

# Application of Fuzzy Regression to Study the Effective Factors of Iran's Economic Growth with Emphasis on Foreign Direct Investment and Banking

Reza Ashraf Ganjuei<sup>\*1</sup>, Hossein Akbari Fard<sup>2</sup>, Hamid Reza Horry<sup>3</sup>,  
Mashaallah Mashinchi<sup>4</sup>

1. PhD Student in Economics of Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran,  
ashrafganjoei@aem.uk.ac.ir

2. Associate Professor of Economics, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran,  
hakbarifard@uk.ac.ir

3. Associate Professor of Economics, Shahid Bahonar University of Kerman,  
Kerman, Iran, horryhr@yahoo.com

4. Professor of Statistics, Shahid Bahonar University, Kerman, Kerman, Iran, mmashinchi@gmail  
Received: 2021/09/28 Accepted: 2022/05/16

## Abstract

Increasing economic growth is one of the most important goals of countries. To achieve this goal, it is necessary to know the factors affecting economic growth. The purpose of this study is to use the fuzzy regression model with symmetric and asymmetric coefficients to investigate the factors affecting Iran's economic growth with an emphasis on foreign direct investment and the banking sector in Iran during the period 2016-2016. The results of the fuzzy regression model with symmetric coefficients indicate that the increase in financial development reduces the instability of economic growth due to the bank-oriented nature of the financial sector in Iran's economy. The results of the fuzzy regression model with asymmetric coefficients show that the investigated factors have a constant effect on economic growth. Therefore, before expanding relations with foreign countries, policy makers should improve the necessary infrastructure and develop resources to increase the country's competitiveness and attract possible foreign direct investment spillovers. Considering the importance of the influence of the financial development index on economic growth, it can be said that the expansion of financial systems is a prerequisite for the positive impact of capital inflows on economic growth.

**Classification:** JEL F23, O16, O40, E58

**Keywords:** Foreign Direct Investment, Banking, Fuzzy Regression, Symmetric and Asymmetric Coefficients

---

\*. Corresponding Author, Tel: 09136788959

## کاربرد رگرسیون فازی برای بررسی عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی ایران با تأکید بر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و بخش بانکی

DOI: 10.22059/jte.2022.331438.1008554

- رضا اشرف گنجویبی\*<sup>۱</sup>، حسین اکبری فرد<sup>۲</sup>، حمید رضا حری<sup>۳</sup>، ماشاءالله ماشین چی<sup>۴</sup>
۱. دانش آموخته دکتری اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ایران، ashrafganjoei@aem.uk.ac.ir
۲. دانشیار اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران، hakbarifard@uk.ac.ir
۳. دانشیار اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران، horryhr@yahoo.com
۴. استاد آمار، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران، mmashinchi@gmail.com
- نوع مقاله: علمی-پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۲۶

### چکیده

یکی از مهم‌ترین اهداف کشورها دستیابی به رشد اقتصادی است. برای رسیدن به این هدف، شناخت عوامل تأثیرگذار بر رشد اقتصادی ضروری است. هدف از انجام این مطالعه استفاده از مدل رگرسیون فازی با ضرایب متقارن و نامتقارن برای بررسی عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی ایران، با تأکید بر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و بخش بانکی در ایران برای دوره زمانی ۱۳۹۶-۱۳۷۶ است. نتایج مدل رگرسیون فازی با ضرایب متقارن بیانگر آن است که افزایش توسعه مالی، بی‌ثباتی رشد اقتصادی را با توجه به بانک محور بودن بخش مالی در اقتصاد ایران کاهش می‌دهد. نتایج مدل رگرسیون فازی با ضرایب نامتقارن نشان می‌دهند که عوامل مورد بررسی، تأثیر ثابتی بر رشد اقتصادی دارند، که نشان می‌دهد، سیاست‌گذاران قبل از اقدام به هرگونه ارتباط با کشورهای خارجی باید به تأمین زیرساخت‌های لازم و توسعه منابع برای افزایش توان رقابتی کشور و جذب سرریزهای احتمالی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بپردازند. با توجه به اهمیت تأثیر شاخص توسعه مالی بر رشد اقتصادی، می‌توان بیان کرد که گسترش سیستم‌های مالی از پیش‌شرط‌های لازم جهت اثرگذاری مثبت جریان‌های ورودی سرمایه بر رشد اقتصادی می‌باشد.

طبقه‌بندی JEL : F23, O16, O40, E58

**واژه‌های کلیدی:** سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، بخش بانکی، رگرسیون فازی، ضرایب متقارن و نامتقارن

## ۱- مقدمه

با توجه به اهمیت رشد اقتصادی، انجام سرمایه‌گذاری در زمینه‌های مختلف یکی از چالش‌های مهم در نظام‌های اقتصادی به‌شمار می‌رود. سرمایه‌گذاری ثابت از یک‌سو به پس‌انداز بخش خصوصی و مخارج عمرانی دولت و از سوی دیگر به جذب سرمایه کافی به‌منظور تأمین منابع مالی طرح‌های اقتصادی وابسته است (مهدوی و همکاران، ۱۳۸۳). همچنین بیشتر کشورهای در حال توسعه برای ایجاد رونق اقتصادی و اشتغال و دستیابی به رشد و توسعه اقتصادی پایدار با مشکل کمبود منابع سرمایه‌گذاری مواجه می‌باشند. کمبود درآمدهای ارزی ناشی از صادرات و نرخ ناعادلانه مبادله که بیشتر به زیان صادرکنندگان کالاها و مواد اولیه خام در حال تغییر است و وجود انبوه جمعیت و مصرف بالا، از عواملی است که منابع پس‌اندازی قابل تبدیل به سرمایه‌گذاری‌های مولد را در این کشورها به‌شدت محدود کرده است (مهدوی و همکاران، ۱۳۸۳). جبران عقب‌ماندگی و دستیابی به توسعه پایدار، مستلزم سرمایه‌گذاری و بهره‌گیری از مزیت‌های نسبی و ظرفیت‌های اقتصادی کشورها است. در این میان نقش سرمایه‌گذاری‌های خارجی بسیار برجسته است. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، رشد اقتصادی را رونق می‌بخشد و از طریق رشد اقتصادی، منافع سرمایه‌گذار خارجی گسترش می‌یابد. علاوه بر این سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی معمولاً به همراه تکنولوژی پیشرفته و مدرن، سازماندهی و مدیریت برتر را وارد کشور می‌کند و می‌تواند به‌عنوان موتور رشد در کشورهای کمتر توسعه یافته عمل کند. ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی می‌تواند سرمایه‌گذاری محلی را به‌وسیله افزایش سرمایه‌گذاری داخلی از طریق ارتباطات در زنجیره تولید، هنگامی که شرکت‌های خارجی، نهادهای ساخته شده به‌صورت محلی را خریداری می‌نمایند و یا هنگامی که بنگاه‌های خارجی، نهادهای واسطه را برای بنگاه‌های محلی عرضه و تأمین می‌کنند، تحریک کند. به‌علاوه ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی می‌تواند ظرفیت صادرات کشور میزبان را افزایش دهد و سبب شود که کشور در حال توسعه، درآمد ارزی بیشتری را جذب کند. همچنین با ایجاد فرصت‌های شغلی جدید و افزایش انتقال تکنولوژی، مرتبط است و سبب بهبود کلی رشد اقتصادی در کشورهای میزبان می‌گردد (مومنی و همکاران، ۱۳۹۲). پیش از دهه ۱۹۷۰، براساس مدل‌های رشد نئوکلاسیکی که رشد را نتیجه انباشت نهادهای تولید همراه با بازدهی کاهنده معرفی می‌کند، تفکر غالب اقتصادی بر آن بوده است که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی

از طریق انتقال سرمایه و تحت تأثیر قرار دادن متغیرهای زیر سبب افزایش سطح تولید و در نتیجه رشد اقتصادی می‌شود:

*افزایش موجودی سرمایه داخلی کشور میزبان:* ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی از طریق ایجاد رونق اقتصادی، سرمایه‌گذاری داخلی را تحریک می‌کند و منجر به انباشت موجودی سرمایه داخلی می‌شود.

*افزایش اشتغال:* ورود سرمایه‌های خارجی در قالب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به کشور میزبان موجب افزایش تقاضا برای نیروی کار و در نتیجه افزایش سطح اشتغال می‌شود.

*افزایش پس‌انداز:* سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی مکمل پس‌اندازهای داخلی بوده و شکاف پس‌انداز - سرمایه‌گذاری را در کشورهای در حال توسعه کاهش می‌دهد و سبب افزایش سطح تولید می‌شود.

*افزایش درآمدهای مالیاتی:* حضور بنگاه‌های چند ملیتی در کشورهای در حال توسعه سبب می‌شود که این کشورها به منابع مالیاتی جدیدی دست یابند و شکاف درآمدهای مالیاتی پیش‌بینی شده و تحقق یافته را از این طریق جبران کنند (موتمنی و همکاران، ۱۳۹۲).

در رابطه با عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی، تحقیقات زیادی در ایران و جهان انجام شده است. در ایران نیز در بیشتر تحقیقات انجام گرفته با استفاده از مباحث اقتصادسنجی به بررسی عامل مؤثر بر رشد اقتصادی پرداخته شده است، این در حالی است که عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی در حال تغییر و نوسان بوده‌اند. در این تحقیق با استفاده از نگرشی جدید تأثیر عدم قطعیت عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی مدل‌سازی شده‌اند؛ و تلاش بر آن بوده است که با استفاده از رگرسیون فازی با ضرایب متقارن و نامتقارن، حداکثر دامنه تأثیرگذاری هر یک از متغیرها بررسی و محاسبه شوند، لذا مسأله اصلی مورد بررسی در این تحقیق، تحلیل تأثیر عدم قطعیت عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی در ایران است. با توجه به اینکه مطالعات زیادی به بررسی عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی کشورهای گوناگون پرداخته‌اند. در تمامی مطالعات انجام شده برای بررسی رابطه بین عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی از مدل‌های اقتصادسنجی که برای تصریح به اطلاعات کامل و قطعی نیاز دارد، استفاده شده و این در حالی است که عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی در حال تغییر و نوسان بوده و همچنین عوامل مؤثر بر این مؤلفه‌ها نیز حالت نوسانی دارند، بنابراین با توجه به این نوسانات و عدم قطعیت، نیازمند الگویی

هستیم که این عدم قطعیت را مدل‌سازی کند. نوآوری این مطالعه، بررسی تأثیر عدم قطعیت متغیرهای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، شاخص توسعه مالی، تولید ناخالص داخلی سرانه، درجه باز بودن اقتصاد و شاخص متوسط سال‌های تحصیل بر رشد اقتصادی ایران است برای این منظور از رگرسیون فازی با ضرایب متقارن و نامتقارن استفاده خواهد شد. سازماندهی این مقاله به این شرح است: ابتدا به تشریح مبانی نظری مربوط به موضوع و مرور برخی از مطالعات و پژوهش‌هایی که در این حوزه انجام شده است، پرداخته خواهد شد. سپس الگوی مورد نظر طراحی و معرفی می‌شود و با استفاده از داده‌های موجود برآورد خواهد شد. در انتها نیز با توجه به بررسی‌های آماری، جمع‌بندی و نتیجه‌گیری بحث ارائه می‌شود.

