



## Nonlinear Impact of Education on Total Factor Productivity in Iran

Shahram Mosalla 

Ph.D. Candidate in Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Alireza Amini\* 

Associate Professor, Department of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Gholamreza Geraeinejad 

Assistant Professor, Department of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Ali Akbar Khosravinejad 

Assistant Professor, Department of economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

### Abstract

The study of the effect of education on total factor productivity is one of the important topics in the macroeconomic literature and educational policy. However, identifying the threshold of the effect of education on total factor productivity is of more interest to policymakers. The present study investigates the nonlinear relationship between education and total factor productivity for the period 1365-1397 SH (1986-2018). Average years of study have been used as an indicator of education and the Gentle Transfer Regression (STR) model has been applied to estimate the threshold. The results confirm the nonlinear effect of education levels on total factor productivity and show that the quantity of education index in a two-regime structure with a threshold of 81.86 (equivalent to the average years of study 7.82 years) has a significant effect on total factor productivity. Given that the Iranian economy has exceeded the threshold since 1390 SH (2011), increasing the quantity of education will have a negative impact on productivity. Therefore, reviewing the quantitative development of education and giving priority to improving the quality of education has more priority than in past.

**Keywords:** Human capital, education, total factor productivity, smooth transition regression.

**JEL Classification:** I21, J24, O47.

Corresponding Author: [ar.amini@iauctb.ac.ir](mailto:ar.amini@iauctb.ac.ir) \*

**How to Cite:** Mosalla, Sh., Amini, A., Geraei Nejad, Gh. & Khosravi Nejad, A. A. (2021). The Impact of Threshold and Nonlinear education on Total Factor Productivity in the Iranian Economy: Smooth Transition Regression Approach. *Journal of Economic Research*, 83 (21), 37- 73.




## تأثیر آستانه‌ای و غیرخطی تحصیلات بر بهره‌وری کل عوامل در اقتصاد ایران: رویکرد رگرسیون انتقال ملایم


دانشجوی دوره دکتری اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران

شهرام مصلی 


دانشیار، گروه اقتصاد واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

علیرضا امینی \* 

استادیار، گروه اقتصاد واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

غلامرضا گرایبی نژاد 

استادیار، گروه اقتصاد واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

علی اکبر خسروی نژاد 

### چکیده

بررسی تأثیر تحصیلات بر بهره‌وری کل عوامل، یکی از موضوعات مهم در ادبیات اقتصاد کلان و سیاست‌گذاری آموزشی بوده که مورد توجه بسیاری از اقتصاددانان در سال‌های اخیر بوده است. شناخت حد آستانه‌ای اثر تحصیلات بر بهره‌وری کل عوامل، موضوع مهم‌تری برای سیاست‌گذاران است. از این رو، مطالعه حاضر به بررسی رابطه غیرخطی آموزش با بهره‌وری کل عوامل طی دوره ۱۳۹۷-۱۳۶۵ پرداخته است. برای آموزش نیز از شاخص متوسط سال‌های تحصیل استفاده شده است. به این منظور و برای تعیین حد آستانه‌ای تأثیر تحصیلات بر بهره‌وری کل عوامل از الگوی رگرسیون انتقال ملایم (STR) استفاده شده است. نتایج حاصل از اجرای الگوی STR ضمن تایید فرضیه اثرگذاری غیرخطی تحصیلات بر بهره‌وری کل عوامل، نشان داد که شاخص کمیت تحصیلات در یک ساختار دو رژیمی با حد آستانه ۸۱/۸۶ (معادل متوسط سال‌های تحصیل ۷/۸۲ سال) بر بهره‌وری کل عوامل اثر معناداری دارد. با توجه به اینکه اقتصاد ایران از سال ۱۳۹۰ از حد آستانه‌ای عبور کرده است و افزایش کمیت تحصیلات تأثیر منفی بر بهره‌وری دارد، از این رو، اولویت دادن به ارتقای سطح کیفی آموزش اولویت بیشتری نسبت به گذشته دارد.

کلیدواژه‌ها: سرمایه انسانی، آموزش، تحصیلات، بهره‌وری کل عوامل، رگرسیون انتقال ملایم.

طبقه‌بندی JEL: O47, J24, I21.

مقاله حاضر مستخرج از رساله دکتری دانشگاه آزاد واحد تهران مرکزی است.

\* نویسنده مسئول: ar.amini@iauctb.ac.ir

## ۱. مقدمه

بهره‌وری در سه برنامه توسعه اخیر کشور ایران همواره یکی از مضامین مورد تاکید برای افزایش نرخ رشد اقتصاد و پایداری آن در طول زمان تلقی شده است. بر این اساس، تا سه درصد از رشد اقتصادی هدف گذاری شده را در گرو افزایش بهره‌وری و برنامه‌ریزی برای آن فرض کرده‌اند. در همین راستا، در برنامه جامع بهره‌وری کشور (مصوب هیأت وزیران در سال ۱۳۹۴) ضمن اشاره به مسائل اقتصادی نظیر تورم، نرخ بالای بیکاری، پایین بودن بازده سرمایه‌گذاری، کم بودن سرمایه‌گذاری خارجی، پایین بودن درآمد صادراتی کشور به‌ویژه درآمدهای غیر نفتی، نسبت به توان بالقوه کشور و پایین بودن رتبه ایران در رقابت‌پذیری، توجه به مقوله بهره‌وری در کنار سایر عوامل موثر، یک ضرورت تشخیص داده شده است. بنابراین، اولین پرسشی که در مقابل سیاست‌گذاران اقتصادی رخ می‌نماید این است که بهره‌وری کل عوامل تولید تحت تاثیر کدام یک از عوامل، قابل ارتقا و افزایش هستند؟

آدام اسمیت<sup>۱</sup> معتقد بود که سرمایه انسانی و بهره‌وری نیروی کار، هر دو با تقسیم کار ارتباط دارند و بهبود بهره‌وری نیروی کار و بخش عمده‌ای از مهارت و زبردستی کارگران و تفاوت در نگرش آن‌ها ناشی از تقسیم کار بین کارگران است، اما نضج و تکمیل نظریه سرمایه انسانی در دهه ۱۹۶۰ میلادی، عرصه نوینی را در تبیین عوامل ایجادکننده بهره‌وری نزد سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان رشد و توسعه گشود.

سیمون کوزنتس<sup>۲</sup> (۱۹۶۳) معتقد است «تجهیزات فیزیکی، انباشت اصلی سرمایه در کشورهای پیشرفته نیست، بلکه دانش آن‌هاست که با آزمون یافته‌هایشان و از طریق کشف‌های علوم تجربی و ظرفیت دانشی و مهارت جمعیت و استفاده موثر از این دانش و مهارت‌ها، ایجاد شده است. بنابراین، مهم‌ترین و بزرگ‌ترین عامل رشد سرانه محصول، همانا انباشت روزافزون دانش آزمون شده و مفید است».

---

1. Smith, A.  
2. Kuznets, S.

انتشار مقالات شولتز<sup>۱</sup>، دنیسون<sup>۲</sup> و مینسر<sup>۳</sup> در دهه ۱۹۶۰ میلادی که بعدها با کارهای تفصیلی بکر<sup>۴</sup> تکمیل شد، همگی نقش سرمایه‌ای آموزش را تقویت کردند (مهربانی، ۱۳۹۴). به این ترتیب، انتظار می‌رود آموزش با شکل دادن سرمایه انسانی، نقش جوهری را در ارتقای بهره‌وری نیروی کار همچنین افزایش بهره‌وری در کاربرد تجهیزات و سرمایه‌های فیزیکی داشته باشد.

طی دو دهه اخیر نیز پژوهشگران، رابطه بین سرمایه انسانی و بهره‌وری را مورد کنکاش قرار داده‌اند. اکثر مطالعات نشان می‌دهد که سرمایه انسانی تاثیر مثبتی بر بهره‌وری کل عوامل تولید دارد، اما برخی از مطالعات مانند ساخاروپولوس و پاترینوس<sup>۵</sup> (۲۰۰۴) استدلال می‌کنند افزایش آموزش سهم قابل توجهی از افزایش بهره‌وری ندارد و حتی در مواردی مانند زیر<sup>۶</sup> (۲۰۰۹) تاثیر منفی را گزارش کرده‌اند.

از آنجا که کارهای پژوهشی قبلی به نتیجه یکسانی نرسیدند، می‌توان به تاثیر خطی آموزش بر بهره‌وری تردید داشت. وقتی پیوند غیرخطی بین متغیرهای وابسته و مستقل وجود داشته باشد، ویژگی خطی ممکن است ارتباط آموزش با TFP<sup>۷</sup> را بیش از حد ساده کند. با توجه به نرخ بیکاری قابل توجه افراد تحصیلکرده (که قاعدتا موجب عدم جذب بخش زیادی از اثرات تحصیلات در TFP می‌شود) و عدم تطابق رشته‌های تحصیلی و حتی میزان تحصیلات با شغل افراد، می‌توان انتظار داشت که افزایش سال‌های تحصیل شاغلان به‌طور مداوم نتواند موجب افزایش TFP شود و غیرخطی بودن رابطه متوسط سال‌های تحصیل با TFP استنباط می‌شود.

با توجه به موارد ذکر شده، این پژوهش در پی آن است که با استفاده از یک رویکرد غیرخطی به بررسی تاثیر سرمایه انسانی از نوع آموزش بر بهره‌وری کل عوامل بپردازد. شناسایی رابطه غیرخطی مورد اشاره می‌تواند کاربرد بسزایی در بازنگری سیاست‌های کلان در حوزه آموزش و بهره‌وری داشته باشد. سوالی که این پژوهش در پی پاسخ آن است،

- 
1. Schultz, T.
  2. Denison, E.
  3. Mincer, J.
  4. Becker, G.
  5. Psacharopoulos, G, Patrinos, H.
  6. Zeira, J.
  7. Total factor productivity

بررسی این فرضیه است که آیا ارتقای سطح کمی آموزش تا یک حد آستانه‌ای به افزایش بهره‌وری و از آن حد به بعد به کاهش بهره‌وری منجر می‌شود یا خیر؟ اگر پاسخ این سوال مثبت باشد بدین معنا است که سیاست‌گذار باید سرعت توسعه کمی آموزش را در یک سطح معین آهسته‌تر کرده و ارتقای کیفیت آموزش را در اولویت قرار دهد و یا سیاست‌هایی در خصوص بهبود عدم تناسب تحصیلات با شغل اجرا کند و یا استراتژی‌گزینی در زمینه توسعه کمی آموزش با رویکرد توسعه‌ای در حوزه‌هایی که کمبود وجود دارد، دنبال شود. بدیهی است، این تغییر رویکرد به تغییر تخصیص بودجه دولت و منابع انسانی بین کمیت و کیفیت آموزش از یک سو و بین انواع آموزش (از جنبه‌های مختلف مانند آموزش‌های نظری و کاربردی و آموزش در رشته‌های مختلف) از سوی دیگر منجر خواهد شد.

در این پژوهش، محاسبه بهره‌وری کل عوامل و متوسط سال‌های تحصیل برای دوره ۱۳۶۵-۱۳۹۷ انجام شده و دامنه آن در سطح کلان اقتصاد بوده و روش اقتصادسنجی استفاده شده الگوی رگرسیون انتقال ملایم (STR)<sup>۱</sup> است.

هدف این پژوهش اندازه‌گیری متوسط سال‌های تحصیل و حد آستانه‌ای آموزش در سطح کلان و برای کل اقتصاد (تجمیع شده کل بخش‌های اقتصادی) است و بررسی سطوح آستانه‌ای به تفکیک بخشهای اقتصادی محدودیت این پژوهش است.

پژوهش حاضر در شش بخش سازماندهی شده است. بعد از مقدمه در بخش دوم و سوم به ترتیب مبانی نظری و پیشینه پژوهش مرور خواهد شد. در بخش چهارم روش پژوهش بررسی خواهد شد. در بخش پنجم به تجزیه و تحلیل داده‌ها و در بخش ششم برآورد مدل می‌پردازیم و در بخش هفتم، نتیجه‌گیری و پیشنهادات ارائه می‌شود.

## ۲. مبانی نظری

با توجه به هدف پژوهش که بررسی رابطه سرمایه انسانی از نوع آموزش و بهره‌وری کل عوامل است و ارتقای بهره‌وری، عامل موثری در رشد اقتصادی است به بررسی اجمالی نظریات رشد خواهیم پرداخت. نظریات رشد به دو دسته تقسیم می‌شوند: نظریات رشد برونزا و درونزا.

نظریات رشد برونزا، منابع رشد را به عوامل برونزا ارتباط می دهند. نظریه نئوکلاسیک‌ها در چهارچوب نظریات رشد برونزا که اولین بار توسط سولو<sup>۱</sup> در سال ۱۹۵۶ مطرح شد، درصد زیادی از رشد اقتصادی را به یک متغیر برونزا (پیشرفت فنی) نسبت می دهد.

سولو نرخ رشد اقتصادی را ناشی از نرخ رشد کار و نرخ رشد سرمایه (که آن‌ها، منابع سنتی یا متعارف نامیده می شوند) و نرخ رشد بهره وری کل عوامل می داند. رشد بهره‌وری کل عوامل به صورت تفاضل میان رشد تولید و متوسط موزون نرخ‌های رشد نهاده‌ها توضیح داده می شود که به آن پسماند سولو<sup>۲</sup> نیز گفته می شود.

