

Research Paper

The Effect of Information and Communication Technology on the Employment of Iranian Industries

Valiollah Abdolhosseini¹, Khosro Azizi^{2*}, Mahmoud Mahmoudzadeh³, Mehdi Adibpour⁴

1- PhD student of Economics, Firooz Kooh Branch, Islamic Azad University, Firoozkooh, Iran.

2*- Assistant Professor of Economics, Islamic Azad University, West Tehran Branch, Iran.

3- Associate Professor of Economics, Islamic Azad University, Firoozkooh Branch, Firoozkooh, Iran.

4- Assistant Professor of Economics, Islamic Azad University Shomal Branch, Branch, Tehran, Iran.

Received: 13 July 2023

Accepted: 10 October 2023

PP: 1-15

Use your device to scan and read the article online

**Keywords:**

Information and communication technology, employment, two-digit code industries, panel data, .PMG Approach

Abstract

The evolution of computers and information technology (ICT) has caused extensive changes in various industries and businesses. Today, a manufacturing industry can manage its production line with a small number of technicians and engineers guiding robots. Manufacturers of large parts can deliver the parts needed by the industries on time and ready for use in the assembly line. With the emergence and expansion of information and communication technology (ICT), economic variables have undergone significant changes. Among the most important of these variables is employment. Information and communication technology has its own characteristics that can make fundamental changes in the structure of employment. Information and communication technology affects the labor market; therefore, it is important to investigate the impact of information and communication technology on the labor market and employment. The purpose of this research is to investigate the impact of information and communication technology on employment with two-digit code industries in Iran. For this purpose, the average approach of the combined data group and based on the annual data during the years 2009-2021 was used. In a model, the effect of information and communication technology in the short and long term on the employment of the labor force in Iran's cod industries was tested. The obtained results show that the short-term effect of information and communication technology (ICT) and real wages on the employment of Iranian industries is positive, the overall effect of capital and real wages on the employment of Iranian industries is positive and the effect of information and communication technology (ICT) is negative in the long run.

Citation: Amirhossein Khademi, Mohammad Rahim Rahnema, Masoud Zamanipour Valiollah Abdolhosseini, Khosro Azizi, Mahmoud Mahmoudzadeh, Mehdi Adibpour (2023): The Effect of Information and Communication Technology on the Employment of Iranian Industries. Journal of Regional Planning, Vol -, No -, PP:1-15

*Corresponding author: Khosro Azizi

Address: Assistant Professor of Economics, Islamic Azad University, West Tehran Branch, Iran

Tell:

Email: khosroazizi@gmail.com

Introduction

The term information technology was first used in 1958 to describe the role of computers in supporting decision-making and information processing in organizations. Information and communication technology (ICT) entered the market as a new technology in the 90s and developed rapidly. Today, information and communication technology has served humanity as a powerful tool, and without a doubt, it has led to extensive changes in all social, economic, and political fields, and its impact on human societies has been such that today's world is rapidly moving towards an information society. big advances; A society in which information and its accessibility and useful use have a central and decisive role (Moazzami et al., (2019).

Information and communication technology can affect productivity, economic growth and create new jobs and job opportunities (Audi & Ali, 2019). The widespread use of information and communication technology and new digital technologies can create major changes in the labor market (Valsamis & Coen, 2015). Information and communication technology has a positive effect on employment through new innovations and a negative effect through the use of less labor in the production process. Fava tools also provide the possibility of producing more goods and services with less employment, which is associated with higher productivity and lower unit production costs, lower prices, new products, and higher final demand (Herman, 2020, 344-351).

Industrial employment consists of two parts. One is the employment resulting from the launch of new production projects that a significant number of human resources can work in the unit. Another part is the employment that is created during the construction of industrial production projects and after their launch, which is mainly in the field of engineering services and general industrial contracting, as well as due to the use of empty capacity of existing units. Considering the way and how information technology affects and communication on economic performance and employment in recent decades in the world, as well as the high growth of investment in technology, we will seek to explain the role of information and communication technology on employment in industries with the binary code of Iran.

Methodology

The model is estimated using the PMG method. Using the long-term labor demand equation (Mahmoudzadeh & Asadi, 2005: 95-118), it is presented as equation (1):

$$d\ln(L_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(K_{it}) + \beta_2 \ln(LWP_{it}) + \beta_3 d\ln(ICT_{it}) + u_{it} \quad (1)$$

The error term is defined with zero mean and constant variance; the variables are defined as follows:

LnICT: Information technology (total costs of hardware+software+information and communication technology)

LnL: Employment

LnK: capital stock

LnWP: total wage costs for each labor force relative to the GDP index for each industry

The statistical population of this research includes all industries with a two-digit code. Based industries

The two-digit code is divided and includes 23 industries in the period of 2009-2021. All variables are logarithmic. The data collection tool in this research is available data and information. The sources of information used in the research are the Iranian Statistics Center and the Central Bank, from which the data was, collected (Central Bank Balance Sheet, 2021).

Results and Discussion

All variables are logarithmic. The data collection tool in this research is available data and information.

According to the results obtained from the estimation of short-term PMG model, the following can be evaluated. ECM coefficient is negative and less than one. It means that it takes 2.63 years to reach from a short-term equilibrium to a long-term equilibrium. All the coefficients are significant at the 5% level except the capital stock. The real wage has a direct effect with a coefficient of 0.192. 1% increase in real wages, with other conditions being constant, leads to a 0.192% increase in employment in Iranian industries. Information and communication technology has a positive effect on employment with a coefficient of 0.053. One percent increase in information and communication technology increases employment by 0.053 percent if other conditions are constant. In other words, information and communication technology has led to an increase in employment in Iranian industries. Based on the results obtained from the PMG long-term model estimation, all coefficients are significant at the 5% level. Capital stock has a positive effect on employment with a coefficient of 0.5. In other words, with a one percent increase in capital stock, if other employment conditions are

constant, it will increase by 0.5 percent in Iranian industries. The real wage has a direct effect with a coefficient of 0.497. 1% increase in real wages, with other conditions being constant, leads to a 0.497% increase in employment in Iranian industries. Information and communication technology has a negative effect on employment with a coefficient of -0.238. 1% increase in information and communication technology, if other conditions are constant, reduces the labor force by 0.238%. In other words, information and communication technology has led to a decrease in employment in industries with the two-digit code of Iran Industries

Conclusion

Information and communication technology is a key factor in the development of the global economy and economic developments. In this regard, the function of information and communication technology is as a new and general technological goal that affects the economy deeply and widely by producing a wide range of new products, services and processes. However, information and communication technology has permeated all industries through the manufacturing sector. Information and communication technology transforms employment. The theoretical issues expressed in this research show the positive effect of ICT on creating employment directly and indirectly.

In this article, information and communication technology was tested according to the model of the effect of employment with Iran's two-digit code industries in the short and long term on the employment of the workforce. The model of this research was done using panel data with PMG method for the period 2009-2021 for Iran. The findings of this research show that in the short term, information and communication technology has a positive effect on economic growth, a one percent increase in information and communication technology increases employment by 0.053 percent if other conditions are constant; But in the long run, information and communication technology has a negative effect, 1% increase in information and communication technology, if other conditions are constant, reduces the labor force by 0.238%. Considering that currently our country is facing the problem of unemployment, we can take a special look at information and communication technology to reduce unemployment.

The government should provide financial support to industries in order to reduce investment costs in the development of information and communication technologies. Considering that the country is facing the problem of unemployment on the one hand, and on the other hand, it has many potentials and empty capacities in the field of ICT, and based on the results of this research, ICT is an effective factor in increasing the employment of industries in the short term; It is suggested that strategic planning should be

done in order to train specialized manpower in Iran's industries in the field of ICT, educational and research institutions should be established in various branches of information and communication technology in industries. Information technology is one of the technologies that have been the basis of transformation in human life for the past few decades. Information technology has not only created new job positions in industries, but has also been the basis for fundamental changes in many other jobs.