## ۲- مبانی نظری

عوامل بسیاری بر رشد اقتصادی مؤثر هستند. در این تحقیق بر اساس تئوری اقتصادی در ادبیات تجربی به بررسی متغیرهای مؤثر بر رشد اقتصادی پرداخته شده است که در ادامه به اختصار تشریح می‌شوند. در کنفرانس تحقیقات و توسعه سازمان ملل؛ سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی متضمن مناسبات بلندمدت معرفی شده و آن را منعکس‌کننده کنترل و نفع مستمر شخصیت حقیقی و حقوقی یک کشور در شرکتی خارج از موطن سرمایه‌گذار دانسته‌اند. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در دایره‌المعارف پالگریو، تملک دارایی‌ها توسط سرمایه‌گذار در خارج موطن خود تعریف شده است. از دیدگاه کوین، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نوعی از سرمایه‌گذاری است که به‌منظور کسب منفعت دائمی و همیشگی در مؤسسه‌ای مستقر در کشوری غیر از کشور سرمایه‌گذار صورت می‌گیرد و نتیجه آن کسب حق رأی مؤثر در مدیریت شرکت یا مؤسسه می‌باشد (به‌کیش، ۱۳۹۴). سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی با فراهم کردن سرمایه‌گذاری خارجی، رشد اقتصادی را رونق می‌بخشد و از طریق رشد اقتصادی، منافع سرمایه‌گذار خارجی گسترش می‌یابد. علاوه بر این سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی معمولاً به همراه تکنولوژی پیشرفته و مدرن، سازماندهی و مدیریت برتر وارد کشور می‌شود. در مطالعه برنزیتن، گرگوریو و لی (۱۹۸۸)، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به‌عنوان موتور رشد در کشورهای کمتر توسعه‌یافته شناخته شده است. آنها بر این عقیده‌اند که اثرات سودمند سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی تنها از طریق افزایش انباشت سرمایه نیست، بلکه از طریق کارایی بالاتری که این نوع سرمایه‌گذاری به خاطر فناوری

پیشرفته دارد، حاصل می‌شود. همچنین رانا و دولینگ<sup>۱</sup> نیز معتقدند که اثر مثبت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی به دلیل افزایش کارایی سرمایه در اثر انتقال تکنولوژی پیشرفته و ذخیره انرژی حاصل می‌شود. افزایش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی از یک سو موجب افزایش سرمایه‌گذاری در کشور میزبان می‌شود و از سوی دیگر به واسطه نقش مکملی که در زنجیره تولید دارد، ظرفیت صادرات کشور را افزایش می‌دهد. این امر موجب می‌شود که کشور در حال توسعه، درآمد ارزی بیشتری را جذب کند. همچنین با ایجاد فرصت‌های شغلی جدید و افزایش انتقال فناوری سبب بهبود رشد اقتصادی در کشورهای میزبان می‌شود. لذا تجارت و جریان‌های ورودی عاملی مهمی در فرآیند رشد اقتصادی شناخته شده‌اند (اصغری و رفسنجانی پور، ۱۳۹۲)

در کشورهای توسعه نیافته نظریات مخالف و موافقی درباره این نوع سرمایه‌گذاری وجود دارد. به نظر مخالفان، این گونه سرمایه‌گذاری‌ها نوعی استعمار اقتصادی و تلاش برای کنترل دوباره مستعمرات قبلی است و کشور میزبان را به کشورهای خارجی وابسته می‌کند. همچنین ورود تکنولوژی نامرتبط با اقتصاد کشور میزبان و کوتاهی شرکت‌های خارجی در راه‌اندازی صنایع کشور میزبان یا آموزش صنعت‌گران آنها از جمله دلایل مخالفان می‌باشد. از سوی دیگر موافقان معتقدند که چون این گونه سرمایه‌گذاری‌ها در کشورهای غربی نتیجه داده است، پس در جاهای دیگر نیز نتیجه خواهد داد (نجارزاده و ملکی، ۱۳۸۴). به‌طور کلی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به دلایل زیر می‌تواند بر رشد اقتصادی اثرگذار باشد (اصغری و رفسنجانی پور، ۱۳۹۲): اولاً یک منبع تشکیل سرمایه است که به‌طور مستقیم بر رشد اقتصادی تأثیر دارد. از سویی این سرمایه‌گذاری به شکل غیرمستقیم بر رشد اقتصادی تأثیر می‌گذارد، به‌طوری‌که بر سایر متغیرهای کلان اقتصادی نظیر اشتغال، صادرات، مصرف و پس‌انداز تأثیر گذاشته است، که رشد این متغیرها در حقیقت رشد اقتصادی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر کیفیت سرمایه‌گذاری نیز مؤثر است. ثانیاً سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به‌صورت مجموعه‌ای با مدیریت کارا و تکنولوژی پیشرفته در اختیار کشور میزبان قرار می‌گیرد. ثالثاً سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی سبب افزایش ذخایر ارزی می‌شود که این به‌نوبه خود موجب افزایش اعطای اعتبارات به بخش خصوصی شده و به این ترتیب، افزایش تولید را به همراه خواهد داشت. رابعاً تولیدات ناشی از سرمایه‌گذاری مستقیم

خارجی در کشور میزبان می‌تواند به‌عنوان داده تولید برای سرمایه‌گذاران داخلی مورد استفاده قرار گرفته و سبب افزایش رشد شود (اصغری و رفسنجانی پور، ۱۳۹۲). سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تحت تأثیر عواملی است که این عوامل بستر لازم برای رشد اقتصادی را فراهم می‌کند اهم این عوامل را می‌توان به‌صورت ذیل تشریح کرد (مهدوی، ۱۳۸۳):

۱. *الگوی تخصیص FDI*: برخی اقتصاددانان معتقدند که FDI با توجه به بخش‌هایی که در اقتصاد جذب می‌شود، اثر متفاوتی بر رشد اقتصادی خواهد گذاشت. سینگر<sup>۱</sup> (۱۹۵۰)، بیان می‌کند که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در کشورهای کمتر توسعه‌یافته اثرات سودمندی را به همراه ندارد؛ زیرا FDI بیشتر در بخش‌های اولیه این کشورها جذب می‌شود، درحالی‌که تقاضا برای این کالاها از نظر درآمدی بی‌کشش است و منافع حاصل از تغییر تکنولوژیکی ایجاد شده توسط FDI در این بخش‌ها، در اثر کاهش قیمت‌ها به مصرف‌کننده منتقل می‌شود و از طریق افزایش درآمد به تولیدکننده منتقل نمی‌شود؛ اما FDI در بخش صنایع مدرن، منجر به رشد اقتصادی می‌شود، نه تنها به دلیل آنکه تولید سریع‌تر را موجب می‌شود؛ بلکه به این دلیل که سطح عمومی تحصیلات، مهارت‌ها، ابداعات و ذخیره تکنولوژی و ایجاد تقاضای جدید را به همراه خود دارد.

۲. *درجه توسعه یافتگی کشور*: با توجه به مطالعه انجام شده توسط تیسسی (۱۹۹۴) اثر FDI بر رشد اقتصادی در کشورهای کمتر توسعه‌یافته بیشتر است.

۳. *استراتژی تجاری*: بگواتی<sup>۲</sup>: در فرضیه معروف خود به آزمون کارایی ناشی از FDI بسته به توسعه صادرات یا جایگزینی واردات می‌پردازد. او چنین استدلال می‌کند که استراتژی EP، میانگین نرخ ارز مؤثر در صادرات را با میانگین نرخ ارز مؤثر در واردات برابر می‌کند. در نتیجه این استراتژی از نظر تجارت، خنثی است یا تورشی ندارد؛ اما استراتژی IS، منجر به افزایش نرخ ارز مؤثر وارداتی نسبت به نرخ ارز مؤثر صادراتی شده و بنابراین به سمت حمایت از فعالیت‌های جانشین واردات تورش دارد؛ بنابراین بگواتی معتقد است که استراتژی توسعه صادرات در مقایسه با استراتژی جایگزینی واردات، گرایش بیشتری به جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی دارد. از سویی استراتژی توسعه صادرات از کانال سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تأثیر زیادی در افزایش رشد اقتصادی دارد، زیرا استراتژی جایگزینی واردات وابستگی شدیدی به تعرفه‌ها و سهمیه‌های تجاری دارند، که منجر به

1. Singer

2. Buagatti

اختلالات عظیمی در بازارهای محصول و عوامل تولید می‌شود. بدین ترتیب نه تنها سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی کمتری در کشور جذب می‌شود؛ بلکه موجب کاهش رشد اقتصادی می‌شود. در طرف مقابل در استراتژی EP، تأکید بر خنثی بودن سیاست بین بخش‌های وارداتی و صادراتی است. در نتیجه این استراتژی می‌تواند منجر به بازار آزاد عوامل و تخصیص منابع بر اساس مزیت نسبی شود و بدین ترتیب نه تنها FDI بیشتری به کشور وارد می‌شود؛ بلکه رشد اقتصادی بیشتری را نیز با جذب FDI شاهد خواهیم بود؛ زیرا رقابت به وجود آمده منجر به تشویق هزینه‌های تحقیق و توسعه و سرمایه‌گذاری در سرمایه انسانی می‌شود، که بر اساس مدل‌های رشد درون‌زا منجر به رشد اقتصادی بیشتر خواهد شد.

۴. توسعه سیستم مالی: توسعه سیستم مالی در کشور میزبان یکی از پیش‌شرط‌های لازم برای اثرگذاری مثبت FDI بر رشد اقتصادی است. سیستم مالی توسعه‌یافته منجر به تخصیص کارایی منابع و بهبود قدرت جذب یک کشور در رابطه با جریان‌های ورودی FDI می‌شود. بدین ترتیب اثرات سرریز تکنولوژیکی ناشی از FDI به بیشترین مقدار خود خواهد رسید.

#### تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی کشورهای کمتر توسعه یافته

کشورهای در حال توسعه برای رشد اقتصادی به انباشت سرمایه و تکنولوژی نیاز دارند. از آنجا که منبع انباشت سرمایه، سرمایه‌گذاری است؛ بنابراین، برای انجام سرمایه‌گذاری می‌باید یا پس‌انداز لازم در سیستم مالی وجود داشته باشد و یا دولت بتواند با استفاده از هزینه‌های عمرانی سرمایه‌گذاری لازم را انجام دهد، ولی مشکل موجود در کشورهای در حال توسعه این است که در این کشورها با پایین بودن پس‌انداز و پایین بودن کارایی سرمایه‌گذاری به دلیل عقب‌ماندگی تکنولوژیکی منابع، برای سرمایه‌گذاری کافی نیست. یکی از منابعی که می‌تواند کمبود انباشت سرمایه را جبران کند، استفاده از سرمایه‌گذاری خارجی است. از بین انواع مختلف سرمایه‌گذاری خارجی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به دلیل مزیت‌های مانند انتقال تکنولوژی، ارتباط با بازارهای بین‌المللی، انتقال مهارت‌های مدیریتی و غیره منبعی مناسب‌تر برای انباشت سرمایه و به دنبال آن ارتقای رشد اقتصادی است. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی با تأثیرگذاری بر کارایی سرمایه‌گذاری داخلی تأثیرگذار می‌تواند بر رشد اقتصادی تأثیر مثبتی داشته باشد، البته این تأثیر به وضعیت توسعه بازار مالی کشور میزبان بستگی



دارد این رابطه را می‌توان به‌عنوان تأثیر ترکیبی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و توسعه بازار مالی بر کارایی سرمایه‌گذاری یا بهره‌وری کل عوامل تولید در نظر گرفت (احمدزاده و ضرونی، ۱۳۹۶).

نظام‌های مالی کارآمد با شناسایی و تأمین مالی فرصت‌های مناسب کسب و کار، تجهیز پس‌اندازها، پوشش و متنوع‌سازی ریسک و همچنین تسهیل مبادلات کالاها و خدمات، موجب گسترش فرصت‌های سرمایه‌گذاری می‌شوند. از سوی دیگر، افزایش کارایی در سیستم مالی در نهایت با بهبود تخصیص منابع، ارتقای سرمایه‌گذاری و تسریع در انباشت سرمایه، موجبات رشد بالاتر اقتصادی را فراهم می‌آورد. همچنین، سیستم‌های مالی کارآمد موانع تأمین مالی خارجی را کاهش داده و با تسهیل شرایط دسترسی واحدهای تولیدی و صنعتی به سرمایه خارجی، زمینه گسترش سرمایه‌های خارجی و رشد اقتصادی را فراهم می‌کنند. با گسترش بازارهای مالی، امکان و زمینه‌های مختلف سرمایه‌گذاری شکل می‌گیرد و بخش خصوصی قادر است انواع راهکارهای مناسب با نیازهای خود برای پس‌انداز در شرایط با ریسک کمتر را انتخاب کند. همچنین از طریق تجهیز منابع حاصل از وجوه پس‌انداز کنندگان و هدایت آنها به فعالیت‌های اقتصادی سودآور و دارای ارزش‌افزوده بالا، می‌تواند سبب افزایش رشد اقتصادی شود. بخش مالی با کاهش هزینه‌های مبادله در اقتصاد در نهایت سبب ارتقای سطح پس‌انداز، انباشت سرمایه و رشد فناوری می‌شود. توسعه مالی زمانی اتفاق می‌افتد که توانایی بازار مالی در انجام این وظایف توسعه یابد و تصمیم‌گیری برای پس‌انداز و سرمایه‌گذاری را بهبود دهد و در نهایت موجب رشد اقتصادی شود. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و سیاست‌های توسعه بازار مالی می‌تواند ناکارایی در تولید را کاهش دهد. این واقعیت از آنجا نشأت می‌گیرد که کشورهایی که از جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بیشتر و همچنین از بازارهای مالی توسعه یافته‌تری برخوردارند، رشد اقتصادی سریع‌تری را تجربه کرده‌اند. درحالی‌که تأثیر ساختار مالی بر ساختار اقتصادی آن‌چنان مهم است که بدون داشتن یک بخش مالی کارا نمی‌توان منابع خارجی را جذب کرد. توسعه سیستم‌های مالی سبب افزایش کارایی در تخصیص منابع می‌شود و ظرفیت کشور میزبان را در جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی افزایش می‌دهد. یکی از مهم‌ترین کانال‌های انتقال آثار سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی توسعه فناوری است، که همراه با جریان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی قابل دسترس

می‌باشد. مهم‌ترین دلیل تأثیر مثبت یک سیستم مالی توسعه یافته بر فرآیند ترویج فناوری از طریق سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی عبارت است از:

الف- بیشتر شرکت‌های داخلی برای به هنگام کردن، تجهیز فناوری جدید و نیز ارتقای مهارت کارکنان خود نیاز به سرمایه‌گذاری دارند. در تجزیه و تحلیل برنامه‌های سرمایه‌گذاری، توسعه سیستم‌های مالی داخلی بانک‌ها و بازارهای سرمایه و سهام، میزان توسعه شرکت‌های داخلی را از طریق تأمین منابع خارجی روشن می‌کند. ب- از آنجا که سرمایه‌گذاری در فن‌آوری‌های جدید، نسبت به دیگر پروژه‌های سرمایه‌گذاری، از ریسک بالاتری برخوردار است، سیستم مالی به‌طور عام و مؤسسه‌های مالی ویژه به‌طور خاص در کاهش این ریسک مؤثرند. بدین طریق کارآفرینان با انگیزه داخلی، عملاً به هنگام کردن فن‌آوری‌های موجود یا تجهیز فن‌آوری‌های جدید ارائه شده توسط شرکت خارجی را بر عهده گرفته و موجب افزایش سرعت، خالقیت و فن‌آوری می‌شوند. ج- سیستم‌های مالی توسعه یافته می‌توانند وام‌های مورد نیاز شرکت‌های خارجی را تأمین کنند، تا آنها فعالیت‌های خود را در کشور میزبان توسعه دهند. این مسئله افق سرریز فن‌آوری جدید به شرکت داخلی را افزایش خواهد داد. در حقیقت بخشی از سرمایه‌گذار مستقیم خارجی، داده‌های مالی است که شرکت‌های خارجی برای تأمین منابع خود از طریق قرض یا سهام در بازارهای مالی کشور میزبان، سرمایه‌گذاری می‌کنند؛ بنابراین کیفیت و در دسترس بودن بازارهای مالی داخلی بر نفوذ سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، در ترویج فناوری در کشور میزبان تأثیرگذار است (احمدزاده و ضرونی، ۱۳۹۶).