در مقابل، تئوری‌های رشد درونزا، منابع رشد را به عوامل درونزا و داخل الگو نسبت می دهند. تئوری‌های رشد درونزا به طور عمده به سه شاخه تقسیم می شوند: مدل‌های رشد مبتنی بر R&D یا اقتصاد اندیشه‌ها، مدل‌های رشد مبتنی بر سرمایه اجتماعی و مدل‌های رشد مبتنی بر سرمایه انسانی. براساس این طبقه‌بندی، نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل به عوامل متعددی از جمله سرمایه انسانی، دانش و فناوری و سرمایه اجتماعی بستگی دارد.

سرمایه انسانی، سرمایه‌های مولدی است که در وجود انسان‌ها جمع شده است. این سرمایه‌ها شامل مهارت‌ها، توانایی‌ها، اندیشه‌ها، سلامتی و... است که ناشی از سرمایه‌گذاری در آموزش، برنامه‌های کارآموزی و مراقبت‌های پزشکی است (تودارو<sup>۳</sup>، ۱۳۹۰). به عبارت دیگر، سرمایه انسانی متأثر از آموزش، سلامت و مهارت است که با توجه به هدف پژوهش حاضر، تنها سرمایه انسانی از نوع آموزش مورد بررسی قرار می گیرد.

رابطه بین رشد و سرمایه انسانی را در دو چهارچوب اصلی می توان مورد بررسی قرار

داد:

– روش اول از کار لوکاس<sup>۴</sup> (۱۹۸۸) نشأت می گیرد. او در مقاله معروف خود در مورد رشد درونزا به نام «در باب مکانیزم‌های توسعه اقتصادی»<sup>۵</sup> از انباشت سرمایه انسانی به عنوان منبع رشد پایدار یاد می کند. لوکاس به طور خاص بین دو منبع انباشت سرمایه انسانی؛ یعنی

- 
1. Solow, R.
  2. Solow residual
  3. Todaro, M.
  4. Lucas, R.
  5. On the Mechanics of Economic Development

آموزش و یادگیری از طریق انجام کار<sup>۱</sup> تمایز قائل می‌شود. چون در این دیدگاه، رشد ابتدا از انباشت سرمایه انسانی ناشی می‌شود؛ بنابراین، اختلاف در نرخ‌های رشد بین کشورها، بیشتر به تفاوت در نرخ‌های انباشت سرمایه انسانی طی زمان در این کشورها نسبت داده می‌شود.

- روش دوم که به مقاله نلسون و فلیس<sup>۲</sup> (۱۹۶۶) بر می‌گردد، رشد را ناشی از موجودی سرمایه انسانی<sup>۳</sup> می‌داند که به نوبه خود توانایی یک کشور در نوآوری و رسیدن به پای کشورهای پیشرفته‌تر را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بنابراین، تفاوت در نرخ‌های رشد بین کشورها، ناشی از تفاوت در موجودی سرمایه انسانی و به تبع آن تفاوت در توانایی آن‌ها در ایجاد رشد تکنولوژیکی است.

پس از بررسی اجمالی مبانی نظری سرمایه انسانی در ادامه به بررسی کانال‌های اثر آموزش بر بهره‌وری می‌پردازیم.

مشارکت آموزش در کارایی و بهره‌وری تولید را می‌توان به سه عامل و یا اثر متفاوت اثر کاری، توانایی تخصیص و توانایی ابداع تقسیم‌بندی کرد.

- اثر کاری، مربوط به توانایی‌هایی در نیروی کار است که از آموزش نشأت گرفته است. این توانایی‌ها سبب می‌شود تا نیروی کار بتواند وظیفه محوله را سریع‌تر و با کیفیت بهتر انجام دهد. توانایی تخصیص، مهارت انتخاب امکان‌های مختلف تولید است. این توانایی مستلزم قوه شناخت، دانش، مهارت و همچنین قضاوت بوده و عامل سوم توانایی ابداع و نوآوری است که بی‌شک می‌تواند در افزایش بهره‌وری بسیار موثر باشد (عمادزاده، ۱۳۶۹). بنابراین، کانال‌های متفاوتی که از طریق آن‌ها آموزش بر بهره‌وری کل عوامل اثر می‌گذارد را می‌توان در پنج بخش توصیف کرد. افزایش خلاقیت و نوآوری یکی از این کانال‌ها است که منتج از افزایش سطح تحصیلات است و روش‌های انجام کار را بهبود می‌دهد.

- 
1. Learning by Doing
  2. Nelson, R. & Phelps, E.
  3. Stock of Human Capital

رومر<sup>۱</sup> (۱۹۹۰) معتقد است آموزش، قدرت ابداع و نوآوری را افزایش می‌دهد که در نتیجه موجب ایجاد تکنولوژی‌های جدید شده و با افزایش بهره‌وری تولید، می‌تواند موجب بهبود رشد اقتصادی شود.

- دومین کانال، اثرات سرریز نیروی انسانی با تحصیلات بالا بر سایر کارکنان کم سواد است و باعث ارتقای بهره‌وری آنها می‌شود. در این حالت، نیروی کار آموزش دیده می‌تواند موجب آموزش غیررسمی و حین کار نیروی کار غیرماهر شود.

- سومین اثر، مربوط به اثر تحصیلات بر تشخیص بهتر کار درست و درست انجام دادن کار است. سیمون کوزنتس (۱۹۶۳) معتقد بود که سرمایه‌گذاری در آموزش منبع مهمی برای تشکیل سرمایه انسانی، نظیر توانا ساختن نیروی کار و پیشرفت فنی در تولید محسوب می‌شود و سرمایه انسانی را عامل مهمی در توسعه اقتصادی کشور به حساب می‌آورد.

- چهارمین کانال، اثر تحصیلات بر استفاده درست از ماشینی آلات و تجهیزات و توانایی انجام کار با تجهیزات با تکنولوژی جدید است. براساس نظریه نلسون و فلیس، نقش اصلی آموزش، افزایش ظرفیت افراد است. فرد آموزش دیده هم می‌تواند ابداع کند و هم با فناوری‌های جدید تطبیق پیدا کرده و نشر فناوری در اقتصاد را تسریع کند. بنابراین، نلسون و فلیس، سطح دستیابی به تحصیل را عامل ارتقای بهره‌وری می‌دانند.

- پنجمین کانال، اثر تحصیلات بالا بر استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات و تجارت الکترونیک است. عواملی همچون اصلاح سازمانی و به کارگیری تکنیک‌های مدیریتی، ارتقای تکنولوژی و ابداعات جدید و فناوری اطلاعات و ارتباطات موجب رشد تولید می‌شوند که این رشد را نمی‌توان با رشد عوامل تولید توضیح داد.

در دهه‌های اخیر، رابطه بین سرمایه انسانی و به خصوص آموزش با رشد یا بهره‌وری مورد بحث قرار گرفته است. بسیاری از تحقیقات نشان داده که تحصیلات، تاثیرات بالقوه‌ای بر بهره‌وری دارد. مطالعات موجود بیشتر از مدل‌های خطی تاثیر آموزش بر بهره‌وری استفاده می‌کنند که ممکن است برآورد خوبی باشد و با بسیاری از رویکردهای نظری مطابقت داشته باشد. با این حال، رابطه بین آموزش و بهره‌وری ممکن است به دلیل کاهش بازده در طول زمان غیرخطی باشد (Keller, K, R, 2006). دلیل اصلی این کاهش بازده، عدم تطابق

---

1. Romer, P.



تحصیلات و مهارت افراد با شغل<sup>۱</sup> است. به عنوان مثال، در بسیاری از مشاغل، افراد با مدرک کارشناسی ارشد و گاه دکتری، وظایفی را انجام می‌دهند که به طور معمول یک فرد با تحصیلات کارشناسی هم می‌تواند انجام دهد و این نکته موجب عدم تاثیر و یا حتی تاثیر منفی سال‌های تحصیل بیشتر افراد بر بهره‌وری (به دلایل انگیزشی) می‌شود. به عبارت روشن‌تر، اگر از یک فرد لیسانسیه به جای فوق‌دیپلم در یک پست شغلی استفاده شود که برای آن سطح تحصیلات فوق‌دیپلم کافی است، افزایش تولید ایجاد شده در مقایسه با دستمزد بیشتری که بابت تحصیلات بالاتر باید پرداخت شود، کمتر خواهد بود. در واقع، ابتدا که سطح تحصیلات نیروی کار در اقتصاد پایین است با افزایش سطح تحصیلات و استفاده از نیروی کار با تحصیلات بالاتر در پست‌های شغلی که به سطح آموزش بالاتر نیاز دارند، افزایش تولید ایجاد شده بیشتر از افزایش دستمزد پرداختی بابت تحصیلات بالاتر است (یعنی استفاده بهینه از نیروی کار آموزش دیده)، اما به تدریج با افزایش سطح تحصیلات نیروی کار و پر شدن پست‌های شغلی نیازمند تحصیلات بالاتر به وضعیتی می‌رسیم که نیروی کار با تحصیلات بالا به اجبار در پست‌های شغلی مشغول به کار می‌شوند که نیاز به آموزش کمی دارند (یعنی استفاده نابینه از نیروی کار آموزش دیده) و در چنین شرایطی، افزایش تولید ایجاد شده در مقایسه با دستمزد بیشتر، پرداختی کمتر خواهد شد و بازدهی نهایی نزولی آموزش برقرار می‌شود.

از منظر دیگر، در اقتصادهای در حال توسعه که سیستم اقتصادی امکان جذب و ایجاد خروجی مناسب برای افراد با تحصیلات دانشگاهی را ندارد، غیرخطی بودن تاثیر آموزش بر TFP بیشتر مورد انتظار است.

در پیشینه پژوهش به بررسی شواهد تجربی روابط متفاوت آموزش و TFP در مطالعات مختلف می‌پردازیم.

### ۳. پیشینه پژوهش

در این قسمت، نتایج مطالعات تجربی در خصوص رابطه سرمایه انسانی با بهره‌وری مورد بررسی قرار می‌گیرد. همانطور که پیشتر بیان شد در برخی از مطالعاتی که رابطه خطی بین سرمایه انسانی و بهره‌وری را مورد آزمون قرار داده‌اند، تاثیر مثبت آموزش بر TFP تایید

---

1. Mismatch

می‌شود. مطالعاتی مانند فیر و ایار<sup>۱</sup> (۲۰۰۱) و امینی و مصلی (۱۳۸۷ و ۱۳۹۰) از این نوع مطالعات هستند.

نتیجه برخی مطالعات، مانند بنوس و کارایانیس<sup>۲</sup> (۲۰۱۶) و وهاب و کفلی<sup>۳</sup> (۲۰۱۷) تاثیر منفی سرمایه انسانی یا آموزش با بهره‌وری را نشان می‌دهد. برخی مطالعات نیز مانند ساخاروپولوس و پاترینوس<sup>۴</sup> (۲۰۰۴) عنوان کرده‌اند که هیچ‌گونه رابطه‌ای بین سرمایه انسانی و بهره‌وری مشاهده نشده است. نتایج متفاوت و متناقض به دست آمده درخصوص اثرات سرمایه انسانی بر بهره‌وری می‌تواند این فرضیه را به ذهن متبادر کند که احتمالاً رابطه غیرخطی سرمایه انسانی بر بهره‌وری رد نمی‌شود. در ادامه، مطالعاتی که رابطه سرمایه انسانی و TFP را غیرخطی در نظر گرفته‌اند، بررسی می‌شوند.

لوپز<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۰۶) در مقاله‌ای به بررسی ارتباط اثرات آستانه‌ای سرمایه انسانی با بهره‌وری در مناطق اسپانیا در شرایط باز بودن اقتصاد در دوره ۲۰۰۰-۱۹۸۰ پرداختند. آن‌ها از تابع تولید کاب-داگلاس<sup>۶</sup> استفاده کرده و برای محاسبه بهره‌وری کل عوامل از شاخص دیویژیا<sup>۷</sup> استفاده کرده‌اند. همچنین متغیر سرمایه انسانی از نسبت شاغلان دارای تحصیلات متوسطه و عالی به کل شاغلان به دست می‌آید. نتایج پژوهش، یک سری سطوح آستانه‌ای را براساس سطوح سرمایه انسانی ارائه می‌دهد که هر چه سرمایه انسانی از حدود آستانه‌ای بالاتر باشد، منافع حاصل از باز بودن اقتصاد بر بهره‌وری به مراتب بیشتر است. به عبارت دیگر، تجارت، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و سرریزهای R&D بین منطقه‌ای، گسترش دانش و پذیرش فناوری‌های پیشرفته‌تر را تسهیل می‌کند که این موضوع می‌تواند رشد بهره‌وری کل عوامل (TFP) را تسریع کند. در واقع، دانش محلی بالاتر و بین‌المللی شدن منجر به رشد TFP می‌شود.

کروگر و لیندال<sup>۸</sup> (۲۰۰۱) مبحث رابطه غیرخطی آموزش و رشد را مورد بررسی قرار داده‌اند. آن‌ها نمونه کشورهای خود را براساس سرمایه اولیه انسانی به سه زیر نمونه

- 
1. Aiyar, S. & Feyrer, j.
  2. Benos, N. & Karagiannis, S.
  3. Wahab, A. & Kefeli, Z.
  4. Psacharopoulos, G. & Patrinos, H. A.
  5. Lopez, E, et al.
  6. Cobb–Douglas Production Function
  7. Divisia
  8. Krueger, A. B. & Lindahl, M.