مقاله پژوهشی

اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال صنایع ایران

ولی اله عبدالحسینی^۱، خسرو عزیزی^۲، محمود محمود زاده^۳، مهدی ادیب پور^۴

۱- دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه

۲- استادیار اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران غرب

۳- دانشیار اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه، ایران

۴- استادیار اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، ایران

چکیده

تحول رایانه‌ها و فناوری اطلاعات (ICT) باعث تغییرات گسترده‌ای در صنایع و بنگاه‌های تجاری مختلف شده است. امروزه یک صنعت تولیدی می‌تواند خط تولید خود را با تعداد کمی تکنسین و مهندس هدایت‌کننده روبات‌ها مدیریت کند. سازندگان قطعات بزرگ می‌توانند قطعات موردنیاز صنایع را به موقع و آماده برای استفاده در خط مونتاژ تحویل دهند. با ظهور و گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)، متغیرهای اقتصادی دستخوش تغییرات چشمگیری شده است. از جمله مهم‌ترین این متغیرها اشتغال است. فناوری اطلاعات و ارتباطات ویژگی‌های خاص خود را دارد که می‌تواند تغییرات اساسی در ساختار اشتغال ایجاد نماید. فناوری اطلاعات و ارتباطات بازار کار را تحت تأثیر قرار می‌دهد؛ بنابراین، بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بازار کار و اشتغال حائز اهمیت است.

هدف این پژوهش، بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال با صنایع کُد دو رقمی در کشور ایران است. برای این منظور از رویکرد میانگین گروه داده‌های ترکیبی و بر اساس داده‌های سالانه طی سال‌های ۱۳۸۷-۱۳۹۹ استفاده شد. در مدلی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات را در کوتاه‌مدت و بلندمدت بر اشتغال نیروی کار در صنایع کُد دورقمی ایران آزمون شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که تأثیر کوتاه‌مدت فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) و دستمزد حقیقی بر اشتغال صنایع ایران مثبت تأثیر موقودی سرمایه و دستمزد حقیقی بر اشتغال صنایع ایران مثبت و اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) در بلندمدت منفی می‌باشد.

تاریخ دریافت: ۲۲ تیر ۱۴۰۲

تاریخ پذیرش: ۲۹ مهر ۱۴۰۲

شماره صفحات: ۱-۱۵

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید



واژه‌های کلیدی:

فناوری اطلاعات و ارتباطات، اشتغال، صنایع با کُد دو رقمی، داده‌های تابلویی، رویکرد PMG.

استناد: ولی اله عبدالحسینی، خسرو عزیزی، محمود محمود زاده، مهدی ادیب پور (۱۴۰۲): اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال صنایع ایران، فصلنامه

برنامه‌ریزی منطقه‌ای، سال -، شماره -، مروت: صص ۱-

* نویسنده مسئول: خسرو عزیزی

نشانی: استادیار اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران غرب

تلفن:

پست الکترونیکی: khosroazizi@gmail.com

صنعت مانند بسیاری از بخش‌های زندگی بشر، تحت تأثیر فناوری اطلاعات قرار گرفته است. در فضای تجاری و رقابتی امروزی، مهم‌ترین اصل برای بقا علاوه بر کاهش قیمت، افزایش کیفیت، کاهش زمان تولید و سفارشی‌سازی تولیدات است. در این راستا سیستم‌های رایانه‌ای و فناوری اطلاعات به تحقیق در مورد این نیاز کمک زیادی می‌کنند. این سیستم‌ها تمامی جنبه‌های تولید را تحت تأثیر قرار داده و به نحو چشمگیری در صرفه‌جویی در هزینه، زمان و افزایش کیفیت مؤثر بوده‌اند (Hosseini, 2013).

فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند بر بهره‌وری، رشد اقتصادی و ایجاد مشاغل جدید و فرصت‌های شغلی تأثیر داشته باشد (Audi & Ali, 2019). استفاده گسترده از فناوری اطلاعات و ارتباطات و فناوری‌های دیجیتال جدید می‌تواند تحولات عمده‌ای در بازار کار ایجاد کند (Valsamis & Coen, 2015). فناوری اطلاعات و ارتباطات از طریق طریق نوآوری‌های جدید بر اشتغال تأثیر مثبت و از طریق به‌کارگیری نیروی کار کمتر در فرآیند تولید تأثیر منفی دارد. ابزارهای فاوا همچنین امکان تولید کالا و خدمات بیشتر را با اشتغال کمتر فراهم می‌کند که این اثر با بهره‌وری بالاتر و کاهش هزینه‌های واحد تولید، کاهش قیمت، محصولات جدید و تقاضای نهایی بالاتر همراه می‌شود (Herman, 2020, 344-351).

اشتغال صنعتی^۴ از دو بخش تشکیل شده است. یکی اشتغال ناشی از راه‌اندازی طرح‌های تولیدی جدید است که تعداد قابل توجهی از نیروی انسانی می‌توانند در واحد به بهره‌برداری رسیده، فعالیت کنند. بخش دیگر اشتغالی است که در حین ساخت‌وساز پروژه‌های تولید صنعتی و پس از راه‌اندازی آن‌ها ایجاد می‌شوند که عمدتاً در زمینه خدمات مهندسی و پیمانکاری‌های عمومی صنعتی و همچنین به دلیل استفاده از ظرفیت خالی از واحدهای موجود است. با توجه به نحوه و چگونگی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر عملکردهای اقتصادی و اشتغال در دهه‌های اخیر در جهان و همچنین رشد بالای سرمایه‌گذاری در فناوری به دنبال تبیین نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال در صنایع با کُد دو رقمی ایران خواهیم بود.

واژه فناوری اطلاعات^۱ اولین بار در سال ۱۹۵۸ برای توصیف نقش رایانه در حمایت از تصمیم‌گیری‌ها و پردازش اطلاعات در سازمان به کار گرفته شد. فناوری اطلاعات و ارتباطات^۲ (فاوا) به‌عنوان یک فناوری جدید در دهه ۹۰ وارد بازار شد و به‌سرعت توسعه یافت. امروزه فناوری اطلاعات و ارتباطات به‌عنوان ابزاری توانمند در خدمت بشر قرار گرفته و بدون شک تحولات گسترده‌ای را در تمام عرصه‌های اجتماعی، اقتصادی و سیاسی بشری به دنبال داشته و تأثیر آن بر جوامع انسانی به‌گونه‌ای بوده است که جهان امروز را به‌سرعت به‌سوی یک جامعه اطلاعاتی بزرگ پیش می‌برد؛ جامعه‌ای که در آن اطلاعات و میزان دسترسی و استفاده مفید از آن، دارای نقش محوری و تعیین‌کننده است (Moazzami et al., 2019).

طبق تعریف OECD^۳ فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) مجموعه‌ای از صنایع تولیدی و خدماتی است که برای ذخیره‌سازی، انتقال و نمایش داده‌ها و اطلاعات به‌صورت الکترونیکی ایفای نقش دارند. فناوری اطلاعات و ارتباطات را مجموعه‌ای از سخت‌افزار، نرم‌افزار و شبکه‌های ارتباطی تعریف می‌کنند که امکان مطالعه و کاربرد داده‌ها و پردازش آن در زمینه‌های ذخیره‌سازی، دست‌کاری، انتقال، مدیریت، جابجایی، مبادله، کنترل، سوئیچینگ و پردازش خودکار را فراهم می‌کند (Moshiri & Esfandiar, 2004, 55-78). ICT بر اساس مشخصه‌های ویژگی‌های زیر تعریف می‌شود (Cohen et al., 2002: 31-52):

- تغییرات فناورانه کاملاً پویا، با ضریب نفوذ و سازگاری بالا؛
- کاهش هزینه‌ها از طریق ورود تجهیزات و ویژگی‌های جدید؛
- رشد سریع کاربردها و تأثیر فزاینده آن بر زندگی حرفه‌ای و شخصی افراد؛
- بازارهای درهم‌تنیده‌ای که در آن بخش خصوصی با کمترین میزان نظام‌مندی در آن عمل می‌کند؛
- بسته خدماتی و تولیدی وابسته به نیروی انسانی متبحر و تحصیل کرده.

نگرشی در خصوص تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر میزان اشتغال وجود دارد که در این دیدگاه به ایجاد مشاغل جدید در عرصه فناوری اطلاعات و ارتباطات توجه می‌شود و ایجاد مشاغل در این حوزه را نویدبخش رشد اشتغال می‌داند. طبق این دیدگاه فناوری اطلاعات زمینه‌ساز ایجاد فرصت‌های شغلی جدیدی خواهد بود و بر نرخ اشتغال می‌افزاید. تولید و

^۱ Information

^۲ Information and Communication Technology (ICT)

^۳ Organisation for Economic Co-operation and Development

^۴ Industrial Employment

مطالعات زیادی در کشورهای مختلف جهان به بررسی در مورد فناوری اطلاعات و ارتباطات پرداخته‌اند. در این راستا بسیاری توجه خود را به موضوع اشتغال و ICT معطوف می‌کنند. نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعات با توجه به نوع و دامنه دیدگاه متفاوت است.

