Macroeconomics
Research Letter

Volume 16. Issue 32. Autumn and Winter 2021. Pages 191 to 217.

Research Paper

Investigating The Effect of Gender Inequality in the Academic Education of Sciences, Engineering, and Mathematics (STEM) on the Economic Growth of Iran: A Structural Time Series Approach

Fatemeh Sadeghpour [1], Mohammad Jafari[*2], Zahra (Mila) Elmi[3]

[1] Ph.D. student in economics, Lorestan University, Khorramabad, Iran, Email: Sadeghpour.fa@fh.lu.ac.ir
[2] Associate Professor of Economics, Lorestan University, Khorramabad, Iran, Email: jafari.moh@lu.ac.ir
[3] Professor of Economics, University of Mazandaran, Babolsar, Iran, Email: z.elmi@umz.ac.ir

10.22080/iejm.2023.23003.1901

Received:
January 16, 2022
Accepted:
November 1, 2022
Available online:
March 11, 2023

Keywords:
Gender Inequality in Education; Academic Disciplines of Sciences, Engineering, and Mathematics (STEM)); Structural Time Series Model; Economic Growth; Iran.
JEL Classification:
C51, I24, O40, O50, R19

Abstract

Education, especially in academic fields of basic sciences, technology, engineering, and mathematics (STEM), is one of the significant indicators of human capital. STEM represents the economy's capacity for innovation and creativity, which forms the core of economic growth. The current research used the model of Knowles et al. (2002), who have added gender inequality in education to the economic growth model of Mankiw, Romer, and Weil (1992), to investigate the effect of gender inequality in STEM and deal with the economic growth of Iran in the period of 1988 to 2020. In this study, due to the random nature of unobservable factors affecting economic growth such as technological progress, the structural time series econometric model (STSM) approach was used. The results of the estimation showed that the positive effect of women's enrollment in STEM on economic growth is greater than the effect of men's enrollment, and the increase in gender inequality in STEM has a negative and significant effect on economic growth in Iran. Therefore, adopting appropriate policies in the labor market to eliminate gender discrimination will lead to gender equality in the education of these academic fields; because the sustainable growth of the economy depends on the intertwining of labor market policies and other institutions, including educational institutions.

[*]**Corresponding Author:** Mohammad Jafari
Address: Associate Professor of Economics, Lorestan University, Khorramabad, Iran
Email: jafari.moh@lu.ac.ir
Tel: 09163606605

Extended Abstract

1. Introduction:

In the past few decades, science, technology, engineering, and math (STEM) education has become a driving force for innovators throughout the world (Atkinson & Mayo, 2010; Bybee, 2010; Hossain, 2012). STEM education has also become an economic factor in developing countries (Kennedy & Odell, 2014). Currently, many countries are struggling with how to promote STEM education effectively. STEM in Higher Education (HE) has many objectives such as promoting learning, fostering students' motivation to continue studying, and cultivating students' regard for the role of science and technology in society. Research has proven that there is a gender gap in STEM HE due to several factors such as the traditional role of women in society and the lack of female role models and mentors in STEM areas (Wang & Degol, 2013). Women present a historic and worrying gap in science and technology-related disciplines, generally known as STEM, except in the case of health professions.

The low participation of women in STEM careers has been a problem for several decades. Reports have illustrated this situation since the 1960s (Rossi, 1965; Goldman & Hewitt, 1976; Crowley 1977; Rossiter, 1993). Consequently, from 1966 to 1978, at least 300 projects had been designed in the United States to increase the participation and status of women in science, engineering, and mathematics (Aldrich & Hall, 1980). Women face barriers related to societal beliefs and expectations for women, especially in male-dominated STEM disciplines such as engineering, computer science, or the physical sciences (Swafford & Anderson, 2020).

Considering the importance of human capital in economic growth, researchers have shown that education, especially in STEM, is a better indicator of human capital; because it shows the importance of education that stimulates innovation and creativity and shows the creation of workforces that can create new technologies and react to the advancement of technology that forms the core of economic growth in the meantime. According to Atkinson and Mayo (2010), the purpose of driving STEM education is not principally to create economic opportunity for individuals; it's to provide the "fuel" needed to power a science- and technology-driven economy. Science and technology-based innovation are impossible without a workforce educated in science, technology, engineering, and math.

STEM has a special place in modern societies due to its essential role in promoting and maintaining economic growth (Rigel-Crumb et al., 2012); because these disciplines are one of the main drivers of technological innovation. Therefore, the adjustment of gender inequality in the teaching of academic disciplines of basic sciences, engineering, and mathematics is an important issue for many countries (Bastrica et al., 2018) and gender equality in the education of these disciplines is a major prerequisite for countries' economic growth (Iranzo and Penny, 2009).

Why are women underrepresented in many areas of STEM? This is a question with no easy answers. In science, as in many areas of life, bias against women exists. In Iran, as in other countries, the low participation of women in STEM fields has been considered a critical issue. It affects women's rights to receive a high-quality education, develop their skills, and improve their career prospects. Additionally, it has been expected to harm economic growth.

2. Method:

In this research, the model of Knowles et al. (2002), who added gender inequality in education to the growth model of Mankiw, Romer, and Will (1992), was used. MRW (1992) believed that with the inclusion of human capital in Solow's (1956) growth model, this model will be more consistent with empirical evidence. Considering the importance of human capital in economic growth and the role of gender inequality in education, especially in STEM, the main purpose of this study was to investigate the effect of gender inequality in STEM on the Economic growth in Iran from 1988 to 2020. Due to the random nature of

unobservable factors affecting economic growth such as technological progress, the structural time series econometric model (STSM) approach was used for estimation.

Like Unterhalter (2006), the ratio of enrollment of women to men was used in the current study as an indicator of gender inequality in education. This index is a global index for measuring gender inequality in education; if it is equal to one, it means gender equality in education, and if it is more than one, it indicates gender inequality in education in favor of women.

3. Finding:

The results show that the variables of women's and men's education in STEM have a positive and significant effect on economic growth in Iran, while gender discrimination in STEM has a negative and significant effect on economic growth. The variable Ln (sk), which indicates part of real production invested in physical capital, has a positive and significant effect, and variable Ln (n + g + δ), total labor growth rate(n), technology growth rate(g), and depreciation rate(δ) have a negative and significant effect on economic growth in Iran from 1988 to 2020.

4. Results:

Gender equality has long been acknowledged as a key driver of social and environmental development, as well as health and well-being. Gendered innovations (Schiebinger et al., 2020) and a gender-responsible approach to scientific knowledge production (Heikkinen et al., 2020), especially in STEM, contribute to scientific excellence and quality outcomes, enhance sustainability, make research more responsive to social needs, and promote the development of new ideas, patents, and technology (Schiebinger et al., 2020). Due to the importance of human capital in the endogenous growth model, in modern economies and developing countries, it is necessary to study the effect of gender inequality on economic growth. Therefore, through the use of the structural time series regression model, this study investigated the effect of gender inequality in STEM in higher education on the economic growth of Iran from 1988 to 2020. The results showed that gender inequality in education in STEM had a negative and significant effect, and women's enrollment in STEM had a positive and significant effect on the per capita economic growth. By considering the stability of the coefficients, it is expected that the impact of these variables on the economic growth of Iran will continue. Therefore, it is expected that by adopting appropriate policies in the labor market to eliminate gender inequality, gender equality in STEM education will lead to sustainable growth. According to García-Peñalvo et al. (2019), academic institutions and policymakers must inform each other about the strategies to guide women in STEM careers and avoid academic dropout.

Funding:

There is no funding support .

Authors' Contribution:

Authors contributed equally to the conceptualization and writing. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work .

Conflict of Interest Authors:

The authors declare no conflict of interest .

Acknowledgments:

The authors appreciate all the scientific consultants in this paper.

علمی

بررسی اثر نابرابری جنسیتی در آموزش رشته‌های دانشگاهی علوم پایه، فنی و مهندسی و ریاضیات (STEM) بر رشد اقتصاد ایران: رویکرد سری زمانی ساختاری*

فاطمه صادق‌پور[۱]، محمد جعفری[۲**]، زهرا (میلا) علمی[۳]

[۱] دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران. ایمیل: Sadeghpour.fa@fh.lu.ac.ir
[۲] دانشیار اقتصاد، دانشگاه لرستان، خرم¬آباد، ایران. ایمیل: jafari.moh@lu.ac.ir
[۳] استاد اقتصاد، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران. ایمیل: elmi@umz.ac.irz

10.22080/iejm.2023.23003.1901

تاریخ دریافت:
۲۶ دی ۱۴۰۰
تاریخ پذیرش:
۱۰ آبان ۱۴۰۱
تاریخ انتشار:
۲۰ اسفند ۱۴۰۱

کلیدواژه ها:
نابرابری جنسیتی در آموزش، رشته‌های دانشگاهی علوم پایه، فنی و مهندسی و ریاضیات (STEM)، مدل سری زمانی ساختاری (STSM)، رشد اقتصادی، ایران.

طبقه‌بندی:
C51, I24, O40, O50, R19

چکیده

آموزش به‌ویژه در رشته‌های دانشگاهی علوم پایه، فنی و مهندسی و ریاضیات (STEM)، یکی از شاخص‌های با اهمیت سرمایه انسانی است. زیرا بیانگر ظرفیت اقتصاد برای نوآوری و خلاقیت است که هسته مرکزی رشد اقتصادی را تشکیل می‌دهد. این پژوهش از مدل نولز و همکاران (۲۰۰۲) که نابرابری جنسیتی در آموزش را به مدل رشد منکیو، رومر و ویل (۱۹۹۲) اضافه کرده‌اند استفاده می‌کند و به بررسی اثر نابرابری جنسیتی در آموزش رشته‌های دانشگاهی علوم پایه، فنی و مهندسی و ریاضیات (STEM)، بر رشد اقتصاد ایران در دوره زمانی سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۹ می‌پردازد. در این بررسی به دلیل ماهیت تصادفی عوامل غیرقابل مشاهده‌ی موثر بر رشد اقتصادی مانند پیشرفت تکنولوژی، از رویکرد الگوی اقتصاد سنجی سری زمانی ساختاری (STSM) استفاده شده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد در دوره مورد مطالعه، اثر مثبت ثبت‌نام زنان در این رشته‌های دانشگاهی (STEM) بر رشد اقتصاد ایران بیشتر از اثر مثبت ثبت‌نام مردان بوده است و افزایش نابرابری جنسیتی در آموزش این رشته‌های دانشگاهی اثر منفی و معناداری بر رشد اقتصاد ایران داشته است. از این‌رو انتظار می‌رود با اتخاذ سیاست‌های مناسب در بازار کار با هدف رفع تبعیض جنسیتی در این بازار، به برابری جنسیتی در آموزش این رشته‌های دانشگاهی بیانجامد. زیرا رشد پایدار اقتصاد در گرو توجه به درهم‌تنیدگی سیاست‌های بازار کار و سایر نهادها از جمله نهاد آموزش است.

* مستخرج از رساله دکتری رشته اقتصاد فاطمه صادق‌پور به راهنمایی دکتر محمد جعفری و دکتر زهرا (میلا) علمی در دانشگاه لرستان می‌باشد.