### تأثیر نوسانات اقتصادی بر رشد اقتصادی

در تئوری‌های سنتی اقتصاد کلان، عاملی که بتواند عدم قطعیت تولید و رشد اقتصادی را در بلندمدت به یکدیگر پیوند دهد، وجود نداشته است. بیشتر مدل‌های رشد در آن زمان، مدل‌های رشد نئوکلاسیکی بوده‌اند که در آن بهره‌وری، عامل برون‌زا در رشد و منبع ایجاد عدم قطعیت در نظر گرفته شده است. از دهه ۸۰ میلادی به بعد و با پیدایش مدل‌های رشد درون‌زا که رشد اقتصادی را تابع رشد سرمایه انسانی و هزینه‌های تحقیق و توسعه در نظر گرفته، ارتباط بین این دو متغیر و امکان تأثیر عدم قطعیت بر رشد اقتصادی مطرح شده است. براساس مبانی نظری، به نظر می‌رسد که عدم قطعیت بر بهره‌وری، سرمایه‌گذاری، تحقیق و توسعه اثر می‌گذارند که این متغیرها همه از عوامل مؤثر بر رشد بلندمدت اقتصادی هستند. چگونگی تأثیر نوسانات اقتصادی بر رشد

اقتصادی، یکی از موضوعاتی است که از دهه ۱۹۹۰ تاکنون توجه بسیاری از اقتصاددانان را به خود معطوف کرده است. نتایج گزارش بانک جهانی در سال ۱۹۹۱ نشان داده است که کشورهایی که ثبات اقتصادی بیشتری داشته و در آنها سیاست‌های دولت به صورت مناسب اجرا شده است، عملکرد بهتری نسبت به کشورهای بی‌ثبات داشته‌اند. فیشر (۱۹۹۳)، ثبات اقتصادی را وضعیتی می‌داند که در آن شرایط زیر برقرار باشند:

الف- نرخ تورم پایین و قابل پیش‌بینی باشد. ب- نرخ واقعی بهره، برای سرمایه‌گذاری مناسب باشد. ج- سیاست مالی عاری از نوسان و اختلال و پایدار باشد و بودجه دولت به خوبی مدیریت شود، به عبارت دیگر نسبت کسری بودجه به تولید ناخالص داخلی در سطح قابل قبولی حفظ شود (فزاینده نباشد) و استفاده از اعتبارات سیستم بانکی برای تأمین بدهی‌ها در سطح حداقل قرار گیرد. د- نرخ ارز در سطحی نزدیک به مقدار تعادلی آن تعیین شود.

در حقیقت مطالعه‌ی رومر<sup>۱</sup> (۱۹۹۶)، سرآغازی بر انبوه مطالعاتی که به بررسی اثر نوسانات اقتصادی بر رشد اقتصادی پرداخته‌اند، می‌باشد. براساس این مطالعات، نوسانات اقتصادی از سه منبع مهم ناشی می‌شود، ۱- نوسانات تولید داخلی، ۲- عدم ثبات در اجرای سیاست‌های داخلی ۳- نوسانات خارجی. رومی و رمی نشان داده‌اند که بی‌ثباتی اقتصادی از هر منبعی که ناشی شود، در نهایت منجر به کاهش رشد اقتصادی خواهد شد. بررسی وضعیت متغیر تولید ناخالص داخلی و سایر متغیرهای کلان اقتصادی کشورها نشان می‌دهد که این متغیرها همواره حول مسیر رشد بلندمدت خود در نوسان می‌باشند، به طوری که رشد آنها، گاهی بیشتر از رشد بلندمدت و گاهی کمتر و یا منفی بوده است. تولید کالاها و خدمات در هر کشوری طی یک دوره زمانی مشخص از عوامل گوناگونی هم چون جنگ، انقلاب، شوک‌های نفتی، سیاست‌های پولی و مالی، افزایش بهره‌وری و ... تأثیر می‌پذیرد؛ بنابراین، رشد اقتصادی نیز از این عوامل تأثیر پذیرفته و دچار نوسان می‌شود و موجب شکل‌گیری ادوار تجاری در اقتصاد می‌شود (سرلک، ۱۳۹۵). امروزه عدم قطعیت به‌عنوان پدیده‌ای اجتناب‌ناپذیر در علوم اقتصادی جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است و به همین علت تحلیل‌های عدم قطعیت بخشی از حوزه دانش نظری اقتصاد و عرصه تصمیم‌گیری تجربی مالی و اقتصادی را تشکیل می‌دهد. همچنین در تجزیه و تحلیل مسائل کلان و سیاست‌گذاری‌های اقتصادی،

1. Romer

بررسی عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی از اهمیت خاصی در شناخت الگوی اقتصاد کلان و اثر بخشی و کارایی سیاست‌های بازرگانی کشورها برخوردار است، از این‌رو هر تغییر و تحولی که در عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی کشور رخ دهد در فرآیند رشد تأثیر به‌سزایی خواهد داشت (موسوی، ۱۳۹۲).

### ۳- پیشینه پژوهش

نظرات بسیاری در رابطه با اثر مبهم سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی وجود دارد (جرج و گرینوی<sup>۱</sup>، ۲۰۰۴). برخی از مدل‌های اقتصادی بیان می‌کند که رابطه میان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و رشد اقتصادی به مداخله عوامل دیگر مشروط است. به‌عنوان مثال، مدلی که توسط هرمس و لنسینک<sup>۲</sup> (۲۰۰۳) ارائه شده است، پیش‌بینی می‌کند که اثر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی مشروط به توسعه بازارهای مالی کشورهای میزبان است (فرزین و همکاران، ۱۳۹۱). در مطالعات گوناگون از جمله مطالعه، عبدی و طاهری بازخانه (۱۴۰۰)، با استفاده از روش تحلیل در حوزه زمان فرکانس تأثیر تورم بر رشد اقتصادی بررسی شده است. برخی دیگر از مطالعات نیز از نظر عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی در سال‌های اخیر به ارزیابی رشد اقتصادی پرداخته‌اند از جمله می‌توان به مطالعه محمد زاده و همکاران (۱۴۰۰) که تأثیر کارآفرینی بر رشد اقتصادی را بررسی کرده‌اند، اشاره کرد. آدنیی و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۱۲)، در مطالعه‌ای به بررسی ارتباط علی بین سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و رشد اقتصادی با وارد کردن توسعه مالی برای پنج کشور کوچک در حال توسعه ساحل عاج، گامبیا، غنا، نیجریه و سیرالئون در دوره زمان ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۵ پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که اندازه توسعه مالی در کشورهای غنا، گامبیا و سیرالئون به‌منظور بهره‌گیری از مزایای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی مهم است. آنها به روز رسانی ساختار مالی را به‌منظور کسب رشد مطلوب اقتصادی بر اثر ارتقاء سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی پیشنهاد کرده‌اند. لی چی<sup>۴</sup> (۲۰۱۰)، رابطه بین سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، توسعه مالی و رشد اقتصادی را برای ۴۴ کشور طی دوره (۲۰۰۵-۱۹۹۶) به‌طور تجربی از طریق داده‌های تابلویی مورد ارزیابی قرار داده‌اند. شاخص‌های توسعه مالی مورد استفاده

1. Gorg, & Greenaway  
2. Hermes & Lensink  
3. Adeniyi et al  
4. Li Chee, Y.

در این مطالعه بدهی‌های نقد به تولید ناخالص داخلی و اعتبارات اعطایی به بخش خصوصی توسط مؤسسات مالی به تولید ناخالص داخلی می‌باشد. از متغیرهای کنترل تولید ناخالص داخلی سرانه اولیه، تشکیل سرمایه ناخالص، مخارج مصرفی دولت به تولید ناخالص داخلی، بازبودن تجاری، نسبت ثبت‌نام دوره متوسطه، رشد جمعیت و شاخص اثربخشی دولت استفاده شده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که توسعه بخش مالی نقش مهمی در افزایش تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی دارد و تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و توسعه مالی مکمل می‌باشند. توصیه‌های سیاستی به‌منظور افزایش تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و توسعه مالی بر رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه و کمتر توسعه‌یافته نیز مورد بحث قرار گرفته است. چیانگ لی و پینگ چانگ<sup>۱</sup> (۲۰۱۱)، به بررسی تأثیرگذاری سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی با توجه به سطح توسعه مالی پرداخته‌اند. آنها برای این منظور با استفاده از مدل تصحیح خطا و هم‌انباشتگی از داده‌های سالانه برای دوره زمانی ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۲ برای ۵۷ کشور جهان استفاده کرده‌اند و آنها به این نتیجه رسیده‌اند که شاخص‌های توسعه مالی اثر بزرگ‌تری نسبت به سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در رشد اقتصادی در بلندمدت می‌گذارند. عمران و بلبل<sup>۲</sup> (۲۰۰۳)، به بررسی ارتباط سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، توسعه مالی و رشد اقتصادی در چارچوب کشورهای عربی که به‌طور عمده سیستم مالی آنها مبتنی بر بانک است، پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی اگر با سطح آستانه‌ای از توسعه متغیرهای مالی به‌طور متقابل اثر کند، اثر مطلوبی بر رشد اقتصادی خواهد داشت. خان<sup>۳</sup> (۲۰۰۷)، ارتباط بین سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، بخش مالی داخلی و رشد اقتصادی برای پاکستان را در طول دوره ۱۹۷۲ تا ۲۰۰۲ مورد بررسی قرار داده است. نتایج مطالعه که با استفاده از رویکرد هم‌انباشتگی آزمون باند انجام شده است نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت و بلندمدت در صورتی که سیستم مالی داخلی حداقل در سطح خاصی از توسعه‌یافتگی قرار داشته باشد، جریان FDI تأثیر مثبتی بر رشد اقتصادی خواهد داشت. نتایج بیشتر نشان می‌دهد که شرایط مالی داخلی بهتر نه تنها به جذب شرکت‌های خارجی برای سرمایه‌گذاری در پاکستان کمک می‌کند، بلکه مزایای سرمایه‌گذاری

---

1. Chiang Lee & Ping Chang

2. Omran & Bolbol

3. Khan

خارجی را به حداکثر می‌رساند. جلائی و صباغ پورفرد (۱۳۸۸)، در تحقیقی اثر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد را از مسیر بازارهای مالی برای ایران بررسی کرده‌اند. در این مطالعه ابتدا تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی در ایران مشخص و سپس برای تعیین ثبات این نقش از متغیرهای کنترلی استفاده شده است. با توجه به تصریح مدل و برآوردهای انجام شده، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی عامل اثرگذاری بر رشد اقتصادی در ایران محسوب می‌شود. با وارد کردن متغیرهای کنترلی مشخص شده است که تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی بی‌معنا و مبهم است، بنابراین متغیرهای مالی مورد توجه قرار گرفته‌اند تا هم پایداری تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی در ایران مشخص و هم تأثیر بازارهای مالی بر اثر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی آشکار شود. بر اساس نتایج به دست آمده، توسعه بازارهای مالی موجب افزایش اثر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی در ایران خواهد شد. مهدوی و مهدوی (۱۳۸۸)، به بررسی تأثیر بازار مالی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی در ایران برای سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۵ با استفاده از روش ARDL پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که توسعه بازار مالی ایران در حدی نیست تا موجب تأثیرگذاری معنادار سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر تولید ناخالص داخلی گردد. علاوه بر این، شاخص بازار مالی بر تولید ناخالص داخلی تأثیر منفی را نشان داده است. مهدوی، رحمان و روح ... مهدوی (۱۳۹۰)، در مطالعه‌ای با عنوان «تأثیرگذاری سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و توسعه بازارهای مالی بر رشد اقتصادی ایران»، به بحث پیرامون رابطه سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، توسعه بازارهای مالی و رشد اقتصادی در ایران پرداخته است. نتایج برآورد مطالعه آنها نشان می‌دهد که در ایران ضریب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و شاخص بازار مالی به تنهایی در کوتاه‌مدت و بلندمدت تأثیر معنادار بر تولید ناخالص داخلی ندارند؛ ولی شاخص اثر ترکیبی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و بازار مالی - البته زمانی که شاخص بازار مالی نسبت اعتبارات اعطایی بانگ‌ها به کل بخش‌ها باشد، در بلندمدت و کوتاه‌مدت دارای تأثیر مثبت و معنادار بر تولید ناخالص داخلی است. مهدوی و دیگران (۱۳۸۹)، در مقاله‌ای با عنوان «تأثیر توسعه بازار مالی در تأثیرگذاری سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی کشورهای میزبان با استفاده از روش داده‌های تابلویی»، به بررسی این موضوع پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد در کشورهای کمتر توسعه‌یافته از لحاظ بازار مالی، با مقایسه شاخص سرمایه‌گذاری مستقیم

