

The impact of good governance uncertainty and foreign direct investment on employment in Iran: A fuzzy regression approach

Lashkari, M.¹ || Ashraf Ganjoei, R.² || Zamanian, G.³

Type of Article: **Research**

10.22126/pse.2025.12216.1192

Received: 21 May 2025; Accepted: 30 August 2025

pp. 533-692

Abstract

In the present study, the impact of uncertainty in good governance indicators and the realization of foreign direct investment on employment in Iran has been examined using fuzzy regression with a membership degree of 0.9 for the period from 1990 to 2024. Given the flexibility of the fuzzy regression model, the right, average, and left widths for each of the variables under investigation in conditions of uncertainty have been calculated in the optimal state using the wild horse metaheuristic algorithm. The results indicated that among the six good governance indicators, a reduction in uncertainty in the indicators of political stability, quality of laws and regulations, and control of corruption has the highest impact on increasing employment, with coefficients of 0.881, 0.701, and 0.784, respectively. Additionally, foreign direct investment has an impact on employment with a coefficient of 0.689. Considering the comparison of the trends of the right, left, and average widths with the actual employment trend in the country, it can be stated that in recent years, the trends of good governance indicators and the realization of foreign direct investment in the country have not been favorable, as there has been a position for the right width to increase employment. However, the employment trend in the country has been lower than the average width and, in some years, has aligned with or been slightly below the actual employment trend.

Keywords: Good Governance Indicators, Employment, Uncertainty, Fuzzy Regression, Wild Horse Algorithm.

JEL Classification: F21, O47, J21.

1. PhD Candidate, Department of Industrial Management, Faculty of Literature and Humanities, Islamic Azad University, Kerman, Iran.

Email: lashkarimostafa74@gmail.com

2. Assistant Professor, Economics of Department, Faculty of Economics and Management, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran (Corresponding Author).

Email: reza_ash@eco.usb.ac.ir

3. Associate Professor, Economics Department, Faculty of Economics and Management, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran.

Email: zamanian@eco.usb.ac.ir

Citations: Lashkari, M., Ashraf Ganjoei, R., & Zamanian, G. (2025). "The impact of good governance uncertainty and foreign direct investment on employment in Iran: A fuzzy regression approach". *Public Sector Economics Studies*, 4(13), 533-562.

Homepage of this Article: https://pse.razi.ac.ir/article_3901.html?lang=en

1. Introduction

Employment is one of the most significant economic challenges in Iran, with severe adverse effects on various economic and social aspects of the country. Unemployment has not only failed to decrease but has also shown an upward trend among certain demographic groups, such as youth and university graduates. This situation indicates the existence of structural barriers to sustainable employment, necessitating the identification and analysis of key factors. In this context, good governance and foreign direct investment (FDI) are recognized as two primary drivers of employment. Given the fluctuations and uncertainties in governance indicators and investment attraction, it is essential to use analytical models capable of modeling such uncertainties. This study employs a fuzzy regression model to analyze the impact of uncertainty in good governance indicators and foreign direct investment on employment in Iran over the period from 1990 to 2024. In light of these considerations, addressing unemployment in Iran requires a comprehensive understanding of the structural barriers that hinder sustainable job creation. Good governance can play a pivotal role by improving regulatory quality, enhancing policy stability, and fostering an environment conducive to economic activity. Likewise, foreign direct investment contributes to technology transfer, managerial expertise, and productivity growth, all of which can stimulate employment. However, fluctuations and uncertainties in governance indicators and FDI inflows have limited their effectiveness. Given these challenges, examining how uncertainty shapes the impact of these variables on employment becomes essential. This study fills this gap by employing fuzzy regression to capture the ambiguous and nonlinear effects inherent in Iran's economic environment.

2. Theoretical framework

Good governance plays a crucial role in economic development and employment through various mechanisms, including voice and accountability, political stability, government effectiveness, quality of laws and regulations, rule of law, and control of corruption. Improvement in any of these indicators can lead to increased job opportunities and reduced unemployment. Foreign direct investment also plays a vital role by creating new industries, transferring technology and managerial skills, and stimulating supply chains, thereby enhancing productivity and employment. However, fluctuations and uncertainties in these indicators can limit their effectiveness, necessitating more detailed examination and complex modeling.

3. Methodology

Data analysis was conducted using a fuzzy regression model with a membership degree of 0.9 to simultaneously consider the uncertainties and fluctuations present in good governance and foreign direct investment data. Annual data on governance indicators and foreign investment for the period 1369 to 1403 (1990–2024) were gathered from the World Bank, and modeling was performed using

MATLAB software. The fuzzy regression model, incorporating fuzzy coefficients and employing the Wild Horse optimization algorithm, enabled the estimation of the central value and left and right spreads of the variables' effects, facilitating a more precise analysis of uncertainty impacts. The findings indicated that reducing uncertainty in political stability, quality of laws, and control of corruption had the most significant positive effects on employment, while foreign direct investment also had a notable impact.

4. Discussion

The fuzzy analysis results revealed that increased political stability and quality of laws and regulations, along with decreased corruption, are the most important employment drivers under conditions of uncertainty. The positive impact of foreign direct investment on employment is maximized when good governance indicators are also in better condition, as appropriate governance creates a suitable environment for attracting investment and enhancing its productivity. Furthermore, the optimization algorithm used effectively managed data uncertainties and provided a comprehensive framework to understand the interactions between variables. Analysis of the left and right spreads showed that the current employment status is realistically closer to the left spread, indicating increased uncertainty and reduced effectiveness of key factors. This implies that policymakers should improve governance indicators and establish political stability to provide a conducive environment for increased foreign investment and consequent employment growth.

5. Conclusion and Suggestion

This study demonstrated that employment in Iran has significant growth potential but requires concurrent improvement and interaction of various governance and investment indicators. Enhancing political stability, legal transparency, reducing corruption, and improving government efficiency are among the most critical factors that should be prioritized in macroeconomic policies. It is recommended that the government support employment growth by providing a stable political and economic environment, reforming laws and regulations, vigorously combating corruption, and targeted support for foreign investments. Additionally, establishing mechanisms for training skilled labor and developing infrastructure for attracting investment is essential. These policies, alongside intelligent management of uncertainty, can ensure sustainable employment growth in the country.

6. Ethical Considerations

6.1. Compliance with Ethical Principles

The study was conducted using publicly available World Bank data and involved no experiments or interventions on human subjects; therefore, ethical principles for human research were observed.

6.2. Funding

This research received no external funding and was conducted independently.

6.3. Authors' Contribution

All authors equally contributed to data collection, analysis, and article writing.

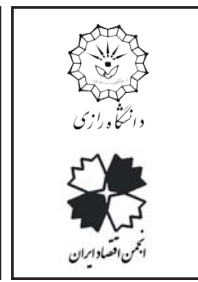
6.4. Conflict of Interest

The authors declare no financial or personal conflicts of interest related to the subject matter of this article.

6.5. Acknowledgments

Gratitude is extended to all researchers and scientific sources that provided the data and theoretical foundations for this study.





تأثیر عدم قطعیت حکمرانی خوب و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر اشتغال در ایران: رهیافت رگرسیون فازی

مصطفی لشکری^۱ || رضا اشرف گنجویی^۲ || غلامرضا زمانیان^۳

نوع مقاله: پژوهشی

10.22126/pse.2025.12216.1192

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۳۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۰۸

ص ۵۳۳-۵۶۲

چکیده

در مطالعه حاضر تأثیر عدم قطعیت در شاخص‌های حکمرانی خوب و تحقق سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر اشتغال در ایران به کمک رگرسیون فازی با درجه عضویت ۰/۹ برای دوره زمانی ۱۳۶۹ تا ۱۴۰۳ بررسی شده است. با توجه به انعطاف‌پذیری مدل رگرسیون فازی پهنای راست، متوسط و چپ برای هریک از متغیرهای مورد بررسی در شرایط عدم قطعیت با استفاده از الگوریتم فراابتکاری اسب وحشی در بهینه‌ترین حالت محاسبه شده است. نتایج نشان می‌دهد که از بین شش شاخص حکمرانی خوب، با کاهش عدم قطعیت در شاخص‌های ثبات سیاسی، کیفیت قوانین و مقررات و کنترل فساد به ترتیب با ضریب ۰/۷۰، ۰/۷۸۴ و ۰/۷۸۴ بیشترین تأثیر را بر افزایش اشتغال دارند. همچنین سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی با ضریب ۰/۶۸۹ بر اشتغال تأثیرگذار است. با توجه به مقایسه روند پهنای راست، چپ و متوسط با روند واقعی اشتغال در کشور می‌توان بیان کرد که در سال‌های اخیر روند شاخص‌های حکمرانی خوب و تحقق سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در کشور وضعیت مطلوب نداشته‌اند؛ چرا که موقعیت قرار گرفتن در وضعیت پهنای راست برای افزایش اشتغال وجود داشته است. اما روند اشتغال در کشور پایین‌تر از پهنای متوسط و در برخی از سال‌ها منطبق و یا با فاصله کم از روند واقعی اشتغال قرار داشته است.

واژه‌های کلیدی: شاخص‌های حکمرانی خوب، اشتغال، عدم قطعیت، رگرسیون فازی، الگوریتم اسب وحشی.

طبقه‌بندی JEL: J21، O47، F21.

۱. دانشجوی دکتری، رشته حسابداری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمان، ایران.

Email: lashkarimostafa74@gmail.com

۲. استادیار، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران (نویسنده مسئول).

Email: reza_ash@eco.usb.ac.ir

۳. دانشیار، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

Email: zamanian@eco.usb.ac.ir

۱. مقدمه

بیکاری به عنوان یکی از عمده ترین چالش های اقتصاد ایران، آثار مخرب گسترده ای بر جنبه های مختلف اقتصادی و اجتماعی کشور داشته است. با وجود تأکید برنامه های توسعه بر کاهش نرخ بیکاری، این شاخص در سال های اخیر نه تنها کاهش نیافته، بلکه در برخی گروه های جمعیتی مانند جوانان و فارغ التحصیلان دانشگاهی روندی صعودی داشته است. این وضعیت بیانگر وجود موانع ساختاری در مسیر ایجاد اشتغال پایدار است که نیازمند شناسایی و تحلیل عوامل کلیدی مؤثر بر آن است. با توجه به شرایط کنونی اقتصادی ایران که در آن مسئله بیکاری از مشکلات حاد کشور محسوب می شود، اجرای اقداماتی در راستای تسریع رشد اقتصادی و افزایش ظرفیت های تولیدی که به ایجاد فرصت های شغلی جدید و در نتیجه کاهش بیکاری بینجامد ضروری است. اما ایران نیز همانند بسیاری کشورها برای رونق تولید و ایجاد اشتغال و همچنین دستیابی به رشد و توسعه اقتصادی پایدار با مشکل کمبود منابع سرمایه گذاری روبه رو است؛ لذا حکمرانی مطلوب به عنوان یکی از عوامل مهم می تواند نقش مؤثری در افزایش تولید و اشتغال داشته باشد. دولت ها با توجه به نقش سیاست گذار، تصمیم گیرنده و برنامه ریز خود، مهم ترین عامل تأثیرگذار در رشد و توسعه اقتصادی محسوب می شوند و تا زمانی که دولت ها سیاست های خود را اصلاح نکنند، توسعه اقتصادی محقق نخواهد شد (Kaufmann et al, 2010).

در این میان، دو متغیر اساسی حکمرانی خوب و سرمایه گذاری مستقیم خارجی به عنوان پیشران های اصلی ایجاد اشتغال شناخته می شوند. حکمرانی از طریق کانال های پیچیده مستقیم و غیرمستقیم، رفاه و کیفیت زندگی افراد جامعه را تحت تأثیر قرار می دهد. بهبود حتی یکی از مؤلفه ها در شرایطی که سایر مؤلفه ها ثابت بمانند، به صورت مستقیم بر کیفیت زندگی مردم یک کشور تأثیر می گذارد و باعث ارتقای آن می شود. بیکاری گسترده آسیب های زیانباری بر پیکره اجتماع وارد می کند که می تواند ظرفیت های انسانی را تضعیف کند. وقتی نیروی کار جوان و مستعد از چرخه تولید خارج می شود نه تنها منابع انسانی هدر می رود، بلکه آسیب های اجتماعی متعددی مانند گسترش فقر، نابرابری اقتصادی و تزلزل بنیان های اجتماعی را نیز به دنبال دارد. از این رو، ایجاد اشتغال و کاهش بیکاری باید در اولویت اصلی سیاست گذاران و برنامه ریزان توسعه قرار گیرد. راهکارهای مناسب برای رفع این معضل می تواند زمینه ساز بهبود شاخص های اقتصادی و اجتماعی شود و چشم انداز روشن تری برای پیشرفت کشور ترسیم کند (صیدایی و هدایتی مقدم، ۱۳۸۹).

