



Modeling Comprehensive Employment Policies Using Artificial Intelligence Tools and Dynamic Systems Theory

MohammadAli Arab¹ 

MohebAli Rahdar² 

Majid vaziri Sarshak³ 

Mehdi karbasian⁴ 

1. PhD Student in Industrial Engineering, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Najafabad, Iran.

Email: Mohamadaliarab2000@gmail.com

2. Associate professor, Department of Industrial Engineering, Shahid Nikbakht Faculty of Engineering, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran (Corresponding author).

Email: m.ali.rahdar@eng.usb.ac.ir

3. Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering and Technology, Najafabad Branch of Islamic Azad University, Najafabad, Iran.

Email: M_sarashk@yahoo.com

4. Full professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Industrial Engineering, Malek Ashtar University of Technology, Isfahan, Iran

Email: mkarbasian@yahoo.com

Abstract

The issue employment policies in all societies and countries is one of the basic challenges for management and statecraft. In all the governments of the Islamic Republic, the employment policies have been one of the main programs and one of the serious demands and needs of the people. Examining the developments of the labor market at the level of the country's provinces shows that Sistan and Baluchistan province had the highest increase in the unemployment rate in recent years. Artificial intelligence, its tools and techniques such as data mining and machine learning have been able to lead the way in many human issues in the present era, the issue of employment is also This is not an exception. Artificial intelligence has been used for various aspects of employment, such as predicting the amount of labor demand, unemployment rate, and number of vacant jobs average income and other requirements for the creation and development of employment in the province. By results of machine learning in artificial intelligence, future scenarios were simulated according to the conditions of the province and the systems dynamics approach in software vensim for the next 10 years. The research tool is Vensim software and the data are analyzed using descriptive and inferential statistical methods. The findings show that the unemployment rate could reach 15% in the next ten years.

Keywords: Modeling, employment, artificial intelligence, system dynamics

Extended abstract

Introduction

Unemployment is a persistent socio-economic challenge, particularly pronounced in certain regions. This study focuses on Sistan and Baluchestan province in Iran, which has experienced a significant increase in unemployment in recent years. Traditional approaches to addressing unemployment often fall short due to the complex interplay of factors influencing the labor market. This research proposes a novel approach utilizing artificial intelligence (AI) and system dynamics modeling to analyze and predict unemployment trends in Sistan and Baluchestan, aiming to inform policy development and improve employment outcomes. System dynamics offers a powerful framework for understanding the dynamic interactions within complex systems, while AI, specifically machine learning, provides tools for data analysis, prediction, and simulation. The integration of these approaches allows for a more nuanced understanding of the multifaceted nature of unemployment and enables the creation of more effective interventions.

Methodos

This descriptive study employs a mixed-methods approach combining literature review, expert interviews, and quantitative analysis. Data from official sources such as the Statistical Center of Iran (covering the period 2005-2019) were used. The key variables impacting the labor market in Sistan and Baluchestan, including unemployment rates, labor force participation rates, and gender distribution of employment, were identified and analyzed using descriptive and inferential statistical methods. AI techniques, particularly machine learning algorithms, were employed to process and interpret this data, providing insights into the relationships between variables. Furthermore, a system dynamics model was developed using Vensim software to simulate the future state of the labor market over the next 10 years (2020-2030), incorporating the insights gained from the AI analysis.

Results and Discussion

This study utilized a mixed-methods approach combining literature review, expert interviews, and quantitative analysis to explore the impact of artificial intelligence (AI) and system dynamics modeling on unemployment in Sistan and Baluchestan province, Iran. The findings of this study indicate that the application of AI-driven predictive modeling and system dynamics can significantly contribute to reducing unemployment and improving labor conditions in the province. While some results are consistent with previous studies, regional variations and specific economic circumstances in Sistan and Baluchestan can lead to differences in outcomes. Ultimately, a new understanding was achieved, suggesting that localized strategies and the adaptation of employment-creating methods can positively affect the labor market in the province. The system dynamics model serves as a representation of the real system and employs three methods—verbal,

graphical, and mathematical—to depict the relationships among variables. Key features of system dynamics include orientation and growth, change and innovation, flexibility, dynamic balance, problem causation, extraordinary results with ordinary means, sensitivity to problems, and the generation of productive output or services. Causal loop diagrams simplify the representation of causal relationships and ease the understanding of mental models. However, for computer simulation, flow diagrams were used to represent interactions among variables, forming the basis of the quantitative simulation model. Modeling various population scenarios, particularly the pessimistic scenario (without population reduction and continuous population growth alongside economic development without addressing technological constraints), indicates that Sistan and Baluchestan will face a concerning position regarding vulnerability to demographic changes over the next decade. This issue is particularly significant in light of similar conditions in neighboring provinces. Regarding AI, there exist both pessimistic (displacement of human jobs and minimal impact of AI) and optimistic (AI as a productivity-enhancing technology) views. However, evidence suggests that neither of these extreme perspectives is entirely accurate. AI has the potential to both create new job opportunities and displace existing ones. There are three distinct groups regarding AI: one that doubts its capabilities, another that believes in its potential but sees no serious threat, and a third that considers AI a threat to humanity. Two types of strategies regarding AI advancement exist: those focused on patterns of dissemination and development, and those concentrated on the implications. Policy-making in this area should address privacy, commerce, accountability, education, social networks, and law enforcement. The digital economy and digital transformation in Iran present significant conditions for leveraging AI, which policymakers should consider. In the model, the unemployment rate is directly influenced by the rates of entry and exit in the labor market, as well as investment in the province (which affects labor demand and hiring rates). Government policies can influence investment rates and educational costs. AI can create new job opportunities while also automating existing jobs. Access to the internet and information technology infrastructure also significantly impacts the utilization of AI and workforce productivity. Simulation results indicate that investment in technical and vocational education, development of information technology infrastructure, and incentivizing investments in employment-generating sectors can help reduce unemployment rates. AI can impact the labor market through both job creation and automation. Therefore, precise management and policy-making are essential for optimal utilization of AI. AI can enhance hiring processes, identify new job opportunities, provide personalized training, and improve the efficiency of human resource managers. In pessimistic scenarios, automation may lead to increased unemployment; conversely, optimistic scenarios indicate that technological development and training can reduce unemployment. To mitigate negative impacts and realize optimistic scenarios, policies such as education and skills

development, encouragement of innovation and entrepreneurship, digital infrastructure development, protection programs for displaced workers, and fostering collaboration between industry and academia are imperative.

Conclusion

This study demonstrates the effectiveness of combining AI and system dynamics modeling in addressing complex socio-economic challenges such as unemployment. By integrating machine learning techniques for data analysis and predictive modeling with the system dynamics approach for capturing the dynamic relationships between variables, a comprehensive understanding of the Sistan and Baluchestan labor market is achieved. The projected increase in unemployment highlights the urgency for targeted interventions, and the developed model provides a valuable tool for policymakers to explore alternative strategies, evaluate their potential impact, and develop evidence-based policies aimed at mitigating unemployment and promoting sustainable economic growth in the region. Future research could focus on further refining the model by incorporating additional data and exploring more sophisticated AI algorithms, leading to increasingly accurate and reliable forecasts and more effective policy recommendations.



مدل‌سازی سیاست‌های کلی اشتغال با به‌کارگیری ابزارهای هوش مصنوعی با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم

محمدعلی عرب^۱  مجتبی‌علی رهدار^۲  مجید وزیری سرشک^۳ 
مهدی کرباسیان^۴ 

۱. دانشجوی دکتری مهندسی صنایع، گروه مهندسی صنایع واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران
Email: Mohamadaliarab2000@gmail.com
۲. دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی شهید نیکبخت، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران (نویسنده
مسئول)
Email: m.ali.rahdar@eng.usb.ac.ir
۳. استادیار گروه مهندسی صنایع واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران
Email: M_sarashk@yahoo.com
۴. استاد تمام، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، اصفهان، ایران
Email: mkarbasian@yahoo.com

چکیده

بررسی سیاست‌های اشتغال در تمامی جوامع و کشورها یکی از چالش‌های اساسی برای مدیریت و کشورداری است. در تمامی دولت‌های جمهوری اسلامی سیاست‌های اشتغال یکی از برنامه‌های اصلی و یکی از خواسته‌ها و نیازهای جدی مردم بوده است. ارزیابی بازار نیروی کار در شهرهای ایران نشان می‌دهد که استان سیستان و بلوچستان بیشترین درصد بیکاری را دارد. هوش مصنوعی، ابزارها و تکنیک‌های آن از قبیل داده‌کاوی و یادگیری ماشین در عصر حاضر توانسته است در بسیاری از مسائل بشر راهگشا باشد، مسئله اشتغال نیز از این امر مستثنا نیست. از هوش مصنوعی برای جنبه‌های مختلف اشتغال از جمله پیش‌بینی میزان تقاضای کار، نرخ بیکاری، تعداد شغل‌های خالی، میانگین درآمد و سایر الزامات ایجاد و توسعه اشتغال در استان سیستان و بلوچستان استفاده شد. در ادامه مطالعه با بهره‌گیری از یادگیری ماشین با رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها در نرم‌افزار ونسیم برای ۱۰ سال آینده استان شبیه‌سازی شد. ابزار پژوهش نرم‌افزار Vensim است و داده‌ها با روش‌های آماری توصیفی و استنباطی تحلیل شده‌اند. یافته‌ها نشان می‌دهند که نرخ بیکاری می‌تواند تا ۱۵ درصد در ده سال آینده برسد.

کلیدواژه‌ها: مدل‌سازی، اشتغال، هوش مصنوعی، پویایی‌شناسی سیستم

مقدمه

پدیده بیکاری یک موضوع اتفاقی و یک‌باره نیست و نتیجه یک روند است. به همین دلیل یکی از بهترین روش‌های بررسی، ریشه‌یابی و حل این معضل، استفاده از پویایی‌شناسی و هوش مصنوعی است. هوش مصنوعی رویکردی مؤثر برای پاسخ به مسائل پیچیده و اجتماعی امروزی است. پویایی‌شناسی سیستم تغییرات یک سیستم را به‌صورت ناگهانی بررسی نمی‌کند و بر این باور است که یک روند از قبل باعث به وجود آمدن یک رویداد یا اتفاق شده است. اشتغال به وضعیتی گفته می‌شود که در مقابل شرکت مستقیم و فعال در روند تولید و خدمات، دستمزد نقدی یا کالایی دریافت شود، به عبارتی به شغل و حرفه‌ای که افراد به آن مشغول هستند اشتغال گویند (Fleming, Peter, 2019) و اصطلاح «هوش مصنوعی»^۱ برای شرح سیستمی استفاده می‌شود که فعالیت‌های ذهن انسان از جمله «یادگیری» و «حل مسئله» را بهتر از انسان‌ها انجام می‌دهد (Altur N, 2020)، اطلاعاتی که توسط هوش مصنوعی پردازش می‌شوند، برای اطلاع‌رسانی و تصمیم‌گیری‌های استراتژیک قابل استفاده هستند. به همین دلیل است که هوش مصنوعی به ابزار مهمی برای مسئله اشتغال و دولت‌ها تبدیل شده است. هوش مصنوعی می‌تواند به مسئله اشتغال در حل مشکلات با ارائه قابلیت‌های مربوط به شبیه‌سازی کمک زیادی کند. سازمان‌ها با هوش مصنوعی می‌توانند چندین نوع پلن و برنامه را تست کنند و ببینند که نتایج کدام‌یک بهتر از دیگری هستند. این مهم می‌تواند به رهبران کمک کند تا با بررسی پیامدهای انتخاب‌های خود تصمیمات بهتری بگیرند. به‌عنوان مثال، یک کسب‌وکار با چالش انتخاب بازار هدف خود مواجه است و نمی‌داند مخاطبان هدفش چه کسانی هستند. هوش مصنوعی با شبیه‌سازی الگوهای مختلف شخصی مخاطب از جمله بررسی سن، جنسیت، موقعیت مکانی، علایق و سایر موارد، به این مسئله اشتغال کمک می‌کند تا بتواند مخاطبان هدف را با دقت بیشتری شناسایی کند. پویایی‌شناسی سیستم روش شناخت مؤثر از ساختار و عمل سیستم با هدف دستیابی عوامل مؤثر عمل بر اساس پیامد تصمیمات است. تفکر سیستمی تغییرات یک سیستم را به‌صورت ناگهانی بررسی نمی‌کند و بر این باور است که یک روند از قبل باعث به وجود آمدن یک رویداد یا اتفاق شده است.