خارجی و اثر ترکیبی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و شاخص‌های بازار مالی، ضریب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی کمتر از ضریب اثر ترکیبی است؛ ولی معنی‌دار بودن این تأثیر بستگی به این دارد که بازار مالی در حد کافی توسعه یافته باشد. تقی پور و همکاران (۱۳۹۲)، در پژوهش خود رابطه بین سیاست آزادسازی مالی، نهادهای قانونی و توسعه بخش مالی را با توجه به تجربه ده کشور در حال توسعه در دوره ۲۰۰۹-۱۹۷۳ بررسی کرده و بر اساس آن پیشنهادهایی در خصوص نحوه اجرای این سیاست برای اقتصاد ایران داده است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که سیاست آزادسازی مالی تأثیری مثبت بر توسعه مالی کشورها داشته است، بنابراین، سیاست‌های مختلف آزادسازی در بخش مالی داخلی مانند کاهش کنترل نرخ بهره و اعتبارات بانکی، کاهش موانع ورود به بخش مالی برای افزایش رقابت و افزایش سهم بخش خصوصی از مالکیت بخش بانکی و همچنین آزادسازی در بخش مالی خارجی مانند کاهش میزان محدودیت جریان ورود و خروج بین‌المللی سرمایه و کاهش استفاده از چند نرخ بودن ارز برای تبدیل مبادلات سرمایه می‌تواند اثر مثبتی بر توسعه بخش مالی داشته باشد؛ اما میزان اثربخشی این سیاست در توسعه بخش مالی در کشورهایی که نهادهای قانونی و نظارتی آنها از کیفیت بالایی برخوردارند، بیشتر بوده است. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تحت تأثیر عواملی است که این عوامل بستر لازم برای رشد اقتصادی را فراهم نمی‌کند (مهدوی، ۱۳۸۳). در مطالعات انجام شده از جمله: سلطانی و اچی<sup>۱</sup> (۲۰۱۲)، ری و مندال<sup>۲</sup> (۲۰۱۲)، کرستوسکا و پتروسکا<sup>۳</sup> (۲۰۱۲) و آنتیوی و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۳)، نتایج مبهمی در رابطه با اثر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی وجود دارد.

#### ۴- روش تحقیق

پس از معرفی نظریه مجموعه‌های فازی توسط پروفسور لطفی علی عسگر زاده، دانشمند ایرانی تبار، در سال ۱۹۶۵، موضوع مدل‌سازی و تحلیل رگرسیونی در محیط فازی مورد توجه پژوهشگران علوم نظری و کاربردی قرار گرفته است. منظور از مدل‌سازی و تحلیل رگرسیونی در محیط فازی عبارت است از همه وضعیت‌هایی که از

- 
1. Soltani & Ochi
  2. Roy & Mandal
  3. Krstevska, & Petrovska
  4. Antiwi et al.

لحاظ متغیرهای مورد مطالعه، پارامترهای مدل فازی باشند. انواع مدل‌های رگرسیون فازی عبارتند از:

۱. مدل‌های رگرسیون امکانی فازی،
۲. مدل‌های رگرسیون کمترین مربعات فازی،
۳. مدل‌های رگرسیون مبتنی بر تحلیل بازه‌ای.

مدل‌های رگرسیون امکانی، بهترین معادله رگرسیون را با مینیمم کردن میزان فازی بودن به دست می‌آورند، درحالی‌که مدل‌های رگرسیون مجموع مربعات با مینیمم کردن مجموع مربعات خطاها یعنی اختلاف بین خروجی‌های مشاهداتی و محاسباتی این کار را انجام می‌دهند. مدل‌های مبتنی بر تحلیل بازه‌ای، ضرایب و داده‌های معادله رگرسیون را به صورت بازه‌ای در نظر می‌گیرند.

رگرسیون/امکانی<sup>۱</sup>: رگرسیون امکانی نخستین بار توسط تاناکا و همکاران در سال (۱۹۸۲) معرفی شده است. مدل آنها یک مدل با ضرایب فازی بوده که برای مدل‌سازی داده‌های ورودی-خروجی دقیق پیشنهاد شده است. برآورد پارامترهای فازی مدل (اعداد فازی مثلثی) با حل یک مسئله برنامه‌ریزی خطی به دست می‌آید که در آن، تابع هدف که باید کمینه شود، مجموع پهناهای ضرایب است و قیود مربوط طوری تنظیم می‌شوند که مقدار مشاهده شده متغیر وابسته با یک درجه خاص، عضو مجموعه فازی برآورد شده باشد. چون تابع عضویت مجموعه‌های فازی اغلب به عنوان توزیع‌های امکانی توصیف می‌شود، لذا این رویکرد را رگرسیون امکانی می‌نامند. رویکرد اولیه تاناکا و همکاران، مورد بررسی و نقد بسیار قرار گرفته و البته، همراه با اصلاحات و گسترش‌های اساسی بسیاری، به عنوان رگرسیون فازی معرفی شده است. در یک ارزیابی کلی، می‌توان گفت که روش‌های رگرسیون امکانی، مناسب مدل‌سازی داده‌های کم اندازه هستند. توجیه منطقی مناسبی دارند و به مفروضات خاصی نیاز ندارند. از سوی دیگر، این روش به داده‌های پرت حساس هستند. روش‌های رگرسیون امکانی، این مزیت را نیز دارند که در آنها، اساساً و فقط از روش‌ها و مفاهیم ریاضیات فازی استفاده می‌شود؛ به عبارت دیگر، این گونه نیست که ابتدا چند روش (یعنی معیار/ مفهوم) کلاسیک در نظر گرفته شوند و سپس این روش‌ها (معیارها/ مفاهیم) به محیط فازی تعمیم داده شوند؛ بلکه اساس و مبنای رگرسیون امکانی، برگرفته از نظریه امکان و ریاضیات فازی است. از



مطالعات داخلی در ارتباط با کاربرد رگرسیون امکانی می‌توان به مطالعه میرزایی یگانه و ارقامی (۱۳۸۶)، طاهری و ماشین چی (۱۳۹۲) اشاره کرد.

### ۵- مدل رگرسیون فازی با ضرایب متقارن و نامتقارن

صورت کلی مدل رگرسیونی با ضرایب فازی به صورت رابطه (۱) است.

$$\tilde{Y} = f(x, A) = \tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 x_1 + \tilde{A}_2 x_2 + \dots + \tilde{A}_n x_n \quad (1)$$

که در آن  $\tilde{Y}$  متغیر وابسته یا در اصطلاح خروجی فازی است،  $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  بردار متغیرهای مستقل یا اصطلاحاً بردار ورودی و  $A = \{\tilde{A}_0, \tilde{A}_1, \dots, \tilde{A}_n\}$  یک مجموعه از اعداد فازی است. مجموعه‌ای از داده‌های معمولی به صورت  $(y_m, x_m), \dots, (y_2, x_2), (y_1, x_1)$  در اختیار قرار دارد. می‌خواهیم پارامترهای فازی  $\tilde{A}_0, \tilde{A}_1, \dots, \tilde{A}_n$  را به گونه‌ای تعیین کنیم که مدل (۱) بر اساس برخی از معیارهای نیکویی برازش، بهترین برازش را با داده‌های مذکور داشته باشد. چون در ادامه از اعداد مثلثی برای ضرایب مدل، یعنی  $\tilde{A}_0$  تا  $\tilde{A}_n$  استفاده می‌شود، لذا به یادآوری چند نکته درباره‌ی این اعداد پرداخته می‌شود. از آنجا که هر عدد فازی مثلثی را می‌توان به صورت  $\tilde{A} = (a, s^L, s^R)_T$  نشان داد که در آن  $a$  مقدار نما  $s^L$  و  $s^R$  به ترتیب پهنای چپ و پهنای راست  $\tilde{A}$  هستند، اگر  $s^R \neq s^L$  آنگاه عدد فازی مثلثی  $A$  را نامتقارن می‌گوییم. در این حالت تابع عضویت  $\tilde{A}$  را با توجه به سه مشخصه  $a, s^L, s^R$  می‌توان به صورت رابطه (۲) نوشت:

$$\tilde{A}(x) = \begin{cases} 1 - \frac{a-x}{s^L} & a - s^L \leq x \leq a \\ 1 - \frac{x-a}{s^R} & a < x \leq a + s^R \end{cases} \quad (2)$$

### ۵-۱- مراحل حل الگوریتم مسئله برنامه خطی برای حالت متقارن

به منظور برآورد مراکز و پهنای راست و چپ دهک‌های درآمدی، مدل رگرسیون فازی با ضرایب فازی متقارن و نامتقارن در قالب الگوریتم مسئله برنامه خطی به شرح زیر است (تاناکا<sup>۱</sup> و همکاران، ۱۹۸۲):

۱- ابتدا تابع هدف مطابق با رابطه (۳) محاسبه می‌شود. تابع هدف،  $2m$  محدودیت‌های تولید شده توسط  $m$  مشاهده،  $s_i$ ها مقادیر پهنای،  $n$  تعداد متغیرها،  $x_{ji}$  نشان‌دهنده مشاهده  $i$ ام متغیر  $j$ ام است.

1. Tanaka

$$Z = 2ms_0 + 2 \sum_{i=1}^n (s_i \sum_{j=1}^m x_{ji}) \quad (۳)$$

۲- مطابق با رابطه (۴)، پهنای راست محاسبه می‌شود. در این رابطه  $h$  نشان‌دهنده درجه عضویت،  $s_0$  مقدار پهنای،  $a_0$  مرکز،  $x_{ji}$  نشان‌دهنده مشاهده  $j$  ام متغیر  $i$  ام و  $y_i$  خروجی فازی است.

$$(1-h)s_0 + (1-h) \sum_{i=1}^n (s_0 x_{ji}) + a_0 + \sum_{i=1}^n (s_0 x_{ji}) \geq + y_i \quad (۴)$$

۳- مطابق با رابطه (۵)، پهنای چپ محاسبه می‌شود. در این رابطه  $h$  نشان‌دهنده درجه عضویت،  $s_0$  مقدار پهنای،  $a_0$  مرکز،  $x_{ji}$  نشان‌دهنده مشاهده  $j$  ام متغیر  $i$  ام و  $y_i$  خروجی فازی است.

$$(1-h)s_0 + (1-h) \sum_{i=1}^n (s_0 x_{ji}) - a_0 - \sum_{i=1}^n (s_0 x_{ji}) \geq - y_i \quad (۵)$$

۴- برای حل مسئله برنامه‌ریزی خطی تابع هدف و محدودیت‌ها به ترتیب مطابق مرحله اول، دوم و سوم انجام می‌شود.

مراکز  $a_i$  و پهنای راست  $s_i^R$  و چپ  $s_i^L$  در مسئله بهینه‌سازی برای درجه‌های عضویت  $h = 0/1$  تا  $h = 0/9$  محاسبه و رسم می‌شوند.

### ۲-۵- مراحل حل الگوریتم مسئله برنامه خطی برای حالت نامتقارن

۱- ابتدا تابع هدف مطابق با رابطه (۶) محاسبه می‌شود:

$$Z = m(s_0^L + s_0^R) + \sum_{i=1}^n [(s_0^L + s_0^R) \sum_{j=1}^m x_{ji}] \quad (۶)$$

۲- مطابق با رابطه (۷) پهنای راست محاسبه می‌شود. در این رابطه  $k_i$  بیان‌گر ضریب کشیدگی است.

$$(1-h)K_0s_0^L + (1-h) \sum_{i=1}^n (K_i s_i^L x_{ji}) - a_0 - \sum_{i=1}^n (a_0 x_{ji}) \geq + y_i \quad (۷)$$

۳- مطابق با رابطه (۸) پهنای چپ محاسبه می‌شود.

$$(1-h)K_0s_0^L + (1-h) \sum_{i=1}^n (K_i s_i^L x_{ji}) - a_0 - \sum_{i=1}^n (a_0 x_{ji}) \geq - y_i \quad (۸)$$

۴- برای حل مسئله برنامه‌ریزی خطی تابع هدف و محدودیت‌ها به ترتیب مطابق مرحله اول، دوم و سوم انجام می‌شود.

۵- مراکز  $a_i$  و پهنای راست  $s_i^R$  و چپ  $s_i^L$  در مسئله بهینه‌سازی برای درجه‌های عضویت  $h = 0/1$  تا  $h = 0/9$  محاسبه و رسم می‌شوند.