تقسیم کردند و به نتایج متفاوتی دست یافتند. آن‌ها نتیجه گرفتند که آموزش و پرورش به ترتیب تاثیر مثبت و منفی بر رشد اقتصادی در زیر نمونه کشورهای با پایین ترین و بالاترین سطوح آموزشی دارد. نتایج پژوهش نشان داد که آموزش از نظر آماری به طور مثبت و معناداری با رشد، تنها برای کشورهای با پایین ترین سطح تحصیلات مرتبط است. برای گروهی از کشورها که از لحاظ متوسط سال‌های تحصیل در میانه و بالای کشورها قرار دارند، آموزش بر رشد اقتصادی بی‌تاثیر بوده و یا تاثیر منفی می‌گذارد. یافته‌های این پژوهش بر مشاهدات لوئیس<sup>۱</sup> (۱۹۶۴) تاکید می‌کند که «نمی‌توان یک خط مستقیم ساده را در رابطه با آموزش به رشد اقتصادی ترسیم کرد». نویسندگان دریافتند که رابطه سرمایه انسانی به شکل U معکوس و اوج آن در ۷/۵ سال تحصیلات است. با توجه به اینکه میانگین سال‌های تحصیل در کشورهای OECD<sup>۲</sup> در سال مطالعه ۸/۴ بوده است. این نویسندگان خاطرنشان می‌کنند که به طور متوسط کشورهای OECD در زمینه پیشرفت تحصیلی در قسمت نزولی قرار دارند.

دورماز و پابوچو<sup>۳</sup> (۲۰۱۸) در پژوهشی به بررسی تاثیر هزینه‌های آموزشی دولت بر بهره‌وری نیروی کار در بخش تولید ترکیه طی دوره ۲۰۱۱-۲۰۱۵ و با استفاده از روش ARDL<sup>۴</sup> پرداختند. یافته‌های پژوهش ضمن عدم رد فرضیه رابطه غیرخطی بین هزینه‌های آموزش و بهره‌وری نیروی کار، نشان می‌دهد که تغییرات مثبت در هزینه‌های آموزشی تاثیر منفی بر بهره‌وری نیروی کار و تغییرات منفی در هزینه‌های آموزشی تاثیر مثبتی بر بهره‌وری کار دارد.

راموس و مورلا<sup>۵</sup> (۲۰۱۹) در مقاله‌ای با عنوان آموزش و رشد اقتصادی به بررسی اهمیت آموزش در رشد اقتصادی و همچنین غیرخطی بودن رابطه آموزش و رشد می‌پردازند. در این خصوص از داده‌های سری زمانی برای دوره ۱۹۷۱-۲۰۱۳ برای کشور اسپانیا و از روش اقتصادسنجی انتقال ملایم (STR) استفاده کرده‌اند. مدل‌های برآورد شده نشان می‌دهد که چگونه تغییرات در آموزش و پرورش (زمان فعلی یا یکی دو دوره قبل) تاثیرات غیرخطی بر رشد اقتصادی فعلی ایجاد می‌کند. با توجه به نتایج به دست آمده، تجزیه و

- 
1. Lewis, W, A.
  2. Organisation for Economic Co-operation and Development
  3. Durmaz, A. & Pabuçcu, H.
  4. Autoregressive distributed lag
  5. Ramos, L. & Mourelle, E.

تحلیل خطی شواهدی را به نفع همبستگی مثبت بین تحصیلات و رشد اقتصادی نشان داده است. هرچه سطح تحصیلات (اعم از متوسطه و عالی) بالاتر باشد، رشد اقتصادی هم بالاتر است. اما در بخش غیرخطی، بعد از حد آستانه و جایی که رژیم عوض می‌شود، آموزش تاثیر منفی بر رشد اقتصادی دارد.

در مطالعات داخلی نیز موسوی و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی با عنوان «تاثیر سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی در ایران» یک رویکرد غیرخطی با استفاده از داده‌های سالانه دوره ۱۳۸۹-۱۳۴۵ اقتصاد ایران و با به کارگیری روش غیرخطی STR به بررسی تاثیر سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی در ایران پرداخته‌اند. با تایید رابطه به کارگیری روش غیرخطی بین متغیرها، تغییرات لگاریتم سرمایه انسانی دوره جاری به عنوان متغیر انتقال انتخاب و مدل رگرسیون انتقال ملایم با تابع انتقال لاجستیک (LSTR)<sup>۱</sup> دو رژیمی پذیرفته شده است. در واقع، اثرگذاری رشد سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی در دو رژیم مختلف متفاوت است. در ادامه ضرایب مدل برآورد و مقدار آستانه برای متغیر انتقال ۱/۰۸ محاسبه شده و فرضیه رابطه غیرخطی بین سرمایه انسانی و رشد رد نشد.

همانطور که در پیشینه پژوهش بررسی شد درخصوص رابطه آموزش با بهره‌وری کل عوامل و گاه رشد اقتصادی، غیرخطی بودن و حد آستانه‌ای داشتن سرمایه انسانی و به‌خصوص آموزش دور از انتظار نیست. ارتقای آموزش تا یک حد معین می‌تواند در اقتصاد تاثیر مثبت داشته باشد و افزایش بیش از حد آستانه‌ای، می‌تواند در اثر کاهش بازدهی آموزش منجر به کاهش بهره‌وری شود. همان طوری که پیشتر ملاحظه شد، مطالعات لوپز و همکاران (۲۰۰۶)، کروگر و لیندال (۲۰۰۱)، دورماز و پابوجو (۲۰۱۸)، راموس و مورلا (۲۰۱۹) و موسوی و همکاران (۱۳۹۴) رابطه غیرخطی آموزش با بهره‌وری یا رشد اقتصادی را رد نمی‌کنند. بنابراین، در پژوهش‌های بررسی شده، فرضیه وجود رابطه غیرخطی بین سرمایه انسانی و بهره‌وری کل عوامل و یا رشد اقتصادی رد نمی‌شود.

#### ۴. روش پژوهش

با توجه به اینکه هدف این پژوهش بررسی رابطه غیرخطی کمیت آموزش و TFP است به معرفی مدل LSTR می‌پردازیم.

---

1. Logistic Smooth Transition Regression

مدل رگرسیون انتقال ملایم یک مدل رگرسیون غیرخطی است که در آن انتقال از یک برازش خطی به سوی برازش دیگر به صورت ملایم صورت می‌گیرد (Lutkepohl, L., 2004). برخی محققین و به‌طور شاخص تراسورتا<sup>۱</sup> (۱۹۹۸) این مدل را توسعه دادند. مبنای این مدل‌ها هم این است که چون متغیرهای سری زمانی طی زمان، رفتار ثابتی ندارند برای تبیین آن‌ها باید از مدل‌های غیرخطی کمک گرفت. براساس مدل رگرسیونی انتقال ملایم، همه فرآیندها تغییرات شدید حول نقطه آستانه ندارند و تغییرات در پارامترها به آهستگی نیز صورت می‌گیرد. در این مدل‌ها، انتقال بین رژیم‌های مختلف به وسیله تابع لجستیک<sup>۲</sup> و یا تابع نمایی<sup>۳</sup> صورت می‌گیرد.

تراسورتا (۲۰۰۴)، مدل STR با تابع انتقال لجستیک را به صورت رابطه (۱) معرفی می‌کند که در آن  $\theta' = (\theta_0, \theta_1, \dots, \theta_p)'$  بردار پارامترهای خطی و  $\theta' = (\theta_0, \theta_1, \dots, \theta_p)'$  بردار پارامترهای غیرخطی مدل است.  $U_t$  جمله خطا بوده و فرض می‌شود دارای میانگین صفر و واریانس محدوده  $\sigma^2$  است.

$$y_t = \theta' \omega_t + (\theta' \omega_t) \cdot G(\gamma, c, s_t) + U_t \quad (1)$$

همچنین تابع  $G$  یک تابع لجستیک، پیوسته و کراندار بین صفر و یک به صورت رابطه (۲) است.

$$G(\gamma, c, s_t) = \left( 1 + \exp \left\{ -\gamma \prod_{k=1}^K (s_t - c_k) \right\} \right)^{-1}, \gamma > 0 \quad (2)$$

تابع  $G$  (رابطه (۲))، یک تابع لجستیک است که در آن  $s$  نشانگر متغیر انتقال،  $\gamma$  پارامتر سرعت انتقال و  $c$  پارامتر حد آستانه و یا محل وقوع تغییر رژیم است. همچنین  $K$  تعداد دفعات تغییر رژیم را نشان می‌دهد. متغیر  $s$  بنا بر بررسی لین و تراسورتا<sup>۴</sup> (۱۹۹۴) و ون

---

1. Terasvirta, T.  
 2. Logistic function  
 3. Exponential function  
 4. Lin, C. & Terasvirta, T.

دیک و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۰) می‌تواند وقفه‌های متغیر درون‌زا و برون‌زا، روند زمانی، خود متغیر برون‌زا و یا تابعی از متغیرهای درون‌زا و برون‌زا باشد. جهت شناخت و بررسی بیشتر ویژگی‌های مدل LSTR، مطابق با روش ون دیک (۱۹۹۹) فرض شده است که متغیر وابسته  $y_t$  تنها تابعی از مقادیر وقفه‌دار خود باشد که در این صورت با فرض یک تابع انتقال دو رژیمی رابطه (۳) را خواهیم داشت.

$$y_t = (\theta_0 + \theta_1 y_{t-1} + \dots + \theta_p y_{t-p}) + (\phi_0 + \phi_1 y_{t-1} + \dots + \phi_p y_{t-p}) G(\gamma, c, s_t) + U_t \quad (3)$$

و

$$G(\gamma, c, s_t) = \frac{1}{1 + \exp\{-\gamma(s_t - c)\}}$$

الگوی ارائه شده در رابطه (۳)، یک الگوی دو رژیمی است که پارامتر مکان (c) نقطه‌ای مابین دو رژیم حدی  $G(\gamma, c, s_t) = 0$  و  $G(\gamma, c, s_t) = 1$  را نشان می‌دهد.  $\gamma$  نشانگر سرعت انتقال بین رژیم‌ها بوده و مقادیر بیشتر  $\gamma$  نشاندهنده تغییر سریع‌تر رژیم است. چنانچه  $\gamma = 1$  باشد، انتقال بین دو رژیم آرام و با افزایش مقادیر به  $2/5$ ،  $5$  و  $25$  سرعت انتقال از یک رژیم به رژیم دیگر سریع‌تر می‌شود.

هنگامی که  $\gamma \rightarrow \infty$  و  $s_t > c$  باشد آنگاه  $G=1$  بوده و زمانی که  $s_t < c$  است  $G=0$  خواهد بود. بنابراین، رابطه (۳) به یک مدل آستانه‌ای (TR)<sup>۲</sup> و هنگامی که  $\gamma = 0$  باشد به یک مدل رگرسیون خطی تبدیل می‌شود (Aslanidis, N. & Xepapadeas, A., 2005).

#### ۴-۱. روش برآورد مدل STR

برآورد مدل STR به این شکل است در گام اول باید الگو تشخیص داده شود. این مرحله با تنظیم یک مدل خطی AR به عنوان نقطه شروع تحلیل مورد استفاده قرار می‌گیرد. در ادامه

1. Van Dijk, et al.

2. Threshold Regression

آزمون وجود رابطه غیرخطی بین متغیرها، انتخاب متغیر انتقال و تصمیم‌گیری درخصوص تعداد مرتبه‌های تغییر رژیم صورت می‌گیرد. بدین منظور، رگرسیون تقریبی ارائه شده در رابطه (۴) براساس بسط تیلور تابع انتقال رابطه (۸) استفاده شده است.

$$y_t = \beta'_0 \omega_t + \sum_{i=1}^3 \beta'_i \tilde{\omega}_t s_t^i \quad (4)$$

در رابطه (۴)،  $\omega_t = (1, \tilde{\omega}_t)'$  است. اگر  $s_t$  قسمتی از  $\omega_t$  نباشد، رابطه (۵) را خواهیم داشت.

$$y_t = \beta'_0 \omega_t + \sum_{i=1}^3 \beta'_i \omega_t s_t^i \quad (5)$$

برای آزمون خطی بودن از آماره آزمون F استفاده می‌شود که فرضیه صفر خطی بودن مدل به صورت  $H_0 = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$  است. چنانچه فرضیه خطی بودن رابطه بین متغیرها رد شود به منظور تشخیص نوع الگوی غیرخطی سلسله آزمون‌های ارائه شده در رابطه (۶) روی مدل کمکی رابطه (۴) انجام می‌شود.

$$1. H_{04}: \beta_3 = 0 \quad (6)$$

$$2. H_{03}: \beta_2 = 0, \beta_3 = 0$$

$$3. H_{02}: \beta_1 = 0, \beta_2 = \beta_3 = 0$$

آماره‌های آزمون مربوط به فرضیه‌های صفر رابطه (۶) به ترتیب با  $F_2, F_3, F_4$  و  $F_2$  نمایش داده می‌شود. چنانچه فرضیه  $H_{03}$  رد شود، الگوی LSTR با دو بار تغییر رژیم و یا الگوی انتقال رژیم نمایی تایید می‌شود که در این حالت با آزمودن فرضیه  $C_1 = C_2$  می‌توان بین این دو گزینه انتخاب کرد. درحالت رد فرضیه‌های  $H_{02}$  و  $H_{04}$  الگوی LSTR با یکبار تغییر رژیم انتخاب می‌شود.