پویایی سیستم به درک میدان‌های پیچیده کمک می‌کند (Zhen- Yu Zhao, 2007). در این مقاله، سعی بر این است تا توسط روش مدل‌سازی پویایی سیستم، مدلی پویا در مورد روابط عوامل مؤثر بر اشتغال ارائه شود. در این تحقیق محقق با استفاده از آن به طراحی یک مدل پایدار پرداخته است و سعی شده است توسعه چهارچوبی جهت تحلیل حل مسئله اشتغال استان سیستان و بلوچستان با به‌کارگیری هوش مصنوعی و پویایی‌شناسی سیستم ارائه شود. این پژوهش به‌منظور بررسی وضعیت ناامیدکننده اشتغال و افزایش نرخ بیکاری در استان سیستان و بلوچستان آغاز شده است، چراکه در ادبیات کنونی، تحلیل‌های جامع و کاربردی در خصوص تأثیر روش‌های نوین بر کاهش بیکاری این استان وجود ندارد. در این پژوهش به این سؤال اساسی که چطور می‌شود با بهره‌گیری از روش‌های پیش‌بینی و شبیه‌سازی، راهکارهای مؤثری برای بهبود وضعیت بازار کار و کاهش نرخ بیکاری ارائه داد پاسخ داده می‌شود.

۱. مبانی نظری

تاریخچه هوش مصنوعی مربوط به سال‌های جنگ جهانی دوم است. زمانی که نیروهای آلمانی برای ارسال ایمن پیام‌ها از ماشین استفاده می‌کردند و «آلن تورینگ»^۱ برای شکست این کدها تلاش کرد. تورینگ، ماشین «بامب»^۲ را ساخت که ماشین «انیگما»^۳ را رمزگشایی می‌کرد. هر دو ماشین انیگما و بامب اساس یادگیری (Machine Learning) هستند. هوش مصنوعی توسط (McCarthy, J, 1998) پس از انتشار مقاله «ماشین‌آلات محاسباتی و هوش» شکل گرفت و این مقاله منجر به گشودن درها به پرونده‌ای شد که AI نامیده می‌شود. اکنون، مدیران منابع انسانی، فناوری هوش مصنوعی را برای جذب، حفظ و الهام بخشیدن به نیروی انسانی ماهر اجرا می‌کنند که منجر به موفقیت و رشد، هم برای کارفرما و هم برای کارمندان می‌شود. هوش مصنوعی در استخدام نقش عمده‌ای در جذب استعداد دارد (مدلین لورانو، بنیان‌گذار و دفتر تحقیقات ارشد). تقریباً ۳۰ درصد از شرکت‌هایی که هوش مصنوعی را برای استخدام فعالیت‌هایی پیاده‌سازی می‌کنند، می‌توانند زمان و هزینه را کاهش داده و استعداد‌های مناسب را در موقعیت مناسب جای دهند. هوش مصنوعی یک حوزه مطالعاتی در زمینه علوم کامپیوتر است. هوش مصنوعی به پیشرفت رایانه‌هایی اطلاق

1. Alan Mathison Turing

2. Bombe

3. Enigma

می‌شود که توانایی درگیر شدن با فرایندهای فکری انسان را دارد. هوش مصنوعی همه‌چیز در مورد تفکر سریع با دانش زیاد، تفکر انسانی، استدلال منطقی و غیره است (Geetha, R., & Bhanu, S. R. D, 2018)، پدر هوش مصنوعی، «جان مک کارتی»، هوش مصنوعی را چنین توصیف کرد: «علم و مهندسی ساخت ماشین‌های هوشمند». جان مک کارتی در سال ۱۹۵۶ آن را به‌عنوان «علم و مهندسی ساخت ماشین‌های هوشمند» معرفی کرد. این یک سیستم مجهز به رایانه است، مثلاً یک سیستم رباتیک که برای پردازش اطلاعات طراحی شده است تا نتایجی مشابه نیروی انسانی در سازمان با استفاده از توانایی یادگیری، تصمیم‌گیری و حل مشکلات ارائه دهد. هوش مصنوعی علم تقلید هوش انسانی با استفاده از رایانه است (McCarthy, J, 1998)

اشتغال یکی از عناصر کلیدی در توسعه اقتصادی و اجتماعی جوامع به شمار می‌آید. آنچه اشتغال را حائز اهمیت می‌کند، صرفاً تأمین معیشت افراد نیست، بلکه تأثیر آن بر کیفیت زندگی، کاهش آسیب‌های اجتماعی و ایجاد ثبات در جامعه نیز حائز اهمیت است. نظریه‌های مختلفی در زمینه اشتغال وجود دارد که شامل نظریه‌های کلاسیک و کینزی می‌شود. نظریه‌های کلاسیک بر بازار آزاد و رقابت تأکید دارند، درحالی‌که نظریه‌های کینزی بر دخالت دولت در بازار کار تأکید می‌کنند تا به شرایط متغیر اقتصادی پاسخ دهند. در ایران، به‌ویژه در استان‌هایی مانند سیستان و بلوچستان، مشکلات خاصی در زمینه اشتغال وجود دارد. نرخ بیکاری در این استان نشان‌دهنده چالش‌های بنیادی در تأمین شغل مناسب برای نیروی کار است. عواملی مانند زیرساخت‌های اقتصادی ضعیف، کمبود سرمایه‌گذاری و نابرابری‌های اجتماعی و اقتصادی بر این معضل تأثیر می‌گذارند. هوش مصنوعی به‌عنوان یک فناوری نوین، در حال تغییر شیوه‌های استخدام و مدیریت نیروی کار است. این فناوری می‌تواند به بهبود فرایندهای استخدام، شناسایی استعدادها و تصمیم‌گیری‌های مرتبط با نیروی کار کمک کند؛ اما همچنین باید توجه داشت که این فناوری ممکن است به بیکاری برخی مشاغل منجر شود. بنابراین، نیاز به بررسی دقیق‌تر تأثیرات هوش مصنوعی بر بازار کار و سیاست‌گذاری‌های اشتغال وجود دارد.

استان سیستان و بلوچستان از وسیع‌ترین استان‌های ایران (دومین استان پهناور کشور بعد از استان کرمان) با مرز زمینی ۱۲۱۰ کیلومتر و مرز دریایی ۳۷۰ کیلومتر و وسعت ۱۸۷۵۰۲ کیلومتر مربع و حجم ۵/۱۲ نفر در هر کیلومتر مربع طبق آمار سال ۱۳۹۰ (پراکندگی جمعیت بسیار بالا) است. نرخ بیکاری در استان در ابتدای برنامه چهارم توسعه اقتصادی یعنی سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵، ۱۰/۹ درصد بوده و در

سال ۱۳۹۲ به ۱۱/۴ درصد افزایش یافته است. جمعیت شاغل در استان از ۴۲۶۶۸۴ نفر در ۱۳۸۵ به ۳۸۵۶۹۸ نفر در سال ۱۳۹۰ تقلیل یافته است (Hosseinzadeh, R, 2017). براساس شاخص‌های عمده نیروی کار استان سیستان و بلوچستان در سال ۱۳۹۸ که توسط سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان احصا و در اختیار محقق قرار گرفته است نرخ بیکاری در این سال به رقم ۱۳/۱ افزایش پیدا کرده است و این رقم در سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ نیز در همین رقم باقی‌مانده است که همچنان رقم بسیار بالایی است. رفتار سیستم متأثر از ساختار آن است ساختار دربردارنده حلقه‌های بازخوردی، دو متغیر حالت و جریان و همچنین روابط غیرخطی است که تحت تأثیر فرایند تصمیم‌گیری درون سیستم است. روش پویایی سیستم در سال ۱۹۶۰ توسط فورستر در انجمن مدیریت اسلون در بخش تکنولوژی ماساچوست بیان شد که بر اساس سه رشته مدیریت سنتی سیستم‌های اجتماعی، نظریه بازخوردی یا سایبرنتیک و شبیه‌سازی کامپیوتری انجام شده است که هدف آن دستیابی به درک عمیق چگونگی کارکرد سیستم‌ها است که در طراحی دوباره سیستم‌ها با حصول بهبود سیاست‌ها در مورد سیستم‌ها مفید باشد (Soshi, I, 2008). چنین می‌توان بیان کرد پویایی سیستم یک روش مفید مطالعه، بررسی، شبیه‌سازی و بهبود سیستم‌های پویا، توسط یک دیدگاه بازخوردی است (Baralas, Y., & yasarcan, H, 2006). در حقیقت ویژگی‌های این روش موجب شده تا از سایر روش‌های شبیه‌سازی متمایز شود و کاربردهای ویژه‌ای برای آن پدید آورد که برخی از مهم‌ترین آن‌ها شامل موارد زیر است:

الف. در اکثر برنامه‌ها ساختار مدل آماده است و کاربر با تغییر پارامترها، نتیجه را ارزیابی می‌کند؛ اما در روش پویایی سیستم کاربر، خود مدل را ساخته، نتایج را در فرم جدول‌ها و نمودارها مشخص می‌کند.

ب. تمرکز اصلی روش پویایی سیستم به ساختار است که بیانگر رفتار سیستم است. روش پویایی سیستم کل رفتار سیستم را بررسی می‌کند به‌طوری‌که انجام رفتار سیستم، بررسی نتایج، آزمون مدل شبیه‌سازی، اطلاعاتی مفید درباره رفتار سیستم را به تحلیلگر بدهد. در سایر روش‌های شبیه‌سازی به تعامل بین افراد توجه می‌شود که با روابط آماری و ریاضی مشخص می‌شوند و تفسیر توسط شخصی که مدل را بررسی می‌کند سخت است.

ج. مدل‌سازی و خود مدل، توانایی یادگیری زیادی را در روش پویایی سیستم دارا است.

هوش مصنوعی برای تحلیل داده‌ها مفید است و می‌تواند در ارزیابی عملکرد شاغلین بسیار مفید باشد. این فناوری بینش دقیقی از عملکرد شاغلین ارائه می‌دهد و به مدیران امکان خواهد داد تا نیروی کار خود را به‌طور منصفانه ارزیابی کنند. هوش مصنوعی در چالش‌های مدیریت نیروی کار از داده‌های واقعی برای ایجاد بینش در عملکرد استفاده می‌کند. علاوه بر این، از آنجایی که هوش مصنوعی بر کل فرایند حاکم است، فرایند بررسی کاملاً شفاف و عینی خواهد بود. بنابراین جایی برای تعصبات شخصی مدیران و سرپرستان باقی نمی‌ماند.

۲. مواد و روش‌ها

از آنجایی که این پژوهش به دنبال بررسی توسعه چهارچوبی جهت تحلیل حل مسئله اشتغال استان سیستان و بلوچستان با به‌کارگیری هوش مصنوعی و پویایی‌شناسی سیستم است، بنابراین روش تحقیق از نوع توصیفی است. در ابتدای مطالعات جهت تکمیل و تحقیق در ادبیات موضوع، کتاب‌های مرتبط مورد بررسی قرار گرفت. جهت تکمیل این مباحث و همچنین تحقیق در الگوریتم‌های یادگیری ماشین و شبکه مصنوعی، هوش مصنوعی و پویایی‌شناسی سیستم برای توسعه چهارچوبی جهت تحلیل حل مسئله اشتغال صورت گرفت که موجب تکمیل مجموعه اطلاعاتی در زمینه تحلیل حل مسئله اشتغال استان سیستان و بلوچستان با به‌کارگیری هوش مصنوعی و پویایی‌شناسی سیستم و ارائه فرضیات مناسب در خصوص عوامل کلیدی تأثیرگذار شد. پس از جمع‌آوری مطالب مربوط به بررسی عوامل کلیدی که توسط مدیران و کارشناسان مرتبط کامل شد. جامعه آماری این پژوهش شامل کلیه داده‌های بازار کار استان سیستان و بلوچستان از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۸ است که از طریق منابع رسمی مانند مرکز آمار ایران جمع‌آوری شده‌اند. نمونه‌گیری به روش هدفمند انجام شده است، به این صورت که داده‌های مربوط به متغیرهای کلیدی بازار کار، مانند نرخ بیکاری، نرخ مشارکت اقتصادی و توزیع جنسیتی اشتغال، به‌عنوان داده‌های اصلی برای تحلیل انتخاب شده‌اند. در این مقاله جهت استخراج نتایج مطلوب، ترکیبی از روش‌های کتابخانه‌ای شامل بررسی اسناد و کتب، جهت جمع‌آوری اطلاعات، برگزاری جلسات و مصاحبه‌ها با مجریان پروژه‌ها و همچنین پس از معرفی یک مدل برای حل مسئله بیکاری، از نرم‌افزارهای داده‌کاوی weka، نرم‌افزار python برای هوش مصنوعی و vensim برای پیاده‌سازی این مدل و شبیه‌سازی استفاده شد که از معتبرترین نرم‌افزارها در

حوزه مفاهیم مرتبط با تفکر سیستمی و مدل‌سازی و شبیه‌سازی سیستم‌های پویا است.