## ۵-۳- داده‌ها و تصریح مدل

برای بررسی عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی در ایران برای سال‌های ۱۳۷۶-۱۳۹۸ اطلاعات مربوط به متغیرهای مذکور از سایت بانک مرکزی ایران دریافت شده است. در این مطالعه برای بررسی عدم قطعیت عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی در ایران از مدل رگرسیون فازی استفاده شده است کاربرد رگرسیون فازی در مطالعه حاضر آن را از سایر مطالعات متمایز کرده است، چرا که با استفاده از رگرسیون فازی می‌توان از طریق درجه عضویت‌های مختلف میزان تأثیر عدم قطعیت متغیرهای مورد بررسی را بر رشد اقتصادی ارزیابی کرد. در حقیقت به هر میزان که درجه عضویت از عدد یک به درجه عضویت ۰/۱ نزدیک‌تر شود، میزان عدم قطعیت در متغیرها افزایش می‌یابد و می‌توان تأثیر آنها را بر رشد اقتصادی ارزیابی کرد. از سوی دیگر در این مطالعه با توجه به ویژگی رگرسیون فازی می‌توان برای هر یک از ضرایب مقدار متوسط و حداکثر تأثیرگذاری را مشخص کرد.

آلفرو و همکارانش (۲۰۰۳)، در تحقیقی به بررسی ارتباط بین سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و توسعه بازار مالی رشد اقتصادی پرداخته‌اند. آنها در این تحقیق ابتدا به تشریح ساختار مفهومی در دو قسمت رفتار بنگاه و رفتار خانوارها در قالب مباحث خرد پرداخته و سپس با استفاده از مبانی نظری در این زمینه مدلی مناسب را تشکیل داده‌اند. در مرحله بعد آلفرو و همکارانش با استفاده از داده‌های ۷۱ کشور مدل زیر را آورد می‌کنند. در مطالعات رومر (۱۹۹۱)، استرلی و کری (۲۰۰۴) و وینترز (۲۰۰۰)، نتیجه بازبودن درجه اقتصادی بر رشد اقتصادی بررسی شده است که به صورت رابطه (۹) مشخص می‌شود.

$$GDP = f(FDI, FIN, OPEN, F * FDI) \quad (9)$$

که در آن GDP تولید ناخالص داخلی، FDI سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به نسبت تولید ناخالص داخلی، FIN شاخص توسعه مالی، OPEN درجه باز بودن اقتصاد و F از ضرب دو متغیر مربوط به شاخص‌های توسعه مالی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به دست آمده است. برخی از مدل‌های اقتصادی بیان می‌کنند که رابطه بین سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و رشد اقتصادی به مداخله عوامل دیگر از جمله درجه توسعه‌یافتگی بازارهای مالی مشروط است. با توجه به هدف این مقاله متغیرهای مورد

بررسی بر اساس مطالعه لوین<sup>۱</sup> (۲۰۰۰) و عمران و بلبل<sup>۲</sup> (۲۰۰۳) انتخاب شده‌اند که به صورت ذیل بیان می‌شوند، که بر اساس ادبیات جهانی مدل‌های رشد می‌توان رشد اقتصادی را تابعی عوامل زیر در نظر گرفت.

$$GDP = f(FDI, FD, RYN, F, OPEN, IY, HC, L) \quad (10)$$

که در آن GDP تولید ناخالص داخلی، FDI سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به نسبت تولید ناخالص داخلی، FD شاخص توسعه مالی به صورت میانگین وزنی از چهار شاخص: نسبت M2 به تولید ناخالص داخلی، نسبت بدهی بخش خصوصی به سیستم بانکی به تولید ناخالص داخلی، نسبت دارایی‌های بانک مرکزی به تولید ناخالص داخلی و نسبت دارایی‌های بانک‌های سپرده پذیر به تولید ناخالص داخلی با روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی به‌عنوان شاخص ترکیبی محاسبه شده، RYN تولید ناخالص داخلی سرانه که از نسبت تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت بر تعداد جمعیت به دست آمده، F از ضرب دو متغیر مربوط به شاخص‌های توسعه مالی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به دست آمده، OPEN درجه باز بودن اقتصاد است، که به صورت حاصل جمع صادرات و واردات کالا و خدمات به تولید ناخالص داخلی محاسبه شده، IY نرخ سرمایه‌گذاری است و از نسبت سرمایه‌گذاری به تولید ناخالص داخلی به دست آمده، HC شاخص متوسط سال‌های تحصیل از داده‌های سرمایه انسانی بارو و لی (۲۰۱۰) استخراج شده و L کل نیروی کار را نشان می‌دهد.

### برآورد مدل رگرسیون فازی

در این بخش رگرسیون فازی، با فرض ابهام در ضرایب در خصوص تحلیل رشد اقتصادی (با توجه به متغیرهای مستقل که  $X_1$  سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی،  $X_2$  تولید ناخالص داخلی سرانه،  $X_3$  شاخص F از ضرب دو متغیر مربوط به شاخص‌های توسعه مالی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی،  $X_4$  نرخ سرمایه‌گذاری،  $X_5$  شاخص توسعه مالی،  $X_6$  کل نیروی کار،  $X_7$  شاخص سرمایه انسانی،  $X_8$  درجه باز بودن اقتصاد)، برآورد خواهد شد. تعداد مشاهده بیست و دو سال است. قبل از انجام برآورد ضرایب فازی تمام داده‌ها نرمالیز شده‌اند اهمیت نرمال‌سازی داده‌ها آن است که بزرگی یا کوچکی هر یک از متغیرها مبنا و ملاک انتخاب یا نقش آن متغیر در مدل‌سازی

1. Levine

2. Omran and Bolbol

تأثیرگذار نخواهد بود و همه متغیرها دارای اهمیتی برحسب وزن‌ها یا ضرایبی که توسط مدل ایجاد می‌شوند، خواهند بود؛ و از اپراتور مینیمم برای مینیمم کردن تابع هدف با توجه به قیدها که در مجموع ۴۴ قید می‌باشد، استفاده شده است. پس از تشکیل قیدها و حل معادله خطی با توجه به  $h$  های گوناگون مقادیر  $h$ ،  $i=0, 1, 2, \dots, 8$ ،  $a_i$  با استفاده از نرم GAMS، محاسبه شده است. با حل مسئله برنامه‌ریزی خطی جواب‌های آن در جدول (۱) نشان داده شده است. همچنین مقدار مینیمم شده تابع هدف نیز برای  $h = 0.5$  برابر با  $Z = 4,815$  می‌باشد که با استفاده از ضرایب فازی مدل به صورت زیر به دست می‌آید:

$$A_1=(0,0)_T \text{ و } A_2=(88,060)_T \text{ و } A_3=(0,0)_T \text{ و } A_4=(0,0)_T \text{ و } A_5=(0,0)_T$$

$$A_6=(23,599,975)_T \text{ و } A_7=(0,6323,7)_T \text{ و } A_8=(0,0)_T \text{ و } A_9=(4,910)_T$$

حال به ازای مقادیر متغیرهای مستقل و تغییر مقادیر  $h$  مقدار خروجی فازی پیش‌بینی می‌شود. نتیجه پیش‌بینی در جدول (۱) نشان داده شده است. در این جدول خروجی فازی یک عدد مثلثی متقارن همراه با نما و پهنای هر متغیر بیان شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود؛ تغییر مقادیر  $h$  مراکز  $\bar{A}_i$ ها را تغییر نمی‌دهد؛ اما مقادیر  $S_5$  و  $S_6$  و  $Z$  را تحت تأثیر قرار داده است و این یعنی ابهام خروجی  $\bar{Y}$  با افزایش  $h$  بیشتر می‌شود.

جدول ۱- برآورد ضرایب متقارن در رگرسیون خطی فازی

h	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	a0	a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8	Z
۰/۱	۰	۰	۰	۰	۰	۵/۵۴	۳/۱۵	۰	۰	۰	۸۸/۰۶	۰	۰	۰	۲۳/۵۹	۰	۰	۴/۹۱	۲/۶۷
۰/۲	۰	۰	۰	۰	۰	۶/۲۳	۳/۹۵	۰	۰	۰	۸۸/۰۶	۰	۰	۰	۲۳/۵۹	۰	۰	۴/۹۱	۳/۰۰
۰/۳	۰	۰	۰	۰	۰	۷/۱۲	۴/۵۱	۰	۰	۰	۸۸/۰۶	۰	۰	۰	۲۳/۵۹	۰	۰	۴/۹۱	۳/۴۳
۰/۴	۰	۰	۰	۰	۰	۸/۳۱	۵/۲۶	۰	۰	۰	۸۸/۰۶	۰	۰	۰	۲۳/۵۹	۰	۰	۴/۹۱	۴/۰۱
۰/۵	۰	۰	۰	۰	۰	۹/۹۷	۶/۳۲	۰	۰	۰	۸۸/۰۶	۰	۰	۰	۲۳/۵۹	۰	۰	۴/۹۱	۴/۸۱
۰/۶	۰	۰	۰	۰	۰	۱۲/۴۶	۷/۹۰	۰	۰	۰	۸۸/۰۶	۰	۰	۰	۲۳/۵۹	۰	۰	۴/۹۱	۶/۰۱
۰/۷	۰	۰	۰	۰	۰	۱۶/۶۲	۱/۰۵	۰	۰	۰	۸۸/۰۶	۰	۰	۰	۲۳/۵۹	۰	۰	۴/۹۱	۸/۰۲
۰/۸	۰	۰	۰	۰	۰	۲۴/۹۳	۱/۵۸	۰	۰	۰	۸۸/۰۶	۰	۰	۰	۲۳/۵۹	۰	۰	۴/۹۱	۱/۲۰
۰/۹	۰	۰	۰	۰	۰	۴۹/۸۷	۳/۱۶	۰	۰	۰	۸۸/۰۶	۰	۰	۰	۲۳/۵۹	۰	۰	۴/۹۱	۲/۴۰

منبع: یافته‌های تحقیق

در ادامه محاسبه ضرایب متقارن رگرسیون فازی، پهنای چپ و راست برای درجه‌های عضویت ۰/۱ تا ۰/۹ در جدول (۱) و نمودارهای ۱ تا ۹ در ضمیمه نشان داده شده است؛ پهنای چپ و راست برای رشد اقتصادی در ایران مصداق دارد. نکته قابل توجه در نتایج آن است که در درجه‌های عضویت ۰/۱ تا ۰/۹ نمای رشد اقتصادی ثابت مانده است و رفتار باثباتی دارد. در این مطالعه با استفاده از رگرسیون فازی که در بخش چهارم به شرح آن پرداخته شده، مراحل برآورد پهنای راست و چپ رشد اقتصاد بیان شده است که در این بخش لازم است به کاربرد پهنای راست و چپ در تحلیل رشد اقتصادی اشاره شود. از آنجا که در مطالعات اقتصادی بررسی تأثیر عدم قطعیت متغیرها اهمیت زیادی دارد و این عدم قطعیت‌ها بر روی سایر متغیرها تأثیرگذار هستند، از این رو می‌توان با استفاده از رگرسیون فازی، پهنای یا به عبارت دیگر دامنه انحراف متغیرها را محاسبه کرد. منظور از پهنای راست آن است که زمانی عدم قطعیت متغیرهای مستقل یا مؤثر بیشترین تأثیر را بر رشد اقتصاد دارند، رشد اقتصادی تا چه میزان افزایش می‌یابد. از سویی پهنای چپ بیان‌گر آن است که کمترین تأثیر عدم قطعیت متغیرهای مستقل یا مؤثر تا چه میزان رشد اقتصادی را کاهش می‌دهد. با توجه به مفهوم  $h$  که بیان‌کننده میزان ابهام در مدل است، با کاهش مقدار  $h$  مقدار فازی بودن و ابهام در مدل افزایش می‌یابد و با افزایش در مقدار  $h$  مقدار فازی بودن و ابهام در مدل کاهش می‌یابد، به عبارت دیگر هر چه مقدار  $h = 0/5$  به مقدار  $h = 1$  نزدیک می‌شود، ابهام در مدل کاهش می‌یابد همچنین معمولاً در مطالعات انجام شده برای مقادیر کمتر از  $h = 0/5$  شرایط بی‌ثبات و برای مقادیر بزرگ‌تر از  $h = 0/5$ ، شرایط با ثبات اقتصادی در نظر گرفته می‌شود. با توجه به نتایج مطالعه حاضر، از آنجا که برای  $h = 0/1$  تا  $h = 0/9$  مقدار نما برای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی ( $a1$ ) و شاخص توسعه مالی ( $a5$ ) ثابت مانده، اما حداکثر تأثیر شاخص توسعه مالی ( $S5$ ) نسبت به سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی ( $S1$ ) افزایش یافته است. در حقیقت با توجه به این ویژگی در رشد اقتصادی در ایران می‌توان گفت که با افزایش توسعه مالی، بی‌ثباتی رشد اقتصادی ایران کاهش می‌یابد و با بهبود توسعه مالی، منابع و شرایط لازم برای رشد اقتصادی باثبات فراهم می‌شود و موجب ایجاد یک رفتار باثبات رشد اقتصادی خواهد شد. از سویی افزایش هر یک از متغیرها (با توجه به نقش درآمدهای نفتی و مخارج مصرفی دولت در اقتصاد) و تشکیل سرمایه، موجب کاهش بی‌ثباتی رشد اقتصادی ایران می‌شود. این امر به دلیل افزایش هر کدام از این متغیرها می‌باشد که از منابع رشد اقتصادی در ایران محسوب

می‌شوند و تأثیر مثبت بر رشد اقتصادی داشته‌اند و موجب می‌شوند که رشد اقتصادی در درازمدت افزایش یابد و از بی‌ثباتی آن کم شود. همچنین با توجه به نتایج رگرسیون فازی با ضرایب نامتقارن؛ تغییر ضرایب کشیدگی، هیچ تغییری در مقدار تابع هدف ایجاد نمی‌کند؛ چرا که ابعاد مختلف توسعه مالی نتوانسته است، علت رشد اقتصادی در ایران باشد. مداخله گسترده دولت در بازار مالی و به‌ویژه سهم بالا و ناکارآمد دولت در مالکیت بانک‌ها، موجب ناکارایی سیستم مالی شده است. به بیان دیگر، مالکیت دولتی بانک‌ها آثار مثبت بالقوه مورد انتظار توسعه مالی بر بخش واقعی اقتصاد ایران را تخریب کرده است.