گام دوم تخمین الگوی STR، برآورد مدل است. گام آخر نیز ارزیابی الگو است که در این مرحله تحلیل گرافیکی به همراه آزمون‌های مختلف مانند آزمون‌های عدم وجود خطاهای خود همبستگی، ثابت بودن پارامترها و نرمال بودن است (Terasvirta, T., 2004).

## ۵. تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای برآورد مدل باید متغیر متوسط سال‌های تحصیل به عنوان شاخصی از کمیت تحصیلات و همچنین بهره‌وری کل عوامل محاسبه شوند.

متوسط سال‌های تحصیل، میانگین تعداد سال‌هایی را که صرف تحصیل می‌شود، بیان می‌کند. برای محاسبه متوسط سال‌های تحصیل شاغلان از نتایج طرح آمارگیری نیروی کار مرکز آمار ایران و مجموعه آمارهای سری زمانی شاخص‌های کلیدی بازار کار ایران، منتشر شده توسط سازمان برنامه و بودجه کشور (امینی، ۱۳۹۴) استفاده می‌کنیم. بدین منظور، ابتدا تعداد شاغلان باسواد در هر مقطع تحصیلی شامل ابتدایی، متوسطه ۱ و ۲ و دانشگاهی را در میانگین تعداد سال‌های تحصیل آن مقطع ضرب می‌کنیم. با جمع جبری نتایج حاصل، مجموع سال‌های تحصیل شاغلان به دست می‌آید که پس از تقسیم مجموع سال‌های تحصیل شاغلان بر کل شاغلان، متوسط سال‌های تحصیل به دست می‌آید (رابطه (۷)).

$$EA = \frac{\sum_{i=0}^n L_i M_i}{TL} \quad (7)$$

در رابطه (۷)، متوسط سال‌های تحصیل،  $X_i$  شاغلان با مقاطع تحصیلی متفاوت،  $M_i$  میانگین تعداد سال‌های تحصیل هر مقطع و  $TL$  کل شاغلان است.

در مطالعه حاضر، برای محاسبه سطح بهره‌وری کل عوامل از روش دیویژا استفاده می‌کنیم. با توجه به اینکه آمارهای سری زمانی درخصوص سهم‌های عوامل از تولید وجود ندارد بنابراین، از روش سولو برای برآورد کشتش تولیدی سرمایه استفاده می‌کنیم. در روش سولو، تابع تولید به صورت رابطه (۸) تعریف می‌شود که مبتنی بر فرض پیشرفت تکنولوژی بی طرف یا خنثی از نوع هیکس<sup>۱</sup> است.

---

1. Hicks



$$V_t = A_t F(K_t, L_t) \quad (۸)$$

در رابطه (۸)،  $A_t$  برآوردی از بهره‌وری کل عوامل تولیدی است. در این روش، یک فرم تابعی معین برای تابع تولید در نظر گرفته شده، سپس پارامترهای آن با استفاده از تکنیک‌های اقتصادسنجی برآورد می‌شود. سولو توابعی به فرم کاب-داگلاس را جهت محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید توصیه می‌کند. فرم عمومی یک تابع تولید از نوع کاب-داگلاس به صورت رابطه (۹) است (امینی، ۱۳۹۱).

$$V = AK^\alpha L^\beta \quad (۹)$$

در رابطه (۹)،  $A$  پارامتر بهره‌وری،  $\beta$  و  $\alpha$  به ترتیب کشش‌های تولیدی کار و سرمایه هستند. در مواردی که بازدهی ثابت نسبت به مقیاس وجود دارد، تابع تولید فقط دارای یک پارامتر است (رابطه (۱۰)):

$$V = AK^\alpha L^{1-\alpha} \quad (۱۰)$$

در حالتی که بازدهی ثابت نسبت به مقیاس وجود دارد، یعنی  $\alpha + \beta = 1$ ، می‌توان تابع تولید را به شکل سرانه برآورد کرد (رابطه (۱۱)).

$$\left(\frac{V}{L}\right) = A \left(\frac{K}{L}\right)^\alpha \quad (۱۱)$$

پس از لگاریتم گرفتن از طرفین رابطه (۱۱) و برآورد معادله رگرسیون، پارامترهای معادله از جمله کشش تولیدی سرمایه برآورد می‌شود<sup>۱</sup>. برآورد تابع تولید با قید همگنی خطی دارای این ویژگی است که مجموع کشش‌های تولیدی برابر یک است و کشش‌های تخمین زده شده تقریب نزدیکی برای سهم‌های عوامل از تولید هستند<sup>۲</sup>. لویز و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۶)

۱. برای مطالعه بیشتر در خصوص روش‌های محاسبه بهره‌وری به امینی (۱۳۹۱) مراجعه فرمایید

۲. تحت شرایط رقابت کامل و برقرار بودن بازدهی ثابت نسبت به مقیاس، کشش‌های تولیدی کار و سرمایه دقیقاً با سهم‌های عامل کار و سرمایه از تولید برابر هستند.

3. Lopez, et al.

نیز در پژوهش بررسی اثر آستانه‌ای سرمایه انسانی بر بهره‌وری کل برای محاسبه بهره‌وری کل عوامل از تابع کاب-داگلاس و شاخص دیوژیا استفاده کرده‌اند.

پس از تشکیل تابع تولید و جمع‌آوری آمارهای سری زمانی برای سال‌های ۱۳۶۵-۱۳۹۷ و برآورد آن با نرم‌افزار ایویوز به روش OLS<sup>۲</sup>، کشش تولیدی سرمایه ( $\alpha$ )، ۰/۶۰۷ و کشش تولیدی کار ( $\beta$ )، ۰/۳۹۳ برآورد شدند. قابل توجه است، کشش تولیدی کار تخمین زده شده از تابع تولید با سهم عامل کار از تولید که از حساب‌های ملی محاسبه می‌شود، نزدیک است و می‌تواند نشانگر صحت برآورد بیان شده باشد. در مطالعه امینی (۱۳۹۱) نیز میانگین سهم عامل کار از تولید برای دوره ۱۳۷۵-۱۳۸۶ با استفاده از حساب ایجاد درآمد بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، حدود ۴۰/۹ درصد برآورد شده است. بنابراین، برآورد کشش تولیدی نیروی کار در مطالعه حاضر که حدود ۳۹/۳ درصد است با برآوردهای سهم عامل کار از تولید بسیار نزدیک است. در مرحله بعد با استفاده از فرمول دیوژیا، سطح بهره‌وری کل عوامل محاسبه شده است (رابطه (۱۲)).

$$TFP = \frac{GDP_{no}}{K^{\alpha}L^{1-\alpha}} \quad (12)$$

در رابطه (۱۲)،  $GDP_{no}$  تولید ناخالص داخلی غیرنفتی، TFP بهره‌وری کل عوامل و  $\alpha$  کشش تولیدی سرمایه است که حدود ۰/۶۰۷ تخمین زده شده است.

جهت اطمینان از برقراری فروض کلاسیک می‌توان از آماره‌های تشخیص استفاده کرد که در ادامه به بررسی نتایج آن‌ها پرداخته می‌شود. با توجه به اینکه سطح احتمال LM و F بیشتر از ۰/۰۵ است، فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود ناهمسانی واریانس را نمی‌توان رد کرد؛ در نتیجه همسانی واریانس تایید می‌شود. همچنین سطح احتمال LM و F در نتایج آزمون رمزی بیشتر از سطح بحرانی ۰/۰۵ است و در نتیجه فرضیه صفر مبنی بر شکل تبعی صحیح را نمی‌توان رد کرد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که شکل تبعی مدل درست تصریح شده است (جدول (۱)).

- 
1. Eviews
  2. Ordinary Least Squares

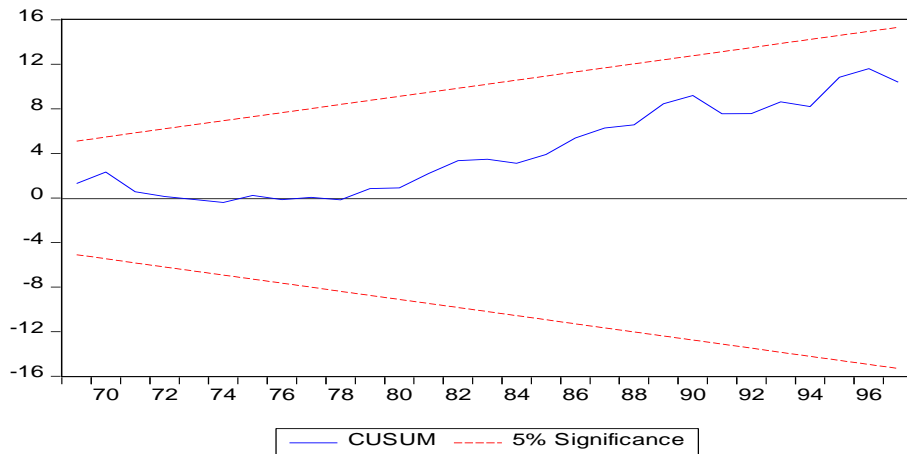
جدول ۱. نتایج آزمون‌های تشخیص برآورد کشش‌های تولیدی

| آزمون F |       | آزمون LM |       | نوع آزمون                          |
|---------|-------|----------|-------|------------------------------------|
| احتمال  | آماره | احتمال   | آماره |                                    |
| ۰/۶۶    | ۰/۱۹۶ | ۰/۶۶     | ۰/۴۴  | آزمون رمزی برای تصریح غلط شکل تبعی |
| ۰/۹۹    | ۲/۱   | ۰/۹۹     | ۲/۳   | آزمون ناهمسانی واریانس             |

منبع: یافته‌های پژوهش

در راستای بررسی نرمال بودن یا نبودن جملات اختلال، براساس مقدار آماره آزمون جارک-برا<sup>۱</sup> با آماره ۰/۱۵۶ و احتمال ۰/۹۳ می‌توان استدلال کرد فرضیه صفر مبنی بر نرمال بودن جملات اختلال در سطوح معنی‌داری ۱، ۵ و ۱۰ درصد رد نشده و از این رو، جملات اختلال از توزیع نرمال برخوردار هستند. همچنین براساس نمودارهای CUSUM و CUSUMSQ می‌توان بیان کرد که مقدار آماره آزمون کوچک‌تر از مقدار بحرانی بوده و فرضیه صفر مبنی بر ثبات و پایداری ضرایب برآورد شده در بلندمدت در سطح معنی‌دار ۵ درصد رد نمی‌شود (نمودار (۱) و (۲)).

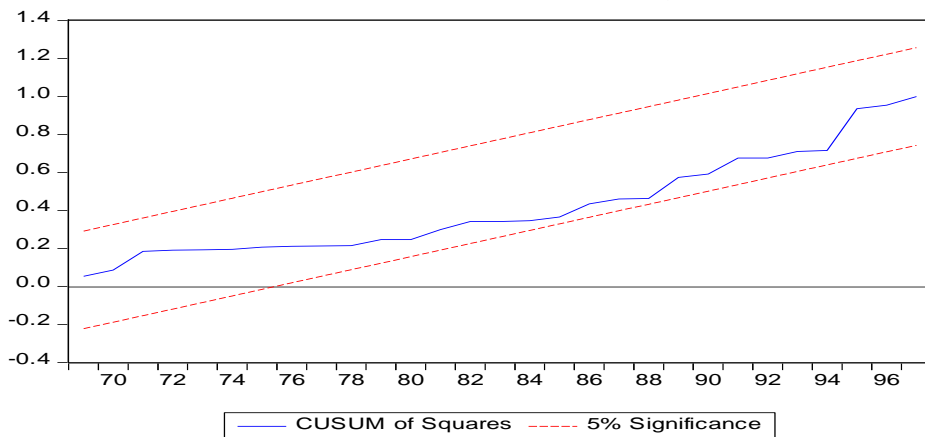
نمودار ۱. ثبات و پایداری ضرایب بلندمدت (CUSUM)



منبع: یافته‌های پژوهش

## 1. Jarque-Bera

نمودار ۲. ثبات و پایداری ضرایب بلندمدت (CUSUM of Squares)



منبع: یافته‌های پژوهش

پس از به‌دست آوردن کشش‌های نیروی کار و سرمایه و با استفاده از آمارهای تعداد شاغلان، موجودی سرمایه فیزیکی و GDP، بهره‌وری کل عوامل به روش دیویژیا با استفاده از فرمول (۱۳) محاسبه شده است. شایان ذکر است، در فرمول دیویژیا از سهم‌های عوامل از تولید استفاده می‌شود، ولی چون چنین داده‌های آماری سری زمانی برای دوره ۱۳۶۵-۱۳۹۷ موجود نیست، بناچار از کشش تولیدی کار و سرمایه استفاده می‌کنیم که از طریق تابع تولید کاب داگلاس تحت قید همگنی خطی تخمین زده شده است. نتایج محاسبات بهره‌وری کل عوامل در روش دیویژیا در چنین شرایطی با نتایج محاسبات به روش مانده سولو یکسان است و بین آن‌ها تفاوتی وجود ندارد.

