور مثبت و ۳ بار به طور منفی در الگوی کل اشتغال و ۱۰ بار به طور مثبت و ۳ بار به طور منفی در الگوهای متخصصان بخش صنعت ظاهر شده‌اند. بنابراین، به طور کلی، فرضیه اول پژوهش مبنی بر این که با ارتقای سطح علم و فن‌آوری سطح کل اشتغال در بخش صنعت کاهش می‌یابد، رد می‌شود و فرضیه دوم حاکی از وجود ارتباط همسو بین سطح علم و فن‌آوری و سطح اشتغال متخصصان تأیید می‌گردد.

سیاست‌های پیشنهادی

با توجه به نتایج این پژوهش، به طور کلی، پیشنهاد می‌شود سیاست ارتقای سطح علم و فن‌آوری در کل کشور مورد توجه قرار گیرد، چه نتایج این پژوهش نشان می‌دهد این امر همراه با افزایش سطح اشتغال کل و نیز اشتغال متخصصان در بخش صنعت است. علاوه بر این، پیشنهادهای مشخص زیر نیز ارائه می‌شود.

الف) کل اشتغال

۱. به کارگیری کارکنان دارای آموزش عالی در بخش صنعت تسریع گردد. همان‌گونه که نتایج بررسی نشان داد، افزایش شاخص مربوط به این عامل علم و فن‌آوری (E.L.Y.I) دارای تأثیر مثبت بر سطح کل اشتغال است. قابل توجه است که در این بخش، جای‌گزینی بین نیروی کار ماهر و متخصص و نیروی کار غیر ماهر دیده نمی‌شود و شاغلان دارای آموزش عالی و سایر شاغلان مکمل یکدیگر هستند.

۲. واردات کالاهای دارای عنصر علم و فن‌آوری و به کارگیری آن در تولید کل کشور تشویق شود. افزایش شاخص‌های علم و فن‌آوری (نسبت واردات کالاهای علم و فن‌آوری به کل ارزش افزوده) و MTM (نسبت واردات کالاهای علم و فن‌آوری به کل واردات) همراه با افزایش شاغلان بخش صنعت بوده است. شایان توجه است که واردات کالاهای علم و فن‌آوری در کل کشور این تأثیر

را نشان می‌دهد و شاخص مذکور شاخص بخشی و مخصوص صنعت نیست. تعیین ساختار واردات کالاهای مذکور، مستلزم بررسی‌های دقیق‌تر بعدی است.

۳. صادرات کالاهای دارای عنصر علم و فن‌آوری در کل کشور تشویق شود. افزایش شاخص علم و فن‌آوری ETMT (نسبت صادرات کالاهای علم و فن‌آوری به واردات علم و فن‌آوری) همراه با افزایش سطح کل اشتغال در بخش صنعت است. این شاخص نیز یک شاخص کلان است و خاص بخش صنعت نیست.

۴. معرفی و به‌کارگیری تسهیلات زندگی در جامعه گسترش یابد. این عامل موجب افزایش شاخص مربوطه (PF) و ارتقای سطح اشتغال در بخش صنعت می‌شود.

۵. یکی از شاخص‌های گروه هزینه واحد تولید، یعنی نسبت موجودی سرمایه در بخش صنعت به ارزش افزوده این بخش (KIYI) دارای تأثیر مثبت بر کل اشتغال است، یعنی افزایش آن (یا کاهش سطح علم و فن‌آوری) موجب افزایش سطح اشتغال در بخش صنعت می‌شود. لازم است این عامل منفی بررسی شود و ریشه‌های آن شناسایی و حتی الامکان حذف گردند. به نظر می‌رسد در بخش صنعت به کارگیری سرمایه و تجهیزات سرمایه‌ای بیشتر برای تولید یک واحد محصول همراه با اشتغال افزون‌تر بوده است. به عبارت دیگر، شاید بتوان گفت در بخش صنعت در ایران نوعی اتلاف سرمایه، افزایش تعداد شاغلان را به همراه داشته است. این وضعیت باید مورد مطالعه جدی قرار گیرد و اصلاح شود.

۶ نسبت هزینه‌های تحقیق و توسعه به کل ارزش افزوده در کشور (RDY) که یکی از شاخص‌های کلی معرف سطح علم و فن‌آوری است و منطقاً باید دارای تأثیر مثبت بر تولید و اشتغال در بخش صنعت باشد، دارای تأثیر منفی بر سطح اشتغال در این بخش است. این پدیده نیز احتیاج به بررسی عمیق دارد.