(Matteucci & Sterlachini (2003) در مطالعه‌ای فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اشتغال در صنایع ایتالیا را با استفاده از داده‌های دوره ۲۰۰۰-۱۹۹۷ و از بین ۱۷۳ کد ISIC بررسی کرده‌اند. معادله تقاضای نیروی کار از حداقل سازی هزینه کل به‌دست‌آمده می‌آید و با برآورد نسبت سرمایه‌گذاری فناوری به هر واحد نیروی کار، از آن به‌عنوان متغیری جایگزین برای فناوری اطلاعات و ارتباطات استفاده کردند. آنها صنایع را به دو گروه صنایع ثانویه و خدماتی تقسیم کردند و مدل را برای هر دو گروه به‌طور جداگانه برآورد کردند. یافته‌ها نشان می‌دهد که بین سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات و اشتغال در صنایع ثانویه رابطه معکوس و در صنایع خدماتی رابطه مستقیم وجود دارد. در تحقیق دیگری (UcDogruk (2004 اثر فناوری بر اشتغال در ترکیه را با استفاده از داده‌های آماری ۱۹۹۷-۱۹۹۵ و ۲۰۰۰-۱۹۹۸ انجام داد. نتایج نشان می‌دهد که نرخ رشد اشتغال به‌ویژه در صنایع با فناوری‌های پایین‌تر، تحت تأثیر فناوری‌های جدید افزایش یافته است. (Jaumandreu et al. (2005 تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال را در سطح بنگاه‌ها برای کشورهای فرانسه، آلمان، اسپانیا و انگلیس بررسی کرده‌اند و به این نتیجه می‌رسند که فناوری اطلاعات و ارتباطات باعث ایجاد تغییراتی در اشتغال کارگران می‌شود؛ اما اثرات جبرانی با کاهش قیمت‌ها سبب افزایش اشتغال می‌شود. همچنین (Lachenmaier (2007 به مطالعه اثرات فناوری بر اشتغال پرداخت. وی برای انجام مطالعه خود از داده‌های تابلویی مربوط به سال‌های ۲۰۰۲-۱۹۸۲ و همچنین تخمین سیستم پویای GMM^۵ استفاده کرد. نتایج نشان می‌دهد که فناوری در سطح بنگاه تأثیر مثبتی بر اشتغال دارد. همچنین تأثیر فناوری‌ها بر تولیدات بیشتر از تأثیر آن بر تولید است. درواقع، این مطالعه نشان داد که استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات در بخش‌های مختلف بنگاه‌ها مانند بخش فرآیند یا تولید، می‌تواند اثرات متفاوتی بر اشتغال داشته باشد.

(Merikull (2011 در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر نوآوری بر اشتغال کشور استونی در سطح بنگاه و صنعت پرداخت. در سطح بنگاه و صنعت از آمار سال‌های ۲۰۰۵-۱۹۹۴ و تخمین زن GMM-DIF^۶ استفاده کرد. نتایج نشان می‌دهد که فناوری اطلاعات و ارتباطات در سطح صنایع و بنگاه‌ها بر اشتغال تأثیر مثبت بیشتری بر سطح اشتغال نسبت به سطح فرآیندها دارد. (Atasoy et al. (2016 ارتباط بین اشتغال و طیف وسیعی از کاربردی فناوری اطلاعات و ارتباطات را برای ترکیه مورد مطالعه قرار داده‌اند. در تمایز بین برنامه‌های کاربردی گسترده شرکت (ERP و غیره) و برنامه‌های اختصاصی ویژه ICT (مانند صفحات وب) آنها رابطه مثبتی بین استفاده از ICT و اشتغال یافتند. در مطالعه‌ای (Biagi & Falk (2017 تأثیر فعالیت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات و تجارت الکترونیکی در اشتغال در اروپا، شواهد تجربی جدیدی که در مورد تأثیر فعالیت‌های ICT/تجارت الکترونیکی بر تقاضای نیروی کار ارائه داده‌اند. این داده‌ها برای ۱۰ کشور اروپایی برای دوره ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۰ بوده است. یافته‌ها این فرضیه که استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات در کل منجر به تغییر نیروی کار می‌شود را پشتیبانی نمی‌کنند. در واقع، به نظر می‌رسد که فعالیت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات در زمینه اشتغال خنثی می‌باشد. نتایج نه تنها در مشخصات مدل، بلکه به روش تخمین مورد استفاده نیز قوی هستند. از طرف دیگر (Kılıçaslan & Töngür (2019 به بررسی استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات و ایجاد اشتغال پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که در صنعت تولید ترکیه، فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) به‌ویژه در بخش‌هایی با فناوری پایین و متوسط، اثر اشتغال‌زایی دارد. اگرچه اثرات رشد اشتغال به‌طور تجربی برای سرمایه (ICT) مشهود و نامشهود تأیید شده است، اما یافته‌ها نشان می‌دهند که سرمایه محسوس (ICT) نسبت به سرمایه نامشهود (ICT) اثر اشتغال‌زایی قوی‌تری دارد. همچنین سهم کارگران ماهر با استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات افزایش می‌یابد. (Klinlam et al. (2019 اثرات فناوری اطلاعات و ارتباطات بر روند اقتصاد تایلند را با استفاده از الگوی DSGE^۷ در بازه زمانی ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۷ مورد مطالعه قرار داده‌اند. داده‌های مطالعه برای برآورد پارامتر فناوری اطلاعات و ارتباطات شامل مقادیر ارتباطات، رایانه، اطلاعات و سایر خدماتی که مرتبط با این حوزه است. نتایج برآورد شده نشان می‌دهد که

^۶ Difference GMM

^۷ Dynamic Stochastic General Equilibrium

^۵ Dynamic GMM System Estimation

سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند به افزایش مصرف و سرمایه‌گذاری آتی کمک و بر روند اقتصاد تایلند مفید واقع شود. تحلیل Abramova & Grishchenko (2020) فناوری اطلاعات و ارتباطات، بهره‌وری نیروی کار و اشتغال، پایداری صنایع در روسیه مطالعه کرده‌اند و معتقدند که فناوری اطلاعات و ارتباطات یکی از عوامل کلیدی برای تغییرات اساسی در صنایع می‌باشد. هدف پژوهش آنها بررسی رابطه بین فناوری اطلاعات و ارتباطات، بهره‌وری نیروی کار و اشتغال در صنایع روسیه به‌عنوان شاخص‌های ثبات اقتصادی و اجتماعی بوده است. منابع اطلاعاتی داده‌ها سرویس آمار دولتی فدرال روسیه بود. دوره مطالعاتی تحقیق آنها ۲۰۰۵-۲۰۱۷ برای شبکه‌های اطلاعات جهانی و وبسایت‌ها، دوره ۲۰۱۰-۲۰۱۶ برای سایر شاخص‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات بود. روش تحقیق آنها ارزیابی توسط رگرسیون زوجی^۸، در خصوص رابطه بین تعداد کارکنان و بهره‌وری نیروی کار (متغیرهای مستقل) با تغییرات در انواع فناوری اطلاعات و ارتباطات (متغیرهای وابسته) بود. یافته‌ها نشان می‌دهد که تأثیر مثبت فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد بهره‌وری نیروی کار، موجب نگرانی‌هایی در مورد احتمال بیکاری صنعتی می‌شود و ارتباط دائمی و قوی بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و بهره‌وری نیروی کار (اشتغال) در صنایع در روسیه نیافتند. در نتیجه تغییر قابل توجهی در تعداد شاغلان یا بهره‌وری نیروی کار به دلیل فناوری اطلاعات و ارتباطات مشاهده نمی‌شود که این امر نشان‌دهنده ثبات اقتصادی و اجتماعی در صنایع است.