$$TFP = \frac{V_t}{K_t^\alpha L_t^\beta} \quad (13)$$

برای محاسبه بهره‌وری کل عوامل، اولین اطلاعات مورد نیاز تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت است که از آمارهای حساب‌های ملی بانک مرکزی به قیمت ثابت ۱۳۹۰ استفاده شده است. آمار سری زمانی شاغلان از گزارش سازمان برنامه و بودجه و آمار موجودی سرمایه به قیمت ثابت ۱۳۹۰ از برآورد بانک مرکزی جمع‌آوری شده است. در جدول پیوست، نتایج محاسبات بهره‌وری کل عوامل و کمیت آموزش و همچنین اطلاعات سری زمانی تعداد شاغلان، موجودی سرمایه و GDP به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰

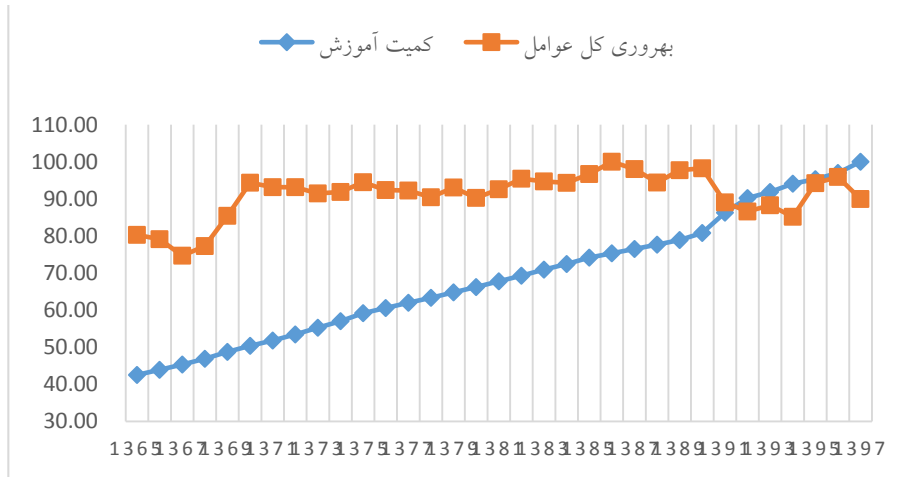
برای سال‌های ۱۳۶۵-۱۳۹۷ ارائه شده است. داده‌های کمیت آموزش و بهره‌وری کل عوامل به جهت ساده‌تر شدن محاسبه و مقایسه به روش فاصله از مرجع<sup>۱</sup> هم وزن و نرمال شده‌اند. روش فاصله از مرجع، روش توصیه شده سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD) است که طی آن اطلاعات تمام سال‌ها بر بزرگ‌ترین عدد موجود بین سال‌ها (سال مرجع) تقسیم شده و در ۱۰۰ ضرب می‌شود و بدین صورت بزرگ‌ترین عدد ۱۰۰ و عدد بقیه سال‌ها به نسبت سال مرجع تعیین می‌شود. به عنوان مثال، متوسط سال‌های تحصیل در سال ۱۳۹۷ با عدد ۹/۶ سال بزرگ‌ترین عدد بوده و به عنوان سال مرجع انتخاب شده است. مقادیر تمامی سال‌های دیگر بر عدد این سال تقسیم می‌شوند که عدد سال ۱۳۹۷، ۱۰۰ و بقیه سال‌ها بین ۰ تا ۱۰۰ می‌شود.

در نمودار (۳)، روند کمیت آموزش و TFP (نرمال شده بین ۰ تا ۱۰۰) ارائه شده است. در سال‌های ۱۳۶۵-۱۳۶۷ که مصادف با جنگ تحمیلی است، بهره‌وری کل عوامل روندی نزولی دارد، اما بعد از اتمام جنگ تحمیلی در سال ۱۳۶۷ و از سال ۱۳۶۸ بهره‌وری کل عوامل یک الگوی نوسانی همراه با رشد ملایم را نشان می‌دهد. در دوره بلندمدت ۱۳۶۵-۱۳۹۷، متوسط نرخ رشد بهره‌وری ۰/۴ درصد و سهم آن در تامین رشد اقتصادی ۱۲ درصد بوده است که لزوم اتخاذ تدابیر ویژه به منظور ارتقای بهره‌وری کل عوامل ضروری به نظر می‌رسد. گفتنی است، متوسط رشد بلندمدت اقتصادی حدود ۳ درصد بوده که برای دستیابی به افزایش سطح رفاه و ایجاد اشتغال برای جوانان و رسیدن به جایگاه اول اقتصادی در منطقه حوزه سند چشم‌انداز ناکافی است..

در چارچوب اسناد پشتیبان برنامه‌های پنجم و ششم توسعه، حداقل ۸ درصد رشد اقتصادی برای دستیابی به جایگاه اول اقتصادی در منطقه مورد نیاز است. بنابراین، رشد تولید در اقتصاد ایران متکی به استفاده بیشتر از نهاده‌ها است و در شرایطی که رشد نهاده‌ها محدود می‌شود، رشد تولید نیز محدود می‌شود و توجه چندانی به ارتقای بهره‌وری به عنوان یکی از منابع مهم تامین رشد اقتصادی نمی‌شود.

نمودار ۳. مقایسه روند کمیت آموزش و TFP (نرمال شده) طی دوره ۱۳۶۵-۱۳۹۷

- 
1. Distance to a Reference
  2. Organisation for Economic Co-operation and Development



منبع: نتایج پژوهش

متوسط سال‌های تحصیل نیز طی سال‌های مورد بررسی روندی صعودی داشته است به طوری که از ۴/۸ سال در سال ۱۳۶۵ با متوسط رشد سالانه ۲/۷ به ۹/۶ درصد در سال ۱۳۹۷ رسیده است. سرمایه فیزیکی نیز با یک روند صعودی ملایم به طور متوسط سالانه ۲/۸ درصد افزایش یافته است. روند بهره‌وری کل عوامل و شاخص سرمایه انسانی نشان می‌دهد بین کمیت آموزش و بهره‌وری کل عوامل همراستایی روشنی قابل مشاهده نیست و نیاز به بررسی آماری دقیق‌تر دارد.

## ۶. برآورد مدل

درخصوص ارتباط تحصیلات با بهره‌وری دو دیدگاه درخصوص نوع رابطه خطی و غیرخطی وجود دارد. دیدگاه خطی معمولاً رابطه مثبت بین تحصیلات و بهره‌وری را مطرح می‌کند، اما دیدگاه دوم با توجه به احتمال کاهش بازده تحصیلات در طول زمان، وجود رابطه غیرخطی و لزوم شناخت حد آستانه‌ای تحصیلات (در صورت وجود) را در نظر می‌گیرد. الگوی مبنای پژوهش حاضر، مطالعه راموس و مورلا (۲۰۱۹) است که در آن از روش رگرسیون انتقال ملایم برای بررسی رابطه غیرخطی بین سطح تحصیلات و بهره‌وری کل عوامل استفاده می‌شود.

اولین مرحله در برآوردهای سری زمانی، بررسی ایستایی متغیرها است. برای این منظور، با استفاده از آماره دیکی فولر<sup>۱</sup>، پایایی متغیرها مورد آزمون قرار گرفت. نتایج نشان دهنده این است که متغیرهای لگاریتم بهره‌وری کل عوامل و لگاریتم کمیت آموزش در سطح ناپایا بوده و هر دو I(1) هستند. در این خصوص، آزمون شکست ساختاری نیز انجام شده و آماره آزمون و احتمال آن به ترتیب ۴/۱۸۵- و ۰/۲۶۷ بوده است که نشانگر این است که متغیر بهره‌وری کل عوامل تولید دارای شکست ساختاری نبوده و نتایج اعتبار مانایی برقرار است.

جدول ۲. نتایج آزمون پایایی متغیرها

| نام متغیر                 | نماد  | نوع             | مقدار آماره آزمون دیکی فولر | ارزش احتمال | نتیجه |
|---------------------------|-------|-----------------|-----------------------------|-------------|-------|
| لگاریتم بهره‌وری کل عوامل | LTFPT | سطح             | -۲/۳۲                       | ۰/۱۷        | I(1)  |
|                           |       | تفاضل مرتبه اول | -۴/۶۶                       | ۰/۰۰        |       |
| لگاریتم کمیت آموزش        | LQUN  | سطح             | -۲/۸۴                       | ۰/۱۹۴       | I(1)  |
|                           |       | تفاضل مرتبه اول | -۳/۳۹                       | ۰/۰۱۹       |       |

منبع: یافته‌های پژوهش

در ادامه به بررسی مدل و نتایج برآورد آن می‌پردازیم. همانطور که در بخش روش پژوهش بیان شد برای بررسی تاثیر غیرخطی و حد آستانه‌ای کمیت آموزش بر بهره‌وری کل عوامل از مدل رگرسیون انتقال ملایم (STR) استفاده شده است.

گام اول در برآورد الگوی STR، تعیین وقفه بهینه مدل است که با استفاده از معیارهای شوارتز<sup>۲</sup>، آکائیک<sup>۳</sup> و حنان کویین<sup>۴</sup> انجام می‌شود. با توجه به تعداد کم مشاهدات از معیار شوارتز به دلیل برخورداری از اصل صرفه‌جویی استفاده شده است و با توجه به موضوع بیان شده -در این پژوهش- متغیرهای بهره‌وری کل عوامل و شاخص کمیت آموزش در حالت بدون وقفه در مدل استفاده شده‌اند.

1. Dickey-Fuller
2. Schwarz Criterion
3. Akaike Info Criterion
4. Hannan-Quinn Criterion

گام بعدی پس از تعیین وقفه بهینه متغیرها، آزمون وجود رابطه غیرخطی بین متغیرها است. برای آزمون خطی بودن آستانه‌ای ملایم، از آماره آزمون F استفاده می‌شود که فرضیه صفر خطی بودن مدل به صورت  $H_0 = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$  است.

جدول ۳. آزمون خطی بودن در برابر غیرخطی بودن

| ارزش احتمال | آماره آزمون F | فرضیه صفر   |
|-------------|---------------|-------------|
| ۰/۰۰۰۰      | ۳۴۸/۵۳        | آماره $F_4$ |
| ۰/۰۰۰۰      | ۳۴۸/۵۳        | آماره $F_3$ |
| ۰/۰۰۰۰      | ۵۱۹/۴۵        | آماره $F_2$ |
| ۰/۰۰۰۰      | ۷۰۸/۴۷        | آماره F     |

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به نتایج آزمون و ضرایب احتمال کمتر از ۵ درصد، فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود رابطه غیرخطی بین لگاریتم کمیت آموزش و لگاریتم بهره‌وری کل عوامل تولید در تمامی سطوح معنی‌داری رد شده و رابطه غیرخطی بین این دو متغیر مورد تایید قرار می‌گیرد. آزمون‌های خطی بودن مبتنی بر مرتبه سوم توالی تیلور است. همچنین مدل پیشنهادی، LSTR1 (الگوی LSTR با یکبار تغییر رژیم) است.

### ۶-۱. آزمون بررسی تعداد تابع انتقال

پس از تایید وجود رابطه غیرخطی باید نیاز مدل به بیش از یک تابع انتقال و تعداد رژیم‌های مدل غیرخطی بر اساس آماره آزمون‌های  $F$ ،  $F_4$ ،  $F_3$  و  $F_2$  تعیین شوند که نتایج آن در جدول (۴) ارائه شده است. نتیجه به دست آمده نشانگر آن است که تابع انتقال دیگری نیاز نیست و مدل دو رژیمی است.

جدول ۴. خروجی آزمون تعداد تابع انتقال

| ارزش احتمال | آماره آزمون F | فرضیه صفر   |
|-------------|---------------|-------------|
| ۰/۱۶۴       | ۱/۹۳۱         | آماره $F_4$ |
| ۰/۱۶۴       | ۱/۹۳۱         | آماره $F_3$ |
| ۰/۱۶۴       | ۱/۹۳۱         | آماره $F_2$ |
| ۰/۶۹۱       | ۰/۱۶۱         | آماره F     |

منبع: یافته‌های پژوهش

## 1. Smooth Threshold Linearity Tests



نتایج جدول (۴) بیانگر این است که فرضیه صفر مبنی بر عدم نیاز به تابع انتقال دیگر برای تصریح الگوی انتقال ملایم در سطوح معنی دار ۱، ۵ و ۱۰ درصد رد نشده و وجود یک تابع انتقال برای در نظر گرفتن اثر لگاریتم کمیت آموزش بر لگاریتم بهره‌وری کل عوامل تولید کفایت می‌کند.

همچنین در آزمون ارائه شده در جدول (۵) تعداد رژیم و مجموع مربعات خطا را بررسی می‌کنیم

جدول ۵. تعداد رژیم و مجموع مربعات خطا

| Threshold Variable | SSR      | Regimes |
|--------------------|----------|---------|
| LQUN               | 0.055020 | 2       |

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج جدول (۵) نشان‌دهنده وضعیت دو رژیمی خطی و غیرخطی با مجموع مجذور خطی برابر با ۰/۰۶ برای الگوی انتقال ملایم لجستیکی تاثیر کمیت آموزش بر بهره‌وری کل عوامل تولید است.