سرمایه گذاری مستقیم خارجی نیز عاملی اساسی در رشد و توسعه اقتصادی، حل مشکلات پس انداز و سرمایه گذاری، انتقال فناوری، دانش فنی و روش های مدیریت نوین به شمار می آید. نقش کلیدی این نوع سرمایه گذاری در ورود جریان سرمایه گذاری بین المللی، دسترسی به بازارهای جهانی، دستیابی به فناوری روز دنیا، افزایش بازدهی و بهبود کارایی و توجه به رفاه جامعه و کاهش نرخ بیکاری باعث افزایش رقابت بین کشورها برای جذب آن شده است (Borensztein et al, 1998).

سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر متغیرهای اقتصاد کلان نظیر رشد اقتصادی، صادرات، اشتغال نیروی کار، پس‌انداز و مصرف تأثیر دارد که هریک به‌تنهایی بر رشد اقتصادی مؤثرند؛ اما عدم قطعیت در این حوزه‌ها عملکرد آن‌ها را با چالش مواجه ساخته است. از یک سو، نوسان‌پذیری شاخص‌های حکمرانی مانند ثبات سیاست‌های اقتصادی، کیفیت مقررات و حاکمیت قانون، فضای کسب‌وکار را با بی‌ثباتی روبه‌رو کرده و از سوی دیگر، ناپایداری در جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به‌رغم پتانسیل‌های موجود کشور، فرصت‌های اشتغال‌زایی را محدود نموده است. این در حالی است که مطالعات بین‌المللی نشان می‌دهد بهبود کیفیت حکمرانی می‌تواند تا ۴۰ درصد بر رشد اشتغال تأثیرگذار باشد و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نیز از طریق انتقال فناوری و دانش مدیریتی، بهره‌وری نیروی کار را افزایش دهد و زمینه ایجاد مشاغل جدید را فراهم آورد.

مطالعات متعددی در زمینه بررسی عوامل مؤثر بر اشتغال انجام شده است، اما کمتر به نقش عدم قطعیت در شاخص‌های حکمرانی و سرمایه‌گذاری خارجی پرداخته‌اند. پژوهش حاضر با به‌کارگیری روش نوین رگرسیون فازی، این شکاف مطالعاتی را پوشش می‌دهد. روش رگرسیون فازی با محاسبه مرکز فازی (میانگین تأثیر) و پهنای راست و چپ (حداکثر و حداقل تأثیر احتمالی)، امکان سنجش دقیق‌تر تأثیر متغیرها در شرایط عدم قطعیت را فراهم می‌کند. با توجه به آنچه بیان شد، سؤال اصلی مطالعه حاضر چنین است: تأثیر عدم قطعیت در شاخص‌های حکمرانی خوب و تحقق سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر اشتغال در ایران چگونه است؟

این مقاله در پنج قسمت تنظیم شده است. پس از مقدمه و در بخش دوم، مبانی نظری، در بخش سوم پیشینه تحقیق، در بخش چهارم مدل تحقیق و روش‌شناسی تجربی تبیین شد. در بخش پنجم داده‌ها و نتایج تجربی مورد بررسی قرار می‌گیرد و در نهایت در بخش ششم جمع‌بندی و پیشنهادها ارائه می‌شود.

۲. مبانی نظری

۲-۱. تأثیر حکمرانی خوب بر اشتغال

حکمرانی خوب به‌عنوان چارچوبی نهادی برای مدیریت منابع اقتصادی و اجتماعی، از طریق سازوکارهای مختلفی بر سطح اشتغال تأثیر می‌گذارد. بر اساس مطالعات تجربی و نظری، بهبود شاخص‌های حکمرانی خوب می‌تواند به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم موجب افزایش فرصت‌های شغلی و کاهش نرخ بیکاری شود (سیدنورانی و همکاران، ۱۳۹۹). این اثرگذاری عمدتاً از طریق شش سازوکار اصلی صورت می‌پذیرد که هریک به‌تفکیک مورد بررسی قرار می‌گیرد.

حق اظهارنظر و پاسخگویی به‌عنوان یکی از ارکان اساسی حکمرانی خوب، با ایجاد فضای شفاف و مشارکتی برای فعالان اقتصادی، بستر مناسبی برای توسعه کسب‌وکارها و اشتغال‌زایی فراهم می‌کند. مطالعات نشان می‌دهد کشورهایی که در شاخص‌های دموکراسی و آزادی‌های مدنی وضعیت بهتری داشته باشند معمولاً نرخ بیکاری پایین‌تری دارند (طبقه‌بندی اکبری و همکاران، ۱۳۹۹). این امر ناشی از آن است که حق اظهارنظر و

پاسخگویی موجب کاهش ریسک سرمایه‌گذاری، بهبود تخصیص منابع و افزایش کارایی بازارها می‌شود. در چنین محیطی، بنگاه‌های اقتصادی با اطمینان بیشتری به فعالیت می‌پردازند و فرصت‌های شغلی جدید ایجاد می‌کنند. همچنین، این مؤلفه از حکمرانی خوب با تضمین آزادی بیان و دسترسی به اطلاعات، امکان نظارت مؤثر بر عملکرد دولت و بخش خصوصی را فراهم می‌آورد که نتیجه آن کاهش فساد و بهبود محیط کسب‌وکار است. ثبات سیاسی نیز به‌عنوان پیش‌شرط ضروری برای توسعه اقتصادی و اشتغال‌زایی، تأثیر بسزایی در جذب سرمایه‌گذاری‌های داخلی و خارجی دارد. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که ناآرامی‌های سیاسی و اجتماعی می‌تواند تا ۳۰ درصد از حجم سرمایه‌گذاری‌های مولد را کاهش دهد (سیدنورانی و همکاران، ۱۳۹۹). در مقابل، ثبات سیاسی موجب کاهش ریسک سرمایه‌گذاری، افزایش افق برنامه‌ریزی بنگاه‌ها و تقویت انگیزه‌های کارآفرینی می‌شود. به‌عنوان مثال، انتقال آرام قدرت سیاسی و نبود تنش‌های قومی و مذهبی، اطمینان سرمایه‌گذاران را جلب و آنان را به ایجاد واحدهای تولیدی جدید ترغیب می‌کند. این واحدهای تولیدی به‌نوبه خود موجب ایجاد مشاغل مستقیم و غیرمستقیم می‌شوند. همچنین، ثبات سیاسی زمینه را برای برنامه‌ریزی‌های بلندمدت در حوزه اشتغال فراهم می‌کند و از نوسانات شدید بازار کار جلوگیری می‌نماید.

اثربخشی دولت نیز از طریق ارائه خدمات عمومی باکیفیت و کاهش هزینه‌های مبادلاتی، نقش تعیین‌کننده‌ای در توسعه اشتغال دارد. یک دولت کارآمد با سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های اساسی مانند راه‌ها، بنادر، شبکه‌های ارتباطی و مراکز آموزشی، هزینه‌های تولید را کاهش و رقابت‌پذیری بنگاه‌ها را افزایش می‌دهد (طبقچی اکبری و همکاران، ۱۳۹۹). این امر به‌ویژه برای کشورهای در حال توسعه که با مشکل کمبود زیرساخت‌ها مواجه‌اند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. علاوه بر این، دولت‌های اثربخش با طراحی و اجرای سیاست‌های آموزشی متناسب با نیازهای بازار کار، عرضه نیروی کار ماهر را افزایش می‌دهند و امکان جذب آنان در بخش‌های مختلف اقتصادی را فراهم می‌کنند. تجربه کشورهای موفق نشان می‌دهد که هماهنگی بین نظام آموزشی و نیازهای صنعت از کلیدی‌ترین عوامل در کاهش نرخ بیکاری به‌ویژه در میان جوانان و فارغ‌التحصیلان دانشگاهی است.

کیفیت مقررات و قوانین نیز تأثیر مستقیمی بر محیط کسب‌وکار و سطح اشتغال دارد. مقررات شفاف، پایدار و پیش‌بینی‌پذیر هزینه‌های اجرای قوانین را برای بنگاه‌ها کاهش و انگیزه آنان را برای توسعه فعالیت‌ها و ایجاد شغل افزایش می‌دهد (سیدنورانی و همکاران، ۱۳۹۹). در مقابل، مقررات پیچیده و دست‌وپاگیر نه تنها مانع ایجاد کسب‌وکارهای جدید می‌شود، بلکه ممکن است موجب تعطیلی واحدهای تولیدی موجود نیز گردد. به‌عنوان مثال، طولانی بودن فرایند اخذ مجوزهای کسب‌وکار یا تغییر کاربری اراضی، می‌تواند پروژه‌های اشتغال‌زا را به تأخیر بیندازد یا حتی متوقف کند. از این‌رو، بسیاری از کشورها در سال‌های اخیر به ساده‌سازی مقررات و کاهش بوروکراسی اداری روی آورده‌اند تا زمینه را برای توسعه اقتصادی و اشتغال‌زایی فراهم کنند.

حاکمیت قانون با تضمین حقوق مالکیت و اجرای قراردادها امنیت لازم برای سرمایه‌گذاری و فعالیت اقتصادی را ایجاد می‌کند. در محیطی که حاکمیت قانون ضعیف است، انگیزه‌های کارآفرینی کاهش می‌یابد و سرمایه‌ها به سمت فعالیت‌های غیرمولد سوق داده می‌شود (طبقی اکبری و همکاران، ۱۳۹۹). در مقابل، در کشورهایی که نظام قضایی مستقل و کارآمد دارند سرمایه‌گذاران با اطمینان بیشتری منابع خود را در پروژه‌های مولد به کار می‌گیرند که نتیجه آن ایجاد مشاغل جدید است. همچنین، حاکمیت قانون از طریق مقابله با انحصارات و ایجاد فضای رقابتی، فرصت‌های شغلی بیشتری در اختیار نیروی کار قرار می‌دهد. تجربه نشان داده است که در محیط‌های رقابتی، بنگاه‌ها برای بقا در بازار از افزایش بهره‌وری و نوآوری ناگزیرند که این امر خود به توسعه مهارت‌های نیروی کار و ایجاد مشاغل باکیفیت‌تر منجر می‌شود.

کنترل فساد به عنوان آخرین مؤلفه حکمرانی خوب، تأثیر تعیین‌کننده‌ای بر اشتغال دارد. فساد اداری و مالی با تحریف تخصیص منابع، افزایش هزینه‌های مبادلاتی و کاهش کارایی نظام اقتصادی، مانع جدی در راه ایجاد مشاغل مولد محسوب می‌شود (سیدنورانی و همکاران، ۱۳۹۹). در محیط‌های فاسد، منابع عمومی به جای سرمایه‌گذاری در پروژه‌های زیربنایی و اشتغال‌زای، صرف امور غیرضروری یا پروژه‌های نمایشی می‌شود. همچنین، فساد موجب می‌شود که بنگاه‌ها به جای رقابت بر مبنای بهره‌وری و کیفیت، بر روابط غیررسمی و پرداخت رشوه تمرکز کنند که نتیجه آن تضعیف روحیه کارآفرینی و کاهش فرصت‌های شغلی است. در مقابل، کشورهایی که در مبارزه با فساد موفق بوده‌اند معمولاً از نرخ بیکاری پایین‌تر و کیفیت مشاغل بالاتری برخوردارند.

در مجموع، شواهد تجربی نشان می‌دهد که بهبود شاخص‌های حکمرانی خوب می‌تواند تا ۴۰ درصد در افزایش نرخ اشتغال مؤثر باشد (طبقی اکبری و همکاران، ۱۳۹۹). این اثرگذاری عمدتاً از طریق جذب سرمایه‌گذاری‌های مولد، بهبود محیط کسب‌وکار، افزایش بهره‌وری نیروی کار و توسعه بخش خصوصی صورت می‌پذیرد. از این رو، سیاست‌گذاران اقتصادی برای دستیابی به اشتغال پایدار و باکیفیت، باید بهبود حکمرانی را در اولویت برنامه‌های خود قرار دهند. تجربه کشورهای موفق نشان می‌دهد که ترکیب مناسبی از ثبات سیاسی، حاکمیت قانون، مقررات کارآمد و مبارزه با فساد می‌تواند بستر مناسبی برای ایجاد مشاغل مولد و کاهش نرخ بیکاری فراهم کند.

