

آزمون نقش پیشرفت فناوری بر سهم اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی

Maryam_malakan@yahoo.com |

مریم ملکان

کارشناس ارشد اقتصاد، دانشکده اقتصاد و حسابداری
دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران.

ar.amini@iauctb.ac.ir |

علیرضا امینی

عضو هیات علمی دانشکده اقتصاد و حسابداری، دانشگاه
آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی (نویسنده مسئول).

پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۱۷

دریافت: ۱۳۹۶/۰۶/۱۵

چکیده: در سال‌های اخیر، نرخ بیکاری دانش‌آموختگان دانشگاهی با سرعتی زیاد افزایش یافته است. یکی از راهکارهای مناسب برای مقابله با این مشکل، افزایش شدت تخصص‌بری در فعالیت‌های صنعتی است. در مطالعه پیش‌رو، نقش پیشرفت فناوری بر سهم اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی (شدت تخصص‌بری) در کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر آزمون تجربی شده است. در این پژوهش، الگوی سهم شاغلان دارای تحصیلات عالی با استفاده از داده‌های پانل کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر برای سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۸۵ در سطح کدهای دو رقمی ISIC و با روش اقتصادسنجی روش اثرات ثابت برآورد شده است.

نتایج برآورد الگو، به روش حداقل مربعات عمومی تعمیم یافته (EGLS) بر این موضوع دلالت دارد که تأثیر پیشرفت فناوری در قالب شاخص‌های نسبت سرمایه تحقیق و توسعه به ارزش‌افزوده و شاخص ترکیبی کاربران رایانه و اینترنت بر سهم اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی، مثبت و معنادار است. افزون بر این، شاخص کاربری تأثیر منفی و معنادار و متغیر اندازه بنگاه، تأثیر مثبت و معنادار بر سهم اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی دارند.

کلیدواژه‌ها: پیشرفت فناوری، تخصص‌بری، کاربری، سرمایه تحقیق و توسعه، اندازه بنگاه، فناوری اطلاعات و ارتباطات.

طبقه‌بندی JEL: O33, O31, J23.

مقدمه

امروزه نیروی انسانی و به‌ویژه نیروی انسانی متخصص جایگاه خاصی در مسائل اقتصادی و به‌ویژه رشد و توسعه اقتصادی دارد. شناخت راه‌های افزایش اشتغال نیروی انسانی متخصص در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌های اقتصادی از اهمیت خاصی برخوردار است، به‌گونه‌ای که در متون اقتصادی دهه‌های اخیر، توسعه و ارتقای نیروی انسانی مورد توجه ویژه قرار گرفته است. به‌کارگیری نیروی انسانی متخصص در فرایند تولید، نقشی مهم در نوآوری، به‌کارگیری فناوری‌های نو و ارتقای توانمندی نیروی کار ساده و در نتیجه، ارتقای بهره‌وری نیروی کار و تأمین رشد اقتصادی دارد. از منظر دیگر، انتظار می‌رود با پیشرفت فناوری، سهم اشتغال نیروی کار متخصص افزایش یابد. امروزه پیشرفت فناوری می‌تواند ماهیت تولیدات یک کشور را دگرگون سازد و بهبودهای اساسی در عرصه زندگی اقتصادی و اجتماعی ایجاد کند. با توجه به تغییراتی گسترده که در تولید و ساختار اقتصادی از وضعیت سنتی به شرایط صنعتی و فراصنعتی به‌وجود آمده است، استفاده از سرمایه انسانی و به‌کارگیری متناسب مهارت‌ها در قالب سازماندهی منسجم عوامل تولید عنوان می‌شود. در ادبیات رشد اقتصادی، سرمایه‌گذاری در سرمایه انسانی و فناوری، موجب حرکت از سطوح پایین به سطوح بالای رشد با بهره‌وری بالاتر و بازدهی بیشتر می‌شود. از جنبه نظری، فناوری از دو راه بر اشتغال اثر می‌گذارد: ۱. نوآوری در فرآیند تولید که این نوع نوآوری با جابه‌جایی موجب کاهش تقاضا برای نیروی کار غیرمتخصص یا افزایش بیکاری نیروی کار غیرمتخصص می‌شود و ۲. نوآوری تولیدی که شامل تغییرات در شیوه تولید محصول و تولید محصولات جدید است و از راه آثار جبرانی با خلق فرصت‌های شغلی جدید، موجب افزایش تقاضا برای نیروی کار متخصص می‌شود (هژبر کیانی، ۱۳۸۳، ص ۱۱۷). بنابراین، پیشرفت فناوری در حالت کلی، بر سهم اشتغال نیروی کار متخصص اثر مثبت دارد؛ زیرا نیروی کار متخصص پتانسیلی بالا نسبت به نیروی کار ساده برای آموزش، پذیرش، ارتقای نوآوری و فناوری دارند و در نتیجه، می‌توانند در مقابل تغییرات فناورانه انعطاف‌پذیر بوده و قابلیت هماهنگی با آن را دارند و به تغییر ساختار اشتغال و تولید صنعتی کشور کمک بیشتری می‌توانند بکنند.

بر اساس آمارهای مرکز آمار ایران، در سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۷۵ نرخ بیکاری دانش‌آموختگان دانشگاهی از حدود ۴ درصد به ۲۰ درصد افزایش یافته است؛ در حالی که نرخ بیکاری کل نیروی کار از ۹/۱ درصد به ۱۲/۴ درصد رسیده است. بنابراین، نرخ بیکاری دانش‌آموختگان دانشگاهی حدود ۵ برابر شده است و افزون بر آن، از نرخ بیکاری افراد کم‌سواد، به‌طور چشمگیر بیش‌تر شده است. بنابراین، باید سیاست‌هایی اتخاذ شود تا نرخ بیکاری دانش‌آموختگان دانشگاهی کاهش یافته و مشارکت آن‌ها در تولید افزایش یابد

تا هم رفاه دانش‌آموختگان افزایش یابد و هم از سرمایه‌گذاری دولت و خانوارها برای تربیت نیروی انسانی دارای تحصیلات عالی استفاده بهینه شود و هم ضمن افزایش بهره‌وری، رشد اقتصادی نیز افزایش یابد. مطالعه پیش‌رو در نظر دارد به سیاستگذاران در این زمینه کمک نماید. در این راستا، عوامل مؤثر بر سهم اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی با تأکید بر پیشرفت فناوری، در سطح کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر شناسایی می‌گردد. فرضیه پژوهش اشاره دارد بر این که: «در نتیجه پیشرفت فناوری، سهم اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی افزایش می‌یابد». بنابراین، هدف اصلی پژوهش، آزمون فرضیه بالا و ارائه راهکار برای افزایش سهم اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی است.

مبانی نظری

براساس تئوری‌های مطرح شده در ادبیات، تقاضای عامل کار را می‌توان به دو گروه عمده تقسیم‌بندی نمود: دسته اول، تئوری‌های ایستای عامل کار هستند که در یک مقطع زمانی معین، وضعیت تقاضای عامل کار از سوی کارفرمایان را مورد بررسی قرار می‌دهند. در این ارتباط، مدل‌های استخراج شده از طریق حداکثر کردن سود و یا حداقل‌سازی تابع هزینه تولید کننده مورد بررسی قرار می‌گیرد. در روش حداکثرسازی سود بنگاه، تقاضای نیروی کار تابعی از قیمت محصول و دستمزد و هزینه استفاده از سرمایه به‌دست می‌آید. در روش حداقل‌سازی هزینه، تقاضای نیروی کار به‌صورت تابعی از سطح تولید، دستمزد و هزینه استفاده از سرمایه تعریف می‌شود.

دسته دوم، تئوری‌های پویای تقاضای عامل کار هستند که تقاضای عامل کار از سوی واحدهای تولیدی را طی چند دوره زمانی در نظر می‌گیرند. در رهیافت پویای تقاضای عامل کار بین تقاضای واقعی و مطلوب برای عامل کار تفاوت وجود دارد. این تفاوت به واسطه هزینه‌های تعدیل و عدم تعادل است. اگر بنگاه‌ها در طول زمان برای رسیدن به سطح مطلوب اشتغال تصمیم به تعدیل نیروی کار خود داشته باشند، باید هزینه‌های تعدیل از جمله هزینه‌های استخدام و اخراج عامل کار را بپردازند. بر این اساس، بنگاه‌ها ممکن است هزینه عدم تعادل را به علت بالا بودن هزینه‌های تعدیل بپذیرند. با توجه به این مسئله، بنگاه‌ها به دنبال حداقل کردن مجموع هزینه‌های عدم تعادل و تعدیل هستند. در رهیافت پویای تقاضای عامل کار سرعت تعدیل عامل کار به سمت مقدار مطلوب و یا بهینه مطرح می‌شود که مبین چسبندگی بازار کار است. در این رویکرد، میزان اشتغال تابعی از مقدار با وقفه اشتغال و بردار سایر عوامل مؤثر بر اشتغال در نظر گرفته می‌شود و فرم قابل تخمین تابع تقاضا به‌صورت معادله (۱) است (فرجادی، ۱۳۷۸):

$$\ln N_t = (1 - \lambda) \cdot \ln N_{t-1} + \lambda \ln f(x_t) + u_t \quad (1)$$

که در آن X_t بردار سایر متغیرهای موثر بر اشتغال مانند تولید، دستمزد و هزینه استفاده از سرمایه است.

