



Research Paper

**The Impact of Government Educational and Health Expenditures on Economic Growth in Selected Developing Countries: The Copula Functions Approach**

**Saeed Kian Poor\*<sup>1</sup> Maryam Darbidi<sup>2</sup> Reza Shamsollahi<sup>3</sup> Zinab AdienehVand<sup>4</sup>**

1 Assistant Professor, Department of Economics, Payame Noor University, Tehran, Iran.

2 PhD in Economics, Razi University of Kermanshah, Kermanshah, Iran.

3 PhD student in Economics, Razi University of Kermanshah, Kermanshah, Iran.

4 Master of Economics, University of Lorestan, Khorramabad, Iran.

**Keywords**

Government education  
spending, Government  
health spending,  
Economic growth,  
Developing countries,  
Copula functions



**ABSTRACT**

Achieving sustainable economic growth, as one of the macroeconomic policies, is of great importance for governments and economists. Today, one of the strategies for achieving desirable economic growth is to improve the education and health system in society. Therefore, the aim of this study is to examine the impact of government educational and health expenditures on economic growth in selected developing countries during the period 2008-2023 using Copula functions. The findings indicate that the impact of government educational expenditures on economic growth is negative, but not statistically significant, which indicates that changes in government educational expenditures are usually in line with a decrease in economic growth. Also, the impact of government health expenditures on economic growth is negative and significant. Therefore, in developing countries, proper management of government spending in the education and health sectors can prevent waste of resources and reduce negative impacts on economic growth.

\*Corresponding Author.

Email Addresses: [s\\_kianpoor@pnu.ac.ir](mailto:s_kianpoor@pnu.ac.ir).

Kian Poor, S., Darbidi, M., Shamsollahi, R. and AdienehVand, Z. (2025). The Impact of Government Educational and Health Expenditures on Economic Growth in Selected Developing Countries: The Copula Functions Approach. *Human Ecology*, 4(12), 1399-1419.



Doi: <https://doi.org/10.22034/he.2025.522104.1104>



## مقاله پژوهشی

### تاثیر مخارج آموزشی و بهداشتی دولت بر رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه: رها فیت توابع کاپیولا

سعید کیان پور<sup>۱\*</sup>، مریم داربیدی<sup>۲</sup>، رضا شمس الهی<sup>۳</sup>، زینب آدینه وند<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه اقتصاد، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

<sup>۲</sup> دکتری اقتصاد، دانشگاه رازی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.

<sup>۳</sup> دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشگاه رازی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران.

<sup>۴</sup> کارشناسی ارشد اقتصاد دانشگاه لرستان، خرم آباد، ایران.

## واژگان کلیدی

مخارج آموزشی، مخارج  
بهداشتی، رشد اقتصادی،  
کشورهای در حال توسعه،  
توابع کاپیولا



## چکیده

دستیابی به رشد اقتصادی پایدار، به عنوان یکی از سیاستهای اقتصاد کلان برای دولتها و اقتصاددانان از اهمیت بسیاری برخوردار است. امروزه یکی از راهکارهای رسیدن به رشد اقتصادی مطلوب ارتقاء نظام آموزش و سلامت در جامعه است. بنابراین هدف این پژوهش بررسی تاثیر مخارج آموزشی و بهداشتی دولت بر رشد اقتصادی در منتخبی از کشورهای در حال توسعه طی دوره ۲۰۰۸-۲۰۲۳ با بهره گیری از توابع کاپیولا می باشد. قابل ذکر است تحلیل ها با کد نویسی دستی در متلب و پایتون انجام شده است. یافته های به دست آمده حاکی از آن است، که تاثیر مخارج آموزشی دولت بر رشد اقتصادی منفی، ولی از نظر آماری معنادار نمی باشد، این نتیجه نشان دهنده این است که تغییرات در مخارج آموزشی دولت به طور معمول با کاهش رشد اقتصادی هم راستا هستند. همچنین تاثیر مخارج بهداشتی دولت بر رشد اقتصادی منفی و معنادار می باشد. بنابراین در کشورهای در حال توسعه، مدیریت مناسب مخارج دولتی در بخش های آموزشی و بهداشتی می تواند از هدر رفت منابع جلوگیری کند و تاثیرات منفی بر رشد اقتصادی را کاهش دهد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی

ارجاع به این مقاله: کیان پور، سعید، داربیدی، مریم، شمس الهی، رضا و آدینه وند، زینب. (۱۴۰۴). تاثیر مخارج آموزشی و بهداشتی دولت بر رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه: رها فیت توابع کاپیولا. اکولوژی انسانی، ۴(۱۲)، ۱۳۹۹-۱۴۱۹.

## ۱. مقدمه

دستیابی به رشد اقتصادی مطلوب یکی از دغدغه‌های اصلی دولت‌ها است. مخارج آموزشی و بهداشتی دولت به‌عنوان عوامل کلیدی در رشد اقتصادی شناخته می‌شوند، اما نتایج تجربی متناقض است برخی مطالعات (بارو، ۱۹۹۵) رابطه مثبت و برخی (لاندو، ۱۹۸۵) رابطه منفی گزارش کرده‌اند. این پژوهش تأثیر مخارج آموزشی و بهداشتی دولت بر رشد اقتصادی در ۲۹ کشور در حال توسعه (۲۰۰۸-۲۰۲۳) را با استفاده از روش‌های کاپیولا بررسی می‌کند. رشد اقتصادی که یکی از مهم‌ترین عوامل اقتصاد کلان برای دولت‌ها شناخته شده است و شناسایی عوامل تأثیرگذار بر رشد اقتصادی مورد توجه اقتصاددانان قرار گرفته است. مطالعات اولیه در ارتباط با رشد اقتصادی حاکی از آن است که تفاوت در نرخ رشد اقتصادی کشورها به دلیل تفاوت در عوامل پایه‌ای تولید و سطح تکنولوژی است. به طوری که از میانه سده ۱۸ میلادی مباحث مرتبط با دلایل رشد مخارج دولت بر رشد اقتصادی، در اولویت مناقشات اقتصادی قرار گرفته است (منتظری شوری کچالی و زاهدغروی، ۱۴۰۰). بررسی ارتباط بین مخارج دولت و رشد اقتصادی از دو جنبه اهمیت دارد، نخست بررسی تأثیر مخارج دولت بر رشد اقتصادی، که بر تغییر ساختاری در رشد اقتصادی تأثیرگذار است دوم، تأثیر مخارج دولت بر رشد اقتصادی، که به معیاری برای بررسی موضع سیاست هزینه‌ها و سپس سیاست‌های کلی بخش مالی تأثیرگذار می‌باشد (چاندان و موسی، ۲۰۲۴). مخارج دولت به عنوان منبع اصلی بهبود رشد اقتصادی کشورها در نظر گرفته شده است. ارو و کورز (۱۹۷۰) و بارو (۱۹۹۰) معتقد بودند مخارج دولت مولد و مکمل بهره‌وری بخش خصوصی است (ژانگ و همکاران، ۲۰۲۱). براساس مکتب کینز<sup>۵</sup> از مخارج عمومی دولت می‌توان به عنوان یک ابزار برون‌زا برای افزایش رشد اقتصادی بهره گرفت. از دیدگاه وانگر<sup>۶</sup> (۱۹۸۳) زمانی که درآمد سرانه یک کشور افزایش می‌یابد دولت هزینه‌های عمومی خود را افزایش می‌دهد (راغوپاتی و راغوپاتی، ۲۰۲۰). دوارجان و همکاران<sup>۸</sup> (۱۹۹۶)، مخارج دولت در بخش خدمات بهداشتی، آموزش و خدمات زیربنایی منجر به رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه می‌شود (ابراهیم و همکاران، ۲۰۲۱). در حالی که از دیدگاه لاندو<sup>۱۰</sup> (۱۹۸۵) از اقتصاددانان در کشورهای در حال توسعه رابطه بین مخارج دولت و رشد اقتصادی منفی است. به طوری که با افزایش مخارج دولت منجر به کاهش رشد اقتصادی می‌شود (اعظم و همکاران، ۲۰۲۳). نظریه‌های رشد معاصر (درونزا) بر اهمیت فناوری (تحقیق و توسعه) تعبیه شده در انسان به عنوان شکلی از سرمایه به نام سرمایه انسانی تأکید می‌کنند. از دیدگاه شولتز<sup>۱۲</sup> (۱۹۶۱)، سواروپ<sup>۱۳</sup> (۱۹۹۶)، لوکاس (۱۹۸۸)، و رومر<sup>۱۴</sup> (۱۹۹۰) لی و بارو<sup>۱۵</sup> (۱۹۹۷)، پاترینوس و ساخاراپولوس<sup>۱۶</sup> (۲۰۰۴) مخارج عمومی آموزش سرمایه انسانی را ارتقاء می‌دهند که در بلندمدت منجر به رشد اقتصادی می‌گردد (اونیفا و همکاران، ۲۰۲۱). از سوی دیگر کمبود امکانات بهداشتی و سطح سلامت پایین در جامعه منجر به کاهش بهره‌وری نیروی کار، رشد آهسته دانش و سرمایه انسانی ضعیف منجر به عقب ماندگی اقتصادی می‌شود. کشورهای توسعه‌یافته به دلیل سطح بالای تحصیلات و آموزش از کشورهای در حال توسعه پیشگام هستند. آموزش یک شایستگی خوب است و به عنوان محرک فرد و رفاه جامعه در نظر گرفته می‌شود. بنابراین افزایش مخارج آموزشی و بهداشتی دولت از طریق بهبود فن‌آوری جدید و توسعه ظرفیت‌های نوآور منجر به افزایش رشد اقتصادی می‌شود (ابیودون و همکاران، ۲۰۱۸).

بر اساس مطالعه هونسک<sup>۱۹</sup> (۲۰۰۷)، حداقل سه مکانیسم وجود دارد که از طریق آنها آموزش ممکن است بر رشد اقتصادی تأثیر است. یک آموزش منجر به افزایش بهره‌وری نیروی کار و در نتیجه رشد گدزی (انتقالی) به سمت سطح تعادل بالاتر تولید می‌شود (همانطور که در نظریه‌های رشد نئوکلاسیک تقویت شده، مانکیو<sup>۲۰</sup>، رومر و ویل<sup>۲۱</sup> (۱۹۹۲). دوم، آموزش ممکن است ظرفیت نوآورانه اقتصاد را افزایش دهد، و دانش جدید مربوط به فن‌آوری‌های نوین، محصولات و فرآیندهایی که رشد را ترویج می‌دهد (مانند تئوری‌های رشد درون‌زا توسط لوکاس

1 Chandan &amp; Musa

2 Aro &amp; Corz

3 Baro

4 Zhang et al.

5 Keynes

6 Wanger

7 Raghupathi &amp; Raghupati

8 Dwarjan et al

9 Ibrahim

10 Lando

11 Azam et al.

12 Shultz

13 Suraup

14 Lucas &amp; Romer

15 Lee &amp; Baro

16 Patrios &amp; Sakharopoulos

17 Onifade et al.

18 Abidun et al.

19 Hunske

20 Mankio

21 Romer &amp; Wil

(۱۹۸۸)، رومر (۱۹۹۰)، آگیون<sup>۱</sup> (۱۹۹۸). سه، آموزش ممکن است انتشار و انتقال دانش مورد نیاز برای درک و پردازش اطلاعات جدید و اجرای موفقیت‌آمیز فناوری‌های جدید ابداع شده توسط دیگران را تسهیل کند (ایبودن و همکاران، ۲۰۱۸). از سوی دیگر مخارج بهداشتی دولت، سلامت نیروی کار را افزایش داده و افراد سالم‌تر، دارای توانایی روانی و جسمی بالاتری را وارد فرآیند تولید نموده و باعث افزایش بهره‌وری و رشد اقتصادی می‌شود. افزایش مخارج بهداشتی دولت، سلامت نیروی کار را از طریق کاهش هزینه‌های درمان باعث افزایش ظرفیت تولید شده و رشد اقتصادی را افزایش می‌دهد (اسدی و همکاران، ۱۳۹۷). بنابراین مخارج دولت در بخش‌های آموزش و بهداشت به دلیل تاثیرهای خارجی مثبت می‌تواند باعث بهبود رشد اقتصادی شود. از سوی دیگر مطالعات تجربی نشان می‌دهد که مخارج دولت در بخش آموزش و بهداشت باعث کاهش رشد اقتصادی شده است. بنابراین در رابطه با تاثیر مخارج آموزشی و بهداشتی دولت بر رشد اقتصادی نمی‌توان به مطالعات تجربی در جهت سیاست‌گذاری اتکا نمود. بنابراین بهترین روش در پاسخگویی به تناقضات تجربی، بررسی تاثیر مخارج آموزشی و بهداشتی دولت بر رشد اقتصادی در هر کشوری می‌باشد. بنابراین هدف از انجام این پژوهش بررسی تاثیر مخارج آموزشی و بهداشتی دولت در کشورهای در حال توسعه طی دوره ۲۰۲۳-۲۰۰۸ می‌باشد. مطالعات پیشین اغلب از روش‌های خطی (مانند رگرسیون) برای بررسی رابطه مخارج دولت و رشد اقتصادی استفاده کرده‌اند، که قادر به مدل‌سازی وابستگی‌های غیرخطی و دمی نیست (شکاف آشکار). همچنین، کمبود مطالعات جامع در کشورهای در حال توسعه با تمرکز بر هر دو نوع مخارج آموزشی و بهداشتی وجود دارد (شکاف آشکار). از سوی دیگر، عدم توجه به وابستگی‌های دمی غیرخطی بین متغیرها (مانند تاثیرات شدید در شرایط بحرانی اقتصادی) یک شکاف پنهان است که این پژوهش با استفاده از ۲۵ مدل کاپیولا آن را پر می‌کند. نوآوری این مطالعه در کدنویسی دستی ۲۵ مدل کاپیولا برای مدل‌سازی وابستگی‌های دمی غیرخطی است که در مقایسه با روش‌های سنتی، دقت بالاتری در تحلیل روابط پیچیده فراهم می‌کند.