با متغیرهای زیر لزوم مدل‌سازی مسئله اشتغال استان سیستان و بلوچستان در این مطالعه با ارائه راهبردهای مناسب جهت حل آن توسط پویایی‌شناسی سیستم ارزیابی می‌گردد: جمعیت کل، طول عمر باروری، تعداد ولادت‌ها، تعداد کل وفات‌ها، نیروی کار، میزان بلوغ افراد، تعداد کل مهاجرت‌ها، تعداد استخدام بخش دولتی، تعداد استخدام بخش خصوصی، تعداد شاغلین بخش خصوصی و تعداد شاغلین بخش دولتی (جدول ۱).

جدول ۱: متغیرهای مورد مطالعه

ردیف	عنوان متغیر	واحد سنجش	نوع متغیر
۱	جمعیت کل	فرد	کمی
۲	طول عمر باروری	سال	کمی
۳	تعداد ولادت‌ها	سال / فرد	کمی
۴	تعداد کل وفات‌ها	سال / فرد	کمی
۵	نیروی کار	فرد	کمی
۶	میزان بلوغ افراد	سال / فرد	کمی
۷	تعداد کل مهاجرت‌ها	سال / فرد	کمی
۸	تعداد استخدام بخش دولتی	سال / فرد	کمی
۹	تعداد استخدام بخش خصوصی	سال / فرد	کمی
۱۰	تعداد شاغلین بخش خصوصی	فرد	کمی
۱۱	تعداد شاغلین بخش دولتی	فرد	کمی

۳. پیشینه پژوهش

در بررسی تحقیقات مرتبط با موضوع پژوهش حاضر که از روش پویایی‌شناسی سیستم‌ها و هوش مصنوعی بهره برده‌اند، اهمیت موضوع اشتغال نشان داده شده است، از طرفی با مطالعه این تحقیقات مرتبط با موضوع پژوهش حاضر این نتیجه حاصل شد که مسئله اشتغال استان سیستان و بلوچستان به‌طور جدی مورد بررسی قرار نگرفته است. ضمناً با توجه به اشتغال پژوهشگر در سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای که متولی اصلی امر آموزش مهارت‌های کاربردی و فنی در کشور هستند و در جهت ایجاد اشتغال گام برمی‌دارند، این خلأ که تحقیقی آکادمیک نیاز است تا موضوع اشتغال در استان محروم سیستان و بلوچستان با استفاده از روش‌های علمی پرداخته شود، کاملاً

مشخص است. این تحقیق در راستای پر کردن شکاف های باقی مانده در موضوع تحقیق است. بر اساس تحقیقات صورت گرفته و بر اساس دانشی که در این زمینه کسب شده است، تلاشی برای ارزیابی پایش کارایی با استفاده از روش های هوشمندی نظیر شبکه مصنوعی، هوش مصنوعی و سایر روش های مربوطه مانند شبیه سازی گسسته پیشامد و همچنین پویایی شناسی سیستم ها به منظور دسترسی به اهداف مطالعه انجام نشده است. پیش بینی می شود که در این تحقیق به این موارد پرداخته شود.

دانشور در پایان نامه ای با تمرکز بر بخش کشاورزی، به «بررسی و پیش بینی اشتغال و تولید در بخش های اقتصادی استان فارس» پرداخته است. هدف این پژوهش، پیش بینی و ارزیابی وضعیت اشتغال و تولید در بخش های مختلف اقتصادی استان فارس، با تأکید ویژه بر کشاورزی، بوده است. دانشور برای دستیابی به این هدف، از جدول داده - ستانده و برنامه ریزی خطی بهره برده است. نتایج تحلیل های دانشور نشان می دهد که برای ایجاد جهش اقتصادی در استان فارس، بخش های عمده فروشی، زراعت و باغداری و حمل و نقل باید توسعه یابند، زیرا این بخش ها بیشترین ارتباط پسین و شدت تعامل را با سایر بخش ها دارند. از طرفی، بخش های هتل و رستوران، تولید پوشاک و محصولات غذایی، پتانسیل بالایی در افزایش تقاضا برای تولیدات واسطه ای سایر بخش ها دارند.

در زمینه پیوندهای اقتصادی، بخش های تولید پوشاک، آموزش و بهداشت و درمان دارای پیوند پسین قوی و بخش های وسایل نقلیه، آموزش و اداره امور عمومی و خدمات شهری دارای پیوند پیشین گسترده با سایر بخش های اقتصادی هستند. بخش کشاورزی در این میان نقش مهمی ایفا می کند؛ هم تأمین کننده کالاهای واسطه ای برای سایر بخش ها است و هم به تولیدات واسطه ای آن ها وابسته است. در استان فارس، کشاورزی از نظر ایجاد اشتغال وضعیت مناسبی دارد و برای کاهش نرخ بیکاری، باید تقاضای نهایی برای محصولات این بخش افزایش یابد. از نظر اقتصادی، ایجاد اشتغال در بخش کشاورزی به صرفه تر از بخش صنعت است؛ زیرا هزینه ایجاد هر شغل در کشاورزی به طور قابل توجهی کمتر از صنعت است و با سرمایه گذاری یکسان، می توان تعداد بیشتری شغل در بخش کشاورزی ایجاد کرد (Danshvar, Z, 2012).

فلاح و همکارانش در سال ۱۳۹۲ با ارائه پژوهشی با عنوان: «طراحی مدل توسعه اشتغال استان یزد با استفاده از رویکرد پویایی شناسی سیستم» در پی آن بوده اند که با ساخت یک مدل، عوامل کلیدی مؤثر بر گسترش فرصت های شغلی در استان را شناسایی نمایند و با در نظر گرفتن تعاملات پیچیده بین آن ها، چشم انداز آتی اشتغال

را در سناریوهای گوناگون پیش‌بینی کنند. برای این منظور، از نرم‌افزار Vensim جهت شبیه‌سازی روند توسعه اشتغال در استان یزد بر پایه متدولوژی پویایی‌شناسی سیستم استفاده شده است. در نهایت، پس از ترسیم تصویری از وضعیت احتمالی اشتغال در آینده، بر اساس یافته‌های مدل پیشنهادی، راهکارهایی از قبیل تأمین زیرساخت‌های مناسب برای جمعیت استان، پشتیبانی از ارتقای قسمت خصوصی و پیشگیری از ورود بیش‌ازحد مهاجران از استان‌های هم‌جوار، به‌منظور کسب سیاست‌های مفید در استفاده از فرصت‌های موجود جهت افزایش توان مدیریت در مواجهه با تهدیدهای آتی ارائه نموده‌اند (Falah, H., Naqavi, A., & Asadi, M, 2013)

گودرزی موضوع پایان‌نامه خود را «تحلیل وضعیت اشتغال در بخش کشاورزی و تأثیر کمبود آن بر نرخ بیکاری در اقتصاد ایران از دیدگاه استخراج داده‌های نرم‌افزار»، با هدف برجسته کردن اهمیت این بخش به‌عنوان یکی از ارکان اصلی اقتصاد کشور و پیش‌بینی اشتغال این بخش و تأثیر آن بر نرخ بیکاری انتخاب کرده است. وی برای این منظور از مدل شبکه‌های مصنوعی و مدل رگرسیون میانگین متحرک بهره‌برداری شده و برای تعیین نوع تأثیر، از روش حداقل مربعات معمولی استفاده کرده است. نتایج نشان می‌دهد که تا پایان سال ۱۳۹۹، نرخ بیکاری در ایران به سمت افزایش خواهد رفت و به حدود ۴ میلیون نفر خواهد رسید که با داده‌های موجود نیز هم‌خوانی دارد. همچنین، محقق پیش‌بینی نموده که از سال ۱۴۰۰ نرخ بیکاری در سطح کل اقتصاد کاهش خواهد یافت. علاوه بر این، وی تأکید کرده است که اشتغال در بخش کشاورزی تأثیر منفی و معناداری بر بیکاری دارد و این موضوع به معنای کاهش نرخ بیکاری به دلیل فعالیت‌های شغلی در این بخش است (Ghodrzi, A, 2009).

امیری و همکاران مقاله‌ای با عنوان: «عوامل تأثیرگذار بر نیروی کار در صنایع غذایی و نوشیدنی در استان مازندران» انجام داده‌اند. هدف تحقیق ایشان بررسی اثر تعداد کارگاه‌های صنایع غذایی و آشامیدنی در این استان بر اشتغال استان مازندران بوده است. برای این منظور از داده‌های آماری زمانی اشتغال EM، تعداد کارگاه NE، سرمایه‌گذاری واقعی (RIC) الگویی توسعه‌یافته با استفاده از داده‌های مربوط به دوران ۲۰ ساله از سال ۱۳۷۰ تا ۱۳۸۹ استفاده شده تا رابطه میان عملکرد مالی شرکت‌ها با عواقب بلندمدت آن در بازار سرمایه در استان مازندران بررسی شود. در بلندمدت به ازای هر یک درصد تغییر در میزان RIC و NE اشتغال به ترتیب به میزان ۰/۱۳۹ درصد و ۲/۳۲۹ درصد افزایش می‌یابد ولی در مقابل یک درصد تغییر در ROIC به میزان ۰/۲۵۸ درصد کاهش می‌یابد (Amiri, Z., Mofid, M., & Kavosi, M, 2015).

یو و همکارانش در مقاله‌ای با رویکرد اقتصادسنجی روابط متقابل بین توسعه اقتصادی و رشد اشتغال در استان شانسی چین را در سال ۲۰۱۶ مورد بررسی قرار داده و به پیش‌بینی وضعیت اشتغال در این استان پرداخته‌اند (Zhou, X., Chen, X. and Zhang, T., 2016).

ژیوانی برناردو و سایمون درالساندرو در دیپارتمان اقتصاد دانشگاه پیزا در ایتالیا، مقاله‌ای با عنوان: «تحلیل اشتغال و اثرات نابرابر سرمایه‌گذاری‌ها روی بخش کم کربن بر اساس مدل پویایی سیستم‌ها» به انجام رساندند. هدف از این تحقیق ارائه چهارچوبی بر اساس اقتصاد کلان به منظور ارزیابی پیامدهای اجتماعی و اقتصادی حاصل از انتقال سرمایه به موارد کم کربن است. آن‌ها در چهارچوب رشد استاندارد یک مدل اصلاح شده Lotka - Volterra برای ارزیابی دستمزد و اشتغال به کار بردند تا بتوانند هم پویایی‌های بلندمدت سیستم اقتصادی از حیث انتشار کربن و رشد ناخالص داخلی را بررسی کنند و همچنین نوسانات کوتاه‌مدت اقتصاد کلان از حیث عدم اشتغال و نابرابری را ارزیابی کنند. آن‌ها از این چهارچوب برای مقایسه نتایج ترکیب سه استراتژی مختلف استفاده کردند: بهبود اثربخشی انرژی، توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش مستقیم انتشار کربن. سرانجام آن‌ها نشان دادند که انتقال سرمایه به بخش کم کربن، نه تنها اشتغال و سهم کار را افزایش می‌دهد بلکه سرعت رشد ناخالص داخلی و دستمزدها را کاهش می‌دهد (James Brink, MD, 2017).

ورونیکا آریاگارا، مقاله‌ای با عنوان: «طرح بررسی کیفیت ابعاد چندگانه شاخص اشتغال با بررسی نیروی کار در آمریکای مرکزی» ارائه داد. اکثر کشورهای در حال پیشرفت، از جمله آمریکای لاتین، از بحث کیفیت اشتغال غافل ماندند. به‌رحال آگاهی فزاینده از اهمیت ابعاد کیفی اشتغال برای رفاه، به تازگی توجه بسیاری را در این مناطق جلب کرده است. او با هدف درک وسیع‌تر از ویژگی‌های متغیر اشتغال در جهت ایجاد یک ارزیابی دقیق مفهومی و محتمل تجربی مرتبط با این استراتژی به بررسی پرداخته است. روش به کار رفته در این بررسی، روش ALKIR & FOSTER برای ایجاد شاخص ترکیبی کیفیت اشتغال (QOE) و جست‌وجوی پیامدهای متعاقب آن در ۶ کشور آمریکای مرکزی، بر اساس بانک داده به دست آمده از نیروی کار است.