۲-۲. تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر اشتغال

سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در دو دهه اخیر رشد چشمگیری داشته و به یکی از پایدارترین و بزرگ‌ترین منابع جریان سرمایه به کشورهای در حال توسعه تبدیل شده است (Melnik et al, 2021). این نوع سرمایه‌گذاری از طریق ایجاد و راه‌اندازی کارخانه‌ها و واحدهای تولیدی جدید، به طور مستقیم باعث افزایش سطح اشتغال می‌شود. مطالعات نشان می‌دهد که هر ۱۰ میلیون دلار سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در بخش صنعت می‌تواند حدود ۵۰ شغل مستقیم ایجاد کند (Piluso, 2023). علاوه بر اشتغال مستقیم، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی از

طریق تحریک زنجیره تأمین و افزایش تقاضا برای خدمات جانبی، مشاغل غیرمستقیم بسیاری نیز به وجود می‌آورد که معمولاً ۳ تا ۵ برابر مشاغل مستقیم برآورد می‌شود (Wang et al, 2023).

یکی از مهم‌ترین مزایای سرمایه‌گذاری خارجی انتقال فناوری و تخصص‌های مدیریتی پیشرفته به کشور میزبان است که به افزایش بهره‌وری و اثربخشی نیروی کار محلی منجر می‌شود (Danylyshyn et al, 2023). شرکت‌های خارجی معمولاً برنامه‌های آموزشی پیشرفته‌تری برای کارکنان محلی ارائه می‌دهند که باعث ارتقای مهارت‌های نیروی کار می‌شود. پژوهش‌ها نشان می‌دهد کارکنان شرکت‌های تحت مالکیت خارجی به‌طور متوسط ۴۰ درصد بیشتر از هم‌تایان خود در شرکت‌های محلی در دوره‌های آموزشی شرکت می‌کنند (Majid et al, 2022).

سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی اثرات سرریز مهمی بر اقتصاد کشور میزبان دارد. سرریز افقی زمانی اتفاق می‌افتد که ورود یک شرکت خارجی به یک بخش خاص باعث بهبود عملکرد و بهره‌وری سایر شرکت‌های فعال در همان بخش شود. این اثر معمولاً از طریق تقلید فناوری، بهبود فرایندها و افزایش استانداردهای کیفیت محقق می‌شود. سرریز عمودی نیز به دو شکل اتفاق می‌افتد: سرریز به عقب زمانی است که شرکت‌های محلی به تأمین‌کنندگان شرکت‌های خارجی تبدیل می‌شوند و سرریز به جلو زمانی رخ می‌دهد که شرکت‌های خارجی به مشتریان شرکت‌های محلی تبدیل می‌شوند (Soares & Pinheiro, 2023). این اثرات سرریز می‌توانند بهره‌وری شرکت‌های محلی را تا ۲۵ درصد افزایش دهند و اشتغال در بخش‌های مرتبط را تا ۳۰ درصد رشد دهند (Rakhmatullayeva et al, 2020).

ورود شرکت‌های خارجی با فناوری پیشرفته رقابت‌پذیری بازارهای محلی را افزایش می‌دهد و شرکت‌های داخلی را به نوآوری و بهبود کیفیت محصولات تشویق می‌کند. این اثر رقابتی می‌تواند نرخ نوآوری در صنایع محلی را تا ۴۰ درصد افزایش دهد. همچنین، شرکت‌های خارجی معمولاً شبکه‌های توزیع جهانی دارند که می‌توانند به شرکت‌های محلی برای دسترسی به بازارهای بین‌المللی کمک کنند. این امر باعث می‌شود شرکت‌های محلی از بازارهای داخلی به سمت بازارهای بین‌المللی حرکت کنند و فعالیت‌های جدیدی را آغاز نمایند (Piluso, 2023).

با همه این‌ها، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی چالش‌هایی نیز دارد. مشاغل ایجادشده توسط سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی ممکن است در برابر نوسانات اقتصادی جهانی آسیب‌پذیر باشند. همان‌طور که در بحران مالی ۲۰۰۸ مشاهده شد، اولین واکنش بسیاری از شرکت‌های چندملیتی کاهش نیروی کار در کشورهای میزبان بود (Wang et al, 2023). همچنین، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تمایل دارد در مناطق خاصی با زیرساخت‌های بهتر متمرکز شود که می‌تواند به افزایش نابرابری‌های منطقه‌ای منجر گردد. علاوه بر این، وابستگی بیش از حد به فناوری خارجی ممکن است مانع از توسعه توانایی‌های فناورانه داخلی شود (Danylyshyn et al, 2023).

برای بهره‌برداری کامل از مزایای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، کشورهای میزبان باید سیاست‌های هوشمندانه‌ای اتخاذ کنند. ایجاد زیرساخت‌های مناسب، بهبود محیط کسب‌وکار و سرمایه‌گذاری در آموزش نیروی کار از جمله این راهکارهاست. همچنین، ایجاد پیوندهای قوی بین شرکت‌های خارجی و بنگاه‌های محلی می‌تواند به گسترش اثرات مثبت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به کل اقتصاد کمک کند (Majid et al, 2022). دولت‌ها می‌توانند با اعمال معافیت‌های مالیاتی هدفمند برای شرکت‌های خارجی که در بخش‌های با اشتغال‌زایی بالا سرمایه‌گذاری می‌کنند، جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را افزایش دهند. توسعه برنامه‌های مشارکت بین شرکت‌های خارجی و بنگاه‌های کوچک و متوسط محلی نیز می‌تواند اشتغال غیرمستقیم را به میزان قابل‌توجهی افزایش دهد (Stanišić, 2007). همکاری با سرمایه‌گذاران خارجی برای ایجاد مراکز آموزشی و دوره‌های مهارت‌افزایی متناسب با نیازهای بازار کار نیز از دیگر راهکارهای مؤثر است (Soares & Pinheiro, 2023). در مجموع، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی می‌تواند نقش مهمی در ایجاد اشتغال و رشد اقتصادی ایفا کند، اما موفقیت آن مستلزم مدیریت هوشمندانه چالش‌ها و بهره‌برداری از فرصت‌هاست. با ترکیب مناسب سیاست‌های صنعتی، آموزشی و توسعه‌ای، کشورها می‌توانند از سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نه تنها برای ایجاد شغل بلکه برای ارتقای کیفیت اشتغال و رشد پایدار استفاده کنند (Rakhmatullayeva et al, 2020). تجربه کشورهای موفق نشان می‌دهد که جذب هدفمند سرمایه‌گذاری خارجی همراه با برنامه‌ریزی دقیق برای انتقال فناوری و توسعه مهارت‌های نیروی کار می‌تواند به نتایج مطلوبی در زمینه اشتغال‌زایی و رشد اقتصادی منجر شود (Piluso, 2023).

۳. پیشینه پژوهش

در سال‌های اخیر، تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و حکمرانی خوب بر متغیرهای کلان اقتصادی مانند اشتغال به یکی از موضوعات محوری در پژوهش‌های اقتصادی تبدیل شده است. با این حال، یافته‌های مطالعات مختلف نشان می‌دهد که این رابطه می‌تواند تحت تأثیر عوامل نهادی، سطح توسعه‌یافتگی کشورها و حتی روش‌های مورد استفاده در پژوهش‌ها قرار گیرد و نتایج متفاوتی را به همراه داشته باشد. از سوی دیگر، در اقتصادهایی مانند ایران که با عدم قطعیت‌های نهادی و حکمرانی روبه‌رو هستند، بررسی این تأثیرات از پیچیدگی بیشتری برخوردار است و نیازمند روش‌های تحلیلی است که بتوانند ابهامات و نوسانات موجود در داده‌ها را مدل‌سازی کنند. مطالعات متعددی در سطح داخلی و بین‌المللی به بررسی رابطه بین سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، حکمرانی خوب و اشتغال پرداخته‌اند. برخی از این پژوهش‌ها بر تأثیر مثبت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی و اشتغال تأکید دارند، در حالی که دیگر مطالعات نشان می‌دهند که این تأثیر می‌تواند منفی یا نامشخص باشد، به‌ویژه در شرایطی که کیفیت نهادها و ثبات سیاسی در سطح پایینی قرار دارد. این تناقض‌ها لزوم بررسی عمیق‌تر و تفکیک اثرات این متغیرها در بسترهای اقتصادی مختلف را آشکار می‌سازد. در ادامه، با استناد به جدول ۱ و ۲، مهم‌ترین مطالعات داخلی و خارجی مرتبط با موضوع پژوهش مرور می‌شود.

جدول ۱. خلاصه مطالعات تجربی داخلی

نویسنده(ها) / سال	روش پژوهش	دوره زمانی	جامعه آماری	نتایج پژوهش
سیدنورانی و محمدپور (۱۳۹۷)	الگوهای داده‌های پانل	۱۹۹۰ تا ۲۰۱۳	۴۹ کشور (عضو OECD و در حال توسعه)	سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تأثیری مثبت و معنادار در اشتغال کشورهای OECD و تأثیری منفی در اشتغال کشورهای در حال توسعه دارد.
سیدنورانی و همکاران (۱۳۹۹)	الگوهای داده‌های پانل	۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴	منتخبی از کشورهای در حال توسعه	سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تأثیر مثبت و معنادار بر اشتغال در کشورهای در حال توسعه دارد، اما تأثیر حکمرانی خوب منفی است.
کیانی و همکاران (۱۴۰۱)	توصیفی-تحلیلی از نوع تحلیل محتوا	۱۴۰۱	ایران	در مدل اول بیشترین تأثیر بر میزان تسهیل فضای کسب‌وکار مربوط به مؤلفه حق اظهارنظر و کمترین تأثیر مربوط به مؤلفه حاکمیت قانون و در مدل دوم بیشترین تأثیرگذاری مربوط به کیفیت قوانین و اثربخشی دولت و کمترین تأثیرگذاری مربوط به حاکمیت قانون، کنترل فساد و ثبات سیاسی و دوری از خشونت است.
جعفری فشارکی و همکاران (۱۴۰۱)	مدل رگرسیون ترکیبی	۲۰۰۷ تا ۲۰۱۷	منتخبی از کشورهای جهان	سطح توسعه‌یافتگی کشورها و درآمد آن‌ها بر میزان و جهت اثرگذاری تشکیل سرمایه ثابت ناخالص و زیر شاخص‌های بهبود فضای کسب‌وکار تأثیر دارد؛ به‌نحوی که در کشورهای با درآمد پایین، متوسط به پایین و بالا اثر تشکیل سرمایه ثابت ناخالص بر سرمایه‌گذاری خارجی، مثبت و در کشورهای متوسط به بالا، این اثر منفی است.
منصور لک‌ورج و همکاران (۱۴۰۳)	رویکرد گشتاورهای تعمیم‌یافته سیستمی (GMM)	۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸	۱۶ کشور منتخب در حال توسعه	سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، سرمایه انسانی و شاخص حکمرانی بر رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه اثری مثبت و معنادار دارند.
سردار شهرکی و همکاران (۱۴۰۴)	روش داده‌های پانلی	۲۰۱۱ تا ۲۰۲۳	۱۵ کشور منتخب در حال توسعه	سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تأثیر مثبت و معنادار بر اشتغال در بخش کشاورزی دارد. همچنین حکمرانی خوب منطقه‌ای با ایجاد فضای سیاسی مناسب، حمایت از حقوق مالکیت و اجرای صحیح قراردادها، اثرات مثبتی بر اشتغال‌زایی در این بخش گذاشته است.