جنبه دیگر در بررسی‌های بازار کار، در نظر گرفتن ناهمگنی بین انواع نیروی کار است. یکی از عواملی که باعث تفاوت در کیفیت نیروی کار می‌شود، سطح سواد نیروی کار است. در مطالعه پیش‌رو، هنگامی که بحث ناهمگنی نیروی کار از نظر تفاوت در سطح تحصیلات مطرح می‌شود، منظور این است که ما با دو نوع از نیروی کار روبه‌رو هستیم: نیروی کار دارای تحصیلات دانشگاهی و نیروی کار کم سواد (بدون تحصیلات عالی). تابع تولیدی که در اینجا معرفی می‌شود، دارای بافتی از یک مدل نئوکلاسیک است. یکی از الگوهایی که بیش‌تر در مباحث ناهمگنی نیروی کار مورد استفاده قرار می‌گیرد، مدل ون رینن^۱ (۱۹۹۹، ص ۴) است. در این مدل، سه مورد از عوامل متغیر، شامل نیروی کار ماهر (در اینجا دارای تحصیلات دانشگاهی) و غیرماهر (نیروی کار کم‌سواد) و مواد اولیه و دو نوع از عوامل شبه‌ثابت، شامل سرمایه فیزیکی (K) و سرمایه فناوری (R) در نظر گرفته شده است. تابع تولید، برگرفته از تابع هزینه در قالب تابع هزینه شبه‌ثابت ترانس‌لوگ است و تابع هزینه ترانس‌لوگ به صورت تابع (۲) است:

$$\ln C = a_0 + \sum_h \sum_{i=B,w,m} a_{hi} D_h \ln W_i + \sum_{i=B,w,m} \sum_{j=B,w,m} \beta_{ij} \ln W_i \ln W_j + \beta_q \ln q + \sum_{i=B,w,m} \beta_{iq} \ln W_i \ln q + \beta_k \ln K + \sum_{i=B,w,m} \beta_{ik} \ln W_i \ln K + \beta_R \ln R + \sum_{i=B,w,m} \beta_{iR} \ln W_i \ln R \quad (2)$$

که در آن، \ln مبین لگاریتم طبیعی، C هزینه‌های متغیر بنگاه، q تولید، w قیمت عوامل متغیر، اندیس B برای نیروی کار کم‌سواد (یقه آبی)، اندیس w برای نیروی کار دارای تحصیلات دانشگاهی (یقه سفید) و اندیس m مواد اولیه است. پارامترهای β اثر قیمتی خودی را منعکس می‌کند و پارامترهای β اثر هزینه کل را نسبت به قیمت‌های سایر عوامل (W)، لگاریتم تولید ($\ln q$) و لگاریتم تکنولوژی یا فناوری ($\ln R$) اندازه‌گیری می‌کند.

چون هزینه‌ها همگن از درجه یک بر حسب قیمت‌ها هستند، یک رشته از محدودیت‌های زیر وجود دارد:

$$\sum_{i=B,W,m} \beta_{ij} = \sum_{j=B,W,m} \beta_{ij} = \sum_{i=B,W,m} \sum_{j=B,W,m} \beta_{ij} = \sum_{i=B,W,m} \beta_{iR} = \sum_{i=B,W,m} \beta_{ik} \quad (3)$$

معادله (۳) به‌وسیله قیمت یکی از عوامل نرمالیزه می‌شود. اگر قیمت مواد اولیه W_m به صورت واحد نرمالیزه شود، یک تابع هزینه ترانس‌لوگ نرمالیزه‌شده که در آن هزینه (نسبت به قیمت مواد اولیه) تابعی از قیمت‌های نسبی عوامل تولید، سرمایه، فناوری و فعل و انفعالات دیگر به‌دست می‌آید. بر اساس لم شفارد، سهم هزینه (S_i) هر عامل به‌صورت توابع (۴ و ۵) محاسبه می‌شود:

$$S_B = \alpha_B + \sum_{i=B,W} \beta_B \ln(w_i/w_m) + \beta_{Bq} \ln q + \beta_{Bk} \ln K + \beta_{BR} \ln R \quad (4)$$

$$S_W = \alpha_W + \sum_{i=B,W} \beta_W \ln(w_i/w_m) + \beta_{Wq} \ln q + \beta_{Wk} \ln K + \beta_{WR} \ln R \quad (5)$$

در توابع (۴ و ۵)، سهم هزینه نیروی کار دارای تحصیلات عالی S_W و نیروی کم‌سواد S_B تابعی از سرمایه فناوری (R)، سرمایه فیزیکی (K)، تولید (q) و نسبت دستمزد دارای تحصیلات عالی و کم‌سواد به قیمت مواد اولیه است.

برای آزمون همگن بودن ساختار تولید، محدودیت زیر را تحمیل می‌کنیم (با توجه به اینکه سهم هزینه‌ها از سطح تولید و عوامل شبه‌ثابت مستقل است):

$$\beta_{iq} = -(\beta_{iR} + \beta_{ik}) \quad i = B, W \quad (6)$$

اگر این محدودیت پذیرفته شود، معادله سهم هزینه عامل کار به‌صورت معادله (۷ و ۸) ساده می‌شود:

$$S_B = \alpha_B + \sum_{i=B,W} \beta_B \ln(w_i/w_m) + \beta_{BK} \ln(K/q) + \beta_{BR} \ln(R/q) \quad (7)$$

$$S_W = \alpha_W + \sum_{i=B,W} \beta_W \ln(w_i/w_m) + \beta_{WK} \ln(K/q) + \beta_{WR} \ln(R/q) \quad (8)$$

در توابع (۷ و ۸)، نسبت‌های سرمایه فناوری و سرمایه فیزیکی به تولید و نسبت دستمزدها بر سهم هزینه عامل نیروی کار دارای تحصیلات عالی تأثیر دارند.

از منظر متغیر فناوری، اگر ضرایب $\beta_{WR} > 0$ و $\beta_{BR} > 0$ باشد، بدین معناست که با پیشرفت فناوری، سهم هزینه نیروی کار ساده و دارای تحصیلات عالی افزایش می‌یابد و در نتیجه می‌توان گفت که فناوری کاربر است. اگر $\beta_{WR} > 0$ و $\beta_{BR} < 0$ باشد، همراه با پیشرفت فناوری، سهم هزینه نیروی کار دارای عالی افزایش و سهم هزینه نیروی کار ساده کاهش می‌یابد و در نتیجه فناوری مورد استفاده در فرآیند تولید، دانش‌بر (تحصیلات‌بر) است.

اغلب برای ساده‌سازی بیش‌تر در فرموله‌کردن، ارزش افزوده (VA) به‌جای تولید مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مورد، متغیر وابسته سهم نیروی کار دارای تحصیلات عالی از کل جبران خدمات نیروی کار است و معادله (۹) نوشته می‌شود:

$$S_w = \alpha_w + \sum_{i=B,W} \beta_w \ln(w_i/w_m) + \beta_{wq} \ln(K/VA) + \beta_{wR} \ln(R/VA) \quad (9)$$

همچنین، تغییر فناوری دانش‌بر می‌تواند بر مبنای یک ضریب مثبت (β_{wR}) نشان داده شود. به‌نظر می‌رسد دادن یک اندازه عددی مشخص به سرمایه فیزیکی یا سرمایه فناوری مشکل باشد، به‌ویژه آن که به‌صورت برون‌زا میان واحدهای خرد اقتصادی متفاوت باشد. گاهی عامل سرمایه فیزیکی تغییری می‌کند و فقط اجزای سرمایه فناوری ثابت است^۱ (داگرت و گرینان، ۱۹۹۷). بر اساس الگوی (۹)، اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی و کم‌سواد در قالب یک مدل هزینه نئوکلاسیک، قیمت عوامل تولید را برون‌زا و در شرایط رقابتی در نظر می‌گیرد که یک فرض مبتنی بر انگیزه سودآوری است.

اگر کارکنان دارای تحصیلات عالی از کارکنان کم‌سواد بیشتر نوآور باشند، سهم هزینه فناوری بیش‌تر با حرکت دستمزد نسبی (نسبت به حرکت اشتغال نسبی) همبسته خواهد بود. این پایه‌ای مهم در تحلیل حرکت مقدار و قیمت عوامل می‌تواند باشد.

