Economic Research and Perspectives

Original Research Article/ Vol.26, No.1, 2026, pp: 1-38

https://dx.doi.org/ 10.48311/ecor.2025.27933

Investigating the Effect of Technology Shock on Income Inequality in Iran: An Application of the Computable General Equilibrium Model

Masoud Salehi Rezveh [1], Ali Hossein Samadi [2], Hamzeh Sheikhiani [3]

1. Ph.D. of Economics, Researcher at the Islamic Sciences and Culture Academy, Qom, Iran. (Corresponding Author) Email: m.salehir88@gmail.com
2. Professor of Economics, Shiraz University, Department of Economics, College of Economics, Management, and Social Sciences, Shiraz, Iran. Email: asamadi@rose.shirazu.ac.ir
3. Ph.D. of Economics, Graduate of Shiraz University, Department of Economics, College of Economics, Management, and Social Sciences, Shiraz, Iran. Email: sheikhiani_kaki@yahoo.com

Abstract

In the era of the knowledge-based economy, despite the increasing speed of knowledge production and innovation, concerns about their effects on income inequality have also intensified. Regarding the causes of this phenomenon, the theories of skill-biased technological change (SBTC) and North–South trade (NST) have been proposed. The theory of SBTC seeks to explain the persistently widening wage gap between low-skilled and high-skilled workers in recent decades. Since the late 1970s, relative wages in labor markets have undergone major changes, steadily widening the wage gap in favor of more skilled workers. This theory suggests that technology substitutes for low-skilled labor, reducing employment shares and wages for low-skilled workers. Conversely, high-skilled jobs, for which technology is complementary, experience increased wages and employment shares.

Article information

Review History:
Received: sep. 30, 2024
Revised: oct. 26, 2024
Accepted: oct. 28, 2024
Published online: dec.06, 2025

Keywords:
Technology shock
income inequality
technology spillover
computable general equilibrium model
Iran

JEL Classification:
B5 ، C6 ، F6 ، D310

Corresponding Author:
m.salehir88@gmail.com

Copyright© 2025, the Authors | Publishing Rights, ASPI. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

Aim and Introduction:

In the era of a knowledge-based economy, despite the increasing speed of knowledge production and innovation, concerns about their effects on income inequality have also grown. Two major theories explain the causes of this phenomenon: skill-biased technological change (SBTC) and North–South trade (NST). The SBTC theory seeks to explain the persistent widening of the wage gap between low-skilled and high-skilled workers in recent decades. Since the late 1970s, relative wages in labor markets have undergone major shifts, steadily widening the wage gap in favor of more skilled workers. This theory posits that technology substitutes for low-skilled labor, reducing employment shares and wages for such workers. By contrast, high-skilled occupations, for which technology acts as a complement, experience increased wages and employment shares.

Regarding the effect of trade expansion on income inequality, three main theoretical approaches have been proposed. The first approach—the neoclassical theory of international trade (the Heckscher–Ohlin standard model)—attributes trade between countries to comparative advantage resulting from differences in the abundance of production factors and inputs. The second approach, the new theory of international trade, explains trade relations among countries with similar factor endowments. Unlike the first approach, it assumes imperfect competition in the goods market and is used to explain trade among developed countries and trade within industries. The third approach focuses on technological change as a driver of trade patterns (Gorji & Borhanipour, 2008, p. 103).

In this study, the effects of trade expansion on income inequality are examined through the lens of technological progress. Trade expansion fosters knowledge and technology transfer, and by increasing innovation in the recipient (destination) country, it enhances productivity, added value, and production (Das, 2012, p. 621). This effect is especially evident in developing countries that rely heavily on research and innovation originating in developed economies (Piva, 2004, p. 1). Many economists regard the transfer of knowledge and technology through trade expansion as one of the key mechanisms influencing income inequality. Technological progress can affect skill premiums—and consequently income inequality—through three channels: knowledge spillovers, spatial agglomeration effects of innovation, and skill-biased technological change.

Methodology:

To investigate and empirically analyze the effect of technology shock on income inequality in Iran, this research employs the computable general equilibrium (CGE) model. Specifically, the Partnership for Economic Policy one-period, one-country model (PEP-1-1) is used. This model comprises 98 equations and is divided into four blocks: price, production and trade, institutions, and system constraints. Necessary modifications were made to the standard model equations to align them with the structure of Iran’s economy. The PEP-1-1 model is based

on data from the social accounting matrix (SAM) and incorporates economic activities, goods, production factors, and institutions.
To achieve the objectives of this study, scenarios were simulated by altering the value of the technology spillover coefficient and examining its effects on the Gini coefficient and the ratio of expenditures of the tenth to the first income decile, both indicators of income inequality. According to Briguglio (2008), the base value of the technology spillover coefficient for Middle East and North Africa (MENA) countries is 0.0062. In the simulation, this coefficient was incrementally increased by 0.1, 0.25, 0.3 and 0.5 to assess its impact.

Results and Discussion:
A comparison of simulation results for urban and rural areas reveals that, in both areas, increasing the technology spillover coefficient up to 0.25 reduces income inequality. Beyond this threshold, however, further increases in the spillover level lead to higher inequality. Based on the hypothesis of technology–skill complementarity, in Iran, an initial rise in the technology spillover coefficient increases productivity, production, and income, thereby reducing the wage gap. Once the spillover surpasses the 0.25 level, however, the absence of the basic skills required by advanced technologies, combined with a high degree of substitutability between unskilled labor and capital, leads to higher unemployment among low-skilled workers, reduced income levels, and greater income inequality.

Conclusion:
Although higher levels of technology have the potential to reduce income inequality by increasing productivity and creating employment opportunities, their effects are complex and contingent upon factors such as the education and skill levels of the labor force, the nature of technological change, and the regulatory environment. Policymakers should take these factors into account and implement measures to ensure a homogeneous and inclusive distribution of the benefits of technological advancement.

نشریه علمی پژوهش‌ها و چشم‌اندازهای اقتصادی
مقاله پژوهشی/ سال بیست و ششم، شماره اول، بهار۱۴۰۵، صفحات: ۱ تا ۳۸
https://dx.doi.org/ 10.48311/ecor.2025.27933

بررسی تأثیر تکانه فناوری بر نابرابری درآمدی در ایران با کاربرد الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه

مسعود صالحی‌رزوه[۱]، علی‌حسین صمدی[۲]، حمزه شیخیانی[۳]

۱. دکترای اقتصاد، پژوهشگر پژوهشگاه علوم و فرهنگ اسلامی قم، ایران. (نویسنده مسئول)
m.salehir88@gmail.com

۲. استاد تمام اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد مدیریت و علوم اجتماعی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.
asamadi@rose.shirazu.ac.ir

۳. دکترای اقتصاد، فارغ التحصیل گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد مدیریت و علوم اجتماعی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.
sheikhiani_kaki@yahoo.com

چکیده

در عصر اقتصاد دانش بنیان، با وجود افزایش سرعت تولید دانش و نوآوری، نگرانی در مورد اثرگذاری آن بر نابرابری درآمدی نیز افزایش یافته و در مورد علل این پدیده، نظریات تغییر در فناوری مهارت‌محور[۱] (SBTC) و تجارت شمال-جنوب[۲] (NST) مطرح شده است. هدف از نگارش مقاله حاضر، این است که با استفاده از الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه، به بررسی تأثیر تکانه انتقال فناوری از طریق تجارت بر نابرابری درآمد در ایران بپردازیم. برای این هدف، با وارد کردن تکانه‌های مختلف فناوری به ضریب سرریز فناوری، اثرات آن بر ضریب جینی و نسبت هزینه دهک دهم به دهک اول مورد بررسی قرار گرفته است. مقایسه نتایج شبیه‌سازی مناطق شهری و روستایی، نشان می‌دهد که در هر دو منطقه، افزایش سرریز فناوری تا نقطه ۰/۲۵ موجب کاهش نابرابری می‌شود. پس از این نقطه، افزایش سطح سرریز فناوری، موجب افزایش نابرابری درآمدی خواهد شد. این نتیجه، بیانگر این واقعیت است که گرچه افزایش سطح فناوری، پتانسیل کاهش نابرابری درآمد از طریق افزایش بهره‌وری و ایجاد شغل را دارد، اما اثرات آن پیچیده و مشروط به عوامل مختلفی مانند سطح تحصیلات و مهارت‌های نیروی کار، ماهیت تغییرات فناوری و محیط نظارتی است. سیاستگذاران باید این عوامل را در نظر بگیرند و اقداماتی را برای اطمینان از توزیع یکنواخت و فراگیر مزایای بهبود فناوری انجام دهند.

اطلاعات مقاله

تاریخچه داوری:
دریافت: ۱۴۰۳/۷/۹
بازنگری: ۱۴۰۳/۸/۵
پذیرش: ۱۴۰۳/۸/۷
انتشار آنلاین:۱۴۰۴/۹/۱۵

کلمات کلیدی:
تکانه فناوری
نابرابری درآمد
سرریز فناوری
مدل تعادل عمومی قابل‌محاسبه
ایران

طبقه‌بندی JEL:
B5 ،C6 ،F6 ،D310

نویسنده مسئول:
m.salehir88@gmail.com

1. kill-biased technological change
2. North–South trade

کپی‌رایت ©۲۰۲۵، متعلق به نویسندگان. این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد منتشر شده و تحت مجوز بین‌المللی Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 قرار دارد. براساس این مجوز، شما می‌توانید این مطلب را در هر قالب و رسانه‌ای کپی، بازنشر و بازآفرینی کنید و یا آن را ویرایش و بازسازی نمایید، به شرط آنکه نام نویسنده را ذکر کرده و از آن برای مقاصد غیرتجاری استفاده کنید.

۱. مقدمه

فناوری از ابتدای تاریخ بشریت، توسعه‌یافته و بی‌وقفه تکامل داشته و در صد سال گذشته، پیشرفت‌های فنّاوری با سرعت باورنکردنی نسبت به زمان‌های قبل افزایش‌یافته است. فناوری شامل کاربرد علم به‌ویژه برای اهداف صنعتی یا تجاری و استفاده از روش‌ها و محتوای علمی به‌منظور دستیابی به هدف تجاری یا صنعتی و ایجاد «نوآوری» در ماشین‌آلات تولیدی، روش‌های تولید و محصولات به‌منظور افزایش حجم یا کارآیی تولید است که همگی منجر به مزیت‌های رقابتی و افزایش سود می‌شود. بنابراین، تغییرات فنّاورانه، نقش کلیدی در افزایش نرخ رشد اقتصاد در سطح کلان و سود و سهم بازار بنگاه‌ها در سطح خرد ایفا می‌کند (چالیشکان[1]، ۲۰۱۵: ۶۵۰).

تغییرات فنّاورانه، موتور رشد اقتصادی بوده و چشم‌انداز رفاه را با تقویت خودکارسازی[2]، ایجاد امکانات اضافی برای تولید محصولات و خدمات جدید، کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل، افزایش کارآیی مدیریت اطلاعات و ارتباطات و ... می‌گشاید. اما با وجود پیشرفت‌های مهم در رفاه مادی و امید به زندگی در بسیاری از کشورها، هنوز مشکلات همیشگی از قبیل بحران‌های اقتصادی و نابرابری فزاینده وجود دارد. از آخرین انقلاب فناوری دیجیتال، نگرانی در مورد چگونگی توزیع مزایای فناوری مطرح‌شده است: آیا مزایای فناوری به‌طور مساوی در کل جامعه توزیع می‌شوند یا فقط در تعداد کمی از افراد متمرکز شده‌اند. این نگرانی با این واقعیت پشتیبانی می‌شود که افزایش سریع نابرابری درآمد همراه با تغییرات سریع فنّاورانه که از دهه ۱۹۸۰ شروع شده است، ادامه دارد (پرمانا، لانتو و سوهارتو[3]، ۲۰۱۸: ۵۱).

ادبیات اقتصادی در واقع، چندین رویکرد متفاوت در مورد سهم تغییرات فنّاورانه در نابرابری ارائه می‌دهد. از یک سو، فناوری‌های جدید، پتانسیل ایجاد فرصت‌های جدید و افزایش بهره‌وری را دارد که منجر به رشد اقتصادی و درآمد بالاتر برای افراد می‌شود. این امر، می‌تواند با ایجاد مشاغل بیشتر و افزایش دستمزد کارگران، به کاهش نابرابری درآمد کمک کند. فناوری‌های جدید همچنین می‌تواند منجر به توسعه صنایع و بخش‌های جدید شود که می‌تواند فرصت‌هایی را برای کارآفرینی و ایجاد مشاغل جدید فراهم نماید. این امر، می‌تواند به افراد کمک کند تا از نردبان درآمد بالاتر بروند و نابرابری درآمد را کاهش دهند.

با این حال، اثرات تغییرات فناوری بر نابرابری درآمد، همیشه مثبت نیست. در برخی موارد، فناوری می‌تواند منجر به جابه‌جایی مشاغل خاص- به‌ویژه مشاغلی که معمولی و کم‌مهارت هستند- شود. این امر، می‌تواند منجر به از دست دادن شغل برای اقشار خاصی از جامعه و افزایش نابرابری درآمد

1. Çalışkan (2015).
2. Automation
3. Permana, Lantu & Suharto (2018).

گردد. پیشرفت فنّاوری و توسعه هوش مصنوعی و ربات‌ها، بهره‌وری نیروی کار را به‌طور تصاعدی افزایش داده و باعث کاهش شدید چگالی نیروی کار[1] می‌شود. چشمگیرترین تغییرات توسط کارگران کم‌مهارت به‌عمل می‌آید، زیرا سهم آن‌ها می‌تواند به‌راحتی با خطوط خودکار جایگزین شود؛ بنابراین، درآمد آن‌ها پایدار نخواهد بود. فرایندهای تعدیل و تنظیم عمدتاً توسط افراد بسیار ماهر ارائه می‌گردد که می‌توانند در مقایسه با زمان کنونی حتی درآمد بیشتری داشته باشند. چنین تغییراتی منجر به اختلاف طبقاتی[2] چشمگیر در جامعه می‌شود (خرلاموا، استاویتسکی و زروتیادیس[3]، ۲۰۱۸: ۷۸).

علاوه بر این، مزایای فناوری‌های جدید، همیشه به‌طور مساوی توزیع نمی‌شود. در بسیاری از موارد، پاداش‌های فناوری به افرادی تعلق می‌گیرد که قبلاً ثروتمند بوده یا به منابعی مانند سرمایه و آموزش دسترسی دارند. این امر، می‌تواند نابرابری درآمد را با تمرکز بیشتر ثروت و درآمد در دست عده معدودی تشدید کند. همچنین، فناوری می‌تواند تحت تأثیر عواملی باشد که به نابرابری درآمد کمک می‌کند. برای مثال، در دسترس بودن منابع مالی و منابع برای تحقیق و توسعه و همچنین دسترسی به تحصیلات و آموزش، می‌تواند برای گروه‌ها یا مناطق خاصی محدود شود و به فرصت‌های نابرابر برای نوآوری و کارآفرینی منجر گردد.