جدول ۲. خلاصه مطالعات تجربی خارجی

نویسنده(ها) / سال	روش پژوهش	دوره زمانی	جامعه آماری	نتایج پژوهش
Baskoro et al (2019)	مدل بهینه‌سازی (حداقل کردن هزینه‌ها)	۲۰۰۱ تا ۲۰۱۴	اندونزی	بهره‌وری نیروی کار، دستمزد و صادرات از عوامل کلیدی جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی هستند. سرمایه‌گذاری خارجی بیشتر به سمت صنایع غیرکاربر گرایش دارد. در صنایع کاربر، تمرکز باید بر ارتقای کیفیت نیروی کار از طریق آموزش و مهارت‌آموزی باشد، درحالی‌که در صنایع غیرکاربر، بهبود فضای تحقیق و توسعه و حمایت‌های اجتماعی و سلامت نیروی کار راهبرد اصلی است.
Rong et al (2020)	مدل پانل	۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵	۳۰ استان از چین	نتایج نشان‌دهنده تأثیر مثبت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر اشتغال است، که در آن انعطاف‌پذیری بازار کار نقش تقویت‌کننده معناداری دارد. طبق نتایج، هر ۱٪ افزایش در سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، به‌طور متوسط ۰٫۲۱۶٪ افزایش اشتغال را به همراه دارد. همچنین دستمزدها، سرمایه انسانی و هزینه‌های تحقیق و توسعه در این فرآیند به عنوان عوامل میانجی مثبت عمل می‌کنند.
Alden (2024)	روش توصیفی	۲۰۰۲ تا ۲۰۱۷	ولز	سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به موضوع اصلی سیاست‌های توسعه اقتصادی در تمامی سطوح فضایی از جهانی تا محلی تبدیل شده است. در بریتانیا، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به‌عنوان یک جزء کلیدی از سیاست منطقه‌ای در کمک به کاهش نابرابری‌های اقتصادی منطقه‌ای دیده می‌شود.

۴. روش تحقیق

۴-۱. مدل‌سازی متغیرهای پژوهش

حکمرانی خوب و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نقش برجسته‌ای بر اشتغال دارد. با توجه به این موضوع، در مطالعه حاضر داده‌های مورد نیاز برای بررسی نقش عوامل مذکور بر اشتغال در ایران به‌صورت سالانه طی دوره زمانی ۱۳۶۹-۱۴۰۳ از بانک جهانی گردآوری شده است. همچنین، برای برآورد مدل رگرسیون فازی از نرم‌افزار Matlab استفاده شده است.

در این مطالعه شاخص‌های حکمرانی خوب بر اساس تعریف بانک جهانی است. بانک جهانی حکمرانی خوب را بر اساس شش شاخص تعریف می‌کند و بر اساس این شاخص‌ها وضعیت حکمرانی خوب را هر دو سال یک بار در دوره ۱۹۹۶-۲۰۰۲ و به صورت سالانه از ۲۰۰۲ به بعد در کشورهای مختلف مورد ارزیابی قرار می‌دهد. این شاخص‌ها عبارت‌اند از: حق اظهارنظر و پاسخگویی (آزادی بیان)؛ ثبات سیاسی (آزادی‌های مدنی)؛ اثربخشی دولت (کیفیت خطمشی گذاری و ارائه خدمات عمومی)؛ کیفیت قوانین و مقررات (فقدان اجبارهای قانونی)؛ حاکمیت قانون (حمایت از حقوق مالکیت) و کنترل فساد (انسجام درونی مجریه).
بر این اساس، در مطالعه حاضر تأثیر عدم قطعیت شاخص‌های حکمرانی خوب و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر اشتغال در ایران بررسی شده است. اهمیت این موضوع در آن است که می‌توان از طریق اولویت‌بندی شاخص‌های مذکور و در نتیجه انجام برنامه‌ریزی‌های مناسب، اشتغال را افزایش داد.
بر اساس آنچه بیان شد و با توجه به مطالعه سیدنورانی (۱۳۹۹)، رابطه ۱ تصریح شده است:

$$EMP = F(VA, PS, GE, RQ, RL, CC, FDI) \quad (1)$$

در رابطه فوق، EMP نشان‌دهنده اشتغال، VA^۱ حق اظهارنظر و پاسخگویی (آزادی بیان)، PS^۲ ثبات سیاسی (آزادی‌های مدنی)، GE^۳ اثربخشی دولت (کیفیت خطمشی‌گذاری و ارائه خدمات عمومی)، RQ^۴ کیفیت قوانین و مقررات (فقدان اجبارهای قانونی)، RL^۵ حاکمیت قانون (حمایت از حقوق مالکیت)، CC^۶ کنترل فساد (انسجام درونی مجریه) و FDI سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی است. منظور از سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در واقع تجهیز سرمایه‌گذاری در یک کشور برای تولید کالا و خدمات به بازارهای محلی است و با استفاده از نسبت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به تولید ناخالص داخلی اندازه‌گیری شده است.

۴-۲. الگوریتم‌های فراابتکاری

الگوریتم‌های فراابتکاری مجموعه‌ای از روش‌های محاسباتی‌اند که برای حل مسائل پیچیده و بهینه‌سازی مسائل بزرگ و دشوار استفاده می‌شوند. این الگوریتم‌ها، برخلاف الگوریتم‌های سنتی، به جای جست‌وجوی دقیق و کامل در فضای مسئله، از جست‌وجوی هوشمندانه و تقریبی استفاده می‌کنند (E'tesami et al, 2025). هدف اصلی آن‌ها، یافتن راه‌حل‌های خوب و کارآمد در زمان قابل قبول است، حتی اگر بهترین راه‌حل ممکن را پیدا نکنند. بهینه‌سازی مسائل در هریک از الگوریتم‌های فراابتکاری، با استفاده از اصول و الهام‌گیری از پدیده‌های طبیعی و بیولوژیکی انجام می‌شود. از الگوریتم‌های فراابتکاری به عنوان روش‌های هوشمندانه برای مدیریت چالش‌های دشوار، بهینه‌سازی مسائل و پیشبرد مشکلات فنی و علمی استفاده می‌شود.

1. Voice & Accountability
2. Political Stability
3. Government Effectiveness
4. Regulatory Quality
5. Rule of Law
6. Control of Corruption

الگوریتم اسب وحشی یکی از الگوریتم‌های فراابتکاری با توانایی بالاست. بهینه‌سازی اسب وحشی یک الگوریتم بهینه‌سازی الهام‌گرفته از طبیعت و رفتار اسب‌های وحشی است. این الگوریتم رفتار اجتماعی اسب‌های وحشی را از نظر رهبری، ارتباطات و همکاری در جست‌وجوی راه‌حل‌های بهینه برای مسائل پیچیده بهینه‌سازی تقلید می‌کند. این الگوریتم از مفهوم رهبری برای هدایت فرایند جست‌وجو به سمت مناطق امیدوارکننده فضای جست‌وجو استفاده می‌کند. مزیت اصلی بهینه‌سازی اسب وحشی توانایی آن در کشف کارآمد فضای جست‌وجو و یافتن راه‌حلهایی با کیفیت بالا برای مسائل بهینه‌سازی است که با موفقیت در طیف گسترده‌ای از مسائل بهینه‌سازی در زمینه‌های مختلف از جمله مهندسی، مالی و زیست‌شناسی اعمال شده است.

در مطالعه حاضر، برای بررسی تأثیر عدم قطعیت حکمرانی خوب و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر اشتغال در ایران، از مدل رگرسیون فازی استفاده شده است. یکی از دلایل مهم استفاده از این مدل آن است که به کمک درجه عضویت $0/9$ می‌توان بحث عدم قطعیت متغیرهای مذکور را بر اشتغال را تجزیه و تحلیل کرد. با توجه به رویکرد بهینه‌سازی که در مدل رگرسیون فازی وجود دارد، از الگوریتم بهینه‌سازی اسب وحشی استفاده شده که در مطالب فوق به شرح آن پرداخته شد.

۳-۴. مدل رگرسیون فازی

روش‌های مدل‌سازی رگرسیون فازی برای اولین بار توسط تاناکا و همکارانش در سال ۱۹۸۲ توسعه داده شد. این نوع مدل‌ها با کاهش حداکثری در میزان ابهام موجود، بهترین معادله رگرسیونی را استخراج می‌کنند. این فرایند از طریق کمینه کردن جمع پهنای‌های توابع عضویت ضرایب فازی معادله صورت می‌پذیرد. مدل‌های رگرسیون فازی خصوصیات منحصر به فردی نسبت به روش‌های رگرسیون کلاسیک دارند. رگرسیون کلاسیک بر پایه فرضیه‌های محکم آماری استوار است، از قبیل نرمال بودن توزیع خطاها، نبود خودهمبستگی و ثابت بودن واریانس خطاهای مدل. اگر هریک از این شرایط نقض شود، نتایج تحلیل رگرسیون کلاسیک دیگر معتبر محسوب نمی‌شود. در عمل، توجیه و رعایت این فرضیات اغلب دشوار یا حتی غیرممکن است؛ زیرا مشاهدات واقعی یا داده‌های انسانی ممکن است دارای عدم قطعیت باشند و اطلاعات ناکافی نیز می‌توانند در تعیین متغیرها تأثیرگذار باشند. در مجموع، هرچند رگرسیون کلاسیک کاربردهای گسترده‌ای دارد، اما در شرایط زیر می‌تواند همراه‌کننده باشد:

- وقتی داده‌های مشاهداتی به اندازه کافی وجود نداشته باشند.
- در صورتی که خطاهای مدل دارای توزیع نرمال نباشند.
- هنگامی که رابطه بین متغیرهای مستقل و وابسته به خوبی مشخص نباشد.
- زمانی که در تعریف رویدادها ابهام وجود داشته باشد.
- وقتی فرض خطی بودن رابطه بین متغیرها نادرست باشد.

در چنین مواقعی که استفاده از رگرسیون کلاسیک با دشواری مواجه است، می‌توان از رگرسیون فازی بهره برد. این روش با استفاده از تابع عضویت و توزیع امکانی، عدم قطعیت و ابهام موجود در داده‌ها را در نظر گرفته و درک بهتری از سیستم ارائه می‌دهد. در رگرسیون خطی کلاسیک، برای هر مقدار مشخص از متغیرهای ورودی، یک عدد معین برای خروجی محاسبه می‌شود؛ در حالی که رگرسیون فازی برای متغیر خروجی یک دامنه از مقادیر احتمالی را پیش‌بینی می‌کند که با یک تابع عضویت توصیف می‌شوند. عموماً سه دسته اصلی از مدل‌ها برای برازش معادله رگرسیون خطی فازی وجود دارد:

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

در این تحقیق، از نوع امکانی رگرسیون فازی استفاده شده است. برای دستیابی به یک برازش مناسب، لازم است یک مدل بهینه تخمین زده شود. با توجه به اینکه اعداد فازی در این روش به صورت مثلثی تعریف می‌شوند، می‌توان مسئله را به عنوان یک مسئله بهینه‌سازی مدل‌سازی کرد. یکی از این مدل‌ها مدلی است که در آن ضرایب به صورت فازی در نظر گرفته می‌شوند، در حالی که داده‌های ورودی و خروجی به صورت قطعی (غیرفازی) هستند.

صورت کلی مدل رگرسیونی با ضرایب فازی به صورت رابطه ۲ است:

$$\tilde{Y} = f(x, A) = \tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 x_1 + \tilde{A}_2 x_2 + \dots + \tilde{A}_n x_n \quad (2)$$

که در آن $\tilde{Y}$ متغیر وابسته یا اصطلاحاً خروجی فازی است، $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ 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 $(y_1, x_1), (y_2, x_2), \dots, (y_m, x_m)$ موجود است. پارامترهای فازی $\tilde{A}_0, \tilde{A}_1, \dots, \tilde{A}_n$ باید به گونه‌ای تعیین شوند که مدل ۲ بر اساس برخی از معیارهای نیکویی برازش، بهترین برازش را داشته باشد. در ادامه برای کاهش حجم مطالعه حاضر، تنها مراحل اصلی اعمال الگوریتم بهینه‌سازی اسب وحشی برای حل مسئله با ضرایب فازی متقارن و نامتقارن شرح داده می‌شود.

نحوه اعمال الگوریتم بهینه‌سازی اسب وحشی برای برآورد مراکز s_i ، پهنای راست s_i^R و پهنای چپ s_i^L :
الف) برآورد مراکز s_i :

به منظور برآورد مراکز s_i مسئله به صورت ۳ فرمول‌بندی می‌شود:

$$\hat{s}_i = \arg \min_{s_i} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| 2ms_0 + 2 \sum_{i=1}^n (s_i \sum_{j=1}^m x_{ij}) \right| \right) \quad (3)$$

برای برآورد مراکز ضرایب فازی (s_i) ، مسئله بهینه‌سازی به صورت کمینه‌سازی میانگین قدر مطلق یک عبارت خطی فرمول‌بندی شده است. در این رابطه، هدف یافتن مقادیر s_i است که مجموع وزن‌دار متغیرهای

ورودی (x_{ij}) با در نظر گرفتن یک جمله ثابت (s_0) ، کمترین انحراف را ایجاد کند. این برآورد به عنوان گام اول در تعیین پارامترهای مدل فازی انجام می‌شود تا مرکز اعداد فازی (مقادیر اصلی) به نحوی محاسبه شود که مدل بهترین انطباق را با داده‌های مشاهده شده داشته باشد (Khan et al, 2024; Quan et al, 2025).

