فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران/ سال بیستم/ شماره ۶۳/ تابستان ۱۳۹۴/ صفحات ۱۴۴-۱۲۱

تاثیر سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی در ایران (رویکرد غیرخطی)

سید صالح اکبر موسوی[۱]

جعفر حقیقت[۲]

محمدرضا سلمانی بی‌شک[۳]

تاریخ ارسال: ۱۳۹۳/۰۷/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۲۳

چکیده

اکنون که تکنولوژی و دانش بشری پیشرفت چشمگیری پیدا کرده، توجه به موضوع دانش و سرمایه انسانی بیش از پیش اهمیت خود را نشان می‌دهد. در این پژوهش با استفاده از داده‌های سالانه (۱۳۴۵ - ۱۳۸۹) اقتصاد ایران و بکارگیری متد غیرخطی STR به بررسی تاثیر سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی در ایران پرداخته شد. با تایید رابطه غیرخطی بین متغیرها، تغییرات لگاریتم سرمایه انسانی دوره جاری به‌عنوان متغیر انتقال انتخاب و مدل LSTR دو رژیمی پذیرفته شد. در ادامه ضرایب مدل برآورد شد. مقدار آستانه برای متغیر انتقال ۱/۰۸ محاسبه شد. نتایج نشان داد که اثرگذاری رشد سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی در دو رژیم مختلف متفاوت است. در رژیم اول زمانی‌که نرخ رشد سرمایه انسانی کمتر از ۱/۰۸ است، تاثیر رشد سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی منفی و تاثیر سرمایه فیزیکی مثبت است. اما در رژیم دوم که مقدار رشد سرمایه انسانی از ۱/۰۸ بیشتر است، سرمایه انسانی تاثیر مثبت و معنادار بر رشد اقتصاد دارد. به‌عبارت دیگر، اگر اقتصاد در رژیم اول باشد توجه به سرمایه فیزیکی و در صورتی‌که اقتصاد در رژیم دوم باشد، توجه به سرمایه انسانی اولویت دارد.

واژگان کلیدی: رشد اقتصادی، روش غیر خطی، سرمایه انسانی.

طبقه‌بندی JEL: *C22، I25، O15.*

۱- کارشناس ارشد توسعه اقتصادی دانشگاه تبریز salehmousavi68@gmail.com

۲- استاد گروه علوم اقتصادی دانشگاه تبریز(نویسنده مسئول) Jafarhaghighat@yahoo.com

۳- استادیار گروه علوم اقتصادی دانشگاه تبریز mrsalmani_2005@yahoo.com

مقاله حاضر برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول در دانشکده اقتصاد، مدیریت و بازرگانی دانشگاه تبریز است.

۱- مقدمه

امروزه نقش نیروی انسانی و تاثیرگذاری آن در امر تولید بر کسی پوشیده نیست و در بین جوامع مختلف بشری به‌عنوان مهم‌ترین عامل شناخته می‌شود. در سالیان گذشته نقش نیروی انسانی در ساخت وسایل و مایحتاج خود از نیروی کار ساده (قدرت بازو و زور مکانیکی) به‌شکل سرمایه انسانی(دانش و مهارت) تبدیل شده است. در همین راستا بحث آموزش و تربیت نیروی انسانی ماهر از اولویت‌های هر کشوری به‌حساب می‌آید. این امر باعث شده است تا علاقه‌مندان بسیاری به مطالعه و پژوهش در زمینه نیروی انسانی و سرمایه انسانی روی بیاورند و تاثیر آن بر رشد اقتصادی را مورد آزمون قرار دهند.

سرمایه‌گذاری در نیروی انسانی را می‌توان به‌عنوان یک سرمایه‌گذاری با ارزش تلقی کرد، زیرا سرمایه‌گذاری در نیروی انسانی، زمینه ایجاد توانایی‌ها و مهارت‌ها را در انسان افزایش می‌دهد و رشد مهارت‌های انسانی باعث ارتقای توابع تولید شده و زمینه را برای رشد اقتصادی فراهم می‌آورد.

این پژوهش در پی آن است تا با استفاده از یک رویکرد غیرخطی به بررسی تاثیر سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی کشور ایران بپردازد. مطالعه حاضر به لحاظ هدف از نوع تحقیقات کاربردی بوده و از نظر تجزیه و تحلیل از نوع تحقیقات تحلیلی است. اطلاعات و داده‌های مورد نیاز به روش کتابخانه‌ای گردآوری شده‌اند. جامعه آماری، اقتصاد کشور ایران و دوره مورد مطالعه بازه زمانی ۱۳۸۹- ۱۳۴۵ است. داده‌ها از نوع سالانه بوده و برای انجام تخمین‌های اقتصادسنجی از دو نرم افزار *EViews* و *JMulTi* استفاده شده است.

داده‌های مربوط به تولید ناخالص داخلی از سری‌های زمانی بانک مرکزی، موجودی سرمایه و اشتغال از مطالعه امینی و همکاران (۱۳۸۴و۱۳۸۶) و متوسط سال‌های تحصیل برای سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۴۵ از مطالعه نیلی و نفیسی(۱۳۸۴) گردآوری شده‌اند. باقی

داده‌های مربوط به متوسط سال‌های تحصیل از سال ۱۳۸۹۰- ۱۳۸۰ توسط مولفین به‌همان روش ذکر شده در منبع پیشین محاسبه شده است.[۱]

تحقیق حاضر در پنج بخش سازمان‌دهی شده است. بعد از مقدمه و طرح موضوع، در قسمت دوم، مبانی نظری و پیشینه تحقیق مرور خواهد شد. بخش سوم به معرفی روش تحقیق و مباحث اقتصادسنجی مورد استفاده در تحقیق اختصاص دارد. در ادامه برآورد مدل، تجزیه و تحلیل یافته‌های تجربی تحقیق ارائه شده و سرانجام در بخش پایانی، نتیجه‌گیری آورده شده است.

۲- مبانی نظری

رابرت لوکاس[۲] مقاله‌ای تحت عنوان «مکانیک توسعه اقتصادی» در سال ۱۹۸۸ ارائه و مدلی را مطرح کرد که درآن با فرض اینکه همه نهاده‌های تولید قابل انباشت هستند، بازدهی نسبت به مقیاس نسبت به نهاده‌های قابل انباشت ثابت است. از نظر وی، عوامل اقتصادی از طریق مطالعه و تحصیل، سرمایه انسانی[۳] انباشت می‌کنند و کل سرمایه در این مدل شامل هر دو سرمایه فیزیکی و انسانی می‌شود. در واقع لوکاس تابع تولید را به‌همراه سرمایه انسانی در نظر گرفته و فرض می‌کند که در آن بازده نسبت به مقیاس، نسبت به سرمایه انسانی ثابت است. تابع تولید مطرح شده توسط لوکاس به شکل رابه (۱) است:

$$Y = AK^{\beta}(uhL)^{1-\beta} \qquad (۱)$$

Y: تولید کل، A: تغییرات فنی، K: موجودی سرمایه، u: آن کسری از زمان غیر از فراغت که عوامل اقتصادی صرف کار کردن می‌کنند، h: معیار کیفیت متوسط کارگران

۱- برای مطالعه بیشتر در خصوص نحوه محاسبه متوسط سال‌های تحصیل به منبع زیر مراجعه شود:
نیلی، مسعود، نفیسی، شهاب (۱۳۸۴)، «تخمین سرمایه انسانی برمبنای متوسط سال‌های تحصیل نیروی کار برای ایران (۱۳۴۵-۱۳۷۹)»، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، سال ۷، شماره ۲۵، صص ۱-۲۲.