سازماندهی مقاله این گونه است: در بخش دوم ادبیات موضوع در خصوص تاثیر مخارج آموزشی و بهداشتی دولت بر رشد اقتصادی ارائه می‌شود. و سپس به مروری بر مطالعات تجربی داخلی و خارجی پرداخته می‌شود. بخش سوم به توصیف متغیرها و روش‌شناسی اختصاص یافته است. در بخش چهارم نتایج برآورد مدل تجربی ارائه می‌شود. بخش پایانی بحث، نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی اختصاص یافته است.

## ۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

**مخارج آموزشی:** شامل هزینه‌هایی است که بابت آن منابع مالی تخصیص یافته و بهای عوامل آموزشی بکار رفته می‌شود. مخارج آموزشی شامل مخارج شخصی آموزش و مخارج عمومی آموزش است. تصمیم‌گیری‌های آموزشی و حضور افراد در فرآیند آموزش در بردارنده هزینه است. این هزینه‌ها به صورت مستقیم از منابع مالی افراد پرداخت می‌شود که شامل مخارج آموزشی است. مثل پرداخت شهریه، خرید کتاب درسی و کمک درسی، خرید نوشت افزار، هزینه رفت و آمد و... مخارج عمومی آموزش شامل مخارجی است که در فرآیند آموزش توسط دولت برای ارائه خدمات آموزشی به افراد جامعه پرداخت می‌شود. مخارج عمومی آموزش شامل مخارج جاری و مخارج عمرانی است. مخارج جاری آموزش، شامل مخارجی است که برای تولید خدمات آموزشی به صورت دائمی و ثابت پرداخت می‌شود. مثل حقوق و دستمزد پرداختی به کارکنان آموزشی، اجاره‌بهای واحد آموزشی، هزینه‌های پرداخت آبها، برق، گاز، تلفن و اینترنت در واحدهای آموزشی، خرید وسایل آموزشی و... مخارج عمرانی آموزش، شامل بخشی از مخارج عمومی آموزش است که ماهیت جاری ندارند و برای تاسیس واحدهای آموزشی پرداخت می‌شوند. مزیت اصلی مخارج عمرانی آموزش این است که بعد از تاسیس واحدهای آموزشی به دفعات می‌توان از خدمات آن بهره‌مند شد. مثال مخارجی که برای تاسیس واحدهای آموزشی، خرید تجهیزات سخت افزاری (رایانه، چاپگر و...) پرداخت می‌شود (شمس‌اللهی، ۱۳۹۹).

## مخارج بهداشتی:

مخارج بهداشتی دولت، به تمام هزینه‌هایی اشاره دارد که دولت یک کشور برای تأمین و بهبود سلامت و بهداشت شهروندانش انجام می‌دهد. این شامل طیف گسترده‌ای از فعالیت‌ها و خدمات می‌شود که از پیشگیری بیماری‌ها گرفته تا درمان و توانبخشی را در بر می‌گیرد. خدمات بهداشتی درمانی عمومی: این بخش شامل هزینه‌های بیمارستان‌های دولتی، کلینیک‌ها و مراکز بهداشتی درمانی می‌شود. فکر کنید به هزینه‌هایی که دولت برای حقوق و دستمزد پزشکان، پرستاران و سایر کارکنان درمانی، خرید تجهیزات پزشکی، داروها و نگهداری از این مراکز می‌پردازد. این‌ها اسکلت اصلی نظام سلامت هر کشوری هستند.

## تاثیر مخارج آموزشی دولت بر رشد اقتصادی:

تشکیل سرمایه انسانی مستلزم صرف هزینه در آموزش است. از دیدگاه شولتز (۱۹۶۱)، سواروپ (۱۹۹۶)، لوکاس (۱۹۸۸)، ورومر (۱۹۹۰) لی و بارو<sup>۱</sup> (۱۹۹۷)، پاترینوس و ساخارپولوس (۲۰۰۴) مخارج عمومی آموزش سرمایه انسانی را ارتقاء می‌دهند که در بلندمدت منجر به رشد اقتصادی می‌شود. بهره‌وری کم نیروی کار، رشد آهسته دانش و سرمایه انسانی ضعیف منجر به عقب ماندگی اقتصادی می‌شود. کشورهای توسعه‌یافته به دلیل سطح بالای تحصیلات و آموزش از کشورهای در حال توسعه پیشگام هستند. آموزش یک شایستگی خوب است و به عنوان محرک فرد و رفاه جامعه در نظر گرفته می‌شود. بنابراین مخارج آموزشی دولت منجر به بهبود فن‌آوری جدید و توسعه ظرفیت‌های نوآور منجر به افزایش رشد اقتصادی می‌شود (تونگ و هوآنگ<sup>۲</sup>، ۲۰۲۴).

رویکردهای متعددی برای رابطه بین آموزش، مخارج آموزشی و رشد اقتصادی در ادبیات اقتصادی وجود دارد. از این میان در رویکرد نئوکلاسیک رشد اقتصادی با عامل سرمایه انسانی بیان می‌شود و نقش سرمایه انسانی در روند تفاوت درآمد بین کشورها نمایان می‌شود (چاندان و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۲۴). هدف اصلی نئوکلاسیک‌ها تبیین منشأ تفاوت‌های رشد در کشورهای مختلف و در زمان‌های مختلف است. رویکرد نئوکلاسیک‌ها در مدل ابزاری برای تخمین ثابت روندهای رشد بلندمدت است. اگرچه مدل رشد نئوکلاسیک‌ها که در اواسط قرن بیستم توسعه یافت و سنگ بنای تحلیل اقتصادی است، اما در تمایز اثرات سرمایه انسانی و فیزیکی به اندازه کافی موفق نبوده است (نگو و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۲۲). با توسعه درون‌زای فن‌آوری بسته به انباشت سرمایه انسانی، تئوری رشد جدید با پذیرش درآمد بر اساس مقیاس، محدودیت‌ها را در مدل رشد نئوکلاسیک کاهش داد. در مدل‌های رشد درون‌زای جدید، منابع انسانی در فرآیند رشد نقش اساسی دارد (لی و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۲۴). در یکی از مطالعات مقدماتی در ادبیات آموزش و رشد اقتصادی، بارو و مارتین<sup>۶</sup> (۱۹۹۵) وجود رابطه مثبت قوی بین آموزش و رشد اقتصادی را بیان کرد. بارو و مارتین (۱۹۹۵) بیان کردند که دسترسی به متغیر تحصیلات، که با میانگین زمان در دبیرستان و دانشگاه اندازه‌گیری می‌شود، تمایل به نشان دادن رابطه معناداری با رشد اقتصادی دارد (لوپو و نوتا<sup>۷</sup>، ۲۰۲۳). علیرغم مطالعات متعددی که رابطه بین تحصیلات و رشد اقتصادی را بیان می‌کند، برخی از مطالعات نشان داده‌اند که بین این دو متغیر رابطه معناداری وجود ندارد. گریش<sup>۸</sup> تاکید می‌کند که هیچ رابطه‌ای بین تحصیلات و رشد اقتصادی وجود ندارد. هیرش و سولیس<sup>۹</sup> به این نتیجه رسیدند که ثروت و انباشت سرمایه انسانی عامل مهمی برای رشد اقتصادی است. بر این اساس اشاره می‌شود که سرمایه انسانی تأثیر مهم و مثبتی بر رشد بخش‌هایی دارد که سرمایه انسانی در آنها به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد (زمان و همکاران<sup>۱۰</sup>، ۲۰۲۱). رابطه بین سرمایه انسانی و درآمد سرانه با توجه به سطوح تحصیلات تغییر می‌کند. به عنوان مثال، در حالی که علیت دو طرفه در سطح مدرسه ابتدایی وجود داشت، یک علیت یک طرفه از سرمایه انسانی به درآمد سرانه وجود داشت. با این حال، تلات و ترزی<sup>۱۱</sup> (۲۰۱۰) تعیین کردند که یک علیت مثبت یک طرفه از درآمد سرانه به تعداد فارغ‌التحصیلان آموزش عالی وجود دارد (پوکا و همکاران<sup>۱۲</sup>، ۲۰۲۲). بنابراین برآورد می‌شود که افزایش درآمد سرانه ممکن است منجر به افزایش تعداد فارغ‌التحصیلان آموزش عالی شود. شیمسک و کادیلار<sup>۱۳</sup> (۲۰۱۰) در مطالعه خود با حمایت از نظریه رشد درونزا بیان کردند که انباشت سرمایه انسانی از رشد اقتصادی بلندمدت حمایت می‌کند، در حالی که از سوی دیگر، رشد اقتصادی انباشت سرمایه انسانی را افزایش می‌دهد. چالیشکان و همکاران<sup>۱۴</sup> (۲۰۱۳) در مطالعات خود در مورد رابطه بین آموزش و رشد اقتصادی دریافتند که بین تعداد دانشجویان در مقاطع تحصیلی عالی و بالاتر و تولید ناخالص داخلی رابطه مثبتی وجود دارد (لی و تران<sup>۱۵</sup>، ۲۰۲۱).

- 1 Lee & Baro
- 2 Toung & Huang
- 3 Chandan et al.
4. Ngo et al.
- 5 Le et al.
- 6 Baro & Martin
- 7 Lopo & Nota
- 8 Girlish
- 9 Harsh & Soles
- 10 Zaman et al.
- 11 Talat & Terse
- 12 Poka
- 13 Shimesk & Kadelaz
- 14 Karabachek & Michibek
15. Le & Tran

## تأثیر مخارج بهداشتی دولت بر رشد اقتصادی:

سلامت مهم‌ترین سرمایه انسانی و ضعف در آن عامل مهمی در کاهش توانایی نیروی کار و رشد اقتصادی است. افزایش مخارج بهداشتی دولت به عنوان سرمایه‌گذاری برای انباشت سرمایه انسانی تلقی می‌شود. مخارج بهداشتی دولت در صورتی که منجر به افزایش سطح سلامت افراد جامعه شود، می‌تواند از طریق بهبود نیروی کار منجر به افزایش رشد اقتصادی شود. سلامت از طریق بهبود بهره‌وری، مهارت، پس‌انداز قابل دسترس برای سرمایه‌گذاری در سرمایه فیزیکی و عرضه نیروی کار بالاتر بر رشد اقتصادی به صورت مستقیم و غیرمستقیم تأثیرگذار باشد. هر چه نیروی کار از سلامت بالاتری برخوردار باشد می‌تواند به صورت مستقیم بر رشد اقتصادی تأثیرگذار باشد. نیروی انسانی سالم از طریق کسب مهارت‌های بیشتر به طور غیرمستقیم بر رشد اقتصادی تأثیرگذار است. همچنین با افزایش شاخص‌های سلامت در جامعه و کاهش نرخ مرگ و میر و افزایش امید به زندگی منجر به افزایش پس‌انداز در جامعه شده که این روند به طور غیرمستقیم بر رشد اقتصادی موثر است. همچنین افزایش سلامت در جامعه منجر می‌شود که در دوره‌های بعدی منابع مالی کمتری در بخش بهداشت اختصاص یابد و این منابع در سایر بخش‌های اقتصاد صرف شود و این عامل هم به نوبه خود به شکل غیرمستقیم بر رشد اقتصادی موثر است.