به‌طورکلی، اثرات تغییرات فناوری بر نابرابری درآمد، به عوامل مختلفی از جمله ماهیت تغییرات فناوری، توزیع منافع آن و بافت نهادی و اجتماعی- اقتصادی گسترده‌تر بستگی دارد (هوآنگ و لی[4]، ۲۰۲۴: ۲). مهم است که این عوامل را در نظر بگیریم تا اطمینان حاصل کنیم که تغییرات فناوری، به‌جای تشدید نابرابری درآمد، به کاهش آن کمک می‌کند

با توجه به ابعاد پیچیده و چندوجهی اثرات تغییرات فناوری بر نابرابری درآمد، در این پژوهش برآنیم تا با استفاده از داده‌های ماتریس حسابداری اجتماعی[5] (SAM) سال ۱۳۹۰ مرکز پژوهش‌های مجلس، به بررسی این موضوع در ایران بپردازیم. برای رسیدن به این هدف، از یک الگوی تعادل عمومی قابل‌محاسبه[6] (CGE) استفاده می‌شود.

این مقاله در ۵ بخش ساماندهی شده است. در بخش دوم، پیشینه و سوابق پژوهش ارائه می‌شود. بخش سوم، به مبانی نظری اختصاص دارد. در بخش چهارم، به روش تحقیق پژوهش، معرفی داده‌ها و نتایج شبیه‌سازی پرداخته می‌شود و در بخش پنجم، نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی ارائه می‌گردد.

1. Labour Intensity
2. Stratification
3. Kharlamova, Stavytskyy & Zarotiadis (2018).
4. Hoang & Le (2024).
5. Social Accounting Matrix
6. Computable General Equilibrium Model

۲. پیشینه و سوابق پژوهش درباره موضوع

ریاحی و قانعی راد (۱۳۸۹)، با توجه به پارادوکس موجود در رویکردهای چندگانه توسعه در خصوص رابطه نوآوری و نابرابری، به بررسی این ارتباط برای ۱۱۳ کشور با استفاده از گزارش سال ۲۰۰۹ توسعه انسانی برنامه توسعه ملل متحد و گزارش رقابت‌پذیری جهانی ۲۰۱۰-۲۰۰۹ اجتماعی اقتصادی جهان و با رگرسیون چندگانه گام به گام[1]، پرداخته و رابطه منفی بین نوآوری و نابرابری را نشان داده‌اند. از آنجا که پایین بودن قابلیت‌های انسانی و اجتماعی، کاهش نوآوری و تشدید نابرابری‌ها در ابعاد مختلف مادی و انسانی را در پی خواهد داشت، تأکید این مقاله بر لزوم توجه بیشتر به ارتقاء قابلیت‌های انسانی در سیاستگذاری‌ها است.

شاه‌آبادی و ساری‌گل (۱۳۹۲)، با یک تحلیل آماری، به بررسی تأثیر نوآوری بر نابرابری درآمد کشورهای OPEC و کشورهای توسعه‌یافته منتخب طی دوره زمانی ۲۰۰۹-۱۹۹۵ و با استفاده از آمار و اطلاعات موجود در پایگاه‌های اطلاعاتی از قبیل بانک جهانی پرداختند. نتایج مطالعه، حاکی از آن است که وضعیت کشورهای OPEC در مقایسه با کشورهای OECD در شاخص‌های ضریب جینی و نوآوری ضعیف و نامطلوب بوده که این امر ناشی از فقدان هماهنگی سیاست‌های کلان اقتصادی با سیاست‌های علمی و پژوهشی است. همچنین براساس نتایج به‌دست‌آمده، بیشتر کشورهایی که در حمایت از فعالیت‌های نوآورانه موفق‌تر عمل کرده‌اند، دارای توزیع درآمد بهتری هستند.

امانی و احمدزاده (۱۴۰۱)، به بررسی تأثیر فناوری، نوآوری و جهانی‌سازی بر نابرابری درآمدی در سه گروه از کشورهای با درآمد پایین (۱۹ کشور)، درآمد متوسط (۶۳ کشور) و درآمد بالا (۴۱ کشور)، طی دوره زمانی سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۹ با استفاده از رگرسیون چندکی در داده‌های تابلویی پرداختند. نتایج این پژوهش، نشان می‌دهد که فناوری و نوآوری در تمامی دهک‌های مربوط به هر سه گروه درآمدی، دارای تأثیر منفی و معنادار در جهت کاهش نابرابری درآمدی است.

خارلاموا، استاویتسکی و زاروتیادیس[2](۲۰۱۸)، تأثیر تغییرات تکنولوژیکی بر نابرابری درآمد را با استفاده از ترکیبی از رگرسیون و تحلیل خوشه‌ای بررسی کرده و نشان می‌دهند که کشورهای اروپای مرکزی و انگلیس، در چنان سطحی از توسعه و بازتوزیع درآمد در اقتصاد هستند که هر تغییر در بهره‌وری نیروی کار، با تعمیق نابرابری درآمد قابل‌ملاحظه‌ای همراه نیست؛ ولی کشورهای پیرامونی به‌دلیل وابستگی زیاد به اقتصادهای بزرگ‌تر و نبود سازوکار پیشرفته بازتوزیع درآمد، تحت تأثیر تغییرهای فناوری قرار دارند. به‌عبارتی، تغییر فناوری در کشورهای توسعه‌یافته‌تر بر نابرابری درآمد،

1. Stepwise
2. Kharlamova, Stavytskyy & Zarotiadis (2018).

اثر کمتری دارد و در کشورهایی با نابرابری درآمد عمیق‌تر، تغییرهای فناوری بر نابرابری، اثر بیشتری دارد که می‌تواند مثبت یا منفی باشد.

پرمانا، لانتو و سوهارتو[1] (۲۰۱۸)، با استفاده از رگرسیون داده های تابلویی اثرات ثابت متشکل از ۲۸ کشور اتحادیه اروپا برای دوره ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۴، نشان دادند که نوآوری ممکن است شکاف توزیع درآمد را از طریق سازوکار تغییر در فناوری مهارت‌محور[2] (SBTC) و دیدگاه شومپیتری از رانت کارآفرینانه[3] افزایش دهد. مهم‌تر از آن، این مطالعه اولین مطالعه‌ای است که نشان می‌دهد، نه‌تنها سطح نوآوری برای توزیع درآمد مهم است، بلکه چگونگی تخصصی یا متنوع شدن فعالیت‌های نوآوری نیز اهمیت دارد. تمرکز فعالیت‌ها در چند بخش محدود (برای‌مثال، افزایش تخصص در فناوری) نیز ممکن است به افزایش نابرابری درآمد منجر شود.

لاو، نسیم و ترینوگروهو[4](۲۰۲۰)، به بررسی تأثیر نوآوری بر نابرابری درآمد در بیست و سه کشور توسعه‌یافته با استفاده از یک تخمین‌زن میانگین گروهی تابلویی می‌پردازند که وابستگی مقطعی را در نظر می‌گیرد. نتایج تجربی نشان می‌دهد که نوآوری، نابرابری درآمد را افزایش می‌دهد. نویسندگان همچنین بررسی کردند که آیا رابطه نابرابری نوآوری- درآمد تابع سطح جهانی‌شدن و توسعه مالی یک کشور است؟ یافته‌ها نشان می‌دهد که شرایط تعامل بین نوآوری با این دو متغیر، تأثیر مثبتی بر نابرابری درآمد دارد، درحالی‌که نوآوری نتوانست نابرابری درآمد را کاهش دهد، جهانی‌شدن و توسعه مالی نیز باعث نابرابری درآمد می‌شود.

چلیک و ساین[5](۲۰۲۲)، به بررسی رابطه علیت بین فناوری، نوآوری و نابرابری درآمد برای کشورهای گروه ۷ پرداخته‌اند. برای این هدف، از رویکرد آزمون علیت گرنجری داده‌های تابلویی بوت استرپ[6] و مجموعه داده‌ها بین سال‌های ۱۹۸۱ و ۲۰۱۵ استفاده شده است. نتایج نشان داده است که رابطه علیت دو طرفه در کشورهای G7 بجز فرانسه وجود ندارد. نکته جدید این مقاله، بررسی علیت دو طرفه و تأثیر مالیات بر درآمد در فناوری، نوآوری و نابرابری درآمد است. تصور می‌شود که یافته‌های به‌دست‌آمده، ممکن است نقش مهمی در تعیین سیاست‌های توزیع درآمد برای سیاستگذاران داشته باشد.

وهیبه و دینا[7] (۲۰۲۳)، در مقاله خود، به دنبال اثبات ارتباط بین نابرابری، رشد اقتصادی و تغییرات فناورانه می‌باشند. بدین منظور، دو مطالعه اقتصادسنجی با استفاده از داده‌های تابلویی برای

1. Permana, Lantu & Suharto (2018).
2. Skill-biased Technological Change
3. Entrepreneurial Rent
4. Law, Naseem &Trinugroho (2020).
5. Çelik & Sayın (2022).
6. Application of the Bootstrap Panel Granger Causality Test
7. Wahiba & Dina (2023).

مجموعه‌ای از کشورهای آفریقایی در دوره‌های ۲۰۱۹-۱۹۹۲ و ۲۰۱۹-۱۹۹۵ انجام دادند. نتایج مطالعات، نشان می‌دهد که تغییرات فناورانه، کانالی است که از طریق آن، سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی و همچنین نابرابری تأثیر می‌گذارد. این نتیجه را می‌توان با این واقعیت توضیح داد که درصورت وجود تغییرات فناورانه، فقط کارگران ماهر می‌توانند از آن بهره‌مند شوند، درحالی‌که کارگران غیرماهر در جستجوی شغلی که به مهارت کمتری نیاز دارد، به‌طور موقت بیکار می‌شوند.

شیائو و همکاران[1](۲۰۲۴)، در مطالعه‌ای، به‌دنبال درک رابطه بین نوآوری فناوری و نابرابری درآمد با تأکید بر پیامدهای گسترده‌تر این تأثیر متقابل بر تعاملات انسان و فناوری در محیط‌های مختلف اجتماعی- اقتصادی با استفاده از داده‌های تابلویی بین کشوری از ۵۹ کشور (۳۱ کشور توسعه‌یافته و ۲۸ کشور درحال‌توسعه) از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۰، و تخمین‌زن میانگین گروهی با اثرات همبسته مشترک[2] (CCEMG) بوده‌اند. نتایج این پژوهش، نشان داد که نوآوری فناورانه، درحالی‌که به‌دلیل پتانسیل آن برای پر کردن شکاف‌های ارتباطی و عملیاتی اعلام شده است، ناخواسته نابرابری‌های درآمدی را تشدید می‌کند و تأثیری آشکار در اقتصادهای توسعه‌یافته دارد. علاوه بر این، تعاملات بین نوآوری فناورانه و متغیرهایی مانند رشد اقتصادی، جهانی‌شدن و تجارت صادراتی، پیچیدگی‌های بیشتری ازجمله اثرات بازدارنده و سریع بر روی رابطه اولیه را ایجاد می‌کند. این یافته‌ها، ماهیت دو لبه پیشرفت‌های فناوری را روشن می‌کند و بر نیاز به سیاستگذاری آگاهانه که از مزایای نوآوری استفاده می‌کند و در عین حال، پیامدهای ناخواسته اجتماعی- اقتصادی آن را کاهش می‌دهد، تأکید می‌کند.

به‌طورکلی، بررسی مطالعات تجربی مرتبط با موضوع پژوهش حاضر، بیانگر آن است که مطالعات زیادی درخصوص بررسی اثرات تغییرات فناوری بر نابرابری درآمد انجام شده است. نکته مهمی که در این زمینه باید بدان توجه داشت، آنکه بخش زیادی از مطالعات انجام شده در این زمینه، صرفاً با یک تحلیل تجربی و براساس الگوهای تک معادله‌ای اقتصادسنجی صورت گرفته است؛ اما تمرکز اصلی این پژوهش، بررسی موضوع تحقیق از حیث نظری بوده و به‌دنبال تقویت جنبه نظری تحقیق می‌باشد. از طرفی، جهت بررسی اثرگذاری تکانه فناوری بر نابرابری درآمد، به‌طور معمول، با استفاده از دو رویکرد الگوهای اقتصادسنجی و تعادل عمومی قابل‌محاسبه، می‌توان به این هدف دست یافت.

از آنجا که تکانه فناوری می‌تواند بر همه بخش‌های اقتصادی و ارتباطات بین بخشی از جمله تجارت، تولید، مصرف، درآمدهای دولت، تراز پرداخت‌ها، جریان سرمایه و نرخ‌های دستمزد اثرگذار باشد (کاکبورن، دکالو و روبیکو[3]، ۲۰۰۸)، به‌کارگیری یک الگوی تعادل عمومی قابل‌محاسبه، مفید به نظر می‌رسد. یکی از دلایل انتخاب روش الگوهای تعادل عمومی قابل محاسبه در ارزیابی سیاست‌های

1. Xiao et al. (2024).
2. Common Correlated Effects Mean Group
3. Cockburn, Decaluwé & Robichaud (2008).

مختلف، عملکرد نامناسب روش‌های اقتصادسنجی در تحلیل سیاست‌های شبیه‌سازی شده و همچنین نبود داده‌های سری زمانی و یا به‌طورکلی، داده‌های مناسب می‌باشد. پارامترهای الگوی CGE بدون نیاز به داده‌های سری زمانی طولانی و تنها با داده‌های حساب‌های ملی مقطعی و داده‌های بخشی تولید، توزیع درآمد و مصرف برآورد می‌شوند. در الگوهای اقتصادسنجی، تکانه‌ها و تغییرات به‌صورت برونزا تعریف می‌شوند، درحالی‌که در الگوی CGE، تغییرات به‌صورت درونزا در نظر گرفته می‌شوند. بر این اساس، در این مقاله با استفاده از یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه، به بررسی موضوع تحقیق پرداخته خواهد شد.

۳. مبانی نظری

در عصر اقتصاد دانش بنیان، با وجود افزایش سرعت تولید دانش و نوآوری، نگرانی در مورد اثرگذاری آن بر ساختار دستمزد و لذا بر نابرابری درآمدی نیز افزایش یافته است. از اواخر دهه ۱۹۷۰، کشورهای OECD، شاهد افزایش در دستمزد و نابرابری بیکاری بین کارگران ماهر و غیرماهر بوده‌اند. در همین دوره، اقتصاد جهانی تغییرات عمده فناوری و افزایش قابل‌توجه در تجارت شمال-جنوب (NST) را تجربه کرده است. بر این اساس، مشخصاً به دو توضیح در مورد علل این پدیده می‌توان اشاره کرد: اول، نظریه تغییر در فناوری مهارت‌محور (SBTC) و دوم، نظریه تجارت شمال-جنوب که در آن «جنوب» (کشورهای نوظهور) کشورهای با نیروی کار غیرماهر و با دستمزد پایین مشخص می‌شود (چاسو، دومونت و هلیر[1]، ۲۰۰۸: ۴۱۰).