گفتنی است در ارتباط با مهارت‌بری (دانش‌بری) و بیکاری، اگر فناوری مهارت‌بر باشد، یک افزایش برون‌زا در موجودی سرمایه فناوری (شوک فناورانه)، تقاضا برای نیروی کار دارای تحصیلات عالی را نسبت به نیروی کار کم‌سواد افزایش خواهد داد، به‌گونه‌ای که منحنی تقاضا به بیرون انتقال می‌یابد و در نقطه تعادل، هم افزایش در دستمزد نسبی و هم افزایش در اشتغال نسبی برای گروه دارای تحصیلات عالی ایجاد می‌شود و این امر باعث ایجاد نابرابری در دستمزدهای نسبی نیروی کار دارای تحصیلات عالی و کم‌سواد می‌گردد. وجود برخی محدودیت‌های بنیادی نظیر حداقل دستمزد، حداقل سطح رفاه، اتحادیه‌های کارگری و دستمزد کارا موجب می‌شود که کاهش دستمزد نیروی کار کم‌سواد کم باشد که در این صورت افزایش در نابرابری دستمزدها کم‌تر شده و این امر منجر به بیکاری کارگران کم‌سواد می‌گردد. گفتنی است، این پدیده در کشورهای صنعتی طی ۲۰ سال گذشته رخ داده است. در بازار کار انعطاف‌پذیر آمریکا، نابرابری دستمزدها افزایش و بیکاری ثابت باقی ماند و در بازار کار به‌نسبت انعطاف‌پذیر اروپا، نابرابری دستمزدها ثابت، اما بیکاری به‌صورت نگران‌کننده‌ای افزایش پیدا کرده است.

۱. برای مثال به مطالعه (Duguet & Greenan, 1997) مراجعه شود.

فرم قابل برآورد معادله (۹) که یک جمله اختلال دارد، به صورت معادله (۱۰) است:

$$S_w = \alpha_w + \sum_{i=B,w} \beta_w \ln(w_i/w_m) + \beta_{wq} \ln(K/VA) + \beta_{wR} \ln(R/VA) + u \quad (10)$$

که متغیر u ، جزء خطای تصادفی است که می‌تواند به وسیله تصادفی بودن α_w توجیه شده باشد یا به خاطر خطای ناشی از اندازه‌گیری باشد. α_w اثر ثابت معادله‌ها را در الگو برآورد می‌کند. اثر ثابت می‌تواند ناشی از تفاوت‌های کیفی در متغیرهای مورد بررسی یا سایر عوامل باشد که بر متغیر وابسته اثر می‌گذارد؛ ولی به نوعی در الگو منظور نشده‌اند.

در مواردی که آمار جبران خدمات شاغلان بر حسب سطح سواد موجود نباشد، امکان محاسبه سهم هزینه عامل کار دارای تحصیلات عالی از کل جبران کارکنان وجود ندارد و به جای آن می‌توان از سهم شاغلان دارای تحصیلات عالی استفاده نمود. با توجه به نظام دستمزد در بازار کار ایران، رابطه‌ای مستقیم میان دستمزدها و سطح تحصیلات وجود دارد و به همین خاطر، هم‌راستایی میان دو متغیر سهم شاغلان دارای تحصیلات عالی و سهم هزینه عامل نیروی کار دارای تحصیلات عالی وجود دارد.

در ادامه، به بررسی اجمالی برخی از مطالعات تجربی مرتبط با موضوع این پژوهش پرداخته می‌شود. رینن و لوسی^۱ (۱۹۹۹) در مطالعه خود با نام «آیا فناوری به نیروی کار ماهر و غیرماهر آسیب می‌رساند» اثر فناوری را بر نیروی کار ماهر و غیرماهر بررسی کرده و نتایج این مطالعه نشان می‌دهد فناوری اثر منفی معنادار بر اشتغال و دستمزد نیروی کار غیر ماهر و اثر مثبت و معنادار بر اشتغال و دستمزد نیروی کار ماهر دارد. از نتایج دیگر، جانشینی نیروی کار ماهر و سرمایه فیزیکی است. مالدونادو و فیورواوانته^۲ (۲۰۰۸) در مقاله‌ای با نام «اثر نوآوری‌های فناورانه بر اشتغال»، اثر نوآوری بر فرایند تولید و در فرآیند محصول را بررسی می‌کنند. نتیجه این مطالعه نشان می‌دهد که نوآوری در فرایندهای تولید، اثری چشمگیر بر اشتغال ندارد، ولی نوآوری در محصول، اثر زیادی بر اشتغال دارد. اثر مثبت جبرانی رشد اشتغال ناشی از نوآوری در محصول، بیش‌تر از اثر منفی ناشی از ارتفاع از بهره‌وری است.

لکنمایر و رتمن^۳ (۲۰۱۱) در مقاله‌ای با نام «اثرات نوآوری بر اشتغال» نشان می‌دهند که نوآوری در محصول، باعث افزایش اشتغال و نوآوری در فرایندها باعث کاهش اشتغال می‌شود.

1. Reenen & Lucy
2. Maldonado & Fioravante
3. Lachenmaier & Rottman

داچز، هاد، کوهلر و پیترز^۱ (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای با نام «اثرات اشتغال ناشی از فناوری طی ادوار تجاری»، به بررسی چگونگی عکس‌العمل بنگاه‌ها در اثر فناوری و تحقیق و توسعه نسبت به ادوار تجاری پرداخته‌اند. اگر چه تاکنون به‌طور خاص تغییرات عملکرد میزان اثرگذاری فناوری و اثرات اشتغال در ادوار تجاری مورد تجزیه و تحلیل قرار نگرفته است، ولی در این مطالعه به بررسی چگونگی توانایی بنگاه‌ها در انتقال فناوری در تغییر رشد اشتغال در ادوار تجاری پرداخته شده است. تجزیه و تحلیل تجربی بر اساس مدل هریسون و همکاران^۲ (۲۰۱۴) و مشاهده‌های اشتغال ۲۳۴۰۰۰ بنگاه تولیدی در ۲۶ کشور اروپایی در دوره ۲۰۱۰-۱۹۹۸ صورت گرفته است. اشتغال در شرکت‌های نوآور، سریع‌تر از شرکت‌های غیرنوآورانه در همه مراحل چرخه کسب‌وکار رشد می‌کند. در تمام مراحل چرخه کسب‌وکار، نوآوری محصول می‌تواند همیشه رشد اشتغال را القا کند. در مقابل، روند رشد اشتغال و نوآوری سازمانی به سمت افزایشی چشمگیر در بهره‌وری (و کاهش بعدی در رشد اشتغال یک شرکت) در طول دوره رونق و رکود اشاره می‌کند. نوآوران محصول به‌شدت تقاضای محصول جدید در طول همه مراحل چرخه کسب‌وکار به دست می‌آورند. تقاضای محصول جدید تا حدی جایگزین تقاضا برای محصولات قدیمی و باعث کاهش رشد اشتغال ناشی از نوآوری محصول می‌شود. مهم‌تر از آن، زیان کاهش اشتغال در طول دوره رکود برای نوآوران محصول بسیار کوچک‌تر از غیرنوآوران محصول به‌دلیل رشد تولید محصولات جدید در سطح بالا در مقایسه با رشد تولید محصولات قدیمی باقی مانده است.

باصری (۱۳۸۳)، «تأثیر علم و فناوری بر سطح اشتغال در صنایع کارخانه‌ای ایران» را مورد مطالعه قرار داده است. مدل استفاده شده در این مطالعه، با الهام از مدل رینن (۱۹۹۹) طراحی شده است. در این مطالعه، برآوردها بر اساس روش الگوی چند سطحی در دوره ۱۳۷۹-۱۳۷۴ صورت گرفته است. نتایج به‌دست آمده نشانگر آن است که تأثیر فناوری بر اشتغال نیروی کار ماهر در قالب هزینه‌های تحقیق و توسعه، واردات تجهیزات سرمایه‌ای از خارج، سرمایه فیزیکی و بهره‌وری نیروی کار مثبت است. چنان‌چه بهره‌وری نیروی کار به واسطه ارتقای فناوری افزایش یابد، این افزایش تأثیر مثبت بر اشتغال نیروی کار ماهر دارد.

امینی و رستم‌نیا (۱۳۸۵) در مطالعه خود در مورد بررسی ساختار اشتغال در کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر ایران، مطرح می‌کنند که ارتباط مستقیم و معناداری میان نسبت سرمایه

1. Dachs, Hud, Koehler & Peters
2. Harrison *et al.*

تحقیق و توسعه به ارزش افزوده و سهم شاغلان دارای تحصیلات عالی در کارگاه‌های صنعتی وجود دارد. فعالیت‌های تحقیق و توسعه از یک‌سو نیاز به افراد دارای تحصیلات عالی دارد و از سوی دیگر، افزایش نسبت سرمایه تحقیق و توسعه به تولید منجر به تغییر فناوری تولید شده که نیاز به نیروی انسانی متخصص با فناوری جدید را افزایش می‌دهد. بنابراین، سرمایه فناوری با نیروی انسانی متخصص مکمل یکدیگر هستند.

هژبر کیانی (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای با نام «اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال صنایع کارخانه‌ای ایران» به تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال کل نیروی کار و نیروی متخصص پرداخته است. در این پژوهش با استخراج تابع تقاضای نیروی کار از یک تابع تولید CES با استفاده از مسأله کمینه‌سازی هزینه، اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال صنایع کارخانه‌ای را در بازه زمانی (۱۳۸۸-۱۳۸۵) بررسی می‌نماید. ICT^۱ با اثرگذاری منفی بر اشتغال نیروی کار ساده و به دنبال آن، جایگزینی نیروهای متخصص به جای کارگران ساده، اثر مثبت بر اشتغال کل داشته است. فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال صنایع کارخانه کشور (کدهای ۴ رقمی) اثر مثبت دارد.