2- Robert Lucas
3- Human Capital

و L: تعداد کارگران است. همچنین $0 \prec \beta \prec 1$. بنابراین تابع تولید سرانه را می‌توان به‌صورت رابطه (۲) نوشت:

$$\frac{Y}{L} = AK^{\beta}(uh)^{1-\beta} \qquad (۲)$$

عبارت uh همان چیزی است که لوکاس آن را به‌عنوان ذخیره سرمایه انسانی نام می‌برد. همانطور که ملاحظه می‌شود این تابع تولید نسبت به k و uh بازدهی نسبت به مقیاس ثابت را ارائه می‌دهد. اما لوکاس یک عامل فرعی در سرمایه انسانی مطرح می‌کند تا این موضوع را نشان دهد که وقتی اطراف ما، مردم باهوش‌تر و داناتر زندگی می‌کنند، ما هم موثرتر و کاراتر خواهیم شد، به‌عبارت دیگر، سطح متوسط دانش در جامعه بر سطح دانش و تحصیل فرد اثرگذار است. فرض می‌کنیم سطح متوسط سرمایه انسانی به اصطلاح جامعه که به‌صورت برون‌زا داده شده است در نیروی کار معادل h_{α} باشد در این صورت تابع تولید را می‌توان به‌صورت رابطه (۳) نوشت:

$$y = Ak^{\beta}(uh)^{1-\beta}h_{\alpha}^{\phi} \qquad (۳)$$

h_{α}^{ϕ} عامل فرعی به‌دست آمده از متوسط سرمایه انسانی کل جامعه را نشان می‌دهد.

به‌طور کلی خانوارها دنبال این هستند که تابع مطلوبیت بین دوره‌ای خود را با رعایت قیود انباشت سرمایه کلی و انباشت سرمایه انسانی حداکثر کنند، یعنی تابع (رابطه (۴)):

$$u(0) = \int_0^{\infty} e^{-\rho t}\left(\frac{c_t^{1-\sigma}-1}{1-\sigma}\right)dt \qquad (۴)$$

را با توجه به قیود روابط (۵) و (۶):

$$Ak^{\beta}(uh)^{1-\beta}h_{\alpha}^{\phi} - c = \Delta k \qquad (۵)$$

$$ah(1-u) = \Delta h \qquad (۶)$$

حداکثر کنند. قید اول بیانگر این است که انباشت سرمایه سرانه به مفهوم کلی معادل است با آن مقدار از محصول سرانه که مصرف نمی‌شود و قید دوم نشان می‌دهد که انباشت سرمایه انسانی متناسب است با تعداد ساعات غیر از فراغت که صرف کار کردن نمی‌شود و

نیروی محرکه رشد مستمر در مدل همین عامل است. تابع همیلتونی[1] مربوط به این تابع هدف مقید، به‌صورت رابطه (۷) است:

$$H = e^{-\rho t}\left(\frac{c_t^{1-\sigma}-1}{1-\sigma}\right) + \lambda(Ak^{\beta}(uh)^{1-\beta}h_{\alpha}^{\phi} - c - \Delta k) + \mu(ha(1-u) - \Delta h) \qquad (۷)$$

باید شرط مرتبه اول را نسبت به h, k, u, c به‌دست آورد[2]. بنابراین روابط (۸) تا (۱۱) را داریم:

$$H_c = e^{-\rho t}c_t^{-\sigma} - \lambda = 0 \qquad (۸)$$

$$H_u = \lambda(1-\beta)Ak^{\beta}h^{1-\beta}u^{-\beta}h_{\alpha}^{\phi} - u\alpha h = 0 \qquad (۹)$$

$$H_k = \lambda\beta Ak^{\beta-1}(uh)^{1-\beta}h_{\alpha}^{\phi} + \frac{\Delta\lambda}{\Delta t} = 0 \qquad (۱۰)$$

$$H_h = \lambda(A(1-\beta)k^{\beta}u^{1-\beta}h^{-\beta}h_{\alpha}^{\phi}) + \mu(\alpha(1-\mu)) + \frac{\Delta\mu}{\Delta t} = 0 \qquad (۱۱)$$

باید توجه کرد که $h_{\alpha} = h$ است، اما عوامل فردی به‌خاطر اینکه آن را برون‌زا می‌دانند، اثر آن را لحاظ نکرده و در مشتق گیری از آن مشتق نمی گیرند (لوکاس، ۱۹۸۸).

۲-۱- بررسی مطالعات قبلی

اقتصاددانان نظریات متعددی در مورد سرمایه انسانی و نقش آن در رشد اقتصادی داشتند. چنگ و هسو[3] (۱۹۹۷) در مطالعه خود به بررسی رابطه میان سرمایه انسانی و رشد اقتصادی در ژاپن طی سال‌های ۱۹۵۲-۱۹۹۳ پرداختند. برای این منظور از روش هم‌جمعی و آزمون «علیت گرنجر» استفاده کردند. نتایج مطالعات نشان داد که یک رابطه علّی دو طرفه میان سرمایه انسانی و رشد اقتصادی برقرار است، به این معنی که با افزایش سرمایه انسانی، رشد اقتصادی نیز افزایش می‌یابد و برعکس.

1- Hamiltonian Function

۲- شکل کلی معادله اولر به صورت $H_x = \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{d(\partial H/\partial \Delta x)}{\partial t} = 0$ است.

3- Cheng and Hsu

میدنـدروف[1](۲۰۰۶) در مطالعـه خـود بـه تـاثیر سـرمایه انسـانی بـر رشـد اقتصـادی کشورهای OECD[2] پرداخت. برای این منظور از روش پانل دیتا و دوره زمانی ۳۶ سـاله از ۱۹۶۵- ۲۰۰۰ بیست و نه کشور(بجز لوکزامبورگ) استفاده کرد. متغیر سرمایه انسـانی متوسط سال‌های تحصیل[3] و همچنین دستیابی جمعیت بالای ۲۵ سال به آمـوزش متوسـطه در نظر گرفته شد. نتایج حاکی از تاثیر مثبت سرمایه انسانی بر رشـد اقتصـادی اسـت بـه-طوری که با افزایش یک‌ساله در متوسط سال‌هـای تحصـیل، رشـد اقتصـادی حـدود ۰/۵ درصد افزایش می‌یابد.

تاکی و تاناکا[4] (۲۰۰۹) به بررسی تنوع سرمایه انسانی بـر رشـد اقتصـادی پرداختنـد. نتـایج این‌طور بیان می‌کند که در شرایط واقعی و در صورتی که کالاهای تولید شده به اندازه کـافی قابلیت جایگزینی داشته باشند، تنوع سرمایه انسانی که ناشی از نـابرابری درآمـد باشـد همـواره تولید ناخالص داخلی دوره بعد را کاهش می‌دهد، اما در صورت متنوع بـودن سـرمایه انسـانی که می‌تواند ناشی از توانایی های متفاوت باشد قادر است *GDP* را افزایش دهد.