جدول (۲)، نتایج ارزیابی شبیه‌سازی عدم قطعیت متغیرهای کلان بر ضریب جینی دهک‌های درآمدی به کمک رگرسیون فازی در درجه‌های عضویت  $h = 0/1$  تا  $h = 0/9$  را نشان می‌دهد. با توجه به مفهوم  $h$  که بیان‌کننده میزان ابهام در مدل است، با کاهش مقدار  $h$  مقدار فازی بودن و ابهام در مدل افزایش می‌یابد و با افزایش در مقدار  $h$ ، مقدار فازی بودن و ابهام در مدل کاهش می‌یابد به عبارت دیگر هر چه مقدار  $h = 0/5$  به مقدار  $h = 1$  نزدیک می‌شود، ابهام در مدل کاهش می‌یابد. همچنین معمولاً در مطالعات انجام شده برای مقادیر کمتر از  $h = 0/5$ ، شرایط بی‌ثبات و برای مقادیر بزرگ‌تر از  $h = 0/5$  شرایط با ثبات اقتصادی در نظر گرفته می‌شود. در این مطالعه از تمامی معیارها از جمله میانگین مربع خطا<sup>۱</sup>، مجذور میانگین مربع خطا<sup>۲</sup>، میانگین قدر مطلق خطا<sup>۳</sup>، میانگین قدر مطلق درصد خطا<sup>۴</sup> برای ارزیابی الگو و نیز ارزیابی قدرت پیش‌بینی استفاده شده است. الگوی مورد استفاده در تمامی معیارهای ارزیابی نتایج مطلوبی داشته است.

جدول ۲- متداول‌ترین معیارهای ارزیابی مدل رگرسیون فازی با ضرایب متقارن

MAPE	MAE	RMSE	MSE	درجه عضویت
۰/۲۸۴	۰/۰۱۴	۱/۴۶۰	۳/۰۱۲	درجه عضویت ۰/۱
۰/۵۱۵	۰/۰۱۵	۲/۹۲۵	۲/۱۲۲	درجه عضویت ۰/۲
۰/۰۰۶	۰/۰۱۶	۲/۰۲۹	۲/۶۵۳	درجه عضویت ۰/۳

1. Mean square error
2. Root Mean Square Error
3. Mean Absolute Present Error
4. Mean absolute error



MAPE	MAE	RMSE	MSE	درجه عضویت
۱/۰۰۸	۰/۰۱۸	۴/۷۲۱	۳/۸۰۹	درجه عضویت ۰/۴
۰/۲۱۴	۰/۰۱۹	۱/۶۴۱	۳/۴۸۵	درجه عضویت ۰/۵
۰/۶۲۲	۰/۰۰۷	۱/۵۹۲	۲/۵۷۳	درجه عضویت ۰/۶
۰/۱۸۱	۱/۰۴۳	۰/۰۴۳	۱/۹۱۸	درجه عضویت ۰/۷
۰/۱۷۰	۱/۰۷۵	۰/۰۳۵	۰/۲۳۵	درجه عضویت ۰/۸
۰/۲۰۸	۱/۴۴۰	۰/۰۱۴	۱/۵۱۷	درجه عضویت ۰/۹

منبع: یافته‌های تحقیق

### نتایج حل الگوریتم مسئله برنامه خطی برای رگرسیون فازی با ضرایب نامتقارن

در این بخش از مطالعه به توضیح چگونگی انجام مراحل الگوریتم مسئله برنامه خطی برای حالت نامتقارن پرداخته می‌شود. یکی از دلایل استفاده از رگرسیون فازی با ضرایب متقارن و نامتقارن در این مطالعه، انعطاف‌پذیری آن در تحلیل رشد اقتصادی می‌باشد. بررسی نتایج حاصل از رگرسیون فازی با ضرایب نامتقارن از لحاظ تحلیل‌های اقتصادی و بررسی رفتار غیرخطی رشد اقتصادی و عوامل مؤثر بر آن اهمیت فراوانی دارد و می‌توان تحلیل دقیقی از رفتارهای غیرخطی رشد اقتصادی برآورد کرد؛ بنابراین لازم است که ابتدا توضیح مختصری از رگرسیون فازی با ضرایب نامتقارن بیان شود این آنالیز در دو مرحله (مطابق با مرحله ۱-۵ تا ۳-۵ الگوریتم مسئله برنامه خطی برای حالت نامتقارن) انجام می‌شود در مرحله اول با استفاده از ضرایب کشیدگی دلخواه  $(k_0, k_1, \dots, k_8)$  و با توجه به جدول (۳) برای ضرایب کشیدگی مقادیر ۱ و  $۲/۵$  و  $۳/۵$  به‌طور دلخواه انتخاب شده است. روش آنالیز انجام شده به این شکل است که مقادیر ضریب کشیدگی  $(k_1, \dots, k_8)$  در عدد یک ثابت نگه داشته می‌شود و ضریب کشیدگی  $k_0$  با توجه به مقادیر دلخواه انتخاب شده، تغییر می‌کند. با توجه به ماهیت مدل‌های رگرسیون فازی برای هر یک از ضرایب متغیرهای مستقل یک مقدار متوسط و یک مقدار حداکثر (گستره فازی) محاسبه می‌شود در جدول (۳) نتایج بر پایه درجه عضویت ۰/۵ درج شده‌اند. همان‌طور که از این جدول مشاهده می‌شود، با تغییر ضرایب کشیدگی هیچ تغییری در مقادیر  $s_5, s_6, a_2, a_5, a_7, a_8$  به وجود نیامده است و سایر مقادیر مراکز و پهنای فازی صفر است. مراحل دوم آنالیز با افزایش  $k$  به‌طور هم‌زمان و تا اندازه‌ای که در جدول (۴) لحاظ شده است برای چند مقدار  $k$  انجام شده است و نتایج بر پایه درجه

عضویت ۰/۵ در جدول (۴) درج شده‌اند و تغییری قابل ملاحظه‌ای در مقادیر مراکز و پهنای فازی به وجود نیامده است (مقادیری که صفر بوده‌اند برای کاهش حجم جدول حذف شده‌اند) به نظر می‌رسد، با توجه به نتایج جدول‌های ۳ و ۴ (به ضمیمه مراجعه شود) که از آنالیزهای مختلف ضریب کشیدگی انجام شده است، می‌توان بیان کرد هیچ تغییری در مقدار تابع هدف و ضرایب به وجود نیامده است، از این رو می‌توان مدل با ضرایب متقارن را به‌عنوان مدل نهایی پذیرفت.

### بحث

مطالعات داخلی و خارجی گوناگونی (که در ادبیات موضوع عنوان شد) به بررسی عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی ایران پرداخته‌اند که با استفاده از روش‌های اقتصادسنجی از جمله رگرسیون کلاسیک، ارتباط و میزان تأثیرگذاری متغیرهای مستقل بر رشد اقتصادی را بررسی کرده‌اند. از جمله مطالعه استادی (۱۳۹۵)، عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی ایران و اثر افزایش قیمت حامل‌های انرژی را تحلیل می‌کند که در این مطالعه از سیستم معادلات همزمان به روش حداقل مربعات دو مرحله‌ای استفاده شده است. مظفری و همکاران (۱۳۹۶)، با استفاده از مدل رگرسیون خطی به بررسی عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی با تأکید بر مخارج بهداشتی و افزایش قیمت مواد غذایی پرداخته است. در همین راستا فرج زاده (۱۳۹۶) با استفاده از الگوی رشد تعمیم‌یافته نئوکلاسیک، عوامل تعیین‌کننده رشد اقتصادی ایران را با هدف تحلیل نقش انواع سرمایه در رشد اقتصادی مورد بررسی قرار داده است. قنبری و میرزاپور باباجان (۱۳۹۷)، عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی با تأکید بر شاخص توسعه انسانی در کشورهای منتخب در حال توسعه را به روش GMM بررسی می‌کند. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در بیشتر مطالعات برای بررسی عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی از روش‌های اقتصادسنجی استفاده شده است؛ اما در این مطالعه از رگرسیون فازی که نای بیشتری در مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل دارد، استفاده شده است، به‌گونه‌ای که مقادیری برای هر پارامتر و متغیر خروجی که بیانگر رشد اقتصادی است، برآورد شده است. در نتیجه، رگرسیون فازی از رگرسیون معمولی کارا تر عمل می‌کند، چرا که در رگرسیون کلاسیک تنها یک مقدار مشخص برای متغیر مستقل (رشد اقتصادی) محاسبه می‌شود. از آنجا که مدل‌های اقتصادسنجی بنا به دلایل ساختاری برای تصریح به اطلاعات کامل و قطعی نیاز دارند، این در حالی است که عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی حالت نوسانی دارند؛ بنابراین با توجه به این نوسانات و عدم

قطعیت نیازمند یک مدل‌سازی دقیق هستیم. مدل رگرسیون فازی با توجه به انعطاف‌پذیری بسیار زیاد نسبت به رگرسیون کلاسیک، با برآورد پهنای راست، چپ و نمای رشد اقتصادی قدرت توزیع‌دهندگی فوق‌العاده‌ای دارد. از سوی دیگر در تحلیل مربوط به رشد اقتصادی به کمک رگرسیون فازی از مفهوم درجه عضویت استفاده می‌شود. با استفاده از مفهوم درجه عضویت ( $h$ ) می‌توان عدم قطعیت در متغیرهای اقتصادی را لحاظ کرد. با توجه به مفهوم  $h$  که بیان‌کننده میزان ابهام در مدل است، با کاهش مقدار  $h$  مقدار فازی بودن و ابهام در مدل افزایش می‌یابد و با افزایش در مقدار  $h$  مقدار فازی بودن و ابهام در مدل کاهش می‌یابد به عبارت دیگر هر چه مقدار  $h = 0.5$  به مقدار  $h = 1$  نزدیک می‌شود، ابهام در مدل کاهش می‌یابد. از سوی دیگر مراکز فازی بیانگر تأثیرگذاری مقدار ثابت و پهنای فازی نشان‌دهنده نوسان هر یک از متغیرها است. با توجه به این ویژگی‌ها مدل رگرسیون فازی با ضرایب متقارن و نامتقارن انعطاف‌پذیری زیادی در مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل دارد.