گام بعدی تخمین مدل به روش رگرسیون آستانه‌ای ملایم است. مدل اقتصادسنجی استفاده شده در این پژوهش به صورت رابطه (۱۴) است.

$$LTFPT_t = \vartheta' (LQUN_t) + \theta' (LQUN_t) \cdot G(\gamma, c, s_t) + U_t \quad (14)$$

در رابطه (۱۴)،  $LTFPT_t$  لگاریتم بهره‌وری کل عوامل،  $LQUN_t$  لگاریتم کمیت آموزش،  $\vartheta'$  بردار ضرایب بخش خطی،  $\theta'$  بردار ضرایب بخش غیرخطی،  $G$  تابع انتقال،  $\gamma$  سرعت انتقال،  $s_t$  متغیر انتقال،  $c$  سطح آستانه و  $U_t$  جمله خطا است. با توجه به نتایج تخمین، تابع انتقال نیز به صورت رابطه (۱۵) حاصل می‌شود.

$$G(3.41, LQUN_t, 4.4) = \left( 1 + \exp \left\{ -3.14 \prod_{K=1}^1 (LQUN_t - 4.4) \right\} \right)^{-1} \quad (15)$$

جدول ۶. برآورد تابع انتقال ملایم لجستیکی با یک حد آستانه‌ای

| پارامترهای برآورد شده                             | ضریب  | انحراف معیار | آماره t | احتمال |
|---|-------|--------------|---------|--------|
| بخش خطی   |       |              |         |        |
| LQUN  | ۱/۲۵  | ۰/۰۳         | ۳۸/۲۸   | ۰/۰۰   |
| بخش غیرخطی  |       |              |         |        |
| LQUN  | -۰/۳۴ | ۰/۱۴         | -۲/۴۰   | ۰/۰۲   |
| سرعت انتقال                                       | ۳/۴۱  | ۱/۴۴         | ۲/۳۸    | ۰/۰۲   |
| حد آستانه   | ۴/۴۰  | ۰/۱۵         | ۲۸/۹۳   | ۰/۰۰   |
| $R^2 = 0.65$ $AIC = -3.3$ $SC = -3.1$ $QH = -3.3$ |       |              |         |        |

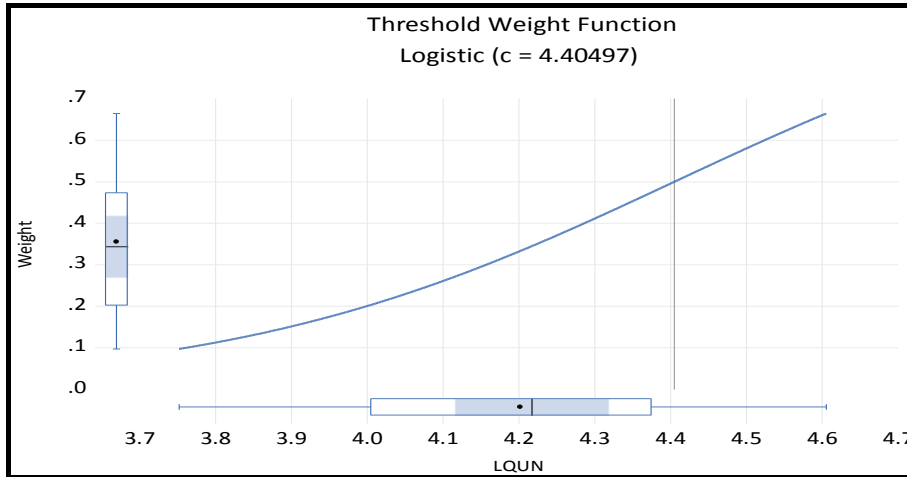
منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج جدول (۶) نشان می‌دهد کشتش بهره‌وری کل عوامل تولید نسبت به کمیت آموزش در بخش خطی (تا قبل از حد آستانه‌ای ۴/۴) برابر با ۱/۲۵ بوده و در بخش غیرخطی (پس از حد آستانه‌ای ۴/۴) -۰/۳۴ است که در هر دو بخش این اثرگذاری در سطح اطمینان ۹۵ و ۹۰ درصد معنی‌دار است. سرعت انتقال برابر با ۳/۴۱ بوده که نشان‌دهنده به نسبت ملایم بودن رگرسیون است که در نتیجه، تابع انتقال آن نیز نزدیک S شکل است. ضرایب مدل در بخش خطی و غیرخطی به این مفهوم است که افزایش یک درصدی متوسط سال‌های تحصیل منجر به افزایش ۱/۲۵ درصدی بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش خطی در رژیم اول و کاهش ۰/۳۴ درصدی آن در بخش غیرخطی در رژیم دوم می‌شود. بنابراین، انتظار بر این است با افزایش کمیت آموزش و گذر آن از سطح ۸۱/۸۶ واحد (آنتی لگاریتم عدد ۴/۴)، بهره‌وری کل عوامل تولید کاهش یابد. در سال ۱۳۹۰ این شاخص برابر با ۸۰/۸ بوده و از سال ۱۳۹۱ به بعد این شاخص از حد آستانه‌ای برآورد شده (۸۱/۸۶) فراتر رفته است. بنابراین، از سال ۱۳۶۵ تا سال ۱۳۹۰، تاثیرگذاری کمیت آموزش بر بهره‌وری کل عوامل تولید در وضعیت خطی و از سال ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۷ در وضعیت غیرخطی می‌باشد. شایان ذکر است، عدد حد آستانه‌ای متوسط سال‌های تحصیل شاغلان معادل ۷/۸۲ سال است. در واقع سقف جذب متوسط سال‌های تحصیل در کشور با سطح اقتصادی فعلی، ۷/۸۲ سال است. معیارهای خوبی برازش مدل نیز برای ضریب تعیین و ضریب تعیین اصلاح شده به ترتیب ۰/۶۵ و ۰/۶۲ است و نیز معیار اطلاعاتی شوارتز ۳/۱۳- هستند که بیانگر برازش به نسبت مناسب مدل برای در نظر گرفتن اثر آستانه‌ای یا انتقال ملایم کمیت آموزش بر بهره‌وری کل عوامل تولید هستند.

گام آخر مربوط به تحلیل گرافیکی و همچنین ارزیابی مدل پس از تخمین است. نتایج گرافیکی دلالت بر وجود یک حد آستانه برای لگاریتم کمیت آموزش (LQUN) داشته که برابر با ۴/۴ بوده که بین کران پایین و بالای آن (۰/۱ و ۰/۶۶) قرار دارد. به عبارت دیگر، لگاریتم کمیت آموزش تا حد آستانه ۴/۴ (معادل ۷/۸۲ سال متوسط سال‌های تحصیل) در وضعیت خطی و بعد از آن در وضعیت غیرخطی بر لگاریتم بهره‌وری کل عوامل تولید تاثیرگذار است. سرعت انتقال از بخش خطی به غیرخطی برابر با ۳/۴۱ و از لحاظ آماری معنی‌دار بوده و تقریباً ملایم است (نمودار (۴)).

به جهت تصور بهتر در خصوص عدد آستانه‌ای ۷/۸۲ سال به ذکر یک مثال می‌پردازیم. فرض کنید مدیر عامل یک شرکت برای تمامی پست‌های شغلی اعم از خدماتی تا مدیریتی افراد فوق لیسانس به بالا استخدام کند و متوسط سال‌های تحصیل به ۱۸ سال افزایش یابد. به طور قطع می‌توان عنوان کرد بهره‌وری با افزایش متوسط سال‌های تحصیل افزایش نمی‌یابد، چراکه یک شاغل فوق لیسانس در جایگاه یک شخص دیپلمه یا ابتدایی با انگیزه کار نخواهد کرد و بی‌انگیزگی موجب کاهش بهره‌وری می‌شود. در مورد دلیل این موضوع می‌توان گفت معمولاً در کارهای با تخصص پایین نیاز به نوآوری نیست و شخص فوق لیسانس و یا لیسانس در پست شغلی که نیاز به تحصیلات دیپلمه دارد، فقط باعث می‌شود فرد با تحصیلات بالاتر در آمد بالاتری دریافت کند و پرداخت دستمزد بالاتر موجب کاهش سودآوری بنگاه خواهد شد. به طور کلی، استفاده نابینه از نیروی کار موجب کاهش بهره‌وری می‌شود. برای اینکه یک بنگاه بهینه کار کند باید از ترکیب بهینه نیروی کار از لحاظ تحصیلات استفاده کند. در واقع، می‌توان گفت با ساختار فعلی اقتصاد کشور به لحاظ فناوری و سهم فعالیت‌های دانش پایه در اقتصاد، حداکثر متوسط سال‌های تحصیل مورد نیاز ۷/۸۲ سال است. به عبارت دیگر، متوسط سال‌های تحصیل ۷/۸۲ سال بدین مفهوم است که با شرایط فعلی اقتصاد به یک تعداد دکترا، فوق لیسانس، لیسانس، فوق لیسانس، دیپلم و زیردیپلم نیاز است که متوسط سال‌های تحصیلات آن‌ها ۷/۸۲ سال است.

نمودار ۴. قرار گرفتن کمیت آموزش در دو وضعیت خطی و غیر خطی



منبع: یافته‌های پژوهش

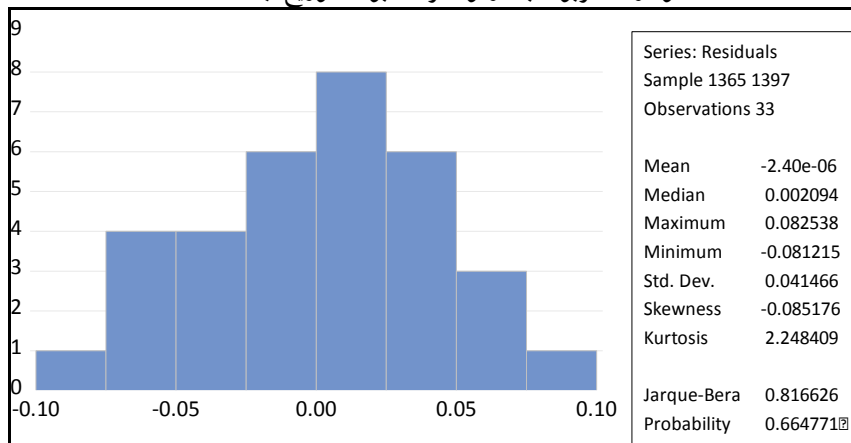
جدول ۷. خروجی آزمون وجود یا عدم وجود همبستگی بین جملات اختلال

| احتمال | ضریب | نوع آماره آزمون           |
|--------|------|---------------------------|
| ۰/۲۴   | ۱/۴۶ | فیشر                      |
| ۰/۱۸   | ۱/۸۳ | ضریب لاگرانژ توزیع کای دو |

منبع: یافته‌های پژوهش

بر اساس نتایج آماره‌های آزمون  $F$  و ضریب لاگرانژ با توزیع کای دو ( $n \cdot R^2$ ) می‌توان بیان کرد که بین جملات اختلال خودهمبستگی مرتبه اول وجود نداشته و فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود خودهمبستگی در سطوح معنی‌دار ۱، ۵ و ۱۰ درصد رد نمی‌شود. همچنین نتایج آزمون جارک- برا بیانگر عدم رد فرضیه صفر و در نتیجه نرمال بودن توزیع جملات اختلال مدل برآورد شده بوده به طوری که مقدار آماره آزمون برابر با ۰/۸۲ و ارزش احتمال آن ۰/۶۶ است (نمودار (۵)).

نمودار ۵. مربوط به آزمون نرمال بودن توزیع جملات اختلال



منبع: یافته‌های پژوهش

### ۷. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این مطالعه، رابطه غیرخطی بین کمیت تحصیلات و بهره‌وری کل عوامل مورد بررسی قرار گرفت. پس از تشخیص رابطه غیرخطی بین متغیرها و تایید یک تابع انتقال و مدل دو رژیم، مدل رگرسیون انتقال ملایم (STR) برآورد شد. نتایج نشان‌دهنده این است که افزایش یک درصدی کمیت آموزش منجر به افزایش ۱/۲۵ درصدی بهره‌وری کل عوامل تولید در رژیم اول و در بخش خطی و کاهش ۰/۳۴ درصدی آن در رژیم دوم و در بخش غیرخطی می‌شود. بنابراین، انتظار بر این است با افزایش کمیت تحصیلات و فراتر رفتن آن از سطح ۸۱/۸۶ واحد، بهره‌وری کل عوامل تولید کاهش یابد. حد آستانه این مدل ۸۱/۸۶ واحد و سرعت انتقال برابر با ۳/۴۱ بوده که به نسبت ملایم و تابع انتقال آن نیز نزدیک S شکل است.

حد آستانه‌ای بر مبنای متوسط سال‌های تحصیل شاغلان، معادل ۷/۸۲ سال است (که بسیار نزدیک به حد آستانه ۷/۵ سال متوسط سال‌های تحصیل کشورهای OECD در مطالعه کروگر و لیندال (۲۰۰۱) است) و افزایش متوسط سال‌های تحصیل بیش از این حد، موجب ارتباط غیرخطی بین کمیت آموزش و TFP شده و TFP کاهش می‌یابد. این نکته نشان‌دهنده این است در سیاست‌گذاری آموزش نباید بر ارتقای کمیت آموزش بدون قید و بند تمرکز کرد و باید به نیاز بازار کار و ساختار اقتصادی کشور توجه بیشتری کرد. افزون

بر این، لزوم توجه ویژه مسئولان به ارتقای کیفیت آموزش و سیاست گذاری دقیق تر به جهت تعادل این دو و تلاش در جهت کاهش عدم تطابق نوع و میزان تحصیلات با شغل ضرورت بیشتری نسبت به گذشته دارد.