رحمـان خاتـاک و همکـاران[5] (۲۰۱۲) بـا تمرکـز بـر موضـوع سـهم آمـوزش بـر رشـد اقتصـادی در پاکسـتان در دوره ۱۹۷۱- ۲۰۰۸ و بـا اسـتفاده از روش حـداقل مربعـات معمولی[6](*OLS*) و آزمون همگرایی جوهانسون[7] نشان دادند کـه سـهم تحصـیلات متوسـطه *روی GDP* سرانه حقیقی در پاکستان تاثیر معنادار دارد. در ضمن آزمون همگرایـی، تاییـد وجود رابطه بلندمدت بین آموزش و *GDP* سرانه حقیقی را نشان مـی‌دهـد بـه‌همـین خـاطر توجه به آموزش و قرار دادن در صدر اولویت سیاست‌گذاری و عمـومی‌سـازی تحصـیلات اولیه در پاکستان توصیه شد.

1- Middendorf
2- Organization for Economic Co-Operation and Development
3- Average Years of Schooling
4- Takii and Tanaka
5- Rehman Khattak and Jangraiz Khan
6- Ordinary Least Squares
7- Johansen Cointegration Test

تاسل و بایارسلیک[1](۲۰۱۳) به بررسی تاثیر سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی پایدار پرداختند و معتقد بودند که آموزش یکی از مهم‌ترین عواملی است که باعث تحریک سرمایه انسانی می‌شود. آنها در مطالعه خود از نرخ ثبت‌نام در مقاطع مختلف تحصیلی به‌عنوان سرمایه انسانی استفاده کردند. همچنین با بکارگیری روش 2SLS[2] برای اقتصاد کشور ترکیه نشان دادند که یک رابطه مثبت و بلندمدت بین سرمایه انسانی و رشد اقتصادی پایدار وجود دارد.

مطالعات متعددی نیز در داخل کشور صورت گرفته که در ادامه به برخی از آنها اشاره می کنیم. صادقی و عمادزاده (۱۳۸۲) در مطالعه خود به بررسی تاثیر آموزش عالی بر رشد اقتصادی پرداختند. برای این کار از داده‌های سالانه ۱۳۴۵-۱۳۸۰کشور ایران و روش برآورد حداقل مربعات معمولی استفاده کردند. به‌منظور پی بردن به اهمیت سرمایه انسانی کشش تابع تولید نسبت به تک‌تک عوامل تولید سنجیده شد. نتایج برآورد با تابع تولید «کاب – داگلاس» دو نکته مهم را در پی داشت: ۱) همواره و در تمام معادلات عامل سرمایه انسانی یک عامل با ثبات و معنادار بوده و ضریب آن مثبت است. ۲) سرمایه‌گذاری در سرمایه انسانی از طریق آموزش موجب توسعه توانایی و مهارت‌ها می‌شود که برای دستیابی به رشد اقتصادی پایدار اهمیت فراوانی دارد.

تقوی و محمدی (۱۳۸۵)، سرمایه انسانی را مکمل سرمایه فیزیکی می‌دانستند و معتقد بودند که توضیح رشد اقتصادی از طریق عوامل مرسومی مثل سرمایه فیزیکی و نیروی کار نتایج دقیقی به‌دست نمی‌دهد، از این‌رو سرمایه انسانی را وارد مدل خود کردند. برای این هدف از داده‌های ۱۳۳۸-۱۳۸۱ و روش حداقل مربعات معمولی استفاده شد. در این پژوهش دو مدل برآورد شد.؛ در مدل اول از متوسط سال‌های تحصیل نیروی کار به‌عنوان سرمایه انسانی استفاده شد و ضریب عددی ۰/۸۱ به‌دست آمد. در مدل دوم از رشد سطح سواد در بزرگسالان به‌عنوان جایگزین سرمایه انسانی استفاده شد و ضریب عددی ۳/۲۳ محاسبه شد به این صورت که با افزایش یک درصد در سرمایه انسانی به‌ترتیب در مدل اول

1- Tasel and Bayarcelik
2- Two Stage Least Squares

۰/۸۱ درصد و در مدل دوم ۳/۲۳ درصد افزایش در رشد اقتصادی را در پی خواهد داشت. نتایج نشان‌دهنده تاثیر مثبت سرمایه انسانی روی تولید ناخالص داخلی است.

الماسی و همکاران (۱۳۸۸) با استفاده از داده‌های سال‌های ۱۳۵۰-۱۳۸۴و بکارگیری روش VAR[1] و روش پنج‌مرحله‌ای یوهانسون در مقاله خود به بررسی تاثیر بکارگیری دانش‌آموختگان آموزش عالی بر رشد اقتصادی ایران پرداختند.

نتایج حاصله نشان داد که تاثیرپذیری متغیر رشد اقتصادی از متغیر سرمایه انسانی به نسبت بیشتر از سرمایه فیزیکی در بلندمدت است و جهت دستیابی به نرخ رشد بالا، سرمایه‌گذاری در نیروی انسانی توصیه شده است.

جوزاریان (۱۳۹۱) در مطالعه خود به بررسی تاثیر سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی در ایران با استفاده از الگوی خود بازگشت با وقفه‌های توزیعی ARDL[2] در دو مقطع کوتاه‌مدت و بلندمدت و دوره زمانی ۱۳۳۸-۱۳۸۲ پرداخته است. نتایج به‌دست آمده تاثیر مثبت و معنی‌دار سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی ایران را در هر دو دوره نشان می‌دهد و تاثیرات بلندمدت بیشتر از کوتاه مدت بوده است.

۳- معرفی مدل رگرسیون انتقال ملایم با تابع انتقال لاجیستیک

شکل کلی مدل STR[3] ارائه شده توسط ون دیک[4] و تراسورتا[5] (۲۰۰۲) به شکل رابطه (۱۲) است:

$$Y_t = \varphi' z_t + \theta' z_t . G(\gamma, c, s_t) + u_t \qquad (۱۲)$$

Y_t متغیر وابسته مدل ، z_t بردار متغیرهای توضیحی به‌همراه مقادیر با وقفه آن و مقادیر با وقفه متغیر وابسته Y_t، φ' بردار ضرایب قسمت خطی و θ' بردار ضرایب قسمت غیرخطی هستند و u_t جزء اخلال یا جمله خطا بوده که فرض شده است $u \sim (0, \sigma^2)$. G یک تابع

1- Vector Auto Regressive
2- Auto Regressive Distributed Lag
3- Smooth Transition Regression
4- Van Dijk
5- Teräsvirta

انتقال است که مقدار آن بین صفر و یک محدود است. البته می‌تواند هر مقدار بین صفر و یک نیز باشد. پارامتر γ شاخص سرعت انتقال از یک رژیم به رژیم دیگر و c نقطه انتقال است. برآورد مدل بر اساس دو پارامتر c و γ به روش جستجو انجام می‌شود و ترکیبی از c و γ که دارای کمترین مجموع مجذورات پسماندها باشد به‌عنوان تخمین نهایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. متغیر s_t نشانگر متغیر انتقال است. عمومی‌ترین تابع انتقال لاجیستیک به‌شکل رابطه (۱۳) است:

$$G(\gamma, c, s_t) = \left(1 + \exp\left\{-\gamma \prod_{k=1}^{k} (s_t - c_k)\right\}\right)^{-1}, \quad \gamma \succ 0 \qquad (۱۳)$$

K نشانگر تعداد تغییر رژیم است که اگر $k = 1$ باشد مدل *LSTR1*[1] و اگر $k = 2$ باشد مدل *LSTR2* خواهد بود.