طبق نتایج پرسش‌نامه و سایت آمار جهانی نتایج مربوط به سن پاسخ‌دهندگان در جدول (۲) و (۳) و شکل (۱)، نشان داده شده است؛ در توزیع سنی پرسش‌شوندگان این پژوهش؛ حداقل سن در میان پاسخ‌گویان ۱۸ سال و حداکثر سن ۶۵ سال بوده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، سنین بین ۱۸ تا ۴۰ سال، بیشترین پرسش‌شونده

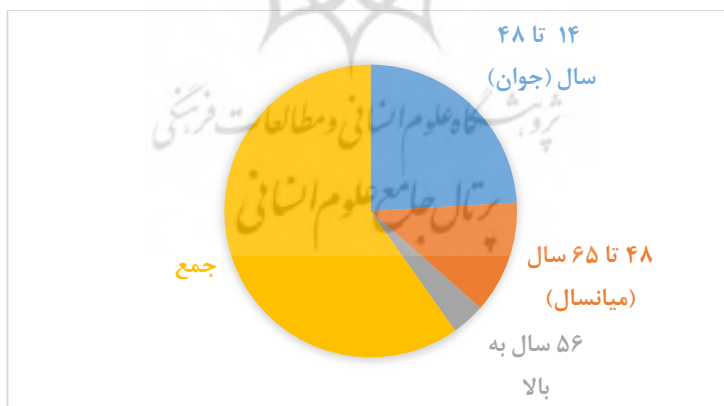
را تشکیل می‌دهند. از آمار و ارقام جدول ۲ چنین استنباط می‌شود که ۴۰/۵ درصد بین ۱۴ تا ۴۸ سال؛ ۲۸/۵ درصد بین ۰ تا ۱۴؛ ۲۰/۵ درصد بین ۴۸ تا ۶۵ سال (میانسال) و ۱۰/۵ درصد جمعیت ۶۵ سال به بالا سالخورده هستند. مقدار میانه هم معادل با ۱/۳۴ است که این رقم بیانگر آن است که متوسط سن ۱۴ تا ۴۸ سال است و بیشتر افراد در رده سنی جوان هستند.

جدول ۲: توزیع سنی پاسخ‌گویان (شهروندان و مدیران) بر حسب درصد در مناطق مختلف

سن	بلوچستان	سیستان	سایر مناطق اطراف
۱۸-۴۰ سال (جوان)	۲۲/۶۸	۱۹/۲۵	۰/۰
۴۰-۵۵ سال (میانسال)	۱۸/۷۳	۱۶/۴۵	۰/۵۲
۵۵ به بالا سال (سالخورده)	۱۲/۹۱	۳/۰۶	۰/۰

جدول ۳: فراوانی سن در کل نمونه مورد مطالعه

مقولات متغیر	فراوانی	درصد فراوانی (%)	میانه
۰ تا ۱۴ سال (تا بلوغ)	۷۴	۲۸/۵	۱/۳۴
۱۴ تا ۴۸ سال (جوان)	۹۱	۴۰/۵	
۴۸ تا ۶۵ سال (میانسال)	۴۷	۲۰/۵	
۶۵ سال به بالا (سالخورده)	۱۴	۱۰/۵	
جمع	۲۲۶	۱۰۰	



نمودار ۱: نمودار دایره‌ای توزیع فراوانی گروه سنی در نمونه مورد مطالعه

جدول ۴: مقایسه زوجی زیر عامل‌های محیطی در بخش دولتی

نسبت به بهترین زیر عامل

عوامل محیطی	
A24	2.7
A25	2.5
A26	2.4
27	2.6
A28	2.9
A29	2.6
A30	3.2
A31	2.3

۳-۱. روش هوشمند

تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه معمولاً طی دو مرحله تعیین وزن معیارها و انتخاب یا ارزیابی گزینه‌ها بر اساس معیارهای گوناگون قابل انجام است (Wiley- & Chismar WG, Patton S, 2003) برای تعیین وزن معیارها، دو نوع روش برای تصمیم‌گیری وجود دارد: روش‌های عینی و ذهنی. روش‌های ذهنی به سلیقه‌ها و ترجیحات تصمیم‌گیرندگان بستگی دارند، درحالی‌که روش‌های عینی به تجزیه و تحلیل اطلاعات موجود در ماتریس تصمیم برای تعیین وزن معیارها می‌پردازند. از آنجاکه اطلاعات مورد نیاز برای ساخت ماتریس تصمیم غالباً در دسترس نیست، روش‌های ذهنی به‌طور معمول بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند (Born, Rainer, 1988). یک تکنیک مهم در تعیین وزن‌های ذهنی، رویکرد سلسله مراتب است که برای انجام آن نیازی به وجود اطلاعات کاملی نیست، بلکه تنها با استفاده از دانسته‌های شخصی و تجربه تصمیم‌گیرنده انجام می‌شود و مقایسه زوجی معیارها باهم و توسط خبرگان وزن‌های نهایی تعیین می‌شود. از مشکلات مهم روش تحلیل سلسله مراتبی این است که با افزایش تعداد معیارها و خبرگان تعداد مقایسات زوجی افزایش می‌یابد. روش بهترین- بدترین نسبت به سایر روش‌های وزن‌دهی این است که به‌جای مقایسه زوجی تمام معیارها به مقایسه زوجی بهترین معیار با سایر معیارها با بدترین معیار می‌پردازد. این روش نسبت به روش تحلیل سلسله مراتبی دو برتری دارد: به مقایسات زوجی کمتری نیاز دارد و نتایج سازگاری بیشتری دارند. در این مقاله پس از معرفی یک مدل برای حل مسئله بیکاری، از نرم‌افزارهای داده‌کاوی weka، نرم‌افزار python برای هوش مصنوعی و در نهایت از vensim برای پیاده‌سازی این مدل و شبیه‌سازی استفاده شد. این برنامه

یکی از شناخته‌شده‌ترین و قابل‌اعتمادترین نرم‌افزارهای موجود در حوزه مفاهیم مرتبط با تفکر سیستمی و مدل‌سازی و شبیه‌سازی سیستم‌های پویا است. اسکوپوس و وب آو ساینس به‌عنوان دو پایگاه داده مشهور برای جست‌وجوی مناسب‌ترین پیشینه تحقیق بررسی شد. طبق نظر (Ignat Kulkov, 2021) اسکوپوس پوشش گسترده‌تری داشت و حاوی بیش از ۲۰۰۰۰ مجله مرور همکار ناشران مختلف بود (Reddy, Raj, 1988). در نهایت اسکوپوس جهت جمع‌آوری داده استفاده شد. جدول (۷) متغیرهای استفاده شده در زیرسیستم بازار اشتغال را نشان می‌دهد. جدول ۵: متغیرهای استفاده شده در زیرسیستم بازار اشتغال

متغیر	واحد	نحوه محاسبه متغیر	منبع
تعداد استخدام بخش دولتی	فرد	نرخ استخدام بخش دولتی $\times$ نیروی کار	سالنامه آماری استان سیستان و بلوچستان
تعداد استخدام بخش خصوصی	فرد	نرخ استخدام بخش خصوصی $\times$ نیروی کار	سالنامه آماری استان سیستان و بلوچستان
شاغلین بخش دولتی	فرد	تعداد استخدام بخش دولتی - تعداد استخدام‌کنندگان بخش دولتی	سالنامه آماری استان سیستان و بلوچستان
شاغلین بخش خصوصی	فرد	تعداد استخدام بخش خصوصی - تعداد استخدام‌کنندگان بخش خصوصی	سالنامه آماری استان سیستان و بلوچستان
تعداد بازنشستگان بخش دولتی	فرد	شاغلین بخش دولتی - نرخ بازنشستگان بخش دولتی	سالنامه آماری استان سیستان و بلوچستان
تعداد بازنشستگان بخش خصوصی	فرد	شاغلین بخش خصوصی - نرخ بازنشستگان بخش خصوصی	سالنامه آماری استان سیستان و بلوچستان
بودجه دولت	سال / ریال	بودجه سرانه $\times$ جمعیت کل	سالنامه آماری استان سیستان و بلوچستان
درآمد دولت	سال / ریال	نرخ درآمد سرانه $\times$ جمعیت کل	سالنامه آماری استان سیستان و بلوچستان

منبع	نحوه محاسبه متغیر	واحد	متغیر
سالنامه آماری استان سیستان و بلوچستان	(مصرف بخش خصوصی × نرخ مالیات) + (نرخ مالیات بر درآمد × درآمد بخش خصوصی)	سال / ریال	مقدار مالیات
سالنامه آماری استان سیستان و بلوچستان	بودجه دولت + درآمد دولت + مقدار مالیات - هزینه حقوق و دستمزد بخش دولتی - مقدار وام - هزینه های عمومی	ریال	خزانه دولت
	نوع مخارج بخش دولتی × جمعیت کل	سال / ریال	هزینه‌های عمومی
	نرخ وام × خزانه دولت	سال / ریال	مقدار وام
	مقدار وام + رشد سود خالص + درآمد بخش خصوصی - مصرف بخش خصوصی - سرمایه گذاری بخش خصوصی	ریال	نقدینگی جامعه
سالنامه آماری استان سیستان و بلوچستان	نرخ مصرف بخش خصوصی × نقدینگی جامعه	ریال	مصرف بخش خصوصی
	(درآمد بخش خصوصی به ازای هر نفر × شاغلین بخش خصوصی) + (درآمد بخش دولتی به ازای هر نفر) × (شاغلین بخش دولتی) + (مصرف بخش خصوصی × سرمایه گذاری مجدد)	سال / ریال	درآمد بخش خصوصی

برای ارائه راهبردهای مناسب جهت حل و پذیرش هوش مصنوعی با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم در راستای مدل‌سازی مسئله اشتغال استان سیستان و بلوچستان در بخش خصوصی و دولتی ابتدا مقالات خارجی در پایگاه اسکوپوس و مقالات داخلی بررسی شد. کلمات مورد جست‌وجو شامل «هوش مصنوعی»، «یادگیری ماشین»، «پذیرش تکنولوژی»، «بخش خصوصی» و «بخش دولتی»، «پویایی سیستم» و «اشتغال» بودند که منجر به انتخاب ۱۱۳ مقاله خارجی و مقاله داخلی شد. سپس راهبردهای مناسب احصا شده در پژوهش‌های قبلی در بعد مدل‌سازی، اشتغال، پویایی‌شناسی سیستم و هوش مصنوعی از بین ۱۱۳ مقاله تعداد ۳۴ مقاله و طبقه‌بندی گردید. در نهایت، عوامل شناسایی شده در سه دسته فناوری، سازمانی و محیطی طبقه‌بندی شد.

برای تعیین اهمیت عوامل نظر خبرگان در بخش دولتی و خصوصی با پرسش‌نامه، سنجیده شد. برای تحلیل داده‌های درونی از آزمون کولموگروف اسمیرنوف و پردازش

نوع توزیع داده‌ها از طریق پرسش‌نامه استفاده شد. نتایج آزمون نشان داد که توزیع داده‌ها از توزیع آماری نرمال پیروی نمی‌کنند؛ برای تجزیه و تحلیل آن‌ها، از توزیع (ناپارامتریک) استفاده شد. برای رتبه‌بندی عواملی که شناسایی شدند، از آزمون فریدمن بهره‌گیری گردید. جهت سنجش میزان اهمیت عوامل، پرسش‌نامه‌ای بر طبق طیف ۴ گزینه‌ای لیکرت طراحی شد. با توجه به آزمون فریدمن برای بخش دولتی مهم‌ترین عامل اصلی شامل «سازمانی» و کم‌اهمیت‌ترین عامل اصلی «محیط» و برای بخش خصوصی مهم‌ترین عامل اصلی «فناوری» و کم‌اهمیت‌ترین عامل اصلی «سازمانی» بود.

۳-۲. روش پویایی سیستم

همان‌طور که گفته شد روش پویایی سیستم در سال ۱۹۶۰ توسط فورستر در دپارتمان مدیریت اسلون در مؤسسه فناوری ماساچوست، مطرح شد که این دپارتمان به سه حوزه علمی: مدیریت سنتی، سیستم‌های اجتماعی، و نظریه سایبرنتیک و شبیه‌سازی رایانه‌ای متکی است. هدف اصلی آن، دستیابی به درک عمیق‌تری از عملکرد سیستم‌ها است که می‌تواند به بهبود طراحی و سیاست‌گذاری در سیستم‌های مربوطه کمک کند (Soshil, I, 2008).