با توجه به اینکه شاخص کمیت آموزش از سال ۱۳۹۰ از حد آستانه ای تاثیر مثبت بر بهره‌وری گذشته است، بازنگری در استراتژی توسعه کمی آموزش متناسب با نیاز بازار کار در ایران ضروری بوده و در مقابل باید به ارتقای کیفیت آموزش و توسعه آموزش‌های مهارتی به منظور کاهش نرخ بیکاری افراد تحصیلکرده دانشگاهی اولویت داد تا اثر سرمایه انسانی بر بهره‌وری بیشتر شود.

اثر منفی آموزش بر بهره‌وری می‌تواند به دلیل استفاده نابهینه از افراد تحصیلکرده دانشگاهی در پست‌های شغلی نامرتبط باشد. به عبارت دیگر، یکی از دلایل اثر غیرخطی منفی تحصیلات بر بهره‌وری در کشور، نبود شغل مناسب و متناسب با تحصیلات است که افراد به ناچار در شغل‌هایی مشغول به کار می‌شوند که یا با رشته تحصیلی‌شان انطباق ندارد و یا برای آن شغل سطح پایین‌تری از تحصیلات نیاز است که هر دو این موارد، علاوه بر کاهش انگیزه کارکنان منجر به اثر منفی آموزش بیشتر بر بهره‌وری کل عوامل می‌شود.

نتایج محاسبات بهره‌وری کل عوامل طی دوره ۱۳۹۷-۱۳۶۵ نشان‌دهنده روند نوسانی با رشد محدود طی دوره مورد بررسی بوده و با توجه به متوسط رشد سالانه ۰/۴ درصد و سهم ۱۲ درصدی آن در تامین رشد اقتصادی، لزوم توجه بیشتر به ارتقای بهره‌وری احساس می‌شود. همچنین مقایسه متوسط رشد سالانه ۲/۸ درصدی سرمایه فیزیکی و رشد ۲/۷ درصدی سرمایه انسانی از نوع تحصیلات و همچنین رشد ۰/۴ درصدی TFP به وضوح مشخص است که رشد تولید در اقتصاد ایران متکی به استفاده بیشتر از نهاده‌ها است و در شرایطی که رشد نهاده‌ها محدود می‌شود، رشد تولید نیز محدود و توجه چندانی به ارتقای بهره‌وری به عنوان یکی از منابع مهم تامین رشد اقتصادی نمی‌شود.

نتایج این پژوهش، مانند پژوهش لوپز و همکاران (۲۰۰۶) و دورماز و پابوجو (۲۰۱۸) وجود رابطه غیرخطی و اثر آستانه‌ای آموزش بر بهره‌وری کل را تایید کرد. همچنین نتایج این پژوهش به نتایج مطالعه کروگر و لیندال (۲۰۰۱) بسیار نزدیک است؛ به طوری که علاوه بر تایید غیرخطی بودن اثر آموزش، حد آستانه ای میانگین تحصیلات در کشورهای OECD

۷/۵ سال به دست آمده (در سال ۲۰۰۱) که به عدد حد آستانه‌ای تحصیلات در این پژوهش (۷/۸۲) سال بسیار نزدیک است.

در خصوص نزدیک بودن عدد آستانه‌ای بین کشور ایران و کشورهای OECD می‌توان به وجود عدم انطباق تحصیلات و شغل<sup>۱</sup> در اقتصاد ایران اشاره کرد که به عنوان مثال یک لیسانسه شغل یک دیپلمه را انجام می‌دهد و این مورد موجب نشان دادن حد آستانه‌ای بالاتری در اقتصاد می‌شود. ضمن اینکه مقاله مورد اشاره مربوط به حداقل ۲۰ سال پیش کشورهای OECD بوده است. عدم انطباق به ناهمخوانی میان آموزش‌ها و مهارت‌های قابل دسترس و عرضه شده در بازار کار و آموزش‌ها و مهارت‌های مورد نیاز بازار کار اشاره دارد. بنا به گزارش سال ۲۰۱۳ سازمان بین‌المللی کار<sup>۲</sup>، کارگرانی که از حد نیاز شغل، سال‌های بیشتر یا کمتری آموزش دیده‌اند هم شامل عدم انطباق می‌شوند.

در تومی و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی به اندازه‌گیری عدم انطباق تحصیل و شغل در دوره ۱۳۷۵-۱۳۹۰ پرداخته‌اند و نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که بازار کار ایران در فاصله سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۰ دچار تغییرات ساختاری شگرفی شده به طوری که در سال ۱۳۷۵ و همچنین ۱۳۸۵ ناهمخوانی به صورت تحصیلات فرونیاز بوده است که مهم‌ترین دلیل آن کمبود نیروی کار تحصیل‌کرده دانشگاهی متناسب با نیاز بازار کار بوده است، اما به تدریج و با گذر زمان، همزمان با افزایش عرضه نیروی کار دانشگاهی و گسترش کمی آموزش عالی، این پدیده به تحصیلات فرانیاز در سال ۱۳۹۰ تبدیل شده است. در واقع نتایج پژوهش مورد اشاره می‌تواند نتایج ورود تحصیلات به بخش غیرخطی از سال ۱۳۹۰ به بعد را تایید کند. در مقاله فعلی از سال ۱۳۹۰ به بعد متوسط سال‌های تحصیل وارد رژیم غیرخطی می‌شود که می‌توان تحلیل کرد عدم انطباق و افزایش عرضه آموزش نسبت به تقاضای مورد نیاز و قابل جذب در اقتصاد از دلایل اصلی آن باشد.

مطالعه موسوی و همکاران (۱۳۹۴) نیز رابطه دورژیمی و غیرخطی سرمایه انسانی و رشد اقتصادی را با روش LSTR رد نکردند که در مقاله حاضر نیز با همان متد رابطه غیرخطی و دو رژیمی تحصیلات و TFP رد نشد.

---

1. Mismatch  
2. International Labour Organization (ILO)

با توجه به شرایط فعلی اقتصاد ایران و ساختار تا حدی سنتی آن و سهم ناچیز فعالیت‌های دانش پایه در اقتصاد، بالاترین جذب متوسط سال‌های تحصیل در اقتصاد کشور ۷/۸۲ است و بیش از آن منجر به عدم تطابق تحصیلات و شغل شده و منجر به کاهش بهره‌وری کل عوامل می‌شود. به طور قطع اگر اقتصاد رشد کند و تولیدات با تکنولوژی جدید ارائه شود، نیاز به افراد تحصیلکرده و متخصص بیشتر شده و نیاز به سرمایه انسانی از نوع تحصیلات می‌تواند بیشتر از رقم بیان شده باشد.

در این پژوهش رابطه متوسط سال‌های تحصیل و حد آستانه‌ای آموزش در سطح کل کشور بررسی شده و بررسی سطوح آستانه‌ای سال‌های تحصیل به تفکیک بخش‌های اقتصادی محدودیت این پژوهش بوده است. با توجه به اینکه تفاوت سطوح آستانه‌ای بخش‌های مختلف اقتصادی، پیشنهاد می‌شود بررسی حدود آستانه‌ای به تفکیک بخش‌های اقتصادی یا صنایع مختلف، مورد بررسی پژوهشگران قرار گیرد.

### تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

### سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از دست‌اندرکاران فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی و داوران گرانقدر که نظراتشان منجر به ارتقای کیفی مقاله شده است، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

### ORCID

Shahram Mosalla

 <http://orcid.org/0000-0002-9926-6794>

Alireza Amini

 <http://orcid.org/0000-0001-7695-2575>

Gholamreza Geraei Nejad

 <http://orcid.org/0000-0003-1459-2951>

Ali Akbar Khosravi Nejad

 <http://orcid.org/0000-0003-0990-1924>

### منابع

امینی، علیرضا و فرهادی کیا، علیرضا. (۱۳۹۴). مجموعه آمارهای سری زمانی شاخص‌های کلیدی بازار کار ایران، سازمان مدیریت و برنامه ریزی.



امینی، علیرضا و مصلی، شهرام. (۱۳۸۷). اندازه‌گیری و تحلیل بهره‌وری کل عوامل در کارگاه‌های بزرگ صنعتی با تاکید بر سرمایه انسانی. *علوم اقتصادی، دانشکده اقتصاد و حسابداری دانشگاه آزاد اسلامی*، ۱(۲)، ۳۹-۵۶.

امینی، علیرضا و مصلی، شهرام. (۱۳۹۰). تحلیل نقش سرمایه انسانی از نوع تجربه بر بهره‌وری کل عوامل - مطالعه موردی کارگاه‌های بزرگ صنعتی. *پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، وزارت امور اقتصادی و دارایی*، ۱۵(۵۷)، ۲۱۷-۲۰۰.

امینی، علیرضا و همکاران. (۱۳۹۱). طرح مطالعاتی طراحی نظام جامع اندازه‌گیری و تحلیل شاخص‌های عمومی بهره‌وری به تفکیک بخش‌های اقتصادی، اجتماعی، و فرهنگی ایران. موسسه عالی آموزش و پژوهش در مدیریت و برنامه‌ریزی.

بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، حساب‌های ملی. برنامه جامع بهره‌وری کشور، مصوب هیئت وزیران. (۱۳۹۴). سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور - سازمان ملی بهره‌وری ایران.

تودارو، مایکل. (۱۳۹۰). *توسعه اقتصادی در جهان سوم*. ترجمه غلامعلی فرجادی. تهران، انتشارات کوهسار، چاپ نوزدهم.

درتومی، اکرم، سلیمی‌فر، مصطفی و ملک‌الساداتی سعید. (۱۳۹۶). *ناهمخوانی تحصیل-شغل در بازار کار ایران. پژوهش‌های اقتصاد و توسعه منطقه‌ای*، ۱۴(۲۴)، ۹۴-۶۸.

عمادزاده، مصطفی. (۱۳۶۹). نظریه سرمایه انسانی، تحقیقات جغرافیایی، ۵(۳)، ۹۰-۷۵. مرکز آمار ایران: سالنامه‌های آماری و طرح‌های آمارگیری سالانه نیروی کار موسوی، سیدصالح، حقیقت، اکبر، سلمانی، جعفر و بی‌شک، محمد. (۱۳۹۴). تاثیر سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی در ایران (رویکرد غیرخطی). *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۲۰(۶۳)، ۱۲۱-۱۴۴.

مهربانی، وحید. (۱۳۹۴). *تحلیل اقتصادی آموزش*. تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت).

## References

- Aiyar, S., & Feyrer, j. (2001). *A Contribution to the Empirics of Total Factor Productivity*. Dartmouth College Working Paper, 02-09.
- Amini, A., & Farhadikia, A. (2015). *Collection of time series statistics of key indicators of the Iranian labor market*. Management and Planning Organization.. [In Persian]
- Amini, A., & Mosalla, S. (2008). *Measurement and analysis of total factor productivity in large industrial workshops with emphasis on human*

- capital*. Economics, Faculty of Economics and Accounting, Islamic Azad University 2 (1), 39-56.. [In Persian]
- Amini, A., & Mosalla, S. (2011). *Analysis of the role of human capital of experience on total factor productivity, a case study of large industrial workshops*. research and economic policies, Ministry of Economic Affairs and Finance, 15 (57), 200-217.. [In Persian]
- Amini, A. et al. (2012). *Study plan for designing a comprehensive system for measuring and analyzing general indicators of productivity by economic, social, and cultural sectors of Iran*. Higher Institute of Education and Research in Management and Planning.. [In Persian]
- Aslanidis, N., Xepapadeas, A. (2005). *Smooth transition pollution-income paths*. Ecological Economics, 57 (2), 182-189.
- Benos, N., & Karagiannis, S. (2016). *Do Education Quality and Spillovers Matter? Evidence on Human Capital and Productivity in Greece*, Economic Modelling, Vol. 54, No. 2016, pp. 563–573.
- Central Bank of the Islamic Republic of Iran, National Accounts.
- Comprehensive Productivity Plan of the country, approved by the Cabinet (2015). Management and Planning Organization. National Productivity Organization of Iran.
- Dartomi, A. Salimifar, M., & Sadati, Saeed. (2017). *Education-Job Mismatch in the Iranian Labor Market*. Economic Research and Regional Development 24 (14), 68-94.. [In Persian]
- Durmaz, A., & Hakan, P. (2018). *The effect of government educational expenditure on labor productivity in Turkish manufacturing sector*, Original scientific paper Zb. rad. Ekon. fak. Rij. vol. 36. no. 2.
- Emadzadeh, M. (1369). *Theory of Human Capital*. Geographical Research. 5 (3), 75-90.. [In Persian]
- ILO. (2013b). *Entrepreneurship, Skills Development and Finance in The Informal Economy and Decent Work: A Policy Resource Guide Supporting Transitions to Formality*, Employment Policy Department. ILO: Geneva [http://www.skillsforemployment.org/KSP/en/Details/index.htm?dn=WCMS TEST4\\_058645](http://www.skillsforemployment.org/KSP/en/Details/index.htm?dn=WCMS TEST4_058645) (accessed 10.08.17)
- Keller, K.R. (2006). *Investment in Primary, Secondary, and Higher Education and the Effects on Economic Growth*. Contemp. Econ. Policy, 24, 18–34.
- Krueger, A. B., & Lindahl, M. (2001). *Education for Growth: Why and for Whom?* J.Econ. Lit. 2001, 39, 1101–1136.
- Kuznets, S. (1955). *Toward a Theory of Economic Growth*. Robert Lekachman, ed. National Policy for Economic Welfare at Home and Abroad (garden city, N.Y: Doubleday, P.39.