پیشینه داخلی

در مقاله‌ای (Mahmoudzadeh (2009) اثر فناوری اطلاعات بر بهره‌وری نیروی کار در صنایع کارخانه‌ای ایران به بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد بهره‌وری ۲۳ صنعت تولیدی و مصرفی فناوری اطلاعات در ایران با استفاده از روش داده‌های تلفیقی در دوره ۱۳۸۶-۱۳۸۱ پرداخت. نتایج نشان می‌دهد تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد بهره‌وری در صنایع تولیدی و مصرفی فناوری اطلاعات و ارتباطات از نظر آماری معنادار نیست؛ اما تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری نیروی کار در صنایع فناوری اطلاعات و ارتباطات بیشتر از سایر صنایع است. Hejbar Kiani & Nemati (2014) به بررسی اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال صنایع کارخانه‌ای در تهران در بازه زمانی ۱۳۸۸-۱۳۸۵ پرداخته‌اند. با استخراج تابع تقاضای نیروی کار از یک تابع تولید با استفاده از روش داده‌های تابلویی

و از مسئله حداقل سازی هزینه تابع تقاضای نهاده نیروی کار برای اشتغال کل و سطوح مختلف تخصص شامل نیروی کار ساده، ماهر، تکنسین‌ها و مهندسان با استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات در چارچوب‌های فرآیندی و تولیدی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال کل و نیروهای کار متخصص تأثیر مثبت و بر نیروی کار ساده تأثیر منفی دارد. همچنین مطالعه Samimi & Hojbar Kiani (2014) به بررسی اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال صنایع کارخانه‌ای ایران در دوره زمانی ۱۳۵۸-۱۳۸۸ پرداخته‌اند. با استفاده از رویکرد داده‌های تابلویی، تابع تقاضای نهاده نیروی کار برای اشتغال کل و سطوح مختلف تخصص شامل نیروی کار ساده، ماهر، تکنسین و مهندسان با به‌کارگیری متغیر فناوری اطلاعات و ارتباطات در قالب نوآوری‌های فرآیندی و تولیدی مورد بررسی قرار گرفته است. یافته‌ها نشان می‌دهد که استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال کل نیروی کار و نیروهای متخصص تأثیر مثبت و بر اشتغال نیروی کار ساده تأثیر منفی دارد. در مقاله‌ای Rasekh Jahromi (2015) به بررسی اثرات فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال و بهره‌وری نیروی کار در اقتصاد ایران با استفاده از داده‌های سری زمانی (۱۳۹۳-۱۳۵۰) پرداخت. مدل با استفاده از روش‌های اقتصادسنجی و آمارهای سری زمانی برآورد و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. الگوی موردنظر از طریق روش‌های هم‌جمعی^۹ و مکانیسم تصحیح خطا^{۱۰} تخمین ده شده است. نتایج نشان می‌دهد که فناوری اطلاعات و ارتباطات در کوتاه‌مدت بر اشتغال و بهره‌وری نیروی کار تأثیر منفی دارد؛ اما در بلندمدت این تأثیر مثبت خواهد بود. همچنین تأثیر فناوری اطلاعات بر بهره‌وری نیروی کار ماهر در بلندمدت، مثبت و بر نیروی کار غیر ماهر منفی در ایران است.

Haerizadeh, et al. (2018) در پژوهشی با عنوان تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال در گروه کشورهای درحال توسعه، با استخراج تابع تقاضای نیروی کار از تابع تولید CES با استفاده از مسئله حداقل سازی هزینه‌ها، اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات را در ۱۷ کشور منتخب از کشورهای درحال توسعه و در فاصله زمانی ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۵ مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که فاوا (فناوری اطلاعات و ارتباطات) با استفاده از دو شاخص یعنی B2B که میزان استفاده از اینترنت برای انجام معاملات بین بنگاه‌ها را نشان می‌دهد و همچنین شاخص B2C که نشان‌دهنده میزان استفاده از اینترنت برای معاملات بین بنگاه‌ها و مصرف‌کنندگان

⁹ Cointegration

¹⁰ Error Correction Model

⁸ Pair Regression

به تکانه مثبت فناوری اطلاعات و ارتباطات، در ابتدا اشتغال رسمی و غیررسمی را افزایش؛ اما در ادامه اشتغال رسمی کاهش یافته و اشتغال غیررسمی افزایش می‌یابد. همچنین این تکانه با ترغیب جمعیت خارج از نیروی کار و غیرفعال اقتصادی برای یافتن شغل موجب افزایش عرضه نیروی کار می‌شود.

مبانی نظری

فناوری اطلاعات شامل همه اشکال فناوری ساخت، ذخیره‌سازی، تبادل و به‌کارگیری اطلاعات در شکل‌های گوناگونی چون اطلاعات تجاری، مکالمات صوتی، تصاویر ساکن و متحرک و ارائه چند رسانه است که نوع و ساختار اشتغال را در همه سطوح تحت تأثیر قرار می‌دهد. مشکلات متعدد اشتغال در جهان، می‌طلبد که کارشناسان و سیاست‌گذاران اقتصادی کشور، به دنبال بررسی عوامل مؤثر بر اشتغال باشند. حال با توجه به اینکه عصر حاضر را عصر اشتغال می‌نامند با ویژگی‌های خاص خود، ساختار کار و اشتغال را دست‌خوش تغییر و تحولات زیادی می‌کند و با تغییر در نوع و ماهیت اشتغال، ساختار کار و اشتغال را تحت تأثیر قرار می‌دهد، لازم است اثرات فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال در سطح تجربه سایر کشورها و سپس ایران بررسی شود و زیرساخت‌های ICT لازم برای کشور برای اثرگذاری کاراتر بر اشتغال، مورد توجه قرار گیرند (Shir Taheri & Piman, 2023). تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال موضوعی بحث برانگیز است. از یک‌سو، پذیرش و گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات در تمام بخش‌های جامعه می‌تواند فرصت‌های شغلی مستقیمی را برای افرادی که دارای مهارت‌هایی هستند که مکمل فناوری اطلاعات و ارتباطات است، ایجاد کند و به‌طور غیرمستقیم در بخش‌ها و بنگاه‌هایی که با استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات نوآورانه‌تر یا مولدتر هستند، احتمال افزایش اشتغال بیشتر است. پیشرفت ICT می‌تواند منجر به ایجاد فرصت‌های شغلی جدید و افزایش رفاه مردم شود (Audi & Ali, 2019). از سوی دیگر، پذیرش و گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند انجام کارها از طریق خودکارسازی را افزایش دهد از این‌رو پیامدهای منفی بر اشتغال، به‌ویژه برای افراد با مهارت‌های سطح پایین و متوسط داشسته باشد (Brynjolfsson & McAfee, 2014). از طرفی گسترش اینترنت و افزایش مقیاس عملکرد، رقابت بین کارگران در مشاغل آسیب‌دیده را تشدید کرده، قیمت خدمات آنها را کاهش و شکاف دستمزدی را افزایش می‌دهد؛ همچنین کارگران بامهارت پایین در این مشاغل را خارج کرده و درآمد دیگر

است، تأثیری منفی بر اشتغال دارد. بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر توانمندسازی زنان (با تأکید بر آموزش و اشتغال) در گروه کشورهای عضو D8 توسط Moazzami, et al. (2019) در طی دوره زمانی ۲۰۱۶-۲۰۲۰ پرداخته‌اند. بدین منظور هم از شاخص GEM^{۱۱} و هم شاخص‌های آموزش و اشتغال به‌صورت جداگانه در الگوی تحقیق استفاده شده است. با استفاده از داده‌های ترکیبی و در قالب الگوی خود توضیح برداری با وقفه‌های گسترده (ARDL) و در نرم‌افزار ایویوز ۹ این تجزیه‌وتحلیل صورت گرفته است. داده‌های مربوط به متغیرهای مورد استفاده در این پژوهش از پایگاه اطلاعاتی بانک جهانی و گزارش‌های توسعه انسانی برنامه توسعه ملل متحد گردآوری شده است. نتایج تحقیق حاکی از آن است که فناوری اطلاعات و ارتباطات بر توانمندسازی زنان به تفکیک شاخص‌ها، اثر مثبت و معناداری دارد. به این ترتیب گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات به بهبود توانمندسازی زنان به‌ویژه آموزش و اشتغال زنان کمک می‌کند. در مقاله‌ای Rakhshan, et al. (2021) سازوکار اثرگذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال و امنیت اقتصادی در ایران طی سال‌های ۱۳۷۰- در ایران ۱۳۹۷ را بررسی کرده‌اند. برای این منظور از رویکرد آستانه‌ای^{۱۲} (STAR) و بر اساس داده‌های سالانه استفاده شد. نتایج برآورد مدل نشان می‌دهد که متغیر فناوری اطلاعات و ارتباطات در هر دو رژیم، تأثیری بر اشتغال در ایران نشان ندارد که با توجه به مبانی نظری موضوع، فناوری علاوه بر اشتغال‌زایی، اشتغال زدا هم بوده است. (Sobhani et al. 2022) به بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) بر اشتغال غیررسمی در ایران؛ رهیافت تعادل عمومی پویای تصادفی در دوره زمانی ۱۳۷۸ تا ۱۳۹۸ پرداخته‌اند. این مطالعه با استفاده از الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE)^{۱۳} و لحاظ دوگانگی بازار کار (رسمی و غیررسمی) تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال غیررسمی در ایران را مورد بررسی قرار داده است. نتایج نشان می‌دهد توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات با ایجاد فرصت‌های شغلی، اشتغال، تولید و مصرف، هر دو بخش رسمی و غیررسمی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. واکنش متغیرها

¹¹ Gender Empowerment Measure

¹² Smooth Transition Autoregressive

¹³ Dynamic Stochastic General Equilibrium

کارگران بامهارت پایین را تأثیر تحت رقابت کاهش می‌دهد و با افزایش نابرابری درون شغلی، کاهش استخدام و کاهش دستمزدها در پایین‌ترین سطح توزیع، بر مشاغل بسیاری تأثیر می‌گذارد (Wang & Wright, 2020). در واقع فاوا بر ابعاد مختلف نیروی کار مانند بهره‌وری، تولید ناخالص داخلی و اشتغال تأثیر مثبت دارد و مکمل نیروی کار ماهر است؛ درحالی‌که بر نیروی کار غیر ماهر تأثیر منفی داشته و نقش جانشین را ایفا می‌کند (Sobhani, et al., 2022).