همان‌طور که قبلاً ذکر شد این تحقیق از منظر هدف یک تحقیق کاربردی است. و این تحقیق از منظر ماهیت یک تحقیق شبه آزمایشی است که جهت بررسی سناریوهای مختلف، شبیه‌سازی را بر اساس رویکرد پویایی سیستم به کار می‌گیرد. شایان ذکر است که پویایی سیستم به‌طور عمده در شرایطی کاربرد دارد که رفتار پدیده ناشی از پویایی طبیعی و تعامل متغیرهای داخلی سیستم باشد. این رویکرد برای حل مسئله اشتغال در استان سیستان و بلوچستان با استفاده از هوش مصنوعی، با این فرض که سیستم روند عمومی و طبیعی خود را طی می‌کند، مورد استفاده قرار می‌گیرد، می‌توان از رویکرد پویایی سیستم استفاده کرد. در حقیقت این رویکرد روشی برای مطالعه و مدیریت سیستم‌های پیچیده و دارای بازخورد است که هدف از آن به‌دست‌آوردن درک و دیدگاهی در مورد روابط سیستم به‌گونه‌ای است که بتوان خط‌مشی‌های ممکن (سناریوها) برای بهبود سیستم را بررسی کرد. همچنین تمرکز اصلی این سیستم تحت تأثیر ساختاری است که رفتار آن را تعیین می‌کند. برای درک بهتر و نمایش این ساختار، دو ابزار اصلی تفکر سیستمی به کار می‌روند: نمودار علی و معلولی و نمودار جریان. در این تحقیق بعد از تعیین متغیرهای مؤثر بر اشتغال با

نظرخواهی خبرگان پژوهش و تأیید نهایی این متغیرها از طریق یک جدول، فرایند تهیه و ترسیم نمودارهای علی- معلولی و جریان مسئله پژوهش طی یک فرایند رفت و برگشتی انجام شد و بعد از اعتبارسنجی مدل جریان، سناریوهایی جهت بهبود عملکرد حل مسئله اشتغال استان سیستان و بلوچستان با به‌کارگیری هوش مصنوعی با رویکرد پویایی‌شناسی سیستم مورد بررسی قرار گرفت که در تمام مراحل این فرایند بازخورد هر مرحله به مراحل قبل از خود در برخی موارد باعث تجدید نظر در مراحل قبل شد. همچنین برای ترسیم نمودار علی- معلولی و نمودار جریان تحقیق و بررسی سناریوها از ونسیم که یکی از پیشرفته‌ترین نرم‌افزارها در زمینه شبیه‌سازی رایانه‌ای رفتارهای پویا است، استفاده شد و شبیه‌سازی برای یک دوره ۱۰ ساله و با در نظر گرفتن بازه زمانی مشخص، انجام شده است. لازم به ذکر است جامعه آماری پژوهش شامل خبرگان، مسئولین و بانک اطلاعات استان سیستان و بلوچستان بود که در تمام مراحل تحقیق از ۸ نفر خبره که با استفاده از روش نمونه‌گیری گلوله برفی انتخاب شده بودند، به‌عنوان نمونه‌ای برای تحقیق مورد استفاده قرار گرفتند.

۴. مدل‌سازی سیستماتیک اشتغال در استان سیستان و بلوچستان چگونه صورت می‌گیرد؟

با توجه به گستردگی موضوع و پیچیدگی روابط میان عوامل متعدد که روی اشتغال تأثیرگذار هستند مدل در این مطالعه از دو زیرسیستم جمعیت و بازار اشتغال تهیه شد که هرکدام از این زیرسیستم‌ها جداگانه مورد بررسی قرار می‌گیرد. زیرسیستم جمعیت از اقتصاد و موارد مالی شکل می‌گیرد؛ بنابراین توجه به عوامل جمعیتی (سن، جنس و تعداد) موضوع مهمی است که در توصیف اشتغال باید مد نظر قرار گیرد. این اهمیت از نقش مؤثر انسان‌ها در اشتغال و تولید و عرضه محصولات و خدمات و تقاضا برای خدمات و کالا است که همه موارد در جهت اقتصاد شکل می‌گیرد. زیرسیستم جمعیت مدل اشتغال در نمودار (۲)، نشان داده شده است.

عوامل کلیدی زیرسیستم جمعیت: از حیث سنی، زاد و ولد، بلوغ (برای بیان جمعیت میان طبقات سنی) مرگ‌ومیر (در هر یک از طبقات سنی) و مهاجرت از دیگر مناطق.

عوامل کلیدی زیرسیستم بازار اشتغال: نیروی کار، بخش دولتی، بخش خصوصی، درآمد حاصل از اشتغال در زیرسیستم مدل اشتغال جمعیت در رنج سنی

۰-۱۴، ۱۵-۴۶، ۴۶-۶۵ و ۶۵ به بالا قرار دارد. با توجه به تغییراتی که درون هرکدام از جمعیت‌ها صورت می‌گیرد و با توجه به قرار گرفتن هرکدام از گروه‌های سنی در بازار کار و اشتغال جویی و همچنین توانایی زاد و ولد افراد گروه‌های سنی مختلف این تقسیم‌بندی دارای اهمیت است و می‌توان تغییراتی را که درون جمعیت‌های مختلف است را بررسی کرد. افزایش زاد و ولد متأثر از افزایش جمعیت است در نتیجه افزایش زاد و ولد افزایش جمعیت ۰-۱۴ سال را در پی دارد.

زاد و ولد با تعداد زنان بارور ۱۴ تا ۴۶ سال ارتباط دارد که به‌تبع آن نرخ باروری افزایش می‌یابد. نرخ باروری در واقع تعداد فرزندان است که زن در این بازه زمانی به دنیا می‌آورد.

در اینجا باید توجه کرد که شاخص مرگ‌ومیر برای هرکدام از جمعیت‌ها بر اساس تعداد مرگ‌ومیر در سنین مختلف برآورد می‌شود. مرگ‌ومیر در بازه‌های سنی مختلف بر طبق نسبت‌های ذکر شده بیان می‌شود. بنابراین در هر بازه سنی مرگ‌ومیر به دست می‌آید و برای انتقال افراد به رده سنی بالاتر (بالغین) از آن جمعیت، تعداد فوت‌شده‌های آن طبقه کم می‌شود سپس جمعیت باقیمانده به طبقه سنی بالاتر منتقل می‌شود.

مرگ‌ومیر جامعه، مجموع مرگ‌ومیر هرکدام از گروه‌های سنی است. گروه‌های سنی این مطالعه در چهار طبقه قرار دارد که در مبحث قبلی این گروه‌ها مورد بحث قرار گرفت، این گروه‌های سنی به دلیل ویژگی‌های دموگرافی و قابلیت‌های فیزیولوژیکی شکل‌دهنده جمعیت دارای قابلیت بارداری و همچنین میزان نیروی کار هستند.

در زیرسیستم بازار اشتغال جدول ۷ دو جریان بخش خصوصی و بخش دولتی نشان داده شده است. جهت گردش پولی در اقتصاد باعث جریان‌های پیوسته شده است. دولت نقدینگی را با اعطای تسهیلات افزایش می‌دهد و موجودی خزانه را با درآمد و مالیات افزایش می‌دهد.

در بخش خصوصی نقدینگی با دستمزد اشتغال و دریافت حقوق افزایش می‌یابد. بخش دیگر نقدینگی سودهای حاصل سرمایه‌گذاری و تسهیلات هستند. کاهش نقدینگی نیز در اثر خرید نقدینگی برای خرید کالاهای مصرفی و سرمایه‌گذاری در بخش‌های دولتی است. شکل (۲) زیرسیستم جمعیت مدل اشتغال در سیستان و بلوچستان را نشان می‌دهد.

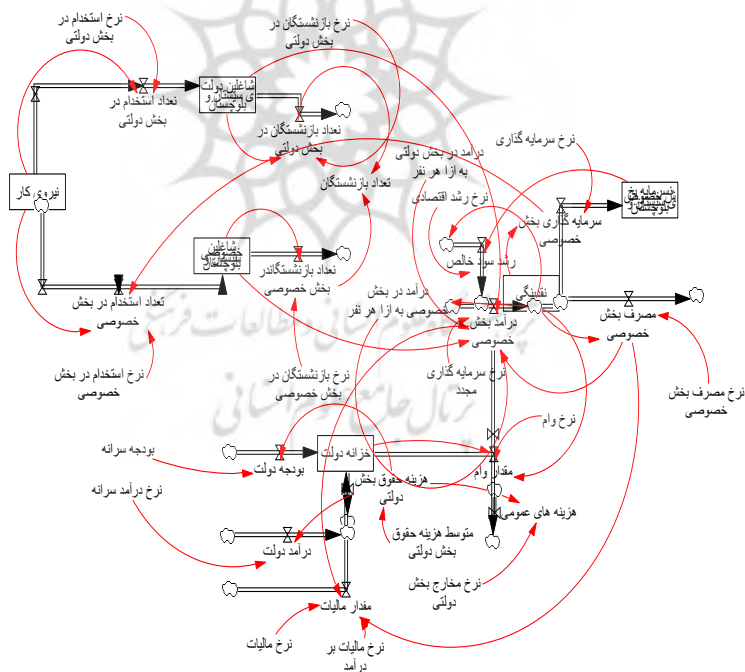


مدل محقق ساخته بر اساس روابط اقتصادی مستندات به تایید متخصصان آشنا به وضعیت اشتغال سیستان و بلوچستان رسید. مدل برای ۱۰ سال گذشته اجرا شد و پس از مشاهده نتایج مشابه با واقعیت‌های امروز اقدام به شبیه‌سازی آینده آن شد.

۲. آزمون حد نهایی: در این آزمون نتایج نشان‌دهنده رفتار منطقی مدل محقق ساخته در حالت‌های حدی (بسیار زیاد و بسیار کم) است. در این مدل میزان حساسیت مدل در برابر تغییرات ارزیابی شد. در این آزمون چند متغیر اصلی مدل تغییر داده شد. (نرخ رشد جمعیت، میزان سرمایه‌گذاری و نرخ مهاجرت).

۴-۱. روابط علت و معلولی بین متغیرهای مربوط به مسئله اشتغال

پس از تهیه نمودار علی - معلولی که تعدادی از حلقه‌های آن تشریح شد، مطابق با نمودار علی - معلولی، مدل جریان پژوهش با نظر خبرگان پژوهش تهیه و ترسیم گردید. سیستم‌ها را می‌توان از نظر متغیرها به سه دسته تقسیم کرد: متغیرهای سطح، متغیرهای نرخ و متغیرهای کمکی. این تقسیم‌بندی به ما کمک می‌کند تا درک بهتری از پویایی‌های سیستم و نحوه تعامل عناصر در آن به دست آوریم. نمودار (۳) مدل بهبود عملکرد حل مسئله اشتغال استان سیستان و بلوچستان با به‌کارگیری پویایی‌شناسی سیستم را نشان می‌دهد.



شکل ۳: زیرسیستم بازار اشتغال در سیستان و بلوچستان

۵. رتبه‌بندی عوامل مؤثر بر حل مسئله اشتغال

تست ساختاری از مهم‌ترین آزمون‌های اعتبارسنجی مدل جریان است که پس از ترسیم مدل جریان پژوهش، روابط بین اجزای مدل به‌صورت ریاضی در نرم‌افزار فرمول‌نویسی می‌شود که پس از اجرا کردن مدل زمانی مورد تأیید نرم‌افزار قرار می‌گیرد که هیچ‌گونه خطایی رخ ندهد و فرمول‌ها و توابع به‌درستی تنظیم شده باشند. در این صورت، نرم‌افزار قابلیت تأیید صحت ساختاری مدل را دارد.