ب) برآورد پهنای راست s_i^R

برای حل مسئله بهینه با محدودیت با استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری می‌توان از راه‌های متنوعی استفاده کرد که رایج‌ترین آن‌ها در نظر گرفتن تابع جریمه است. بنابراین، محدودیت‌های مسئله را با استفاده از تابع جریمه در تابع هدف ادغام می‌کنیم، مطابق فرمول ۴:

$$\zeta(z) = f(z) \pm \left[\sum_{i=1}^m l_i \cdot \max(0, t_i(z))^\alpha + \sum_{j=1}^n o_j |U_j(z)|^\beta \right] \quad (4)$$

که در آن $\zeta(z)$ مخفف تابع هدف، o_j و l_i پارامترهای تابع جریمه، $t_i(z)$ و $U_j(z)$ به ترتیب قیدهای نابرابر و برابرند. همین‌طور α و β به ترتیب ۰/۱ و ۰/۲ در نظر گرفته شد. بنابراین، به منظور برآورد پهنای راست s_i^R برای در نظر گرفتن قید مسئله (رابطه ۳) از تابع جریمه استفاده می‌کنیم. پس مسئله به صورت ۵ فرمول بندی می‌شود:

$$\begin{aligned} \hat{s}_i = \arg \min_{s_i} & \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| 2ms_0 + 2 \sum_{i=1}^n (s_i \sum_{j=1}^m x_{ji}) - y_i \right|^{0.2} \right. \\ & + \text{Max} \left(-((1-h)s_0 \right. \\ & + (1-h) \sum_{i=1}^n (s_0 x_{ji}) + a_0 \\ & \left. \left. + \sum_{i=1}^n (s_0 x_{ji}) - y_i \right), 0 \right)^{0.1} \end{aligned} \quad (5)$$

برای برآورد پهنای راست ضرایب فازی (s_i^R) ، از یک تابع هدف ترکیبی استفاده می‌شود که شامل دو بخش اصلی است: خطای پیش‌بینی مدل (با توان ۰/۲) و تابع جریمه (با توان ۰/۱) برای اعمال محدودیت‌ها. تابع جریمه که شامل قیود نابرابری و تساوی است، با ضرایب o_j و l_i وزن داده شده و به تابع هدف اضافه می‌شود تا اطمینان حاصل شود که مقادیر تخمین زده شده در محدوده قابل قبول قرار می‌گیرند. در اینجا، هدف کمینه کردن انحراف مدل از داده‌های واقعی است، در حالی که قیود مربوط به فازی بودن پارامترها نیز رعایت می‌شوند. این روش به کمک الگوریتم‌های فراابتکاری، پهنای راست اعداد فازی را به گونه‌ای محاسبه می‌کند که مدل نهایی هم از دقت کافی برخوردار باشد و هم شرایط فازی را ارضا کند (Khan et al, 2024; Quan et al, 2025).

ج) برآورد پهنای چپ s_i^L

به منظور برآورد پهنای چپ s_i^L ، برای در نظر گرفتن قید مسئله از تابع جریمه استفاده می‌کنیم و مسئله به صورت ۶ فرمول بندی می‌شود (Quan et al, 2025).

$$\hat{s}_i = \arg \min_{s_i} \left(\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| 2ms_0 + 2 \sum_{i=1}^n (s_i \sum_{j=1}^m x_{ji}) - y_i \right|^{0.2} \right) + \text{Max} \left(-((1-h)s_0 + (1-h) \sum_{i=1}^n (s_0 x_{ji}) + a_0 + \sum_{i=1}^n (s_0 x_{ji}) + y_i), 0 \right)^{0.1} \right) \quad (6)$$

برآورد پهنای چپ ضرایب فازی s_i^L همانند برآورد پهنای راست s_i^R انجام می‌شود.

۵. یافته‌ها

۵-۱. آمار توصیفی متغیرها

در جدول ۳ به توصیف متغیرهای تحقیق پرداخته شده است.

جدول ۳. توصیف متغیرهای تحقیق

متغیر	کمترین مقدار	چارک اول	میانه	چارک سوم	بیشترین مقدار	میانگین	واریانس
کارایی و اثربخشی دولت	۰/۰	۰/۱۴۲۵	۰/۲۳۶۷	۰/۳۷۵۹	۱/۰	۰/۳۲۴	۰/۰۶۲۴
ثبات سیاسی و عدم وجود خشونت / تروریسم	۰/۰۱۸۱	۰/۰۶۹	۰/۲۷۵	۰/۴۲۱	۱/۰۱	۰/۲۸۴	۰/۰۷۰۲
حاکمیت قانون	۰/۰۲۲	۰/۰۸۲	۰/۱۴۷	۰/۲۶۸	۱/۰۱	۰/۲۱۲	۰/۰۵۹۱
کیفیت قوانین و مقررات	۰/۰۰	۰/۰۷۱	۰/۱۶۳	۰/۳۲۴	۱/۰	۰/۲۴۰	۰/۰۶۲
حق اظهارنظر و پاسخگویی	۰/۰۲۵	۰/۱۴۲	۰/۱۸۴	۰/۲۹۳	۱/۰	۰/۳۱۴	۰/۰۶۸
کنترل فساد	۰/۰۲۵۷	۰/۰۸۵۴	۰/۳۱۲	۰/۴۸۶	۱/۰	۰/۴۱۱	۰/۰۸۱۴
سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی	۱۵/۶۱۱	۳۹۲/۶۱	۱۲۸۹	۳۸۴۷	۴۵۶۲	۱۷۵۵	۲۵۴۷۲۴۱
اشتغال	۱/۱	۹/۸	۱۳/۱	۱۳/۴	۱۵/۱	۱۲/۵۸۴۱	۸/۱۵۷۱

۵-۲. تشریح نتایج به‌دست‌آمده از الگوریتم WHO با ضرایب فازی متقارن

با توجه به اینکه هدف اصلی از این مطالعه بررسی آثار عدم قطعیت در شاخص‌های حکمرانی خوب و سرمایه‌گذاری غیرمستقیم بر اشتغال در ایران است، در این بخش از رگرسیون فازی با ضرایب متقارن استفاده شد. تعداد مشاهدات ۳۴ سال است که برای بررسی اشتغال تابع هدف با توجه به قیدها که در مجموع ۶۸ قید است (۳۴ قید برای پهنای راست و ۳۴ قید برای پهنای چپ)، مینیمم می‌شود. لازم به ذکر است که تمام محاسبات در نرم‌افزار Matlab انجام شده است.

پس از تشکیل قیدها و اعمال الگوریتم بهینه‌سازی اسب وحشی برای حل مسئله بهینه با ضریب فازی متقارن، با توجه به درجه عضویت ۰/۹، مقادیر مرکز فازی پهنای راست و چپ فازی محاسبه شده است. در

جدول ۴ جواب‌های الگوریتم بهینه‌سازی اسب وحشی ارائه شده است. در تحلیل‌های مربوط به بررسی آثار عدم قطعیت در سرمایه‌گذاری‌های مستقیم خارجی و شاخص‌های حکمرانی خوب بر اشتغال از مفهوم درجه عضویت، پهنا چپ، متوسط و راست فازی استفاده شده است.

در مدل‌های رگرسیون فازی، درجه عضویت بین $0/1$ تا $0/9$ است که هرچه به درجه عضویت $0/9$ نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده افزایش عدم قطعیت است. درجه عضویت $0/9$ حاکی از افزایش عدم قطعیت در تحقق سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و شاخص‌های حکمرانی خوب بر اشتغال است. پهنای راست بیانگر آن است که در صورت کاهش عدم قطعیت در عوامل مذکور، میزان اشتغال به چه میزان افزایش می‌یابد. پهنای چپ نیز حاکی از آن است که در صورت افزایش عدم قطعیت در این عوامل، میزان اشتغال چه مقدار کاهش خواهد یافت.

با توجه به انعطاف‌پذیری مدل رگرسیون فازی، تأثیر عدم قطعیت هریک از عوامل مذکور بر اشتغال در سه سطح اثرگذاری محاسبه شده است و در این قسمت به تحلیل پهنای راست پرداخته می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که از بین شش شاخص حکمرانی خوب، کاهش عدم قطعیت در شاخص‌های ثبات سیاسی، کیفیت قوانین و مقررات و کنترل فساد به ترتیب با ضریب $0/881$ ، $0/701$ و $0/784$ بیشترین تأثیر را بر افزایش اشتغال دارند. از طرفی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی با ضریب $0/689$ بر اشتغال تأثیر دارد.

تحلیل فازی عدم قطعیت متغیرهای حکمرانی و اقتصادی بر اشتغال در ایران که در جدول ۲ ارائه شد، نشان‌دهنده طیف وسیعی از تأثیرات بالقوه است که با بررسی پهنای راست به عنوان نشانگر حداکثر تأثیر مثبت هر متغیر قابل تبیین است. در این تحلیل، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی با پهنای راست $0/684$ حاکی از قوی‌ترین تأثیر مثبت ممکن است که در شرایط بهینه شامل تمرکز بر صنایع کاربر با فناوری متوسط (مانند صنایع تبدیلی و تکمیلی)، وجود نیروی کار ماهر و آموزش‌دیده، همراهی سیاست‌های حمایتی هدفمند (مانند معافیت‌های مالیاتی مشروط) و جذب در مناطق با زیرساخت‌های توسعه‌یافته محقق می‌شود. این حداکثر اثر مثبت در مقابل پهنای چپ $0/274$ - قرار دارد که نشان‌دهنده شرایط نامساعدی مانند تمرکز بر صنایع سرمایه‌بر با فناوری پیشرفته در مناطق محروم و بدون نیروی کار مناسب است.

در میان متغیرهای حکمرانی، کارایی دولت با پهنای راست $0/511$ نشان‌دهنده بیشترین تأثیر مثبت ممکن است که مستلزم بهبود همزمان چندین مؤلفه شامل کاهش زمان صدور مجوزها (به‌ویژه در بخش‌های تولیدی و صنعتی)، ارتقای کیفیت زیرساخت‌های حمل‌ونقل و لجستیک، ثبات در سیاست‌گذاری‌های اقتصادی و افزایش کیفیت خدمات عمومی آموزش و پرورش و بهداشت است. حق اظهارنظر با پهنای راست $0/389$ بیانگر آن است که حداکثر اثر مثبت مشارکت اجتماعی بر اشتغال زمانی محقق می‌شود که سازوکارهای نظارتی مؤثری برای مشارکت ذی‌نفعان در سطوح محلی (از طریق شوراهای صنفی و تخصصی)، صنعتی (از طریق اتاق‌های بازرگانی و صنایع) و ملی (از طریق نهادهای سیاست‌گذار) طراحی شده باشد.

کنترل فساد با پهنای راست $0/784$ نشان‌دهنده بیشترین تأثیر مثبت ممکن است که نیازمند اجرای تدریجی و هوشمندانه برنامه‌های فسادزدایی، همراه با تمهیدات حمایتی از بخش غیررسمی (مانند دوره‌های گذار و مشوق‌های مالیاتی) و بهبود شفافیت در تمام سطوح تصمیم‌گیری (از طریق سیستم‌های نظارتی الکترونیک و

گزارش‌دهی عمومی) است. ثبات سیاسی با پهنای راست ۰/۸۸۱ بیانگر قوی‌ترین تأثیر مثبت در میان تمام متغیرهاست که در شرایطی مانند حفظ ثبات در سیاست‌های کلان اقتصادی، مدیریت مؤثر ریسک‌های ژئوپلیتیک و ایجاد محیطی پیش‌بینی‌پذیر برای سرمایه‌گذاران محقق می‌شود. کیفیت قوانین نیز با پهنای راست ۰/۷۰۱ نشان‌دهنده تأثیر مثبت است که مستلزم تدوین قوانین شفاف و بدون تناقض (به‌ویژه در حوزه کسب‌وکار و سرمایه‌گذاری)، حفظ ثبات حقوقی بلندمدت و کاهش پیچیدگی‌های اداری و بروکراتیک است.