** **نویسنده مسئول:** نویسنده مسئول
آدرس: دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران
ایمیل: jafari.moh@lu.ac.ir
تلفن: ۰۹۱۶۳۶۰۶۶۰۵

۱ مقدمه

مفهوم سرمایه‌ی انسانی پیچیده و چند بعدی است. شولتز[1] (۱۹۶۱) و بکر[2] (۱۹۶۴) سرمایه انسانی را مجموعه‌ای از دانش‌ها، مهارت‌ها، شایستگی‌ها و توانایی‌هایی که نیروی انسانی در طی زمان آن‌ها را از طریق آموزش به‌دست می‌آورد و رشد اقتصادی را افزایش می‌دهد تعریف کرده‌اند (اوگونداری و آووکوزه[3]، ۲۰۱۸). با انقلاب در مدل‌های رشد و ظهور مدل‌های رشد درون‌زا در دهه‌ی ۸۰ میلادی و رسمیت یافتن سرمایه‌ی انسانی در مدل رشد تعدیل یافته‌ی سولو[4]- مدل رشد منکیو، رومر و ویل[5] (۱۹۹۲)- که زمینه‌ای برای مطالعه‌ی اثر سرمایه‌ی انسانی آموزش‌محور بر رشد اقتصادی کشورها را فراهم کرد، پژوهش‌های بسیاری تاکید کرده‌اند که سرمایه‌گذاری در آموزش نیروی انسانی تأثیر مثبتی بر سرمایه‌ی انسانی و به تبع آن بر رشد اقتصادی دارد و هر چه در اقتصاد ملی هزینه بیشتری صرف آموزش نیروی انسانی شود، سرمایه انسانی آن اقتصاد بیشتر خواهد بود و از نرخ رشد اقتصادی بلندمدت پایدار بیشتری برخوردار خواهد شد (اوسیوب[6]، ۲۰۱۹) و به تدریج از منظر تئوریک اثر آموزش بر تشکیل سرمایه انسانی و تأثیر آن بر افزایش رشد اقتصادی مورد پذیرش عموم اقتصاددانان شد. در میان رشته‌های دانشگاهی تشکیل‌دهنده سرمایه انسانی، رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات[7] (STEM) از جایگاه ویژه‌ای در جوامع مدرن برخوردار هستند و نقش اساسی در ارتقاء و حفظ رشد اقتصادی دارند (ریگل-کرامب و همکاران[8]، ۲۰۱۲). زیرا این رشته‌های دانشگاهی اساس علم هستند که در تحقیقات و تولید کالا و خدمات مورد استفاده قرار می‌گیرند و از طریق این رشته‌های دانشگاهی است که دانش و مهارت‌های لازم برای به وجود آمدن ایده‌های و روش-های نوین تولید که بازده بیشتری ایجاد می‌کنند به وجود می‌آید و بدون این رشته‌های دانشگاهی هیچ پیشرفت معناداری حاصل نمی‌شود. این رشته‌های دانشگاهی به علت نقش حیاتی که در ارتقا و حفظ و شکوفایی اقتصادی دارند از موقعیت برجسته‌ای در جوامع مدرن برخوردار شده‌اند. رشته‌های دانشگاهی علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات اصلی‌ترین عنصر رشد و توسعه اقتصادی هستند. از نظر اقتصادی بین سطح دانش عمومی جامعه از این رشته‌های دانشگاهی و ثروت ملل رابطه مثبتی وجود دارد و از نظر فنی، این رشته‌های دانشگاهی عملاً در پیشرفت فناوری جامعه مفید هستند (ریگل-کرامب و همکاران، ۲۰۱۲ و آنائکو و آفوردوم[9]، ۲۰۲۱) و این رشته‌های دانشگاهی یکی از محرک‌های اصلی نوآوری فناوری در جهان جدید می‌باشند و نیروی‌کار آموزش‌یافته در این رشته‌های دانشگاهی عنصر ضروری برای چرخیدن چرخ نوآوری هستند (گوی و همکاران[10]، ۲۰۱۸).

با روشن شدن اهمیت آموزش و سرمایه‌گذاری در آموزش بر تشکیل سرمایه انسانی و اثر آن‌ها بر افزایش رشد اقتصادی، مسأله اثر آموزش زنان و اثر نابرابری جنسیتی در آموزش بر رشد اقتصادی برجسته شد (کارائوی و فکی[11]، ۲۰۱۸) و پس از پژوهش‌های متعدد تقریباً همه‌ی اقتصاددانان بر این قضیه اتفاق نظر یافتند که آموزش زنان یکی از مؤثرترین راه‌ها برای دستیابی به اهداف توسعه کشور از جمله رشد اقتصادی، بهبود سلامت، افزایش امید به زندگی و رشد کمتر جمعیت است و در این راستا بنابر نظر برنامه توسعه سازمان ملل متحد[12] (۲۰۰۰)، کشورها برای تحقق اهداف توسعه و رشد اقتصادی، چاره‌ای جز پذیرش برابری جنسیتی

1. Schultz
2. Beker
3. Ogundari & Awokuse
4. Solow
5. Mankiw, Romer & Weil
6. Osiobe
7. Science, Technology, Engineering and Mathematics
8. Riegle-Crumb et al
9. Anaekwe & Ofordum
10. Goy et al.
11 Karoui & Feki
12. United Nations Development Program

در آموزش ندارند. زیرا زنان آموزش‌یافته پاره‌ای از سرمایه انسانی جامعه را تشکیل می‌دهند و می‌توانند نقش تعیین‌کننده‌ای در روند رشد اقتصادی کشورها داشته باشند (کلاسن و لامانا[1]، ۲۰۰۹ و علی و احمد[2]، ۲۰۱۹).

با توجه به اهمیت اثر نابرابری جنسیتی در آموزش بر رشد اقتصادی و اهمیت رشته‌های دانشگاهی علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات (STEM) در رشد اقتصادی و این واقعیت که نابرابری جنسیتی در آموزش این رشته‌های دانشگاهی پدیده انکارناپذیری در آموزش عالی کشورهای در حال توسعه است (ایرانزو و پری[3]، ۲۰۰۹ و گوی و همکاران، ۲۰۱۸) و این که تعدیل نابرابری جنسیتی در آموزش این رشته‌های دانشگاهی مساله مهم بسیاری از کشورها و یکی از پیش‌نیازهای اصلی برای رشد اقتصادی کشورها به شمار می‌آید (ایرانزو و پری، ۲۰۰۹ و باستاریکا و همکاران[4]، ۲۰۱۸) و نبود پژوهشی در بررسی اثر نابرابری جنسیتی در آموزش این رشته‌های دانشگاهی بر رشد اقتصاد ایران، این پژوهش با توجه به محدودیت‌های آماری داده‌های آموزش عالی به این مهم در سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۹ با استفاده از مدل نولز و همکاران[5] (۲۰۰۲) که نابرابری جنسیتی در آموزش را به مدل رشد منکیو، رومر و ویل (۱۹۹۲) اضافه کرده‌اند و با رویکرد الگوی اقتصاد سنجی سری زمانی ساختاری[6] می‌پردازد. اهمیت این پژوهش در این است اگر آشکار شود که نابرابری جنسیتی در آموزش این رشته‌های دانشگاهی به کاهش رشد اقتصادی انجامیده است، آن‌گاه اتخاذ سیاست‌هایی در بازار کار و نهاد آموزش عالی کشور برای کاهش نابرابری جنسیتی در آموزش این رشته‌های دانشگاهی برای افزایش رشد اقتصادی ضروری خواهد بود. از سوی دیگر با توجه به مناقشات نظری و پژوهش‌های تجربی حول اثر نابرابری جنسیتی در آموزش بر رشد اقتصادی، گرچه پژوهش‌های داخلی و خارجی، اثر نابرابری جنسیتی در آموزش بر رشد اقتصادی را در کشورهای مختلف و با روش‌های مختلف بررسی کرده‌اند و به نتایج متفاوتی رسیده‌اند اما تا به حال پژوهشی داخلی و خارجی که اثر نابرابری جنسیتی در آموزش رشته‌های دانشگاهی علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات (STEM) بر رشد اقتصادی را بررسی کرده باشد مشاهده نشده است. لذا نوآوری این پژوهش و تفاوت آن با پژوهش‌های دیگر در این است که برای نخستین بار این مسأله را بررسی کرده است.

مطالب این مقاله در هفت بخش ساماندهی شده است که در بخش دوم، مبانی‌نظری و پیشینه پژوهش مورد بررسی قرار گرفته است. در بخش سوم و چهارم پژوهش، الگو و روش‌شناسی تحقیق ارائه شده و بخش پنجم به بررسی نابرابری جنسیتی در رشته‌های دانشگاهی علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات (STEM) درایران اختصاص یافته است و بخش ششم به برآورد الگو و تفسیر نتایج اختصاص داده شده است و نهایتاً جمع‌بندي و نتيجه‌گيري پایان بخش این مقاله است.

۲ مبانی نظری و پیشینه پژوهش

صندوق جمعیت سازمان ملل متحد[7] (۲۰۰۹) برابری جنسیتی را برابری فرصت‌ها بین مردان و زنان می‌داند. به این معنا که هنگامی مردان و زنان بتوانند به طور برابر قدرت و نفوذ خود را به اشتراک بگذارند و از امتیازات برابر برخوردار باشند و از طریق کار یا شرکت‌های بازرگانی موجود دسترسی مستقل از یکدیگر و برابر با یکدیگر به منابع مالی داشته باشند و توانایی دسترسی برابر با هم به آموزش با کیفیت

1. Klasen & Lamanna
2. Ali & Ahmad
3. Iranzo & Peri
4. Bastarrica et al.
5. Knowles et al
6. Structural Time Series Models (STSM)
7. United Nations Population Fund (UNFPA)

و امکان توسعه و تعقیب و تحقق آرزوها، مواهب و علایق خود را داشته باشند و مسئولیت مشترک در قبال تربیت فرزندان و خانه‌داری داشته باشند و در محل کار دچار هیچ گونه اجبار و ارعاب و خشونت مرتبط با جنسیت نباشند و در خانه کاملاً آزاد باشند، برابری جنسیتی برقرار است. بانک جهانی[1] (۲۰۰۲) نابرابری جنسیتی را به عدم برابری در مقدار و اندازه ارزش و مقام زن و مرد تعریف کرده است. به عبارت دیگر، هنگامی نابرابری جنسیتی وجود دارد که توزیع نابرابر منابع، عدم دسترسی به منابع تولیدی، فقدان قدرت چانه‌زنی و کنترل کم یا عدم کنترل بر درآمد شایسته بین زن و مرد وجود داشته باشد و همچنین در بازار کار تبعیض جنسیتی و عدم شمول اجتماعی[2] بین زن و مرد وجود داشته باشد. نابرابری جنسیتی همچنین اشاره به وضعیتی دارد که در آن زنان، فاقد حقوق انسانی و اجتماعی و توسعه اقتصادی هستند که مردان دارند و وضعیتی را به تصویر می‌کشد که در آن زنان در عرصه‌های مدنی و سیاسی فاقد صدا و بانگ هستند. در نابرابری جنسیتی آموزشی یک جنسیت در دسترسی به آموزش نسبت به جنسیت دیگر عدم مزیت دارد (لاوانسون و عمر[3]، ۲۰۱۹) و به معنای دسترسی نابرابر زنان و مردان به آموزش است و یا به معنای نبود تساوی زنان و مردان در برخورداری از امکانات آموزشی است. اقتصاددانان از زمان پژوهش دوران‌ساز بکر (۱۹۵۷) در مورد تبعیض جنسیتی، تحقیقات گسترده تجربی و نظری در این باره انجام دادند و از دهه ۹۰ میلادی، بررسی تأثیر نابرابری جنسیتی در آموزش بر رشد اقتصادی را آغاز کردند (ژانگ[4]، ۲۰۱۴ و نیک‌پی طبری و علمی، ۱۳۹۳). حول مسأله‌ی رابطه میان نابرابری جنسیتی در آموزش و رشد اقتصادی، مناقشات نظری میان اقتصاددانان شکل گرفته است. در این راستا، می‌توان این مناقشات نظری را به دو گروه تقسیم کرد:

ارتباط منفی نابرابری جنسیتی در آموزش و رشد اقتصادی

در این راستا استدلال شده است که آموزش زنان معادل آموزش خانوار است و زنان از خیلی از جهات بهتر از همتایان مرد خود آموزش می‌یابند (کارائوی و فکی، ۲۰۱۸) و استدلال شده است که موقعیت زنان و نقش آنان از عوامل مهم تعیین‌کننده پیشرفت جامعه است نه تنها به این دلیل که زنان تقریباً نیمی از منابع انسانی را تشکیل می‌دهند بلکه همچنین به این دلیل که زنان به ویژه در کشورهای در حال توسعه مجبورند فشارهای روزمره برای بقا را تحمل کنند و لذا هر استراتژی توسعه که نیاز به ارتقای نقش زنان در جامعه را نادیده انگارد نمی‌تواند توسعه جامع اجتماعی- اقتصادی را محقق کند (چودری[5]، ۲۰۰۷).