#### ۶- نتیجه‌گیری

در این مطالعه با استفاده از رگرسیون فازی عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی مورد بررسی قرار گرفته و مقادیری برای هر پارامتر و متغیر خروجی که بیانگر رشد اقتصادی است، برآورد شده است. مطالعات بسیاری در زمینه عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی انجام شده است؛ که در آنها با استفاده از روش‌های اقتصادسنجی از جمله رگرسیون کلاسیک، ارتباط و میزان تأثیرگذاری متغیرهای مستقل بر رشد اقتصادی بررسی شده است. مدل‌های اقتصادسنجی بنا به دلایل ساختاری برای تصریح به اطلاعات کامل و قطعی نیاز دارند، این در حالی است که عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی، حالت نوسانی دارند از این رو مدل رگرسیون فازی از طریق درجه‌های عضویت، تأثیر عدم قطعیت متغیرهای اقتصادی را در مدل‌سازی در نظر می‌گیرد. نتایج این مطالعه از ابعاد مختلف قابل بررسی است از یک بعد ضرایب گستره فازی (که بیانگر بیشترین تأثیرگذاری متغیرها است) نشان می‌دهد که در درجه‌های عضویت پایین که نشان‌دهنده افزایش عدم قطعیت متغیرهای اقتصادی مؤثر بر رشد اقتصادی است، شاخص توسعه مالی کمترین تأثیر را بر رشد اقتصادی دارد. با افزایش درجه عضویت که نشان‌دهنده کاهش عدم قطعیت در متغیرهای اقتصادی می‌باشد، تأثیر شاخص توسعه مالی بر رشد اقتصادی افزایش می‌یابد؛ که نشان‌دهنده اهمیت شاخص توسعه مالی بر رشد اقتصادی است. شاخص

توسعه مالی یکی از کلیدهای بالقوه در افزایش سرمایه‌گذاری بخش خصوصی است و در صورتی می‌تواند منجر به رشد و سرمایه‌گذاری بیشتر اقتصادی شود که بتواند زمینه مناسب جهت تخصیص بهینه منابع را فراهم کرده و سبب افزایش کارایی سرمایه شود. رشد غیرتورمی بلندمدت اقتصادی، افزایش تولید و اشتغال، نیازمند تجهیز منابع مالی و تخصیص بهینه آن در اقتصاد ملی است و این مهم با کمک بازارهای مالی سازمانی یافته و کارآمد که در آن تنوع ابزارهای مالی، ایجاد فضای رقابتی و شفافیت اطلاعات وجود دارد میسر خواهد بود، زیرا کارآمدی بازار مالی مستلزم روان‌سازی معاملات و افزایش نقدینگی و فراهم نبودن شرایط مدیریت ریسک است. از بعد دیگر در این مطالعه به کمک رگرسیون فازی پهنای راست و چپ رشد اقتصادی برآورد شده است. بررسی گستره ضرایب فازی برای کل نیرو نیز حاکی از آن است که تقریباً در بیشتر درجه‌های عضویت تأثیر ثابتی بر رشد اقتصادی دارد، که این موضوع می‌تواند یکی از ضعف‌های اساسی در افزایش رشد اقتصاد کشور تلقی شود، که براساس یک برنامه‌ریزی دقیق، سنجیده و به موقع از طرف دولت آموزش‌های لازم به نیروی کار داده شده و با طراحی و اجرای سیاست‌های مناسب به مدیریت منابع انسانی توجه بیشتری شود. نکته مهم دیگر این است که کمیت و کیفیت نیروی کار هم زمان مورد توجه قرار گیرد تا نیروی کار از نظر تخصص و توانایی‌ها و مهارت‌های خود در جایگاه‌های شغلی متناسبی قرار گرفته و تأثیر این شاخص بسیار مهم بر جریان تولید و در نتیجه بر فرآیند رشد اقتصادی اثر بخش‌تر باشد. همچنین نتایج نشان می‌دهند که با افزایش درجه عضویت که بیانگر کاهش عدم قطعیت در تأثیرگذاری عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی است، موجب افزایش دامنه پهنای راست و رشد اقتصادی می‌شود، که نشان‌دهنده پتانسیل‌های نهفته در اقتصاد کشور است.

### پیشنهاد‌های سیاستی

با توجه به نتایج این مطالعه که نشان‌دهنده تأثیر قابل توجه شاخص توسعه مالی بر رشد اقتصادی است، پیشنهاد می‌شود برای تأثیرگذاری بیشتر اعتبارات تخصیص داده شده بخش مالی کشور از طریق سوق دادن منابع و اعتبارات بانکی به سمت فعالیت‌های تولیدی و سرمایه‌گذاری بیشتر تصمیمات مناسبی اتخاذ شود. بخش غیرمولد کشور از منابع بانکی بسیار زیادی بهره می‌گیرد و این می‌تواند تأثیر منفی بر سرمایه‌گذاری بخش خصوصی داشته باشد، بنابراین، پیشنهاد می‌شود که بانک‌ها در تخصیص اعتبارات خود

بیشتر به بخش‌های تولیدی و واقعی اقتصاد توجه کرده و با این اقدام موجب سرمایه‌گذاری بیشتر بخش خصوصی شده و بازدهی بخش غیرمولد را با این کار کاهش دهند. همچنین با توجه به تأثیر زیاد شاخص‌های توسعه مالی بر رشد اقتصادی، پیشنهاد می‌شود با تأمین منابع مالی مورد نیاز سرمایه‌گذاران از طریق گسترش بازارهای مالی و سهام و نیز گسترش شرکت‌های سرمایه‌گذاری به منابع مالی بانک‌ها را کاهش داده و به بانک‌ها اجازه داد تا بر اساس تحلیل هزینه - فایده واقعی به انتخاب پروژه‌های سرمایه‌گذاری اقدام کنند و دولت نیز با کاهش اتکای خود به منابع بانکی و تأمین کسری بودجه خود از طریق راه‌های دیگر به این امر کمک کند.

از دیگر توصیه‌های سیاستی که با توجه به برآورد پهنای رشد اقتصادی می‌توان داشت آن است که عدم قطعیت در متغیرهای اقتصادی رشد اقتصادی را تحت تأثیر قرار خواهد داد. از این رو توصیه می‌شود که مسئولان اقتصادی با اتخاذ سیاست‌های اقتصادی مناسب در کاهش عدم قطعیت در متغیرهای اقتصادی و به دنبال آن رشد اقتصادی توجه ویژه داشته باشند. در خصوص به‌کارگیری کارآمد از نیروی کار، توصیه می‌شود که در طراحی سیاست‌های مربوط به بازار نیروی کار به گسترش سرمایه‌گذاری در بخش آموزش توجه ویژه‌ای شود، از جمله ایجاد مراکز آموزشی با امکانات و خدمات مناسب به‌ویژه در مناطق محروم می‌تواند نقش مهم‌تری را ایفا کند.

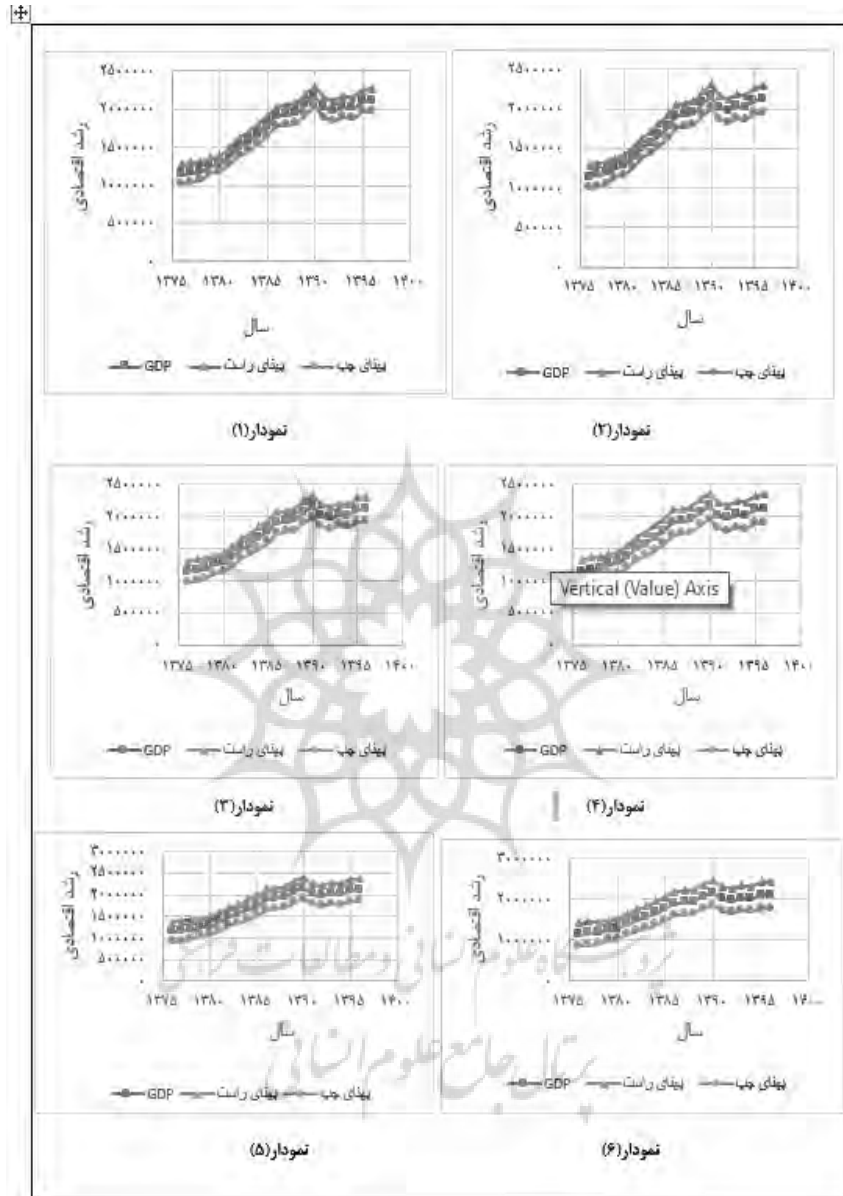


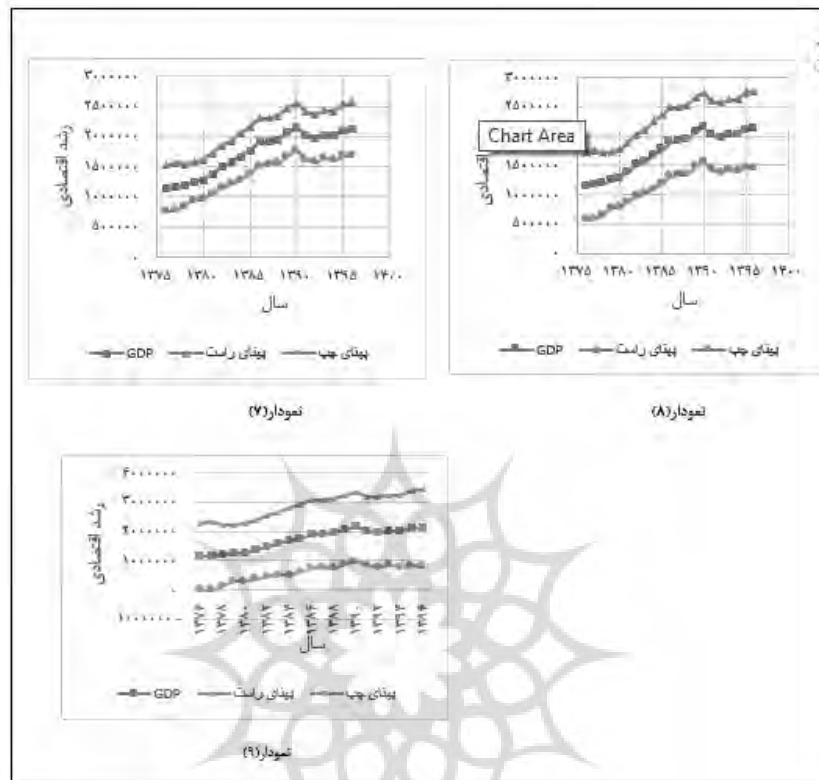


جدول ۵- مرکز و پهنای اعداد فازي به ازاي درجه عضویت ۰/۱، ۰/۳، ۰/۴، ۰/۵، ۰/۶، ۰/۷، ۰/۸، ۰/۹ و ۰/۱