۳-۱. نظریه تغییر در فناوری مهارت‌محور

نظریه تغییر در فناوری مهارت‌محور در چند دهه اخیر، به‌دنبال توضیحی برای افزایش مداوم شکاف دستمزد بین کارگران کم‌مهارت و با مهارت بوده است. عمدتاً از اواخر دهه ۱۹۷۰، دستمزدهای نسبی در بازارهای کار دستخوش تغییرات عمده‌ای شده است که باعث افزایش مداوم شکاف دستمزدها به نفع کارگران ماهرتر شده است. این شکاف را پاداش صلاحیت[2] می‌نامند (پاوچنیک[3]، ۲۰۱۷).

این نظریه، بیان می‌کند که تغییرات فناورانه به‌جای تأثیر یکنواخت بر همه کارگران، ممکن است دارای مهارت «سوگیرانه» باشد؛ برای کارگران با مهارت بالا مفید است، اما به کارگران با مهارت پایین آسیب می‌رساند. به‌بیان‌دیگر، پیشرفت‌های فناوری، ممکن است سهم اشتغال و دستمزدِ گروه‌های مهارتی مختلف را تغییر دهد. این نظریه بیان می‌کند که فناوری، جایگزینِ نیروی کار کم‌مهارت

1. Chusseau, Dumont & Hellier (2008).
2. Qualification Premium
3. Pavcnik (2017).

می‌شود و سهم اشتغال افراد با مهارت پایین و همچنین دستمزد آن‌ها را کاهش می‌دهد، درحالی‌که دستمزدها و سهم اشتغال را برای افراد با مهارت بالا افزایش می‌دهد (ویولانته[1]، ۲۰۰۸: ۲).

از دهه ۱۹۹۰، اقتصاددانان به‌دنبال توضیحی برای این واقعیت بودند که پیشرفت فناوری، دیگر در توزیع درآمد حاصل از کار خنثی نیست. نظریه اقتصادی، فناوری تولید را تابعی می‌بینند که توضیح می‌دهد چگونه مجموعه‌ای از نهاده‌های تولید را می‌توان به محصول تبدیل کرد و تغییر فنی را به‌عنوان تغییر در تابع تولید، یعنی تغییر در محصول برای نهاده‌های معین، تعریف می‌کند. معیار سنتی تغییر فناوری در سطح اقتصاد، که توسط سولو[2] (۱۹۵۷) معرفی شد، بهره‌وری کل عوامل[3] (TFP) است. سولو بهبود بهره‌وری کل عوامل را به‌عنوان افزایش در محصول تعریف می‌کند که نرخ‌های نهایی تبدیل را برای نهاده‌های معین دست‌نخورده می‌گذارد. بنابراین، تغییر در بهره‌وری کل عوامل، شکلی از تغییر فنی خنثی از عوامل است.

برای اهداف توضیحی، فرض کنید که تابع تولید کل با بازدهی ثابت به مقیاس و به شکل کاب-داگلاس با دو عامل تولید سرمایه کل (K) و خدمات نیروی کار کل (L) به‌صورت $Y = AK^{\alpha} L^{1-\alpha}$ باشد، که در آن Y محصول کل، α کشش تولید نسبت به سرمایه و A همان TFP یا بهره‌وری کل عوامل است. اگر بازارهای تولید و نهاده رقابتی باشند، آنگاه سهم درآمدی که به سرمایه می‌رسد، برابر با α است. بینش اساسی سولو (۱۹۵۷)، این است که با تخمین α و اندازه‌گیری (Y، K، L) از حساب‌های ملی، تغییرات فنی خنثی را می‌توان به‌صورت «پسماند»[4] کمی‌سازی کرد. این رویکرد هوشمندانه و خردمندانه برای حسابداری رشد، برای دهه‌ها بر ادبیات تسلط داشته و یک اجماع قاطع را ایجاد کرده است که پیشرفت‌های فناوری خنثی، منبع اصلی رشد درآمد سرانه هستند. با این‌حال، یک واقعیت کلیدی که اخیراً از داده‌ها ظاهرشده است، محدودیت‌های این مفهوم‌سازی از تغییرات فنی را برجسته می‌کند. از اواسط دهه ۱۹۷۰، به‌رغم افزایش عمده در عرضه نسبی مهارت‌ها، دستمزد نیروی کار ماهر نسبت به نیروی کار غیرماهر، به‌طور چشمگیری افزایش یافته است. ترکیب دستمزد بالاتر و عرضه رو به رشد، این معنی را می‌دهد که تقاضای نسبی برای نیروی کار با مهارت بالا حتی سریع‌تر از عرضه افزایش یافته است (پرمانا، لانتو و سوهارتو، ۲۰۱۸: ۵۳). با توجه به حرکات مشاهده شده در مقادیر نسبی، این تغییرات قیمت را نمی‌توان با حرکات «در طول تابع تولید» ایجاد کرد. تغییرات فنی خنثی، طبق تعریف، درمورد تغییرات در قیمت‌های نسبی ساکت است. بنابراین، برای درک این تحولات اخیر، باید مفهوم تغییر فنی عامل محور[5] را معرفی کرد (ویولانته، ۲۰۰۸: ۲).

1. Violante (2008).
2. Solow (1957).
3. Total Factor Productivity (TFP)
4. Residual
5. Factor-biased Technical Change

در اینجا، فناوری‌های جدید، مکمل مهارت‌ها تلقی می‌شوند. از این‌رو، فردی که سطح تحصیلاتش بالاتر باشد، پاداش می‌گیرد.

برای این منظور، تابع تولید کل را با قرار دادن نهاده نیروی کار، L، یک تابع کشش ثابت جایگزینی (CES) از نیروی کار ماهر و غیر ماهر، L_s و L_u، با بهره‌وری خاص عامل A_s و A_u تعمیم می‌دهیم (همان، ۲) :

$$L = [(A_s L_s)^{\sigma} + (A_u L_u)^{\sigma}]^{\frac{1}{\sigma}}, \sigma \leq 1 \quad (۱)$$

در این مرحله، لازم نیست مشخص شود که چه عاملی یک کارگر را ماهرتر از دیگری می‌کند: این عامل می‌تواند تحصیلات، توانایی ذاتی یا تجربه باشد. (لگاریتم) نرخ نهایی تبدیل (MRT) بین دو نهاده نیروی کار عبارت است از:

$$ln(MRT_{s,u}) = \sigma \ln\left(\frac{A_s}{A_u}\right) + (1-\sigma)\ln(\frac{L_u}{L_s}) \quad (۲)$$

که در آن، تغییر در نسبت $\left(\frac{A_s}{A_u}\right)$ نوعی تغییر فنی عامل محور است، زیرا نرخ‌های نهایی تبدیل را در یک نسبت نهاده معین تغییر می‌دهد.

به‌طورخاص، تحت فرض پارامتریک تجربی قابل‌قبول $\sigma > 0$ ، اگر $\frac{A_s}{A_u}$ افزایش یابد، تغییرات فنی، مهارت‌محور خواهد شد. بنابراین، تغییر فنی مهارت‌محور باعث افزایش بهره‌وری نسبی نیروی کار ماهر می‌شود که تقاضای نسبی آن و با ثبات سایر شرایط، پاداش مهارت[1] را افزایش می‌دهد.

تحقیقات اقتصادسنجی و مطالعات موردی، یک همبستگی آماری بین استفاده از فناوری‌های جدید و سهم اشتغال کارگران ماهر (بارتل و لیختنبرگ[2]، ۱۹۸۷) و سهم دستمزد آن‌ها در صنایع را نشان می‌دهند (آتور و همکاران[3]، ۱۹۹۸). نتایج این مطالعات، به‌طور قاطع ثابت می‌کنند که فناوری‌های جدید با نیروی کارِ باصلاحیت بیشتر و دستمزد بهتر به کار گرفته می‌شوند، اما در توضیح دلیل آن، ناکام هستند. این سؤال عمیق‌تر نیازمند یک نظریه کمّی بوده که حول یک سازوکار اقتصادی صریح ساخته شده است.

تعداد زیادی از الگوهای اقتصادی در ادبیات، اصولی را برای SBTC فراهم می‌کنند. ایده اصلی همه این نظریه‌ها، مکمل بودن فناوری-مهارت است و سه فرمول جایگزین دارد.

فرمول اول، براساس یک ویژگی مشخص از اقتصاد ایالات متحده پس از جنگ ساخته شده است. کاهش شدید قیمت نسبی باکیفیت ثابتِ تجهیزات سرمایه‌گذاری (گوردون[4] ۱۹۹۰؛ گرین وود و

1. Skill Premium
2. Bartel & Lichtenberg (1987).
3. Autor et al. (1998).
4. Gordon (1990).

همکاران[1]، ۱۹۹۷)، به‌ویژه برای فناوری‌های اطلاعات مشهود است. کروسل و همکاران[2] (۲۰۰۰)، استدلال می‌کنند که ارزان شدن قابل‌توجه تجهیزات سرمایه‌ای[3]، نیرویی است که در پشت SBTC قرار دارد. این کاهش قیمت، منجر به افزایش استفاده از تجهیزات سرمایه‌ای در تولید می‌شود. در نتیجه، مکمل بودن سرمایه-مهارت در تولید، رشد سریع‌تر موجودی تجهیزات، تقاضای نسبی برای نیروی کار ماهر و به‌نوبه خود، پاداش مهارت را افزایش می‌دهد.

به‌طور واضح‌تر، این نویسندگان تابع تولید کل را به شکل رابطه (۳) تعمیم می‌دهند:

$$Y = K_s^{\alpha}\left[\gamma[\mu(K_e)^{\rho} + (1-\mu)(L_s)^{\rho}]^{\frac{\sigma}{\rho}} + (1-\lambda)(L_u)^{\sigma}\right]^{\frac{1-\alpha}{\sigma}} \qquad (۳)$$

که در آن، K_s سرمایه ساختارها[4] و K_e تجهیزات سرمایه‌ای را نشان می‌دهد. رفتار بیشینه‌سازی سود شرکت‌های قیمت‌پذیر، نشان می‌دهد که پاداش مهارت (و MRT بین نهاده‌های نیروی کار) به‌صورت تقریبی، عبارت است از:

$$ln\left(\frac{w_s}{w_u}\right) \simeq \lambda\frac{\sigma-\rho}{\rho}\ln\left(\frac{K_e}{K_e}\right)^{\rho} + (1-\sigma)\ln(\frac{L_n}{L_s}) \qquad (۴)$$

اگر $\sigma > \rho$، همان‌طور که توسط کروسل و همکاران تخمین زده می‌شود، تقاضای نسبی برای مهارت‌ها با موجودی تجهیزات سرمایه‌ای افزایش می‌یابد. تفاوت معادلات (۲) و (۴) نشان می‌دهد، مکمل سرمایه-مهارت، با جایگزینی یک روند پسماند مشاهده نشده ($\frac{A_s}{A_u}$) با روند افزایشی واقعی در نسبت تجهیزات به نیروی کار ماهر، ظرفیت اقتصادی[5] به مفهوم SBTC می‌دهد (گلدین و کاتز[6]، ۱۹۹۸).

فرمول دوم از دیدگاه نلسون-فلپس در مورد سرمایه انسانی الهام گرفته شده است (نلسون و فلپس[7]، ۱۹۶۶: ۷۰). آن‌ها معتقدند، آموزش افراد موجب افزایش تعداد نوآوران شده و فرایند انتشار فناوری را سرعت می‌بخشد. از نظر آن‌ها، نیروی کار تحصیل‌کرده با تغییرات فناوری، بهتر کنار می‌آید. کارگران ماهر، کمتر تحت تأثیر آشفتگی ایجاد شده توسط تغییرات فناوری‌های بزرگ قرار می‌گیرند؛ زیرا

1. Greenwood et al. (1997).
2. Krusell et al. (2000).
3. Equipment Capital
4. Structures Capital
5. Economic Content
6. Goldin & Katz (1998).
7. Nelson & Phelps (1966).

یادگیریِ دانش اضافی موردنیاز برای پذیرش یک فناوری جدید، برای کارگران هزینه کمتری دارد (گرین وود و یوروک اوغلو[1] ۱۹۹۷؛ کاسلی[2] ۱۹۹۹؛ گالور و موآو[3] ۲۰۰۰).

این نسخه از فرضیه مکمل بودن فناوری-مهارت، با تأکید بر اهمیت یادگیری در طول دوره‌های تغییرات فنی شدید، با کاهش سرعت بهره‌وری کل عوامل که بیشتر اقتصادهای توسعه‌یافته در دهه ۱۹۸۰ تجربه کردند، مطابقت دارد. با ورود فناوری‌های جدید اطلاعات، بهره‌وری کل می‌تواند به‌طور موقت کاهش یابد؛ زیرا کارگران و شرکت‌ها یاد می‌گیرند که چگونه روش‌های جدید تولید را در بهترین حالت خود به‌کارگیرند (هورنشتاین و کروسل[4] ۱۹۹۶؛ آگیون[5]، ۲۰۰۲).

حدس نلسون-فلپس، حاکی از آن است که افزایش پاداش مهارت گذرا است. تنها در مرحله پذیرش اولیه یک فناوری جدید است که کسانی که سریع‌تر تطبیق می‌یابند، می‌توانند از مزایایی بهره ببرند. با گذشت زمان، کارگران زیادی وجود خواهند داشت که یاد می‌گیرند چگونه با فناوری جدید کار کنند تا تفاوت دستمزد را جبران کنند.

سومین فرمول‌سازی این فرضیه، توسط میلگروم و رابرتز[6] (۱۹۹۰) انجام شده است. این نویسندگان استدلال می‌کنند که فناوری اطلاعات، هزینه‌های ذخیره‌سازی داده‌ها، ارتباطات و نظارت بر فعالیت‌های درون بنگاه را کاهش می‌دهد و باعث تغییر به سمت یک طراحی سازمانی جدید می‌شود. کارگران دیگر وظایف معمول و تخصصی را انجام نمی‌دهند، اما اکنون مسئولیت طیف وسیعی از وظایف را در گروه‌ها برعهده دارند. بنابراین، کارگرانِ سازگاری که دارای مهارت‌های عمومی هستند و در فعالیت‌های چندوظیفه‌ای مهارت بیشتری دارند، از این تحول سود می‌برند. به‌عبارت‌دیگر، تغییر در فناوری، باعث ایجاد یک تغییر سازمانی می‌شود که همراه با سوگیری مهارتی است (ویولانته، ۲۰۰۸: ۶-۱).