۳-۱- مدل تجربی تحقیق

مدل رگرسیونی انتقال ملایم STR یک مدل برای برآورد داده‌های سری زمانی به‌شکل غیرخطی است. باکون و واتس[2] (۱۹۷۱) و چان و تونگ[3] (۱۹۸۶) برای اولین‌بار از مدل *STR* در مطالعات خود استفاده کردند. در سال‌های اخیر استفاده از مدل غیرخطی رواج بیشتری یافت و محققان زیادی این الگو را در کارهای تحقیقاتی بکار می‌برند که بارزترین آنها تراسورتا (۱۹۹۸) است. همانطور که در قسمت مبانی نظری بیان شد، تئوری مورد استفاده در این مقاله مدل ارائه‌شده توسط لوکاس (رابطه (۱۴)) در سال ۱۹۸۸است:

$$Y = AK^{\beta}(uhL)^{1-\beta} \qquad (۱۴)$$

چون این تابع از لحاظ پارامترها غیرخطی است، از این رو از طرفین آن لگاریتم می‌گیریم (روابط (۱۵) و (۱۶)):

$$\ln Y = \ln A + \beta \ln K + (1-\beta)\ln(uhL) \qquad (۱۵)$$

1- Logistic Smooth Transition Regression
2- Bacon and Watts
3- Chan and Tong

$$\ln Y = \alpha + \beta \ln K + (1-\beta)\ln(uhL) \qquad (۱۶)$$

در این پژوهش دو رابطه (۱۵) و (۱۶) با روش رگرسیون انتقال ملایم (STR) برآورد خواهد شد. به‌همین منظور الگوی تحقیق و متغیرهای مورد استفاده در آن به‌شکل رابطه (۱۷) معرفی می‌شوند:

$$lGDP_t = \varphi' z_t + \theta' z_t . G(\gamma, c, s_t) + u_t \qquad (۱۷)$$

که در آن، $lGDP_t$: لگاریتم تولید ناخالص داخلی به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶، z_t: بردار متغیرهای توضیحی مدل شامل (lH , lK)، lK: لگاریتم موجودی سرمایه خالص به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷۶، lH: لگاریتم سرمایه انسانی (حاصل ضرب متوسط سال‌های تحصیل نیروی کار شاغل در تعداد نیروی کار شاغل ۱۰ سال به بالا)، G: تابع انتقال لاجیستیک، γ: سرعت انتقال بین رژیم‌ها، c: نقطه انتقال، s_t: متغیر انتقال و u_t: جمله خطا.

در این مقاله حاصلضرب مقادیر نیروی کار شاغل ۱۰ سال به بالا در متوسط سال‌های تحصیل تشکیل متغیر جدیدی تحت عنوان سرمایه انسانی یا نیروی کار موثر را داده و در تخمین مدل از آن به‌جای نیروی کار ساده استفاده شده است.

با توجه به اینکه جمعیت محصل جزء نیروی کار نمی‌باشد و نیروی کار از نظر شاغل یا غیرشاغل بودن متفاوت می‌باشد، برای بررسی دقیق‌تر ازمتوسط سال‌های تحصیل نیروی کار شاغل ۱۰ سال به بالا استفاده شده است.

۳-۲- ویژگی های مدل *STR*

* در مدل STR تغییر رژیم توسط خود مدل مشخص می‌شود و نیازی به وارد کردن متغیر موهومی و یا بررسی شکست ساختاری نیست.
* در مدل STR علاوه بر مشخص شدن تعداد نقاط آستانه یا نقاط تغییر رژیم، سرعت انتقال از یک رژیم به رژیم دیگر نیز مشخص می شود.
* مدل TR حالت خاصی از مدل STR است.
* ضرایب در مدل STR قابلیت تفسیر اقتصادی دارد (صادقی و شوال پور، ۱۳۸۲).

۳-۳- مراحل مدل‌سازی[۱]

الف) تشخیص مدل: تشخیص مدل با ایجاد یک مدل خطی به‌عنوان نقطه شروع تحلیل آغاز می‌شود که این بخش با استفاده از روش *VAR* مدل‌سازی می‌شود. دومین بخش از تشخیص شامل آزمون غیرخطی، انتخاب s_t و تصمیم‌گیری در مورد *LSTR1* و *LSTR2* است.

مرحله اول تشخیص یک *مدل* *STR* انتخاب مدل خودرگرسیونی *AR* خطی است. در مدل می‌توان یک متغیر درون‌زای y_t و چندین متغیر برون‌زا و توضیح‌دهنده x_t و وقفه‌هایی از آنها را وارد کرد. همچنین با حذف بعضی از وقفه‌ها از دو متغیر، محدودیت بر مدل اعمال می‌شود. تشخیص مدل شامل موارد متعددی است که در ادامه همراه با آزمون‌های مربوطه آورده شده است.

متغیر انتقال

متغیر انتقال s_t باید یکی از متغیرهای وارد شده یا وقفه‌هایی از آنها باشد، می‌توان روند را نیز به‌عنوان متغیر انتقال انتخاب کرد.

اعمال محدودیت

با مساوی صفر قرار دادن پارامتر مربوط به متغیر مورد نظر می‌توان محدودیت‌هایی را بر مدل تحمیل کرد. متغیرهای خارج شده هنوز هم می‌توانند به‌عنوان متغیر انتقال انتخاب شوند، گرچه با اعمال محدودیت $\phi_i = \theta_i = 0$ از هر دو قسمت خطی و غیرخطی حذف می‌شوند.

آزمون غیرخطی

این آزمون برای کنترل وجود رابطه غیرخطی از نوع *STR* استفاده می‌شود. همچنین در تشخیص متغیر انتقال و انتخاب بین *LSTR1* و *LSTR2* کمک می‌کند. اگر متغیر انتقال s_t عنصری از z_t در نظر گرفته شود، رگرسیون تقریبی رابطه (۱۸) بکار برده خواهد شد:

۱- برای مطالعه بیشتر به قسمت ***help*** نرم‌افزار *JMulTi* مراجعه شود.

$$y_t = \beta_0' z_t + \sum_{j=1}^{3} \beta_j' \tilde{z}_t s_t^j \qquad (۱۸)$$

که در آن $z_t = (1, \tilde{z}_t)$ است. اگر s_t قسمتی از z_t نباشد، رابطه (۱۹) را خواهیم داشت:

$$y_t = \beta_0' z_t + \sum_{j=1}^{3} \beta_j' z_t s_t^j \qquad (۱۹)$$

در این رابطه فرضیه صفر خطی بودن مدل، به‌صورت رابطه (۲۰) است:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0 \qquad (۲۰)$$

آماره آزمون مورد استفاده برای فرضیه نیز آماره آزمون F بوده که به‌صورت رابطه (۲۱) است:

$$F = \frac{(SSR_0 - SSR_1)/k}{SSR_1/(T - 2K - 1)} \qquad (۲۱)$$

که T زمان و K تعداد متغیرهای توضیحی است. SSR_0 مجموع مجذور باقیمانده‌ها در حالت بدون محدودیت و SSR_1 مجموع مجذور باقیمانده‌ها در حالت اعمال محدودیت است.