## مروری بر مطالعات تجربی:

## جدول ۱. خلاصه مطالعات تجربی انجام گرفته در داخل و خارج کشور

| محقق یا محققان                                                               | نمونه تحت بررسی                   | دوره زمانی | روش و تکنیک                    | نحوه اثرگذاری بر رشد اقتصادی                             |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>الف) مطالعاتی که اثر مخارج آموزشی دولت بر رشد اقتصادی را گزارش کردند:</b> |                                   |            |                                |                                                          |
| کالسیون <sup>۱</sup> (۱۹۹۳)                                                  | آمریکا                            | ۱۹۵۲-۱۹۹۱  | خودرگرسیون برداری              | بی‌اثر                                                   |
| بارو (۲۰۰۱)                                                                  | منتخب کشورها                      | ۱۹۹۵-۱۹۶۰  | پانل                           | بی‌اثر                                                   |
| وانگ <sup>۲</sup> (۲۰۰۵)                                                     | کانادا                            | ۱۹۶۱-۲۰۰۱  | خود رگرسیون برداری             | مثبت                                                     |
| عجم اغلو و همکاران <sup>۳</sup> (۲۰۰۶)                                       | کشورهای عضو سازمان همکاری اقتصادی | ۱۹۹۵-۲۰۰۲  | پانل                           | مثبت                                                     |
| بلانکا و همکاران <sup>۴</sup> (۲۰۰۷)                                         | کشورهای توسعه یافته               | ۱۹۶۰-۲۰۰۰  | پانل                           | مثبت                                                     |
| ترابلسی <sup>۵</sup> (۲۰۱۸)                                                  | کشورهای در حال توسعه              | ۱۹۸۵-۲۰۱۳  | رگرسیون ساختاری                | مثبت                                                     |
| کومان و همکاران (۲۰۲۲)                                                       | اروپای شرقی                       | ۱۹۹۰-۲۰۲۲  | خود رگرسیون با وقفه‌های توزیعی | مثبت                                                     |
| لویو و نوتا (۲۰۲۳)                                                           | اروپای مرکزی و شرقی               | ۱۹۷۰-۲۰۱۹  | خود رگرسیون با وقفه‌های توزیعی | مثبت و منفی                                              |
| اکبریان و فام‌کار (۱۳۸۶)                                                     | ایران                             | ۱۳۵۳-۱۳۸۴  | حداقل مربعات دو مرحله‌ای       | منفی                                                     |
| جنتی مشکانی و همکاران (۱۳۹۰)                                                 | ایران                             | ۱۳۸۰       | ماتریس حسابداری                | مثبت                                                     |
| آرامش و هاتفی (۱۳۹۹)                                                         | ایران                             |            | رگرسیون انتقال ملایم           | منفی                                                     |
| <b>ب) مطالعاتی که مخارج بهداشتی دولت بر رشد اقتصادی را گزارش کرده‌اند:</b>   |                                   |            |                                |                                                          |
| محقق یا محققان                                                               | نمونه تحت بررسی                   | دوره زمانی | روش و تکنیک                    | نحوه اثرگذاری                                            |
| زیدی و سعیدی <sup>۶</sup> (۲۰۱۸)                                             | کشورهای آفریقایی                  | ۱۹۹۰-۲۰۱۵  | خود رگرسیون با وقفه‌های توزیعی | مثبت                                                     |
| خان و همکاران <sup>۷</sup> (۲۰۲۰)                                            | آمریکا                            | ۲۰۰۳-۲۰۱۴  | پانل                           | همبستگی مثبت                                             |
| اودیامبو <sup>۸</sup> (۲۰۲۱)                                                 | کشورهای آفریقایی                  | ۲۰۰۸-۲۰۱۷  | پانل                           | علیت یک طرفه از مخارج بهداشتی به رشد اقتصادی برقرار است  |
| اسن و همکاران (۲۰۲۱) <sup>۹</sup>                                            | ترکیه                             | ۱۹۷۵-۲۰۱۸  | علیت گرنجر                     | علیت یک طرفه از مخارج بهداشتی به رشد اقتصادی برقرار است. |
| قهاجا <sup>۱۰</sup> (۲۰۲۳)                                                   | کشورهای بالکان                    | ۲۰۰۰-۲۰۲۰  | پانل                           | مثبت                                                     |

<sup>1</sup> Kaselon<sup>2</sup> Wang<sup>3</sup> Ajamoghlo et al<sup>4</sup> Balakka et al<sup>5</sup> Trabelsi<sup>6</sup> Zidi & Saeedi<sup>7</sup> Khan et al.<sup>8</sup> Odiombo<sup>9</sup> Ansen et al.<sup>10</sup> Ghahaja

|                                      |                           |           |                          |                |
|--------------------------------------|---------------------------|-----------|--------------------------|----------------|
| ستی و همکاران <sup>۱</sup><br>(۲۰۲۳) | کشورهای جنوب شرقی<br>آسیا | ۱۹۹۶-۲۰۱۸ | حداقل مربعات معمولی      | علیت دو طرفه   |
| خانزادی و همکاران<br>(۱۳۹۶)          | استانهای ایران            | ۱۳۸۴-۱۳۹۴ | پانل                     | مثبت و معنادار |
| اسدی و همکاران<br>(۱۳۹۷)             | منطقه منا                 | ۱۹۹۵-۲۰۱۴ | حداقل مربعات دو مرحله‌ای | ارتباط متقابل  |
| احمدی و همکاران<br>(۱۴۰۱)            | ایران                     | ۱۳۵۰-۱۳۹۸ | رگرسیون آستانه‌ای        | اثر منفی       |
| شمس‌اللهی (۱۴۰۱)                     | ایران                     | ۱۳۵۸-۱۳۹۹ | مارکوف-سوئچینگ           | مثبت و معنادار |
| عارفی و همکاران<br>(۱۴۰۲)            | ایران                     | ۱۳۶۵-۱۳۹۹ | حداقل مربعات تعمیم یافته | مثبت           |

ماخذ: گردآوری محققین

مخارج آموزشی سرمایه انسانی را ارتقا می‌دهد (شولتز، ۱۹۶۱؛ لوکاس، ۱۹۸۸). مخارج بهداشتی نیز بهره‌وری نیروی کار را افزایش می‌دهد (اسدی و همکاران، ۱۳۹۷). مطالعات (بارو، ۱۹۹۵) رابطه مثبت و برخی (لاندو، ۱۹۸۵) رابطه منفی گزارش کرده‌اند. با این حال، مطالعات کمی از روش‌های کاپیولا برای مدل‌سازی وابستگی‌های غیرخطی استفاده کرده‌اند، که این پژوهش آن را پوشش می‌دهد.

### ۳. مواد و روش‌ها

#### ۳-۱. روش پژوهش

داده‌ها از بانک جهانی برای ۲۹ کشور در حال توسعه طی دوره ۲۰۰۸-۲۰۲۳ استخراج شده است. روش کاپیولا (اسکلار، ۱۹۵۹) برای مدل‌سازی وابستگی‌های دمی استفاده شد. نوآوری این پژوهش در کدنویسی دستی ۲۵ مدل کاپیولا (کلایتون، فرانک، گامبل و غیره) در متلب و پایتون است که وابستگی‌های غیرخطی بین متغیرها را با دقت تخمین زده است. در این پژوهش برای ارزیابی تاثیر مخارج آموزشی و بهداشتی دولت بر رشد اقتصادی در منتخبی از کشورهای در حال توسعه (الجزایر، آنگولا، بحرین، برزیل، چین، شیلی، کاستاریکا، کوبا، اکوادور، مصر، گابن، هند، ایران، عراق، اردن، کویت، لبنان، لیبی، مکزیک، نیجریه، عمان، پاکستان، قطر، عربستان، سنگال، ترکیه، امارات، ونزوئلا و اروگوئه) با بهره‌گیری از مطالعات کومان و همکاران (۲۰۲۲) رابطه (۱) به عنوان الگوی این پژوهش معرفی می‌شود.

$$Gdp_{it} = B_0 + Ge_{it} + Gh_{it} + U_{it} \quad (1)$$

بر اساس رابطه (۱)

$Gdp$  = درصد تغییرات تولید ناخالص داخلی (متغیر وابسته)

متغیرهای مستقل:

$Ge$  = کل مخارج آموزشی دولت (بر حسب درصدی از تولید ناخالص داخلی)

$Gh$  = مخارج بهداشتی دولت (بر حسب درصدی از تولید ناخالص داخلی)

داده‌های این پژوهش از وب‌گاه بانک جهانی استخراج و گردآوری شده است. بازه زمانی پژوهش دوره ۲۰۰۸-۲۰۲۳ در نظر گرفته شده است.

فرضیات پژوهش:

فرضیه ۱: مخارج آموزشی دولت تاثیر منفی (یا مثبت) بر رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه دارد.

فرضیه ۲: مخارج بهداشتی دولت تاثیر منفی (یا مثبت) بر رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه دارد.

#### روش‌شناسی:

با داشتن توزیع مشترک، دستیابی به توزیع‌های حاشیه‌ای چندان مشکل نیست. اما در مورد ساختن توزیع مشترک و بررسی ویژگی‌های آن وقتی توزیع‌های حاشیه‌ای داده شده‌اند کار پیچیده‌تر است. برای ساختن توزیع‌های چند متغیره وقتی توزیع‌های حاشیه‌ای یک متغیره داده شده‌اند روش‌های گوناگونی ارائه شده است، در این پژوهش برای این حالت روشی به نام تابع کاپیولا معرفی می‌گردد. این روش برای مدل‌سازی وابستگی‌های غیرخطی بین متغیرهای رشد اقتصادی، مخارج آموزشی و بهداشتی انتخاب شد، زیرا قادر به تحلیل روابط پیچیده دمی است که در تحلیل‌های مقاله (جداول ۱-۴) استفاده شده است.

(۱) تابع مفصل:

<sup>1</sup>.Seti et al.

توابع مفصل برای اولین بار از سوی اسکالر<sup>۱</sup> (۱۹۵۹) در قضیه مربوط به توابی که توزیع‌های یک متغیره را به توزیع چند متغیره آن‌ها پیوند می‌دهد مطرح شده است. به عبارت دیگر تابع مفصل، تابع توزیع تجمعی چند متغیره است که توزیع‌های حاشیه‌ای آن به طور یکنواخت روی فاصله  $[0,1]$  توزیع شده‌اند. اکنون قضیه اسکالر را در حالت دو متغیره بررسی می‌شود.

حالت اول: قضیه اسکالر

فرض کنید  $F_{x,y}$  تابع توزیع توأم با حاشیه‌های  $F_x$  و  $F_y$  باشد، در این صورت برای هر  $x, y$  در  $R$  تابع مفصل  $C$  وجود دارد به طوری که  $F_{x,y}(x, y) = C(F_x(x), F_y(y))$  باشد. با توجه به قضیه اسکالر تابع مفصل این امکان را فراهم می‌کند که توزیع حاشیه‌ای و ساختار وابستگی را برای یک متغیر تصادفی چند متغیره مدل‌بندی کنیم. علاوه بر آن خاصیت مهم دیگر تابع مفصل این است که اجازه مدل‌بندی وابستگی بین متغیرها را در مقادیر کرانگین و به عبارتی وابستگی دمی آن‌ها می‌دهد. این رابطه (قضیه اسکالر) برای اتصال توزیع‌های حاشیه‌ای متغیرهای رشد اقتصادی، مخارج آموزشی و بهداشتی به توزیع مشترک آن‌ها در مدل‌های کاپیولا استفاده شد و پایه تحلیل وابستگی‌ها در جداول ۱ تا ۴ و شکل ۴ است.

حالت دوم: وابستگی دنباله‌ای<sup>۲</sup> (دمی)

ضریب همبستگی خطی ساختار وابستگی کلی را نشان می‌دهد و براساس تابع توزیع توأم  $F$  قابل بیان است. در حالی که گاهی اوقات علاقمند به بررسی وابستگی موضعی هستیم، که در داده‌های مالی اقتصادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این حالت از نوعی از وابستگی، که به وابستگی دنباله‌ای (دمی) معروف است، استفاده می‌کنیم. در حقیقت، وابستگی دنباله‌ای وابستگی بین متغیرها را در یک چهارم بالایی (چارک) سمت راست و یک چهارم پایینی (چارک) سمت چپ روی  $I^2 = [0,1]^2$  اندازه می‌گیرد. وابستگی دنباله‌ای رابطه وابستگی بین مقادیر بزرگ (کوچک) از یک متغیر با مقادیر بزرگ (کوچک) از متغیر دیگر را توصیف می‌کند، که تحت عنوان وابستگی دنباله‌ای بالایی (پایینی) تعریف می‌شوند. در نظر بگیرید  $X = (X_1, X_2)^T$  یک بردار تصادفی دو بعدی باشد، گوییم  $X$  دارای وابستگی دنباله بالایی است هرگاه رابطه (۲) برقرار است.

$$\lambda_U = \lim_{u \rightarrow 1^-} P[X_1 > F_1^{(-)}(u) | X_2 > F_2^{(-)}(u)] \quad (2)$$

که در آن  $F_i^{-1}$  معکوس تابع توزیع تجمعی برای  $X_1$  است. در نتیجه  $X$  در صورت  $\lambda_U = 0$  به دنباله بالایی وابستگی نخواهد داشت. به علاوه، گوییم  $X = (X_1, X_2)^T$  دارای وابستگی به دنباله پایین است هرگاه رابطه (۳) برقرار باشد:

$$\lambda_L = \lim_{u \rightarrow 0^+} P[X_1 \leq F_1^{(-)}(u) | X_2 \leq F_2^{(-)}(u)] \quad (3)$$

این روابط (۲ و ۳) برای اندازه‌گیری وابستگی‌های دمی بالایی و پایینی در مدل‌های کاپیولا استفاده شدند و نتایج آن در تخمین پارامترهای جداول ۲ و ۴ و تحلیل ساختار وابستگی در شکل ۴ نشان داده شده است. کاپولای نرمال یا گوسین<sup>۳</sup>:

سونگ<sup>۴</sup> (۲۰۰۰) تابع توزیع خانواده تابع کاپولای نرمال را به صورت رابطه (۴) ارائه کرده است.

$$C^{Ga}(u_1, u_2; \rho) = \Psi_\rho(\Psi^{-1}(u_1), \Psi^{-1}(u_2)) \quad (4)$$

که در آن  $\Psi_\rho$  تابع توزیع نرمال استاندارد د متغیره با ضریب همبستگی  $\rho \in (0,1)$  است. تابع مفصل نرمال بیانگر استقلال دمی است. این کاپولا توانایی مدل کردن همبستگی بین داده‌های غایی (بزرگ و کوچک) را ندارد. این رابطه (۴) برای مقایسه با کاپولا‌های نامتقارن در تخمین ۲۵ مدل کاپیولا استفاده شد و نتایج آن در جداول ۱ و ۳ برای ارزیابی استقلال دمی ارائه شده است. کاپولای ارشمیدسی<sup>۵</sup>:

کاپوی ارشمیدسی یک دسته مهم از توابع کاپولا با ساختار ساده و خصوصیات تحلیل فراوان است. کاپولای ارشمیدسی دو متغیره به صورت رابطه (۵) است:

$$C(u_1, u_2) = \Phi^{-1}\{\Phi(u_1) + \Phi(u_2)\} \quad (5)$$

<sup>1</sup> Ascaler

<sup>2</sup> Tail Dependence

<sup>3</sup> Giosin

<sup>4</sup> Song

<sup>5</sup> Arashmidosi

که پیوسته، اکیدا کاهشی و دارای تابع مولد  $[0, \infty] \rightarrow [0, 1]$   $\varphi$ : به طوری که  $\varphi(1) = 0$  تابع شبه معکوس  $\varphi^{[-1]}$  به صورت رابطه (۵) برقرار است.

$$\varphi^{[-1]}(t) = \begin{cases} \varphi^{-1}(t) & 0 \leq t \leq \varphi(0) \\ 0 & \varphi(0) \leq t \leq \infty \end{cases} \quad (6)$$

$\varphi$  را اکید گویند هرگاه  $\varphi(0) = \infty$ . شایان ذکر است که از مشتقات یک طرفه  $\varphi$  وجود داشته و  $\varphi$  یک تابع محدب است. به طور خاص  $\varphi'(0)$  و  $\varphi'(1)$  معنی مشتقات یک طرفه در مرز دامنه‌های  $\varphi$  هستند. این روابط (۵ و ۶) پایه تعریف خانواده کاپولاهای ارشمیدسی در مقاله است و برای تولید مدل‌های کلایتون، فرانک و گامبل در تخمین پارامترها و تحلیل وابستگی دمی در جداول ۲ و ۴ استفاده شده است. سه نوع کاپولای ارشمیدسی به صورت رایج استفاده می‌شوند: کاپولای کلایتون<sup>۱</sup> (کلایتون، ۱۹۷۸)، کاپولای فرانک<sup>۲</sup> (فرانک، ۱۹۷۹)، و کاپولای گامبل<sup>۳</sup> (گامبل، ۱۹۶۰)، که در ادامه به آن‌ها اشاره خواهد شد.