شواهد اقتصاد خردی منطبق با تمام این فرمول‌بندی‌های فرضیه مکمل بودن فناوری-مهارت، توسط اتور و همکاران[7] (۲۰۰۳)، ارائه شده است. این نویسندگان براساس داده‌های مربوط به محتوای مهارت و وظایف مشاغل مختلف، نیازمندی‌های شغلی را به وظایف «روتین» و «غیرروتین» تقسیم کردند و نشان دادند که از دهه ۱۹۷۰، نهاده نیروی کار، با وظایف تحلیلی و تعاملیِ غیرروتین نسبت به کارهای

1. Greenwood and Yorukoglu (1997).
2. Caselli (1999).
3. Galor & Moav (2000).
4. Hornstein & Krusell (1996).
5. Aghion (2002).
6. Milgrom & Roberts (1990).
7. Autor et al. (2003).

معمول شناختی و دستی، به‌شدت افزایش یافته است. نویسندگان، این یافته‌ها را به‌عنوان شواهدی تفسیر می‌کنند که نشان می‌دهد، فناوری اطلاعات، جایگزین نیروی کار غیرماهر شده است که در کارهای ساده و تکراری‌تر - که بیشتر مستعد کامپیوتری شدن هستند - به‌کار گرفته می‌شوند و مکمل کارگرانی هستند که دارای مهارت‌های حل مسئله تعمیم‌یافته، ارتباطات پیچیده و مهارت‌های تحلیلی هستند.

برای مثال، اجرای یک فناوری هدف عمومی[۱] (GPT)[۲] نمونه روشنگرانه‌ای از SBTC را ارائه می‌دهد. GPT یک فناوری است که بر تمام صنایع تأثیر می‌گذارد (برسناهان و تراجتنبرگ[۳]، ۱۹۹۵؛ هلپمن[۴]، ۱۹۹۸). با این‌حال، معرفی یک GPT جدید در تولید، یک فرایند تعدیلِ پرهزینه است که مستلزم استفاده موقت از کارشناسان ماهر برای تطبیق سازمان و نیروی انسانی شرکت با الگوهای فناوری جدید است (هلپمن و تراجتنبرگ[۵]، ۱۹۹۸). درنتیجه، منابع به‌طور موقت از تولید خارج می‌شوند تا برای انطباق استفاده شوند و این باعث کاهش بهره‌وری می‌شود (گرین وود و یوروک اوغلو[۶]، ۱۹۹۷). به‌علاوه، سازگاری با فناوری جدید در درجه اول مستلزم استفاده از کارگران ماهر است که به‌طور موقت پاداش مهارت را افزایش می‌دهند (کاسلی[۷]، ۱۹۹۹؛ جاکوبز و ناهویس[۸]، ۲۰۰۲).

از آنجایی‌که معرفی ICT به‌عنوان یک GPT در نظر گرفته می‌شود، این توضیحی برای افزایش پاداش مهارت و معمای بهره‌وری سولو ارائه می‌دهد. در همین راستا، گالور و موآو[۹] (۲۰۰۰)، الگویی از پیشرفت فناوری درونزا را توسعه می‌دهند که در آن، انتقال به وضعیت یکنواخت با افزایش نابرابری دستمزدها در درون گروه‌ها و همچنین بین گروه‌ها مشخص می‌شود (چاسو، دومونت و هلیر، ۲۰۰۸: ۴۳۱).

در قالب الگویی که نابرابری، هم از توانایی شخصی (مهارت) و هم، از انتقال بین نسلی سرمایه انسانی خاص (مربوط به بخش) ناشی می‌شود، گالور و تسیدون[۱۰] (۱۹۹۷)، نشان می‌دهند که یک تغییر عمده فناوری، نابرابری را براساس توانایی شخصی افزایش می‌دهد، درحالی‌که نوآوری‌های ساده

---

۱. فناوری هدف عمومی (GPT) به مجموعه‌ای از فناوری‌ها اطلاق می‌شود که کاربردهای گسترده‌ای در صنایع و بخش‌های مختلف دارند. نمونه‌هایی از GPT شامل اینترنت و هوش مصنوعی است.

2. General Purpose Technology
3. Bresnahan & Trajtenberg (1995).
4. Helpman (1998).
5. Helpman & Trajtenberg (1998).
6. Greenwood & Yorukoglu (1997).
7. Caselli (1999).
8. Jacobs & Nahuis (2002).
9. Galor & Moav (2000).
10. Galor & Tsiddon (1997).

فناوری، نابرابری مبتنی بر توانایی را محدود می‌کند، اما انتقال منشأ و درنتیجه، نابرابری پایدارتر را تقویت می‌کند (همان، ۴۳۱).

علاوه بر تغییر فناوری مهارت‌محور، نقش رانت کارآفرینانه معرفی شده توسط شومپیتر[1] (۱۹۴۲)، به‌عنوان عامل تعیین‌کننده شکاف فزاینده کسب درآمد بین گروه برتر و بقیه جمعیت است. افزایش نابرابری درآمد، ممکن است ناشی از رانت‌های انحصاری کسب شده توسط کارآفرینان به‌دلیل فعالیت‌های نوآورانه‌شان باشد که توسط آگیون و همکاران[2] (۲۰۱۵) و جونز و کیم[3] (۲۰۱۴)، پیشنهاد شده است. هر دو مطالعه بر نقش نوآوری و تلاش‌های کارآفرینانه تأکید می‌کنند. این امر، نه‌تنها پاداش مهارت بین کارگران با مهارت بالا و کارگران کم‌مهارت است که افزایش نابرابری درآمد را تعیین می‌کند، بلکه سهم نابرابری درآمد بین کارآفرینان و کل کارگران را نیز تعیین می‌کند (آگیون و همکاران ۲۰۱۵).

افزایش نرخ نوآوری و بهره‌وری تحقیق و توسعه، باعث می‌شود برخی از سهم‌های درآمد کل از کارگران به کارآفرینان تغییر کند. درنتیجه، سهم درآمد کارآفرینان که فقط در تعداد کمی از افراد متمرکز است، افزایش می‌یابد. به گفته شومپیتر (۱۹۴۲)، نیروی تحول‌آفرین نوآوری، به کارآفرینان اجازه می‌دهد تا از درجاتی از رانت انحصاری برخوردار شوند. شومپیتر (۱۹۴۲)، از این به‌عنوان "جوایز ارائه شده توسط جامعه سرمایه‌داری به نوآوران موفق" یاد می‌کند (پرمانا، لانتو و سوهارتو، ۲۰۱۸: ۵۳).

۲-۳. تجارت شمال- جنوب (NST)[4]

درخصوص تأثیر گسترش تجارت بر نابرابری درآمد، سه رویکرد اصلی وجود دارد. رویکرد اول، نظریه نئوکلاسیک تجارت بین‌الملل (الگوی استاندارد هکشر- اوهلین) است که به فرض مهم وجود رقابت کامل در بازار کالا و تولید استوار است. این نظریه، علت برقراری تجارت بین کشورها را وجود مزیت نسبی ناشی از اختلاف کشورها در فراوانی عوامل و نهاده‌های تولید می‌داند. رویکرد دوم (نظریه جدید تجارت بین‌الملل)، به تبیین روابط تجاری بین کشورهای با فراوانی عوامل مشابه می‌پردازد. برخلاف رویکرد اول، این رویکرد برفرض وجود رقابت ناقص در بازار کالاها مبتنی است و در تبیین پدیده تجارت بین کشورهای توسعه‌یافته و تجارت بین صنایع، کاربرد دارد. در رویکرد سوم، تغییرات فناوری مورد توجه قرار می‌گیرد (گرجی و برهانی پور، ۱۳۸۷: ۱۰۳). در این بخش، اثرات گسترش تجارت بر نابرابری درآمد براساس رویکرد پیشرفت فناوری مورد بررسی قرار می‌گیرد.

---

1. Schumpeter (1942).
2. Aghion et al. (2015).
3. Jones & Kim (2014).
4. North-South Trade

بیشتر اقتصاددانان، تغییرات فناوری را مهم‌ترین نیروی محرکه فرایند رشد اقتصادی می‌دانند. تا اواسط دهه ۱۹۸۰، نظریه رشد، فرض می‌کرد که رشد اقتصادی و تغییرات فنی، به‌صورت برونزا تعیین می‌شوند؛ بعدها تحت یک تغییر اساسی فراتر از رویکرد پسماند سولو، پیشرفت فناوری درونزا فرض شد (رومر[1]، ۱۹۸۶ و ۱۹۹۰). گروسمن و هلپمن[2] (۱۹۹۱)، این رویکرد را گسترش دادند و نظریه رشد درونزا را در یک اقتصاد باز، تحت این فرض که کالاها شامل دانش فنی هستند که کشورهای خارجی می‌توانند از طریق واردات و تجارت بین‌المللی به دست آورند، بسط دادند. بنابراین، گسترش تجارت بین کشورها، موجب انتقال دانش و فناوری شده و با افزایش نوآوری در کشور دریافت‌کننده فناوری (مقصد)، بهره‌وری، ارزش‌افزوده و تولید در این کشور را افزایش خواهد داد (داس[3]، ۲۰۱۲: ۶۲۱). این امر، به‌ویژه برای کشورهای درحال‌توسعه که به‌شدت بر تحقیقات و نوآوری‌های ناشی از کشورهای توسعه‌یافته تکیه می‌کنند، صادق است (پیوا[4]، ۲۰۰۴: ۱).

از سویی، بیشتر اقتصاددانان، انتقال دانش و فناوری به‌واسطه گسترش تجارت را، یکی از مهم‌ترین تبیین‌های مربوط به نابرابری درآمد می‌دانند. پیشرفت فناوری از طریق سه کانال سرریز دانش[5]، اثرات تجمیع فضایی نوآوری[6] و تغییرات در فناوری مهارت‌محور، می‌تواند بر پاداش مهارت و درنتیجه، نابرابری درآمد تأثیر بگذارد.

سرریز دانش، ممکن است به کارگرانی که مهارت‌های کمتری دارند، اجازه دهد تا از افراد بسیار ماهر بیاموزند و بهره‌وری خود را افزایش دهند (گلیزر[7]، ۱۹۹۹) که منجر به نوآوری فناورانه و همچنین کاهش نابرابری درآمدی می‌شود. برخی از محققان، بر این باورند که در محیط‌های نوآورانه و غنی از دانش، افرادی که سطح مهارت‌های پایین‌تری دارند، ممکن است بیشتر بیاموزند و از نوآوری بهره ببرند، اما برخی دیگر، بر این باورند که روشن نیست که دانش حاصل از نوآوری، به‌اندازه کافی برای افزایش بهره‌وری برای گروه‌های کم‌مهارت استفاده شود و بنابراین، کارگران با مهارت پایین، در مشاغلی نخواهند بود که بتوانند از این دانش جدید بهره‌مند شوند (لی و رودریگز پوز، ۲۰۱۳: ۳).

اگر توابع تولید شمال، به شکل رابطه (۵) باشند:

$$Y_i = A_i F_i (H_i, L_i) \, , i = 1, 2 \qquad (۵)$$

توابع تولید جنوب، به شکل رابطه (۶) خواهد شد:

$$Y_i = \lambda A_i F_i (H_i, L_i) \, , 0 < \lambda < 1 \qquad (۶)$$

1. Romer (1986 and 1990).
2. Grossman & Helpman (1991).
3. Das (2012).
4. Piva (2004).
5. Knowledge Spillovers
6. Spatial Agglomeration Effects of Innovation
7. Glaeser (1999).

که در آن، اولاً، یک کارگر (ماهر یا غیرماهر) از جنوب، λ برابر کارگر از شمال است و ثانیاً، این امر، منجر به $w_L^S = \lambda w_L^N$ و $w_H^S = \lambda w_H^N$ در هر دو منطقه می‌شود که درواقع، امتیاز (پاداش) مهارت یکسانی را نشان می‌دهد. اکنون فرض کنید سرریزهای فناوری از شمال به جنوب ضریب λ را افزایش دهد. نتیجه، افزایش وزنِ جنوب است که منجر به افزایش برخورداری جهانیِ نیروی کارِ غیرماهر و بنابراین، افزایش پاداش مهارت در شمال و جنوب می‌شود. به‌علاوه، اگر در بخش غیرمهارت‌محور که جنوب در آن تخصص دارد، پیشرفت فناوری فراگیر شود، آنگاه پاداش مهارت در شمال افزایش می‌یابد؛ زیرا اکنون این منطقه مزیت‌های نسبی عاملی و فنی را در بخش مهارت‌محور ترکیب می‌کند. درنتیجه، سرریزهای فناورانه از شمال به جنوب، معمولاً پاداش مهارت را در شمال افزایش می‌دهند (چاسو، دومونت و هلیر، ۲۰۰۸: ۴۳۵).

دومین کانالی که از طریق آن، فناوری‌های جدید می‌تواند بر پاداش مهارت و درنتیجه نابرابری درآمد تأثیر بگذارد، اثرات تجمیع فضایی نوآوری است (ون رینن[1]، ۱۹۹۶؛ فاجیو و همکاران[2]، ۲۰۰۷؛ اچوررى-کارول و آیالا[3]، ۲۰۰۹). تجمیع به‌طور معمول، اشاره به تمرکز فضایی فعالیت اقتصادی در یک منطقه دارد. در این حالت، به‌دلیل اینکه فعالیت‌های اقتصادی در یک محل واقع شدند، منجر به کاهش هزینه‌ها می‌گردد.

فناوری‌های جدید، می‌تواند دستاوردهای بزرگی ایجاد کند که احتمالاً برای کسانی که مهارت‌های تکمیلی دارند یا کسانی که در بخش‌های نوآورانه کار می‌کنند، جذاب باشد، که منجر به مهاجرت نیروی کار می‌شود؛ اما تأثیر مهاجرت بر نابرابری مبهم است. برای شهرهایی که ساکنان بسیار ماهر کمی دارند، اما مهاجرت با مهارت بالا را تجربه می‌کنند، فناوری‌های جدید، ممکن است ابتدا نابرابری را افزایش دهد، اما پس از یک سطح آستانه مشخص، ممکن است شروع به کاهش نابرابری کند.

الگوهای سنتی بازار کار، نشان می‌دهد که این فرایند مهاجرت، دستمزد افراد بسیار ماهر را کاهش می‌دهد. در مقابل، الگوهای جدیدتر مبتنی بر بازدهی‌های فزاینده، نشان می‌دهند که وقتی مهاجرانِ بسیار ماهر جمع می‌شوند، بازدهی فزاینده به مقیاس وجود خواهد داشت و مهاجران با مهارت بیشتر، منجر به افزایش حتی بیشتر در نوآوری می‌شوند (پوگا[4]، ۲۰۰۲). گروهی از نوآوران مرفه در بازار کار، هم ساختار شغلی و هم دستمزد افراد با سطح مهارت پایین را تغییر می‌دهند، زیرا ثروت برای یک

1. Van Reenen (1996).
2. Faggio et al. (2007).
3. Echeverri-Carroll & Ayala (2009).
4. Puga (2002).

گروه، ممکن است بازار کار را برای دیگران منحرف کند و مشاغلی را در زمینه خدمات شخصی با دستمزد پایین ایجاد می‌کنند (مانینگ[1]، ۲۰۰۴؛ کاپلانیس[2]، ۲۰۱۰) و درنهایت، سطح کلی نابرابری درآمد را تغییر می‌دهند (لی و رودریگز پوز، ۲۰۱۳: ۲).