پهنای درجه عضویت ۰/۹	پهنای درجه عضویت ۰/۸	پهنای درجه عضویت ۰/۷	پهنای درجه عضویت ۰/۶	پهنای درجه عضویت ۰/۵	پهنای درجه عضویت ۰/۴	پهنای درجه عضویت ۰/۳	پهنای درجه عضویت ۰/۲	پهنای درجه عضویت ۰/۱	مرکز	سال
۱۱۴۳۱۰	۵۷۱۵۷۲	۳۸۰۹۵۴	۲۸۵۷۰۰	۲۲۸۶۷۹	۱۹۰۵۷۴	۱۶۳۳۴۲	۱۴۳۸۵۰	۱۲۷۰۵۰	۶۱۱۵۴۳	۱۳۷۶
۱۱۷۵۲۶۹	۵۸۷۵۴۸	۳۹۱۶۰۵	۲۹۴۶۸۴	۲۳۵۰۷۲	۱۹۵۹۰۱	۱۶۷۹۰۸	۱۴۶۸۴۲	۱۳۰۶۰۱	۶۳۵۲۱۲	۱۳۷۷
۱۰۶۱۲۵۲	۵۳۰۵۳۵	۳۵۳۶۴۴	۲۶۵۱۷۵	۲۱۳۲۶۹	۱۷۶۹۰۰	۱۵۱۶۲۰	۱۳۲۵۸۷	۱۱۷۹۳۳	۶۶۱۱۵۹	۱۳۷۸
۹۵۳۴۳۶	۴۷۶۶۲۲	۳۱۷۷۴۸	۲۳۸۲۱۶	۱۹۰۷۰۶	۱۵۸۹۳۱	۱۳۶۲۱۹	۱۱۹۱۰۸	۱۰۵۹۵۴	۶۹۰۴۶۴	۱۳۷۹
۹۸۸۱۳۰	۴۹۳۹۶۶	۳۲۹۳۱۱	۲۴۶۸۸۴	۱۹۷۶۴۶	۱۶۴۷۱۵	۱۴۱۱۷۶	۱۲۳۴۴۲	۱۰۹۸۱۰	۷۲۱۸۰۰	۱۳۸۰
۱۰۱۹۳۹۰	۵۰۹۵۹۳	۳۳۹۷۲۹	۲۵۴۶۹۴	۲۰۳۸۹۹	۱۶۹۹۲۶	۱۴۵۶۴۲	۱۲۳۴۴۷	۱۱۳۲۸۴	۷۷۳۸۰۱	۱۳۸۱
۱۰۴۸۶۲۷	۵۲۴۲۰۸	۳۴۹۴۷۲	۲۶۱۹۹۹	۲۰۹۷۴۶	۱۷۴۷۹۹	۱۴۹۸۱۹	۱۳۱۰۰۰	۱۱۶۵۳۳	۷۹۹۸۱۳	۱۳۸۲
۱۰۷۶۴۸۲	۵۳۸۱۳۳	۳۵۸۷۵۵	۲۶۸۹۵۹	۲۱۵۳۱۸	۱۷۹۴۴۲	۱۵۳۷۹۹	۱۳۴۴۷۹	۱۱۹۶۲۸	۸۲۸۰۸۹	۱۳۸۳
۱۱۶۲۵۴۷	۵۸۱۱۵۷	۳۸۷۴۳۸	۲۹۰۴۶۲	۲۲۲۵۳۳	۱۹۳۷۸۹	۱۶۶۰۹۵	۱۴۵۲۳۱	۱۲۹۱۹۳	۸۹۱۰۵۲	۱۳۸۴
۱۱۷۱۸۰۸	۵۸۵۷۸۷	۳۹۰۵۲۴	۲۹۲۷۷۶	۲۲۴۳۸۵	۱۹۵۳۳۳	۱۶۷۴۱۸	۱۴۶۳۸۸	۱۳۰۷۵۰	۹۱۵۶۹۲	۱۳۸۵
۱۱۴۲۵۶۳	۵۸۸۱۶۴	۳۹۰۵۲۴	۲۹۲۷۷۶	۲۲۴۳۸۵	۱۹۵۳۳۳	۱۶۷۴۱۸	۱۴۶۳۸۸	۱۳۰۷۵۰	۹۶۵۰۰۱	۱۳۸۶
۱۱۹۰۵۴۰	۵۷۱۱۶۷	۳۸۰۷۷۸	۲۸۵۴۶۹	۲۲۸۵۳۵	۱۹۰۴۵۸	۱۶۳۳۴۰	۱۴۲۷۳۴	۱۲۶۹۷۲	۹۳۱۶۴۲	۱۳۸۷
۱۱۹۳۲۷۸	۵۹۶۵۱۹	۳۹۶۷۶۷	۲۹۷۴۵۶	۲۳۸۱۳۲	۱۹۸۴۵۵	۱۷۰۰۹۴	۱۴۸۷۲۸	۱۳۲۳۰۳	۱۰۰۱۲۵۲	۱۳۸۸
۱۱۶۹۷۵۲	۵۸۴۷۵۹	۳۸۹۸۳۸	۲۹۸۱۴۰	۲۳۸۶۷۹	۱۹۸۹۱۱	۱۷۰۴۸۵	۱۴۹۰۷۰	۱۳۲۶۰۸	۱۰۲۹۳۷۷	۱۳۸۹
۱۱۷۵۲۴۴	۵۸۷۵۰۴	۳۹۱۶۶۸	۲۹۴۶۳۵	۲۳۳۹۷۴	۱۹۴۹۰۰	۱۶۷۱۲۴	۱۴۶۱۳۱	۱۲۹۹۹۳	۱۰۳۲۴۹۰	۱۳۹۰
۱۱۹۳۴۶۰	۵۹۶۶۱۱	۳۹۷۷۳۹	۲۹۸۱۸۶	۲۳۸۷۱۶	۱۹۵۹۰۵	۱۶۷۹۰۹	۱۴۶۸۱۷	۱۳۰۶۰۳	۱۰۶۷۰۲۴	۱۳۹۱
۱۱۳۰۰۲۸	۵۹۴۸۹۵	۳۹۶۵۹۶	۲۹۷۳۲۸	۲۳۸۰۳۹	۱۹۸۳۷۰	۱۷۰۵۱۱	۱۴۹۰۹۲	۱۳۲۶۲۸	۱۰۵۹۳۹۵	۱۳۹۲
۱۲۸۶۲۰۵	۶۱۵۸۰۲	۴۱۰۵۲۵	۳۰۷۷۷۷	۲۴۶۳۹۵	۲۰۵۳۴۱	۱۷۵۹۹۶	۱۴۸۶۶۴	۱۳۲۴۴۷	۱۰۵۲۵۵۹	۱۳۹۳
۱۲۳۵۹۹۹	۶۴۳۹۷۳	۴۲۸۶۶۹	۳۲۱۳۵۷	۲۵۷۲۶۷	۲۱۴۴۰۲	۱۸۳۷۶۲	۱۵۳۸۸۹	۱۴۶۸۹۴	۱۰۸۱۸۵۵	۱۳۹۴
۱۳۶۵۷۹۴	۶۶۲۸۶۷	۴۴۱۹۱۱	۳۳۱۳۰۰	۲۵۸۲۲۶	۲۲۱۰۳۵	۱۸۹۴۴۷	۱۶۰۶۷۹	۱۴۷۳۵۷	۹۹۴۳۷۲	۱۳۹۵
۱۳۰۲۶۵۳	۷۰۲۶۵۳	۴۶۸۴۳۵	۳۴۱۳۴۴	۲۷۳۱۸۶	۲۲۷۶۶۹	۱۹۵۱۳۳	۱۷۰۶۲۱	۱۵۱۷۷۹	۹۰۶۸۸۸	۱۳۹۷
۱۴۰۵۵۸۸	۷۰۲۶۵۳	۴۶۸۴۳۵	۳۴۱۳۴۴	۲۷۳۱۸۶	۲۲۷۶۶۹	۱۹۵۱۳۳	۱۷۰۶۲۱	۱۵۶۳۰۱	۸۱۹۴۰۵	۱۳۹۸







رشد اقتصادی برای درجه عضویت 0/1 تا 0/9 را نشان می‌دهند.

منبع: یافته‌های تحقیق

### منابع

۱. اشرف گنجویی، رضا و اکبری فرد، حسین (۱۳۹۸) کاربرد رگرسیون خطی با ضرایب فازی متقارن و نامتقارن در بررسی رفتار نرخ ارز واقعی در ایران، سیستم‌های فازی و کاربردها، (۲): ۲۳۳-۲۲۳.
۲. اصغری، مریم و سالار نظر رفسانجانی پور، سمیه (۱۳۹۲). تأثیر جریان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر کیفیت محیط‌زیست کشورهای منتخب حوزه منا، فصلنامه تحقیقات توسعه اقتصادی، ۱: ۳۰-۹.
۳. بهکیش، محمد مهدی (۱۳۸۱). اقتصاد ایران در بستر جهانی شدن، تهران، نشر نی.

۴. تقی‌پور، انوشیروان، موسوی، آزاد و کسمایی، افسانه (۱۳۹۲). برآورد شاخص آزادسازی مالی در ایران و مقایسه آن با کشورهای منتخب، تحقیقات اقتصادی (۱)۴۸: ۳۱-۶۰.
۵. جلائی، عبدالمجید و صباغ پورفرد، مینا (۱۳۸۸). بررسی اثر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی ایران از مسیر بازارهای مالی، پژوهشنامه اقتصادی، ۹(۲): ۱۷۱-۱۸۸.
۶. طاهری، سید محمود، ماشین چی، ماشالله (۱۳۹۲). مقدمه‌ای بر احتمال و آمار فازی، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان.
۷. فرزین، محمدرضا، اشرفی، یکتا و فهیمی‌فر، فاطمه (۱۳۹۱). بررسی اثر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی: تلفیق روش‌های سیستم دینامیک و اقتصادسنجی، فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، ۲۰(۶۱): ۶۲-۲۹.
۸. مهدوی، ابوالقاسم (۱۳۸۳). تحلیلی بر نقش سرمایه‌گذاری خارجی در رشد اقتصادی، مجله تحقیقات اقتصادی، ۶۶، ۲۰۸-۱۸۱.
۹. مهدوی، رحمان و مهدوی، روح‌الله (۱۳۹۰). تأثیرگذاری سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و توسعه بازار مالی بر رشد اقتصادی ایران، فصلنامه اقتصاد و تجارت - نوین، ۱۲۹، ۱۷۴-۱۴.
۱۰. مهدوی، روح‌الله، جهانگرد، اسفندیار و ختائی، محمود (۱۳۸۸). تأثیر توسعه بازار مالی در تأثیرگذاری سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی کشورهای میزبان با استفاده از روش داده‌های تابلویی، فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی، اقتصادی ۲۱، ۴۰-۲.
۱۱. محمدزاده، پرویز، خان‌گلدی‌زاده، سمانه و کمانگر، شهرام (۱۴۰۰). تأثیر نوآوری و کارآفرینی بر رشد اقتصادی: یک مطالعه بین‌کشوری. فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۲۵(۸۲): ۱۴۸-۱۲۱.
۱۲. میرزایی، یگانه و ارقامی، ناصر رضا (۱۳۸۶). رگرسیون فازی: مروری بر چند رویکرد، اندیشه آماری، ۴۷، ۳۵-۲۳.
۱۳. محمد عبدی سیدکلایی، طاهری بازخانه، صالح (۱۴۰۰). بازبینی رابطه میان رشد اقتصادی و تورم در ایران با استفاده از تحلیل در حوزه زمان - فرکانس، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۲۵(۸۵): ۱۱۵-۹۱.

۱۴. موسوی، سید فواد و محرابیان، آزاده (۱۳۹۲). تأثیر نااطمینانی تولید بر رشد اقتصادی در ایران. پژوهش‌های رشد و توسعه پایدار (پژوهش‌های اقتصادی)، ۱۶(۳): ۲۳۰-۲۰۹.
۱۵. سرلک، احمد و جلویی، مهدی (۲۰۱۷). بی‌ثباتی اقتصادی و رشد اقتصادی استان‌های کشور (رهیافت تحلیل مؤلفه‌های اصلی). اقتصاد کاربردی، ۶(۱۹): ۵۲-۳۹.
۱۶. نجازاده، رضا و ملکی، مهران (۱۳۸۴). بررسی تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی با تأکید بر کشورهای صادرکننده نفت، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۷(۲۳): ۱۶۳-۱۴۷.
17. Adeniyi, O., Omisakin, O., Egwaikhide, F. O., & Oyinlola, A. (2012). Foreign Direct Investment, Economic Growth and Financial Sector Development in Small Open Developing Economies, *Economic Analysis & Policy*, 42(1), 105-127.
18. Antiwi, S., Atta Mills, E.F.E. Atta Mills, G., & ZHAO, X. (2013). Impact of foreign direct investment on economic growth: Empirical evidence from Ghana, *International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences*, 3(1), 18-25.
19. Borensztein, E., De Gregorio, J., & J. W. Lee (1998). "How Does Foreign Direct Investment Affect Economic Growth?", *Journal of International Economics*, 45, 115-35.
20. Chien-Chiang Lee, Chun-Ping Chang (2011). FDI, financial development, and economic growth: international evidence. *Journal of Applied Economics*, 12(2), 249-271.
21. Görg, H., & Greenaway, D. (2004). Much ado about nothing? Do domestic firms really benefit from foreign direct investment? *The World Bank Research Observer*, 19(2), 171-197.
22. Ganjoei, R. A., Akbarifard, H., Mashinchi, M., & Esfandabadi, S. A. M. J., (2021). A method for estimating width bands of variables in economics under uncertainty conditions. *MethodsX*, 8, 101184.
23. Ganjoei, R. A. Akbarifard, H., Mashinchi, M., & Esfandabadi, S. A. M. J., (2020). Estimation of upper and lower bounds of Gini coefficient by fuzzy data. *Data in brief*, 29, 105288.
24. Hermes, N., & Lensink, R. (2003). Foreign Direct Investment, Financial Development and Economic Growth, *Journal Of Development Studies*, 140, 142-163.
25. Khan, M. A. (2007). Foreign Direct Investment and Economic Growth: The Role of Domestic Financial Sector, *PIDE Working Papers*, 18, 1-48.

26. Krstevska, A., & Petrovska, M. (2012). The economic impacts of the foreign direct investments: panel estimation by sectors on the case of Macedonian economy, *journal of central banking theory and practice*, 4, 55-73.
27. Li Chee, Y. (2010). "The Impact of Fdi and Financial Sector Development on Economic Growth: Empirical Evidence from Asia and Oceania", *International Journal of Economics and Finance*.
28. Levine, R., Loayza, N., & Beck, T. (2000). Financial intermediation and growth causality and causes. *Journal of Monetary Economics*, 46(1), 31-77.
29. Omran, M., & Bolbol, A. (2003). Foreign direct investment, financial development, and economic growth: evidence from the Arab countries, *Rev. middle east econ. Fin*, 1(3), 231-249.
30. Roy, S., & Mandal, K. (2012). Foreign Direct Investment and Economic Growth: An Analysis for Selected Asian Countries, *Journal of Business Studies Quarterly*, 4(1), 15-24.
31. Romer, M. (1986). "Increasing Return and Long Run-Term Growth", *Journal of Political Economy*, 94(5), 1002-1037
32. Soltani, H., & Ochi, A. (2012). Foreign Direct Investment (FDI) and Economic Growth: an approach in terms of cointegration for the case of Tunisia, *Journal of Applied Finance & Banking*, 2(4), 193-207.
33. Tanaka, H., Uejima, S., & Asai, K. (1982); Linear regression analysis with fuzzy.
34. Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, 8(3): 338-353