کاپولای کلایتون:

این تابع کاپولا دارای توزیع نامتقارن است؛ به نحوی که در آن وابستگی به دنباله منفی بیشتر از وابستگی به دنباله مثبت طبق رابطه (۶) برقرار است (داده‌های غایی کوچک بیشتر از وابستگی در دنباله مقادیرهای غایی بزرگ می‌باشد).

$$C_C(u_-, u_+) = \max[(u_-^{-\theta} + u_+^{-\theta} - 1), 0] \quad (7)$$

تابع مولد آن به صورت معادله (۷) برقرار است:

$$\varphi(t) = \theta^{-1}(t^{-\theta} - 1), \quad \text{where } \theta \in [-1, +\infty) \quad (8)$$

که در آن وابستگی به دنباله بالا  $\lambda_{uc} = 0$  و وابستگی به دنباله پایین  $\lambda_{lc} = 2^{-\theta-1}$  خواهد بود. این روابط (۷ و ۸) برای مدل‌سازی وابستگی دمی پایینی در رابطه مخارج آموزشی و رشد اقتصادی (مدل مارشال-اولکین) استفاده شد و نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است. کاپولای گامبل:

این نوع از تابع کاپولا نیز همچون کاپولای کلایتون دارای توزیع نامتقارن است. برخلاف کاپولای کلایتون وابستگی دنباله مثبت در آن بیشتر از وابستگی به دنباله منفی است.

$$C_G(u_-, u_+) = \exp(-[(-\ln(u_-))^{\theta} + (-\ln(u_+))^{\theta}]^{\frac{1}{\theta}}) \quad (9)$$

این تابع کاپولا دارای تابع مولد طبق رابطه (۹) است:

$$\varphi(t) = (-\ln(t))^{\theta}, \quad \theta \geq 1 \quad (10)$$

بنابراین، در تابع کاپولای گامبل وابستگی به دنباله بالا  $\lambda_{uc} = 2 - 2^{-\theta}$  و وابستگی به دنباله پایین  $\lambda_{lc} = 0$  خواهد بود. این روابط (۹ و ۱۰) برای مدل‌سازی وابستگی دمی بالایی در رابطه مخارج بهداشتی و رشد اقتصادی استفاده شد و نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است. بنابراین، کاپولای تی استیودنت و نرمال هر دو متقارن هستند ولی اشکال عمده کاپولای نرمال این است که مقادیر غایی را مدل نمی‌کند و به همین جهت در دنیای واقعی کمتر از کاپولای نرمال استفاده می‌شود. کاپولای  $T$  وابستگی بین متغیرها در مقادیرهای بزرگ و یا مقادیرهای کوچک را به خوبی مدل‌سازی می‌کند. ولی ایراد عمده کاپولای تی استیودنت این است علاوه بر ضریب همبستگی خطی  $\rho$ ، یک پارامتر درجه آزادی نیز دارد که باید برآورد شود. کاپولاهای گامبل و کلایتون نیز به ترتیب وابستگی بین داده‌های غایی بزرگ و کوچک را به خوبی مدل‌سازی می‌کند.

کاپولای فرانک: این نوع از تابع کاپولا حالت متقارن از کاپولای ارشمیدسی را به صورت معادله (۱۰) نمایش می‌دهد:

$$C_F(u_-, u_+) = -\frac{1}{\theta} \ln\left(1 + \frac{(e^{-\theta u_-} - 1)(e^{-\theta u_+} - 1)}{e^{-\theta} - 1}\right) \quad (11)$$

با تابع مولد:

$$\varphi(t) = -\ln\left(\frac{e^{-\theta t} - 1}{e^{-\theta} - 1}\right), \quad \theta \neq 1 \quad (12)$$

<sup>1</sup> Kaliton

<sup>2</sup> Farnk

<sup>3</sup> Gambel

با توجه به تقارن تابع کاپولای فرانک در این تابع کاپولا بستگی به دنباله بالا  $\lambda_{UF} = 0$  و وابستگی دنباله پایین  $\lambda_{LF} = 0$  خواهد بود. این روابط (۱۱ و ۱۲) برای مدل سازی وابستگی متقارن) مدل FGM بین مخارج بهداشتی و رشد اقتصادی استفاده شد و نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است.

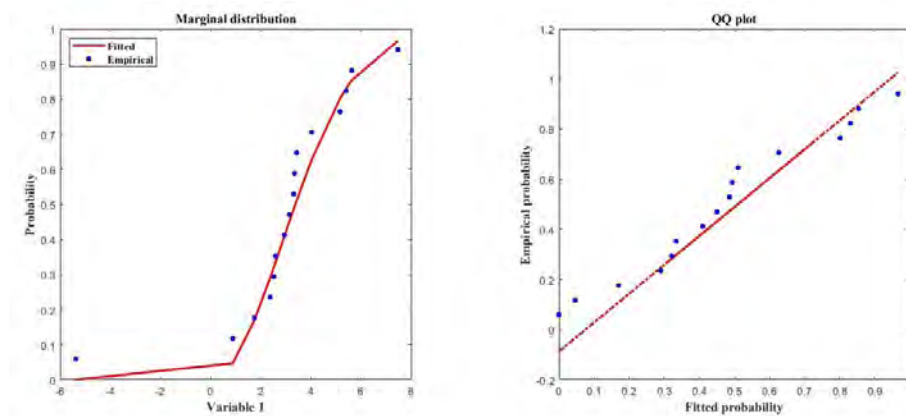
کاپولای تی- استیودنت: تابع توزیع کاپولای تی استیودنت را بصورت رابطه (۱۳) تعریف می شود.

$$C_{vp}(u_1, u_2) = T_{vp}(t^{-1}_v(u_1), t^{-1}_v(u_2)) \quad \rho \in (-1, 1), v > 0 \quad (13)$$

که در آن  $T_v$  تابع توزیع استاندارد دو متغیره تی استیودنت،  $\rho$  مقدار ضریب همبستگی خطی بین داده ها،  $t$  تابع توزیع معکوس در توزیع تک متغیره تی استیودنت است. تابع کاپولای تی استیودنت می تواند همبستگی بین مقادیرهای غایی بزرگ و همچنین همبستگی بین مقادیرهای غایی کوچک را به طور همزمان مدل کند. این رابطه (۱۳) برای مدل سازی همبستگی همزمان غایی در تخمین ۲۵ مدل کاپولا استفاده شد و نتایج آن در جداول ۱ و ۳ ارائه شده است. نوآوری مقاله این است که برای اولین بار تمام مدل های کاپولا یعنی ۲۵ مدل برای این شاخص ها مورد تخمین قرار گرفته اند. قابل ذکر است تحلیل ها و اشکال (مانند شکل ۶: تابع چگالی سه بعدی) با کدنویسی دستی در پایتون (کتابخانه matplotlib) و متلب تولید شده اند. هیچ ابزار هوش مصنوعی مولد در این پژوهش استفاده نشده است. کدنویسی ۲۵ مدل کاپولا با استفاده از الگوریتم های حداکثر درست نمایی و معیارهای AIC و BIC انجام شده و کدها در صورت نیاز قابل ارائه است.

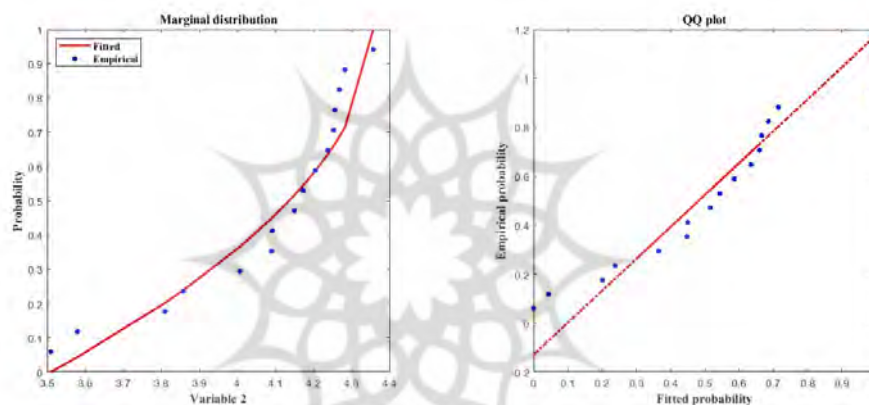
#### ۴. یافته ها

در این بخش از مقاله، نمودارهای ۱، ۲ و ۳ نمایانگر توزیع های حاشیه ای و توزیع نرمال سه متغیر رشد اقتصادی، مخارج آموزشی دولت و مخارج بهداشتی دولت هستند. برای تخمین پارامترهای خانواده های کاپولا که به مدل سازی رابطه میان این متغیرها می پردازند، از روش بیزی در قالب شبیه سازی مونت کارلو<sup>۱</sup> زنجیره مارکوف<sup>۲</sup> استفاده شده است. این فرآیند با مقایسه مقادیر تخمینی و داده های واقعی انجام شده است. به منظور تحلیل رابطه بین رشد اقتصادی و مخارج آموزشی دولت، کاپولای Marshal-Olkin به کار رفته است که با توجه به ویژگی های خاص این ارتباط، الگوی وابستگی را به خوبی نشان می دهد. همچنین، برای بررسی رابطه میان رشد اقتصادی و مخارج بهداشتی دولت، از کاپولای FGM استفاده شده که به دلیل انعطاف پذیری پارامترهای آن، برای هم وابستگی های ضعیف و قوی مناسب است. تحلیل بیزی با شبیه سازی مونت کارلو زنجیره مارکوف امکان دستیابی به برآوردهای دقیقی از توزیع پسین پارامترهای کاپولا را فراهم می کند که می تواند به تعیین محدوده عدم قطعیت پیش بینی ها کمک کند. این فرآیند، علاوه بر ارائه تخمینی از بهینه جهانی، توزیع پسین پارامترها را نیز تقریب می زند. نتایج شبیه سازی نشان می دهد که روش های بهینه سازی محلی ممکن است به نقاط بهینه محلی محدود شوند و از دستیابی به بهینه جهانی باز بمانند. برای غلبه بر این چالش، شبیه سازی مونت کارلو زنجیره مارکوف استفاده شده و تخمین های حاصل در نمودارها به صورت نقاطی نمایش داده شده اند که بیانگر مقادیر حداکثر احتمال پارامترها هستند، در حالی که خطوط نمودارها تخمین های ناشی از روش های بهینه سازی محلی را ارائه می دهند. در نهایت، نرمال بودن هر یک از متغیرها بررسی شده و توزیع آن ها مورد تحلیل قرار گرفته است تا هماهنگی داده ها با مفروضات مدل تایید شود. این بررسی روابط میان مخارج آموزشی و بهداشتی دولت و رشد اقتصادی را با جزئیات بیشتری تبیین می کند. این بررسی ها نه تنها روابط میان مخارج آموزشی و بهداشتی دولت و رشد اقتصادی را با جزئیات بیشتری تبیین می کند، بلکه نشان می دهد چگونه سرمایه گذاری در این بخش ها می تواند بر رفاه جوامع در حال توسعه تاثیرگذار باشد، هرچند چالش هایی مانند ناکارآمدی تخصیص منابع ممکن است نتایج را تحت تاثیر قرار دهد.