کلاسن[6] (۱۹۹۹ و ۲۰۰۲ و ۲۰۰۶) با سه استدلال نشان داده است که نابرابری جنسیتی در آموزش، به‌طور مستقیم رشد اقتصادی را کاهش می‌دهد. ۱- نابرابری جنسیتی در آموزش به مدد کاهش برخورداری جامعه از سرمایه انسانی زنان، منبع کمیاب سرمایه انسانی را نابهینه تخصیص می‌دهد و رشد اقتصادی جامعه را با پایین آوردن متوسط سرمایه انسانی به‌طور مستقیم کاهش می‌دهد. زیرا وضع چنین محدودیت‌های مصنوعی بر مجموعه استعدادهایی که قرار است آموزش بیابند منتهی به طرد دختران با استعداد بالاتر و آموزش پسران کم استعدادتر به جای دختران با استعدادتر می‌شود و از این طریق کیفیت سرمایه انسانی و انباشت سرمایه انسانی کاهش می‌یابد و این می‌تواند با کاهش یافتن کیفیت نیروی‌کار، منتهی به کاهش بهره‌وری نیروی‌کار شود و رشد اقتصادی را کاهش دهد. علاوه بر این، اگر نرخ بازگشت نهایی آموزش[7] نزولی باشد، محدودیت آموزش دختران به سطح

1. World Bank
2. Social non-inclusiveness
3. Lawanson & Umar
4. Zhang
5. Chaudhry
6. Klasen
7. Marginal Returns to Education

پایین‌تر و آموزش پسران به سطح بالاتر به معنای کمتر بودن نرخ بازگشت[1] آموزش پسران نسبت به دختران است و این می‌تواند به واسطه تضعیف عملکرد اقتصاد، رشد اقتصادی را کاهش دهد. ۲- دومین استدلال، مرتبط با آثار خارجی[2] آموزش زنان است. به این معنا که چون اثر خارجی ارتقاء آموزش زنان، کاهش نرخ باروری و نرخ مرگ و میر فرزندان و ارتقای آموزش نسل بعد است و چون هر کدام از این عوامل اثر مثبتی بر رشد اقتصادی دارند، نابرابری جنسیتی در آموزش، رشد اقتصادی را به‌طور مستقیم کاهش می‌دهد. زیرا کاهش نرخ باروری از چهار طریق می‌تواند رشد اقتصادی را افزایش دهد. اول، نرخ باروری پایین‌تر زنان، رشد جمعیت را کاهش می‌دهد و امکان سرمایه‌گذاری برای افزایش سرمایه سرانه کارگران به جای مجهز نمودن کارگران جدید به سرمایه را فراهم می‌کند که این خود می‌تواند رشد اقتصادی را افزایش دهد. دوم، نرخ باروری پایین‌تر زنان، بار تکفل را کاهش و نرخ پس‌انداز را افزایش می‌دهد و به تبع آن، می‌تواند درآمد ملی را افزایش دهد. سوم، زمانی‌که به واسطه نرخ رشد بالای جمعیت دوره قبل، تعداد نیروی‌کار افزایش پیدا می‌کند، تقاضا برای سرمایه‌گذاری تجهیزات سرمایه‌ای افزایش می‌یابد و اگر تقاضای بالاتر سرمایه‌گذاری به واسطه‌ی افزایش پس‌انداز داخلی (به‌علت کاهش بار تکفل)، افزایش جریان سرمایه را به دنبال داشته باشد، سرمایه‌گذاری افزایش خواهد داشت و رشد اقتصادی افزایش می‌یابد. چهارم، نرخ پایین‌تر باروری زنان، سهم جمعیت فعال را از کل جمعیت افزایش خواهد داد و اگر همه رشد نیروی‌کار، جذب بازار کار شود و اشتغال افزایش یابد، رشد اقتصادی نیز افزایش می‌یابد[3] و ۳- سومین استدلال، مرتبط با رقابت‌پذیری بین‌المللی[4] است به این معنا که نابرابری جنسیتی در آموزش با کاهش دادن رقابت‌پذیری بین‌المللی، رشد اقتصادی را به‌طور مستقیم کاهش می‌دهد. زیرا برای این که استراتژی افزایش توانایی رقابت در بازارهای جهانی مبتنی بر "صنایع کارخانه‌ای صادرات‌محور با سهم بالای شاغلان زن[5]" ظهور و رشد کند، زنان باید آموزش بیابند و هیچ مانعی برای اشتغال آنان در چنین بخش‌هایی وجود نداشته باشد و لذا نابرابری جنسیتی در آموزش با کاهش توانایی ظرفیت‌سازی چنین فرصت‌هایی، رشد اقتصادی را به‌طور مستقیم کاهش می‌دهد (کلاسن و لامانا، ۲۰۰۳ و ۲۰۰۹ و کارائوی و فکی، ۲۰۱۸ و کروک[6]، ۲۰۱۸). همچنین کلاسن (۱۹۹۹ و ۲۰۰۲ و ۲۰۰۶) با پنج استدلال نشان داده است که نابرابری جنسیتی در آموزش، به‌طور غیرمستقیم و از طریق کانال اشتغال، رشد اقتصادی را کاهش می‌دهد. زیرا نابرابری جنسیتی در آموزش ممکن است خود به خود منتهی به نابرابری جنسیتی در اشتغال شود. خصوصاً در بخش رسمی که در آن ترجیح داده می‌شود شاغلان تحصیل کرده باشند و تقاضای کار زنان تحصیل نکرده مد نظر قرار نمی‌گیرد. بنابراین، ۱- اولین استدلال این است که نابرابری جنسیتی در آموزش منتهی به نابرابری جنسیتی در اشتغال می‌شود و با کاهش دادن مصنوعی ذخیره استعدادهایی که کارفرمایان می‌توانند آن‌ها را به کار گیرند تخصیص بهینه منابع اقتصاد منحرف می‌شود و رشد اقتصادی به دلیل کاهش بهره‌وری نیروی‌کار کاهش می‌یابد. ۲- دومین استدلال این است که نابرابری جنسیتی در آموزش به نابرابری جنسیتی در اشتغال می‌انجامد و به تبع آن نرخ باروری زنان بالاتر می‌شود و از این طریق

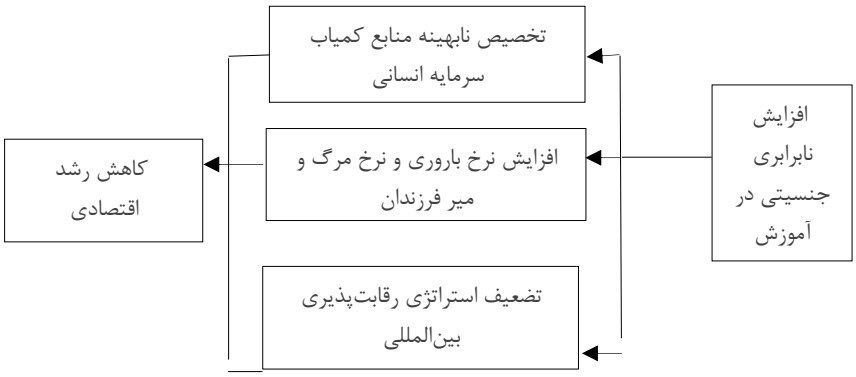
---

1. Rate Of Return
2. Externalities
3. گرچه یکی از ویژگی‌های ادبیات جدیدتر رشد جمعیت این است که متغیر رشد جمعیت که بر مراحل نامطلوب یا مؤلفه‌های گذار جمعیتی (نرخ بالای باروری یا تولد، نسبت‌های سن بالای وابستگی) تمرکز می‌کنند، انتظار می‌رود اثرات نامطلوب کوتاه‌مدتی بر رشد اقتصاد داشته باشند. در مقابل، عموماً انتظار می‌رود رشد جمعیت بالغ یا در سن کار تأثیر مثبت یا خنثی بر رشد اقتصادی داشته باشد Headey & Hodge, (۲۰۰۹). اگر چنین باشد باید در درستی اثر کاهش نابرابری جنسیتی در آموزش به واسطه کاهش نرخ باروری بر افزایش رشد اقتصادی تجدید نظر کرد.
4. International Competitiveness
5. Female Intensive Export-Oriented Manufacturing Industries
6. Croak

رشد اقتصادی کاهش می‌یابد و ۳- سومین استدلال این است که چون نابرابری جنسیتی در آموزش به نابرابری جنسیتی در اشتغال می‌انجامد و با توجه به وجود شکاف جنسیتی در پرداخت‌ها و ارزان‌تر بودن نیروی‌کار زنان، کشورها را از استفاده از نیروی‌کار نسبتاً ارزان زنان که به عنوان مزیت رقابتی[1] در استراتژی صادرات‌محور رشد اقتصادی تلقی شده است محروم می‌کند و از این طریق رشد اقتصادی کاهش می‌یابد. ۴- چهارمین استدلال این است که نابرابری جنسیتی در آموزش به نابرابری جنسیتی در اشتغال و کسب درآمد می‌انجامد و به تبع آن قدرت چانه‌زنی زنان در درون خانواده کاهش می‌یابد و منتهی به کاهش رشد اقتصادی می‌شود. زیرا اشتغال و کسب درآمد زنان قدرت چانه‌زنی آنان را در خانه افزایش می‌دهد و این نه تنها به نفع دغدغه‌ها و مطالبات آنان است بلکه می‌تواند طیف وسیعی از آثار تقویت‌کننده رشد اقتصادی را به دنبال داشته باشد مانند افزایش پس‌انداز و بهره‌وری بیشتر سرمایه‌گذاری و استفاده از کارت‌های اعتباری و سرمایه‌گذاری بیشتر در سلامتی و آموزش فرزندان و ارتقا سرمایه انسانی نسل بعد و به تبع این‌ها رشد اقتصادی افزایش می‌یابد. ۵- پنجمین استدلال، مرتبط با حکمرانی[2] است. به این ترتیب که نابرابری جنسیتی در آموزش به نابرابری جنسیتی در اشتغال می‌انجامد و چون زنان کمتر از مردان در معرض فساد مالی و خودخواهی هستند، فساد مالی افزایش می‌یابد و به تبع آن رشد اقتصادی کاهش می‌یابد (کلاسن و لامانا، ۲۰۰۳ و ۲۰۰۹). این استدلال‌های نظری در شکل ۱ و ۲ خلاصه شده است.

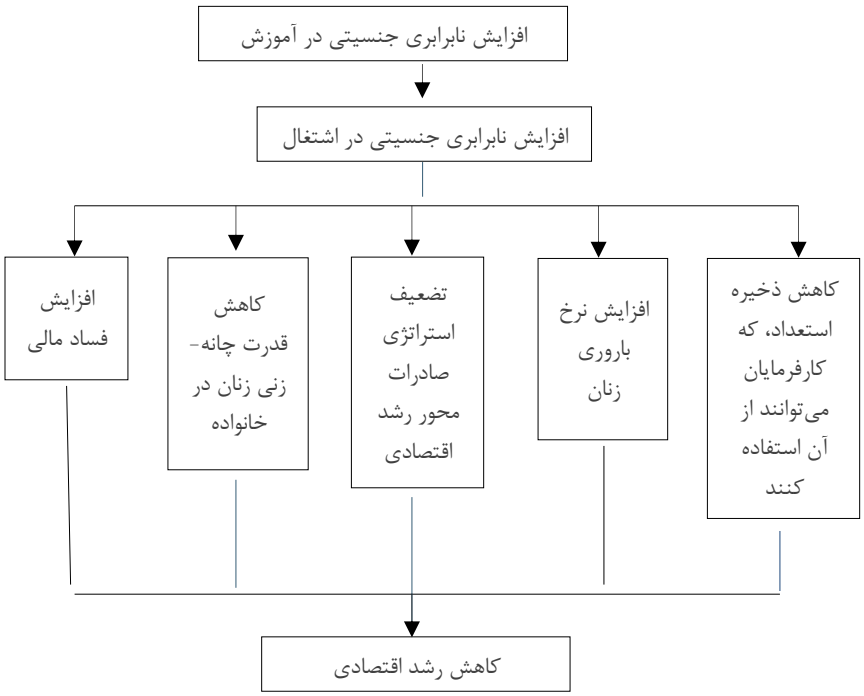
[1]. Competitive Advantage

[2]. Governance



شکل۱. رابطه مستقیم اثر نابرابری جنسیتی در آموزش بر رشد اقتصادی

مأخذ: یافته‌های پژوهش



شکل۲. رابطه غیرمستقیم اثر نابرابری جنسیتی در آموزش بر رشد اقتصادی

مأخذ: یافته‌های پژوهش

ارتباط مثبت نابرابری جنسیتی در آموزش و رشد اقتصادی

تنها دو استدلال بر اثر مثبت نابرابری جنسیتی در آموزش بر رشد و عملکرد اقتصاد یافت شد.۱- طبق بکر (۱۹۸۱) تقسیم جنسیتی کار بر حسب مزیت نسبی مردان و زنان، منتهی به کسب کارایی می‌شود و چون مزیت‌نسبی زنان در کار خانه و پرورش فرزندان است، نابرابری جنسیتی در آموزش، عملکرد اقتصاد را افزایش می‌دهد ۲- طبق ترتیلت و دوپکه[1]

[1]. Tertilt & Doepke

(۲۰۱۴) به علت نقش‌های مختلف جنسیتی زنان و مردان، تحصیلات بالاتر زنان منتهی به اشتغال آنان و به تبع آن درآمد بالاتر آنان می‌شود که به دنبال آن مصرف خانوار افزایش و پس‌انداز خانوار کاهش می‌یابد و به تبع این‌ها رشد اقتصادی کاهش می‌یابد (میناسیان و همکاران[1]، ۲۰۱۹).