بحث‌های زیادی در مورد تأثیر فناوری بر نرخ رشد تولید و اشتغال وجود دارد. آزمون تجربی مدل سولو (Solow, 1956: 65-94) و طرح نظریه رشد درون‌زا توسط رومر (Romer, 1986: 1002-1037) از تحولات مهم در این زمینه است که نشان داد می‌توان از طریق سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، رشد نوآوری و فناوری را در زمینه‌های مختلف تولید گسترش داد. از طریق تغییر در فرآیندهای تولید، فناوری می‌تواند نیاز به نیروی کار را کاهش دهد و بر اشتغال نیروی کار تأثیر بگذارد و همچنین به‌عنوان وسیله‌ای تولید برای تغییر در دستمزد نیروی کار، ایجاد فرصت‌های شغلی جدید و تغییر ترکیب شاغلان به کار رود. هم نوآوری‌های فرآیندی^{۱۴} و هم تولیدی^{۱۵} از دو جهت بر اشتغال تأثیر می‌گذارند. از یک سوی نوآوری فرآیندی از طریق جابجایی^{۱۶}، تقاضا برای نیروی کار کاهش می‌دهد و از سوی دیگر، نوآوری تولیدی از طریق اثرات جبرانی^{۱۷} با ایجاد فرصت‌های شغلی جدید، تقاضای نیروی کار را افزایش می‌دهد. از دیدگاه کلان اقتصادی، باید این دو اثر را با هم مقایسه کرد و برای تبیین این موضوع تحلیل رفتار بنگاه‌های اقتصادی نسبت فناوری اطلاعات و ارتباطات و نیروی کار ضروری است (Mahmoudzadeh & Asadi, 2005, 95-118).

به‌طور کلی، برنامه‌های مختلف فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) می‌تواند اثرات مثبت یا منفی بر اشتغال داشته باشند، اثرات بالقوه‌ای که ممکن است با نوع کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات و صنعت مورد استفاده متفاوت است. مدل تجربی اتخاذ شده در این مطالعه از یک تابع هزینه CES^{۱۸} با دو عامل تولید یعنی نیروی کار و سرمایه حاصل می‌شود، یعنی قیمت نیروی کار برون‌زا است، مشتق شده است.

سرمایه شبه- ثابت فرض می‌شود. در این صورت، معادله تقاضای نیروی کار به‌صورت معادله (۲) خواهد بود:

$$L = v^{\alpha} B^{1-\sigma} Y^{(1-\sigma+\sigma v)} \alpha W P^{-\sigma} \quad (2)$$

که در آن V و σ پارامتر هستند، L نشان‌دهنده اشتغال، Y ارزش افزوده در سطح قیمت‌های ثابت، WP نرخ دستمزد واقعی و سطح فناوری B است. فرض بر این است که تولید فناوری با تغییر فناوری خنثی در نرخ λ مشخص می‌شود. با گرفتن لگاریتم طبیعی از معادله تقاضای نیروی کار و اضافه کردن جمله خطا، یک تابع غیرخطی استاتیک تقاضای برای نیروی کار به دست می‌آید که در آن اشتغال تابعی از سرمایه به قیمت‌های ثابت و دستمزدهای واقعی است:

$$\ln L_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln K_{it} + \beta_2 \ln WP_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

که در آن i و t به ترتیب نشان‌دهنده صنعت و سال هستند. کاربردهای فناوری اطلاعات و ارتباطات، مؤلفه‌های مهم و تسهیل‌کننده فناوری را نشان می‌دهند که توسط مجموعه‌ای از شاخص‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات اضافه‌شده‌اند. با دیفرانسیل گرفتن از معادله (۳)، معادله تقاضای نیروی کار کوتاه‌مدت به دست می‌آید:

$$D \ln L_{it} = \beta_1 D \ln K_{it} + \beta_2 D \ln WP_{it} + \beta_3 D \ln T_{it} + u_{it} \quad (4)$$

جمله خطا جدید با میانگین صفر و واریانس ثابت است، متغیرها به صورت زیر تعریف می‌شوند:

$D \ln L$: تغییر در لگاریتم اشتغال

$D \ln K$: تغییر در لگاریتم موجودی خدمات سرمایه واقعی

$D \ln WP$: تغییر در لگاریتم هزینه‌های کل دستمزد برای هر

نیروی کار نسبت به شاخص GDP

$D \ln T$: تغییرات در کل هزینه‌های سخت‌افزار،

نرم‌افزار و فناوری اطلاعات و ارتباطات.

معادله بلندمدت تقاضای نیروی کار از معادله (۴) تخمین

زده می‌شود:

$$\ln(L_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(K_{it}) + \beta_2 \ln(WP_{it}) + \beta_3 \ln(T_{it}) + u_{it} \quad (5)$$

محاسبه متوسط سرمایه‌گذاری صنایع در بازه

زمانی معین: بر این اساس، سرمایه‌گذاری کل به تعداد کارگاه بالای ده نفر برای صنایع با کُد دورقمی محاسبه می‌شود.

محاسبه موجودی خدمات سرمایه اولیه: با استفاده

از سرمایه‌گذاری کل به تعداد کارگاه بالای ده نفر برای صنایع با کُد دورقمی، می‌توان موجودی سرمایه اولیه را بر اساس معادله (۶) محاسبه کرد که در اکثر مطالعات تجربی از آن استفاده می‌شود.

$$K_{0,k} = \bar{I}_{i,k} / \delta_k + y_k \quad (6)$$

¹⁴ Process Innovation

¹⁵ Product Innovation

¹⁶ Displacement

¹⁷ Compensation Effects

¹⁸ Constant Elasticity of Substitution

I_t سرمایه‌گذاری دوره، $K_{0,t}$ موجودی سرمایه اولیه و δ_k نرخ استهلاک است، y_k متوسط رشد سرمایه است.
محاسبه موجودی خدمات سرمایه: موجودی سرمایه در سال‌های بعدی به شرح زیر محاسبه می‌شود.

$$K_{t,k} = I_{t,k} + (1 - \delta_k)K_{t-1,k} \quad (7)$$

$K_{t,k}$ موجودی خدمات سرمایه نوع k ام در دوره t ام بوده و $I_{t,k}$ سرمایه‌گذاری نوع k ام در دوره t می‌باشد. نرخ استهلاک برای سرمایه ۱۰ درصد لحاظ شده است (Fraumeni, 1997: 245-256).

روش تحقیق

آزمون ایستایی

اغلب مدل‌های اقتصادسنجی اولیه مورد استفاده بر اساس فرض ایستایی سری‌های زمانی بودند. بعدها که ایستایی اکثر سری‌های زمانی رد شد، استفاده از متغیرها مشمول آزمون‌های ایستایی شد. از سوی دیگر، به دلیل نگرانی از وجود روند تصادفی و رگرسیون کاذب بین متغیرها، محققین قبل از تخمین، آزمون وجود ریشه واحد را در متغیرها مورد آزمون قرار دادند؛ بنابراین قبل از تخمین مدل، برای اطمینان از ساختگی نبودن و عدم وجود نتایج غیرقابل اعتماد، باید از ایستا بودن متغیرها اطمینان حاصل کرد. آزمون ریشه واحد یکی از رایج‌ترین آزمون‌هایی است که برای تشخیص ایستایی فرآیند، مورد استفاده استفاده می‌شود. اساس آزمون ریشه واحد بر این منطق استوار است که وقتی $\rho=1$ است، فرآیند ایستا نیست (Nour Afshan, 2012).