۶. راهبردها و سناریوهایی مناسب جهت حل مسئله اشتغال

بعد از آنکه مدل بهبود عملکرد حل مسئله اشتغال استان سیستان و بلوچستان تهیه و اعتبارسنجی آن مورد تأیید قرار گرفت، به بررسی سناریوهایی در جهت بهبود ارزیابی عملکرد حل مسئله اشتغال استان سیستان و بلوچستان پرداخته شد. سناریوهایی در این راستا از سوی خبرگان، مسئولین و اعضای استان سیستان و بلوچستان مطرح گردید؛ تأثیر این سناریوها بر تمامی متغیرهای سطح مدل جریان بررسی گردید است که عبارتند از:

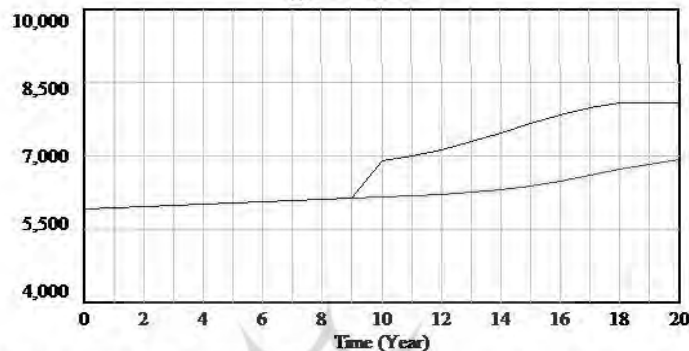
۶-۱. سناریوی اول: تغییر در تسهیلات ارائه شده

با بررسی میزان تسهیلات ارائه شده به بخش‌های مختلف در استان سیستان و بلوچستان بررسی‌های اخیر نشان می‌دهد که در یک دهه گذشته، رشد قابل توجهی در تسهیلات بخش‌های مختلف اقتصادی کشور به چشم می‌خورد. به‌طور مشخص، تسهیلات ارائه شده به بخش‌های کشاورزی، صنعت و خدمات به ترتیب ۱، ۹ و ۹۶ برابر شده است. اگر این روند رشد به همین ترتیب در دهه آینده نیز تداوم یابد، پیش‌بینی می‌شود که سرمایه‌گذاری در بخش‌های مختلف و در نتیجه، سرمایه‌گذاری کل کشور افزایش چشمگیری پیدا کند. این سرمایه‌گذاری می‌تواند به افزایش تقاضا برای نیروی کار شده و در نهایت، افزایش اشتغال در استان منجر شود.

روند پیش‌بینی تقاضا در نیروی کار در پیش‌بینی‌های ۲۰ سال آینده، سناریوی ابتدایی به‌گونه‌ای طراحی شده که شامل شوک‌های بودجه‌ای دولت است. بر اساس شکل (۵)، در سال اول این دوره، تقاضا برای نیروی کار با شیب ملایمی در حال افزایش است و نسبت به یک دهه گذشته تغییرات معناداری در این تقاضا مشاهده نمی‌شود؛ اما در ابتدای سال دهم، تأثیرات شوک وارد شده به طرز چشمگیری بر تقاضای نیروی

کار تأثیر می‌گذارد. این تأثیر حتی تا اواخر دوره مورد بررسی نیز ادامه دارد و تعدیل نمی‌شود. همچنین، مطابق شکل (۵)، در پی افزایش بودجه، رفتار نیروی کار متخصص فعال و عرضه نیروی کار غیرمتخصص مشاهده می‌شود. در نتیجه، با افزایش تقاضا برای نیروی کار و تعداد شاغلان، سهم نیروی کار متخصص کم شد.

تقاضای شغل

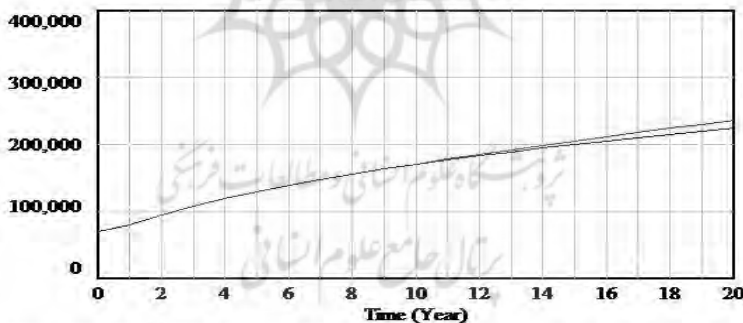


تقاضا : scenario1

تقاضا : current scenario

شکل ۴: رفتار متغیر تقاضا در نیروی پس از تغییر بودجه دولت

niroye kare motekhasates faal



niroye kare motekhasates faal : scenario1

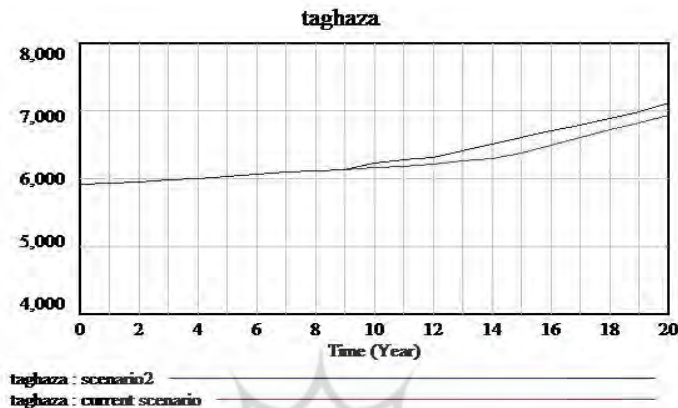
niroye kare motekhasates faal : current scenario

شکل ۵: رفتار متغیر نیروی کار متخصص فعال پس از تغییر بودجه دولت

۲-۶. سناریوی دوم: تغییر در هزینه‌های عمومی در بخش اقتصادی

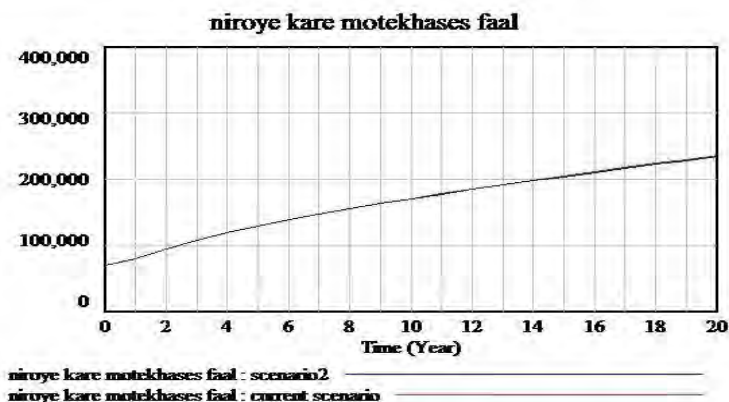
با تجزیه و تحلیل هزینه‌های عمومی اختصاص یافته به بخش‌های مختلف اقتصادی در دهه گذشته، مشاهدات نشان می‌دهد که این هزینه‌ها در بخش‌های کشاورزی، صنعت

و خدمات به ترتیب ۲، ۹۱ و ۲۹ برابر افزایش یافته‌اند. اگر در ده سال آینده نیز افزایش مشابهی رخ دهد، سرمایه‌گذاری در بخش‌های مختلف و در نهایت کل سرمایه‌گذاری رشد خواهد کرد. این تغییرات تأثیر مستقیم بر رفتار متغیر تقاضای نیروی کار متخصص را در شکل (۶)، نشان می‌دهد.



شکل ۶: رفتار متغیر تقاضا پس از تغییر اعتبارات عمرانی

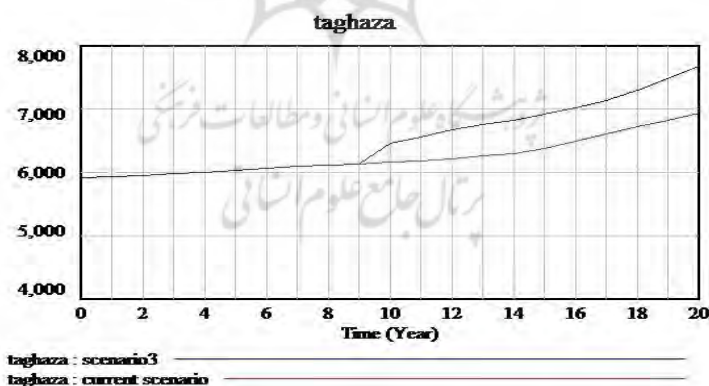
پیش‌بینی روند تقاضا در ۲۰ سال آینده بر اساس سناریوی دوم، همان‌طور که پیش‌تر ذکر شد، تحت تأثیر تغییرات در هزینه‌های عمومی انجام شده است. مطابق شکل (۶)، در سال اول این دوره، تقاضا برای نیروی کار به آرامی در حال افزایش است و در مقایسه با ده سال گذشته، تغییرات قابل توجهی در میزان این تقاضا دیده نمی‌شود. با این حال، در آغاز سال دهم، تأثیر شوک به‌وضوح بر تقاضای نیروی کار ظاهر می‌شود و این تأثیر تا پایان دوره مورد بررسی ادامه می‌یابد و همچنان روندی ملایم را حفظ می‌کند. همچنین، شکل (۲) تغییرات مربوط به نیروی کار متخصص فعال (عرضه نیروی کار متخصص) را پس از افزایش هزینه‌های عمومی نشان می‌دهد. با توجه به اینکه افزایش هزینه‌های عمومی تنها تأثیر کمی بر تقاضای نیروی کار دارد، بنابراین تغییر در تعداد نیروی کار متخصص فعال نیز ناچیز خواهد بود.



شکل ۷: رفتار متغیر سطح نیروی کار متخصص پس از تغییر هزینه‌های عمومی

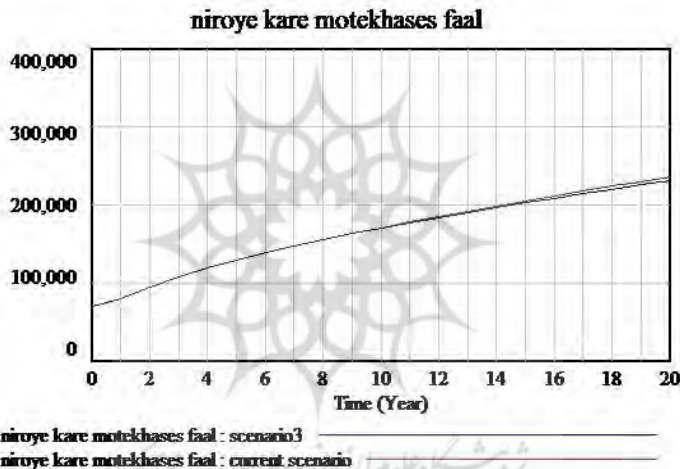
۳-۶. سناریوی سوم: تغییر سهم بخش خصوصی در بخش اقتصادی

با ارزیابی سهم آورده بخش خصوصی در لاین‌های گوناگون اقتصادی در ۱۰ سال قبل مشخص شد که مقدار این سهم در بخش کشاورزی، صنعت و خدمات ۱ و ۹ و ۹۶ است، اگر جهشی به این اندازه در ۲۰ سال آتی اتفاق افتد، سرمایه‌گذاری در بخش‌های مختلف و سرمایه‌گذاری کل افزایش پیدا می‌کند، در نهایت رفتار تقاضای نیروی کار در شکل ۸ قابل مشاهده است.



شکل ۸: رفتار متغیر تقاضا پس از تغییر سهم آورده بخش خصوصی

روند پیش‌بینی تقاضا در ۲۰ سال آتی در سناریوی سوم همان‌گونه که در بالا اشاره شد با ایجاد شوک در سهم آورده بخش خصوصی انجام گرفته است. شکل (۸)، نشان می‌دهد طی دوره ۱ ساله اولیه روند تقاضا برای نیروی کار با شیب ملایمی در حال افزایش است و با یک مقایسه نسبت به ۱۰ سال گذشته تفاوت چندانی در افزایش تقاضا برای نیروی کار ایجاد نشده، ولی در ابتدای دوره دهم شوک وارده تقاضای نیروی کار را بشدت تحت تأثیر قرار داده است؛ به‌طوری‌که اثر این شوک ایجاد شده تا دوره‌های انتهایی مورد بررسی با شیب افزایشی در حال افزایش است. همچنین در شکل (۹)، رفتار نیروی کار متخصص فعال عرضه نیروی کار متخصص، پس از افزایش سهم آورده بخش خصوصی مشاهده می‌شود. این بخش از سرمایه‌گذاری تأثیر کمی در کاهش نیروی کار متخصص انباشته دارد.