پیشینه پژوهش

در بعد تجربی، تحقیقات گسترده‌ای در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه در زمینه تأثیر نابرابری جنسیتی در آموزش بر رشد اقتصادی صورت گرفته است که به برخی از آن پژوهش‌ها اشاره می‌شود. اما پژوهشی خارجی و داخلی در مورد اثر نابرابری جنسیتی در آموزش رشته‌های دانشگاهی علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات (STEM) بر رشد اقتصادی یافت نشد.

کلاسن و لامانا (۲۰۰۳)، در پژوهشی با استفاده از مدل رگرسیون پانلی و داده‌های مقطعی کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا به این نتیجه رسیدند که در سال‌های ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۰ میلادی نابرابری جنسیتی در آموزش اثر منفی و بر رشد اقتصادی این کشورها داشته و اثر نابرابری جنسیتی در اشتغال بر رشد اقتصادی بیشتر از اثر نابرابری جنسیتی در آموزش بر رشد اقتصادی این کشورها بوده است.

چودری (۲۰۰۷)، در پژوهشی با استفاده از داده‌های کشور پاکستان در سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۵ و با به کار گیری روش حداقل مربعات معمولی به این نتیجه رسیده است که نابرابری جنسیتی در آموزش اثر منفی معنادار بر رشد اقتصادی کشور پاکستان داشته است.

یوموساک و همکاران[2] (۲۰۱۳)، در پژوهشی با استفاده از روش هم‌انباشتگی و علیت گرنجر و با استفاده از داده‌های کشور ترکیه در سال‌های ۱۹۶۸ تا ۲۰۰۵ به این نتیجه رسیده‌اند که نابرابری جنسیتی در آموزش اثر منفی بر رشد بلندمدت کشور ترکیه داشته است.

ثونون و دل پرو[3] (۲۰۱۵)، با استفاده از مدل رگرسیون میانگین گروهی تلفیقی و با استفاده از داده‌های آماری ۳۰ کشور عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی سال‌های ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۸ به این نتیجه رسیدند که در مقایسه با مردان، افزایش دسترسی زنان به آموزش در این سال‌ها، اثر مثبت و معنادار بیشتری بر رشد تولیدسرانه این کشورها داشته است.

بالیامون-لوتز و مک گیلیوری[4] (۲۰۱۵) با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی و گشتاورهای تعمیم‌یافته و با استفاده از داده‌های کشورهای شمال آفریقا و خاورمیانه در سال‌های ۱۹۷۵ تا ۲۰۱۰ به این نتیجه رسیدند که نابرابری جنسیتی در آموزش اثر منفی و معنادار بر درآمد این کشورها در این سال‌ها داشته است.

کارائوی و فکی (۲۰۱۸) در پژوهشی با استفاده از روش هم‌انباشتگی و علیت گرنجر و با استفاده از داده‌های کشور تونس در سال‌های ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۹ به این نتیجه رسیده‌اند که نابرابری جنسیتی در آموزش اثر منفی معناداری بر رشد بلندمدت کشور تونس در این سال‌ها داشته است.

آسومو- الا[5] (۲۰۱۹) با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته و با استفاده از داده‌های کشورهای آفریقای مرکزی و جامعه پولی به این نتیجه رسیده است که نابرابری جنسیتی در آموزش اثر منفی بر تولید ناخالص سرانه کشورهای آفریقای مرکزی و جامعه پولی در سال‌های ۲۰۱۴-۱۹۸۰ داشته است.

ایزه[6] (۲۰۲۰) اثر نابرابری جنسیتی در آموزش بر رشد ۴۰ کشور جنوب صحرای افریقا را برای سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ با روش حداقل مربعات معمولی

1. Minasyan et al.
2. Yumusak et al.
3. Thévenon & Del Pero
4. Baliamoune-Lutz, & McGillivray
5. Assoumou-Ella
6. Ezeh

بررسی کرده است و به این نتیجه رسیده است نابرابری جنسیتی در آموزش در این کشورها اثر منفی و معناداری بر رشد اقتصادی آن کشورهای در آن سال‌ها داشته است.

واعظ برزانی و حاتمی (۱۳۸۹) با استفاده از الگوی سیستم همزمان و روش رگرسیون به ظاهر نامرتبط، اثر مستقیم و غیرمستقیم برابری جنسیتی در آموزش بر رشد اقتصادی را برای منتخبی از کشورهای در حال توسعه برای سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۶ بررسی کرده اند و به این نتیجه رسیدند که افزایش برابری جنسیتی در آموزش تاثیر مثبت بر رشد اقتصادی این کشورها در سال‌های مورد مطالعه داشته است.

نیک‌پی طبری و علمی (۱۳۹۳) با بررسی اثر نابرابری جنسیتی در آموزش در کشورهای منتخب خاورمیانه و شمال آفریقا در سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ با استفاده از روش داده‌های تابلویی به این نتیجه رسیدند که نابرابری جنسیتی در آموزش اثر منفی و معناداری بر رشد اقتصادی این کشورها در این سال-ها داشته است.

رحمانی و کاوه (۱۳۹۴) با بررسی اثر تبعیض جنسیتی در منتخبی از ۲۶ کشور عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ با استفاده مدل اقتصاد سنجی داده‌های ترکیبی با اثرات ثابت به این نتیجه رسیدند که تبعیض جنسیتی در آموزش و دستمزد اثر منفی و و تبعیض جنسیتی در استخدام اثر غیرخطی از نوع مقعر بر رشد اقتصادی این کشورها در این سال‌ها داشته است.

پناهی و همکاران (۱۳۹۵) با بررسی تاثیر نابرابری جنسیتی در آموزش بر رشد اقتصاد ایران برای سال-های ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۳ با روش اقتصاد سنجی جوهانسن-جوسیلیوس به این نتیجه رسیده است که کاهش نابرابری جنسیتی در آموزش اثر مثبت و معناداری بر رشد اقتصاد ایران در این سال‌ها داشته است.

۳ مدل پژوهش

برای بررسی بهتر تأثیر نابرابری جنسیتی در آموزش بر رشد اقتصادی، نیاز به مدلی فراتر از مدل رشد نئوکلاسیکی منکیو، رومر و ویل (۱۹۹۲) است که در این پژوهش از مدل نولز و همکاران (۲۰۰۲) که نابرابری جنسیتی در آموزش را به مدل رشد منکیو، رومر و ویل (۱۹۹۲) اضافه کرده‌اند، استفاده شده است. منکیو، رومر و ویل (۱۹۹۲) بر این باور هستند که با ورود سرمایه انسانی در مدل رشد سولو (۱۹۵۶) این مدل با شواهد تجربی سازگارتر خواهد بود. زیرا در این صورت کالا و خدمات با ترکیب سرمایه انسانی و سرمایه فیزیکی و نیروی‌کار، تولید می‌شوند (شاکری، ۱۳۸۷). مدل نولز و همکاران (۲۰۰۲)، به‌گونه‌ای تعریف سرمایه انسانی را در مدل رشد منکیو، رومر و ویل (۱۹۹۲) گسترش داده تا شامل آموزش زنان و آموزش مردان شود. این مدل را می-توان بر حسب درآمد سرانه نیروی کار طبق معادله (۱) تعریف کرد:

$$y_t = k_t^{\alpha} ef_t^{\beta_f} em_t^{\beta_m} \quad (۱)$$

که در آن y، تولید واقعی سرانه نیروی کار، K، سرمایه فیزیکی سرانه، ef، میزان آموزش زنان، em، میزان آموزش مردان و α، β_f و β_m به ترتیب کشش تولید واقعی سرانه نیروی کار نسبت به سرمایه فیزیکی و نسبت به آموزش زنان و آموزش مردان است و اندیس t نشان دهنده زمان است.

نولز و همکاران (۲۰۰۲) همانند هیل و کینگ[1] (۱۹۹۳،۱۹۹۵) با ورود آموزش زنان و نابرابری جنسیتی در آموزش در معادلات رشد مدل منکیو، رومر و ویل (۱۹۹۲) به معادله (۲) دست یافتند.

[1]. Hill & King

$$\ln\left(\frac{Y_t}{L_t}\right)^* = a + \frac{\alpha}{1-\alpha}\left(\ln(s_{kt}) - \ln(n_t + g + \delta)\right) + \frac{\beta_f + \beta_m}{1-\alpha}\ln(ef_t^*) + \frac{\beta_m}{1-\alpha}\left(\ln(em_t^*) - \ln(ef_t^*)\right) + \varepsilon_t \qquad (۲)$$

که در آن‌ها s_k، بخشی از تولید واقعی است که در سرمایه فیزیکی سرمایه‌گذاری شده است. n، نرخ رشد نیروی‌کار و g، نرخ رشد فناوری و δ، نرخ استهلاک و ε، جمله اخلال است. طبق مطالعه منکیو- رومر و ویل (۱۹۹۲)، مجموع $(g + \delta)$ ثابت و برابر با ۵ درصد در نظر گرفته می‌شود. در معادله (۲) اگر $\beta_m < ۰$ و یا $\alpha > ۱$ باشد، ضریب نابرابری جنسیتی در آموزش منفی خواهد شد که به این معنا است که افزایش نابرابری جنسیتی در آموزش، تولید متوسط نیروی‌کار را کاهش می‌دهد.

سپس نولز و همکاران (۲۰۰۲)، همانند کلاسن (۱۹۹۹) آموزش مردان و نابرابری جنسیتی در آموزش را وارد معادلات رشد مدل منکیو، رومر و ویل (۱۹۹۲) کردند و به معادله (۳) دست یافتند.

$$\ln\left(\frac{Y_t}{L_t}\right)^* = a + \frac{\alpha}{1-\alpha}\left(\ln(s_{kt}) - \ln(n_t + g + \delta)\right) + \frac{\beta_f+\beta_m}{1-\alpha}\ln(em_t^*) - \frac{\beta_f}{1-\alpha}\left(\ln(em_t^*) - \ln(ef_t^*)\right) + \varepsilon_t \qquad (۳)$$

در معادله (۳) اگر $۱ > \alpha > ۰$ و $۱ > \beta_f > ۰$ باشد، ضریب نابرابری جنسیتی در آموزش منفی خواهد شد و بدین معنا است که افزایش نابرابری جنسیتی در آموزش، تولید متوسط نیروی‌کار را کاهش می‌دهد (نولز و همکاران، ۲۰۰۲).