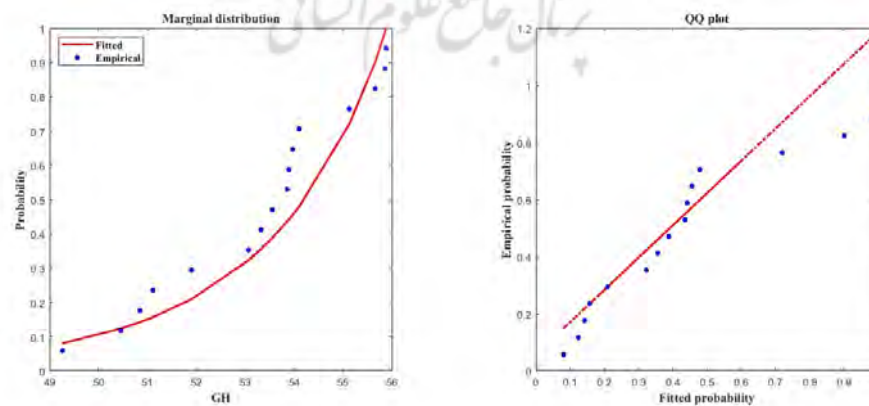
شکل ۱- توزیع حاشیه ای و توزیع نرمال متغیر رشد اقتصادی

با ترسیم این شکل، توزیع حاشیه‌ای رشد اقتصادی نشان‌دهنده نوسانات طبیعی در کشورهای در حال توسعه است، که اغلب تحت تاثیر عوامل خارجی مانند نوسانات جهانی قرار می‌گیرد؛ توزیع نرمال آن نیز حاکی از یک الگوی کلی پایدار است که سیاست‌گذاران می‌توانند برای پیش‌بینی‌های آینده از آن بهره ببرند.



شکل ۲. توزیع حاشیه ای و توزیع نرمال متغیر مخارج آموزشی دولت

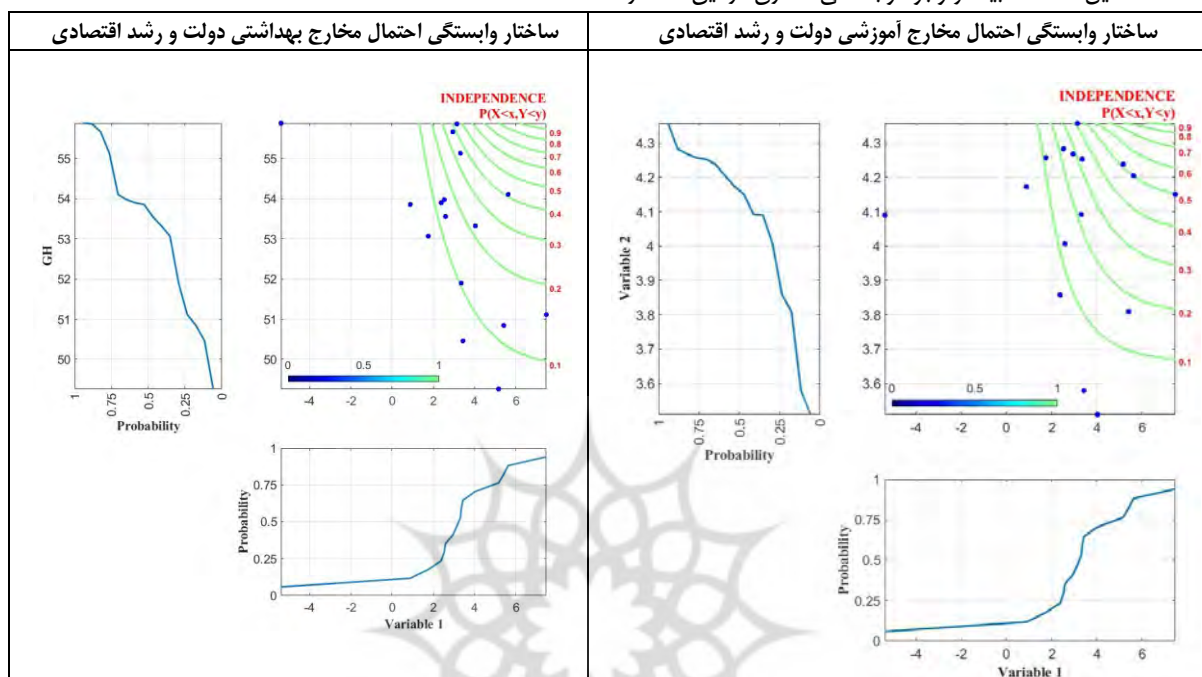
این شکل، توزیع مخارج آموزشی را نشان می‌دهد که در بسیاری از کشورها ناهمگن است؛ تحلیل آن بیانگر این است که افزایش مخارج آموزشی، اگرچه در بلندمدت به ارتقای سرمایه انسانی منجر می‌شود، اما در کوتاه‌مدت ممکن است منابع را از بخش‌های تولیدی دور کند و رشد را کند سازد.



شکل ۳. توزیع حاشیه ای و توزیع نرمال متغیر مخارج بهداشتی دولت

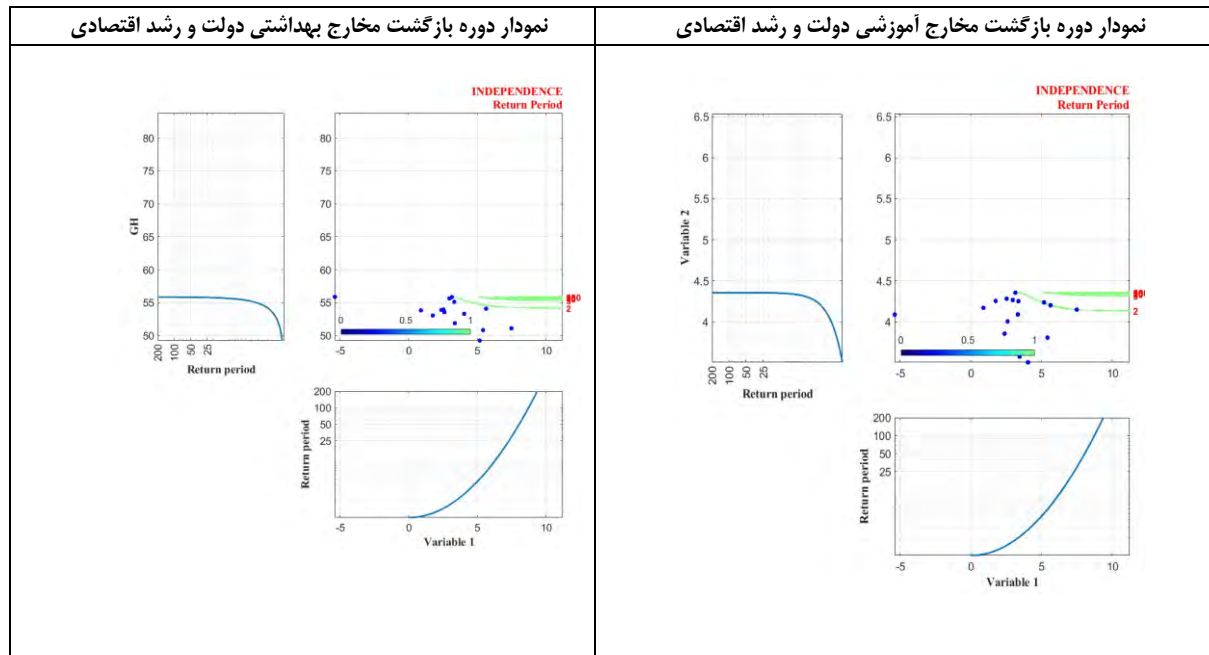
ترسیم این توزیع نشان می‌دهد که مخارج بهداشتی اغلب با اولویت‌بندی‌های دولتی همخوانی دارد؛ از منظر انسانی، این یافته‌ها تاکید می‌کنند که سرمایه‌گذاری در بهداشت نه تنها سلامت عمومی را بهبود می‌بخشد، بلکه می‌تواند بهره‌وری نیروی کار را افزایش دهد، هرچند رابطه منفی با رشد ممکن است به دلیل فشار بودجه‌ای در کشورهای با منابع محدود باشد.

ساختار وابستگی میان رشد اقتصادی و مخارج آموزشی دولت با استفاده از کاپیولای *Marshall-Olkin* استخراج شده است و نشان‌دهنده وجود وابستگی نامتقارن در این رابطه است. همچنین، ساختار وابستگی میان رشد اقتصادی و مخارج بهداشتی دولت با استفاده از کاپیولای *FGM* تحلیل شده که بیانگر وجود وابستگی متقارن در این ساختار است.



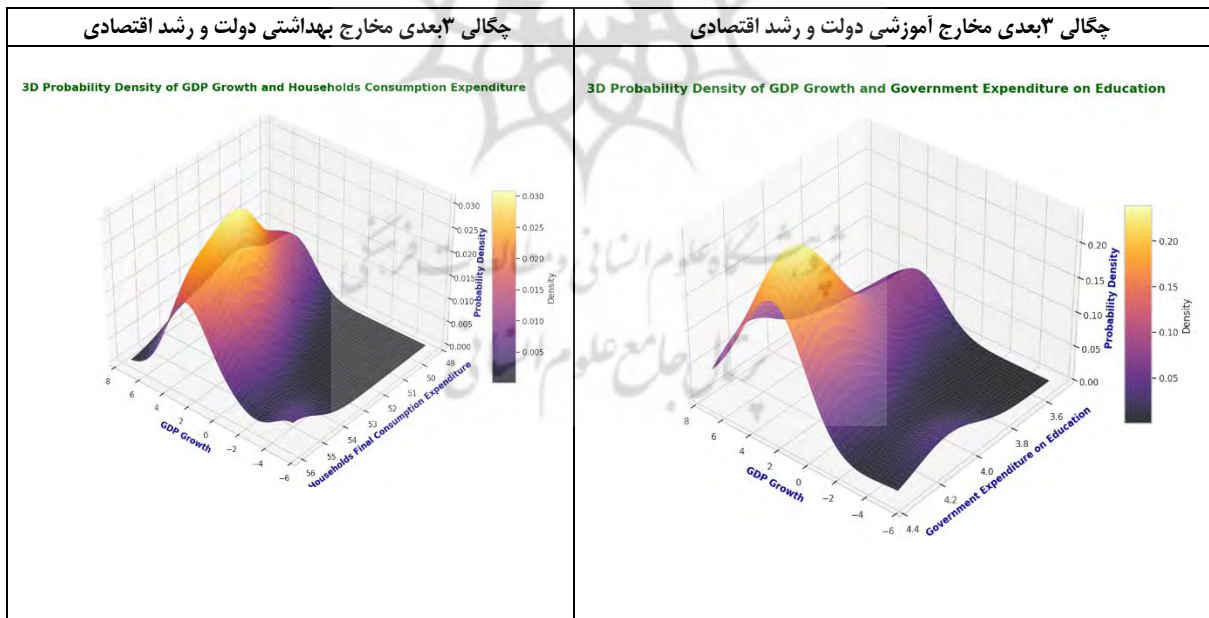
شکل ۴. ساختار وابستگی احتمال متغیرها

این نمودار توزیع احتمالات مقادیر مختلف رشد اقتصادی، مخارج آموزشی دولت و مخارج بهداشتی دولت را نمایش می‌دهد. هدف اصلی این نمودار، بررسی این است که هر مقدار از این متغیرها با چه احتمالی در داده‌های مشاهده‌شده رخ می‌دهد. به عبارت دیگر، این نمودار کمک می‌کند تا بتوانیم احتمال وقوع یک سطح خاص از رشد اقتصادی یا مخارج آموزشی و بهداشتی دولت را پیش‌بینی کنیم. این تحلیل در درک رفتار متغیرها و شناسایی نقاطی که احتمال وقوع آن‌ها بیشتر یا کمتر است، بسیار مفید و کاربردی خواهد بود.



شکل ۵. نمودار دوره بازگشت متغیرها

این نمودار نشان می‌دهد که رویدادهای خاص مرتبط با رشد اقتصادی، مخارج آموزشی دولت یا مخارج بهداشتی دولت، مانند افزایش یا کاهش شدید، با چه فاصله زمانی یا تناوبی رخ می‌دهند. به کمک این نمودار می‌توان بررسی کرد که آیا این متغیرها در یک بازه زمانی مشخص رفتار عادی دارند یا احتمال وقوع رویدادهای نادر و شدید چقدر است. نمودار دوره بازگشت برای پیش‌بینی و مدیریت ریسک‌های مرتبط با این متغیرها مورد استفاده قرار می‌گیرد، زیرا نشان می‌دهد که چه میزان از تغییرات در دوره‌های خاص تکرار می‌شوند و چگونه می‌توان برای آن‌ها برنامه‌ریزی کرد. همچنین تابع توزیع چگالی ۳ بعدی متغیرها به صورت زیر است:



شکل ۶. نمودار تابع توزیع چگالی ۳ بعدی متغیرها

توضیح: این شکل با کدنویسی دستی در پایتون (*matplotlib*) تولید شده و توزیع چگالی سه‌بعدی متغیرها را نشان می‌دهد. در صورت نیاز، کد مربوطه قابل ارائه است.

همان‌طور که توضیح داده شد، وابستگی دمی معیاری اساسی برای تحلیل روابط میان متغیرها در شرایط حدی آن‌ها است. یکی از اهداف کلیدی این پژوهش، بررسی ارتباطات پیچیده و غیرخطی میان این ۳ متغیر می‌باشد. به منظور تحلیل دقیق شرایط حدی و شبیه‌سازی وابستگی‌های دمی، از توابع کاپیولا به‌عنوان ابزارهای پیشرفته برای مدل‌سازی این نوع وابستگی استفاده شده است. در این راستا، ۲۵ نوع

مختلف از توابع کاپولا، از جمله مدل‌های کلاسیک و پیشرفته نظیر کاپولای فرایندهای وابسته به زمان، کاپولای استاتیک و دینامیک، به صورت کدنویسی، برای تخمین وابستگی‌های دمی این متغیرها به کار رفته‌اند. این توابع با استفاده از معیارهای حداکثر درست‌نمایی، آکایک ( $AIC$ )، بیزین ( $BIC$ )، حداقل مجزورات مربعات خطا و معیار تعادل نش، انتخاب شده‌اند تا مدل‌های بهینه برای هر جفت متغیر شناسایی شوند. نتایج حاصل از تخمین این مدل‌ها در جدول مربوطه به‌طور مفصل ارائه شده است و به‌طور قابل توجهی، ظرفیت بالای مدل‌های کاپولا برای شبیه‌سازی روابط دمی و اثرات پیچیده میان متغیرها را نشان می‌دهد.