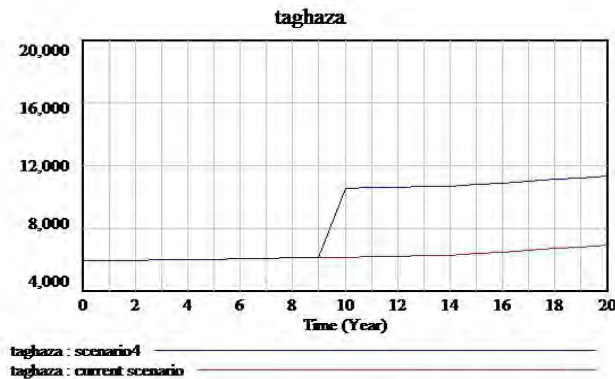


شکل ۹: رفتار متغیر سطح نیروی کار متخصص فعال پس از تغییر سهم آورده بخش خصوصی

۴-۶. سناریوی چهارم: تغییر نقدینگی در بخش‌های اقتصادی

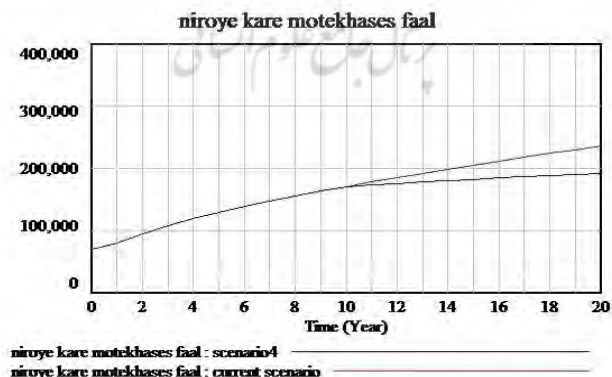
با بررسی میزان نقدینگی جامعه در بخش‌های مختلف اقتصادی طی ۱۰ سال گذشته مشاهده شده که نقدینگی جامعه در بخش‌های کشاورزی، صنعت و خدمات به ترتیب ۱، ۹ و ۲ برابر شده است، اگر جهشی به اندازه همین مقدار در ۲۰ سال آینده رخ دهد، رفتار متغیر تقاضای نیروی کار متخصص در شکل ۱۰ قابل مشاهده است. همان‌طور

که در شکل قابل مشاهده است جهش نقدینگی جامعه تأثیر بسیار زیادی در افزایش تقاضای نیروی کار متخصص دارد.



شکل ۱۰: رفتار متغیر تقاضا پس از تغییر سهم آورده بخش خصوصی

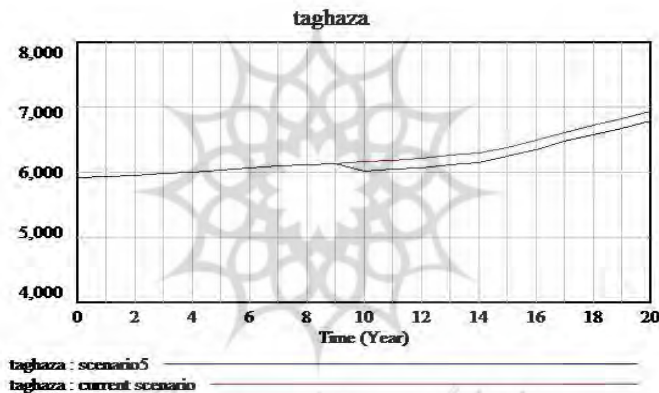
روند پیش‌بینی تقاضا در ۲۰ سال آتی در سناریوی چهارم همان‌گونه که در بالا اشاره شد با ایجاد شوک در نقدینگی جامعه انجام گرفته است. شکل (۱۰)، نشان می‌دهد طی دوره یک ساله اولیه روند تقاضا برای نیروی کار با شیب ملایمی در حال افزایش است و با یک مقایسه نسبت به ۱۰ سال گذشته تفاوت چندانی در افزایش تقاضا برای نیروی کار ایجاد نشده، ولی در ابتدای دوره دهم شوک وارده تقاضای نیروی کار را به شدت تحت تأثیر قرار داده است به‌طوری‌که اثر این شوک ایجاد شده تا دوره‌های انتهایی مورد بررسی تعدیل شده و با شیب مشابه با قبل از ایجاد شوک در حال افزایش است. همچنین در شکل (۱۱)، رفتار نیروی کار متخصص فعال عرضه نیروی کار متخصص، پس از افزایش نقدینگی جامعه مشاهده می‌شود.



شکل ۱۱: رفتار متغیر سطح نیروی کار متخصص فعال پس از تغییر نقدینگی جامعه

۵-۶. سناریوی پنجم: تغییر در جمعیت نیروی کار در بخش های اقتصادی

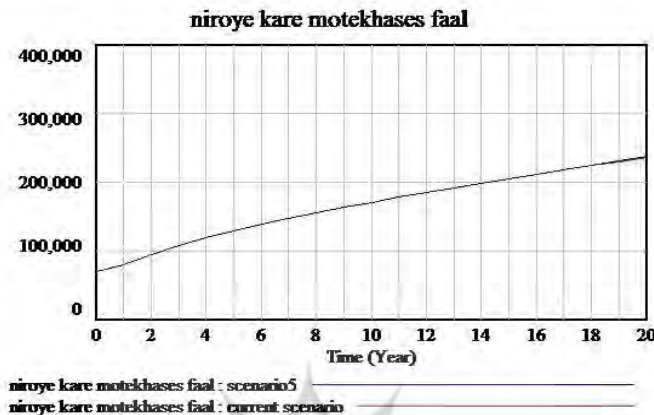
از آنجاکه جمعیت نیروی کار متخصص از رابطه میزان نقدینگی جامعه بر اشتغال به دست می آید بررسی میزان تغییر این دو عامل در ۱۰ سال گذشته نشان می دهد که میزان نقدینگی جامعه در بخش های کشاورزی، صنعت و خدمات به ترتیب، ۹۷۱،۲۷۶ و ۹۷۶ و اشتغال در بخش های کشاورزی، صنعت و خدمات به ترتیب ۹۷۱، ۹۷۲، ۹۷۳ برابر شده است، در نتیجه جمعیت نیروی کار در بخش های، صنعت و خدمات به ترتیب، ۲۷۹ و ۹۷۲ برابر شده است. اگر جهشی به اندازه همین مقدار در ۲۰ سال آینده رخ دهد، رفتار متغیر تقاضای نیروی کار متخصص در شکل زیر قابل مشاهده است. همان طور که در شکل مشاهده می شود جهش بهره وری نیروی کار متخصص تأثیر معکوس در افزایش تقاضای نیروی کار متخصص دارد، به عبارتی افزایش درآمد نیروی کار باعث کاهش تقاضا می شود.



شکل ۱۲: رفتار متغیر تقاضا پس از تغییر درآمد

روند پیش بینی تقاضا در ۲۰ سال آتی در سناریوی پنجم همان گونه که در بالا اشاره شد با ایجاد شوک در درآمد انجام گرفته است. شکل (۱۳)، نشان می دهد طی دوره ۱ ساله اولیه روند تقاضا برای نیروی کار با شیب ملایمی در حال افزایش است و با یک مقایسه نسبت به ۱۰ سال گذشته تفاوت چندانی در افزایش تقاضا برای نیروی کار ایجاد نشده، ولی در ابتدای دوره دهم شوک وارده تقاضای نیروی کار را تحت تأثیر قرار داده است به طوری که اثر این شوک ایجاد شده تا دوره های انتهایی مورد بررسی تعدیل شده و با شیب مشابه با قبل از ایجاد شوک، در حال افزایش است.

همچنین در شکل (۱۳)، رفتار نیروی کار متخصص فعال، عرضه نیروی کار متخصص، پس از افزایش درآمد مشاهده می‌شود. با توجه به کاهش ناچیز در تعداد شاغلین، افزایش بسیار کمی در تعداد نیروی کار متخصص فعال قابل مشاهده است.



شکل ۱۳: رفتار متغیر سطح نیروی کار متخصص فعال پس از تغییر درآمد

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

قبل از آغاز این پژوهش، مطالعات موجود بیشتر به تحلیل‌های کلی نرخ بیکاری در ایران پرداخته بودند و کمبود شواهد تجربی در ارتباط با تأثیر روش‌های نوین بر بهبود بازار کار در استان سیستان و بلوچستان احساس می‌شد. پس از انجام پژوهش، یافته‌ها نشان دادند که استفاده از مدل‌های پیش‌بینی و شبیه‌سازی به‌طور قابل ملاحظه‌ای می‌تواند به کاهش نرخ بیکاری و بهبود اشتغال در این استان کمک کند. اگرچه نتایج ما با برخی مطالعات قبلی هم‌راستا بود؛ اما نوسانات منطقه‌ای و شرایط خاص اقتصادی سیستان و بلوچستان می‌تواند به تفاوت‌های مشاهده شده بین یافته‌های ما و دیگر پژوهش‌ها منجر شده باشد. در نهایت، درک جدید ما از مسئله نشان می‌دهد که راهکارهای محلی و بومی‌سازی شیوه‌های اشتغال‌زایی می‌توانند اثرات مثبت چشمگیری بر بازار کار این استان داشته باشند. پویایی سیستم مشابه مدل‌های دیگر، انعکاسی از سیستم دنیای واقعی در جهت بررسی رفتار سیستم، در شرایط آزمایشی گوناگون است. مدل از سه شیوه ارتباطی کلمات، گرافیک و ریاضیات برای بازنمایی سیستم استفاده می‌کند (P.E.D. love et al, 2002). در کل، چند ویژگی را برای پویایی در یک سیستم نشان می‌دهند: ۱. حرکت جهت‌دار و رشد کننده؛ ۲. تغییر و نوآوری؛

۳. انعطاف‌پذیری در تولید محصولات سازگار با محیط؛ ۴. تعادل پویا و رشد یافته؛ ۵. علت‌یابی مسائل؛ ۶. انجام کار مفید توسط امکانات موجود؛ ۷. حساس و هوشمند در مقابل مشکلات؛ ۸. تولید یا خدمات مولد، نمودار علی- معلولی روابط علی بین متغیرهای سیستم را به درستی نشان می‌دهد که مدل‌های ذهنی افراد ساده درک می‌شود. رابطه بین علت و معلول در سیستم توسط خط منحنی که دارای فلشی برای مشخص شدن جهت عملیات است رسم می‌شود. حلقه‌های علی ساختار یک سیستم رسم می‌شود. قسمت‌های گوناگون از ابتدای ورود به سیستم اشتغال تا ورود به جامعه و بازار کار مورد توجه قرار می‌گیرد. نمودارهای علی-معلولی، ساختار بازخوردی را به درستی نشان می‌دهد؛ اما برای شبیه‌سازی کامپیوتری مناسب نیست. نمودار جریان جهت مدل‌سازی فرضیات ایجاد شد. نمودار جریان، نموداری بود که تعامل بین متغیرهای سیستم را مشخص کرد. نمودار گرافیکی مبنایی برای توسعه مدل کمی شبیه‌سازی است (Gibson S, 2019) & Seeman E).

نتایج حاصل از خروجی‌های مدل‌سازی برای سناریوهای تغییرات جمعیت مشخص کرد؛ این سناریو یکی از سناریوهای بدبینانه است که بر اساس دو اصل شکل گرفت: اول در سال‌های آتی توافق جمعی و حرکت گروهی برای کاهش جمعیت صورت نخواهد گرفت؛ دوم جمعیت به‌طور مستمر در حال افزایش خواهد بود و رشد اقتصادی بدون توجه به شرایط لحاظ خواهد شد. در این سناریو توسعه فناوری برای مقابله با اثرات تغییرات جمعیت محدودتر خواهد بود. خروجی این شرایطی در یک بازه زمانی ۱۰ ساله است. طبق سناریوها سیستان و بلوچستان جایگاه نگران‌کننده‌ای را از لحاظ آسیب‌پذیری در مقابل تغییرات جمعیت دارد. این شرایط زمانی بیشتر مورد توجه قرار می‌گیرد که لازم به ذکر است سیستان و بلوچستان در منطقه‌ای است که بسیاری از استان‌های هم‌جوارش دچار شرایط مشابهی هستند؛ اما آن‌ها شرایط وخیم جمعیت را با استفاده از روش‌های علمی و مناسب تغییر داده‌اند. دیدگاه‌های بدبینانه و خوش‌بینانه‌ای در این زمینه وجود دارد. در خصوص دیدگاه بدبینانه دو مؤلفه منفک وجود دارد: اول اینکه هوش مصنوعی جایگزین شغل‌هایی خواهد شد که برای انسان‌ها کم می‌شود. دوم اینکه هوش مصنوعی به همان اندازه که فناوری‌ها بین سال‌های ۱۸۷۰ تا ۱۹۷۰ گسترش یافت تأثیر چندانی نخواهد داشت و بر جامعه مؤثر نخواهد بود. درحالی‌که هر دوی این مؤلفه به نگاه بدبینانه کمک می‌کند؛ اما خبرهای خوب هم مطرح است: خبر خوب این است که هر دو پیش‌بینی بدبینانه نمی‌تواند درست باشد حتی اخبار بهتر این است که هر دو نادرست هستند. در مورد مباحث اقتصادی،

هوش مصنوعی یک فناوری احیای بهره‌وری است. نگرانی این است که سرعت گسترش آن خیلی کند باشد. درعین‌حال تأثیر آن بر همه افراد و شرکت‌ها یکسان نیست (Jatobá, Marian, 2019).