۴ روش پژوهش

افزایش در کارایی از طریق پیشرفت تکنولوژی (فناوری) و بهبود طرف عرضه اقتصاد، یکی از عوامل مهم تعیین‌کننده روند متغیرهای اقتصادی است. متغیر پیشرفت تکنولوژی یکی از عوامل مهم اثرگذار در تابع تولید اقتصاد است. تکنولوژی را می‌توان به دو بخش تقسیم کرد. بخش اول، تکنولوژی آشکار که در ماشین‌آلات متبلور است و بخش دوم، تکنولوژی نهفته که در الگوی رفتاری مردم و ساختار سازمانی نهادهای اجتماعی متبلور می‌شود (شاکری و همکاران، ۱۳۸۹). این دو بخش از تکنولوژی می‌توانند برون‌زا و یا درون‌زا باشند و حتی با یک نرخ ثابت تحقق نیابند و همواره و لزوماً خطی نیستند و باید به درستی اندازه‌گیری شوند. از این رو متغیر توضیحی تکنولوژی (آشکار و نهفته) باید در مدل‌های اقتصاد سنجی لحاظ گردد. اما به دلیل غیرقابل اندازه‌گیری و متغیر بودن آن در طی زمان نمی‌توان آن را در مدل‌های اقتصادسنجی سنتی لحاظ کرد. لذا برای این‌که بتوان اثر تغییرات تکنولوژی را بر متغیر وابسته بررسی کرد، باید جزء روند ضمنی[1] را به درستی وارد مدل‌های اقتصاد سنجی نمود (آماده و همکاران، ۱۳۹۳). در مدل‌سازی اقتصاد سنجی سنتی، اثر عوامل نامشهود و حذف شده‌ی مؤثر بر متغیر وابسته که داده‌ای برای آن وجود ندارد در عرض از مبدأ مدل لحاظ می‌گردد (گجراتی، ۱۳۸۱). هاروی[2] (۱۹۸۹) بر این باور است که ماهیت عوامل نامشهود و عوامل حذف‌شده از مدل‌های اقتصاد سنجی که بر متغیر وابسته اثر می‌گذارند و در عرض از مبدأ مدل لحاظ می‌گردند تصادفی هستند و روند مشخصی ندارند و در طول زمان اثر آن‌ها بر متغیر وابسته تغییر می‌کند. بنابراین باید در مدل‌سازی اقتصاد سنجی این عوامل را با ماهیت تصادفی‌شان لحاظ کرد. در غیر این صورت پارامترهای تخمین‌زده شده مدل با تورش خواهند بود و صرفاً نمی‌توان با

[1]. Underlying Trend

[2]. Harvey

لحاظ کردن عرض از مبدأ، اثر آن عوامل را بررسی کرد (دیلاور و هانت[1]، ۲۰۱۱). هاروی (۱۹۸۹)، مدل اقتصاد سنجی سری زمانی ساختاری را برای برطرف کردن این مشکل ابداع کرد. در این مدل متغیرهای توضیح-دهنده تابعی از زمان هستند و پارامترهای عوامل نامشهود می‌توانند در طول زمان به صورت تصادفی تغییر کنند. هاروی برای هر سری زمانی، جزء روند[2]، سیکلی[3] و نامنظم[4] در نظر گرفته است و عرض از مبدأ تصادفی مدل رگرسیون اقتصاد سنجی سری زمانی ساختاری را جزء روند ضمنی نامیده است (هاروی و فرناندز[5]، ۱۹۸۹). در رویکرد مدل اقتصاد سنجی سری زمانی ساختاری، عرض از مبدأ مدل، تابعی از زمان است و می‌تواند در طول زمان به صورت تصادفی تغییر کند. از این‌رو این مدل روشی انعطاف‌پذیر برای در نظر گرفتن مؤلفه‌های نامشهود مدل رگرسیون است زیرا می‌تواند مؤلفه‌های نامشهود مدل رگرسیون را که داده‌ای برای آن‌ها وجود ندارد را به صورت پویا در نظر بگیرد (شیرانی فخر و همکاران، ۱۳۹۵). از مهم‌ترین ویژگی‌های این مدل اقتصادسنجی عدم نیاز به بررسی مانایی متغیرهای مدل است و معرفی یک روند ضمنی تصادفی است که این روند تصادفی امکان شناسایی تغییرات ساختاری تصادفی در گذر زمان را فراهم می‌کند (کریمی موغاری و همکاران، ۱۳۹۳).

در حالت کلي می‌توان مدل اقتصادسنجی سری زمانی ساختاری با داده‌های سالیانه را با استفاده ازمعادله (۴) نشان داد.

$$Q_t = \mu_t + Z_t'\delta + \varepsilon_t \qquad (۴)$$

$$\varepsilon_t \simeq \mathrm{NID}\,(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

که در آن Q_t، متغیر وابسته و μ_t، جزء روند ضمنی و Z_t، بردار $k\times ۱$ متغیر توضیحی و δ، بردار$k\times ۱$ پارامتر مجهول و εt ، جزء اخلال تصادفی مدل است. همانند مدل رگرسیون کلاسیک فرض می‌شود، توزیع جزء اخلال تصادفی دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس ثابت است. هم‌چنین جزء روند ضمنی، μ_t، با فرآیند تصادفي طبق معادلات (۵) و (۶) مشخص می‌شوند:

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \beta_{t-1} + \eta_t \qquad (۵)$$

$$\beta_t = \beta_{t-1} + \xi_t$$

$$\eta_t \approx \mathrm{NID}\left(0, \sigma_\eta^2\right) \qquad (۶)$$

$$\xi_t \approx \mathrm{NID}\,(0, \sigma_\xi^2)$$

که در آن‌ها σ_η^2، واریانس سطح و σ_ξ^2، واریانس شیب است. معادله (۵) سطح روند ضمنی و معادله (۶) شیب روند ضمنی است و به این معنی است که روند در يك دوره با روند دوره قبل به اضافه‌ی جزء رشد و برخي عوامل غیرقابل پیش‌بینی برابر است. جزء رشد همان شیب است که در طی زمان تغییر می‌کند. ابرپارامترهای مدل یعنی؛ واریانس سطح، σ_η^2 و واریانس شیب، σ_ξ^2، و واریانس پسماندهای جزء اخلال،σ_ε^2 ، شکل و حالت روند ضمنی را مشخص می‌کنند. به‌طور مثال، اگر این دو واریانس صفر باشند مدل رگرسیوني (۴) به مدل رگرسیوني

[1]. Dilaver & Hunt
[3].Trend
[4].Cyclical
[5].Irregular
[6].Harvey & Fernandes

معمولي با روند خطي معين معادله (۷) تبديل خواهد شد (هاروی و همکاران، ۱۹۸۶).

$$Q_t = \alpha + \beta_t + Z_t'\delta + \varepsilon_t \qquad (۷)$$

اختلاف مدل‌های سری زمانی ساختاری تابعی از صفر بودن پارامترهای مدل و هم‌چنین دارا بودن جزء شیب و سطح است. به علت وجود روند غیرقابل مشاهده تصادفی، مدل‌های اقتصاد سنجی سری زمانی ساختاری را نمی‌توان با روش حداقل مربعات معمولی تخمین زد. معادله (۴)، همراه با معادله‌های (۵) و (۶) تشکیل یک سیستم پویا را می‌دهند، می‌توان این سیستم پویا را به شکل فضا- حالت[1] بیان کرد که بیانگر وضعیت یک سیستم پویا با اجزای معادله (۸)، معادله‌ی انتقال است.

$$\alpha_t^* = \begin{bmatrix}\mu_t\\ \beta_t\\ \delta_t\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}1 & 1 & 0\\ 0 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\mu_{t-1}\\ \beta_{t-1}\\ \delta_{t-1}\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}\eta_t\\ \xi_t\\ 0\end{bmatrix} \qquad (۸)$$

که در آن α_t^* بردار حالت است.

و معادله (۹)، معادله اندازه‌گیری است.

$$Q_t=(1 \quad 0 \quad Z_t')\alpha_t^*+\varepsilon_t \qquad (۹)$$

نقش معادله اندازه‌گیری آن است که بردار حالت غیرقابل مشاهده α_t^* را به ارزش‌های عددی قابل مشاهده‌ی Q_t مرتبط سازد. متغیرهای توضیحی Z_t اطلاعات بیشتری از K متغیر قابل مشاهده را برای توضیح تغییر متغیر وابسته Q_t فراهم می‌کند. اگر تغییرات در Q_t کاملاً با متغیرهای توضیحی توضیح داده شوند، آن‌گاه جزء روند به جزء ثابت تقلیل می‌یابد. معادله انتقال (۸) پویایی بردار حالت را در طی زمان توصیف می‌کند. ترکیب معادلات (۸) و (۹)، متغیرهای غیرقابل مشاهده را با استفاده از متغیرهای قابل مشاهده برآورد می‌کند. δ که پارامترهای نامعلوم متغیرهای مستقل است با نامشهود است که به کمک فرآیند فیلترسازی می‌تواند به روز شود. این سیستم می‌تواند در فرم فضا-حالت در دو معادله مجزای معادله انتقال[2] و معادله اندازه‌گیری[3] تنظیم شود، آن‌گاه الگوریتم کالمن فیلتر[4] می‌تواند مجموعه‌ای از معادلات بازگشتی ایجاد کند که پارامترهای مجهول (ابر پارامترها و سایر پارامترها) را با روش حداکثر راست‌نمایی برآورد کند (چیت‌نیس، ۱۳۸۴).

ماتریس واحد همراه است و بیان می‌کند که این پارامترهای ثابت فرض شده به جزء روند، حرکات تصادفی می‌دهد.

روابطی که برآورد می‌شوند رابطه‌های (۴)، (۵)، (۶) هستند که با هم یک سیستم پویا را تشکیل می‌دهند. فرض می‌شود همه اجزاء اخلال مستقل و متقابلاً ناهم‌بسته می‌باشند. ابر پارامترهای مدل(σ_η^2 و σ_ξ^2) و دیگر پارامترهای مدل با ترکیبی از روش حداکثر راست‌نمایی و الگوریتم کالمن فیلتر تخمین‌زده می‌شوند. با داشتن مقادیر این پارامترها، الگوریتم کالمن فیلتر، تخمینی مناسب از اجزای سطح و شیب روند مدل سری زمانی ساختاری را

[1].State - Space
[2].Transaction
[3].Measurment
[4].Kalman Filter

ارائه می‌کند (آماده و همکاران، ۱۳۹۲). با تخمین آن پارامترها، β_T و μ_T که به ترتیب آخرین شیب روند دوره و آخرین سطح روند دوره هستند با معادلات کالمن فیلتر، برآورد می‌شوند. الگوریتم کالمن فیلتر، روش بازگشتی برای پیش‌بینی‌های بهینه از متغیرهای غیرقابل مشاهده و برآوردهای کارا از پارامترهای مدل‌های فضا- حالت می‌باشد. در مدل-های فضا- حالت، برای پیش‌بینی پارامترهای زمان t از تمامی اطلاعات موجود در زمان t-۱ استفاده می-شود. رهیافت کالمن فیلتر بر اساس امید شرطی است. امید شرطی، بهترین پیش‌بینی با حداقل میانگین مربعات خطا را در اختیار قرار می‌دهد. پس از تخمین ابرپارامترها، با استفاده از فرم فضا- حالت می‌توان اجزای غیرقابل مشاهده مدل را تخمین زد (شیرانی فخر و همکاران، ۱۳۹۵).

۵ بررسی نابرابری جنسیتی در آموزش رشته‌های دانشگاهی علوم پایه، فنی و مهندسی و ریاضیات (STEM) در ایران

در این پژوهش برای اندازه‌گیری نابرابری جنسیتی در آموزش رشته‌های دانشگاهی علوم پایه، فنی و مهندسی و ریاضیات در ایران از روش بالیامون- لوتز و مک‌گیلیوری[1] (۲۰۰۷)، استفاده شده است. که در آن نسبت ثبت‌نام زنان به مردان به‌عنوان شاخص نابرابری جنسیتی در آموزش است. این شاخص یک شاخص جهانی برای اندازه‌گیری نابرابری جنسیتی در آموزش است در صورتی‌که برابر با یک باشد دلالت بر برابری جنسیتی در آموزش دارد و اگر کوچک‌تر از یک باشد دلالت بر نابرابری جنسیتی در آموزش به نفع مردان دارد و اگر بزرگ‌تر از یک باشد دلالت بر نابرابری جنسیتی در آموزش به نفع زنان دارد (آنتهولتر[2]، 2006). جدول (۱) نشان‌دهنده نسبت ثبت‌نام زنان به مردان در آموزش این رشته-های دانشگاهی در ایران از سال ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۹ می-باشد. که طبق آن در تمام سال‌های مورد بررسی به جز سال ۱۳۸۶ نسبت ثبت‌نام زنان به مردان کوچک‌تر از یک و بیان‌کننده نابرابری جنسیتی در آموزش این رشته‌های دانشگاهی به نفع مردان بوده است. تنها در سال ۱۳۸۶ این نسبت بزرگ‌تر از یک و نشان‌دهنده نابرابری جنسیتی در آموزش این رشته‌های دانشگاهی به نفع زنان است.