جهانگرد و قاسمی (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای تحت نام «تأثیر فناوری بر اشتغال در ایران: رویکرد داده-ستاده و اقتصادسنجی» نشان می‌دهند که بین اشتغال و فناوری، رابطه مثبت وجود دارد و با پیشرفت فناوری، سهم اشتغال نیروی متخصص افزایش می‌یابد. فناوری با نیروی کار غیرماهر جانشین و با نیروی کار ماهر مکمل است. به طور کلی، بهبود فناوری منجر به افزایش اشتغال نیروی کار طی سال‌های ۱۳۶۵، ۱۳۷۰ و ۱۳۸۰ شده است.

روش پژوهش

بر اساس نتایج طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر مرکز آمار ایران، آمار جبران خدمات کارکنان بر حسب سطح تحصیلات وجود ندارد و در نتیجه، امکان محاسبه سهم هزینه عامل کار دارای تحصیلات عالی در کارگاه‌های صنعتی وجود ندارد و به جای آن می‌توان از سهم اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی استفاده نمود. بر اساس نتایج طرح آمارگیری مورد نظر، سهم اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی از ۱۸ درصد در ۱۳۸۵ به ۲۶ درصد در ۱۳۹۲ افزایش یافته است. اکنون این پرسش مطرح می‌شود که آیا پیشرفت فناوری در افزایش سهم اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی نقشی مثبت و معنادار داشته است؟ در راستای پاسخ به این پرسش، تابع سهم

اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی در مطالعه پیش‌رو مبتنی بر مدل رینن (رابطه ۱۰) تعریف گردیده که فرم برآوردی آن به صورت معادله (۱۱) است:

$$LLS_{it} = \beta_1 + \beta_2 LSIZ_{it} + \beta_3 LKRY_{it} + \beta_4 LLI_{it} + \beta_5 LIT_{it} + U_{it} \quad (11)$$

LLS_{it} : شاخص تخصص‌بری صنعت i در زمان t است.
 $LSIZ_{it}$: لگاریتم نسبت ارزش افزوده به تعداد بنگاه‌ها به‌عنوان شاخصی از مقیاس فعالیت در صنعت i در زمان t است.

$LKRY_{it}$: لگاریتم نسبت سرمایه تحقیق و توسعه به ارزش افزوده در صنعت i در زمان t است.
 LLI_{it} : نشان دهنده لگاریتم نسبت جبران خدمات به ارزش افزوده به‌عنوان شدت کاربری در صنعت i در زمان t است.^۱

IT_{it} : شاخص ترکیبی نسبت کاربران رایانه و اینترنت به کل اشتغال (که به صورت میانگین حسابی بدست آمده است) به‌عنوان جانشین‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات است.
 U_{it} : نشان‌دهنده جمله اختلال مدل برای صنعت i در زمان t است.

گفتنی است، به دلیل نبود آمار جبران خدمات کارکنان بر حسب سطح سواد در نتایج طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر، از ورود این متغیر در معادله (۱۱) اجتناب شده است. در مطالعه پیش‌رو، از داده‌های آماری پانل برای برآورد الگو استفاده می‌شود که مقاطع آن تعداد صنایع بر حسب کدهای ۲ رقمی ISIC (۲۲ صنعت) و دوره زمانی سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۸۵ است. دلیل استفاده از داده‌های پانل، کنترل کردن سایر عوامل غیرقابل مشاهده است که در طول زمان برای یک صنعت ثابت، اما از صنعتی به صنعت دیگر متفاوت است. همچنین، ثابت نگه‌داشتن عواملی که برای همه صنایع در طول زمان به یک نسبت تغییر می‌کند مثل نرخ تورم، تحریم، هدفمندی یارانه‌ها و... که در طول زمان متفاوت می‌شود، اما برای همه صنایع در یک زمان تفاوتی نمی‌کند. بنابراین، فلسفه استفاده از داده‌های پانل، کنترل سایر عوامل است که تورش ضرایب را کم می‌کند. در

۱. در کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر به دلیل ورود و خروج زیاد بنگاه‌ها به جامعه آماری، امکان برآورد موجودی سرمایه فیزیکی به روش‌های معمول با دقت قابل قبول وجود ندارد.
۲. در مطالعه پیش‌رو تلاش گردید از متغیر جانشین نرخ بیکاری دانش‌آموختگان دانشگاهی به نرخ بیکاری شاغلان فاقد تحصیلات عالی استفاده شود، ولی به دلیل مشکل هم‌خطی با متغیرهای شاخص کاربری و نسبت سرمایه تحقیق و توسعه به ارزش افزوده، از ورود آن به تابع سهم اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی صرف‌نظر شده است.

بسیاری از موارد، پژوهشگران می‌توانند از داده‌های تابلویی برای مواردی که نمی‌توان فقط به صورت سری زمانی و یا فقط به صورت مقطعی بررسی کرد، استفاده کنند. در مطالعه پیش‌رو، به دلیل کمبود داده‌های آماری سری زمانی به تفکیک کدهای ۲ رقمی فعالیت‌های صنعتی، امکان استفاده از آمارهای سری زمانی وجود ندارد و در نتیجه باید از داده‌های پانل استفاده نمود.

قبل از برآورد الگوی معرفی شده در رابطه (۱۱)، لازم است ابتدا به شیوه جمع‌آوری داده‌های آماری و یا محاسبات متغیرها پرداخته شود.

ارزش‌افزوده فعالیت‌های صنعتی به قیمت ثابت ۱۳۷۶، با استفاده از شاخص تعدیل‌کننده ارزش‌افزوده بخش صنعت مرکز آمار ایران به تفکیک کد دو رقمی ISIC محاسبه شده است.

برای برآورد سرمایه تحقیق و توسعه، ابتدا سرمایه تحقیق و توسعه در سال پایه مبتنی بر روش PIM از رابطه (۱۲) به دست آورده می‌شود^۱:

$$KR \& D_{t-1} = \frac{CR \& D_t}{r + \alpha} \quad (12)$$

که در رابطه (۱۲)، KR&D انباشت یا سرمایه تحقیق و توسعه به قیمت ثابت در سال پایه، CR&D هزینه‌های تحقیق و توسعه به قیمت ثابت، r متوسط نرخ رشد هزینه‌های تحقیق و توسعه به قیمت ثابت در دوره مورد بررسی و α نرخ استهلاک سرمایه تحقیق و توسعه است که با توجه به مطالعه‌های پیشین مانند اسمیت (۱۹۹۹) حدود ۱۰ درصد در نظر گرفته شده است (امینی، ۱۳۹۳، ص ۱۵۰-۱۴۸). پس از محاسبه سرمایه تحقیق و توسعه در سال پایه، مقادیر آن در سال‌های بعد از رابطه (۱۳) به دست می‌آید:

$$KR \& D_t = KR \& D_{t-1} + (1 - \alpha) \cdot R \& D_t \quad (13)$$

برای به دست آوردن نسبت کاربران رایانه، تعداد کاربران رایانه، به کل شاغلان هر صنعت تقسیم شده است. همچنین، نسبت کاربران اینترنت، از تقسیم شاغلان استفاده‌کننده از اینترنت به کل شاغلان هر صنعت به دست می‌آید.

سرانجام، برای به دست آوردن مقیاس فعالیت بنگاه‌ها، ارزش‌افزوده هر فعالیت صنعتی (به قیمت ثابت و به تفکیک کد دو رقمی) بر تعداد بنگاه‌های هر صنعت تقسیم شده است.

پس از معرفی داده‌های آماری، در ادامه بحث، روش برآورد الگو مطرح می‌گردد. برای برآورد الگو، از نرم‌افزار اقتصادسنجی EVIEWS ویرایش ۹ استفاده شده است. قبل از برآورد الگو، آزمون F

لیمر انجام گردید تا مشخص شود از روش داده‌های ادغام شده^۱ یا روش داده‌های تابلویی^۲ استفاده شود. نتایج آزمون F لیمر نشان می‌دهد می‌بایست از روش داده‌های تابلویی در برآورد الگو استفاده نمود. با توجه به کم بودن تعداد مشاهده‌های سری زمانی، امکان انجام آزمون هاسمن برای تشخیص روش اثرات ثابت در مقابل روش اثرات تصادفی توسط نرم‌افزار میسر نگردید. گفتنی است، آزمون هاسمن برای نمونه‌های بزرگ طراحی شده است و در نمونه‌های کوچک امکان انجام آزمون وجود ندارد. بنابراین، هر دو روش اثرات ثابت و تصادفی برآورد گردید و سپس ضرایب الگو به لحاظ معنادار بودن و مطابق انتظار بودن علامت‌های ضرایب مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت روش اثرات ثابت انتخاب گردید.