جدول ۲. نتایج توزیع احتمال مشترک توابع کاپولا بین متغیرهای مخارج آموزشی دولت و رشد اقتصادی

| رتبه | (Max-Likelihood) حداکثر درست‌نمایی | (AIC) معیار اطلاع آکایک        | (BIC) معیار اطلاع بیزی         |
|------|------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| ۱    | Marshal-Olkin (مارشال-اولکین)      | Independence (مستقل)           | Independence (مستقل)           |
| ۲    | Tawn (تاون)                        | Cubic (مکعبی)                  | Cubic (مکعبی)                  |
| ۳    | Cubic (مکعبی)                      | Clayton (کلاتون)               | Clayton (کلاتون)               |
| ۴    | Clayton (کلاتون)                   | Raftery (رفتری)                | Raftery (رفتری)                |
| ۵    | BB1 (بی‌بی ۱)                      | Gaussian (نرمال-گوسین)         | Gaussian (نرمال-گوسین)         |
| ۶    | Fischer-Kock (فیشر-کاک)            | AMH (علی-میکل-هک)              | AMH (علی-میکل-هک)              |
| ۷    | Raftery (رفتری)                    | FGM (ف-گ-م)                    | FGM (ف-گ-م)                    |
| ۸    | Roch-Alegre (روش-آلگر)             | Nelsen (نلسن)                  | Nelsen (نلسن)                  |
| ۹    | Gaussian (نرمال-گوسین)             | Frank (فرانک)                  | Frank (فرانک)                  |
| ۱۰   | t (تی-استیودنت)                    | Plackett (پلاکت)               | Plackett (پلاکت)               |
| ۱۱   | AMH (علی-میکل-هک)                  | Galambos (گالامبوس)            | Galambos (گالامبوس)            |
| ۱۲   | FGM (ف-گ-م)                        | Marshal-Olkin (مارشال-اولکین)  | Gumbel (گامبل)                 |
| ۱۳   | Nelsen (نلسن)                      | Gumbel (گامبل)                 | Burr (بور)                     |
| ۱۴   | Frank (فرانک)                      | Burr (بور)                     | Joe (جو)                       |
| ۱۵   | Plackett (پلاکت)                   | Joe (جو)                       | Linear-Spearman (خطی-اسپیرمن)  |
| ۱۶   | Galambos (گالامبوس)                | Linear-Spearman (خطی-اسپیرمن)  | Shih-Louis (شیه-لوئیس)         |
| ۱۷   | BB5 (بی‌بی ۵)                      | Shih-Louis (شیه-لوئیس)         | Cuadras-Auge (کوادراس-اوزه)    |
| ۱۸   | Gumbel (گامبل)                     | Cuadras-Auge (کوادراس-اوزه)    | Marshal-Olkin (مارشال-اولکین)  |
| ۱۹   | Fischer-Hinzmann (فیشر-هینزمن)     | BB1 (بی‌بی ۱)                  | BB1 (بی‌بی ۱)                  |
| ۲۰   | Burr (بور)                         | Fischer-Kock (فیشر-کاک)        | Fischer-Kock (فیشر-کاک)        |
| ۲۱   | Joe (جو)                           | Roch-Alegre (روش-آلگر)         | Roch-Alegre (روش-آلگر)         |
| ۲۲   | Linear-Spearman (خطی-اسپیرمن)      | t (تی-استیودنت)                | t (تی-استیودنت)                |
| ۲۳   | Shih-Louis (شیه-لوئیس)             | Tawn (تاون)                    | BB5 (بی‌بی ۵)                  |
| ۲۴   | Cuadras-Auge (کوادراس-اوزه)        | BB5 (بی‌بی ۵)                  | Fischer-Hinzmann (فیشر-هینزمن) |
| ۲۵   | Independence (مستقل)               | Fischer-Hinzmann (فیشر-هینزمن) | Tawn (تاون)                    |

| رتبه بندی | BIC             | AIC             | Max-Likelihood   |
|-----------|-----------------|-----------------|------------------|
| ۱         | Independence    | Independence    | Marshal-Olkin    |
| ۲         | Cubic           | Cubic           | Tawn             |
| ۳         | Clayton         | Clayton         | Cubic            |
| ۴         | Raftery         | Raftery         | Clayton          |
| ۵         | Gaussian        | Gaussian        | BB1              |
| ۶         | AMH             | AMH             | Fischer-Kock     |
| ۷         | FGM             | FGM             | Raftery          |
| ۸         | Nelsen          | Nelsen          | Roch-Alegre      |
| ۹         | Frank           | Frank           | Gaussian         |
| ۱۰        | Plackett        | Plackett        | t                |
| ۱۱        | Galambos        | Galambos        | AMH              |
| ۱۲        | Gumbel          | Marshal-Olkin   | FGM              |
| ۱۳        | Burr            | Gumbel          | Nelsen           |
| ۱۴        | Joe             | Burr            | Frank            |
| ۱۵        | Linear-Spearman | Joe             | Plackett         |
| ۱۶        | Shih-Louis      | Linear-Spearman | Galambos         |
| ۱۷        | Cuadras-Auge    | Shih-Louis      | BB5              |
| ۱۸        | Marshal-Olkin   | Cuadras-Auge    | Gumbel           |
| ۱۹        | BB1             | BB1             | Fischer-Hinzmann |
| ۲۰        | Fischer-Kock    | Fischer-Kock    | Burr             |
| ۲۱        | Roch-Alegre     | Roch-Alegre     | Joe              |
| ۲۲        | t               | t               | Linear-Spearman  |
| ۲۳        | BB5             | Tawn            | Shih-Louis       |

|              |                  |                  |    |
|--------------|------------------|------------------|----|
| Cuadras-Auge | BB5              | Fischer-Hinzmann | ۲۴ |
| Independence | Fischer-Hinzmann | Tawn             | ۲۵ |

ماخذ: محاسبات پژوهش

جدول ۲. پارامترهای تخمینی کاپیولا متغیرهای مخارج آموزشی دولت و رشد اقتصادی

| RMSE   | NSE    | کاپیولا          |
|--------|--------|------------------|
| 0.1218 | 0.9663 | Gaussian         |
| 0.1226 | 0.9658 | t                |
| 0.1188 | 0.9679 | Clayton          |
| 0.1231 | 0.9655 | Frank            |
| 0.1239 | 0.965  | Gumbel           |
| 0.1257 | 0.964  | Independence     |
| 0.1227 | 0.9657 | AMH              |
| 0.1249 | 0.9645 | Joe              |
| 0.1229 | 0.9656 | FGM              |
| 0.1231 | 0.9655 | Plackett         |
| 0.1257 | 0.9641 | Cuadras-Auge     |
| 0.119  | 0.9678 | Raftery          |
| 0.1255 | 0.9642 | Shih-Louis       |
| 0.1255 | 0.9642 | Linear-Spearman  |
| 0.1182 | 0.9682 | Cubic            |
| 0.1244 | 0.9648 | Burr             |
| 0.1231 | 0.9655 | Nelsen           |
| 0.1233 | 0.9654 | Galambos         |
| 0.1161 | 0.9693 | Marshal-Olkin    |
| 0.1243 | 0.9648 | Fischer-Hinzmann |
| 0.1215 | 0.9664 | Roch-Alegre      |
| 0.1189 | 0.9678 | Fischer-Kock     |
| 0.1188 | 0.9679 | BB1              |
| 0.1236 | 0.9653 | BB5              |
| 0.1162 | 0.9693 | Tawn             |

منبع: محاسبات پژوهش

جدول ۳. نتایج توزیع احتمال مشترک توابع کاپیولا بین متغیرهای مخارج بهداشتی دولت و رشد اقتصادی

| Max-Likelihood   | AIC              | BIC              | Rank |
|------------------|------------------|------------------|------|
| FGM              | FGM              | Independence     | ۱    |
| Fischer-Kock     | Nelsen           | FGM              | ۲    |
| Nelsen           | Frank            | Nelsen           | ۳    |
| Frank            | AMH              | Frank            | ۴    |
| AMH              | Plackett         | AMH              | ۵    |
| Plackett         | Independence     | Plackett         | ۶    |
| Roch-Alegre      | Gaussian         | Gaussian         | ۷    |
| Gaussian         | Linear-Spearman  | Linear-Spearman  | ۸    |
| t                | Fischer-Kock     | Shih-Louis       | ۹    |
| Linear-Spearman  | Roch-Alegre      | Cubic            | ۱۰   |
| Shih-Louis       | Shih-Louis       | Joe              | ۱۱   |
| Cubic            | Cubic            | Raftery          | ۱۲   |
| Joe              | Joe              | Galambos         | ۱۳   |
| Tawn             | Raftery          | Cuadras-Auge     | ۱۴   |
| Independence     | Galambos         | Clayton          | ۱۵   |
| Raftery          | Cuadras-Auge     | Gumbel           | ۱۶   |
| Galambos         | Clayton          | Fischer-Kock     | ۱۷   |
| Marshal-Olkin    | Gumbel           | Burr             | ۱۸   |
| Fischer-Hinzmann | t                | Roch-Alegre      | ۱۹   |
| BB5              | Burr             | t                | ۲۰   |
| Cuadras-Auge     | Marshal-Olkin    | Marshal-Olkin    | ۲۱   |
| Clayton          | Fischer-Hinzmann | Fischer-Hinzmann | ۲۲   |
| Gumbel           | BB5              | BB5              | ۲۳   |
| Burr             | BB1              | BB1              | ۲۴   |
| BB1              | Tawn             | Tawn             | ۲۵   |

منبع: محاسبات پژوهش

جدول ۴. پارامترهای تخمینی کاپیولا متغیرهای مخارج بهداشتی دولت و رشد اقتصادی

| RMSE   | NSE    | کاپیولا          |
|--------|--------|------------------|
| 0.155  | 0.9431 | Gaussian         |
| 0.1553 | 0.9429 | t                |
| 0.1646 | 0.9358 | Clayton          |
| 0.1531 | 0.9444 | Frank            |
| 0.1646 | 0.9358 | Gumbel           |
| 0.1646 | 0.9358 | Independence     |
| 0.1532 | 0.9444 | AMH              |
| 0.1646 | 0.9358 | Joe              |
| 0.1529 | 0.9446 | FGM              |
| 0.1533 | 0.9444 | Plackett         |
| 0.1646 | 0.9358 | Cuadras-Auge     |
| 0.1646 | 0.9358 | Raftery          |
| 0.1638 | 0.9364 | Shih-Louis       |
| 0.1569 | 0.9417 | Linear-Spearman  |
| 0.1644 | 0.936  | Cubic            |
| 0.1675 | 0.9335 | Burr             |
| 0.1531 | 0.9444 | Nelsen           |
| 0.1646 | 0.9358 | Galambos         |
| 0.1646 | 0.9358 | Marshall-Olkin   |
| 0.1646 | 0.9358 | Fischer-Hinzmann |
| 0.1537 | 0.944  | Roch-Alegre      |
| 0.1529 | 0.9445 | Fischer-Kock     |
| 0.1694 | 0.932  | BB1              |
| 0.1646 | 0.9358 | BB5              |
| 0.1646 | 0.9358 | Tawn             |

منبع: محاسبات پژوهش

تحلیل نتایج توزیع احتمال مشترک توابع کاپیولا بین متغیرهای مخارج آموزشی دولت و رشد اقتصادی (با استفاده از مدل کاپیولا مارشال-اولکین) و همچنین توزیع احتمال مشترک توابع کاپیولا بین مخارج بهداشتی دولت و رشد اقتصادی با استفاده از مدل کاپیولا FGM، می‌توان به این شکل پیش رفت:

الف) تحلیل رابطه بین مخارج آموزشی دولت و رشد اقتصادی (مدل کاپیولا مارشال-اولکین) در این تحلیل، استفاده از مدل کاپیولا مارشال-اولکین برای توصیف رابطه مشترک بین دو متغیر مخارج آموزشی دولت و رشد اقتصادی انجام شده است. این مدل به طور خاص برای مدل‌سازی وابستگی‌های غیرخطی و غیرتقارنی بین متغیرها مناسب است. نتیجه‌گیری از رابطه: با توجه به اینکه رابطه بین مخارج آموزشی دولت و رشد اقتصادی منفی است ولی از نظر آماری معنادار نیست، این نشان‌دهنده این است که تغییرات در مخارج آموزشی دولت به طور معمول با کاهش رشد اقتصادی همراه هستند، اما این رابطه به اندازه کافی قوی نیست تا در سطح معناداری ۱٪ یا ۵٪ قابل تأیید باشد. این ممکن است به دلیل سایر عوامل اقتصادی یا سیاست‌های ناپایدار در این کشورها باشد که اثرات کوتاه‌مدت بر رشد اقتصادی دارند.

مفهوم توزیع مشترک کاپیولا مارشال-اولکین: کاپیولا مارشال-اولکین به ما اجازه می‌دهد که وابستگی‌های بالایی را بین متغیرها مدل‌سازی کنیم که در آن‌ها تفاوت در شدت و شکل وابستگی می‌تواند آشکار شود. نتایج مدل‌سازی کاپیولا نشان می‌دهد که اگرچه رابطه منفی وجود دارد، اما به دلیل نبود معناداری، شدت و نوع وابستگی ممکن است در کشورهای مختلف تفاوت‌هایی داشته باشد که نیازمند تحلیل دقیق‌تر است.