ب) اشتغال متخصصان

۱. هزینه واحد تولید از بعد نیروی کار (LIYI) کاهش یابد. کاهش این شاخص که به مفهوم ارتقای

سطح علم و فن‌آوری در بخش است، با افزایش شاغلان متخصص، اعم از شاغلان دارای آموزش عالی و شاغلان مشاغل تخصصی همراه است. شایان توجه است که کاهش نسبی نیروی کار بخش صنعت به تولید، موجب افزایش اشتغال متخصصان می‌گردد، و از سوی دیگر، افزایش نسبی شاغلان متخصص نسبت به تولید دارای تأثیر مثبت بر اشتغال کل در بخش مذکور است (از طریق ساز و کار شاخص ELIYI) که یک دور سالم^۱ به شمار می‌رود، زیرا در این فرآیند، بهره‌وری کار افزایش یافته است.

۲. به کارگیری کارکنان متخصص در بخش صنعت نسبت به تولید تسریع گردد. زیرا ارتقای سطح شاخص مربوط به آن (ELIYI) همراه با افزایش شاغلان متخصص به طور کلی است.

۳. واردات کالاهای دارای عنصر علم و فن‌آوری در کشور مورد توجه قرار گیرد، چه ارتقای سطح شاخص‌های مربوط به آن (MTM و MTY) همراه با افزایش سطح اشتغال شاغلان دارای آموزش عالی است.

منابع

الف) فارسی

- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران. آمار حسابهای ملی. سالهای ۱۳۷۴ تا ۱۳۷۶.
- پناهی، بهرام. (۱۳۷۳). اصول و مبانی نظام تأمین اجتماعی. مؤسسه عالی پژوهش تأمین اجتماعی.
- سازمان برنامه و بودجه. (۱۳۷۶). مجموعه آماری سری زمانی آمارهای اقتصادی - اجتماعی تا سال ۱۳۷۵.
- (۱۳۶۸). عملکرد بخش تحقیقات ۱۳۵۸-۱۳۶۷. دفتر امور آموزش عالی و تحقیقات.
- برآورد جمعیت کشور سالهای ۱۳۶۷-۱۳۷۵.
- (۱۳۷۷). بررسی وضع موجود و چشم انداز آینده بخش پژوهش. دفتر امور پژوهشی.
- (۱۳۷۷). برآورد آمارهای سری زمانی اشتغال و موجودی سرمایه در بخشهای اقتصادی ایران. دفتر اقتصاد کلان.
- شورای پژوهشهای علمی کشور. گزارش ملی تحقیقات. سالهای ۱۳۷۱ تا ۱۳۷۳.
- گمرک جمهوری اسلامی ایران. آمار بازرگانی خارجی ایران. سالهای مختلف.
- مجلس شورای اسلامی. قوانین بودجه سنواتی کل کشور. سالهای مختلف.
- پیوست قانون برنامه اول توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، ۱۳۶۸-۱۳۷۲.
- مرکز آمار ایران. سرشماریهای عمومی نفوس و مسکن. سالهای ۱۳۵۵، ۱۳۶۵، ۱۳۷۵.
- آمارگیری جاری جمعیت سال ۱۳۷۰.
- (۱۳۷۶). نتایج طرح آمارگیری از فعالیتهای تحقیق و توسعه کشور.
- نتایج تفصیلی آمارگیری از هزینه و ورود درآمد خانوارهای شهری. سالهای

مختلف.

وحیدی، پریدخت. (۱۳۷۸). بررسی نقش تحولات علمی و فن‌آوری در وضعیت بازار کار. مؤسسه کار و تأمین اجتماعی. زمستان ۱۳۷۸.

ب) انگلیسی

- Acemoglu, D. (1997). Technology, Unemployment and Efficiency, *European Economic Review*. No. 41.
- Antonelli, C. (1997). *New Information Technology and the Knowledge - Based Economy*. The Italian Evidence, *Review of Industrial Organization*, Vol. 12, No. 4.
- Doms, M. et.al. (1997). Workers, Wages, And Technology. *Quarterly Journal of Economic*. Vol. CXII.
- Fagerberg, J. (1997). Technology, Growth and Unemployment Across European Region. *Regional Studies*. Vol. 31, No. 5.
- 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.
- Goldin, C. and Katz L. F. (1996). Technology, Human Capital and the Wage Structure. *The American Economic Review*. Vol. 86, No. 2.
- Hobday, M. (1994). Export - led Technology Development in the Four Dragons : The Case of Electronics. *Development and Change*. Vol. 25, No. 4.
- Johnson, G. E. (1997). Changes in Earnings Inequality : The Role of Demand Shifts. *Journal of Economic Perspective*. Vol. 11, No. 2.
- Jones, R. W. and Engerman, S.L. (1996). *Trade Theory, Economic History, and the*

Emergence of the Modern World Economy. The American Review. Vol. 86, No. 2.

U.N. (1989). *Technology Atlas Project. ESCAP.*

Woirol, G. R. (1997). Book Reviews. The Technological Unemployment and Structural Unemployment Debates. *Journal of Economic Literature. Vol. xxxv.*

منتشر شد

راهبرد توسعه
و
مدیریت اقتصاد بازار
جلد اول

ادمون مالنو و همکاران

مترجمان: مهدی یازوکی
تیمور محمدی