پیش از برآورد الگوهای بالا باید از مانایی همه متغیرهای الگو اطمینان حاصل کنیم. بدین منظور، از آزمون‌های مرسوم در این زمینه، یعنی آزمون لوین، آزمون فیلیپس - پرون (PP)^۳ و فیشر (ADF)^۴ استفاده می‌کنیم. فرضیه صفر در این آزمون‌ها بیان می‌کند که ریشه واحد وجود دارد. بنابراین رد فرضیه صفر به معنای عدم وجود ریشه واحد و مانا بودن متغیرها است. نتایج حاصل از این آزمون‌ها در جدول (۱) خلاصه شده است.

جدول ۱: نتایج آزمون‌های مانایی متغیرهای الگو

Log (LS)	Log (SIZ)	Log (KRY)	Log (LI)	Log (IT)	نوع آزمون
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۵	۰/۵۱۴	آزمون لوین (LLC)
۰/۸۱	۰/۱۷	۰/۳۸	۰/۷۹	۰/۸۵۶	آزمون فیشر (ADF)
۰/۰۰۸	۰/۴۴	۰/۰۵	۰/۲۸	۰/۰۰۰۷	آزمون فیشر (PP)

منبع: محاسبات پژوهشگر

بیشتر اعداد گزارش شده در جدول (۱) نشان‌دهنده احتمال نامانا بودن متغیرها است. گفتنی است، به دلیل تعداد کم مشاهده‌های سری زمانی، آزمون ریشه واحد باید با احتیاط تفسیر شود زیرا این آزمون برای تعداد زیاد مشاهده‌های سری زمانی طراحی شده است و در مورد مشاهده‌های کم، نتایج آزمون چندان قابل اتکاء نیست، یعنی ممکن است متغیری واقعا مانا باشد ولی نتایج آزمون به

1. Pooling Data
2. Panel Data
3. Phillips-Perron
4. Augmented Dickey- Fuller

ظاهر نشان دهد که نامانا است (و یا بر عکس). با توجه به تفاضل گیری از متغیرها و انجام آزمون ریشه واحد از متغیرها مطابق جدول (۲)، مشخص گردید که تفاضل مرتبه اول متغیرهای الگو دارای ریشه واحد نیستند و در نتیجه تمامی متغیرها I(1) هستند.

جدول ۲: نتایج آزمون‌های مانایی تفاضل مرتبه اول متغیرهای الگو

نوع آزمون	DLog (IT)	DLog (LI)	DLog (KRY)	DLog (SIZ)	DLog (LS)
آزمون لوین (LLC)	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
آزمون فیشر (ADF)	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۹
آزمون فیشر (PP)	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰

منبع: محاسبات پژوهشگر

بنابراین یک رابطه رگرسیونی تنها در صورتی می‌تواند نشان دهنده یک رابطه تعادلی بلندمدت باشد که جزء خطای مدل مانا باشد و یا به عبارت دیگر مدل هم‌جمع باشد. با توجه به عدم مانایی تمام متغیرهای مدل در سطح، برای استفاده از متغیرها نیاز به بررسی هم‌انباشتگی بین آنها هستیم. نتایج حاصل از آزمون هم‌جمعی در جدول (۳) مشاهده می‌شوند.

جدول ۳: نتایج آزمون‌های مانایی جملات اختلال الگو

نوع آزمون	مقدار آماره
آزمون لوین (LLC)	-۷/۰۳ (۰/۰۰۰)
آزمون ایم، پسران و شین	-۱/۷۵ (۰/۰۳۹)
آزمون فیشر (ADF)	۶۸/۹۷ (۰/۰۰۹)
آزمون فیلیپس - پرون (PP)	۷۵/۷۶ (۰/۰۰۲)

منبع: محاسبات پژوهشگر

چنانچه مشاهده می‌گردد آزمون‌های مختلف نشان‌دهنده مانایی جملات اختلال الگو است

بنابراین، مدل هم‌جمع بوده و رابطه به‌دست آمده یک رابطه کاذب که ناشی از نامانایی متغیرها است، نیست. بنابراین به‌شهود کافی رسیده‌ایم که به یک رابطه بلندمدت تعادلی رسیده‌ایم و ضرایب به‌دست آمده قابل تفسیر هستند.

تجزیه و تحلیل یافته‌ها

قبل از تحلیل نتایج برآورد الگو، لازم است وضعیت شدت استفاده از نیروی کار دارای آموزش عالی و فناوری استفاده شده در فعالیت‌های صنعتی مورد بررسی اجمالی قرار گیرد که این موضوع در پیوست (۱) مورد توجه قرار گرفته است. نتایج بررسی انجام شده نشانگر آن است که سهم شاغلان دارای آموزش عالی در کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر طی دوره ۱۳۹۲-۱۳۸۵ روندی افزایشی داشته است. با توجه به این که در این دوره، شاخص‌های فناوری نیز رو به رشدی را داشته‌اند، این پرسش مطرح می‌شود آیا پیشرفت فناوری در افزایش سهم شاغلان دارای آموزش عالی نقش معناداری داشته است؟ برای پاسخ به این پرسش، در ادامه نتایج برآورد الگوی سهم اشتغال نیروی کار دارای آموزش عالی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

نتایج حاصل از برآورد الگوی بررسی عوامل مؤثر بر سهم اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی در فعالیت‌های صنعتی مختلف، در جدول (۴) ارائه شده است. متغیرهای مستقل وارد شده در مدل، شامل شاخص‌های تبیین‌کننده فناوری مانند نسبت سرمایه تحقیق و توسعه به ارزش افزوده (LKYR)، لگاریتم شاخص ترکیبی نسبت کاربران رایانه و اینترنت به کل شاغلان (LIT)، متغیرهای کنترل مانند شاخص اندازه بنگاه‌ها (LSIZ) و لگاریتم نسبت جبران خدمات به ارزش افزوده (LLI) هستند.

همان‌گونه که از جدول (۴) ملاحظه می‌شود، همه ضرایب در سطح اطمینان ۹۰ درصد، معنادار و علامت‌های ضرایب متغیرها برپایه انتظار نظری هستند. متغیرهای شاخص اندازه بنگاه، شاخص نسبت سرمایه تحقیق و توسعه به ارزش افزوده، نسبت کاربران اینترنت به کل شاغلان و نسبت کاربران رایانه به کل شاغلان، اثر مثبت و معنادار و متغیر شاخص کاربری اثر منفی و معنادار بر سهم اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی دارند. متغیرهای در نظر گرفته شده در الگو می‌توانند ۹۴ درصد از تفاوت‌های سهم اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی در میان صنایع و تغییرات آن در طول زمان را تبیین نمایند.

با فرض ثابت بودن سایر عوامل، یک درصد افزایش در شاخص اندازه بنگاه‌ها، سهم اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی به میزان ۰/۲۱ درصد افزایش می‌یابد و این نشان می‌دهد که بنگاه‌های

بزرگ‌تر با شدت بیش‌تری از نیروی کار دارای تحصیلات عالی استفاده می‌کنند. در دوره مورد بررسی، متوسط نسبت ارزش‌افزوده به تعداد کارگاه‌ها، روندی افزایشی داشته و تأثیر مثبت بر افزایش سهم اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی داشته است.

از سوی دیگر، کسب سهم اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی، نسبت به شاخص نسبت سرمایه تحقیق و توسعه به ارزش‌افزوده ۰/۲۱ است؛ یعنی یک درصد افزایش شاخص بیان‌شده، سهم اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی را ۰/۲۱ درصد افزایش خواهد داد. بنابراین، توسعه فعالیت‌های تحقیق و توسعه در شرکت‌ها، باعث افزایش شدت استفاده از نیروی کار دارای تحصیلات عالی می‌شود. این یافته، هماهنگ با یافته مطالعه امینی و رستم‌نیا (۱۳۸۵) است.

همچنین، یک درصد افزایش در شاخص ترکیبی کاربران رایانه و اینترنت، سهم اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی را به میزان ۰/۳۴ درصد افزایش می‌دهد که نشان‌دهنده اثر مثبت و معنادار شاخص‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت استفاده از نیروی کار دارای تحصیلات عالی است. با توجه به این که شاخص‌های فناوری (نسبت سرمایه تحقیق و توسعه به ارزش‌افزوده و شاخص ترکیبی کاربران رایانه و اینترنت) در دوره مورد بررسی روندی افزایشی داشته‌اند، پیشرفت فناوری افزایش سهم اشتغال نیروی کار متخصص، نقشی مثبت داشته است و به بیان دیگر، پیشرفت فناوری دانش‌بر است. بنابراین، فرضیه پژوهش مبنی بر تأثیر مثبت و معنادار پیشرفت فناوری بر سهم اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی، رد نمی‌شود.

با فرض ثابت‌بودن سایر عوامل، یک درصد افزایش در شاخص کاربری (نسبت جبران خدمات به ارزش‌افزوده)، به میزان ۰/۱ درصد سهم اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی را کاهش می‌دهد و نشان‌دهنده آن است که با حرکت بنگاه‌ها به سمت استفاده از تکنیک‌های سرمایه‌بر، شدت استفاده از نیروی کار دارای تحصیلات عالی افزایش می‌یابد. بنابراین، تشویق تکنیک‌های سرمایه‌بر به افزایش سهم نیروی کار متخصص منجر می‌شود؛ یعنی سرمایه فیزیکی با نیروی کار متخصص مکمل هستند. این یافته هماهنگ با یافته مطالعه امینی و رستم‌نیا (۱۳۸۵) است. گفتنی است، نسبت جبران خدمات به ارزش‌افزوده در دوره مورد بررسی، روندی نزولی داشته است و در افزایش سهم اشتغال نیروی کار متخصص، تأثیر مثبت داشته است.