تعیین نوع مدل

بعد از رد شدن فرضیه خطی بودن رابطه بین متغیرها، برای تشخیص نوع مدل باید آزمون‌های روابط (۲۲) را انجام داد:

$$H_{04} : \beta_3 = 0 \qquad (۲۲)$$
$$H_{03} : \beta_2 = 0 \mid \beta_3 = 0$$
$$H_{02} : \beta_1 = 0 \mid \beta_1 = \beta_2 = 0$$

آماره آزمون‌های مربوط به فرضیه‌های صفر فوق به‌ترتیب با F_4، F_3 و F_2 نشان داده می‌شود. درصورت رد فرضیه H_{03}، مدل $LSTR2$ یا $ESTR$ (مدل انتقال رژیم نمایی) تایید می‌شود که با آزمون فرضیه صفر می‌توان یکی از این دو حالت را انتخاب کرد. در صورت رد فرضیه H_{04} و H_{02} مدل $LSTR1$ انتخاب می‌شود.

انتخاب متغیر انتقال

برای انتخاب s_t مناسب، می‌توان هر متغیر بالقوه انتقال را آزمود. آزمون برای هر کدام از متغیرهای انتخابی انجام گرفته و متغیر مربوط به کمترین مقدار احتمال p یعنی متغیری که در آزمون به‌طور قوی‌تری رد می‌شود، به‌عنوان متغیر انتقال انتخاب می‌شود.

تحمیل محدودیت‌ها

می‌توان آزمون انتخاب خطی بودن و یا غیرخطی بودن را با اعمال محدودیت‌هایی روی θ انجام داد. یک متغیر با اعمال $\theta_i = 0$ از قسمت غیرخطی حذف می‌شود. در قسمت خطی نیز با قرار دادن $\beta_j = 0$ متغیر z_j از این قسمت حذف می‌شود.

تخمین مدل

تخمین مدل شامل یافتن مقادیر مناسب اولیه برای تخمین غیرخطی و تخمین مدل است.

ارزیابی مدل

ارزیابی مدل شامل بررسی نموداری همراه با آزمون‌های مختلف نظیر خودهمبستگی، غیرثابت بودن پارامترها، عدم وجود رابطه غیرخطی بین باقی‌مانده و آزمون $ARCH$[1] است.

٤- بررسی ایستایی متغیرها

هر سری زمانی را می‌توان محصول تولید یک فرآیند استوکاستیک یا تصادفی دانست. به‌طور کلی دو حالت برای ایستایی سری زمانی وجود دارد: ۱) ایستای قوی ۲) ایستای ضعیف. یک سری زمانی در صورتی ایستای قوی است که توزیع مقادیر آن، همراه با گذشت زمان، یکسان بماند. این شرط دلالت بر این دارد که احتمال اینکه Y در یک فاصله معین قرار بگیرد، در زمان حال، آینده و گذشته یکسان است (سوری، ۱۳۹۱).

1- Autoregressive Conditional Heteroskedasticity

یک فرآیند تصادفی هنگامی ایستای ضعیف نامیده می‌شود که میانگین و واریانس در طی زمان ثابت باشد و مقدار کوواریانس بین دو دوره زمانی، تنها به فاصله یا وقفه، بین دو دوره بستگی داشته و ارتباطی به زمان واقعی محاسبه کوواریانس نداشته باشد (ابریشمی، ۱۳۹۱). به‌همین خاطر قبل از برآورد هر مدل سری زمانی باید متغیرهای مورد استفاده از نظر ایستایی آزمون شوند تا از برآورد یک مدل کاذب جلوگیری شود. در این تحقیق از دو آزمون ریشه واحد *ADF*[1] و *KPSS*[2] جهت بررسی ایستایی متغیرها استفاده شده است. نتایج این آزمون‌ها در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول (۱)- آزمون ریشه واحد برای متغیرهای تحقیق

متغیر	*ADF*	*KPSS*
l gdp	۰/۷۹۸۸	۰/۷۶۷۹
dl gdp (تفاضل مرتبه اول)	-۳/۵۳۸۳	۰/۳۰۵۳
l k	۰/۸۲۵۴	۰/۸۰۹۴
dl k (تفاضل مرتبه اول)	-۶/۱۲۰۸	۰/۳۲۵۷
l h	-۱/۹۸۰۸	۰/۷۹۴۸
dl h (تفاضل مرتبه اول)	-۳/۴۴۶۱	۰/۴۸۸۷

مقادیر بحرانی برای آزمون *ADF* در سطح ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪ به ترتیب برابر ۳/۵۹۲۴- ، ۲/۹۳۱۴- و ۲/۶۰۳۹- است.
مقادیر بحرانی برای آزمون *KPSS* در سطح ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪ به ترتیب برابر ۰/۷۳۹، ۰/۴۶۳ و ۰/۳۴۷ است.
منبع: محاسبات تحقیق

در جدول (۱) مقادیر آماره محاسبه شده توسط آزمون *ADF* و *KPSS* آورده شده است. طبق نتایج آزمون ریشه واحد[3] تمامی متغیرها در سطح ایستا نبودند، بنابراین تمامی متغیرها با یک‌بار تفاضل‌گیری ایستا شدند. با توجه به ماهیت الگوی ارائه شده توسط لوکاس ابتدا از تمامی متغیرها لگاریتم گرفته شد و حال به‌خاطر بحث عدم ایستایی، تفاضل مرتبه اول متغیرها محاسبه شد، در این شرایط ضرایب متغیرها بیانگر نرخ رشد متغیرها به‌حساب می‌آیند.

1- Augmented Dickey-Fuller
2- Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin
۳- اگرچه در کارهای تجربی با متد غیرخطی به‌منظور بررسی ایستایی متغیرها از آزمون ریشه واحد با متد خطی استفاده می‌شود، اما در استفاده از نتایج این آزمون‌ها در متدهای غیرخطی باید در نظر داشت که چون ممکن است رفتار آزمون‌های ریشه واحد در متدهای غیرخطی تغییر کند به همین دلیل این احتمال وجود دارد که نتایج عاری از ایراد نباشند (Rodriguez and Sloboda, 2005: 144).

٤-١- تعیین وقفه بهینه برای الگوی تحقیق

مرحله بعدی در تخمین الگوی غیرخطی، تعیین تعداد وقفه بهینه متغیرهای تحقیق است. برای این منظور از معیارهای آکائیک[1]، شوارتز[2] و .... استفاده می‌شود. باتوجه به تعداد داده‌ها از معیار شوارتز برای تعیین وقفه بهینه استفاده شد، بنابراین برای متغیر تولید ناخالص داخلی و موجودی سرمایه وقفه و برای متغیر سرمایه انسانی وقفه در نظر گرفته شد.

٤-٢- آزمون غیرخطی و انتخاب متغیر انتقال

بعد از تعیین وقفه بهینه متغیرهای تحقیق، مرحله بعدی در برآورد یک مدل *STR* تعیین نوع مدل از لحاظ خطی یا غیرخطی بودن براساس آماره آزمون F است. در صورت رد فرضیه صفر این آزمون مبنی بر خطی بودن مدل و تایید غیرخطی بودن آن باید متغیر انتقال مناسب و تعداد رژیم‌های مدل غیرخطی براساس آماره آزمون‌های F ، F_2، F_3 و F_4 تعیین شود. نتایج در جدول (۲) گردآوری شده است.