سومین کانالی که از طریق آن فناوری‌های جدید، می‌تواند بر پاداش مهارت و درنتیجه نابرابری درآمد تأثیر بگذارد، تغییرات در فناوری مهارت‌محور است. انتشار تسهیل شده فناوری در سراسر جهان در سال‌های اخیر، با گسترش تجارت در ارتباط است. درحالی‌که گاهی اوقات تفکیک اثرات ایجادشده به‌طور جداگانه توسط این دو پدیده فناوری و باز بودن، دشوار است (لال[3]، ۲۰۰۲)، ممکن است پیامدهای آن بر توزیع درآمد و اثرات مهارت، متفاوت باشد.

در نظریه تجارت، قضیه استالپر-ساموئلسون[4] (۱۹۴۱)، پیش‌بینی می‌کند که باز بودن تجارت، درآمد صاحبان عوامل فراوان را افزایش و درآمد صاحبان عوامل کمیاب را کاهش می‌دهد. کشورهای درحال‌توسعه در مقایسه با اقتصادهای توسعه‌یافته، نسبتاً دارای نیروی کار غیرماهر هستند. درنتیجه، انتظار می‌رود واردات کشورهای درحال‌توسعه به صاحبان سرمایه و نیروی کار ماهر آسیب برساند، درحالی‌که صادرات این کشورها باید به نفع افراد غیرماهر باشد (برعکس در مورد اقتصادهای توسعه‌یافته صادق است). بنابراین، تجارت باید نابرابری درآمد را در اقتصادهای توسعه‌یافته افزایش دهد و آن را در کشورهای درحال‌توسعه کاهش دهد (رووني و لی[5]، ۲۰۰۳). با این‌حال، هر زمان که انتقال فناوری مطرح می‌شود، مسائل می‌تواند مسیر دیگری را طی کند. (برمن[6]، ۲۰۰۰). اگر انتقال فناوری حتی در کشورهای درحال‌توسعه به نفع افراد ماهر باشد، همان‌طور که معمولاً در کشورهای پیشرفته انجام می‌شود، تقاضای بیشتری برای کارگران نسبتاً ماهر در کشورهای درحال‌توسعه وجود خواهد داشت که احتمالاً باعث ایجاد عدم تطابق مهارت (بیکاری) و یا افزایش پراکندگی دستمزدها بین دسته‌های مختلف کارگران و نرخ رشد کندتر درآمد سرانه می‌شود (پیوا ،۲۰۰۴: ۳). برای به‌کارگیری پیشرفت فناوری در تولید، نیاز به نیروی کار بسیار ماهر خواهد بود. با آزادسازی تجاری، کشورهای توسعه‌یافته که در تولید کالاهای سرمایه‌بر مزیت نسبی دارند، به تولید و صادرات این کالاها اقدام خواهند کرد که به استفاده گسترده‌تر از سرمایه در خط تولید نیاز خواهد داشت. این آزادسازی بر اساس درجهٔ بالای مکمل بودن بین کارگران ماهر و سرمایه و نیز درجهٔ بالای جانشینی بین نیروی کار غیرماهر و سرمایه، باعث افزایش تقاضا و دستمزد نیروی کار بسیار ماهر و کاهش

1. Manning (2004).
2. Kaplanis (2010).
3. Lall (2002).
4. Stolper-Samuelson (1941).
5. Reuveny & Li (2003).
6. Berman (2000).

تقاضا و دستمزد نیروی کار کم‌مهارت شده و به این‌ترتیب، شکاف دستمزدی بین کارگران بسیار ماهر و کم‌مهارت افزایش خواهد یافت (آگنور[1]، ۲۰۰۰: ۵۳۰). درنتیجه، نابرابری درآمد در این کشورها افزایش پیدا خواهد کرد (گرجی و برهانی پور، ۱۳۸۷: ۱۰۵).

فناوری‌های پیشرفته، علاوه بر کشورهای توسعه‌یافته در کشورهای درحال‌توسعه نیز از عوامل تشدید نابرابری‌ها در بازارهای کار به‌شمار می‌رود. چگونگی این امر را به‌طور خلاصه می‌توان این‌گونه بیان کرد که ابداعات و تغییرات فناوری در کشورهای پیشرفته به‌سرعت به‌سوی فناوری‌های مهارت‌بر حرکت می‌کند. درعین‌حال، فناوری‌های قدیمی‌تر که می‌توانست نیروی کار با مهارت کار کمتر را به‌خدمت بگیرد، به کشورهای درحال‌توسعه انتقال‌یافته که این امر، شکاف دستمزدی در کشورهای درحال‌توسعه را نیز تشدید می‌کند؛ زیرا این فناوری‌ها برای کشورهای مذکور، فناوری مهارت‌بر محسوب شده و باعث افزایش تقاضا و بهره‌وری کارگران ماهر و کاهش تقاضا برای کارگران غیرماهر که - در این کشورها فراوان‌اند - می‌شود و با افزایش نابرابری دستمزدها، نابرابری درآمد نیز بیشتر می‌شود (همان: ۱۰۶)

۴. روش‌شناسی پژوهش، معرفی داده‌ها و نتایج شبیه‌سازی

الگوهای تعادل عمومی قابل‌محاسبه، الگوهای عددی بزرگی هستند که نظریه‌های اقتصادی را با داده‌های واقعی اقتصاد ترکیب می‌کنند تا تأثیر تکانه‌های سیاستی را بر اقتصاد استخراج نمایند (فلاحتی و همکاران، ۱۴۰۱: ۵۶).

الگوی تعادل عمومی استاندارد برای تجزیه و تحلیل ایستای مقایسه‌ای به‌کار می‌رود؛ بدین معنا که تأثیر یک یا ترکیبی از تکانه‌ها به‌وسیله مقایسه وضعیت الگو قبل و بعد از تکانه مورد بررسی قرار می‌گیرد. این تکانه‌ها می‌تواند شامل تغییر در بهره‌وری عوامل، تغییر در نرخ‌های مالیات مستقیم، عوارض تجاری، قیمت‌های جهانی، هزینه‌های حمل‌ونقل و تغییر در پرداخت‌های انتقالی از سوی دولت یا جهان خارج به خانوارها باشد. هدف از نگارش مقاله حاضر، بررسی گسترش تجارت بر نابرابری درآمد با رویکرد تغییر فناوری است. در این مقاله، تکانه شامل افزایش سطح فناوری است.

۴-۱. درخت فناوری و توابع تولید آشیانه‌ای[2]

از آنجا که تصمیم تولیدکننده در مورد میزان نهاده و محصول، به فناوری تولید بستگی دارد، در اینجا چگونگی فرایند فناوری، در یک الگوی استاندارد تعادل عمومی قابل‌محاسبه بررسی می‌شود. فناوری، فرایند تولید را با استفاده از نهاده‌های واسطه و اولیه توضیح می‌دهد. الگوی تعادل عمومی

1. Agenor (2000).
2. Technology Tree and Nested Production Function

قابل‌محاسبه، تابع تولید را به قسمت‌هایی تجزیه می‌کند، به‌طوری‌که در یک نمودار، این الگوها به یک درخت وارونه شبیه هستند. درخت فناوری، ترسیمی از فناوری فرضی بنگاه هر صنعت و نشان-دهنده ساختار آشیانه‌ای تولید یک بنگاه اقتصادی، در الگوهای تعادل عمومی است (برفیشر[1]، ۱۳۹۲: ۱۵۴).

شکل ۱ درخت فناوری را نشان می‌دهد که از نوع الگوهای استاندارد تعادل عمومی قابل‌محاسبه است. این نمودار، سه سطح از فرایند تولید را نشان می‌دهد. در سطح بالای درخت فناوری، تولید بخشی از هر فعالیت، با ترکیب ارزش‌افزوده و مصرف نهاده‌های واسطه‌ای با نسبت ثابت به‌دست می‌آید. به‌عبارت‌دیگر، دو نهاده ذکر شده، مکمل هم بوده و با تابع لئونتیف و کشش جانشینی صفر با هم ترکیب می‌شوند.

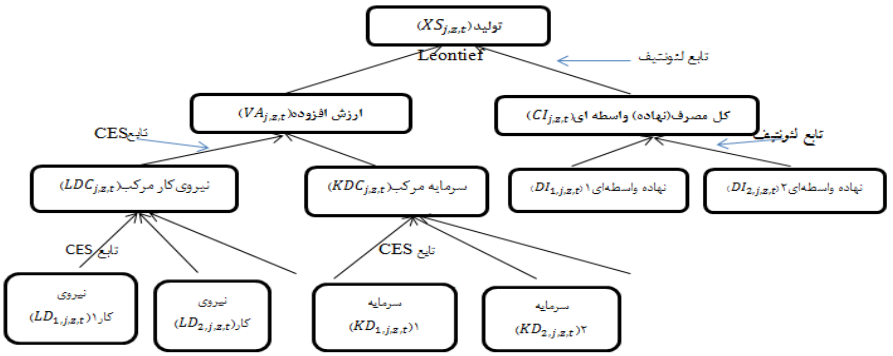
در سطح میانی درخت فناوری، ارزش‌افزوده هر صنعت شامل ترکیبی از نیروی کار مرکب و سرمایه مرکب است که با تابع کشش جانشینی ثابت(CES) باهم ترکیب‌شده‌اند. در این سطح، بنگاه‌ها با بیشینه کردن سود و یا کمینه کردن هزینه، در نقطه‌ای اقدام به استخدام عامل تولید می‌کنند که در آن، قیمت عامل تولید مساوی تولید نهایی آن می‌شود. با داشتن یک تابع تولید با کشش جانشینی ثابت، هر کالا براساس نسبت نیروی کار به سرمایه، کاربر و یا سرمایه‌بر است.

بخشی از عوامل تولید در داخل تولید و بخشی دیگر، از خارج وارد می‌شود. همچنین عوامل تولید وارداتی به‌صورت منابعی برای صادرکنندگان مورد استفاده قرارگرفته و بنگاه‌ها برای تولید، نسبتی از عوامل تولید داخلی و وارداتی را ترکیب می‌کنند.

در سطح پایین درخت فناوری از سمت ارزش‌افزوده (سمت چپ درخت فناوری)، سرمایه مرکب، ترکیبی از بخش‌های مختلف سرمایه است که با کشش جانشینی ثابت باهم ترکیب می‌شوند.

براساس درخت فناوری، به بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش‌های مختلف تولیدی تکانه وارد می‌شود. تکانه فناوری با تأثیر بر سرریز فناوری، بهره‌وری تولید را افزایش می‌دهد و با افزایش بهره‌وری، ارزش‌افزوده و تولید بنگاه افزایش خواهد یافت. فرایند فناورانه برای یک بنگاه، اثر خارجی به‌حساب می‌آید که موجب بهبود بهره‌وری نهاده‌ها و کاهش هزینه‌ها می‌شود. سرریز فناوری می‌تواند دو اثر مستقیم و غیرمستقیم داشته باشد. اثر مستقیم انتقال فناوری، به‌صورت بهبود بهره‌وری است که منجر به افزایش ارزش‌افزوده می‌شود و اثر غیرمستقیم، به‌صورت سرریز دانش حاصل از فرایند یادگیری است که بستگی به قدرت جذب کشور مقصد دارد (جلایی و گرگینی، ۱۳۹۲: ۴۲).

1. Burfisher (2013).



شکل ۱: ساختار درخت تولید

Figure 1: Production Tree Structure

منبع: دکالو و همکاران (۲۰۱۳)

۲-۴. ساختار الگو

برای تعریف الگوی تعادل عمومی، الگوهای مختلفی ارائه شده است. الگوی مشارکت سیاست اقتصادی[1]، یکی از الگوهای تعادل عمومی است که توسط دکالو و همکاران (۲۰۱۳) ارائه شده و شامل نسخه‌های یک دوره‌ای-یک کشوری[2]، چند دوره‌ای-یک کشوری[3]، چند کشوری-یک دوره‌ای[4] و الگوی پویای بازگشتی چند کشوری-چند دوره‌ای[5] می‌شود. در این مطالعه، از الگوی استاندارد یک دوره‌ای-یک کشوری استفاده شده که ۹۸ معادله دارد و به چهار بلوک قیمت[6]، تولید و تجارت[7]، نهادها[8] و قیدهای سیستم[9] تقسیم شده و تعدیلات لازم در معادلات الگوی استاندارد به‌منظور هماهنگی آن با اقتصاد ایران، صورت گرفته است.

الگوی استاندارد یک دوره‌ای-یک کشوری، بر اساس اطلاعات ماتریس حسابداری اجتماعی[10] طراحی شده و شامل فعالیت‌های اقتصادی، کالاها، عوامل تولید و نهادها می‌شود. در این الگو، کالای تولید

1. Partnership for Economic Policy (PEP)
2. PEP-1-1
3. PEP-t-1
4. PEP-w-1
5. PEP-w-t
6. Price Block
7. Production and Trade
8. Institutions
9. System Constraint
10. SAM

شده با استفاده از نیروی کار، سرمایه و نهاده‌های واسطه‌ای در تابع تبدیل با کشش ثابت[1] (CET) به کالای صادراتی و کالای بازاری داخلی تبدیل می‌شود. بنگاه‌ها نیز با حداقل‌سازی هزینه و یا حداکثرسازی سود خود، در نقطه‌ای عوامل تولید را استخدام می‌کنند که در آن، قیمت عامل تولید با تولید نهایی آن برابر باشد. با داشتن یک تابع تولید با کشش جانشینی ثابت، هر کالا براساس نسبت نیروی کار به سرمایه، کاربر و یا سرمایه‌بر است.