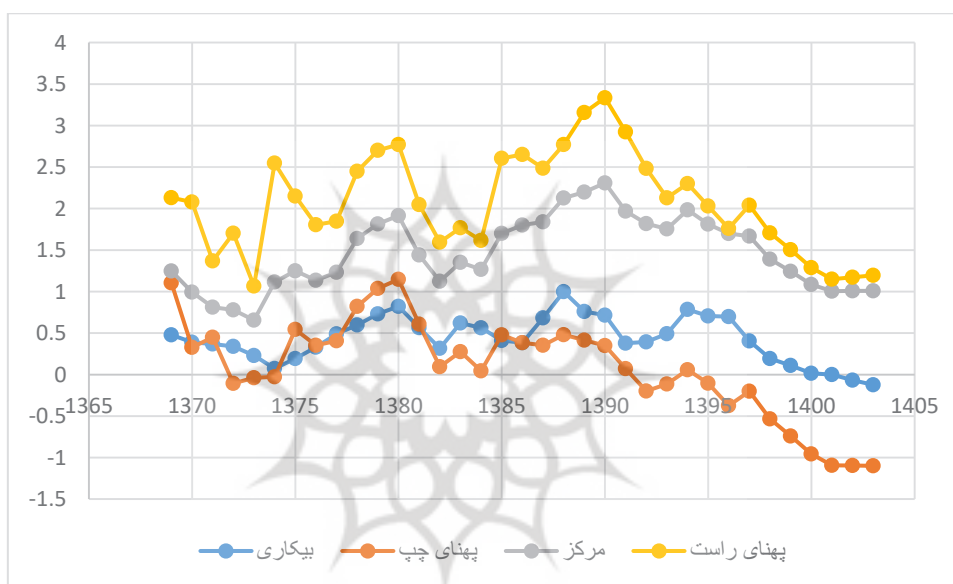
ترتیب اهمیت متغیرها بر اساس پهنای راست نشان می‌دهد که ثبات سیاسی (۰/۸۸۱) بیشترین پتانسیل تأثیرگذاری مثبت را دارد و پس از آن به‌ترتیب کنترل فساد (۰/۷۸۴)، کیفیت قوانین (۰/۷۰۱)، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (۰/۶۸۹)، کارایی دولت (۰/۵۱۱) و حق اظهارنظر (۰/۳۸۹) قرار دارند. این یافته‌ها حاکی از آن است که دستیابی به حداکثر اثرات مثبت هر متغیر نیازمند شرایط خاص و ترکیب بهینه با سایر عوامل است. برای مثال، جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی زمانی می‌تواند بیشترین تأثیر اشتغال‌زایی را داشته باشد که با ثبات سیاسی، کیفیت قوانین و کارایی دولت همراه شود. به همین ترتیب، اثرگذاری برنامه‌های کنترل فساد زمانی به حداکثر می‌رسد که با بهبود ثبات سیاسی و کیفیت قوانین همراه باشد. این تحلیل نشان می‌دهد که سیاست‌های اشتغال‌زایی باید به‌صورت ترکیبی و با در نظر گرفتن تعامل پیچیده بین متغیرهای مختلف طراحی شود تا بتواند از حداکثر پتانسیل هریک از عوامل بهره‌برداری کند. البته این نتایج دور از انتظار نیست؛ چرا که شاخص‌های حکمرانی خوب تأثیر قابل‌توجهی بر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی دارند. بنابراین، هرچه شاخص‌هایی مانند ثبات سیاسی، قدرت قانونی مردم و نظام نظارتی کارآمد در یک جامعه بهتر باشند، جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی افزایش می‌یابد. وجود یک محیط سیاسی پایدار، فراهم کردن ابزارهای قانونی لازم برای مشارکت شهروندان در تصمیم‌گیری‌ها، بهبود قوانین مربوط به بازار کار، تعرفه‌ها و فعالیت‌های تجاری، همراه با اجرای مؤثرتر آن‌ها، نقش مهمی در جذب سرمایه خارجی دارد. علاوه بر این، استقلال بیشتر دستگاه قضایی و حمایت قوی‌تر از حقوق مالکیت نیز شرایط را برای سرمایه‌گذاران خارجی مساعدتر می‌کند. در نهایت، زمانی که تعهد و اراده ملی و سیاسی برای مقابله با فساد قوی‌تر باشد، شاهد افزایش سرمایه‌گذاری خارجی و ایجاد اشتغال بیشتر خواهیم بود.

جدول ۴. تأثیر عدم قطعیت در سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و شاخص‌های حکمرانی خوب بر اشتغال در ایران

پهنای راست	پهنای متوسط	پهنای چپ	متغیرها	درجه‌های عضویت
۰/۶۸۹	۰/۱۲۴	-۰/۲۷۴	سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی	۰/۹
۰/۵۱۱	۰/۳۱۷	-۰/۱۳۲	کارایی و اثربخشی دولت	۰/۹
۰/۸۸۱	۰/۰۴۳	-۰/۳۶۸	ثبات سیاسی و نبود خشونت	۰/۹
۰/۵۸۷	۰/۲۸۴	-۰/۰۷۲	حاکمیت قانون	۰/۹
۰/۷۰۱	۰/۰۱۶	-۰/۴۰۳	کیفیت قوانین و مقررات	۰/۹
۰/۳۸۹	۰/۲۴۵	-۰/۱۸۹	حق اظهارنظر و پاسخگویی	۰/۹
۰/۷۸۴	۰/۶۵۲	-۰/۶۲۱	کنترل فساد	۰/۹

(منبع: یافته‌های پژوهش)

با توجه به اینکه پهنای راست، متوسط و چپ شاخص‌های حکمرانی خوب و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی با اعمال الگوریتم بهینه‌سازی اسب وحشی به دست آمد، در این بخش از مطالعه، به کمک پهنای مذکور روند اشتغال برای سال‌های مورد بررسی در شکل ۱ نشان داده شده است. این نمودار روند واقعی اشتغال، پهنای راست، مرکز و پهنای چپ اشتغال را طی سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۴۰۳ نشان می‌دهد. نتایج حاکی از آن است که مرکز و پهنای راست فاصله زیادی از روند واقعی اشتغال دارد؛ بنابراین، در صورت توجه و برنامه‌ریزی‌های مطلوب برای شاخص‌های حکمرانی خوب و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی اشتغال پتانسیل لازم را دارد تا در وضعیت متوسط و پهنای راست قرار گیرد. از سوی دیگر، در صورت عدم توجه کافی به شاخص‌های مذکور و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، اشتغال در موقعیت پهنای چپ قرار خواهد گرفت که از روند واقعی پایین‌تر است.



شکل ۱. بررسی تأثیر عدم قطعیت شاخص‌های حکمرانی خوب و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر پهنای راست، چپ، متوسط و روند اشتغال در ایران

(منبع: یافته‌های پژوهش)

۶. بحث و نتیجه‌گیری

۶-۱. نتیجه

مطالعات داخلی و خارجی متعددی به بررسی عوامل مؤثر بر اشتغال پرداخته‌اند که تعدادی از آن‌ها در پیشینه پژوهش مورد بررسی قرار گرفت. در اکثر این مطالعات با استفاده از روش‌های اقتصادسنجی از جمله رگرسیون کلاسیک، ارتباط و میزان تأثیرگذاری متغیرهای مستقل بر اشتغال بررسی شده است. در رگرسیون کلاسیک تنها یک مقدار مشخص برای متغیر مستقل (به‌عنوان مثال شاخص‌های حکمرانی خوب و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی) محاسبه می‌شود؛ اما در رگرسیون فازی، برای هریک از متغیرهای مستقل، مرکز و پهنای راست و چپ برآورد می‌شوند. مرکز فازی نشان‌دهنده متوسط تأثیرگذاری هریک از متغیرهاست و پهنای راست و چپ

نشان‌دهنده حداکثر و حداقل تأثیرگذاری هریک از متغیرهای مورد بررسی بر اشتغال است. از این‌رو، در این مطالعه مدل رگرسیون فازی معرفی و قابلیت آن در بررسی عدم قطعیت عوامل مؤثر بر اشتغال مورد توجه قرار گرفت. مدل‌های اقتصادسنجی بنابه دلایل ساختاری برای تصریح به اطلاعات کامل و قطعی نیاز دارند؛ این در حالی است که عوامل مؤثر بر اشتغال از جمله شاخص‌های حکمرانی خوب و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی حالت نوسانی دارند. بنابراین، با توجه به این نوسانات و عدم قطعیت، یک مدل‌سازی دقیق نیاز است. مدل رگرسیون فازی با توجه به انعطاف‌پذیری بسیار زیاد نسبت به رگرسیون کلاسیک، با برآورد پهنای راست، چپ و مرکز فازی عوامل مؤثر بر اشتغال، توزیع‌دهندگی فوق‌العاده‌ای دارد. برای این منظور، در مطالعه حاضر از روش تجزیه و تحلیل مدل رگرسیون فازی با ضرایب متقارن در مدل‌سازی و از مفاهیم مرکز، پهنای راست و چپ فازی که در ادبیات رگرسیون فازی مرسوم است برای بررسی رفتار متغیرها استفاده شد. این روش مدل‌سازی می‌تواند از منظر سیاست‌گذاری برای کشور مفید باشد و سیاست‌های برنامه‌ریزان را جهت‌دهی کند.

از سوی دیگر، با توجه به نقش کلیدی و تأثیرگذار عدم قطعیت شاخص‌های حکمرانی خوب و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر اشتغال، در تحلیل‌های مربوط برای بررسی آثار عدم قطعیت از مفهوم درجه عضویت استفاده شده است. با استفاده از درجه عضویت $0/9$ که نشان‌دهنده افزایش عدم قطعیت در شاخص‌های حکمرانی خوب و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی است به محاسبه پهنای راست، چپ و متوسط اشتغال پرداخته شد. پهنای راست حاکی از بیشترین تأثیرگذاری در شرایط عدم قطعیت در شاخص‌های حکمرانی خوب و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر اشتغال است. بر این بر اساس، با توجه به نتایج پهنای راست، از شش شاخص حکمرانی خوب، ثبات سیاسی، کارایی و اثربخشی دولت و کنترل فساد بیشترین تأثیرگذاری را نسبت به سایر شاخص‌ها بر اشتغال دارند. البته سایر شاخص‌های حکمرانی خوب از جمله حاکمیت قانون، کارایی و اثربخشی دولت و حق اظهارنظر و پاسخگویی در اولویت‌های بعد قرار خواهند گرفت. ثبات سیاسی موجب افزایش اعتماد سرمایه‌گذاران و امکان برنامه‌ریزی بلندمدت اقتصادی می‌شود که به رشد بازار کار کمک می‌کند. همچنین، کارایی و اثربخشی دولت در ارائه خدمات عمومی و ایجاد زیرساخت‌های لازم، به توسعه مهارت‌ها و سیاست‌های حمایتی برای صنایع و مشاغل کوچک منجر می‌شود. به‌علاوه، کنترل فساد با افزایش شفافیت و کاهش هزینه‌های اضافی، محیط کسب‌وکار را بهبود می‌بخشد و زمینه را برای جذب سرمایه‌گذاری فراهم می‌کند. در مجموع، یک محیط سیاسی و اقتصادی پایدار و کارآمد می‌تواند به افزایش اشتغال و رشد اقتصادی کمک کند؛ در حالی که فساد و بی‌ثباتی سیاسی روند اشتغال‌زایی را مختل می‌کند. نتیجه این تحقیق به نتایج پژوهش‌های بوزید (۲۰۱۶)، کورای و ژوماشف (۲۰۱۸)، ادجر و کبالو (۲۰۱۸) و انچاری (۲۰۱۹)، سیدنورانی و همکاران (۱۳۹۹)، مهرآرا و همکاران (۱۳۸۸)، مهدوی عادل و همکاران (۱۳۸۸) و حسینی و مولایی (۱۴۰۲) همسو است.