جدول ۴: نتایج برآورد الگوی عوامل مؤثر بر سهم نیروی کار دارای تحصیلات عالی به روش EGLS^۱ در دوره ۱۳۹۲-۱۳۸۵

مقدار ضرایب	متغیرهای توضیحی
۲/۷۴* (۰/۲۸)**	عرض از مبدا (C)
-۰/۱۲* (۰/۰۵)	لگاریتم شاخص کاربری (LLI)
۰/۲۱* (۰/۰۲)	لگاریتم شاخص شدت تحقیق و توسعه (LKRY)
۰/۲۱* (۰/۰۳)	لگاریتم شاخص مقیاس فعالیت بنگاه (LSIZ)
۰/۳۴* (۰/۰۷)	شاخص ترکیبی نسبت کاربران رایانه و اینترنت به کل نیروی کار (IT)
۰/۹۴	\bar{R}^2
۱/۵۶	دوربین-واتسن
۱۰۶/۴	آماره F

منبع: محاسبات پژوهش

* معنی داری ضریب در سطح ۹۰ درصد.
** اعداد داخل پرانتز انحراف معیار ضرایب هستند.

نتیجه‌گیری

از جنبه نظری انتظار می‌رود پیشرفت فناوری در حالت کلی، بر سهم اشتغال نیروی کار متخصص اثر مثبت داشته باشد؛ زیرا نیروی کار متخصص، پتانسیل بالایی نسبت به نیروی کار ساده برای آموزش، پذیرش، ارتقای نوآوری و فناوری دارد و در نتیجه، می‌تواند در مقابل تغییرات فناوری انعطاف‌پذیر بوده و قابلیت هماهنگی با آن را داشته باشد.

در مطالعه پیش‌رو، نقش پیشرفت فناوری بر سهم اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۹۲ در کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر ایران به تفکیک کدهای ۲ رقمی SIC، مورد بررسی قرار گرفته است. در دوره مورد بررسی، سهم اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی و شاخص‌های مبین فناوری، روندی افزایشی داشته‌اند. گفتنی است برای در نظر گرفتن پیشرفت

1. Extended Generalized Least Squares (EGLS)

فناوری، از شاخص‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات (کاربران رایانه و اینترنت) و نسبت سرمایه تحقیق و توسعه به ارزش افزوده به عنوان شاخصی از سایر ابعاد پیشرفت فناوری استفاده شده است. همچنین، شاخص کاربری روندی نزولی داشته که حاکی از تمایل بیشتر بنگاه‌ها به استفاده بیش‌تر از تکنیک‌های سرمایه‌بر بوده است.

در بررسی عوامل گوناگون مؤثر بر سهم نیروی کار متخصص در صنایع مختلف در ایران، نتایج حاکی از این امر مهم است که اثر متغیر فناوری در قالب نسبت سرمایه تحقیق و توسعه به ارزش افزوده و شاخص ترکیبی کاربران رایانه و اینترنت بر سهم نیروی کار دارای تحصیلات عالی مثبت و معنادار است. بنابراین، فرضیه پژوهش مبنی بر اثر مثبت پیشرفت فناوری بر سهم اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی، رد نمی‌شود.

همچنین، شاخص کاربری در قالب نسبت جبران خدمات به ارزش افزوده صنعت، تأثیر منفی و معنادار بر سهم نیروی کار دارای تحصیلات عالی برجای گذاشته است. با توجه به این که شاخص کاربری در دوره مورد بررسی روندی نزولی داشته است، رواج تکنیک‌های تولید سرمایه‌بر به افزایش سهم نیروی کار دارای تحصیلات عالی کمک کرده‌اند.

گفتنی است متغیر مقیاس فعالیت، در قالب نسبت ارزش افزوده به تعداد بنگاه‌ها، تأثیر مثبت و معنادار به همراه دارد که نشان می‌دهد هر چه مقیاس تولید در صنعت بزرگتر شود، سهم اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی نیز بیشتر خواهد شد. با توجه به این که شاخص متوسط ارزش افزوده به‌ازای هر بنگاه در دوره مورد نظر روندی صعودی داشته است، افزایش مقیاس تولید تأثیری مثبت بر افزایش سهم اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی داشته است.

در بخشی دیگر از پژوهش، فعالیت‌های صنعتی تخصص‌بر شناسایی شده‌اند. در میان ۱۲ فعالیت تخصص‌بر، صنعت تولید ماشین‌آلات اداری و حسابگر، بیش‌ترین شدت تخصص‌بری را داراست. گفتنی است در همه فعالیت‌های صنعتی تخصص‌بر، میزان تخصص‌بری در دوره ۱۳۹۲-۱۳۸۵ افزایش یافته است.

پیشنهادها

بر اساس پیش‌بینی‌های به‌عمل‌آمده توسط سازمان برنامه و بودجه کشور، حدود ۸۰ درصد عرضه جدید نیروی کار در برنامه ششم توسعه، متعلق به نیروی کار دارای تحصیلات عالی خواهد بود (امینی و فرهادی کیا، ۱۳۹۵، ص ۳۱) و در نتیجه، افزایش سهم اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی در

بخش صنعت، از اهمیت زیادی برخوردار است. بر اساس یافته‌های پژوهش پیش‌رو، راهکارهای زیر به‌منظور افزایش سهم اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی پیشنهاد می‌گردد:

- تشویق و حمایت از توسعه کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات
- حمایت از فعالیت‌های تحقیق و توسعه در بنگاه‌ها و ایجاد شرایط رقابتی در اقتصاد در جهت ایجاد انگیزه در بنگاه‌ها برای گسترش تحقیق و توسعه
- تشویق تکنیک‌های تولید سرمایه‌بر در بخش صنعت
- تشویق سرمایه‌گذاران به تأسیس بنگاه‌های با مقیاس بزرگ و ادغام بنگاه‌های کوچک در یکدیگر و انجام سرمایه‌گذاری خارجی مشترک.
- شناسایی صنایع تخصص‌بر دارای مزیت رقابتی و حمایت دولت از ایجاد و توسعه آن‌ها

منابع

الف) فارسی

- اشرف‌زاده، حمیدرضا و مهرگان، نادر (۱۳۸۷). *اقتصادسنجی پانل دیتا*، جلد اول، چاپ اول، دانشگاه تهران: مؤسسه تحقیقات تعاون.
- امینی، علیرضا و رستم‌نیا، مهدی (۱۳۸۶). تحلیل عوامل مؤثر بر سهم اشتغال نیروی کار متخصص در کارگاه‌های بزرگ صنعتی ایران، *فصلنامه اقتصاد مالی (علوم اقتصادی سابق)*، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، دوره اول، شماره اول، صص ۶۵-۸۸.
- امینی، علیرضا (۱۳۹۳). طرح تحقیقاتی «طراحی نظام جامع اندازه‌گیری و تحلیل شاخص‌های عمومی بهره‌وری به تفکیک بخش‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی ایران»، تهران: مؤسسه عالی آموزش و پژوهش در مدیریت و برنامه‌ریزی ریاست جمهوری.
- امینی، علیرضا و فرهادی‌کیا، علیرضا (۱۳۹۵)، گزارش پیش‌بینی عرضه نیروی کار، اشتغال و سرمایه‌گذاری مورد نیاز در برنامه ششم توسعه (۱۳۹۵-۱۳۹۹)، *سازمان برنامه‌ریزی و امور اقتصاد کلان*.
- باصری، بیژن و جهانگرد، اسفندیار (۱۳۸۵). نقش فناوری بر اشتغال صنایع کارخانه‌ای ایران، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، سال هشتم، شماره ۲۸، پاییز، صص ۸۷-۶۳.
- جهانگرد، اسفندیار؛ طائی، حسن و قاسمی، فاطمه (۱۳۹۲). تأثیر فناوری بر اشتغال ایران رویکرد داده - ستاده + اقتصادسنجی»، *مجله پژوهش‌های پولی و بانکی*، سال ششم، شماره ۱۶، تابستان، صص ۷۹-۶۰.
- فرجادی، غلامعلی (۱۳۷۸). طرح تحقیقاتی مطالعات آماده‌سازی تدوین برنامه سوم توسعه اقتصادی، اجتماعی