جدول۱. نسبت ثبت‌نام زنان به مردان در رشته‌های دانشگاهی STEM

سال	نسبت ثبت‌نام زنان به مردان
۱۳۶۷	۰٫۲۱۵
۱۳۶۸	۰٫۱۸۹
۱۳۶۹	۰٫۱۹۷
۱۳۷۰	۰٫۲۵۵
۱۳۷۱	۰٫۲۴۶
۱۳۷۲	۰٫۲۴۵
۱۳۷۳	۰٫۲۹۶
۱۳۷۴	۰٫۳۱۹
۱۳۷۵	۰٫۴۰۰
۱۳۷۶	۰٫۳۶۸
۱۳۷۷	۰٫۳۷۷
۱۳۷۸	۰٫۴۳۶

[1]. Baliamoune-Lutz & McGillivray

[2]. Unterhalter

۱۳۷۹	۰٫۴۵۸
۱۳۸۰	۰٫۴۹۶
۱۳۸۱	۰٫۵۳۷
۱۳۸۲	۰٫۶۲۷
۱۳۸۳	۰٫۶۲۲
۱۳۸۴	۰٫۶۵۹
۱۳۸۵	۰٫۸۰۱
۱۳۸۶	۱٫۱۶۵
۱۳۸۷	۰٫۶۴۹
۱۳۸۸	۰٫۵۵۲
۱۳۸۹	۰٫۵۱۹
۱۳۹۰	۰٫۵۱۳
۱۳۹۱	۰٫۴۱۸
۱۳۹۲	۰٫۴۱۹
۱۳۹۳	۰٫۴۰۲
۱۳۹۴	۰٫۳۸۳
۱۳۹۵	۰٫۴۰۱
۱۳۹۶	۰٫۳۸۳
۱۳۹۷	۰٫۵۱۳
۱۳۹۸	۰٫۴۳۸
۱۳۹۹	۰٫۴۷۱

مأخذ: محاسبه پژوهش بر اساس داده‌های اخذ شده از مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی

۶ تخمین مدل پژوهش

با توجه به اهمیت سرمایه انسانی در رشد اقتصادی و با توجه به این که پژوهش‌ها نشان داده‌اند که آموزش به‌ویژه در رشته‌های دانشگاهی علوم پایه، فنی و مهندسی و ریاضیات (STEM)، شاخص بهتری برای سرمایه انسانی است زیرا بیانگر اهمیت آموزشی است که نوآوری و خلاقیت را تحریک می‌کند و بیانگر ایجاد نیروهای کاری است که قادرند فناوری‌های جدید را خلق کنند و به پیشرفت تکنولوژی که مرکز هسته رشد اقتصادی را تشکیل می‌دهد واکنش نشان دهند و در این میان طبق اتکینسون و مایو[1] (۲۰۱۰) این رشته‌های دانشگاهی سوخت لازم برای نیروی اقتصاد تکنولوژی‌محور را فراهم می‌کنند که بدون داشتن کمیت مناسب و با کیفیت شهروندان آموزش‌دیده در این رشته‌های دانشگاهی، نوآوری در اقتصاد و همچنین فرصت‌های اقتصادی برای همگان متزلزل خواهد شد (کروک، ۲۰۱۸). در این پژوهش با استفاده از مدل نولز و همکاران (۲۰۰۲) طبق معادلات (۲) و (۳) اثر نابرابری جنسیتی در آموزش این رشته‌های دانشگاهی بر رشد اقتصاد ایران در سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۹ بررسی شده است. از آن‌رو که عوامل غیرقابل مشاهده‌ی مؤثر بر تولید متوسط نیروی کار، از جمله پیشرفت تکنولوژی تصادفی و روند مشخصی ندارند، برای تخمین معادلات (۲) و (۳) از مدل اقتصاد سنجی سری زمانی ساختاری استفاده می‌شود. که در آن‌ها و با توجه به تصریح مدل اقتصاد سنجی سری زمانی ساختاری، a_t بیانگر روند ضمنی و β_t بیانگر شیب روند ضمنی است. متغیر روند ضمنی، a_t، معیاری برای لحاظ عوامل غیرقابل مشاهده‌ی تصادفی مؤثر بر رشد اقتصادی است که در دنیای واقعی داده برای آن وجود ندارد. متغیر ef_t^*، مقدار ثبت‌نام زنان در آموزش رشته‌های دانشگاهی علوم پایه، فنی و مهندسی و ریاضیات و متغیر em_t^*،

[1]. Atkinson and Mayo

مقدار ثبت‌نام مردان در آموزش این رشته‌های دانشگاهی تعریف شده‌اند. تعریف سایر متغیرها و نمادها همانند روابط پیش‌گفته است. تفاوت معادله (۲) با معادله (۳) در این است که در معادله (۲) درآمد سرانه نیروی‌کار تابعی از آموزش زنان و تبعیض جنسیتی در آموزش است و در معادله (۳) تابعی از آموزش مردان و تبعیض جنسیتی در آموزش می‌باشد.

مدل‌های اقتصادسنجی سری زمانی ساختاری (۲) و (۳) با نرم‌افزار آکس‌متریک[1] تخمین زده شد. که نتایج آن به ترتیب در جدول‌های ۲ تا ۵ آورده شده است. که در آن $Ln(s_k)$، لگاریتم بخشی از تولید واقعی است که در سرمایه فیزیکی سرمایه‌گذاری شده است و $Ln(n+g+\delta)$، لگاریتم مجموع نرخ رشد نیروی‌کار و نرخ رشد فناوری و نرخ استهلاک است و $Ln(ef)$، لگاریتم ثبت‌نام زنان در رشته‌های دانشگاهی علوم پایه، فنی و مهندسی و ریاضیات و $(\ln(em) - \ln(ef))$، لگاریتم نسبت ثبت‌نام مردان به زنان در آموزش این رشته‌های دانشگاهی به عنوان شاخص نابرابری جنسیتی در آموزش این رشته‌های دانشگاهی است. تولید سرانه داخلی از تقسیم تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت ۱۳۸۳ به تعداد نیروی کار به دست آمده است. داده‌های آماری پژوهش از سری زمانی بانک مرکزی ایران و موسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی اخذ شده است.

جدول۲. نتایج حاصل از برآورد لگاریتم نابرابری جنسیتی در رشته‌های STEM و آموزش زنان (معادله(۲)) بر لگاریتم تولید سرانه داخلی اقتصاد ایران با استفاده از روش STSM

متغیرهای توضیحی	ضرایب برآورد شده	RMSE	آمارهt
$Ln(s_k)$	۰٫۰۷۲	۰٫۰۲۲	۳٫۲۱۸ (۰٫۰۰۳)
$Ln(n+g+\delta)$	-۰٫۰۵۵	۰٫۰۰۵	-۹٫۲۴۳ (۰٫۰۰۰)
$(\ln(em) - \ln(ef))$	-۰٫۰۵۴	۰٫۰۲۲	-۲٫۴۲۵ (۰٫۰۲۳)
$Ln(ef)$	۰٫۰۸۱	۰٫۰۱۹	۴٫۱۷۲ (۰٫۰۰۰)
تحلیل بردار حالت در دوره ۱۳۹۶			
سطح	۱۷٫۵۸۵ (۰٫۰۰۰)		
شیب	-۰٫۰۶۰ (۰٫۰۰۰)		
ابر پارامترها		معیار خوبی برازش	
سطح	۰٫۰۰۰	p.e.v	۰٫۰۰۰
شیب	۰٫۰۰۰	R^2	۰٫۹۳
جزء نامنظم	۰٫۰۰۰	DW	۲٫۴۳
ماهیت روند	مدل روند نسبی		

توضیح: اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده‌ی سطح احتمال است.

مأخذ: تخمین پژوهش

[2]. Oxmetric

با توجه به جدول ۲ مشاهده می‌شود که علامت متغیرهای توضیحی معادله (۲) موافق با مبانی نظری است. همه‌ی متغیرهای توضیحی در سطح اطمینان ۹۸ درصد بامعنی هستند. لگاریتم بخشی از تولید واقعی که در سرمایه فیزیکی سرمایه‌گذاری شده است، $Ln(s_k)$، اثر مثبت و معنادار و لگاریتم مجموع نرخ رشد نیروی‌کار و نرخ رشد فناوری و نرخ استهلاک، $Ln(n+g+\delta)$، اثر منفی و معنادار و لگاریتم ثبت‌نام زنان در رشته‌های دانشگاهی STEM، Ln(ef)، اثر مثبت و معنادار و لگاریتم شاخص نابرابری جنسیتی در آموزش این رشته‌های دانشگاهی، $(\ln(em) - \ln(ef))$، اثر منفی و معنادار بر لگاریتم تولید سرانه داخلی اقتصاد ایران در دوره زمانی سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۹ داشته است. ضرایب برآوردی متغیر $(\ln(em) - \ln(ef))$ دلالت دارد که با افزایش یک درصد در نابرابری جنسیتی در آموزش این رشته‌های دانشگاهی، تولید ناخالص داخلی حقیقی سرانه اقتصاد ایران به طور متوسط در این سال‌ها ۰٫۰۵ درصد کاهش یافته است و ضریب برآوردی Ln(ef)، دلالت دارد که با افزایش یک درصد در ثبت‌نام زنان در این رشته‌های دانشگاهی، تولید ناخالص داخلی حقیقی سرانه‌ی اقتصاد ایران به طور متوسط در این سال‌ها ۰٫۰۸۱ درصد افزایش یافته است.

از آزمون‌های تشخیص باقی‌مانده‌ها و آزمون باقی‌مانده‌های کمکی برای اطمینان از داشتن ویژگی-هایی چون نرمال بودن باقی‌مانده‌ها، عدم خودهمبستگی و عدم‌واریانس‌ناهمسانی استفاده شده است. نتایج حاصل از انجام آزمون‌های تشخیص باقی‌مانده‌ها و آزمون باقی‌مانده‌های کمکی برای معادله (۲) در جدول ۳ آورده شده است.

جدول۳. نتایج آزمون‌های تشخیص باقی‌مانده‌ها و آزمون باقی‌مانده‌های کمکی مدل STSM برای معادله(۱۵)

آزمون تشخیص باقی‌مانده‌ها			
H(۸)=۰٫۸۳۱	r(۹)=۰٫۰۰۱	r(۱)= -۰٫۲۴۸	Q(۹,۳)=۵٫۱۷۹

آزمون باقی مانده‌های کمکی				
	Std.error	Skewness	Kurtosis	Bowman-Shenton
کل رگرسیون	۰٫۹۷۷	(۰٫۷۳۱)	(۰٫۶۰۰)	(۰٫۸۲۱)
سطح	۰٫۹۵۷	(۰٫۹۰۵)	(۰٫۲۳۹)	(۰٫۴۹۶)
شیب	۱٫۲۳۴	(۰٫۸۴۵)	(۰٫۱۴۵)	(۰٫۳۳۹)
جزء نامنظم	۰٫۹۸۳	(۰٫۷۱۴)	(۰٫۹۰۱)	(۰٫۹۲۸)

توضیح: اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده‌ی سطح احتمال است.

مأخذ: محاسبه پژوهش

با توجه به سطح احتمال آماره باون_ شنتون[1]، فرضیه صفر که بیانگر عدم نرمال بودن باقی‌مانده‌ها است، رد می‌شود. آماره H(۸)=۰٫۸۳۱ با توزیع F(۸،۸) است بیانگر عدم ناهمسانی‌واریانس اجزاء اخلال می‌باشد. r(۱) و r(۹) به ترتیب ضرایب خودهمبستگی سریالی وقفه‌های اول و نهم است و دارای توزیع نرمال N (۸,۱/T) است و Q(۳،۹)، آماره باکس الجانگ[2] است که بر پایه خودهمبستگی اولین نه باقی‌مانده است و توزیع $\chi^2_{(3)}$ دارد و لذا فرضیه صفر مبنی بر عدم خود همبستگی سریالی رد نمی‌شود. آزمون‌های تشخیص نشان می‌دهند که اجزای باقی‌مانده‌ها از هیچ الگوی سیستماتیک

[1]. Bowman - shenton

[2]. Box - Ljung

پیروی نمی‌کنند و دارای روند کاملاً تصادفی هستند و هیچ‌گونه خودهمبستگی و خودهمبستگی سریالی در باقی‌مانده‌ها وجود ندارد.