نتیجه دیگری که می‌توان از این مطالعه گرفت توجه به نقش سرمایه‌گذاری‌های مستقیم خارجی بر اشتغال است که لازمه آن مطلوب بودن شاخص‌های حکمرانی خوب است که تأثیر قابل‌توجهی بر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی دارد و می‌تواند بستر مناسبی را برای افزایش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی فراهم کند. از سوی دیگر،

سرمایه‌گذاری‌های مستقیم خارجی نقش حیاتی در توسعه اقتصادی و ایجاد اشتغال در کشورهای میزبان دارند. این نوع سرمایه‌گذاری به انتقال فناوری‌های نوین، دانش فنی و مهارت‌های مدیریتی از کشورهای توسعه‌یافته به کشورهای در حال توسعه کمک می‌کند و بهبود کارایی و بهره‌وری در صنایع محلی را به همراه دارد. از طریق تأسیس و گسترش شرکت‌های خارجی، فرصت‌های شغلی جدید ایجاد می‌شود و نیروی کار محلی می‌تواند با استانداردهای جهانی آشنا شود. همچنین، سرمایه‌گذاری‌های مستقیم خارجی می‌تواند به افزایش رقابت در بازار کار کمک کند و موجب ارتقای کیفیت نیروی کار و ایجاد مشاغل پایدار شود. به علاوه، این سرمایه‌گذاری‌ها معمولاً با ایجاد زنجیره‌های تأمین محلی و تأمین مواد اولیه برای صنایع داخلی همراه هستند که این امر نیز به گسترش فرصت‌های شغلی در بخش‌های مختلف اقتصادی منجر می‌شود. در نهایت، سرمایه‌گذاری‌های مستقیم خارجی می‌تواند به افزایش درآمد خانوارها و بهبود شرایط معیشتی جامعه کمک کند که این به نوبه خود می‌تواند به رشد اقتصادی پایدار و توسعه اجتماعی منجر شود.

در بخش دیگری از این مطالعه، به کمک مدل رگرسیون فازی با درجه عضویت $0/9$ ، تأثیر عدم قطعیت در شاخص‌های حکمرانی خوب و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر اشتغال در ایران بررسی و پهنای راست و چپ اشتغال در شکل ۱ ترسیم شد. این موضوع موجب شده که این مطالعه از سایر مطالعات متمایز شود. پهنای راست اشتغال نشان‌دهنده کاهش عدم قطعیت در شاخص‌های حکمرانی خوب و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر اشتغال است. به عبارت دیگر، این پهنای نشان می‌دهد که با کاهش عدم قطعیت در عوامل مذکور، اشتغال در کشور رشد قابل توجهی خواهد داشت. پهنای چپ اشتغال نشان‌دهنده افزایش عدم قطعیت در شاخص‌های حکمرانی خوب و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر اشتغال است. به عبارت دیگر، این پهنای نشان می‌دهد که با افزایش عدم قطعیت در عوامل مذکور، اشتغال در کشور کاهش می‌یابد. با توجه به اینکه پهنای چپ اشتغال منطبق بر روند کنونی اشتغال در کشور است، این بدان معناست که در سال‌های اخیر روند اشتغال در کشور تحت شرایط نامطلوب عوامل مؤثر بر اشتغال قرار گرفته و وضعیت مطلوبی نداشته؛ چرا که موقعیت قرار گرفتن در وضعیت پهنای راست برای اشتغال وجود داشته است، اما روند اشتغال در کشور پایین‌تر از پهنای متوسط است.

۶-۲. پیشنهادها و توصیه‌های سیاستی

نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد که روند اشتغال در کشور پایین‌تر از پهنای متوسط اشتغال بوده است. به عبارت دیگر، اقتصاد کشور پتانسیل لازم برای کاهش بیکاری دارد. از سوی دیگر، با توجه به اینکه از بین شاخص‌های حکمرانی خوب نیز ثبات سیاسی، کیفیت قوانین و کنترل فساد ضریب پهنای راست بالایی نسبت به دیگر شاخص‌ها دارند، لذا توصیه می‌شود که دولت از طریق تقویت ثبات سیاسی، بستر مناسب ایجاد فضای سیاسی پایدار و شفاف، اطمینان خاطر را برای سرمایه‌گذاران داخلی و خارجی فراهم کند. این امر شامل برگزاری انتخابات آزاد و منصفانه، تقویت نهادهای مدنی و حقوق بشر و ارتقای شفافیت در فرایندهای تصمیم‌گیری است که نتیجه آن جذب سرمایه‌گذاری‌های مستقیم خارجی و داخلی خواهد بود که به نوبه خود به ایجاد مشاغل جدید و افزایش فرصت‌های شغلی منجر می‌شود.

از سوی دیگر، دولت باید با بازنگری و اصلاح قوانین اقتصادی و تجاری، محیط کسب و کار را بهبود بخشد. این امر شامل ساده‌سازی فرایندهای اداری، کاهش بوروکراسی و ایجاد قوانین حمایتی برای کارآفرینان و کسب و کارهای نوپاست که در نتیجه آن کیفیت بالای قوانین و مقررات به افزایش فعالیت‌های اقتصادی، توسعه استارت‌آپ‌ها و کارآفرینی کمک می‌کند و در نتیجه، فرصت‌های شغلی بیشتری ایجاد می‌شود. همچنین توصیه می‌شود که دولت با ایجاد سازوکارهای مؤثر برای مبارزه با فساد، از جمله تقویت نهادهای نظارتی، شفاف‌سازی فرایندها و برگزاری دوره‌های آموزشی برای کارکنان دولتی، به کنترل فساد بپردازد. این امر موجب کنترل فساد می‌شود و در نتیجه به بهبود محیط کسب و کار کمک کرده و باعث افزایش اعتماد سرمایه‌گذاران می‌شود. این اعتماد می‌تواند به افزایش سرمایه‌گذاری‌ها و در نتیجه افزایش اشتغال منجر شود.

منابع

- جعفری فشارکی، نگار؛ معمارنژاد، عباس؛ حسینی، سید شمس‌الدین و هژبر کیانی، کامبیز. (۱۴۰۱). «نقش توسعه‌یافتگی کشورها در اثرگذاری شاخص‌های بهبود فضای کسب و کار بر جریان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی». *دوماهنامه بررسی‌های بازرگانی*، ۲۰(۱۱۶)، ۲۷-۴۴. <https://doi.org/10.22034/bs.2022.546363.2462>
- حسینی، سیدصفدر؛ مولایی، مرتضی. (۱۳۸۵). «تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی در ایران». *پژوهش‌نامه اقتصادی*، ۶(۲)، ۵۷-۸۰. <https://sid.ir/paper/67012/fa>
- سردار شهرکی، علی؛ اثنی‌عشری، هاجر؛ ابراهیم‌زاده آسمین، حمید. (۱۴۰۴). «تأثیر حکمرانی خوب منطقه‌ای، وفور منابع طبیعی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر اشتغال بخش کشاورزی (مطالعه موردی کشورهای منتخب در حال توسعه)». *مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه‌ای*، ۶(۲)، ۱۴۱-۱۵۱. https://www.srds.ir/article_214797.html
- سیدنورانی، سید محمدرضا؛ تاری، فتح‌الله؛ محمدپور، حسن. (۱۳۹۹). «تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و حکمرانی خوب بر اشتغال در کشورهای در حال توسعه». *اقتصاد و مدیریت شهری*، ۸(۳۱)، ۲۱-۳۳. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.23452870.1399.8.31.2.7>
- سیدنورانی، سید محمدرضا؛ محمدپور، حسن. (۱۳۹۷). «تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در اشتغال کشورهای عضو OECD و کشورهای در حال توسعه». *اقتصاد و تجارت نوین*، ۱۳(۲)، ۵۳-۷۹. https://jnet.ihcs.ac.ir/article_3210.html
- صیدایی، سید اسکندر؛ هدایتی مقدم، زهرا. (۱۳۸۹). «نقش امنیت در توسعه گردشگری»، *فصلنامه تخصصی علوم اجتماعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر*، ۴(۸)، ۹۷-۱۱۰. <https://sid.ir/paper/201855/fa>

طبقچی اکبری، لاله؛ بابازاده، محمود؛ سامعی، قاسم؛ آخوندزاده یوسفی، طاهره. (۱۳۹۹). «تأثیرات حکمرانی خوب و اصلاحات مالی بر بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش صنعت و معدن ایران». مدیریت دولتی، ۱۲(۲)،

۲۶۳-۲۹۰. <https://doi.org/10.22059/jipa.2020.302913.2741>

کیانی، فضل‌الله؛ پیدائی، میرمهرداد و درنیانی، سحر. (۱۴۰۱). «ارائه الگوی مؤثر مبتنی بر نقش حکمرانی خوب در تسهیل الگوهای کسب‌وکار ایران». فصلنامه علمی مدیریت تبلیغات و فروش، ۳(۳)، ۴۷۵-۴۵۸.

<https://doi.org/10.22034/jabm.2022.35318>

منصور لکوریج، کیانوش؛ بختیاری، صادق؛ قبادی، سارا. (۱۴۰۳). «نقش حکمرانی خوب و سرمایه انسانی در جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و رشد اقتصادی (منتخبی از کشورهای در حال توسعه)». دانش سرمایه‌گذاری،

۱۳(۵۰)، ۲۶۳-۲۸۶. http://www.jik-ifea.ir/article_22077.html

مهدوی عادل، محمدحسین؛ نوروزی، روح‌الله؛ مطهری، محب‌الله. (۱۳۸۸). «نقش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر صادرات غیرنفتی در اقتصاد ایران». اقتصاد پولی مالی، ۱۶(۲۷)، ۱۶۱-۱۸۱.

<https://doi.org/10.22067/pm.v16i27.2007>

مهرآرا، محسن؛ سیدقاسمی، میرسجاد؛ بهزادی صوفیانی، محسن. (۱۳۹۵). «اثرهای نااطمینانی‌های تورم و مخارج دولت و تعامل آن‌ها بر رشد بخش‌های اقتصادی ایران». اقتصاد مالی، ۱۰(۳۴)، ۳۳-۵۸.

https://journals.iau.ir/article_523942.html

References

- Alden, J. (2024). The impact of foreign direct investment on job creation: The experience of Wales. In *Foreign direct investment and the global economy* (pp. 203-220).
- Baskoro, L. S.; Hara, Y. & Otsuji, Y. (2019). "Labor productivity and foreign direct investment in the Indonesian manufacturing sector". *Signifikan: Jurnal Ilmu Ekonomi*, 8(1), 9-22. <http://dx.doi.org/10.15408/sjie.v8i1.7836>
- Borensztein, E.; De Gregorio, J.; & Lee, J.-W. (1998). "How does foreign direct investment affect economic growth?" *Journal of International Economics*, 45(1), 115-135. [https://doi.org/10.1016/S0022-1996\(97\)00033-0](https://doi.org/10.1016/S0022-1996(97)00033-0)
- Cooray, A., & Dzhumashev, R. (2018). The effect of corruption on labour market outcomes. *Economic Modelling*, 74, 207-218. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2018.05.015>.
- Danylyshyn, B.; Bondarenko, O.; Gudiz, M.; Ptashchenko, O.; Mohylova, A. & Radkevych, L. (2023). "Marketing Tools to Increase Regional Investment Attractiveness". *Review of Economics and Finance*, 21, 1101-1108. <https://refpress.org/ref-vol21-a122>
- E'tesami, R.; Madadi, M.; Keynia, F. & Arabpour, A. (2025). "Gaussian combined arms algorithm: a novel meta-heuristic approach for solving engineering problems". *Evolutionary Intelligence*, 18(2), 1-36. <https://doi.org/10.1007/s12065-025-01026-w>