ب) تحلیل رابطه بین مخارج بهداشتی دولت و رشد اقتصادی مدل کاپیولا FGM در این بخش از تحلیل، برای بررسی وابستگی بین مخارج بهداشتی دولت و رشد اقتصادی، از مدل کاپیولا FGM استفاده شده است که یکی از مدل‌های رایج برای توصیف وابستگی‌های درجه دوم و بالاتر در داده‌ها است.

نتیجه‌گیری از رابطه: بر خلاف رابطه مخارج آموزشی، این بار رابطه بین مخارج بهداشتی دولت و رشد اقتصادی منفی و معنادار است. این نشان‌دهنده تأثیر قابل توجه و معنادار افزایش مخارج بهداشتی دولت بر کاهش رشد اقتصادی در این کشورهاست. این می‌تواند به عواملی مانند کاهش کارایی هزینه‌ها، یا به دلیل شرایط خاص اقتصادی و ناپایداری منابع مالی دولت‌ها مرتبط باشد که تأثیرات منفی بر رشد اقتصادی دارند.

مفهوم توزیع مشترک کاپیولا FGM: مدل کاپیولا FGM به دلیل توانایی‌اش در مدل‌سازی وابستگی‌های مختلف، این امکان را فراهم می‌آورد که همبستگی‌های پیچیده‌تری بین متغیرها را تحلیل کنیم. در اینجا، توزیع احتمال مشترک نشان می‌دهد که رابطه منفی میان

مخارج بهداشتی دولت و رشد اقتصادی به طور معناداری بر عملکرد اقتصادی کشورهای منتخب تأثیرگذار است. این می‌تواند ناشی از استفاده ناکارآمد منابع در بخش بهداشت یا اولویت‌بندی نادرست هزینه‌ها باشد.

جدول ۵. توزیع حاشیه‌ای وابستگی بین دو متغیر مخارج آموزشی دولت و رشد اقتصادی

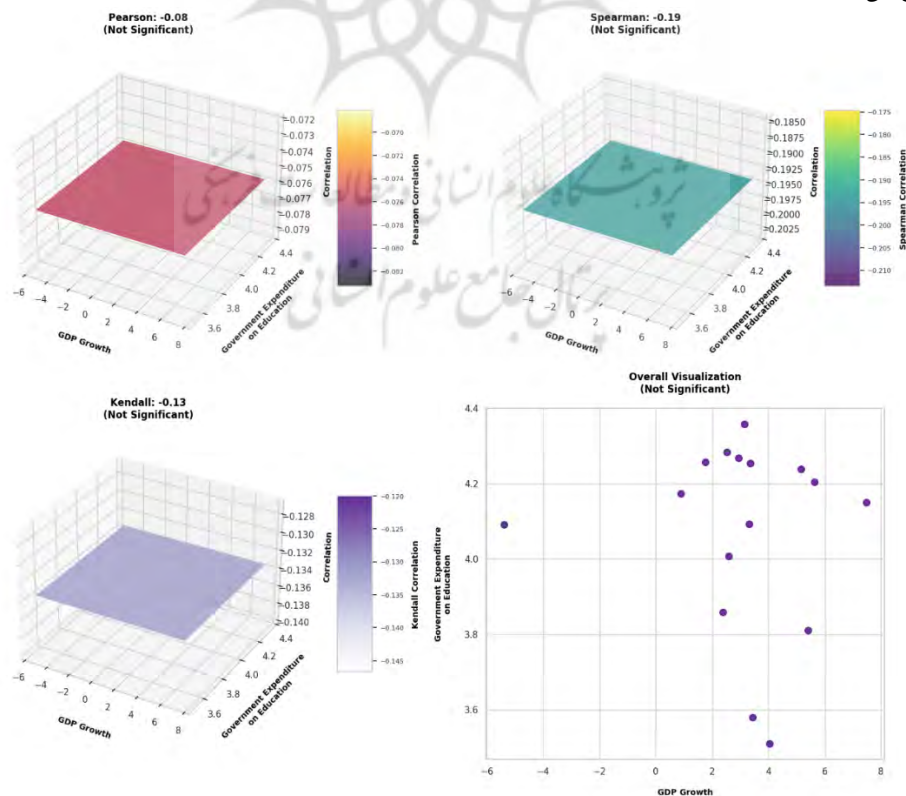
| نوع همبستگی                                                                              | ضریب همبستگی      | p-value                                                                                                           | معناداری          |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| کنندال                                                                                   | -۰/۱۳۳۳           | ۰/۵۰۵۶                                                                                                            | عدم معناداری      |
| اسپیرمن                                                                                  | -۰/۱۹۴۱           | ۰/۴۷۰۰                                                                                                            | عدم معناداری      |
| پیرسن                                                                                    | -۰/۰۷۵۷           | ۰/۷۸۰۴                                                                                                            | عدم معناداری      |
| پارامترهای متغیر مخارج آموزشی دولت                                                       |                   | پارامترهای متغیر رشد اقتصادی                                                                                      |                   |
| generalized pareto                                                                       | توزیع برازش یافته | rayleigh                                                                                                          | توزیع برازش یافته |
| -۱/۹۴۱۵                                                                                  | k میانگین         | ۲/۸۷۲۳                                                                                                            | μ میانگین         |
| ۳/۷۰۳۰                                                                                   | σ انحراف معیار    | ۱/۶۴۶۱                                                                                                            | σ انحراف معیار    |
| -۱/۸۸۶۹                                                                                  | θ درجه آزادی      | ۳/۵۰۹۹                                                                                                            | ν درجه آزادی      |
| آزمون Chi-square نیز تأیید می‌کند که داده‌های متغیر ۲ به‌خوبی با این توزیع مطابقت دارند. |                   | آزمون Chi-square نشان می‌دهد که این توزیع به‌خوبی داده‌های متغیر ۱ را در سطح ۵٪ توجیه می‌کند (برازش پذیرفته شده). |                   |

منبع: محاسبات پژوهش

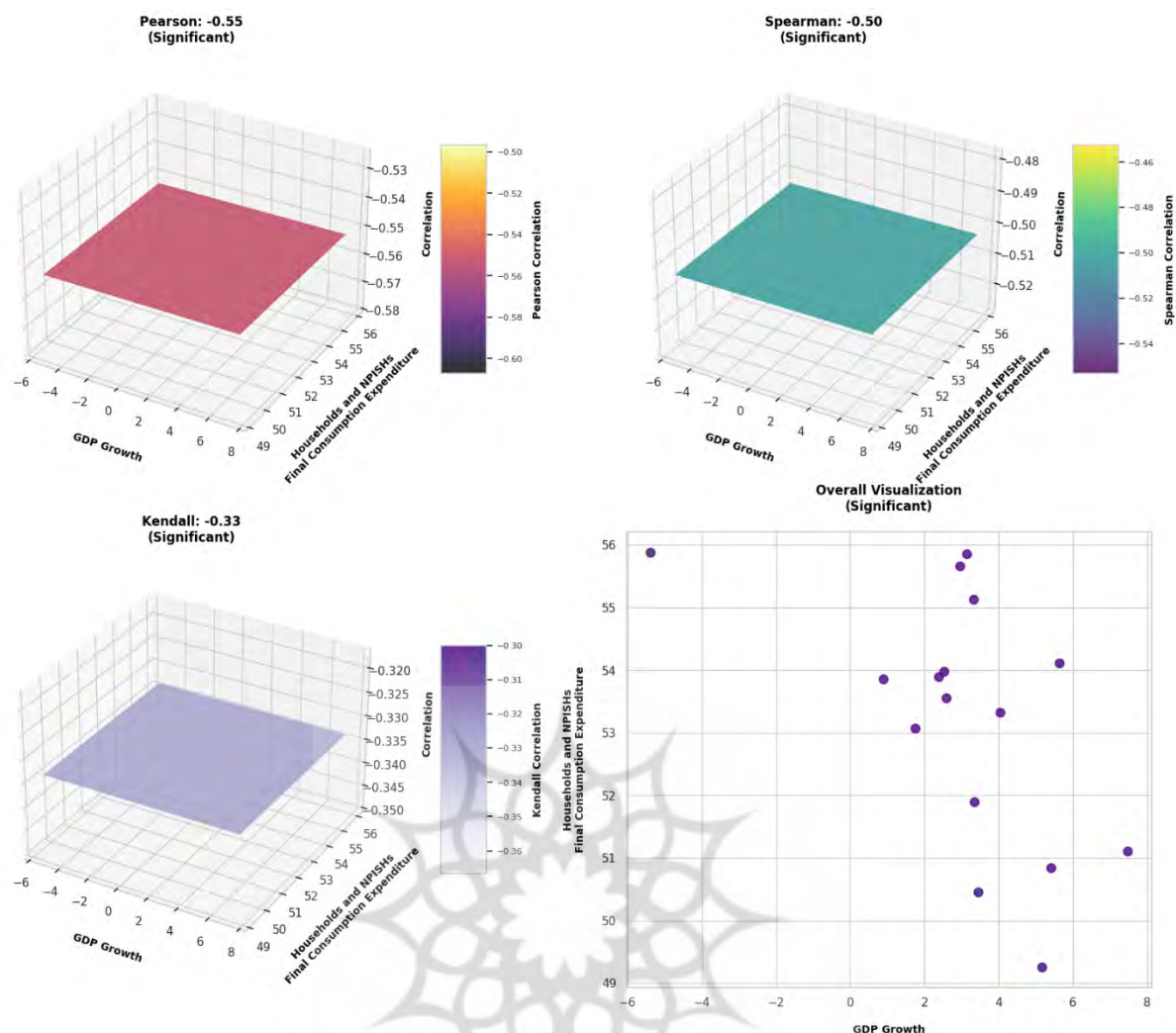
جدول ۶. توزیع حاشیه‌ای وابستگی بین دو متغیر مخارج بهداشتی دولت و رشد اقتصادی

| نوع همبستگی                                                                              | ضریب همبستگی      | p-value                                                                                                           | معناداری          |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| کنندال                                                                                   | -۰/۳۳۳۳           | ۰/۰۷۸۸                                                                                                            | معنادار           |
| اسپیرمن                                                                                  | -۰/۵۰۲۹           | ۰/۰۴۹۳                                                                                                            | معنادار           |
| پیرسن                                                                                    | -۰/۵۵۲۱           | ۰/۰۲۶۶                                                                                                            | معنادار           |
| پارامترهای متغیر مخارج آموزشی دولت                                                       |                   | پارامترهای متغیر رشد اقتصادی                                                                                      |                   |
| generalized pareto                                                                       | توزیع برازش یافته | rayleigh                                                                                                          | توزیع برازش یافته |
| -۱/۰۶۹۵                                                                                  | k میانگین         | ۲/۸۷۲۳                                                                                                            | μ میانگین         |
| ۲/۶۳۷۵                                                                                   | σ انحراف معیار    | ۱/۶۴۶۱                                                                                                            | σ انحراف معیار    |
| ۵۳/۴۱۴۹                                                                                  | θ درجه آزادی      | ۳/۵۰۹۹                                                                                                            | ν درجه آزادی      |
| آزمون Chi-square نیز تأیید می‌کند که داده‌های متغیر ۲ به‌خوبی با این توزیع مطابقت دارند. |                   | آزمون Chi-square نشان می‌دهد که این توزیع به‌خوبی داده‌های متغیر ۱ را در سطح ۵٪ توجیه می‌کند (برازش پذیرفته شده). |                   |

منبع: محاسبات پژوهش



شکل ۷. محاسبه همبستگی‌های مختلف به همراه معناداری دو متغیر مخارج آموزشی دولت و رشد اقتصادی



شکل ۸. محاسبه همبستگی های مختلف به همراه معناداری دو متغیر مخارج بهداشتی دولت و رشد اقتصادی

## ۵. نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات

در این مطالعه، تأثیر مخارج آموزشی و بهداشتی دولت بر رشد اقتصادی در ۲۹ کشور در حال توسعه طی دوره ۲۰۰۸ تا ۲۰۲۳ بررسی شد. با بهره‌گیری از روش‌های کاپیولا (مانند مارشال-اولکین و *FGM*)، نتایج نشان‌دهنده رابطه منفی بین مخارج آموزشی دولت و رشد اقتصادی (با عدم معناداری آماری) و رابطه منفی و معنادار بین مخارج بهداشتی دولت و رشد اقتصادی است. این یافته‌ها، که با تحلیل وابستگی‌های دمی غیرخطی به دست آمده، بر اهمیت مدیریت هوشمندانه منابع دولتی در جوامع در حال توسعه تأکید می‌کند، جایی که هر تصمیم می‌تواند بر رفاه میلیون‌ها نفر تأثیر مستقیم بگذارد.

الف) تفسیر نتایج با دیدگاه انسانی رابطه منفی بین مخارج آموزشی و رشد اقتصادی، هرچند غیرمعنادار، نشان‌دهنده چالش‌های واقعی در تبدیل سرمایه‌گذاری‌های آموزشی به بهره‌وری اقتصادی است. از دیدگاه انسانی، این رابطه می‌تواند به معنای آن باشد که در کشورهای در حال توسعه، بودجه‌های آموزشی اغلب در سیستم‌های ناکارآمد هدر می‌رود و نمی‌تواند به بهبود کیفیت زندگی نسل جوان از طریق مهارت‌های شغلی پایدار منجر شود، که در نهایت چرخه فقر را تقویت می‌کند. این نتیجه با نظریه‌هایی مانند دیدگاه شولتز (۱۹۶۱) و لوکاس (۱۹۸۸) همخوانی دارد که آموزش را محرک رفاه جامعه می‌دانند، اما تأکید می‌کند که بدون زیرساخت‌های مناسب، این سرمایه‌گذاری‌ها اثربخشی خود را از دست می‌دهند.