با توجه به جدول ۴ مشاهده می‌شود که علامت متغیرهای توضیحی معادله (۳) موافق با مبانی نظری و در سطح ۹۹ درصد اطمینان، بامعنی هستند. لگاریتم بخشی از تولید واقعی که در سرمایه فیزیکی سرمایه‌گذاری شده است، $Ln(s_k)$، اثر مثبت و معنادار و لگاریتم مجموع نرخ رشد نیروی‌کار و نرخ رشد فناوری و نرخ استهلاک، $Ln(n+g+\delta)$، اثر منفی و معناداری و لگاریتم آموزش مردان در رشته‌های دانشگاهی STEM، $Ln(em)$، اثر مثبت و معنادار و لگاریتم شاخص نابرابری جنسیتی در آموزش این رشته‌های دانشگاهی، $(\ln(em) - \ln(ef))$ اثر منفی و معناداری بر لگاریتم تولید ناخالص داخلی حقیقی سرانه اقتصاد ایران در سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۹ داشته است. ضریب برآوردی متغیر $(\ln(em) - \ln(ef))$ دلالت دارد که با افزایش یک درصد نابرابری جنسیتی در آموزش این رشته‌های دانشگاهی، تولید سرانه داخلی اقتصاد ایران به طور متوسط در این سال‌ها ۰,۱۳ درصد کاهش یافته است و ضریب برآوردی $Ln(em)$ دلالت دارد با افزایش یک درصد ثبت‌نام مردان در این رشته‌های دانشگاهی، تولید سرانه داخلی اقتصاد ایران به طور متوسط در این سال‌ها ۰,۰۸ درصد افزایش یافته است.

جدول۴. نتایج حاصل از برآورد اثر لگاریتم نابرابری جنسیتی در رشته‌های دانشگاهی STEM و آموزش مردان (معادله(۳)) بر لگاریتم تولید سرانه اقتصاد ایران با استفاده از روش STSM

متغیرهای توضیحی	ضرایب برآورد شده	RMSE	آمارهt
$Ln(s_k)$	۰,۰۷۳	۰,۰۲۲	۳,۲۸۳ (۰,۰۰۳)
$Ln(n+g+\delta)$	-۰,۰۵۵	۰,۰۰۵	-۹,۴۲۰ (۰,۰۰۰)
$(\ln(em) - \ln(ef))$	-۰,۱۳۷	۰,۰۲۰	-۶,۶۷۶ (۰,۰۰۰)
$Ln(em)$	۰,۰۸۰	۰,۰۱۹	۴,۲۳۵ (۰,۰۰۰)
تحلیل بردار حالت در دوره ۱۳۹۶			
سطح	۱۷,۵۹۵ (۰,۰۰۰)		
شیب	-۰,۰۶۱ (۰,۰۰۰)		
ابر پارامترها		معیار خوبی برازش	
سطح	۰,۰۰۰	p.e.v	۰,۰۰۰
شیب	۰,۰۰۰	R^2	۰,۹۴
جزء نامنظم	۰,۰۰۰	DW	۲,۴۴
ماهیت روند	مدل سطح نسبی		

توضیح: اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده‌ی سطح احتمال است.

مأخذ: یافته‌های پژوهش

از آزمون‌های تشخیص باقی‌مانده‌ها و آزمون باقی-مانده‌های کمکی برای اطمینان از داشتن ویژگی‌هایی چون نرمال بودن باقی‌مانده‌ها، عدم خودهمبستگی و عدم واریانس ناهمسانی استفاده شده است.

نتایج حاصل از انجام آزمون‌های تشخیص باقی-مانده‌ها و آزمون باقی‌مانده‌های کمکی برای معادله (۳) در جدول ۵ آورده شده است.

جدول۵. نتایج آزمون‌های تشخیص باقی‌مانده‌ها و آزمون باقی‌مانده‌های کمکی مدل STSM

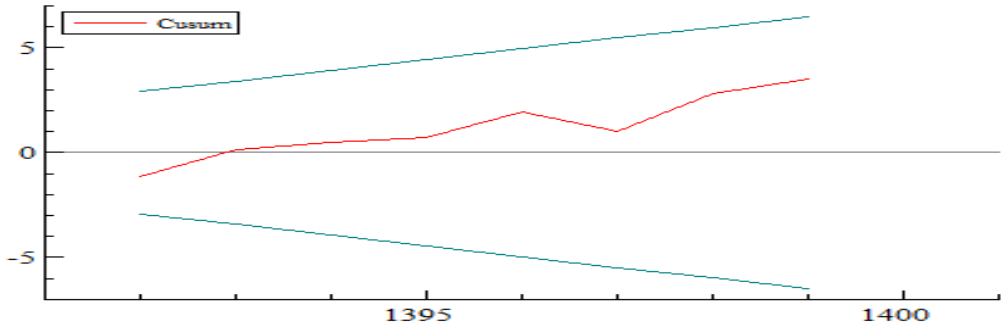
آزمون تشخیص باقی‌مانده‌ها			
H(۸)=۰٫۸۳۷	r(۹)= -۰٫۰۰۱	r(۱)= -۰٫۲۴۷	Q(۹,۳)=۵٫۱۵۱
آزمون باقی مانده‌های کمکی			
	Std.error	Skewness	Kurtosis	Bowman-Shenton
کل رگرسیون	۰٫۹۷۶	(۰٫۷۲۱)	(۰٫۵۹۲)	(۰٫۸۱۳)
سطح	۰٫۹۸	(۰٫۹۲۹)	(۰٫۲۱۷)	(۰٫۴۶۵)
شیب	۱٫۲۵	(۰٫۸۴۸)	(۰٫۱۳۶)	(۰٫۳۲۴)
جزء نامنظم	۰٫۹۸	(۰٫۶۸۷)	(۰٫۸۴۷)	(۰٫۹۰۵)

توضیح: اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده‌ی سطح احتمال است.

مأخذ: یافته‌های پژوهش

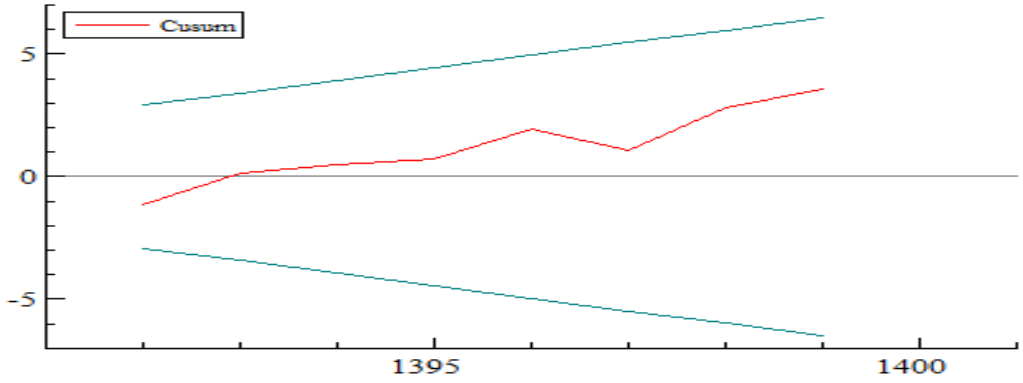
با توجه به سطح احتمال آماره باون_ شنتون، فرضیه صفر که بیانگر عدم نرمال بودن باقی‌مانده‌ها است، رد می‌شود. آماره H(۸)=۰٫۸۳۷ که با توزیع F(۸،۸) است بیانگر عدم‌ناهمسانی واریانس اجزاء اخلال می‌باشد. r(۱) و r (۹) است و دارای توزیع نرمال N(۱،۸/T) است و Q(۳،۹)، بیانگر رد نشدن فرضیه خودهمبستگی سریالی است. بنابراین با توجه به آزمون‌های تشخیص، اجزای باقی‌مانده‌ها از هیچ الگوی سیستماتیک پیروی نمی‌کنند و دارای روند کاملاً تصادفی هستند وخودهمبستگی و خودهمبستگی سریالی در باقی‌مانده‌ها وجود ندارد.

در آزمون پایداری ضرایب مدل (CUSUM)، فرضیه صفر بیانگر ثبات پارامترهای مدل می‌باشد. فاصله اطمینان در این آزمون دو خط مستقیم می-باشد که سطح اطمینان ۹۵ درصد را نشان می‌دهد. اگر نمودار آماره آزمون میان این دو خط قرار گیرد فرضیه صفر رد نمی‌شود در غیر این‌صورت فرضیه‌ی صفر رد خواهد شد. برای معادلات (۲) و (۳) به ترتیب طبق نمودارهای (۱)، (۲) مشاهده می‌شود که آماره آزمون در داخل محدوده قرارگرفته است که بیانگر ثبات ضرایب تخمین‌زده شده است.



نمودار۱. آزمون پایداری ضرایب مدل (CUSUM) برای اثر لگاریتم شاخص نابرابری جنسیتی در آموزش رشته‌های STEMو ثبت نام زنان بر لگاریتم تولید سرانه ایران (معادله(۲))

مأخذ: خروجی نرم‌افزار و محاسبه پژوهش



نمودار۲. آزمون پایداری ضرایب مدل (CUSUM) برای اثر لگاریتم شاخص نابرابری جنسیتی در آموزش رشته‌های STEMو آموزش مردان بر لگاریتم تولید سرانه اقتصاد ایران (معادله(۳))

مأخذ: خروجی نرم‌افزار و محاسبه پژوهش

۷ نتیجه‌گیری

یکی از اهداف اقتصادی جوامع امروزی، دست یافتن به رشد اقتصادی پایدار و مستمر است. ادبیات نظری رشد درون‌زا، سرمایه انسانی را به عنوان موتور محرک رشد اقتصادی و آموزش را به عنوان سنگ بنای سرمایه انسانی به شمار آورده است و در این میان آموزش در رشته‌های دانشگاهی علوم پایه، فنی و مهندسی و ریاضیات (STEM)، نقش اساسی در ارتقاء و حفظ رشد اقتصادی دارند. زیرا این رشته‌های دانشگاهی محرک‌های اصلی نوآوری فناوری هستند و نیروی‌کار در این رشته‌های دانشگاهی یک عنصر ضروری برای چرخیدن چرخ نوآوری کشورها هستند.

با وجود نابرابری جنسیتی در آموزش این رشته‌های دانشگاهی در اقتصادهای مدرن و به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، بررسی اثر نابرابری جنسیتی در این رشته‌های دانشگاهی بر رشد اقتصادی ضرورت دارد. زیرا زنان تقریباً نیمی از جمعیت جامعه هستند و نابرابری جنسیتی در آموزش این رشته‌های دانشگاهی، تخصیص سرمایه انسانی را نابهینه می‌نماید و رشد اقتصادی را می‌تواند کاهش دهد. بر این اساس، این پژوهش تلاش کرده است با استفاده از داده‌های سال‌های ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۹ اقتصاد ایران و مدل نولز و همکاران (۲۰۰۲) و الگوی رگرسیون سری زمانی ساختاری به بررسی اثر نابرابری جنسیتی در آموزش رشته‌های دانشگاهی

علوم پایه، فنی و مهندسی و ریاضیات (STEM)، بر رشد اقتصاد بپردازد.