- Hosseini, S. S. & Molaei, M. (2006). "The effect of foreign direct investment on economic growth in Iran". *Economic Research Journal*, 6(2), 57–80. [In Persian]. <https://sid.ir/paper/67012/en>
- Jafari Fesharaki, N.; Memarnezhad, A.; Hosseini, S. Sh. & Hezhbar Kiani, K. (2022). "The role of countries' development level in the impact of business environment improvement indicators on foreign direct investment flows". *Business Studies*, 20(116), 27–44. [In Persian]. <https://doi.org/10.22034/bs.2022.546363.2462>
- Kaufmann, D.; Kraay, A. & Mastruzzi, M. (2010). *The worldwide governance indicators: Methodology and analytical issues* (World Bank Policy Research Working Paper No. 5430). World Bank. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-5430>
- Khan, M.; Kumar, R.; Aledaily, A. N.; Kariri, E.; Viriyasitavat, W.; Yadav, K.; ... & Vimal, S. (2024). "A Systematic Survey on Implementation of Fuzzy Regression Models for Real Life Applications". *Archives of Computational Methods in Engineering*, 31(1), 291-311. <https://doi.org/10.1007/s11831-023-09978-x>
- Kiani, F.; Peydaei, M. & Darniani, S. (2022). "Presenting an effective model based on the role of good governance in facilitating business patterns in Iran". *Journal of Advertising and Business Management*, 3(3), 458–475. [In Persian]. <https://doi.org/10.22034/jabm.2022.35318>
- Mahdavi Adeli, M. H.; Nowrouzi, R. & Motahari, M. (2009). "The role of foreign direct investment on non-oil exports in Iran's economy". *Monetary & Financial Economics*, 16(27), 161–181. [In Persian]. <https://doi.org/10.22067/pm.v16i27.2007>
- Majid, M. S. A.; Azhari, A.; Faisal. F. & Fahlevi, H. (2022). "What determines the cooperatives 'productivity in Indonesia? A-two stage analysis". *Economics and Sociology*, 15(1), 56-77. <https://doi.org/10.14254/2071-789X.2022/15-1/4>
- Mansour Lakouraj, K.; Bakhtiari, S. & Ghobadi, S. (2024). "The role of good governance and human capital in attracting foreign direct investment and economic growth: A study of selected developing countries". *Investment Science Research Quarterly*, (2)13, 263-286. [In Persian]. http://www.jik-ifea.ir/article_22077.html
- Mehrara, M.; Seyed Ghasemi, M. S. & Behzadi Soufiani, M. (2016). "Effects of inflation uncertainty, government expenditure uncertainty, and their interaction on the growth of Iran's economic sectors". *Financial Economics*, 10(34), 33–58. [In Persian]. https://journals.iau.ir/article_523942.html
- Piluso, N. (2023). "Why should the carbon tax be floating? A Tobin's Q model applied to green investment". *Environmental Economics*, 14(1), 81-90. [https://doi.org/10.21511/ee.14\(1\).2023.08](https://doi.org/10.21511/ee.14(1).2023.08)
- Quan, J. Peng, Y. & Su, L. (2025). "Logistics demand prediction using fuzzy support vector regression machine based on Adam optimization". *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1), 1-13. <https://doi.org/10.1057/s41599-025-04505-8>
- Rakhmatullayeva, D.; Kuliyeu, I.; Beisenbaiyev, Z. & Tabeyev, T. (2020) "Assessment of the influence of FDI on the economic growth of the host country: evidence from

- Kazakhstan". *The 1st International Conference on Business Technology for a Sustainable Environmental System*. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202015906007>
- Rong, S.; Liu, K.; Huang, S. & Zhang, Q. (2020). "FDI, labor market flexibility and employment in China". *China Economic Review*, 61, 101449.
- Sardarshahri, A.; Ethnia-Shari, H. & Ebrahimzadeh Asmin, H. (2025). "The impact of regional good governance, natural resource abundance, and foreign direct investment on employment in the agricultural sector (a case study of selected developing countries)". *Journal of Sustainable Urban and Regional Development Studies*, 6(2), 141-151. [In Persian]. https://www.srds.ir/article_214797.html
- Seyed Norani, S. M. R., & Mohammadpour, H. (2018). The impact of foreign direct investment on employment in OECD and developing countries. *Scientific-Research Journal of New Economics and Trade*, 13(2), 53-79. [In Persian]. https://jnet.ihcs.ac.ir/article_3210.html
- Seyed Norani, S. M. R., Tari, F., & Mohammadpour, H. (2020). The impact of foreign direct investment and good governance on employment in developing countries. *Journal of Urban Economics and Management*, 8(31), 21-33. [In Persian]. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.23452870.1399.8.31.2.7>
- Seyedai, S. E. & Hedayati Moghadam, Z. (2010). "The role of security in tourism development". *Specialized Quarterly Journal of Social Sciences*, 4(8), 97-110. [In Persian]. <https://sid.ir/paper/201855/en>
- Soares, R. de M. & Pinheiro, P. (2023). "Fiscal attractiveness of Portuguese municipalities". *Public and Municipal Finance*, 12(2), 1-16. [https://doi.org/10.21511/pmf.12\(2\).2023.01](https://doi.org/10.21511/pmf.12(2).2023.01)
- Taleghi Akbari, L.; Babazadeh, M.; Samie, G. & Akhoundzadeh Yousefi, T. (2020). "Effects of good governance and financial reforms on total factor productivity in Iran's industry and mining sector". *Journal of Public Administration*, 12(2), 263-290. [In Persian]. <https://doi.org/10.22059/jipa.2020.302913.2741>
- Wang, W.; Melnyk, L.; Kubatko, O.; Kovalov, B. & Hens, L. (2023). "Economic and Technological Efficiency of Renewable Energy Technologies Implementation". *Sustainability (Switzerland)*, 15(11), 8802. <https://doi.org/10.3390/su15118802>

پیوست

صورت کلی مدل رگرسیونی با ضرایب فازی به صورت رابطه ۱ است:

$$\tilde{Y} = f(x, A) = \tilde{A}_0 + \tilde{A}_1 x_1 + \tilde{A}_2 x_2 + \dots + \tilde{A}_n x_n \quad (۱)$$

که در آن $\tilde{Y}$ متغیر وابسته یا اصطلاحاً 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. مدل رگرسیون خطی با پارامترهای فازی، ورودی‌های غیرفازی و خروجی فازی به صورت مسئله برنامه‌ریزی خطی فرموله می‌شود که هدف مینیمم کردن ابهام مدل رگرسیون خطی فازی است، به طوری که دامنه مقادیر تخمین زده شده دامنه مقادیر مشاهده شده را در یک سطح معین بپوشاند. در این مطالعه نیز ضرایب رگرسیون به صورت اعداد فازی مثلثی به شکل زیر تعریف می‌شود.

$$\tilde{A}(x) = \begin{cases} 1 - \frac{a-x}{s^L} & a - s^L \leq x \leq a \\ 1 - \frac{x-a}{s^R} & a < x \leq a + s^R \end{cases} \quad (۲)$$

که در آن a مقدار نما s^L, s^R به ترتیب پهنای چپ و پهنای راست $\tilde{A}$ هستند. اگر $s^R \neq s^L$ آن گاه عدد فازی مثلثی $\tilde{A}$ را نامتقارن می‌گوییم. در این حالت، تابع عضویت $\tilde{A}$ را با توجه به سه مشخصه a, s^L, s^R به گونه‌ای دیگر نیز می‌توان نمایش داد؛ یعنی پهنای راست را برحسب پهنای چپ بیان کرد، به این صورت که در تابع عضویت بالا قرار دهیم $s^R = k s^L$ که در آن k که عددی حقیقی و مثبت است و ضریب کشیدگی نامیده می‌شود. بنابراین عدد فازی مثلثی نامتقارن $\tilde{A}$ را می‌توان با سه تایی $\tilde{A} = (a, s^L, k)_T$ نیز توصیف کرد که در این حالت، تابع عضویت $\tilde{A}$ به صورت ۳ درمی‌آید:

$$\tilde{A}(x) = \begin{cases} 1 - \frac{a-x}{s^L} & a - s^L \leq x \leq a \\ 1 - \frac{x-a}{k s^R} & a < x \leq a + k s^R \end{cases} \quad (۳)$$

آن گاه بر اساس رابطه ۳، خروجی فازی نیز یک عدد فازی مثلثی نامتقارن به صورت ۴ است که در آن $f^c(\underline{x})$ نما و $f_s^L(\underline{x})$ پهنای چپ و $f_s^R(\underline{x})$ پهنای راست $\tilde{Y}$ است.

$$\begin{aligned} f^c(\underline{x}) &= a_0 + a_1 x_1 + \dots + a_n x_n \\ f_s^L(\underline{x}) &= s_0^L + s_1^L x_1 + \dots + s_n^L x_n \\ f_s^R(\underline{x}) &= s_0^R + s_1^R x_1 + \dots + s_n^R x_n \end{aligned} \quad (۴)$$

به بیان دیگر تابع عضویت $\tilde{Y}$ عبارت است از ۵:

$$\tilde{Y}(y) = \begin{cases} 1 - \frac{f^c(\underline{x}) - y}{f_s^L(\underline{x})}, & f^c(\underline{x}) - f_s^L(\underline{x}) \leq y \leq f^c(\underline{x}) \\ 1 - \frac{y - f^c(\underline{x})}{f_s^R(\underline{x})}, & f^c(\underline{x}) < y \leq f^c(\underline{x}) + f_s^R(\underline{x}) \end{cases} \quad (5)$$

در رگرسیون فازی هدف آن است که اولاً خروجی فازی برای تمامی مقادیر $\tilde{Y}_j, j = 0, 1, 2, \dots, m$ دارای درجه عضویت دست کم به بزرگی h باشد، یعنی:

$$\tilde{Y}_j(\tilde{y}_j) \geq h, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (6)$$

ثانیاً ضرایب فازی $\tilde{A}_i, i = 0, 1, 2, \dots, n$ به گونه‌ای باشد که ابهام خروجی فازی مینیمم گردد. در حالتی که $\tilde{A}_i, i = 0, 1, \dots, n$ متقارن هستند، مجموع پهنای خروجی فازی $\tilde{Y}$ برای همه داده‌ها کمیت زیر است که آن را تابع هدف می‌نامیم. تابع هدف برای حالت متقارن به صورت ۷ است:

$$Z = 2ms_0 + 2 \sum_{i=1}^n (s_i \sum_{j=1}^m x_{ji}) \quad (7)$$

در رابطه اخیر، منظور از x_{ji} مشاهده زام متغیر $\tilde{A}_i, i = 0, 1, \dots, n$ نامتقارن باشند Z به صورت ۸ تغییر می‌یابد:

$$Z = m(s_0^L + s_0^R) + \sum_{i=1}^n [(s_0^L + s_0^R) \sum_{j=1}^m x_{ji}] \quad (8)$$

در حالتی که $\tilde{A}_i, i = 0, 1, 2, \dots, n$ ها را متقارن در نظر بگیریم، از قرار دادن رابطه ۴ در رابطه ۵، محدودیت‌ها به صورت رابطه ۹ و ۱۰ حاصل می‌شود:

$$(1-h)s_0 + (1-h) \sum_{i=1}^n (s_0 x_{ji}) - a_0 - \sum_{i=1}^n (s_0 x_{ji}) \geq -y_i, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (9)$$

$$(1-h)s_0 + (1-h) \sum_{i=1}^n (s_0 x_{ji}) + a_0 + \sum_{i=1}^n (s_0 x_{ji}) \geq +y_i, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (10)$$

در رابطه اخیر، منظور از x_{ji} مشاهده زام متغیر $\tilde{A}_i$ است.

مراحل اصلی الگوریتم برنامه‌ریزی خطی با ضرایب فازی متقارن و نامتقارن شرح داده می‌شود.

الگوریتم حل مسئله برنامه خطی برای حالت متقارن

۱. ابتدا تابع هدف مطابق با رابطه ۱۱ محاسبه می‌شود:

$$Z = 2ms_0 + 2 \sum_{i=1}^n (s_i \sum_{j=1}^m x_{ji}) \quad (11)$$

۲. برای برآورد پهنای راست، قید سمت راست مطابق با رابطه ۱۲ محاسبه می‌شود:

$$(1-h)s_0 + (1-h) \sum_{i=1}^n (s_0 x_{ji}) + a_0 + \sum_{i=1}^n (s_0 x_{ji}) \geq + y_i \quad (12)$$

۳. برای برآورد پهنای چپ، قید سمت چپ مطابق با رابطه ۱۳ محاسبه می‌شود:

$$(1-h)s_0 + (1-h) \sum_{i=1}^n (s_0 x_{ji}) - a_0 - \sum_{i=1}^n (s_0 x_{ji}) \geq - y_i \quad (13)$$

۴. برای حل مسئله برنامه‌ریزی خطی، تابع هدف و محدودیت‌ها به کمک دستور set و داده‌ها به صورت

table برنامه‌نویسی می‌شوند.

۵. برای محاسبه مراکز a_i و پهنای راست s_i^R و چپ s_i^L در مسئله بهینه‌سازی، ابتدا برای درجه عضویت ۰/۱

و ۰/۹ مسئله برنامه‌ریزی خطی حل می‌شود.

۶. مراکز، پهنای راست و چپ مطابق با روابط ۱۴ محاسبه می‌شوند:

$$\begin{aligned} f^c(\underline{x}) &= a_0 + a_1 x_1 + \dots + a_n x_n \\ f_s^L(\underline{x}) &= s_0^L + s_1^L x_1 + \dots + s_n^L x_n \\ f_s^R(\underline{x}) &= s_0^R + s_1^R x_1 + \dots + s_n^R x_n \end{aligned} \quad (14)$$

۷. با توجه به محاسبات مرحله هفتم، پهنای راست و چپ برای درجه عضویت ۰/۹ رسم می‌شود.