در مقابل، رابطه منفی و معنادار بین مخارج بهداشتی و رشد اقتصادی بیانگر فشار مالی این هزینه‌ها بر اقتصاد است. از منظر انسانی، این یافته هشدار می‌دهد که افزایش مخارج بهداشتی بدون برنامه‌ریزی کارآمد می‌تواند دسترسی به خدمات سلامت را برای اقشار کم‌درآمد محدود کند و در عین حال رشد اقتصادی را کند نماید، که در نهایت به کاهش امید به زندگی و بهره‌وری نیروی کار منجر می‌شود. این نتیجه با

مبانی نظری مانند نقش سلامت در افزایش بهره‌وری (اسدی و همکاران، ۱۳۹۷) همسو است، اما نشان می‌دهد که در عمل، ناکارآمدی‌ها می‌توانند این نقش را معکوس کنند.

ب) پیشنهادات سیاستی برای مقابله با این چالش‌ها، سیاست‌گذاران باید بر کارایی تخصیص منابع تمرکز کنند. به طور خاص، پیشنهاد می‌شود که مخارج آموزشی با برنامه‌های مهارت‌محور و هماهنگ با بازار کار ادغام شود تا تاثیر بلندمدت بر رفاه اجتماعی تضمین گردد. همچنین، برای بخش بهداشت، اولویت‌بندی پیشگیری و مدیریت کارآمد منابع ضروری است تا از هدررفت جلوگیری شود. این پیشنهادات نه تنها رشد اقتصادی را تقویت می‌کنند، بلکه توسعه انسانی را در جوامع در حال توسعه ارتقا می‌دهند و به کاهش نابرابری‌ها کمک می‌کنند.

در نهایت، مقایسه با تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که یافته‌های این مطالعه با مطالعات گزارش‌دهنده رابطه منفی همسو است، مانند اکبریان و فام‌کار (۱۳۸۶) و آرامش و هاتفی (۱۳۹۹) برای مخارج آموزشی، و احمدی و همکاران (۱۴۰۱) برای مخارج بهداشتی، که تاثیر منفی را در ایران گزارش کرده‌اند. اما با مطالعاتی که رابطه مثبت گزارش کرده‌اند، مانند بارو (۲۰۰۱) و کومان و همکاران (۲۰۲۲) برای آموزشی، و زیدی و سعیدی (۲۰۱۸) و خانزادی و همکاران (۱۳۹۶) برای بهداشتی، متفاوت است، زیرا این پژوهش بر وابستگی‌های دمی غیرخطی تمرکز دارد که نوسانات اقتصادی را بهتر مدل‌سازی می‌کند. این مقاله شکاف موجود در ادبیات را پر کرده است، زیرا مطالعات قبلی اغلب از روش‌های خطی ساده (مانند پانل یا رگرسیون) استفاده کرده‌اند، در حالی که اینجا برای اولین بار ۲۵ مدل کاپیولا برای تحلیل وابستگی‌های پیچیده دمی در کشورهای در حال توسعه به کار رفته است، که تفاوت کلیدی با رویکردهای سنتی است و امکان تحلیل دقیق‌تر روابط اقتصادی را فراهم می‌کند.

## ۶. منابع

۱. اسدی، منیژه، نیکوقدم، مسعود و هراتی، جواد (۱۳۹۶). ارتباط متقابل مخارج بهداشتی دولت و رشد اقتصادی در کشورهای منتخب حوزه منا: رویکرد سیستم معادلات همزمان، *اقتصاد و الگو سازی*، (۳۱)، ۸۷-۵۵.
۲. احمدی، محدثه، محمودزاده، محمود و قویدل دوست کوئی، صالح (۱۴۰۱). اثر اجزای مخارج دولت بر رشد اقتصادی ایران رویکرد رگرسیون غیرخطی انتقال هموار، مدل‌سازی اقتصاد سنجی، دوره ۷، شماره ۲.
۳. اکبریان، رضا و فام‌کار، مهسا (۱۳۸۶). بررسی ارتباط بین نابرابری درآمد، مخارج آموزشی و رشد اقتصادی، پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، (۱)، ۱۳۴-۱۶۱.
۴. جنتی مشکانی، ابوالفضل، سامتی، مرتضی، خوش اخلاق، رحمان، دلال اصفهانی، رحیم، عمادزاده، مصطفی (۱۳۹۰). بررسی هزینه‌های آموزش بر سرمایه انسانی و رشد اقتصادی با استفاده از الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه، تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، (۵)، ۴۸-۲۱.
۵. خانزادی، آزاد، فتاحی، شهرام، مرادی، سارا (۱۳۹۶). اثرات هزینه‌های بهداشت و درمان بخش عمومی بر رشد اقتصادی ایران، سیاست‌های راهبردی و کلان، (۱۸)، ۶۷-۴۹.
۶. شمس‌اللهی، رضا (۱۴۰۱). تاثیر مخارج بهداشتی دولت بر رشد اقتصادی ایران، پانزدهمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت، اقتصاد و توسعه.
۷. عارفی مرضیه، زاینده‌رودی محسن، جلالی اسفندیادی، سیدعبدالمجید (۱۴۰۲). تاثیر شاخص سلامت بر رشد اقتصادی (مطالعه استانی)، اقتصاد و برنامه ریزی ۲۸ (۴)، ۱۹۴-۱۶۵.
۸. منتظری شورکچالی، جلال و زاهدغروی، مهدی (۱۴۰۰). اندازه دولت و رشد اقتصادی در ایران: رهافیت علیت گرنجر مارکوف، پژوهش‌های اقتصادی، (۲۱)، ۱۱۶-۹۳.
۹. محقق، یحیی، زارع، هاشم و ابراهیمی، مهرزاد (۱۴۰۳). بررسی آثار تکانه‌های مخارج آموزش عمومی بر رشد اقتصاد، توسعه و سرمایه
۱۰. سوئچینگ، پژوهش‌های اقتصادی، (۱)، ۲۱-۹۳.
11. Abington, C., & Blankenau, W. (2013). Government education expenditures in early and late childhood. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 37(4), 854-874.
12. Annabi, N., Harvey, S., & Lan, Y. (2011). Public expenditures on education, human capital and growth in Canada: An OLG model analysis. *Journal of Policy Modeling*, 33(6), 852-865.
13. Ayeni, A. O., & Omobude, O. F. (2018). Educational expenditure and economic growth nexus in Nigeria (1987-2016).
14. Azam, W., Khan, I., & Ali, S. A. (2023). Alternative energy and natural resources in determining environmental sustainability: a look at the role of government final consumption expenditures in France. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(1), 1949-1965.
15. Barro, Robert, J. (2001). Human capital and growth. *American Economic Review*, 91(2), 12-17.
16. Barro, R., & Martin, X. S. (1989). Economic growth and convergence across the united states. Harvard University.
17. Bassanini, A., & Scarpetta, S. (2001). Les moteurs de la croissance dans les pays de l'OCDE: analyse empirique sur des données de panel. *Revue Economique de l'OCDE*, (2), 7-58.

18. Blankenau, W. F., Simpson, N. B., & Tomljanovich, M. (2007). Public education expenditures, taxation, and growth: Linking data to theory. *American Economic Review*, 97(2), 393–397.
19. Chandana, A., Adamu, J., & Musa, A. (2024). Impact of government expenditure on economic growth in Nigeria, 1970-2019. *CBN Journal of Applied Statistics (JAS)*, 11(2), 6.
20. Chandana, A., Adamu, J., & Musa, A. (2024). Impact of government expenditure on economic growth in Nigeria, 1970-2019. *CBN Journal of Applied Statistics (JAS)*, 11(2), 6.
21. Cullison, W. (1993). Public investment and economic growth. *FRB Richmond Economic Quarterly*, 79(4), 19–33.
22. Coman, A. C., Lupu, D., & Nuță, F. M. (2022). The impact of public education spending on economic growth in Central and Eastern Europe. An ARDL approach with structural break. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 1-18.
23. Dao, M. Q. (2012). Government expenditure and growth in developing countries. *Progress in Development Studies*, 12(1), 77–82.
24. Dahlin, B.G. (2002), “The Impact of Education on Economic Growth : Theory, Findings and Policy Implications”, *Duke University Working Paper*, p.18.
25. Esen, E., & Çelik Keçili, M. (2021). Economic growth and health expenditure analysis for Turkey: evidence from time series. *Journal of the knowledge economy*, 1-15.
27. Hirsch C. and Giovanni Sulis (2009), “Schooling, Production Structure and Growth : An Empirical Analysis on Italian Regions”, *Cagliari Intangible Assets and Regional Economic Growth*, (Working Paper: 18), p.23.
28. Idrees, A. S., & Siddiqi, M. W. (2013). Does public education expenditure cause economic growth? Comparison of developed and developing countries. *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences (PJCSS)*, 7(1), 174-183.
29. Ibrahim, C. (2021). Corruption, public debt and economic growth—evidence from developing countries. *International Journal of Development Issues*, 20(1), 24-37.
30. Khan, S. A. R., Zhang, Y., Kumar, A., Zavadskas, E., & Streimikiene, D. (2020). Measuring the impact of renewable energy, public health expenditure, logistics, and environmental performance on sustainable economic growth. *Sustainable development*, 28(4), 833-843.
31. Le, M. P., & Tran, T. M. (2021). Government education expenditure and economic growth nexus: Empirical evidence from Vietnam. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 8(7), 413-421.
32. Li, Y., Zhao, X., & Wang, B. (2024). Public education expenditure and corporate human capital: Evidence from China. *Finance Research Letters*, 60, 104926.
33. Loening, J. B., Rao, B. and Singh, R. (2010). “Effects of Education on Economic Growth : Evidence from Guatemala”, *University Library of Munich*, (MPRA Paper No : 25105
34. Lupu, D., & Nuță, F. M. (2023). The impact of public education spending on economic growth in Central and Eastern Europe. An ARDL approach with structural break. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 36(1), 1261-1278.
35. Mercan, M., & Sezer, S. (2014). The effect of education expenditure on economic growth: The case of Turkey. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 109, 925-930.
36. Maitra, B., & Mukhopadhyay, C. K. (2012). Public spending on education, health care and economic growth in selected countries of Asia and the Pacific. Is climate change hindering economic growth of Asian economies?, 19
37. McMahon, W.W. (1998), “Education and Growth in East Asia”, *Economics of Education Review*, Vol.17, No.2, pp.159-172.
38. Ngo, Q. T., Tran, H. A., & Tran, H. T. T. (2022). The impact of green finance and Covid-19 on economic development: capital formation and educational expenditure of ASEAN economies. *China Finance Review International*, 12(2), 261-279.
39. Odhiambo, N. M. (2021). Health expenditure and economic growth in sub-Saharan Africa: an empirical investigation. *Development Studies Research*, 8(1), 73-81.
40. Poku, K., Opoku, E., & Agyeiwaa Ennin, P. (2022). The influence of government expenditure on economic growth in Ghana: An Ardl approach. *Cogent Economics & Finance*, 10(1), 2160036.
41. Qehaja, S. S., Qehaja, D., Arber, H. O. T. I., & Marovci, E. (2023). The relationship between government health expenditure and economic growth: Evidence from western Balkan countries. *International Journal of Applied Economics, Finance and Accounting*, 15(1), 10-20.
42. Romer, P. M. (2008). Economic growth. In D.R Herderson, the concise encyclopedia of Economics.
43. Raghupathi, V., & Raghupathi, W. (2020). Healthcare expenditure and economic performance: insights from the United States data. *Frontiers in public health*, 8, 156.

44. Saputra, M. E., Zulham, T., & Srnita, S. (2025). The Effect of Aceh Government Spending Policy on Inclusive Growth: Income per Capita as a Mediating Variable. *Grimsa Journal of Business and Economics Studies*, 2(1), 1-14.
45. Sethi, N., Mohanty, S., Das, A., & Sahoo, M. (2024). Health expenditure and economic growth nexus: empirical evidence from South Asian countries. *Global business review*, 25(2\_suppl), S229-S243.
46. Tung, L. T., & Hoang, L. N. (2024). Impact of R&D expenditure on economic growth: evidence from emerging economies. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 15(3), 636-654.
47. 45.Tomić, Z. (2015). Analysis of the impact of public education expenditure on economic growth of European Union and BRICS. *Economic analysis*, 48(1-2), 19-38.
48. 46. Wang, B. (2005). Effects of government expenditure on private investment: Canadian empirical evidence. *Empirical Economics*, 30(2), 493–504.
49. 47. Zaidi, S., & Saidi, K. (2018). Environmental pollution, health expenditure and economic growth in the Sub-Saharan Africa countries: Panel ARDL approach. *Sustainable cities and society*, 41, 833-840.
50. 48. Zhang, D., Mohsin, M., Rasheed, A. K., Chang, Y., & Taghizadeh-Hesary, F. (2021). Public spending and green economic growth in BRI region: mediating role of green finance. *Energy Policy*, 153, 112256.
51. 49. Zaman, S., Wang, Z., & Zaman, Q. U. (2021). Exploring the relationship between remittances received, education expenditures, energy use, income, poverty, and economic growth: fresh empirical evidence in the context of selected remittances receiving countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(14), 17865-17877.