- و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (جلد سوم)، نیروی انسانی، بازار کار و اشتغال. مجری طرح مؤسسه عالی پژوهش در برنامه‌ریزی و توسعه، کارفرما سازمان برنامه و بودجه، خرداد ۱۳۷۸.
- سالنامه آماری (۱۳۹۲). مرکز آمار ایران، بخش صنعت، تهران: ناشر مرکز آمار ایران.
- گجراتی، دامودار. ان (۲۰۰۲). مبانی اقتصاد سنجی، ترجمه ابریشمی، حمید (۱۳۸۷). جلد دوم، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران.
- مرکز آمار ایران (۱۳۸۷). نتایج طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی کشور ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر، ۱۳۸۵، تهران: ناشر مرکز آمار ایران.
- مرکز آمار ایران (۱۳۸۸). نتایج طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی کشور ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر، ۱۳۸۶، تهران: ناشر مرکز آمار ایران.
- مرکز آمار ایران (۱۳۸۹). نتایج طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی کشور ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر، ۱۳۸۷، تهران: ناشر مرکز آمار ایران.
- مرکز آمار ایران (۱۳۹۰). نتایج طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی کشور ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر، ۱۳۸۸، تهران: ناشر مرکز آمار ایران.
- مرکز آمار ایران (۱۳۹۱). نتایج طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی کشور ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر، ۱۳۸۹، تهران: ناشر مرکز آمار ایران.
- مرکز آمار ایران (۱۳۹۲). نتایج طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی کشور ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر، ۱۳۹۰، تهران: ناشر مرکز آمار ایران.
- مرکز آمار ایران (۱۳۹۳). نتایج طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی کشور ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر، ۱۳۹۱، تهران: ناشر مرکز آمار ایران.
- مرکز آمار ایران (۱۳۹۴). نتایج طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی کشور ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر، ۱۳۹۲، تهران: ناشر مرکز آمار ایران.
- مرکز آمار ایران (۱۳۷۵). نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۷۵، تهران: ناشر مرکز آمار ایران.
- مرکز آمار ایران (۱۳۹۵). نتایج طرح آمارگیری نیروی کار در سال ۱۳۹۵، تهران: ناشر مرکز آمار ایران.
- هژبرکیانی، کامبیز و صمیمی، سحر (۱۳۹۳). بررسی اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال در صنایع کارخانه‌ای ایران، فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، سال بیست و دوم، شماره ۷۰، تابستان، صص ۵۵-۷۴.
- هژبرکیانی، کامبیز (۱۳۸۳). تأثیر تجارت الکترونیکی بر متغیرهای کلان اقتصادی، دومین همایش تجارت الکترونیکی، تهران.

(ب) انگلیسی:

Dachs, B.; Hud. M, Koehler. C. & Peters. B, (2016). Employment Effects of Innovation over the Business Cycle: Firm-Level Evidence from European Countries. *Paper to be Presented at DRUID15, Rome, June 15-17, 2015 (Coorganized with LUISS)*, ZEW Discussion Paper No. 16-076, Mannheim.

Duguet, E. & Greenan, N. (1997). Skill Biased Technological Change: an Econometric Study at the Firm Level'. *CREST Working Paper*, 48(5).

Fioravante, D. G. & Maldonado. W. F. L, (2006). Impact of Technological Innovation on Employment: the Brazilian Manufacturing Case, *Georgia Institute of Technology*.

Harrison, R.; Jaumandreu, J.; Mairesse, J. & Peters, B., (2014). Does Innovation Stimulate Employment? A Firm-Level Analysis Using Comparable Micro-Data from Four European Countries, *International Journal of Industrial Organization, No 08-111, ZEW Discussion Papers from ZEW - Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung/ Center for European Economic Research*, 35(C), pp. 29-43.

Lachenmaier. S & Rottmann. H, (2011). Effects of Innovation on Employment: A Dynamic Panel Analysis, *Journal of Industrial Organization*, Elsevier. 29(2), pp. 210-220.

Maldonado. W & Fioravante. D, (2008). Impacts of Technological Innovation on Employment: The Brezilian Manufacturing Case. *IV Globelics Conference at Mexico City*, September 22-24.

Reenen, J. V. & Lucy, C., (1999). Has Technology Hurt Less Skilled Workers?, *The Institute for Fiscal Studies, Working Paper No. W99/27*, pp.1-55.

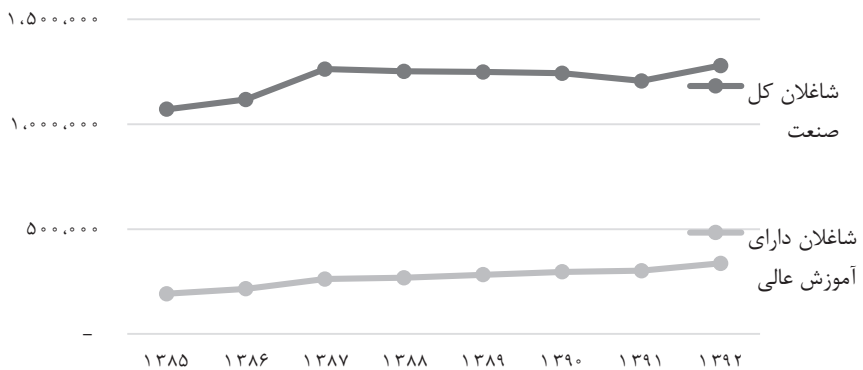
Reenen, J. V., (1997). Employment and Technological Innovation: Evidence from UK Manufacturing Firms, *Journal of Labor Economics*, 15(2), pp. 255-284.

Smith, V.; Dilling-Hansen, M.; Eriksson, T. & Madsen, E.S. (1999). The Impact of R&D on Productivity: Evidence from Danish Manufacturing Firms, WP 1999/1, *The Danish Institute for Studies in Research and Research Policy*, Aarhus 1999.

Smolny, W. (1998). Innovations Price and Employment: a Theoretical Model and Empirical Application for West German Manufacturing Firms, *Journal of Industrials Economics*, XLVI (3). pp.359-383.

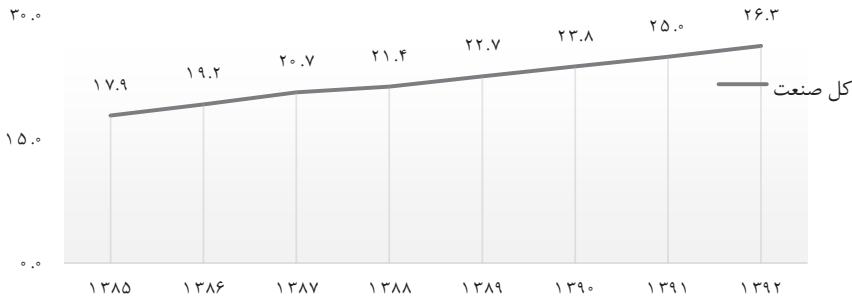
پیوست ۱: بررسی روند شدت تخصص‌بری و شاخص‌های فناوری در کارگاه‌های صنعتی

در مطالعه پیش‌رو، منظور از نیروی کار متخصص، نیروی کار دارای تحصیلات عالی است و میزان تخصص‌بری به صورت سهم شاغلان دارای تحصیلات عالی از کل اشتغال تعریف می‌شود. همان‌گونه که از نمودار (۱) ملاحظه می‌شود، در دوره ۱۳۸۵-۱۳۹۲ شاغلان دارای تحصیلات عالی در کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیش‌تر به‌طور مداوم افزایش یافته است؛ درحالی‌که کل شاغلان در این کارگاه‌ها در سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۹۱ روندی نزولی داشته است. بنابر نمودار (۲)، شدت تخصص‌بری به‌طور یکنواخت از ۱۷/۹ درصد در ۱۳۸۵ به حدود ۲۶/۳ درصد در ۱۳۹۲ افزایش یافته است و نقشی مهم در ایجاد اشتغال برای دانش‌آموختگان دانشگاهی داشته است.



نمودار ۱: کل شاغلان و شاغلان دارای تحصیلات عالی صنایع کارخانه‌ای ۱۰ نفر کارکن و بیشتر طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۹۲

منبع: نتایج طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر مرکز آمار ایران.



نمودار ۲: روند شدت استفاده از نیروی کار دارای تحصیلات عالی (تخصص‌بری) در صنایع ۱۰ نفر کارکن و بیشتر ایران در سال‌های ۱۳۸۲ - ۱۳۹۲

منبع: محاسبه شده بر اساس نتایج طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر مرکز آمار ایران.