جدول (۲)- انتخاب نوع مدل و متغیر انتقال

مدل پیشنهادی	آماره *F2*	آماره *F3*	آماره *F4*	آماره F	متغیر انتقال
Linear	۰/۲۱۱	۰/۵۸	۰/۱۷۲	۰/۲۱۶	*dl* gdp(t-1)
Linear	۰/۰۲۷	۰/۱۶	۰/۴۲۴	۰/۰۷۴	*dl* k(t)
LSTR1	۰/۲۹۸	۰/۵۱۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۶	*dl* h(t)*
Linear	۰/۲۰۹	۰/۱۲۸	۰/۵۰۱	۰/۲۰۲	*dl* k(t-1)
Linear	۰/۵۰۷	۰/۴۰۷	۰/۳۳	۰/۴۰۸	*dl* h(t-1)
LSTR1	۰/۰۳۳	۰/۰۴	۰/۳۸۵	۰/۰۳۵	*dl* k(t-2)

*مناسب‌ترین متغیر انتقال پیشنهادی را نشان می‌دهد.

منبع: محاسبات تحقیق

با توجه به ارزش احتمال آماره F گزارش شده در جدول فرضیه صفر آزمون مبنی بر خطی بودن مدل برای متغیر سرمایه انسانی و وقفه دوم موجودی سرمایه رد می‌شود و فرض غیرخطی بودن تایید می‌شود. گام بعدی انتخاب متغیر انتقال مناسب از بین متغیرهای انتقال پیشنهادی برای مدل غیرخطی است. برای انتخاب متغیر انتقال می‌توان هر متغیر بالقوه‌ای را

1- Akaike Information Criterion (AIC)
2- Schwarz Criterion (SC)

مورد آزمون قرار داد، اما اولویت با متغیر انتقالی است که فرضیه صفر آزمون F آن به‌طور قوی‌تری رد شده باشد.

با توجه به جدول تفاضل متغیر سرمایه انسانی به شکل لگاریتمی $dl\ h(t)$ به‌عنوان متغیر انتقال انتخاب و مدل پیشنهادی الگوی $LSTR1$ است. تخمین مدل خود، شامل دو مرحله است: در مرحله اول مقادیر γ و c اولیه به روش جستجو[1] برآورد می‌شود و برای هر مقدار c و γ، مجموع مربعات باقیمانده‌ها محاسبه خواهد شد. سپس مقدار حداقل به‌عنوان مقدار شروع انتخاب می‌شود. در مرحله دوم مدل به روش نیوتن – رافسن[2] تخمین زده می‌شود. نتایج تخمین مدل در دو قسمت خطی و غیرخطی ارائه می‌شود و همچنین مقادیر معیارهایی نظیر آکائیک ، شوارتز و... نمایش داده می‌شود.[3] نتایج برآورد مدل در جدول (۳) تنظیم شده است.

جدول (۳)- نتایج تخمین نهایی مدل

قسمت خطی	ضریب $\emptyset$	مقدار آماره t	ارزش احتمال آماره t
CONST	**۰/۰۲	۱/۹۶	۰/۰۳
dl gdp(t-1)	**۰/۲۸	۲/۱۵	۰/۰۴
dl k(t)	*۱/۷۰	۴/۳۱	۰/۰۰۰۲
dl k(t-1)	*-۰/۹۲	-۳/۰۰	۰/۰۰۵
dl h(t-1)	***-۰/۷۱	-۱/۹۳	۰/۰۶
قسمت غیرخطی	ضریب θ	مقدار آماره t	ارزش احتمال آماره t
dl k(t)	*۱/۳۵-	۴/۰۰-	۰/۰۰۰۴
dl h(t)	*۱/۷۸	۳/۰۴	۰/۰۰۵
dl h(t-1)	***۱/۰۲	۱/۸۳	۰/۰۷
dl h(t-2)	*۱/۵۵-	۲/۷۶-	۰/۰۰۱
$R^2 = ۶۷/۲\%$ $Adj\ R^2 = ۶۸/۱\%$	$SB = -۵/۵۱$	$HQ = -۵/۸۰$	$AIC = -۵/۹۷$

*معنی‌داری در سطح ۱٪ ** معنی‌داری در سطح ۵ ٪ ***معنی‌داری در سطح ۱۰٪

تعداد تکرار بر پایه الگوریتم نیوتن- رافسن در تخمین نهایی مدل برابر با ۱۰ است.

منبع: یافته‌های تحقیق

1- Grid Search

2- Newton - Raphson Algorithm

۳- در این بخش می‌توان متغیرهایی را که از لحاظ آماری معنی‌دار نیستند با اعمال محدودیت از مدل حذف کرد.

مقادیر نهایی تخمین زده شده برای پارامتر سرعت انتقال γ، ۴۸۲/۹۳ و برای مقدار آستانه c برابر با ۱/۰۸[1] است. این مقدار نشان‌دهنده سطح آستانه‌ای تغییر رژیم است. به بیان دیگر، اگر مقدار متغیر انتقال به‌مقدار آستانه برسد، تغییر در رژیم اتفاق می‌افتد و الگوی تحقیق از یک رژیم به رژیم دیگر منتقل می‌شود که ممکن است نحوه اثرگذاری و شدت ضرایب در دو رژیم متفاوت باشد. تابع انتقال به‌صورت رابطه (۲۳) خواهد بود:

$$G(482.93,1.08,dh_t)=\left(1+\exp\left\{-482.93\prod_{k=1}^{1}(dh_t-1.08)\right\}\right)^{-1} \qquad (۲۳)$$

همان‌طور که در بخش سوم (معرفی مدل) اشاره شد، در رژیم اول $G = 0$ و در رژیم دوم $G = 1$ است، بنابراین در رژیم اول رابطه (۲۴) را داریم:

$$dl\text{gdp}_t = 0.02 + 0.28dl\text{gdp}_{t-1} + 1.7dlk_t - 0.92dlk_{t-1} - 0.71dlh_{t-1} \qquad (۲۴)$$

و در رژیم دوم رابطه (۲۵) را:

$$dl\text{gdp}_t = 0.28dl\text{gdp}_{t-1} + 0.45dl\text{k}_t - 0.92dl\text{k}_{t-1} + 1.78dl\text{h}_t + 0.31dl\text{lh}_{t-1} - 1.55dl\text{h}_{t-2} \qquad (۲۵)$$

ضرایب متفاوت متغیرها در دو رژیم نشان می‌دهد که واکنش متغیرهای توضیحی نسبت به رشد اقتصادی[2]، بسته به مقدار سرمایه انسانی متفاوت است. زمانی که نرخ رشد سرمایه انسانی کمتر از ۱/۰۸ است، نرخ رشد وقفه اول متغیر رشد اقتصادی و موجودی سرمایه دوره جاری اثر مثبتی بر رشد اقتصاد دردوره جاری دارند و نرخ رشد وقفه اول موجودی سرمایه به‌همراه وقفه اول متغیر سرمایه انسانی اثر منفی بر رشد اقتصادی دوره جاری دارد. زمانی که مقدار آستانه‌ای رشد سرمایه انسانی از ۱/۰۸ بیشتر است، نرخ رشد وقفه اول متغیر رشد اقتصادی، موجودی سرمایه دوره جاری، سرمایه انسانی دوره جاری و

۱- در نتایج تخمین مدل اصلی، این عدد به صورت لگاریتم طبیعی محاسبه شده و به صورت ۰/۰۷۴۵۳تخمین زده شده است که باید از آن آنتی لگاریتم گرفت.

۲- باتوجه به اینکه از تفاضل مرتبه اول لگاریتم تولید ناخالص داخلی به‌عنوان متغیر وابسته در تخمین مدل استفاده شده است، بنابراین در تفسیر نتایج به رشد اقتصادی تعبیر شده است.

وقفه اول آن اثر مثبت و نرخ رشد وقفه اول متغیر موجودی سرمایه و وقفه دوم سرمایه انسانی اثر منفی بر رشد اقتصاد در دوره جاری داشتند.