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد در دوره‌ی مورد بررسی، اثر ثبت‌نام زنان در رشته‌های دانشگاهی علوم پایه، فنی و مهندسی و ریاضیات (STEM)، بر رشد اقتصادی بیشتر از اثر ثبت‌نام مردان در این رشته‌های دانشگاهی بوده است و نابرابری جنسیتی در آموزش این رشته‌های دانشگاهی، اثر منفی و معناداری بر تولید ناخالص داخلی حقیقی سرانه اقتصاد ایران داشته است که مطابق است با مبانی نظری و پژوهش تجربی کلاسن (۱۹۹ و ۲۰۰۲ و ۲۰۰۶) در اثر منفی نابرابری جنسیتی در آموزش بر رشد اقتصادی و مطابق است با مبانی نظری اتکینسون و مایو (۲۰۱۰) که رشته‌های دانشگاهی علوم پایه، فنی و مهندسی و ریاضیات (STEM) سوخت لازم برای نیروی اقتصاد تکنولوژی-محور را فراهم می‌کنند و بدون داشتن کمیت مناسب و با کیفیت شهروندان آموزش‌دیده در این رشته‌های دانشگاهی، نوآوری در اقتصاد و هم‌چنین فرصت‌های اقتصادی برای همگان متزلزل خواهد شد و با توجه به ثبات ضرایب انتظار می‌رود تأثیر این متغیرها بر رشد اقتصاد ایران همچنان ادامه داشته باشد. از این‌رو انتظار می‌رود با اتخاذ سیاست‌های مناسب در بازار کار و در نهاد آموزش عالی با هدف رفع نابرابری جنسیتی، با کاهش نابرابری جنسیتی در آموزش این رشته‌های دانشگاهی رشد اقتصاد ایران افزایش یابد. این پژوهش به دو سوال اساسی پاسخ داده است. اولا نابرابری جنسیتی در آموزش رشته‌های دانشگاهی علوم پایه، فنی و مهندسی و ریاضیات (STEM) در ایران در دوره مورد بررسی به غیر از سال ۱۳۸۶ به نفع مردان بوده است و ثانیا نابرابری جنسیتی در آموزش این رشته‌های دانشگاهی، رشد اقتصاد ایران را کاهش داده است و توصیه سیاستی این پژوهش ضرورت اتخاذ سیاست‌هایی به منظور کاهش نابرابری جنسیتی در آموزش این رشته‌های دانشگاهی برای افزایش رشد اقتصاد ایران می‌باشد.

منابع

Aldrich, M., & Hall, P. (1980). American Association for the Advancement of Science. *Office of Opportunities in Science (1980) Programs in Science, Mathematics, and Engineering for Women in the United States: 1966–1978*.

Ali, A., & Ahmad, I. (2019). Nexus between gender inequality in education and economic growth in pakistan. *Journal of Social Sciences and Humanities*, 58(2), 49-70.

Amadeh H, Mehregan N, Haghani M, & Haddad M. (2014). Estimation of Electricity demand structural model in the agricultural sector using Underlying Trend concept and Kalman filter algorithm. QEER, ,10 (42),109-134, (in Persian).

Amadeh, H., Mehregan, N., Haghani, M., & Hadad, M. (2013). Estimation of Gas oil Demand Function in Iranian Agriculture Sector Using Structural Time Series Approach. *Economics Research*, 13(51), 53-80, (in Persian).

Amirmoini, M. Mohammadi, T. & Khorsandi, M. (2014). Modeling electricity demand in the industrial sector in Iran: A structural time series model. *Economic Modeling Research*, 5(18), 87-117, (in Persian).

Anaekwe, U. G., & Ofordum, C. M. (2021). *Impact Of Science, Technology, Engineering and* Mathematics (STEM) On Economic Growth and Development in Anambra State, Nigeria. *In Conference*, 2(1), 29-37.

Assoumou-Ella, G. (2019). Gender Inequality in Education and per capita GDP: the case of CEMAC Countries. *Economics Bulletin*, 39(2), 1154-1162.

Atkinson, R. D., & Mayo, M. J. (2010). Refueling the US innovation economy: Fresh approaches to science, technology, engineering and mathematics (STEM) education. *The Information Technology & Innovation Foundation*,

https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED521735.pdf

Baliamoune-Lutz, M., & McGillivray, M. (2015). The impact of gender inequality in education on income in Africa and the Middle East. *Economic Modelling*, 47, 1-11.

Bastarrica, M. C., Hitschfeld, N., Samary, M. M., & Simmonds, J. (2018). Affirmative action for attracting women to STEM in Chile. *In Proceedings of the 1st International Workshop on Gender Equality in Software Engineering*, 45-48.

Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30.

Chaudhry, I. S. (2007). Gender inequality in Education and economic Growth: Case study of Pakistan. *Pakistan Horizon*, 60(4), 81-91.

Chitnis, M. (2005). Estimating price elasticity of gasoline demand using structural time series model and implied trend concept. *The Economic Research (Sustainable Growth and Development)*, 5 (3), 1-16, (in Persian).

Croak, Mallory, (2018). The Effects of STEM Education on Economic Growth. *Honors Theses*. 1705.

Crowley, M. F. (1977). Women and minorities in science and engineering. *National Science Foundation*.

Dilaver, Z., & Hunt, L. C. (2011). Industrial electricity demand for Turkey: a structural time series analysis. *Energy Economics*, 33(3), 426-436.

Ezeh, K. (2020). Gender inequality in education and economic growth. *Master Thesis in Economics*.30.

García-Peñalvo, F. J., Bello, A., Dominguez, A., & Romero Chacón, R. M. (2019). Gender balance actions, policies and strategies for STEM: Results from a world café conversation. *Education in the Knowledge Society*, 20, 31–41.

Goldman, R. D., & Hewitt, B. N. (1976). The Scholastic Aptitude Test" explains" why college men major in science more often than college women. *Journal of Counseling Psychology*, 23, 50.

Goy, S. C., Wong, Y. L., Low, W. Y., Noor, S. N. M., Fazli-Khalaf, Z., Onyeneho, N., & GinikaUzoigwe, A. (2018). Swimming against the tide in STEM education and gender equality: a problem of recruitment or retention in Malaysia. *Studies in Higher Education*, 43(11), 1793-1809.

Gujarati, Damodar (2002). Basics of econometrics. Translation: Abrishmi, H. *Tehran University Press*, the first volume, third edition, (in Persian).

Heikkinen, M., Pihkala, S., Pääsky, L., & Harmoinen, S. (2020). Intersectional gender-responsibility in STEM: Co-creating sustainable arctic knowledge production. In: Heininen, L., Exner-Pirot, H., Barnes, J. (Eds.), Arctic Yearbook 2020. Akureyri, Iceland: Arctic portal (pp. 175–188). https://arcticyearbook.com/images/yearbook/2020/Scholarly-Papers/9_Heikkinen_et_al.pdf.

Harvey, A. C., & Fernandes, C. (1989). Time series models for insurance claims. *Journal of the Institute of Actuaries*, 116(3), 513-528.

Harvey, A. C., Henry, S. G. B., Peters, S., & Wren-Lewis, S. (1986). Stochastic trends in dynamic regression models: An application to the employment-output equation. *The Economic Journal*, 96(384), 975-985.

Headey, D. D., & Hodge, A. (2009). The effect of population growth on economic growth: A meta-regression analysis of the macroeconomic literature. *Population and development review*, 35(2), 221-248.

Hossain, M. & Robinson, M. G. (2012). How to motivate US students to pursue STEM (science, technology, engineering and mathematics) careers. *US-China Education Review*, A (4) 442-451. https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED533548.pdf

Iranzo, S., & Peri, G. (2009). Schooling externalities, technology, and productivity: Theory and evidence from US states. *The Review of Economics and Statistics*, 91(2), 420-431.

Karimi Moghari, Z, Zobeiri, H & Nadami, Y. (2013). Impact of Real Exchange Rate Changes on Value Added of Manufacturing Subsectors in Iran. *Journal of Economic Research*, 49(2), 363-383, (in Persian).

Karoui, K., & Feki, R. (2018). The impacts of gender inequality in education on economic growth in Tunisia: an empirical analysis. *Quality & Quantity*, 52(3), 1265-1273.

Kennedy, T. J., & Odell, M. R. L. (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International*, 25(3), 246-258.

Klasen, S. (2002). Low schooling for girls, slower growth for all? Cross country evidence on the effect of gender inequality in education on economic development. *The World Bank Economic Review*, 16(3), 345-373.

Klasen, S. (2018). The impact of gender inequality on economic performance in developing countries. *Annual Review of Resource Economics*, 10, 279-298.

Klasen, S., & Lamanna, F. (2003). The impact of gender inequality in education and employment on economic growth in

the Middle East and North Africa. *World Bank*.

Klasen, S., & Lamanna, F. (2009). The impact of gender inequality in education and employment on economic growth: new evidence for a panel of countries. *Feminist economics*, 15(3), 91-132.

Knowles, S., Lorgelly, P. K., & Owen, P. D. (2002). Are educational gender gaps a brake on economic development? Some cross-country empirical evidence. *Oxford economic papers*, 54(1), 118-149.

Lawanson, O. I., & Umar, D. I. (2019). Gender inequality and its implication for inclusive growth in Nigeria from 1980 to 2018. *Asian Economic and Financial Review*, 9 (7), 789-806.

-Mankiw, N. G., Romer, D., & Weil, D. N. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *The quarterly journal of economics*, 107(2), 407-437.

Minasyan, A., Zenker, J., Klasen, S., & Vollmer, S. (2019). Educational gender gaps and economic growth: A systematic review and meta-regression analysis. *World Development*, 122, 199-217.

Nikpei Tabari, A & Elmi, Z. M. (2014). The Effect of Gender Discrimination in Education on Economic Growth in the Middle East and North Africa. *Iranian Economic Development Analyses*, 2(2), 95-120, (in Persian).

Ogundari, K., & Awokuse, T. (2018). Human capital contribution to economic growth in Sub-Saharan Africa: does health status matter more than education?. *Economic Analysis and Policy*, 58, 131-140.

Osiobe, E. U. (2019). A Literature Review of Human Capital and Economic Growth. *Business and Economic Research*, 9 (4), 179-196.

Panahi, H, Salmani, B. & Al-Omran, S.A. (2015). The impact of gender inequality in education on Iran's economic growth. *Economic and Development Sociology*, 5(1), 43-61, (in Persian).

Rahmani, T. & Kaveh, S. (2014). Does Gender Inequality Hinder Economic Growth? *Journal of Economic* Research, 50(3), 616-593, (in Persian).

Riegle-Crumb, C., King, B., Grodsky, E., & Muller, C. (2012). The more things change, the more they stay the same? Prior achievement fails to explain gender inequality in entry into STEM college majors over time. *American Educational Research Journal*, 49(6), 1048-1073.

Rossi, A. S. (1965). Women in science: Why so few? *Science*, 148, 1196–1202.

https://doi.org/10.1126/science.148.3674.1196.

Rossiter, M. W. (1993). The matthew matilda effect in science. *Social Studies of Science*, 23, 325–341.

https://doi.org/10.1177/030631293023002004.

Schiebinger, L. (2021). Gendered innovations: integrating sex, gender, and intersectional analysis into science, health & medicine, engineering, and environment. *Tapuya: Latin American Science, Technology and Society* 4(1), 1–17.
https://doi.org/10.1080/25729861.2020.1867420.

Shakri, A., Mohammadi, T., Jahangar, E. & Mousavi, M. (2010). Estimation of a structural model for gasoline and diesel demand in Iran's transportation sector. *Quarterly Energy Economics Review*, 7(25), 1-31, (in Persian).

Shakri, A. (2008). Macroeconomic theories and policies. *Pars Navisa Publications*, the first volume, first edition, (in Persian).

Shirani Fakhr, Z. & Khosh Akhlaq, R. (2016). Estimating disaggregated energy demand function for industrial

subsectors of Iran in different climates (case study of textile, apparel and leather products subsector). *Journal of Iranian Energy Economics*, 5 (20), 115-185, (in Persian).

Swafford, M., & Anderson, R. (2020). Addressing the gender gap: Women's perceived barriers to pursuing STEM careers. *Journal of Research in Technical Careers*, 4, 61–74.

Thévenon, O., & Del Pero, A. S. (2015). Gender equality (f) or economic growth? Effects of reducing the gender gap in education on economic growth in OECD countries. *Annals of Economics and Statistics/Annales d'Économie et de Statistique*, (117/118), 353-377.

Unterhalter, E. (2006). Measuring gender inequality in education in South Asia. *United Nations Children's Fund*, Regional Office for South Asia.

Vaez Barzani, M. & Hatami, R. (2010). The Impact of Gender Equality in Education on Economic Growth in Developing Countries (1990-06) Simultaneous Equation Model, *Quarterly Journal of Quantitative Economics*, 7 (1), 53-73, (in Persian).

Wang,M. T., & Degol, J. (2013).Motivational pathways to STEM career choices: Using expectancy– value perspective to understand individual and gender differences in STEM fields. *Developmental Review*, 33(4), 304–340.

Yumusak, I. G., Bilen, M., & Ates, H. (2013). The impacts of gender inequality in education on economic growth in Turkey. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 103, 1093-1103.

Zhang, W. B. (2014). Gender Discrimination, Education and Economic Growth in a Generalized Uzawa-Lucas Two-Sector Model. *Timisoara Journal of Economics and Business*, 7(1), 1-34.