صنایع تخصص‌بر که با شدت بالایی از نیروی کار دارای تحصیلات عالی استفاده می‌کنند، نقشی مهم در ایجاد اشتغال برای نیروی کار دارای تحصیلات عالی بازی می‌کنند. در مطالعه پیش‌رو، منظور از صنایع تخصص‌بر، صنایعی هستند که سهم شاغلان دارای تحصیلات عالی از کل اشتغال آن‌ها در مقایسه با میانگین صنعت بالاتر باشند. در این‌جا صنایع بر حسب کدهای ۲ رقمی ISIC به ۱۲ صنعت با تخصص‌بری بالا تفکیک شده است تا بتوان صنایعی را که دارای سهم بیشتری از نیروی کار متخصص هستند، مشخص نمود. با توجه به نمودار (۳)، در میان صنایع تخصص‌بر، صنعت تولید ماشین‌آلات اداری و حسابگر، بیش‌ترین شدت تخصص‌بری را داراست که مقدار این شاخص در این صنعت در دوره ۱۳۸۵-۱۳۹۲، روندی صعودی داشته و از ۴۱ درصد به ۵۶/۸ درصد رسیده است. پس از آن، شاخص موردنظر در صنعت توتون و تنباکو از ۳۳/۸ درصد در سال ۱۳۸۵ به ۴۶/۶ درصد در سال ۱۳۹۲ و در صنعت رادیو و تلویزیون به‌عنوان سومین صنعت تخصص‌بر از ۲۷ درصد به ۴۵ درصد رسیده است. گفتنی است در همه صنایع تخصص‌بر، میزان تخصص‌بری در دوره ۱۳۸۵-۱۳۹۲ افزایش یافته است. در میان این صنایع، دو صنعت تولید مواد و محصولات شیمیایی و تولید وسایل نقلیه، ضمن تخصص‌بری بالا، جزو صنایعی هستند که اشتغال زیادی برای کل نیروی کار ایجاد کرده‌اند. در ۱۲ صنعت مورد بررسی در سال ۱۳۸۵، حدود ۸۵/۳ درصد از کل شاغلان دارای تحصیلات عالی مشغول به‌کار بوده‌اند که این رقم در سال ۱۳۹۲ به ۷۹/۳ درصد کاهش یافته است؛ اما همچنان سهمی بالا را داراست. بنابراین، توسعه آن دسته از صنایع تخصص‌بر دارای مزیت

رقابتی، می‌تواند برای دانش‌آموختگان دانشگاهی اشتغال زیادی ایجاد نماید. بنابراین، لازم است ابتدا صنایع تخصص‌بر دارای مزیت رقابتی شناسایی گردد و سپس از آن‌ها به شکلی کارآمد حمایت نمود.



نمودار ۳: شدت استفاده از نیروی کار دارای تحصیلات عالی به تفکیک صنایع تخصص‌بر در صنایع ۱۰ نفر کارکن و بیشتر در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۲

منبع: محاسبه شده بر اساس نتایج طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر مرکز آمار ایران.

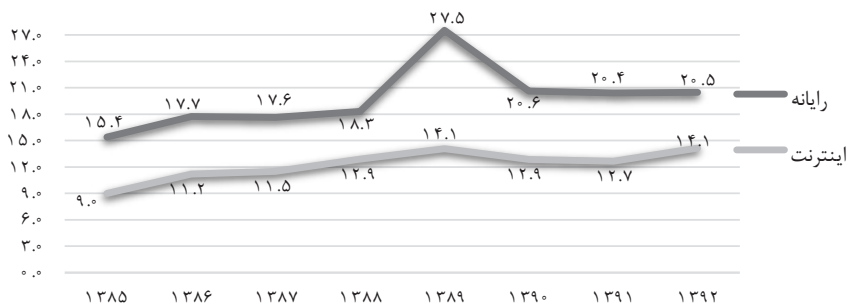
همان‌گونه که پیش‌تر توضیح داده شد، طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۹۲ سهم اشتغال نیروی کار متخصص روندی افزایشی داشته است. در ادامه، برخی از شاخص‌های مرتبط با فناوری که در تعیین روند شدت تخصص‌بری در صنایع کارخانه‌ای ایران نقش دارند، مورد بررسی قرار می‌گیرند.

قابل توجه است که نیروی کار دارای تحصیلات عالی، پتانسیلی بالا نسبت به سایر شاغلان برای آموزش، جذب، پذیرش، ارتقای نوآوری و فناوری دارند و در نتیجه می‌توانند در مقابل تغییرات فناورانه انعطاف‌پذیر بوده و قابلیت هماهنگی با آن را دارند و به تغییر ساختار اشتغال و تولید صنعتی کشور کمک بیش‌تری می‌توانند بکنند و از طرفی، ارتقای سطح فناوری، افزایش سطح دانش فنی کارکنان

را موجب می‌شوند. یکی از فناوری‌های مهم در عصر اخیر، فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) است که دارای دو اثر بر اشتغال است (هژبر کیانی، ۱۳۸۳، ص ۱۱۷):

۱. نوآوری در فرآیند تولید که با جابه‌جایی موجب کاهش تقاضا برای نیروی کار یا افزایش بیکاری نیروی کار غیرمتخصص می‌شود.
۲. نوآوری تولیدی (محصول) که شامل تغییرات در شیوه تولید و تولید محصولات جدید است و از طریق آثار جبرانی با خلق فرصت‌های شغلی جدید، موجب افزایش تقاضا برای نیروی کار متخصص می‌شود.

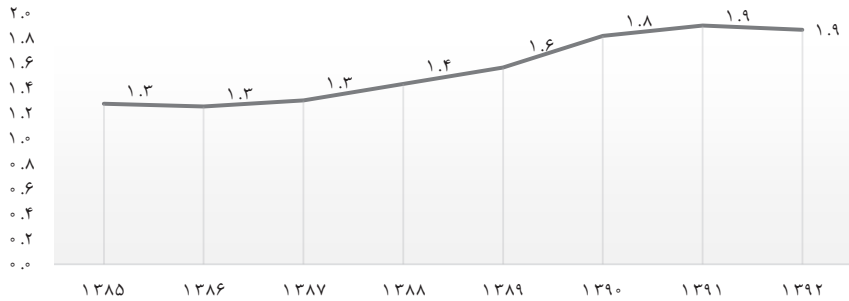
در این قسمت، از دو شاخص کاربران رایانه و اینترنت به‌عنوان شاخص‌های قابل اندازه‌گیری فناوری اطلاعات و ارتباطات در صنایع کارخانه‌ای استفاده می‌شود. با توجه به این که استفاده از رایانه و اینترنت نیاز به دانش تخصصی دارد، انتظار می‌رود با گسترش کاربرد رایانه و اینترنت در شرکت‌ها، نیاز به نیروی کار دارای تحصیلات عالی بیش‌تر شود. به‌عنوان مثال، برای تجارت الکترونیکی و بازاریابی و تبلیغات و تبادل اطلاعات با مشتریان و تأمین‌کنندگان مواد اولیه، نیاز به استفاده از رایانه و اینترنت است. همان‌گونه که از نمودار (۴) مشاهده می‌شود، نسبت کاربران رایانه و اینترنت به کل شاغلان طی سال‌های مورد بررسی، روند صعودی داشته است و همچنین در کل صنعت از ۱۵/۶ درصد در سال ۸۵ به ۲۲/۸ درصد در سال ۹۲ افزایش یافته و همچنین، کاربران اینترنت از ۹/۰ درصد در سال ۸۵ به ۱۴/۱ درصد در سال ۹۲ افزایش یافته است. بنابراین، توسعه کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند در افزایش شدت تخصص‌بری در صنایع کارخانه‌ای ایران نقش داشته باشد.



نمودار ۴: روند شاخص‌های کاربران رایانه و اینترنت طی سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۹۲

منبع: محاسبه شده بر اساس نتایج طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر مرکز آمار ایران.

در ادامه، شاخص نسبت سرمایه تحقیق و توسعه به ارزش افزوده مورد بررسی قرار می‌گیرد که نشان‌دهنده شدت فعالیت‌های تحقیق و توسعه است و انتظار می‌رود بر سهم اشتغال نیروی کار متخصص تأثیر مثبت داشته باشد. در صنایع با نسبت هزینه‌های تحقیق و توسعه به ارزش افزوده بالا، معمولاً نسبت شاغلان دارای تحصیلات عالی به کل شاغلان نیز بالا است. شاخص موردنظر در سطح کل صنعت، به‌طور متوسط سالانه ۲/۴ درصد افزایش یافته است که حاکی از توسعه فناوری و نوآوری در بخش صنعت است و انتظار می‌رود در افزایش سهم اشتغال نیروی کار متخصص نقش داشته باشد.



نمودار ۵: روند شدت تحقیق و توسعه در صنایع کارخانه‌ای ایران طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۹۲

منبع: محاسبه شده بر اساس نتایج طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر مرکز آمار ایران.

An Empirical Test of the Role of Technological Progress on the Share of Employment of Higher Educated Labor Force

Maryam Malakan¹ | Maryam_malakan@yahoo.com
Alireza Amini² | ar.amini@iauctb.ac.ir

Abstract In recent years, there has been a rapid increase in unemployment rate of university graduates. One of the feasible resorts to solve this problem is to increase skill intensity in industrial activities. In this study, an experimental test has been conducted to determine the role of technological progress on skill intensity in establishments with 10 employees and more. To this end, the model pertaining to the share of employees with higher education is estimated by using panel data for the period 2006-2013 at the level of ISIC two-digit code and econometric fixed effects method. The results of the estimated model, using EGLS, indicate that the effect of technological progress – in form of indices of ratio of R&D capital to value added and ratios of computer and Internet users – on the share of labor with higher education is significant and positive. In addition, control variables such as firm size have significant and positive effect on the share of employment of higher educated labor, while index of labor intensity has a significant and negative effect on it.

Keywords: Technological Progress, Skill-intensive, Labor-intensive, R&D Capital, Firm Size, Information and Communication Technology.

JEL Classification: J23, O31, O33.

1. M.A. in Economics, Department of Economics and Accounting, Islamic Azad University Central Tehran Branch, Iran.

2. Faculty Member of Department of Economics and Accounting, Islamic Azad University Central Tehran Branch, Iran (Corresponding Author).