نرخ رشد متغیر رشد اقتصادی با یک وقفه در هر دو رژیم تاثیر یکسان و مثبتی دارد. مجموع ضرایب رشد متغیر موجودی سرمایه همراه با مقادیر وقفه‌دار خود در رژیم اول و دوم به‌ترتیب برابر ۰/۷۸ و۰/۴۷- است. مجموع ضرایب رشد متغیر سرمایه انسانی نیز در رژیم اول۰/۷۱- و در رژیم دوم ۰/۵۴ است که نشان می‌دهد تاثیر سرمایه انسانی در دو رژیم متفاوت بوده است. در رژیم اول تاثیر سرمایه انسانی منفی است.

این موضوع را می‌توان به‌این شکل توضیح داد که چون کشور در مراحل آغازین رشد اقتصادی بیشتر از همه روی ایجاد و تقویت زیرساخت‌ها و فراهم کردن ابزارها و امکانات لازم برای رشد تمرکز دارد، بنابراین توجه به سرمایه فیزیکی در این مرحله اولویت دارد. اما در بلندمدت که شرایط لازم برای رشد اقتصادی فراهم شد، برای ادامه مسیر رشد و تداوم آن باید به سرمایه انسانی توجه کرد. این مساله در رژیم دوم به وضوح دیده می‌شود. در رژیم دوم تاثیر سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی، مثبت و تاثیر سرمایه فیزیکی منفی است.

البته وجود نیروی انسانی در تمامی مراحل رشد الزامی است. این موضوع ممکن است باعث تناقض در مطالب فوق شود. بنابراین لازم به توضیح است که در رژیم اول و مراحل ابتدایی رشد کشور، نیروی انسانی به‌شکل کارگر ساده مطرح است، به‌همین خاطر سرمایه فیزیکی تاثیر مثبت دارد. اما در رژیم دوم که مجموع ضرایب سرمایه انسانی مثبت است، منظور از نیروی کار، نیروی کار موثر و کاراست، از این‌رو در سال‌های اخیر شاهد ایجاد شرکت‌های دانش بنیان و پارک‌های علمی و فناوری در کشور هستیم که حاکی از تاثیر غالب رشد سرمایه انسانی در رشد تولیدات کشور است.

٤-۳- ارزیابی مدل

مرحله ارزیابی مدل با تحلیل‌های گرافیکی آغاز می‌شود. نمودار (۱) دوره‌های مربوط به رژیم اول و دوم را با توجه به مقدار آستانه‌ای متغیر سرمایه انسانی نشان می‌دهد. برای رسم این نمودار از تفاضل مرتبه اول متغیر سرمایه انسانی در برابر مقدار آستانه‌ای متغیر به دست آمده از تخمین مدل استفاده شده که هر دو به شکل لگاریتمی بکار گرفته شده‌اند. مقادیر پایین‌تر از مقدار آستانه بیانگر رژیم اول و مقادیر بالاتر از مقدار آستانه نشان‌دهنده رژیم دوم است. در موضوع رژیم‌ها نحوه سیاستگذاری‌ها می‌تواند متفاوت باشد. بعد از پیروزی انقلاب اسلامی و شروع جنگ تحمیلی با توجه به خسارات ناشی از جنگ، اقتصاد در رژیم اول بوده و تمرکز بیشتر بر موجودی سرمایه بوده است.

علاوه بر آن در بخش ارزیابی مدل به بررسی آزمون‌های مختلف جهت اطمینان از تصریح مناسب مدل می‌پردازیم. اولین آزمون مربوط به آزمون عدم وجود خودهمبستگی است. برای این منظور آزمون با لحاظ ۸ وقفه انجام شد و ارزش احتمال آماره آزمون F برای وقفه‌های ۱ تا ۸ در جدول (۴) آورده شده است.

منبع: محاسبات تحقیق

نمودار (۱)-روند نرخ سرمایه انسانی و مقدار آستانه‌ای آن طی دوره مورد مطالعه

جدول (٤)- نتایج آزمون عدم وجود خودهمبستگی

lag	*F-value*	*df1*	*df2*	*p-value*
۱	۰/۰۰۰۱	۱	۲۹	۰/۹۹۰۶
۲	۰/۰۰۰۷	۲	۲۷	۰/۹۹۹۳
۳	۰/۱۵۶۰	۳	۲۵	۰/۹۲۴۸
۴	۰/۱۷۴۸	۴	۲۳	۰/۹۴۹۱
۵	۰/۴۰۰۳	۵	۲۱	۰/۸۴۳۱
۶	۰/۴۰۵۴	۶	۱۹	۰/۸۶۶۳
۷	۰/۴۶۲۹	۷	۱۷	۰/۸۴۷۹
۸	۰/۷۶۹۷	۸	۱۵	۰/۶۳۴۶

منبع: محاسبات تحقیق

بر این اساس، فرضیه صفر این آزمون مبنی بر عدم وجود خودهمبستگی در سطح اطمینان بالایی برای تمامی وقفه‌ها تایید می‌شود.

دومین آزمون در مدل‌های غیرخطی *STR* آزمون باقی نماندن رابطه غیرخطی در باقیمانده‌های مدل است. باتوجه به مقدار آماره F برآوردشده (۰/۰۱۳) فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود رابطه غیرخطی اضافی در مدل رد نمی‌شود و نشان می‌دهد که مدل به‌خوبی توانسته رابطه غیرخطی میان متغیرها را توضیح دهد.

جدول (۵)- نتایج آزمون باقی نماندن غیرخطی اضافی در مدل

متغیر انتقال	*F*	*F4*	*F3*	*F2*
dl h(t)	۰/۰۱۳	۰/۰۰۶	۰/۷۷	۰/۰۶۸

منبع: محاسبات تحقیق

سومین آزمون مربوط به ثبات پارامترها در رژیم‌های مختلف است. نرم‌افزار نتایج را برای سه تابع انتقال متوالی نشان می‌دهد. ارزش احتمال آماره F برای تابع انتقال دوم و سوم به‌ترتیب برابر ۰/۰۰۳ و ۰/۲۲ است که نشان می‌دهد فرضیه صفر مبنی بر یکسان بودن ضرایب قسمت خطی و غیرخطی برای تابع انتقال دوم رد و برای تابع انتقال سوم پذیرفته می‌شود.

آزمون بعدی آزمون *ARCH-LM* است و برای بررسی وجود ناهمسانی واریانس‌خود رگرسیون شرطی بکار می‌رود. براساس این آزمون، ارزش احتمال آماره‌های F و χ^2 به‌ترتیب برابر ۰/۸۷ و ۰/۹۱ برآورد شده است. با توجه به مقدار ارزش احتمال هر دو آماره فرضیه صفر این آزمون مبنی بر عدم وجود ناهمسانی واریانس خود رگرسیونی شرطی (*ARCH*) در سطح معنی‌داری یک‌درصد رد نمی‌شود.

۵- نتیجه‌گیری

در این تحقیق نحوه تاثیر سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی ایران با استفاده از داده‌های سری زمانی سالانه ۱۳۴۵-۱۳۸۹ مورد بررسی قرار گرفت. برآورد الگوی تحقیق با استفاده از متد غیرخطی *STR* نشان داد که سرمایه انسانی در قالب متوسط سال‌های تحصیل، تاثیر غیرخطی بر رشد اقتصادی در دوره مورد مطالعه داشته است.