روش‌های مختلف نتایج متناقضی را در آزمون‌های ریشه واحد مبتنی بر داده‌های تابلویی ارائه می‌دهند. این روش‌ها عبارتند از: آزمون لوین، لین و چو (LLC)، آزمون ایم، پسران و شین، آزمون برتوگ، آزمون فیشر - دیکی فولر تعمیم یافته، آزمون فیشر، آزمون هدری. در آزمون‌های ایستایی سری‌های زمانی اگر احتمال یا ارزش احتمال یک باشد در آن صورت، وجود ریشه واحد تأیید و نا ایستایی پذیرفته می‌شود ولی اگر $1 < p < 0$ باشد، سری‌های زمانی فاقد ریشه واحد و ایستا در نظر گرفته می‌شوند. (Nouri Nusrat Abad, 2013)

آزمون هم‌جمعی پدرونی

مهم‌ترین نکته در تجزیه و تحلیل‌های هم‌جمعی این است که باوجود غیر ایستایی اکثر سری‌های زمانی و داشتن روند تصادفی افزایش یا کاهش، در بلندمدت ممکن است ترکیب خطی این متغیرها، همواره ایستا و بدون روند باشند. با توجه به وجود ناهمگنی در پویایی‌ها و واریانس جملات خطای تابلویی، از آزمون هم‌جمعی تابلویی معرفی شده توسط پدرونی (Pedroni, 2004: 597-625) استفاده می‌شود که امکان بررسی چنین ناهمگنی‌هایی را در مدل‌های تابلویی فراهم می‌سازد، زیرا این آزمون امکان وجود ناهمگنی در عرض از مبدأ و شیب معادله هم‌جمعی را فراهم می‌کند. آزمون هم‌جمعی پدرونی از پسماندهای تخمین زده شده از رگرسیون بلندمدت استفاده می‌کند.

آزمون MG

برآوردگر میانگین گروهی PMG^{19} توسط پسران و همکاران (Pesaran et al., 1999: 621-634) یک روش میانی مفیدی بین میانگین گروهی MG^{20} و اثرات ثابت پویا FED^{21} است. در روش ممکن است که ضرایب کوتاه‌مدت و واریانس خطاها در طول مقاطع متفاوت باشد، اما ضرایب بلندمدت همگن هستند. خانواده برآوردگر PMG (شامل FED و MG) اساساً مبتنی بر مدل‌های ناهمگن بوده و مفهوم ناهمگنی در فرایند برآورد را مورد توجه قرار می‌دهند (Mongazeb & Nosrati, 2018). روش میانگین گروهی، در حقیقت روش تعمیم یافته مدل توزیع خود رگرسیو با وقفه $ARDL^{22}$ است؛ زیرا $ARDL$ شامل وقفه متغیر وابسته است؛ بنابراین روشی برای تخمین تابلویی پویا محسوب می‌شود. در این روش ابتدا برای هر مقطع یک $ARDL$ برآورد شده و میانگین ضرایب برآورد شده، محاسبه می‌شود. برآوردگر میانگین گروهی PMG با عنوان برآوردگر MG است، اما قیدی را بر ضرایب بلندمدت که در بین گروه‌ها یکسان هستند (مانند برآوردگر اثرات ثابت) اعمال می‌کند.

بحث و یافته‌های تحقیق

در این بخش ابتدا به مدل و متغیرها معرفی می‌شوند. سپس متغیرها از لحاظ ایستایی آزمون می‌شوند. در ادامه به برآورد مدل با استفاده از روش PMG برآورد شده است. با استفاده از معادله تقاضای نیروی کار بلندمدت (Mahmoudzadeh & Asadi, 2005: 95-118) به صورت معادله (۸) ارائه می‌شود:

$$\ln(L_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(K_{it}) + \beta_2 \ln(LWP_{it}) + \beta_3 \ln(ICT_{it}) + u_{it} \quad (8)$$

¹⁹ Pooled Mean Group

²⁰ Mean Group

²¹ Fixed Effect Dynamics

²² Autoregressive Distributed Lag

جمله خطا جدید با میانگین صفر و واریانس ثابت تعریف می‌شود، متغیرها به شرح زیر تعریف می‌شوند:

$LnICT_t$: فناوری اطلاعات (مجموع هزینه‌های سخت‌افزار + نرم‌افزار + فناوری اطلاعات و ارتباطات)

LnL_t : اشتغال

LnK_t : موجودی سرمایه

$LnWP_t$: هزینه‌های کل دستمزد برای هر نیروی کار نسبت به شاخص GDP برای هر صنعت

جامعه آماری این تحقیق شامل کلیه صنایع با کد دورقمی می‌باشد. صنایع بر اساس کد دورقمی تقسیم‌بندی شده و شامل ۳۳ صنعت در دوره زمانی ۱۳۸۷-۱۳۹۹ می‌باشد. همه متغیرها به صورت لگاریتمی هستند. ابزار گردآوری داده‌ها در این پژوهش داده‌ها و اطلاعات موجود است. منابع اطلاعاتی مورد استفاده پژوهش عبارت است از مرکز آمار ایران و بانک مرکزی است که داده‌ها از آن‌ها جمع‌آوری شده است (Central Bank Balance Sheet, 2022).

خلاصه آماری متغیرها

جدول (۱) خلاصه‌ای از آمار توصیفی متغیرها را برای ۳۳ صنعت با کد دو رقمی نشان می‌دهد.

جدول (۱): خلاصه آمار توصیفی متغیرها برای صنایع با کد دورقمی

متغیر	میانگین	حداکثر	حداقل	انحراف معیار
LL	۱۰/۵۹۲	۱۲/۶۹۰	۷/۷۷۵	۱/۱۵۰
LK	۱۵/۴۹۷	۲۰/۰۷۴	۸/۹۶۳	۱/۹۷۷
LWPL	۱۱/۴۳۸	۱۳/۵۴۱	۸/۳۰۱	۱/۲۰۴
LICT	۱۱/۰۲۴	۱۴/۱۹۹	۷/۲۲۰	۱/۴۱۳

منبع: محاسبات محقق

جدول (۱)، جهت متغیرهای چهارگانه برای کل صنایع با کد دورقمی را نشان می‌دهد. در این بین، نیروی کار با رشد ۱۰/۵۹۲ درصدی کمترین مقدار (میانگین) و موجودی سرمایه با رشد ۱۵/۴۹۷ درصدی بیشترین مقدار (میانگین) را به خود اختصاص داده است.

آزمون ایستایی در سطح صفر

در داده‌های تابلویی پیش از برآورد الگو به بررسی ایستایی متغیرها مورد بررسی قرار می‌گیرند. برای آزمون ایستایی متغیرها چهار آزمون استفاده شده است. نتایج حاصل از آزمون در جداول (۲) و (۳) منعکس شده است.

جدول (۲): آزمون‌های ریشه واحد داده‌های تابلویی در سطح صفر

متغیر	Levin, Lin & Chu t*	Im, Pesaran and Shin W-stat	ADF - Fisher Chi-square	PP-Fisher Chi-square
LL	-۳/۵۳۸** (۰/۰۰۰۲)	-۰/۷۴۲ (۰/۲۲۹۰)	۵۸/۱۰۳۳ (۰/۱۵۰۷)	۵۸/۳۷۶۰ (۰/۱۴۵۰)
LK	۴/۸۴۸ (۱/۰۰۰۰)	۵/۷۳۰ (۱/۰۰۰۰)	۱۱/۹۵۸ (۱/۰۰۰۰)	۳۲/۴ (۰/۹۹۹۶)
LWPL	۴/۸۴۸ (۱/۰۰۰۰)	۵/۷۳۰ (۱/۰۰۰۰)	۱۱/۹۵۸ (۱/۰۰۰۰)	۳۲/۹۵۸۰ (۰/۹۵۷۹)
LICT	-۰/۸۶۹ (۰/۱۹۲۲)	۲/۶۸۱ (۰/۹۹۶۳)	۲۳/۷۲۵ (۰/۹۹۸۷)	۳۱/۰۱۷ (۰/۹۷۲۸)