- Kuznets, S. (1963). *Qualitative Aspects of the Growth of Nation*, Economic Development and Cultural Change, Vol. 11, No. 2, Part 2.
- Lewis, W, A. (1964). *Secondary Education and Economic Structure*, Social Econ. Stud. 10 (2), pp. 32–219. Reprinted in Selected Economic Writings of Lewis, W, A., & Gersovitz, M. (eds) (1983). NY: NYU Press, pp. 22-209.
- Lin, C, F, J., & Terasvirta, T. (1994). *Testing the Constancy of Regression Parameters Against Continuous Structural Change*, Journal of Econometrics, 62, PP. 211-228.
- López, E., Requena, B., & Serrano, G. (2006). *Human Capital Threshold Effects in the Internationalization-Productivity Growth Relationship – Evidence from Spanish Regions*. 56 Paper to be Presented in ETSG Annual Conference, Vienna, 6-9.
- Lucas, R, E. (1988). *On the Mechanics of Economic Development*. *Journal of Monetary Economics*, 22 (1):3-42.
- Lutkepohl, L. (2004). *Applied Times Series Econometrics*. Cambridge-University Press.
- Mehrabani, Vahid. (2015). *Economic Analysis of Education*. Organization for the Study and Compilation of University Humanities Books (Position), First Edition.. [In Persian]
- Mousavi, S. S, Haghghat, A. Salmani, Jafar. & Bishk, M. (2015). *The Impact of Human Capital on Economic Growth in Iran (Nonlinear Approach)*. *Iranian Economic Research* 20 (63), 121-144.. [In Persian]
- Nelson, R., & Phelps, E. (1966). *Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth*, *American Economic Review*, Vol. 56, (pp), 69-75.
- Psacharopoulos, G., & Patrinos, H, A. (2004). *Returns to Investment in Education A Further Update*, *Education Economics*, Vol. 12, No. 2, pp. 111–134.
- Ramos, L., & Mourelle, E. (2019). *Education and economic growth: an empirical analysis of nonlinearities*, *Applied Economic Analysis* Vol. 27 No. 79, pp. 21-45.
- Romer, P. (1990). *Endogenous Technological Change*. *Journal of Political Economy*, 98 (October, Part 2): 71 -102.
- Statistics Center of Iran: Statistical yearbooks and annual labor force survey plans.. [In Persian]

- Terasvirta, T. (1998). *Modeling economic relationships with smooth transition regressions*. In Handbook of applied economic statistics, ed. A. Ullah and D.E. Giles. New York: Dekker.
- Terasvirta, T. (2004). *Smooth transition regression modeling*, in H. Lutkepohl and M. Kratzig (eds). Applied time series econometrics, Cambridge University Press, Cambridge, Vol. 17.
- Todaro, M. (2011). *Economic Development in the Third World*. translated by Farjadi G. A. Tehran, Koohsar Publications, 19th edition.. [In Persian]
- Wahab, A., & Kefeli, Z. (2017). *Modeling the Effect of Healthcare Expenditure and Education Expenditure on Labour Productivity: A Study on OIC Countries*, Journal of Business and Economics Review, Vol. 2, No. 2, pp. 31–37.
- Van Dijk, D. (1999). *Smooth Transition Models: Extensions and Outlier Robust Inference*. PhD Thesis, Erasmus University Rotterdam.
- Van Dijk, D., Terasvirta, T. & Franses, P. H. (2000). *Smooth Transition Autoregressive Models-a Survey of Recent Developments*. Econometric Reviews, Vol. 21, PP. 1-47.

---

**استناد به این مقاله:** مصلی، شهرام، امینی، علیرضا، گرایینی، غلامرضا و خسروی‌نژاد، علی‌اکبر. (۱۴۰۰). تاثیر آستانه‌ای و غیر خطی تحصیلات بر بهره‌وری کل عوامل در اقتصاد ایران: رویکرد رگرسیون انتقال ملایم، پژوهشنامه اقتصادی، ۸۳ (۲۱)، ۳۷-۷۳.



Journal of Economic Research is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

جدول ۱. شاخص بهره‌وری کل عوامل کل، موجودی سرمایه، تعداد شاغلان، متوسط سال‌های تحصیل شاغلان و شاخص کمیت آموزش طی دوره ۱۳۹۷-۱۳۶۵

| شاخص کمیت آموزش | متوسط سال‌های تحصیل شاغلان |             | تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ |              | موجودی سرمایه به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ |      | شاغلان |
|-----------------|----------------------------|-------------|--|--------------|-------------------------------------|------|--------|
|                 | سال                        | شاخص هم وزن | میلیارد ریال                             | میلیارد ریال | نفر                                 | سال  |        |
| ۴۲/۶            | ۴/۱                        | ۱۰۰         | ۲,۵۵۷,۴۶۱                                | ۹,۲۷۳,۶۵۷    | ۱۱,۰۵۶,۲۳۰                          | ۱۳۶۵ |        |
| ۴۲/۹            | ۴/۲                        | ۹۸/۵        | ۲,۵۷۸,۴۴۷                                | ۹,۳۶۲,۱۹۰    | ۱۱,۵۴۲,۷۰۱                          | ۱۳۶۶ |        |
| ۴۵/۴            | ۴/۳                        | ۹۳          | ۲,۴۴۸,۱۷۵                                | ۹,۳۱۳,۴۵۴    | ۱۱,۸۰۷,۳۶۱                          | ۱۳۶۷ |        |
| ۴۶/۹            | ۴/۵                        | ۹۶/۲        | ۲,۵۹۲,۹۰۴                                | ۹,۴۲۵,۱۸۸    | ۱۲,۳۱۱,۹۳۷                          | ۱۳۶۸ |        |
| ۴۸/۸            | ۴/۷                        | ۱۰۶/۴       | ۲,۹۵۶,۵۳۳                                | ۹,۳۷۳,۵۰۵    | ۱۳,۴۳۰,۶۶۴                          | ۱۳۶۹ |        |
| ۵۰/۴            | ۴/۸                        | ۱۱۷/۵       | ۳,۳۱۷,۳۴۸                                | ۹,۷۷۳,۱۵۳    | ۱۳,۰۹۶,۶۱۵                          | ۱۳۷۰ |        |
| ۵۱/۸            | ۵                          | ۱۱۶         | ۳,۴۰۷,۹۸۵                                | ۱۰,۱۲۴,۰۰۹   | ۱۳,۷۳۱,۴۳۳                          | ۱۳۷۱ |        |
| ۵۳/۵            | ۵/۱                        | ۱۱۶         | ۳,۴۸۴,۷۸۵                                | ۱۰,۳۵۷,۵۳۶   | ۱۴,۰۲۸,۸۹۸                          | ۱۳۷۲ |        |
| ۵۵/۳            | ۵/۳                        | ۱۱۳/۹       | ۳,۴۴۳,۳۵۱                                | ۱۰,۵۰۸,۰۴۳   | ۱۳,۹۴۲,۴۵۸                          | ۱۳۷۳ |        |
| ۵۷/۱            | ۵/۵                        | ۱۱۴/۴       | ۳,۵۲۶,۰۳۲                                | ۱۰,۶۲۱,۱۱۷   | ۱۴,۴۱۲,۳۶۹                          | ۱۳۷۴ |        |
| ۵۹/۲            | ۵/۷                        | ۱۱۷/۷       | ۳,۶۹۴,۵۱۳                                | ۱۰,۸۷۳,۶۷۸   | ۱۴,۵۷۱,۵۷۲                          | ۱۳۷۵ |        |
| ۶۰/۶            | ۵/۸                        | ۱۱۵/۱       | ۳,۷۰۴,۳۳۰                                | ۱۱,۱۷۱,۰۳۴   | ۱۴,۸۹۶,۵۳۲                          | ۱۳۷۶ |        |
| ۶۲              | ۵/۹                        | ۱۱۴/۹       | ۳,۷۸۶,۷۳۱                                | ۱۱,۴۶۹,۱۳۹   | ۱۵,۱۷۴,۶۶۱                          | ۱۳۷۷ |        |
| ۶۳/۴            | ۶/۱                        | ۱۱۲/۷       | ۳,۸۱۴,۲۱۷                                | ۱۱,۷۹۱,۹۸۸   | ۱۵,۵۷۶,۶۹۰                          | ۱۳۷۸ |        |
| ۶۴/۸            | ۶/۲                        | ۱۱۵/۹       | ۴,۰۳۴,۸۵۶                                | ۱۲,۱۶۲,۲۵۵   | ۱۵,۹۳۳,۷۶۸                          | ۱۳۷۹ |        |
| ۶۶/۲            | ۶/۳                        | ۱۱۲/۴       | ۴,۰۶۰,۲۵۱                                | ۱۲,۷۲۱,۸۵۲   | ۱۶,۳۳۲,۱۳۴                          | ۱۳۸۰ |        |
| ۶۷/۸            | ۶/۵                        | ۱۱۵/۳       | ۴,۳۵۵,۹۰۶                                | ۱۳,۳۳۶,۵۳۳   | ۱۷,۰۳۶,۳۷۰                          | ۱۳۸۱ |        |
| ۶۹/۳            | ۶/۶                        | ۱۱۸/۹       | ۴,۷۳۲,۱۷۱                                | ۱۳,۹۶۹,۵۴۳   | ۱۸,۰۸۹,۱۳۹                          | ۱۳۸۲ |        |
| ۷۰/۹            | ۶/۸                        | ۱۱۸         | ۴,۹۴۵,۳۶۹                                | ۱۴,۶۶۲,۹۰۷   | ۱۹,۱۵۵,۱۰۴                          | ۱۳۸۳ |        |
| ۷۲/۴            | ۶/۹                        | ۱۱۷/۵       | ۵,۱۹۹,۷۶۹                                | ۱۵,۲۹۴,۷۸۲   | ۲۰,۶۱۸,۵۸۰                          | ۱۳۸۴ |        |
| ۷۴/۱            | ۷/۱                        | ۱۲۰/۵       | ۵,۴۷۶,۳۳۷                                | ۱۵,۸۶۸,۴۷۴   | ۲۰,۸۴۱,۴۳۰                          | ۱۳۸۵ |        |
| ۷۵/۳            | ۷/۲                        | ۱۳۴/۶       | ۵,۸۴۴,۸۸۵                                | ۱۶,۵۸۴,۹۵۴   | ۲۱,۰۹۲,۴۷۷                          | ۱۳۸۶ |        |
| ۷۶/۵            | ۷/۳                        | ۱۲۲/۱       | ۵,۸۴۰,۴۸۱                                | ۱۷,۴۳۵,۸۰۱   | ۲۰,۵۰۰,۳۱۰                          | ۱۳۸۷ |        |
| ۷۷/۷            | ۷/۴                        | ۱۱۷/۶       | ۵,۸۴۰,۸۰۰                                | ۱۸,۳۷۳,۷۳۷   | ۲۱,۰۰۰,۷۰۴                          | ۱۳۸۸ |        |
| ۷۸/۹            | ۷/۵                        | ۱۳۱/۷       | ۶,۱۷۵,۳۷۴                                | ۱۹,۱۲۷,۸۸۶   | ۲۰,۶۵۶,۶۹۳                          | ۱۳۸۹ |        |
| ۸۰/۸            | ۷/۷                        | ۱۲۲/۴       | ۶,۳۶۴,۳۶۹                                | ۲۰,۰۱۷,۰۵۳   | ۲۰,۵۱۰,۰۲۵                          | ۱۳۹۰ |        |
| ۸۶/۳            | ۸/۲                        | ۱۱۰/۹       | ۵,۸۷۳,۴۳۳                                | ۲۰,۵۴۱,۱۲۴   | ۲۰,۶۲۸,۲۲۶                          | ۱۳۹۱ |        |
| ۹۰/۲            | ۸/۶                        | ۱۰۷/۸       | ۵,۸۵۴,۳۳۹                                | ۲۰,۹۲۷,۹۶۲   | ۲۱,۳۴۶,۱۸۰                          | ۱۳۹۲ |        |
| ۹۱/۸            | ۸/۸                        | ۱۰۹/۹       | ۶,۰۴۲,۵۳۵                                | ۲۱,۳۸۸,۷۵۹   | ۲۱,۴۰۴,۳۰۳                          | ۱۳۹۳ |        |
| ۹۴/۱            | ۹                          | ۱۰۶/۱       | ۵,۹۴۶,۶۸۰                                | ۲۱,۶۵۸,۹۹۹   | ۲۱,۹۷۲,۰۸۵                          | ۱۳۹۴ |        |
| ۹۵/۳            | ۹/۱                        | ۱۱۷/۴       | ۶,۶۹۱,۱۰۹                                | ۲۱,۸۶۳,۰۰۰   | ۲۲,۵۸۸,۰۵۲                          | ۱۳۹۵ |        |
| ۹۷              | ۹/۳                        | ۱۱۹/۵       | ۶,۹۴۰,۸۳۴                                | ۲۲,۰۶۳,۶۶۱   | ۲۳,۳۷۸,۶۱۳                          | ۱۳۹۶ |        |
| ۱۰۰             | ۹/۶                        | ۱۱۲/۱       | ۶,۵۶۴,۷۰۹                                | ۲۲,۱۰۱,۷۶۲   | ۲۳,۸۱۳,۰۴۵                          | ۱۳۹۷ |        |

منبع: متوسط سال‌های تحصیل، شاخص TFP و شاخص کمیت آموزش یافته‌های پژوهش، آمار شاغلان از مرکز آمار و موجودی سرمایه و تولید ناخالص داخلی از بانک مرکزی