به‌منظور تبیین رابطه غیرخطی بین متغیرها، مدل رگرسیون انتقال ملایم با تابع انتقال لاجیستیک دو رژیمی (LSTR1) به‌عنوان الگوی بهینه تحقیق انتخاب شد. براساس نتایج برآورد در دو قسمت خطی و غیرخطی، مقدار آستانه‌ای رشد متغیر سرمایه انسانی برابر ۱/۰۸ محاسبه شد.

ضرایب برآورد شده در دو رژیم، این نتیجه را درپی داشت که اثرگذاری متغیرها در دو رژیم مختلف متفاوت است و بستگی به این دارد که اقتصاد در چه رژیمی قرار گرفته است. در رژیم اول که $G = 0$ و مقدار نرخ رشد سرمایه انسانی کمتر از ۱/۰۸ است، نرخ رشد متغیر رشد اقتصادی و همچنین موجودی سرمایه دوره جاری تاثیر مثبتی بر رشد اقتصادی دوره جاری دارند و رشد متغیر موجودی سرمایه و سرمایه انسانی هرکدام با یک وقفه زمانی اثر منفی بر متغیر وابسته دارد. در رژیم دوم که $G = 1$ و نرخ رشد سرمایه انسانی از سطح آستانه ۱/۰۸ بیشتر است، مقدار رشد وقفه اول موجودی سرمایه و وقفه دوم متغیر سرمایه انسانی تاثیر منفی و همچنین نرخ رشد متغیر رشد اقتصادی و سرمایه انسانی

هرکدام با یک وقفه و متغیر موجودی سرمایه و سرمایه انسانی دوره جاری تاثیر مثبت بر رشد اقتصاد در دوره جاری داشتند.

مجموع ضرایب رشد متغیر رشد اقتصادی با یک وقفه در هر دو رژیم یکسان و برابر ۰/۲۸ محاسبه شده است که نشان می‌دهد نرخ رشد اقتصاد در دوره قبل در هر دو رژیم تاثیر مثبتی بر رشد اقتصادی دوره جاری دارد. مجموع ضرایب رشد موجودی سرمایه به‌همراه مقادیر وقفه دارش در دو رژیم تاثیر متفاوتی دارد به‌طوری که در رژیم اول ۰/۷۸ و در رژیم دوم ۰/۴۷- است. مجموع ضرایب رشد متغیر سرمایه انسانی در هر دو رژیم متفاوت و برای رژیم اول و دوم به‌ترتیب ۰/۷۱- و ۰/۵۴ است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فهرست منابع

سوری، علی (۱۳۹۱)، *اقتصادسنجی همراه با کاربرد Eviews7*، چاپ چهارم، تهران: نشر فرهنگ‌شناسی و نشر نور علم، ۵۱۹ صفحه.

ابریشمی، حمید (۱۳۹۱)، *مبانی اقتصادسنجی*، مجلد دوم، چاپ هشتم، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۷۴۷ صفحه، ترجمه کتاب Basic Econometrics، تالیف D.M. Gujarati، چاپ سوم، ۱۹۹۵.

صادقی، مهدی، شوال پور، سعید (۱۳۸۲)، *اقتصادسنجی سری‌های زمانی با رویکرد کاربردی*، مجلد دوم، چاپ دوم، تهران: انتشارات دانشگاه امام صادق، ۵۱۶ صفحه، ترجمه کتاب Applied Econometric Time Series، تالیف Walter Enders ، چاپ دوم.

الماسی، مجتبی، سهیلی، کیومرث و سپهبان قره بابا، اصغر (۱۳۸۸)، «بررسی تاثیر به-کارگیری دانش‌آموختگان آموزش عالی بر رشد اقتصادی ایران»، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی*، سال ۹، شماره ۴، صفحات ۲۳-۴۰.

امینی، علیرضا، حاجی محمد، نشاط (۱۳۸۴)، «برآورد سری زمانی موجودی سرمایه در اقتصاد ایران طی دوره زمانی ۱۳۸۱- ۱۳۳۸»، *مجله برنامه و بودجه*، سال ۱۰، شماره ۹۰، صفحات ۵۳-۸۶.

امینی، علیرضا، حاجی محمد، نشاط و اصلاحچی، محمدرضا (۱۳۸۶)، «بازنگری برآورد سری زمانی جمعیت شاغل به تفکیک بخش‌های اقتصادی ایران(۱۳۸۵- ۱۳۳۵)»، *مجله برنامه و بودجه*، سال۱۲، شماره۱۰۲، صفحات ۴۷-۹۸.

تقوی، مهدی، محمدی، حسین (۱۳۸۵)، «تاثیر سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی در ایران»، *پژوهشنامه اقتصادی*، دوره ۶، شماره ۳ (پیاپی۲۲)، صفحات ۱۵-۴۴.

جوزاریان، فیض اله (۱۳۹۱)، «بررسی تاثیر سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی در ایران»، *مجله اقتصاد توسعه و برنامه‌ریزی*، سال ۱، شماره ۱، صفحات ۹۵- ۱۱۴.

صادقی، مسعود، عمادزاده، مصطفی (۱۳۸۲)، «برآورد سهم سرمایه انسانی در رشد اقتصادی ایران طی سالهای ۱۳۴۵- ۱۳۸۰»، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، شماره ۱۷، صفحات ۷۹- ۹۸.

نیلی، مسعود، نفیسی، شهاب (۱۳۸۴)، «تخمین سرمایه انسانی بر مبنای متوسط سال‌های تحصیل نیروی کار برای ایران(۱۳۴۵-۱۳۷۹)»، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، سال ۷، شماره ۲۵، صفحات ۱-۲۲.

نتایج آمارگیری نیروی کار (سالهای مختلف)، *مرکز آمار جمهوری اسلامی ایران*.

موجودی سرمایه خالص (سال های مختلف)، *اداره بررسی‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران.

Cheng, B. S., & Hsu, R. C. (1997), "Human Capital and Economic Growth in Japan: An Application of Time Series Analysis, vol. 4, pp. 393-395, *Applied Economics Letters*".

Naeem Ur Rehman Khattak, Jangraiz Khan. (2012), "The Contribution of Education Economic Growth: Evidence from Pakistan, no. 51180, Posted 6, *MPRA Paper*".

Rodriguez, G., Sloboda, M. J. (2005),"Modeling Nonlinearities and Asymmetries in Quarterly Revenues of the US Telecommunications Industry, vol. 16, pp. 137-158, *Structural Change and Economic Dynamics*".

Robert E. Lucas. (1988),"On the Mechanics of Economic Development, vol. 22, pp. 3-42, *Journal of Monetary Economics*, North-Holland".

Takii, K. &Tanaka, R. (2009), "Does the Diversity of Human Capital Increase GDP? A Comparison of Education Systems, vol. 93, *Journal of Public Economics*".

Torge Middendorf. (2006), "Human Capital and Economic Growth in OECD Countries, vol. 226, pp. 670-686, *Journal of Economics and Statistics*".

Van Dijk, D., Trasvirta, T. & Franses, P. H. (2002),"Smooth Transition Autoregressive Models-a Survey of Recent Developments, vol. 21, pp. 1-47, *Econometric Reviews*".

Fulya Tasel, E. Beyza Bayarcelik, (2013), "The Effect of Schooling Enrolment Rates on Economic Sustainability", 9th International Strategic Management Conference, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol 99, pp. 104 – 111.