** معنی‌داری در سطح ۵٪

جدول (۳): آزمون‌های ریشه واحد داده‌های تابلویی در سطح یک

متغیر	Levin, Lin & Chu	Im, Pesaran and Shin W-stat	ADF - Fisher Chi-square	PP - Fisher Chi-square
DLL	-۷/۴۵۶** (۰/۰۰۰۰)	-۵/۶۲۰** (۰/۰۰۱۳)	۱۱۷/۳۶۱** (۰/۰۰۰۰)	۲۲۱/۹۸۰** (۰/۰۰۰۰)
LK	-۹/۷۸۲۶** (۰/۰۰۰۰)	-۵/۳۱۳۰** (۰/۰۰۰۰)	۱۱۷/۷۲۸** (۰/۰۰۰۰)	۲۶۷/۶۶۰** (۰/۰۰۰۰)
DWPL	-۳/۷۵۳** (۰/۰۰۰۱)	-۳/۱۷۰** (۰/۰۰۰۸)	*۷۶/۴۸۴ (۰/۰۰۵۶)	۱۰۰/۹۶۶** (۰/۰۰۰۰)
DLICT	-۷/۲۹۵** (۰/۰۰۰۰)	** -۵/۵۵۱ (۰/۰۰۰۰)	۱۱۳/۵۲۱** (۰/۰۰۰۰)	۲۵۸/۸۷۳** (۰/۰۰۰۰)

** سطح معنی‌داری در ۵٪

در جدول (۲) آزمون‌های ریشه واحد برای متغیرها در سطح صفر انجام شده است که نتایج همه آزمون‌ها، وجود ریشه واحد و نا ایستایی را نشان می‌دهد. جدول (۳) نشانگر، آزمون‌های ریشه واحد، در سطح یک انجام شده است که همه متغیرها در سطح یک ایستا نیستند و آزمون‌ها وجود ریشه واحد را در سطح یک و در نتیجه ایستایی را اثبات می‌کند؛ بنابراین کلیه متغیرها در سطح یک ایستا هستند.

آزمون هم‌جمع‌ی پدرونی

نتایج آزمون پدرونی در جدول (۴) ارائه شده است.

جدول (۴): آزمون هم‌جمع‌ی پدرونی

P value	Weighted t statistic	P value	t statistic	
۰/۹۲۸۴	-۱/۴۶۴	۰/۷۷۷۲	-۰/۷۶۲۸	Panel v-statistic
۰/۹۸۸۵	-۳/۲۷۳	۰/۹۸۱۸	۲/۰۹۳	Panel rho-statistic
۰/۰۰۰۳	-۳/۴۳۸**	۰/۰۰۱۴	-۲/۹۸۴**	Panel PP-statistic
۰/۰۰۰۸	-۳/۶۱۰***	۰/۰۰۱۴	-۲/۱۹۸**	Group rho-statistic
		۱/۰۰۰۰	۰/۰۶۴	Group rho-Statistic
		۰/۰۰۰۰	-۸/۰۰۰**	Group PP-statistic
		۰/۰۰۳۲	** -۲/۷۲۸	Group ADF-Statistic

** سطح معنی‌داری در ۵٪

بر اساس نتایج ارائه شده در جدول فوق، هم‌جمع‌ی یا رابطه بلندمدت بین لگاریتم متغیرهای نیروی کار، موجودی سرمایه، دستمزد حقیقی و فناوری اطلاعات و ارتباطات در چهار آماره Panel PP, Group rho, Group PP و Group ADF به ترتیب در تابلویی و گروه در سطح ۵ درصد پذیرفته می‌شود.

آزمون برای برآورد ضرایب کوتاه‌مدت PMG

نتایج برآورد آزمون کوتاه‌مدت PMG در دوره زمانی ۱۳۸۷-۱۳۹۹ در جدول (۵) ارائه شده است و وقفه بهینه یک می‌باشد.

جدول (۵): تخمین آزمون کوتاه‌مدت PMG (1,1,1,1)

متغیر	ضریب	آماره t	احتمال
Ecm(-1)	*** -۰/۰۳۸	-۱/۷۷۶۲۹۹	۰/۰۷۷۵
DLK	** -۰/۰۱۸	-۰/۷۷۶	۰/۴۳۹
DLWPL	** ۰/۱۹۲	۵/۵۴۳۸۰۰	۰/۰۰۰۰
DLICT	** ۰/۰۵۳	۲/۵۲۱۳۳۱	۰/۰۱۲۶
R ²		۰/۹۲	
LM Test		۴۸/۶۶۹۱۵ (۰/۰۰۰۰)	
Heteroscedasticity		۱۶۴۴/۶۶۳ (۰/۵۰۰۲)	
Normality Test		۴۸/۶۶۹۱۵ (۰/۰۰۰۰)	

** سطح معنی‌داری در ۵٪

منبع: محاسبات محقق

با توجه به نتایج به دست آمده از برآورد مدل کوتاه مدت PMG می توان شرح زیر ارزیابی کرد. ضریب ECM منفی و کمتر از یک است. به این معنا که ۲۳/۶۱ سال طول می کشد که از یک تعادل کوتاه مدت به یک تعادل بلندمدت برسیم. همه ضرایب به جز موجودی سرمایه در سطح ۵٪ معنادار می باشند. دستمزد حقیقی با ضریب ۰/۱۹۲ اثر مستقیم دارد. افزایش یک درصدی دستمزد حقیقی با ثابت بودن سایر شرایط منجر به افزایش ۰/۱۹۲ درصدی اشتغال در صنایع ایران می شود. فناوری اطلاعات و ارتباطات با ضریب ۰/۰۵۳ بر اشتغال تأثیر مثبت دارد. افزایش یک درصدی فناوری اطلاعات و ارتباطات در صورت ثابت بودن سایر شرایط، اشتغال را ۰/۰۵۳ درصد افزایش می دهد. به عبارت دیگر فناوری اطلاعات و ارتباطات منجر به افزایش اشتغال در صنایع ایران شده است.

نتایج تخمین آزمون بلندمدت PMG در جدول (۶) ارائه شده است.

جدول (۶): تخمین آزمون بلندمدت PMG(1,1,1,1)

متغیر	ضریب	آماره t	احتمال
LK	۰/۵۰***	۴/۷۰۱	۰/۰۰۰۰
LWPL	۰/۴۹۷	۷/۲۹۱	۰/۰۰۰۰
LICT	-۰/۲۳۸***	-۲/۰۹۸۷۶۶	۰/۰۰۰۰

** سطح معنی داری ۵٪

منبع: محاسبات محقق

با توجه به نتایج به دست آمده از برآورد مدل بلندمدت PMG همه ضرایب در سطح ۵٪ معنادار می باشند. موجودی سرمایه با ضریب ۰/۵ تأثیر مثبت بر اشتغال دارد. به عبارت دیگر با یک درصد افزایش موجودی سرمایه در صورت ثابت بودن سایر شرایط اشتغال به میزان ۰/۵ درصد در صنایع ایران افزایش می یابد. دستمزد حقیقی با ضریب ۰/۴۹۷ اثر مستقیم دارد. افزایش یک درصدی دستمزد حقیقی با ثابت بودن سایر شرایط منجر به افزایش ۰/۴۹۷ درصدی اشتغال در صنایع ایران می شود. فناوری اطلاعات و ارتباطات با ضریب -۰/۲۳۸ بر اشتغال تأثیر منفی دارد. افزایش یک درصدی فناوری اطلاعات و ارتباطات، در صورت ثابت بودن سایر شرایط، نیروی کار را ۰/۲۳۸ درصد کاهش می دهد. به عبارت دیگر فناوری اطلاعات و ارتباطات منجر به کاهش اشتغال در صنایع با کُد دو رقمی ایران صنایع شده است.

بر اشتغال دارد و مخالف با مطالعات , Kılıçaslan & Töngür (2019), Biagi & Falk (2017), و Abramova & Grishchenko (2020) است.

دولت باید جهت کاهش هزینه های سرمایه گذاری در توسعه تکنولوژی های فناوری اطلاعات و ارتباطات صنایع را حمایت مالی نماید. با توجه به این که کشور از یک سو با مشکل بیکاری روبروست و از سوی دیگر، پتانسیل های بالقوه و ظرفیت های خالی بسیاری در زمینه ICT دارد و بر اساس نتایج این تحقیق، ICT عامل مؤثری در افزایش اشتغال صنایع در کوتاه مدت دارد؛ پیشنهاد می شود که برنامه ریزی راهبردی، به منظور تربیت نیروی انسانی متخصص در صنایع ایران، در عرصه ICT، انجام شود. فناوری اطلاعات است. فناوری اطلاعات نه تنها خود موجب تولید موقعیت های جدید شغلی در صنایع شده، بلکه زمینه ساز تغییرات بنیادی در بسیاری از سایر مشاغل هم بوده است.