مصرف‌کنندگان کالاهای مرکب که ترکیبی از کالاهای وارداتی و کالاهای ساخت داخل می‌باشند را خریداری می‌کنند. ترکیب واردات و تولید داخلی، توسط یک تابع تولید با کشش جانشینی ثابت[2] (CES) که به تابع آرمینگتون[3] معروف است، مشخص می‌شود. کشور مورد نظر یک «کشور کوچک» است که گیرنده قیمت‌های جهانی صادرات و واردات در سطح ثابتی است. با برقراری تعادل در قیدهای سیستم، شامل تعادل در بازار عوامل تولید، تعادل در بازار کالاهای مرکب، تعادل در بازار خارجی، تعادل در بخش دولتی و تعادل پس‌انداز-سرمایه‌گذاری، تعادل در کل سیستم برقرار می‌گردد. معادلات این الگو در بسته نرم‌افزاری GAMS به زبان برنامه‌نویسی تبدیل شده و با این نرم‌افزار، معادلات الگو به‌طور همزمان حل می‌شوند.[4]

در این مقاله، با استفاده از الگوی تعادل عمومی قابل‌محاسبه، الگوی داس (۲۰۱۵) و مطالعه صمدی و همکاران (۱۳۹۸)، تأثیر تکانه فناوری بر نابرابری درآمدی بررسی شده است. براساس مطالعات داس (۲۰۱۲ و ۲۰۱۵)، وقتی تکانه مثبت فناوری اتفاق بیافتد، هرچه وضعیت شاخص‌های نهادی بهبود یابد، افزایش بهره‌وری بیشتر و کاهش نابرابری درآمدی بیشتر می‌شود. ارتباط بین ظرفیت فناوری و کاهش نابرابری درآمد، هم از لحاظ نظری و هم از لحاظ کار عملی و آماری، موضوعی پیچیده است. دایک[5](۲۰۰۱)، نشان داده که اگر حجم بالایی از فناوری‌های جدید برای تقویت خط‌مشی توسعه اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و عناصر محیطی مورد استفاده قرار گیرد، فقر و نابرابری در طول ۵۰ سال آینده از بین خواهد رفت. پیشرفت فناوری، می‌تواند با افزایش بهره‌وری، سایر مشکلات اقتصادی را برطرف نماید. انتقال و سرریز فناوری نیز از دو طریق تجارت و سرمایه‌گذاری صورت می‌گیرد.

---

1. Constant Elasticity of Transformation (CET)
2. Constant Elasticity of Substitution
3. Armington Function
4. با توجه به تعداد بالای معادلات الگوی تحقیق و به‌جهت جلوگیری از طولانی شدن گزارش تحقیق، از ذکر آن‌ها در اینجا پرهیز می‌شود و به منابع ارجاع داده شده است.
5. Dyke (2001).

ورود عوامل نهادی در این مقاله، براساس مطالعات داس (۲۰۱۲، ۲۰۱۵) و همچنین مطالعه داس و پاول[1] (۲۰۰۰) و میجل و تونگرن[2] (۱۹۹۹) است که بر همین اساس، تأکید این مقاله بر انتقال فناوری از طریق تجارت بین‌الملل است. به همین دلیل در الگوی پیشنهادی، تأثیر سرریز فناوری از طریق رابطه مبادله بازرگانی مورد تحلیل قرار گرفته و سپس تأثیر عوامل نهادی بر آن بررسی‌شده است. شاخص رابطه مبادله بازرگانی، مقدار دانش سرریز شده از کشور مبدأ به کشور مقصد را برای به‌کارگیری در تولیدات داخلی آن، اندازه می‌گیرد. اگر X_{ns}، صادرات از کشور مبدأ به کشور مقصد، Y_s تولید داخلی کشور مقصد، n نشان‌دهنده کشور مبدأ و s نشان‌دهنده کشور مقصد تجارت باشد، شدت رابطه مبادله بازرگانی، عبارت خواهد بود از:

$$E_{ns} = \frac{X_{ns}}{Y_s} \quad 0 \leq \mathrm{E_{ns}} \leq 1 \qquad (۷)$$

تجارت با انتقال و افزایش سرریز فناوری به داخل، موجب افزایش بهره‌وری در کلیه بخش‌های تولیدی خواهد شد. داس (۲۰۱۵)، بهره‌وری کل عوامل تولید را ترکیبی از فناوری و نهادها دانسته و در معادلات تعریف شده، برای نشان دادن این رابطه، از تأثیر تجارت بر پارامتر جذب قدرت دانش استفاده کرده است.

شاخص ظرفیت جذب[3] (AC)، شاخص جذب نوآوری[4] (ICC)، شاخص دسترسی به فناوری[5] (TA) در کنار پارامتر نهادی- اجتماعی[6] (SIP) و تابع مسافت و یادگیری[7] (LeAD)، می‌توانند پارامتر جذب قدرت دانش ($LeAP = \theta_s$)[8] را تعیین کنند. میزان بهره‌مند شدن یک کشور از نوآوری‌های فنی، به عوامل مختلفی بستگی دارد. ظرفیت جذب یا میزان مهارت نیروی کار برای استفاده از فناوری نوظهور و پیشرفته، یکی از این عوامل است که به‌میزان آموزش و تعداد سال‌های تحصیلی بستگی دارد. برای محاسبه شاخص جذب نوآوری، می‌توان از نسبت سهم پرداختی به نیروی کار ماهر و غیرماهر استفاده کرد.

---

1. Das & Powell (2000).
2. Meijl & Tongeren (1999).
3. Absorptive Capacity
4. Innovation Capability Index
5. Technology Availability
6. Socio-institutional Parameter
7. Learning Effects and Distance Function
8. Learning-enabled Absorption Parameter

یکی دیگر از عوامل مؤثر بر پارامتر جذب قدرت دانش، شاخص دسترسی به فناوری است که قرابت فرهنگی بین دو کشور و درجه پیوستگی اجتماعی و پذیرش فناوری جدید را تعیین می‌کند و نسبت مستقیم با شاخص توسعه منابع انسانی[1] دارد و کیفیت و سطح زندگی افراد و میزان فقر را نشان می‌دهد.

بر همین اساس، پارامتر جذب قدرت دانش معرفی‌شده توسط داس(۲۰۱۵) عبارت است از:

$$LeAP_{ns} = \mathrm{AC}_s . ICC_{ns} . TA_{ns} . SIP_{ns} . LeAD_{ns} \quad (۸)$$

که در این رابطه داریم:

$$SIP_{ns} = \mathrm{GP}_{ns} . \mathrm{C}_{ns} . \mathrm{T}_{ns} \quad (۹)$$

در این معادلات، LeAP پارامتر جذب قدرت دانش، AC ظرفیت جذب فناوری، ICC شاخص جذب نوآوری، TA شاخص دسترسی به فناوری، GP پارامتر حکمرانی[2]، C رقابت پذیری ملی[3]، T شاخص شفافیت و ادراک فساد[4] و LeAD تابع مسافت و اثر یادگیری است.SIP نیز پارامتر نهادی اجتماعی است.

در نتیجه داریم:

$$LeAP_{ns} = \mathrm{AC}_s . ICC_{ns} . TA_{ns} . \mathrm{GP}_{ns} . \mathrm{C}_{ns} . \mathrm{T}_{ns} . LeAD_{ns} \quad (۱۰)$$

که در آن:

$$LeAD_{ns} = R\&D_{ns}^{\beta_{ns}} . HD_{ns}^{\Phi_{ns}} . Disemb_{ns} . D_{ns} \quad (۱۱)$$

$$D_{ns} = \exp[-\frac{d_{ns}}{d_{ns}^{max}}] \quad (۱۲)$$

در این معادله، $R\&D$ شاخص تحقیق و توسعه، HD پارامتر نزدیکی دوطرفه[5]، $Disemb$ شاخص دستیابی به فن افزار[6] و D_{ns} مسافت دوطرفه بین کشور مبدأ و مقصد است. برای محاسبه آن d_{ns}، فاصله بین کشور مبدأ و مقصد و d_{ns}^{max}، بزرگ‌ترین فاصله مطلق بین هر جفت از مناطق تجاری است. اگر دو کشور همجوار باشند، مقدار D_{ns}، برابر ۱ خواهد بود و هر چه دو کشور از هم دور باشند، این مقدار به صفر نزدیک خواهد شد. علاوه بر آن، Φ_{ns} کشش $TFP/R\&D$ با سرمایه انسانی،

1. Human Development Index (HDI)
2. Governance Parameter
3. National Competitiveness
4. Corruption Perception Index
5. Bi-lateral Proximity Parameter

۶ . آن بخش مملوس از فناوری که خود را در اشیاء مجسم می‌سازد، به فن افزار، فناوری تجسم‌یافته در اشیاء سخت‌افزار یا امکانات گفته می‌شود.

β_{ns} کشش TFP نسبت به $R\&D$ خارجی است. TFP بهره‌وری کل عوامل تولید است. درنتیجه، خواهیم داشت:

$$LeAP_{ns} = \mathrm{AC}_s.ICC_{ns}.TA_{ns}.\mathrm{GP}_{ns}.\mathrm{C}_{ns}.\mathrm{T}_{ns}.R\&D_{ns}^{\beta_{ns}}.HD_{ns}^{\Phi_{ns}}.Disemb_{ns}.D_{ns} \quad (۱۳)$$

با جایگذاری این مقادیر در معادله سرریز فناوری، خواهیم داشت:

$$\gamma\mathrm{ijns}=\mathrm{E}_{\mathrm{ijns}}^{1-(\mathrm{AC}_s.ICC_{ns}.TA_{ns}.SIP_{ns}.LeAD_{ns})} \quad (۱۴)$$

که در آن، γijns پارامتر سرریز فناوری و E_{ijns} شاخص شدت رابطه تجارت یا شاخص تجسم[1] است که شدت رابطه مبادله برای نهاده‌های خاص[2] را نشان می‌دهد.

بنابراین، جریان فناوری ناشی از تجارت و افزایش سطح بهره‌وری ناشی از آن، به‌میزان سرریز فناوری و آن‌هم به شاخص‌های نهادی- اجتماعی بستگی دارد. علاوه بر آن، پارامتر جذب قدرت دانش (و مؤلفه‌های تعیین‌کننده آن)، با شاخص بهره‌وری نیز رابطه دارد:

$$a_{js}= E^{1-\ LeAP_{ns}}a_{in} \quad (۱۵)$$

در این رابطه a_{js} درصد تغییر در بهره‌وری کشور مقصد و a_{in} درصد تغییر در بهره‌وری کشور مبدأ است. درصد تغییرات بهره‌وری (a_{js}) به‌صورت رابطه (۱۶) قابل تعدیل است:

$$a_{js}=\mathrm{E}_{\mathrm{ijns}}^{1-(\mathrm{AC}_s.ICC_{ns}.TA_{ns}.SIP_{ns}.LeAD_{ns})}a_{in}, 0 \le 1-LeAP_{ns} \le 1 \quad (۱۶)$$

برای ورود بهره‌وری به تابع تولید، باید معادله (a_{js}) وارد تابع ارزش‌افزوده در الگوی تعادل عمومی قابل‌محاسبه دکالو و همکاران (۲۰۱۳) شود. برای این کار، باید برای هر عامل تولید، یک درصد تغییر در بهره‌وری تعریف کرده و برای این امر، $(1+a_{js})$ را در بهره‌وری کل عوامل تولید ضرب کنیم. در این صورت، خواهیم داشت:

$$VA_j = (1+a_{j,s})B_j^{VA}\left[\beta_j^{VA}LDC_j^{-\rho_j^{VA}} + \left(1-\beta_j^{VA}\right)KDC_j^{-\rho_j^{VA}}\right]^{\frac{-1}{\rho_j^{VA}}} \quad (۱۷)$$

که در آن، $KDC_{j,}^{-\rho_j^{VA}}$، تقاضا برای سرمایه مصرفی توسط صنعت i، $LDC_j^{-\rho_j^{VA}}$، تقاضا برای نیروی کار مرکب صنعت i، B_j^{VA}، بهره‌وری و ρ_j^{VA}، پارامتر کشش با شرط $-1 < \rho_j^{VA} < \infty$ است. در

1. Embodiment Index
2. Term of Trade Intensity for Different Specific Material Inputs

این معادله B_j^{VA} پارامتر مقیاس است که نماد مقدار بهره‌وری در تابع ارزش‌افزوده است (هاسین و همکاران، ۲۰۱۰: ۹)[1].

علاوه بر آن، با توجه به رابطهٔ $XS_j = min\left[\frac{CI_j}{io_j}, \frac{VA_j}{v_j}\right]$ در معادلات تولید الگوی تعادل عمومی قابل‌محاسبه دکالو و همکاران (۲۰۱۳)، می‌توان نتیجه گرفت که افزایش ارزش‌افزوده، می‌تواند موجب افزایش تولید شود.

قابل ذکر است، از آنجا که تغییرات ساختاری می‌تواند بر بخش‌های مختلف اقتصاد تأثیرگذار باشد، در الگوی ارائه شدهٔ فوق، تأثیر این تغییرات مدنظر قرار گرفته است. بررسی مطالعه داس و پاول (۲۰۰۰) و میجل و تونگرن (۱۹۹۹)، نشان می‌دهد که آن‌ها در ابتدا دو عامل ظرفیت جذب و تشابه ساختاری را بر سرریز فناوری مؤثر می‌دانند. سپس مطالعات بعدی داس (۲۰۰۷ و ۲۰۱۲)، متغیر تشابه ساختاری را به دو عامل تناسب فناوری و حکمرانی خوب تجزیه کرده و شاخص پذیرش اجتماعی را به آن‌ها اضافه کرده و در نتیجه عوامل مؤثر بر سرریز فناوری و پارامتر کسب از دو عامل به چهار عامل افزایش می‌یابند. اثرگذاری این عوامل بر سرریز فناوری، نشان دهنده تأثیر تغییرات ساختاری بر بخش‌های مختلف اقتصاد می‌باشد.

برای محاسبه ضریب جینی به‌عنوان شاخص نابرابری نیز از رابطه (۱۸) استفاده شده است:

$$\text{Gconvert(r)}=\text{Ginitial(r)}*\frac{e^{-g\gamma(r).\eta(r)}}{Yinitial(r).e^{-g\gamma(r).\eta(r)}+1} \qquad (۱۸)$$

که در این رابطه، Gconvert(r) ضریب جینی تغییریافته در اثر ورود «پارامتر جذب قدرت دانش» و شاخص‌های نهادی به الگو برای کشور مبدأ است. Ginitial(r) ضریب جینی اولیه کشور مبدأ،g نرخ نسبی متوسط کاهش ضریب جینی به علت رشد تجارت (نسبت به تولید ناخالص داخلی)، Y سطح درآمد آستانه فقر، $\gamma(r)$ ضریب سرریز فناوری و $\eta(r)$ کشش فقر است. برای کشور مقصد نیز می‌توان رابطه ضریب جینی را به‌صورت (۱۹) نشان داد:

$$\text{Gconvert(S)} = \text{Ginitial(S)} * \frac{e^{-g\gamma(S).\eta(S)}}{Yinitial(S).e^{-g\gamma(S).\eta(S)}+1} \qquad (۱۹)$$

روابط فوق نشان می‌دهد، بهره‌وری به ضریب سرریز فناوری و آن‌هم به مقدار پارامتر جذب قدرت دانش و درنتیجه، به مقادیر شاخص‌های ظرفیت جذب، تناسب فناوری، تناسب ساختاری و شاخص حکمرانی بستگی دارد. ضریب جینی نیز به‌دلیل ارتباط با ضریب سرریز فناوری به شاخص‌های نهادی ذکر شده وابسته است.