نتیجه گیری و ارائه پیشنهادها

در این مقاله فناوری اطلاعات و ارتباطات با توجه به مدل اثر اشتغال با صنایع کُد دو رقمی ایران در کوتاه مدت و بلندمدت بر اشتغال نیروی کار مورد آزمون قرار گرفت. مدل این تحقیق با استفاده از داده های تابلویی با روش PMG برای دوره ۱۳۸۷-۱۳۹۹ برای کشور ایران انجام شده است. یافته های انجام شده در این پژوهش نشان می دهد که در کوتاه مدت فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد اقتصادی تأثیر مثبت دارد، افزایش یک درصدی فناوری اطلاعات و ارتباطات در صورت ثابت بودن سایر شرایط، اشتغال را ۰/۰۵۳ درصد افزایش می دهد؛ ولی در بلندمدت فناوری اطلاعات و ارتباطات تأثیر منفی دارد، افزایش یک درصدی فناوری اطلاعات و ارتباطات، در صورت ثابت بودن سایر شرایط، نیروی کار را ۰/۲۳۸ درصد کاهش می دهد. با توجه به اینکه در حال حاضر کشور ما با معضل بیکاری مواجه است می توان برای کاهش بیکاری با نگاه ویژه ای به فناوری اطلاعات و ارتباطات داشت. نتایج مطالعه ما مطابق با نتایج (Klinlam, et al. (2019 و Sobhani, et al. (2022 که فناوری اطلاعات و ارتباطات تأثیر

References:

1. Abramova, N., & Grishchenko, N. (2020). ICTs, labour productivity and employment: sustainability in industries in Russia. *Procedia Manufacturing*, 43, 299-305.
2. Atasoy, H.; Banker. Rajiv D., & Pavlou P. A. (2016). On the longitudinal effects of IT use on firm-level employment. *Information Systems Research*. Vol. 27. 27(1), 6-26.
3. Audi, M. & Ali, A., (2019). The advancement in Information and Communication Technologies (ICT) and economic development: a panel analysis.
4. Biagi, F., & Falk, M. (2017). The impact of ICT and e-commerce on employment in Europe. Austrian Institute of Economic Research (WIFO).
5. Brynjolfsson, E. & McAfee, A., (2014). The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies. WW Norton & Company.
6. Central Bank Balance Sheet, (2021).
7. Cohen. G.; Salomon. I., & Peter, N (2002). Information–communications technologies (ICT) & transport: does knowledge underpin policy? *Telecommunications Policy*. Vol. 26 . No.(1-2). 31-52.
8. Fraumeni. B. (1997). The measurement of depreciation in the U S national income and product accounts Survey of Current Business: Employment: Data from a decade in Spain, *journal of Production Economics*. Elsevier.Vol 7. 245-256.
9. Haerizadeh, A., Shahhosseini, S. & Tavaklian, H. (2018). The impact of information and communication technology on employment in the group of developing countries, Master's thesis, Allameh Tabatabai University, Faculty of Economics. In Persian.
10. Hejbar Kiani, K., & Nemati, S. (2015). Effect of Information and Communication Technology on Employment in Tehran's Factory Industries, *Economic Modeling Quarterly*, No. 2. 39-50. In Persian.
11. Herman, E., (2020). The Influence of ICT Sector on the Romanian Labour Market in the *European Context*. *Procedia Manufacturing*, 46: 344-351.
12. Hojbar Kiani, K., & Nemati, S., (2014). The effect of information and communication technology on employment in factory industries of Tehran province. *Economic modeling*, 1. 39-50. In Persian.
13. Hosseini, S. M. (2013), Alication of information technology in industry and production, the first national innovation conference in computer engineering and information technology. In Persian.
14. Jaumandreu. J.; Jacques M., Harrison; R. & Peters B., (2005). Does innovation stimulate employment? A firm-level analysis using comparable micro data on four European countries. *MPRA Paper*, No. 1245. 1-45.
15. Kılıçaslan, Y., & Ünal, T. (2019). ICT and employment generation: evidence from Turkish manufacturing. *Applied Economics Letters*. Vol. 26. No.13. 1053-1057.
16. Lachenmaier, S. (2007). Effects of Innovation on Employment: A Dynamic Panel Analysis. *IFO Institute Economic Research at the University of Munchen*, Germany. 3.
17. Mahmoudzadeh, M., & Asadi, F. (2005). Infrastructure of information and communication technology and service sector employment in Iran, *Modern Economy and Trade Journal*, No.3, . 95-118. In Persian.
18. Mahmoudzadeh, M., (2009). Effect of information technology on labor productivity in Iran's manufacturing industries, *Modern Economics and Business Quarterly*, No. 17 , 18, 1-22. In Persian.
19. Matteucci. N., & Alessandro S., (2003). ICT and Employment Growth in Italian Industries, 1-44, Available at: <http://www.niesracuk/research/epke/WP-17pdf>.
20. Hines. A., (2000). Jobs and Infotech: Work In The Information Society, Exploring Your Future. World Future Society, *Uthesda*. Maryland, USA.
21. Meriküll, J., (2008). The Impact of Innovation on Employment: Firm and Industry Level Evidence from Estonia Eesti Pank (Bank of Estonia).
22. Moazzami, G., Shirin Bakhsh Masuleh, S., Atrkar, S., & Roshan, S. (2019). Investigating the impact of information and communication technology on the empowerment of women (with emphasis on

- education and employment) in the group of D8 member countries, to obtain a master's degree in the field of economic development and planning, Al-Zahra University, Faculty of Social and Economic Sciences. In Persian.
23. Mongazeb, M. R. & Nosrati, R. (2017). Basics of econometrics: together with Eviews and Stata. Mehraban Eshar Institute of Books. In Persian.
 24. Moshiri, S., & Jahangard, E. (2004). Information and Communication Technology (ICT) and Iran's Economic Growth, *Iran Economic Research Quarterly*, No. 19, 55-78. In Persian.
 25. Nour Afshan, M., (2012). Investigation of validity in tabular data, Master's thesis, Department of Economic and Social Statistics, Faculty of Mathematical Sciences, Ferdowsi University of Mashhad. . In Persian.
 26. Nouri Nusrat Abad, R., (2013). Comparative study of the impact of health expenditure on economic growth in selected developed and developing countries, Master's thesis, Department of Economic Sciences, Faculty of Economics and Accounting, Islamic Azad University, Tehran Branch. . In Persian.
 27. Pedroni, P., (2004). Panel cointegration: asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the PPP hypothesis. *Econometric theory*, Vol. 20, No.3. 597-625.
 28. Pesaran. M. H.; Shin. Y. & Smith, R. P. (1999). Pooled Mean Group Estimation of Dynamic Heterogeneous Panels. *Journal of the American Statistical Association*. Vol. 94: No. 446. 621-634.
 29. Rakhshan, Y.; Emami, K., & Pikarjo K. (2021), Mechanism of the impact of information and communication technology on employment and economic security in Iran during the years 1990-2018, *Scientific Quarterly of Economic Security Studies*, first year, second issue (2), . 33-52. In Persian.
 30. Rasekh Jahromi, E., (2015), The effects of ICT on employment and labor productivity in Iran's economy, *Quarterly Journal of Knowledge and Information Management*, Vol. 2, No. 3., 73-80. In Persian.
 31. Romer, P., M.I (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of political econo.*Vol. 94. No. 5. 1002-1037.
 32. Samimi, S., & Hojbar Kiani, K. (2014), Effect of information and communication technology on employment in Iran's manufacturing industries. *Economic research and policies*, 22 (70), . 55-74. In Persian.
 33. Shir Taheri, A., & Piman, P. (2023). Investigating the role of using information technology in creating and improving employment, the second international conference on management, ethics and business. In Persian.
 34. Sobhani, S., Fotros, M. H., Haji, G. A., & Torkamani, E. (2022). The Impact of Information and Communication Technology (ICT) on Informal Employment in Iran: DSGE Approach. *Applied economic studies of Iran*, 11(42), In Persian.
 35. Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The quarterly journal of economics*.Vol 70. No. 1. 65-94.
 36. Üçdoğruk. Y. (2004). Employment Impact of product and Process Innovations in Turkey. University of Istanbul, Turkey.\Valsamis, D., De Coen, A.; Vanoeteren, V. & Van der Beken, W., (2015). Employment and skills aspects of the digital single market strategy. European Parliament, Study for the EMPL Committee, Europäische Union.
 37. Wang, T. & Wright, G. C., (2020). Increasing returns to scale within limits: A model of ICT and its effect on the income distribution and occupation choice. *Journal of Economic Theory*, 189: 105105.