1. Hassine, Robichaud & Decaluwe (2010).

۳-۴. معرفی داده‌ها و یافته‌های تحقیق

در تحلیل الگوهای تعادل عمومی، بخش‌های مختلفی مورد توجه هستند. یکی از این بخش‌ها که طراحی آن بر نتایج شبیه‌سازی تأثیر زیادی دارد، قواعد بستن الگو است. قواعد بستن، روش‌هایی است که برای تعیین درونزایی یا برونزایی متغیرهای مختلف اقتصادی در چهارچوب الگوی تعادل عمومی قابل‌محاسبه وجود دارد. قاعده بستن الگوی تعادل عمومی در مقاله حاضر، بستن تعادلی الگوی دکالو و همکاران (۲۰۱۳) به‌صورت ایستا است که براساس اهداف تحقیق و مطالعه تحقیقات مشابه انجام شده در کشور، انتخاب شده است. با توجه به تعدد متغیرهای اقتصادی در الگوی تعادل عمومی قابل‌محاسبه، باید برخی از این متغیرها به‌صورت برونزا تعیین شوند. علاوه بر آن، در این مقاله، اثرات تکانه فناوری، با مقادیر ۰/۱، ۰/۲۵، ۰/۳و ۰/۵ درصد مورد بررسی قرار گرفته است.

الگوی PEP-1-1 یک الگوی همگن است و در بستار این الگو، نرخ ارز اسمی به‌عنوان شمارشگر[۱] الگو تعریف شده است.[۲] برای این کار، ارزش نرخ ارز باید ثابت و برونزا در نظر گرفته شود. عرضه نیروی کار نیز برونزا است (دکالو و همکاران، ۲۰۱۳: ۵۵). قیمت‌های جهانی واردات و صادرات برونزا فرض شده و تغییر در اموال و دارایی‌ها و حداقل مصرف برای خانوارها ثابت در نظر گرفته می‌شود. همچنین مخارج دولت و تراز حساب‌جاری نیز برونزا در نظر گرفته می‌شود. همان‌طور که قبلاً بیان شد، عرضه سرمایه به نوع انتخاب الگو بستگی دارد. اگر سرمایه بین صنایع درحرکت باشد (kmob=1)، آنگاه عرضه سرمایه ثابت در نظر گرفته می‌شود و اگر سرمایه بین صنایع درحرکت نباشد (kmob=0)، آنگاه تقاضای سرمایه ثابت در نظر گرفته می‌شود.

در الگوهای تعادل عمومی قابل‌محاسبه، فقط قیمت‌های نسبی مهم هستند و تغییر در ارزش شمارشگر نباید بر سطح متغیرها اثرگذار باشد و همه قیمت‌ها و ارزش اسمی متغیرها باید به نسبت شمارشگر تغییر یابند (دکالو و همکاران، ۲۰۱۳: ۱۶۳).

ساختار الگوهای تعادل عمومی قابل‌محاسبه، براساس ماتریس حسابداری اجتماعی پایه‌گذاری شده که شرایط اولیه اقتصادی را توصیف می‌کند و به‌کارگیری این الگوها، به اصول مقداردهی (کالیبراسیون) [۳] متکی است. منظور از مقداردهی، تعیین ارزش‌های عددی پارامترهای مختلف توابع سازگار با تعادل اولیه ماتریس حسابداری اجتماعی است. بعضی مواقع، داده‌های ماتریس حسابداری اجتماعی برای مقداردهی همه پارامترها کافی نیست. به‌عنوان نمونه، برای استفاده از کشش جانشینی

---

۱. Numeraire

۲. انتخاب شمارشگر در الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه، اختیاری است؛ اما تفسیر نتایج آن بسته به نوع انتخاب شمارشگر، می‌تواند سخت و یا آسان باشد.

3. Calibration

ثابت یا سیستم مخارج خطی، باید پارامترهای کشش جانشینی یا کشش درآمدی تخمین زده شود. مقدار پارامترها را باید از منابع مطالعاتی دیگر یا با استفاده از تخمین‌های اقتصادسنجی به‌دست آورد. به‌دلیل اثرپذیری نتایج الگو از این پارامترها، انتخاب و تعیین مقادیر آن‌ها، از اهمیت خاصی برخوردار است (ان نابی، کاکبرن و دکالو، ۲۰۰۸: ۱۲۰)[1].

تعیین پارامترها در عمده الگوهای تعادل عمومی به کمک مقداردهی است، اما تعداد محدودی مطالعه نیز وجود دارد که از روش اقتصادسنجی برای به‌دست آوردن پارامترها استفاده می‌کنند (خوش‌کلام و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۲). این مقاله از نوع مقداردهی است که مقدار پارامترهای آن از مطالعات قبل گرفته شده است. به همین منظور، در جدول یک کشش‌های جانشینی و قیمتی از مطالعه طباطبایی و همکاران (۱۳۹۵) و کشش تبدیل از مطالعه مهدوی (۱۳۹۳) برای کالیبراسیون استفاده شده و مقادیر کشش‌های جانشینی، کشش‌های تبدیل و قیمتی در جدول (۱) آورده شده است. استفاده از داده‌های جدول (۲)، یکی دیگر از محدودیت‌های این مقاله است.

از آنجا که داده‌های مشابهی برای ایران وجود ندارد، از داده‌های مطالعه داس (۲۰۱۵) استفاده به‌عمل آمده که در آن، این مقادیر برای کشورها و مناطق جغرافیایی متعدد استخراج و ارائه شده است. برای ایران این داده‌ها ارائه نشده و نزدیک‌ترین داده‌ها، مربوط به کشورهای منا است که تشابه بیشتری با وضعیت اقتصادی ایران دارند و ایران نیز یکی از کشورهای عضو منا می‌باشد.

جدول ۱: کشش‌های جانشینی، تبدیل و قیمتی

Table 1: Substitution, Transformation, and Price Elasticities

کشش جانشینی	مقدار
کشش جانشینی بین نیروی کار و سرمایه	1
کشش جانشینی بین مواد اولیه	0
کشش جانشینی بین صادرات و فروش در بازار داخل	2
کشش جانشینی سرمایه مرکب	1
کشش جانشینی نیروی کار مرکب	1
کشش تبدیل صادرات و عرضه داخلی	1
کشش قیمتی تقاضا برای صادرات	-./59

منبع: کشش‌های جانشینی و قیمتی: طباطبایی و همکاران (۱۳۹۵) و کشش تبدیل: مهدوی (۱۳۹۳)

1. Annabi, Cockburn & Decaluwe (2008).

جدول ۲: پارامترهای الگو

Table 2: Model Parameters

پارامتر	عنوان پارامتر	مقدار
AC_s	ظرفیت جذب	0.481806
$LeAD_{ns}$	پذیرش اجتماعی	0.208292
GP_{ns}	حکمرانی خوب	0.039797
SIP_{ns}	تناسب فناوری	0.13
E_{rs}	شاخص شدت تجارت	0.294053
Aggregate Spillover	سرریز فناوری	0.29607
$LeAP_{ns}$	کسب فناوری	0.006228

منبع: داس، ۲۰۱۵

نتایج شبیه‌سازی به تفکیک مناطق شهری و مناطق روستایی ارائه شده است. برای رسیدن به اهداف این مقاله، سناریو به‌صورت تغییر مقدار ضریب سرریز فناوری و تأثیر آن بر ضریب جینی و نسبت هزینه دهک دهم به دهک اول، به‌عنوان شاخص‌های نابرابری درآمدی محاسبه شده و در این سناریو در ابتدا، مقدار ضریب سرریز فناوری براساس مطالعه بریگاگلیو[1] (۲۰۰۸) برابر ۰/۰۰۶۲ بوده که برای کشورهای منا برآورد شده است.

سپس، مقدار ضریب سرریز فناوری به‌ترتیب، به‌میزان ۰/۱، ۰/۲۵، ۰/۳ و ۰/۵ افزایش یافته و ضریب جینی و نسبت مخارج دهک دهم به دهک اول به‌عنوان شاخص‌های نابرابری محاسبه گردیده و برای محاسبه این شاخص‌ها، ابتدا برای هر یک از مقادیر بیان شده، یک کالیبراسیون انجام و پس از آن، با استفاده از نرم‌افزار اکسل، هر یک از ضرایب جینی و نسبت مخارج دهک دهم به دهک اول جمعیتی، برآورد شده است.

نتایج شبیه‌سازی در مناطق شهری، نشان می‌دهد که با افزایش ضریب سرریز فناوری از ۰/۰۰۶۲ به ۰/۱ و ۰/۲۵، نسبت مخارج دهک دهم به دهک اول در مناطق شهری، از ۹/۹۷۳۵ به ۹/۷۲۵۴ و ۹/۷۲۰۸ کاهش می‌یابد. همچنین ضریب جینی در مناطق شهری نیز به‌ترتیب، از ۰/۳۵۸۰۶ به ۰/۳۵۷۹۴ و ۰/۳۵۷۸۸ کاهش می‌یابد. این نتیجه، نشان می‌دهد که با افزایش سرریز فناوری تا ۰/۲۵، نابرابری کاهش می‌یابد.

افزایش ضریب سرریز فناوری از ۰/۲۵ به ۰/۳و ۰/۵ موجب افزایش نسبت مخارج دهک دهم به دهک اول در مناطق شهری، به ۹/۷۳۵۳ و ۱۰/۰۵۵۷شده است. ضریب جینی نیز به‌ترتیب، به ۰/۳۵۸۰۶ و ۰/۳۶۴۱۴ افزایش می‌یابد. نتایج حاصله نشان می‌دهد، با افزایش سرریز فناوری از ۰/۲۵ به بالا، نابرابری افزایش می‌یابد.

1. Briguglio (2008).

جدول ۳: نسبت مخارج دهک دهم به دهک اول و ضریب جینی در مناطق شهری

Table 3: The ratio of expenditure of the tenth decile to the first decile and the Gini coefficient in urban areas

مقدار پارامتر جذب قدرت دانش (θ_S)	نسبت دهک‌ها در خانوارهای شهری	ضریب جینی در خانوارهای شهری
0.0062	9.735369	0.358061719
0.1	9.725417	0.3579417
0.25	9.720884	0.357887307
0.3	9.735351	0.358061506
0.5	10.05571	0.364149115

مأخذ: محاسبات تحقیق

نتایج شبیه‌سازی در مناطق روستایی، نشان می‌دهد که با افزایش ضریب سرریز فناوری از ۰/۰۰۶۲ به ۰/۱ و ۰/۲۵، نسبت مخارج دهک دهم به دهک اول در مناطق شهری، از ۸/۴۰۴۹ به ۸/۳۹۳۸ و ۸/۳۸۹۵ کاهش می‌یابد. ضریب جینی در مناطق روستایی نیز به‌ترتیب، از ۰/۳۳۳۱۰ به ۰/۳۳۲۹ و ۰/۳۳۲۸ کاهش می‌یابد. این نتیجه، نشان می‌دهد که با افزایش سرریز فناوری تا نقطه ۰/۲۵، نابرابری کاهش می‌یابد.

افزایش ضریب سرریز فناوری از ۰/۲۵ به ۰/۳و ۰/۵، موجب افزایش نسبت مخارج دهک دهم به دهک اول در مناطق روستایی، به ۸/۴۰۴۹۶ و ۸/۸۰۲۷ شده است. ضریب جینی نیز به‌ترتیب، به ۰/۳۳۳۱۰و ۰/۳۳۸۷۸ افزایش می‌یابد. نتایج حاصله، نشان می‌دهد با افزایش سرریز فناوری از ۰/۲۵ به بالا، نابرابری افزایش می‌یابد.

جدول ۴: نابرابری در خانوارهای روستایی

Table 4: Inequality in rural households

مقدار پارامتر جذب قدرت دانش (θ_S)	نسبت دهک‌ها در خانوارهای روستایی	ضریب جینی در خانوارهای روستایی
0.0062	8.404987	0.333103741
0.1	8.393829	0.3329306
0.25	8.389517	0.332856688
0.3	8.404966	0.333103423
0.5	8.8027193	0.338787205

مأخذ: محاسبات تحقیق

مقایسه نتایج شبیه‌سازی مناطق شهری و روستایی، نشان می‌دهد که تغییرات نابرابری همسو بوده و در هر دو منطقه، افزایش سرریز فناوری تا نقطه ۰/۲۵، موجب کاهش نابرابری می‌شود. پس از این نقطه، افزایش سطح سرریز فناوری، موجب افزایش نابرابری درآمدی خواهد شد.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادهای سیاستی

هدف اصلی از پژوهش حاضر، بررسی تأثیر انتقال فناوری از طریق تجارت بر نابرابری درآمد با استفاده از الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه بوده و سناریو به صورت تغییر مقدار ضریب سرریز فناوری و تأثیر آن بر ضریب جینی و نسبت هزینه دهک دهم به دهک اول نشان داده شده است. مقایسه نتایج شبیه‌سازی مناطق شهری و روستایی، نشان می‌دهد که تغییرات نابرابری همسو بوده و در هر دو منطقه، نقطه آستانه‌ای برای سرریز فناوری ۰/۲۵ است. پس از این نقطه، افزایش سطح سرریز فناوری، موجب افزایش نابرابری درآمدی خواهد شد. براساس فرضیه مکمل بودن فناوری-مهارت، با آزادسازی تجاری، درجهٔ بالای مکمل بودن بین کارگران ماهر و سرمایه و نیز درجهٔ بالای جانشینی بین نیروی کار غیرماهر و سرمایه، باعث افزایش تقاضا و دستمزد نیروی کار بسیار ماهر و کاهش تقاضا و دستمزد نیروی کار کم‌مهارت شده و به این‌ترتیب، شکاف دستمزدی بین کارگران بسیار ماهر و کم‌مهارت افزایش خواهد یافت و درنتیجه، نابرابری درآمد افزایش پیدا خواهد کرد. در ایران در ابتدا با افزایش ضریب سرریز فناوری، سرمایه مکمل نیروی کار بوده و موجب افزایش بهره‌وری، تولید و درآمد و کاهش شکاف دستمزد می‌گردد. با عبور سرریز فناوری از نقطه ۰/۲۵، به‌دلیل فقدان مهارت‌های اساسی مورد نیاز فناوری‌های پیشرفته و یا عدم برخورداری فارغ‌التحصیلان دانشگاهی از جایگاه مناسب و متناسب با نوع تحصیلات و مهارت خود در اشتغال، درجهٔ بالای جانشینی بین نیروی کار غیرماهر و سرمایه، منجر به بیکاری نیروی کار، کاهش سطح درآمد و افزایش نابرابری درآمدی می‌گردد.

در اینجا نقش سرمایه انسانی-که اغلب توسط سطح تحصیلات مشخص می‌شود- به‌عنوان یک عامل تعیین‌کننده نابرابری مورد تأکید است. می‌توان انتظار داشت با افزایش سرمایه انسانی، درآمد افراد دارای سرمایه انسانی و سهم آنان از درآمد ملی افزایش یافته و در نتیجه منجر به بهبود توزیع درآمد گردد.

در بحث سرمایه انسانی باید همزمان به عرضه و تقاضای سرمایه انسانی توجه کرد. برای مثال، با توجه به اینکه در بیشتر کشورهای در حال توسعه، طرف عرضه سرمایه انسانی بسیار بزرگتر از طرف تقاضا است(به دلیل بسترسازی افزایش عرضه آن توسط دولت با اتکا به درآمدهای ناشی از فروش ثروت های طبیعی)، شاهد اثرگذاری مطلوب متغیر سرمایه انسانی بر برابری درآمدی نیستیم(شاه آبادی و همکاران، ۱۳۹۵: ۱۷۲). بر پایهٔ گزارش "مجمع جهانی اقتصاد"، در سال ۲۰۱۹ میلادی، ایران با امتیاز ۵۷/۹ جایگاه ۹۲ را در بعد مهارت‌ها در گروه سرمایه انسانی در میان ۱۴۱ کشور دارد. بر اساس این گزارش، جایگاه ایران از دیدگاه "سرآمدی مؤسسه‌های پژوهشی" (رتبهٔ ۱۵ جهان بر پایهٔ شمار مؤسسه‌های کشور در سیاهٔ "رتبه‌بندی مؤسسه‌های سکیمگو") و "انتشارات علمی" (رتبهٔ ۴۲ جهان بر پایهٔ شمار انتشارات و استناد به آنها در پایگاه "اسکوپوس": میانگین ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۸ میلادی)

خوب است. ولی جایگاه ایران در سنجه‌هایی همانند "آسانی یافتن کارکنان ماهر" (رتبهٔ ۱۰۳ جهان) ، "کیفیت آموزش حرفه‌ای" (رتبهٔ ۱۱۵ جهان)، "تفکر انتقادی در آموزش" (رتبهٔ ۱۲۸ جهان)، و "مهارتهای دانش‌آموختگان" (رتبهٔ ۱۳۶ جهان) بر پایهٔ دیدگاه مشارکت‌کنندگان در "پیمایش دیدگاه مدیران کسب و کارها" بسیار پایین‌تر است. این ناهماهنگی و ناهمسانی میان این دو دسته از سنجه‌ها می‌تواند گویای پیوند کم‌توان میان مؤسسه‌های آموزشی پژوهشی و بازار کار و صنعت باشد. لذا فقدان مهارت‌های اساسی مورد نیاز برای دستیابی به مشاغل باکیفیت باعث می‌شود، کارگران قادر به دستیابی به پتانسیل کامل تولیدی خود نباشند و یا در جایگاه مناسب خود قرار نگرفته اند. این عدم انطباق منجر به عدم برخورداری از مزایای فناوری‌های پیشرفته و پیچیده شده است.

همچنین بر پایهٔ گزارش سال ۲۰۱۲ بانک جهانی از شاخص اقتصاد دانش بنیان[1] (KEI)، ایران با کسب امتیاز ۳/۹۱ در بین ۱۴۶ کشور، جایگاه ۹۴ جهان را به‌دست آورده است. امتیاز ایران از ۱۰ در چهار حوزهٔ رژیم اقتصادی و نهادی، آموزش و مهارت، زیرساخت‌های اطلاعاتی و ارتباطاتی و نظام نوآوری، به ترتیب ۰/۷، ۴/۶، ۵/۳ و ۵ بوده است. این نتایج نشان می‌دهد، هرچند ایران از لحاظ شاخص نوآوری، زیرساخت ارتباطی و اطلاعاتی و آموزش نیروی انسانی در سطح متوسطی قرار دارد، اما از لحاظ مشوق‌های اقتصادی و نظام نهادی در شرایط نامطلوبی بوده است. براساس دیدگاه عجم اوغلو و جانسون، برخورداری از مزایای فناوری در بین تمامی کارگران و با مهارت‌های مختلف، بستگی به چگونگی تغییر فناوری و عوامل نهادی مانند قوانین، هنجارها و انتظارات حاکم بر نحوه رفتار مدیریت با کارگران دارد (عجم اوغلو و جانسون، ۱۴۰۲: ۳۱-۲۹).

کیفیت نهادی ضعیف در ایجاد زیرساخت‌های نیازسنجی مهارتی و توانمندسازی مهارتی، مانع از تقسیم مزایای فناوری در بین همه افراد جامعه شده است. نهادها می‌توانند با ارائه آموزش‌ها و مشاوره‌های لازم، ارتقای مهارت‌های کارکنان و کارآفرینان را ترویج کنند. این اقدامات می‌توانند به افزایش سطح توانمندی افراد و افزایش فرصت‌های شغلی برای اقشار مختلف جامعه منجر شود و به کاهش نابرابری درآمدی کمک کنند. لذا با توجه به نقطه آستانه‌ای ۰/۲۵ برای سرریز فناوری در ایران، در صورتی امکان افزایش و عبور از این نقطه آستانه‌ای جهت بهره‌مندی از مزایای سرریز فناوری خواهد بود که همراه با تقویت عوامل نهادی و توانمندسازی و مهارت‌افزایی افراد برای ورود به بخش‌های مختلف کارآفرینی و تولیدی باشد. در غیر این صورت، تکانه فناوری با توجه به فرضیه مکمل بودن فناوری - مهارت، منجر به تشدید شکاف دستمزد خواهد شد.

1. Knowledge Based Economy Index

۶. محدودیت‌های تحقیق

این مطالعه، دارای سه محدودیت اصلی می‌باشد:

۶-۱. نبود ماتریس حسابداری اجتماعی به‌روز برای اقتصاد ایران؛

۶-۲. نبود داده‌های مربوط به متغیرهای تشکیل‌دهنده سرریز فناوری که به اجبار از داده‌های مربوط به کشورهای منا در مطالعه داس (۲۰۱۵) استفاده شده است؛

۶-۳. نبود فرمول‌های مناسب الگوهای تعادل عمومی برای اقتصاد ایران که در این مطالعه، از الگوی تعادل عمومی PEP استفاده شده است.

سپاسگزاری: موردی وجود ندارد.

تأییدیه‌های اخلاقی: موردی وجود ندارد.

تعارض منافع: تعارض منافع بین نویسندگان وجود ندارد.

سهم نویسندگان در مقاله: نویسنده اول ۵۰ درصد و نویسندگان دوم و سوم هریک ۲۵ درصد سهم در نگارش مقاله دارند.

منابع مالی / حمایت‌ها: موردی وجود ندارد.

References

Acemoglu, D. & Autor, D. (2011). Handbook of Labor Economics. Chapter 12 - Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings, Vol. 4, Part B, 1043-1171. https://doi.org/10.1016/S0169-7218(11)02410-5

Acemoglu, D. & Johnson, S. (2023). Power and Progress: Our Thousand-Year Struggle over Technology and Prosperity. Translated by Mirjavad Seyed Hosseini, Ketab Parse Publishing House, Tehran. [In Persian]

Agenor, P. (2000). The Economics of Ajustment and Growth. Academic Press, San Diego.

Amani, R., & Ahmadzadeh, K. (2022). Investigating the Impact of Technology, Innovation and Globalization on Income Inequality. Journal of Economic Research (Tahghighat- E- Eghtesadi), 57(2), 221-257. doi: 10.22059/jte.2023.348637.1008720 [In Persian]

Annabi, N., Cockburn, J., & Decaluwe, B. (2008). Functional Forms and Parametrization of CGE Models, Trade Liberalization and Poverty: A CGE Analysis of the 1990s Experience in Africa and Asia. Chapter 1.Poverty and Economic Policy (PEP) Research Network, 119-158.

Burfisher, Mary E. (2013). Introduction to Computable General Equilibrium Models. Translator: Bazazan, Fatemeh. and Soleimani Mohed, Maryam, Tehran: Ney Publishing. [In Persian]

Çalışkan, Kesici Hülya (2015). Technological change and economic growth. Procedia Social and Behavioral Sciences,Vol. 195, 3 July, 649-654. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.174

Çelik, O., & Sayın, F. (2022). The technology, innovation, and income inequality nexus: An investigation on G7 countries. Innovation: The European Journal of Social Science Research. https://doi.org/10.1080/13511610.2022.2092077.

Chusseau, N., Dumont, M., & Hellier, J. (2008). Explaining rising inequality: Skill-biased technical change and north-south trade. Journal of Economic Surveys, Wiley Blackwell, Vol. 22(3), 409-457. doi:10.1111/j.1467-6419.2007.00537.x

Cockburn, J., Decaluwé, B., & Robichaud, V. (2008). Trade Liberalization and Poverty: A CGE Analysis of the 1990s Experience in Africa and Asia. Chapter 1. Poverty and Economic Policy (PEP) Research Network, 437- 458.

Das, G. G. (2012). Globalization, socio-institutional factors and north-south knowledge diffusion: Role of India and China as southern growth progenitors. Technological Forecasting & Social Change, 79, 620-637. Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=2322296

Das, G. G. (2015). Why some countries are slow in acquiring new echnologies? A model of Trade-led Diffusion and absorption. Journal of Policy Modeling, 37(1), 65- 91. doi:10.1016/j.jpolmod.2015.01

Das, G. G., & Powell, A. A. (2000). Absorption Capacity Stryctural Ssimilarity And Embodied Technology Spillovers in a Macro Model: An Implementation within the GTAP Framework. Center of policy studies, Monash University.

Decaluwe, B., Lemelin, A., Robichaud, V., & Maisonnave, H. (2013). The PEP Standard Single-Country Static CGE model, Retrived from http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd

Dyke, N. B. (2001). Attacking global poverty: Technology for economic and social uplift. Aspen Institute Conference Report on International Peace, Security and Prosperity, August 18-20, Aspen, Colorado.

Echeverri-Carroll, E., Ayala, S. G. (2009) Wage differentials and the spatial concentration of high-technology industries. Papers in Regional Science, 88, 623-641.

Faggio, G., Salvanes, K. G., & Van Reenen, J. (2007) The evolution of inequality in productivity and wages: Panel Data evidence. CEP Discussion Paper, 821.

Falahati, Z., Khalili Araghi, M., Barkhordari Dorbash, S., & Mehrara, M. (2022). The impact of exchange rate shokes on Iran's income distribution: A Computable General Equilibrium model. The Journal of Economic Policy, 14(27), 39-83. doi: 10.22034/epj.2022.17930.2294. [In Persian]

Gorji, E., & Borhanipour, M. (2008). Globalization and income distribution in Iran. Iranian Journal of Economic Research, 10(34), 99-124. [In Persian]

Hassin, N. B., Ronichaud. V., & Decaluwe, B. (2010). Agricultural trade lineralization, productivity gain and poverty alleviation: A General Equilibrim Analysis. ERF 16th. Annual Conference, Egypt.

Hoang, T.K. and Le, Q.H. (2024). The impact of technical change on income inequality in Vietnam. Journal of Economics and Development, Ahead-of-print. https://doi.org/10.1108/JED-03-2024-0087

Jalaee, S. A. (2013). The investigation of foreign trade effect on income distribution between each urban income deciles of Iran. Journal of Economics and Regional Development, 20(5). doi: 10.22067/erd.v1392i5.30536. [In Persian]

Kharlamova, G., Stavytskyy, A., & Zarotiadis, G. (2018). The impact of technological changes on income inequality: The EU states case study. Journal of International Studies, 11(2), 76-94. doi:10.14254/2071-8330.2018/11-2/6

Khushkalam Khosrowshahi, M. (2014). Understanding of Computable General Equilibrium (CGE) models and comparative analysis with other models. Islamic Council Research Center, Serial No. 13630. [In Persian]

Law, S. H., Naseem, N. A. M., Lau, W. T., & Trinugroho, I. (2020). Can innovation improve income inequality? Evidence from panel data. Economic Systems, 44(4), 100815. https://doi.org/10.1016/j.ecosys.2020.100815

Lee, N., & Rodriguez-Pose, A. (2013). Innovation and spatial inequality in Europe and USA. Journal of Economic Geography, 13(1), 1-22. doi.org/10.1093/jeg/lbs022

Mahdavi, R. (2014). The investigation of impact of complement policy for energy price policy reform on transport sector in Iran by Computable General Equilibrium. Iranian Energy Economics, 3(12), 178-145. [In Persian]

Majdzadeh Tabatabaei, S., Hadian, E., & Zibaei, M. (2015). determining proper subsidy to renewable energy in Iran: A hybrid approach of CGE model. Iranian Energy Economics, 5(17), 129-167.
doi: 10.22054/jiee.2016.7172. [In Persian]

Meijl, H., & Tongeren, F. (1999). Trade, technology spillovers, and food production in China. Weltwirtschaftliches Arch. Band, Vol, 134, 443-449.

Permana, M., Lantu, D., and Suharto, Y. (2018). The effect of innovation and technological specialization on income inequality. Problems and Perspectives in Management, 16(4), 51-63.

Piva, Mariacristina. (2004). The impact of technology transfer on employment and income distribution in developing countries: A survey of theoretical models and empirical studies. Working Paper, Available at SSRN: http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.907473

Riyahi, Parisa, & Ghanee Rad, Mohammad Amin. (2011). Looking at science and technology through the lens of human development: Relationship between innovation and inequality. Roshd-e-Fanavari, 25(7), 48-58. [In Persian]

Samadi, A. H., Hadian, E., rostamzadeh, P., & sheikhiani, H. (2019). The effects of trade liberalization on income inequality under resistance economy: A Computable General Equilibrium approach (Case study of Iran). Economics Research, 19(74), 39-80.
doi: 10.22054/joer.2019.11246. [In Persian]

Shahabadi, Abolfazll, & Sarygol, Sara. (2013),Comparative study of the effect of innovation on income inequality. Roshd-e-Fanavari, 35(9), 2-14. [In Persian]

Shahabadi, A., Amiri, B., & Sarigol, S. (2016). Institutions and Income Equality (Case Study: Selected Non-Aligned Movement Countries). Economics Research, 16 (61), 155–179.
doi: 10.22054/joer.2016.5292. [In Persian]

Sheikhiani, H., & Samadi, A. (2021). The impact of tariff rates in the industry sector on the households welfare in Iran, with emphasizing the role of the resistance economy. Journal of Industrial Economics Researches, 5(15), 11-28.
doi: 10.30473/indeco.2021.58398.1250. [In Persian]

Van Reenen, J. (1996). The creation and capture of rents: Wages and innovation in a panel of U.K. companies. The Quarterly Journal of Economics, 111: 195-226.
https://doi.org/10.2307/2946662

Violante, G. L. (2008). Skill-Biased Technical Change. The New Palgrave Dictionary of Economics, 1-6.
doi:10.1057/978-1-349-95121-5_2388-1

Wahiba, N. F., & Dina, M. (2023). Technological Change, Growth and Income Inequality. International Journal of Economics and Financial Issues, 13(1), 121-131. DOI: https://doi.org/10.32479/ijefi.13831

Xiao, A., Zeshui Xu, Marinko Skare, Yong Qin, & Xinxin Wang. (2024). Bridging the digital divide: The impact of technological innovation on income inequality and human interactions. Palgrave Communications, Humanit Soc Sci Commun, Vol. 11(1), 1-18. https://doi.org/10.1057/s41599-024-03307-8