به‌طور کلی سه نظر مختلف در مورد هوش مصنوعی وجود دارد؛ گروه اول افرادی که اطلاعات کمی از توانایی‌های سیستم‌های هوشمند کامپیوتری دارند بر این باورند که هوش مصنوعی هیچ‌گاه باهوش انسان برابری نخواهد کرد و در نتیجه خطری ما را تهدید نمی‌کند. گروه دوم کسانی هستند که به قدرت هوش مصنوعی ایمان دارند، اما بر این باورند که این سیستم‌ها و ربات‌های هوشمند نمی‌توانند خطری بزرگ برای انسان به حساب بیایند. گروه سوم که مشهورترین دانشمندان جهان را شامل می‌شود بر این باورند که AI می‌تواند خطری بزرگ برای بشریت باشد. تعدادی از این دانشمندان پا را فراتر گذاشته‌اند و باور دارند که هوش مصنوعی روزی نسل بشر را نابود خواهد کرد (Huang, M. J., Tsou, Y. L., & Lee, S. C, 2006).

دو نوع راهبرد در مورد پیشرفت فناوری هوش مصنوعی وجود دارد. یکی سیاست‌هایی که بر الگوی انتشار و توسعه هوش مصنوعی و دیگری سیاست‌هایی که بر پیامدهای انتشار و توسعه آن متمرکز هستند. مرتبط‌ترین سیاست‌ها مربوط به انتشار و توسعه هوش مصنوعی که باید سیاست‌گذار فکری برای آن کند عبارتند از: حفظ حریم خصوصی، تجارت و مسئولیت. طراحی سیاست برای توازن مطلوب بین تشویق و انتشار هوش مصنوعی بدون ایجاد خطر بر ارزش‌های اجتماعی تمرکز دارد. همان‌گونه که هوش مصنوعی منتشر می‌شود، عواقبی برای اشتغال و فرصت‌های شغلی، نابرابری و رقابت خواهد داشت. با توجه به این عواقب، نقش سیاست‌های آموزشی و شبکه امنیت اجتماعی بسیار مهم خواهد بود. حال با توجه به این تجربه حرکت به سمت اقتصاد دیجیتال و تحول دیجیتال در کشور بازگو کننده شرایط مهم و حساس برای استفاده از فناوری هوش مصنوعی است که سیاست‌گذار در اقتصاد ایران با توجه به شرایط اقتصادی کشور باید به آن توجه کند (Jarrahi, M. H, 2018). نرخ بیکاری متغیر (Stock) به‌طور مستقیم تحت تأثیر نرخ ورود به بازار کار و نرخ خروج از بازار کار متغیرهای (Flow) است. همچنین، میزان سرمایه‌گذاری در استان (متغیر ورودی) بر روی تقاضای نیروی کار (متغیر کمکی) تأثیر می‌گذارد و از طریق آن بر نرخ استخدام متغیر (Flow) تأثیر می‌گذارد. نرخ استخدام نیز به‌طور معکوس بر نرخ بیکاری تأثیر می‌گذارد. در مدل‌سازی، فرض شده است که سیاست‌های دولتی می‌توانند بر روی نرخ سرمایه‌گذاری و هزینه‌های آموزشی تأثیر بگذارند. همچنین فرض

شده است که هوش مصنوعی می‌تواند هم باعث ایجاد فرصت‌های شغلی جدید شود و هم باعث جایگزینی برخی مشاغل موجود شود. همچنین، فرض شده است که میزان دسترسی به اینترنت و زیرساخت‌های فناوری اطلاعات بر روی استفاده از هوش مصنوعی و بهره‌وری نیروی کار مؤثر است. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهند که سرمایه‌گذاری در آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و توسعه زیرساخت‌های فناوری اطلاعات، تأثیر بسزایی در کاهش نرخ بیکاری دارد. سیاست‌های تشویقی برای سرمایه‌گذاری در بخش‌های با پتانسیل اشتغال‌زایی، بهبود قابل توجهی در وضعیت اشتغال استان ایجاد می‌کند. هوش مصنوعی هم می‌تواند با ایجاد مشاغل جدید و هم با اتوماسیون برخی مشاغل، بر بازار کار اثر بگذارد. بنابراین، مدیریت و سیاست‌گذاری دقیق برای استفاده بهینه از هوش مصنوعی ضروری است. هوش مصنوعی نه تنها می‌تواند به بهبود فرایندهای استخدام کمک کند، بلکه می‌تواند به شناسایی و ایجاد فرصت‌های شغلی جدید در استان سیستان و بلوچستان نیز کمک کند. هوش مصنوعی می‌تواند با ارائه برنامه‌های آموزشی شخصی‌سازی‌شده، تحلیل نیازهای بازار کار و ارزیابی مستمر پیشرفت فراگیران، به بهبود سیستم آموزشی و مهارت‌آموزی کمک کند تا افراد برای مشاغل جدید آماده شوند. هوش مصنوعی می‌تواند با خودکارسازی فرایندهای استخدامی، تحلیل داده‌های عملکرد کارکنان، ارائه آموزش‌های شخصی‌سازی‌شده و پیش‌بینی نیازهای مهارتی، به مدیران منابع انسانی در بهبود کارایی و اثربخشی کمک کند. در سناریوهای بدبینانه، اتوماسیون و هوش مصنوعی ممکن است منجر به حذف مشاغل سنتی و افزایش نرخ بیکاری شود، به‌ویژه در بخش‌های کم‌مهارت و صنایع سنتی استان. در سناریوهای خوش‌بینانه، توسعه فناوری‌های نوین و برنامه‌های آموزشی مؤثر می‌تواند به بهبود مهارت‌های نیروی کار، ایجاد مشاغل جدید و در نتیجه کاهش نرخ بیکاری منجر شود، به‌ویژه در حوزه‌های نوظهوری چون فناوری اطلاعات و انرژی‌های تجدیدپذیر. برای جلوگیری از تأثیرات بدبینانه و تحقق سناریوهای خوش‌بینانه در زمینه اشتغال، می‌توان سیاست‌های زیر را در نظر گرفت؛ آموزش و توسعه مهارت‌ها؛ ایجاد برنامه‌های آموزشی و کارآموزی در زمینه‌های فناوری و مهارت‌های نرم، به‌منظور تقویت قابلیت‌های نیروی کار و تطابق آن‌ها با نیازهای بازار. تشویق نوآوری و کارآفرینی: ارائه مشوق‌های مالی و تسهیلات به کارآفرینان و استارت‌آپ‌ها برای ایجاد کسب‌وکارهای جدید و افزایش اشتغال توسعه زیرساخت‌های دیجیتال: سرمایه در فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات که به کسب‌وکارها این امکان را می‌دهد که با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، بهره‌وری خود را افزایش دهند. برنامه‌های

حمایت از مشاغل: سیاست‌های حمایتی برای مشاغل متضرر از اتوماسیون، از جمله کمک‌های مالی و مشاوره‌های شغلی، به‌منظور حفظ مشاغل موجود. تقویت همکاری میان صنعت و دانشگاه: ایجاد همکاری‌های نزدیک بین دانشگاه‌ها و صنعت برای تأمین مهارت‌های مورد نیاز بازار کار و تسهیل انتقال تکنولوژی. این سیاست‌ها نه تنها از افزایش نرخ بیکاری جلوگیری می‌کنند، بلکه به ایجاد یک محیط اشتغال پویا و متناسب با نیازهای آینده نیز کمک می‌کنند. هوش مصنوعی و پویایی سیستم با بهبود فرایندهای استخدام، ارتقای مهارت‌های نیروی کار و ایجاد فرصت‌های شغلی جدید، می‌توانند به کاهش نرخ بیکاری و بهبود وضعیت اشتغال در استان کمک کنند. دولت باید سیاست‌هایی شامل سرمایه‌گذاری در آموزش فناوری، تسهیل دسترسی به منابع مالی برای استارت‌آپ‌ها و ایجاد برنامه‌های حمایتی برای نیروی کار آسیب‌دیده از اتوماسیون را به‌منظور توسعه اشتغال و به‌کارگیری بهینه هوش مصنوعی اتخاذ کند. محدودیت‌های تحقیق شامل دسترسی محدود به داده‌های جامع درباره تأثیرات دقیق هوش مصنوعی بر اشتغال و قابلیت مدل در پوشش‌دهی همه جوانب پیچیده اقتصادی و اجتماعی مرتبط با این موضوع است.

با استفاده از مدل پویایی سیستم، ما توانستیم تأثیر سیاست‌های مختلف بر نرخ بیکاری در استان سیستان و بلوچستان را شبیه‌سازی کنیم. نتایج نشان داد که سرمایه‌گذاری در آموزش فنی و حرفه‌ای و همچنین توسعه زیرساخت‌های فناوری اطلاعات می‌تواند به کاهش نرخ بیکاری در ۵ سال آینده کمک کند. همچنین، استفاده از هوش مصنوعی در فرایند استخدام و تطبیق مهارت‌های افراد با نیازهای بازار کار، می‌تواند به افزایش نرخ اشتغال و کاهش زمان جست‌وجوی شغل کمک کند. در بخش دیگری از مدل، با استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین، ما توانستیم تقاضای نیروی کار در صنایع مختلف استان را پیش‌بینی کنیم. نتایج نشان داد که در بخش‌های کشاورزی و خدمات، تقاضا برای نیروی کار ماهر در حال افزایش است و استفاده از هوش مصنوعی در این بخش‌ها می‌تواند به بهره‌وری و ایجاد فرصت‌های شغلی جدید کمک کند. علاوه بر این، هوش مصنوعی می‌تواند به بهبود فرایندهای ارزیابی عملکرد و ارائه آموزش‌های متناسب با نیازهای نیروی کار کمک کند. با تحلیل سناریوهای مختلف، متوجه شدیم که در صورت عدم اتخاذ سیاست‌های مناسب، نرخ بیکاری در استان به حد قابل توجهی برسد؛ اما با اجرای سیاست‌های تشویقی برای سرمایه‌گذاری در بخش‌های اشتغال‌زا و همچنین توسعه مهارت‌های دیجیتال، می‌توان از این روند جلوگیری کرده و به نرخ اشتغال پایدارتر دست یافت.

ملاحظات اخلاقی

حامی مالی: این مقاله حامی مالی ندارد.

مشارکت نویسندگان: تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت کرده‌اند.

تعارض منافع: بنا به اظهار نویسندگان، در این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافی وجود ندارد.

تعهد کپی‌رایت: طبق تعهد نویسندگان، حق کپی‌رایت (CC) رعایت شده است.



References

- Amiri, Z., Mofid, M., & Kavosi, M. (2015). Factors affecting employment in the food and beverage industries of Mazandaran Province. *Rural Development and Agricultural Growth*, 1(1), 93–103. (in persian).
- Falah, H., Naqavi, A., & Asadi, M. (2013). Designing a model for the development of women's employment in Yazd using system dynamics approach. *Journal of Industrial Management, Faculty of Humanities, Islamic Azad University*, 25. (in persian).
- Atlur N. (2020). a study on impact of artificial intelligence on human resource management. *Studies in Indian Place Names*, 40.
- Baralas, Y., & yasarcın, H. (2006). Goal setting, Evaluation, Learning and Revision: A Daynam Modeling Approach. *Evaluation and program planing*, 29, 79 - 87.
- Born, Rainer. (1988). *Artificial Intelligence: The Case Against*, London & Newyork, Routledge. 34-45.
- Chismar WG & Wiley-Patton S. (2003). Does the extended technology acceptance model apply to physicians?. Available at: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.97.9056&rep=rep1&type=pdf>.
- Danshvar, Z. (2012). Analysis and forecasting of employment and production in economic sectors of Fars Province with an emphasis on agriculture based on input-output tables and linear programming. 45-89.
- Fleming, Peter. (2019). *Robots and Organization Studies: Why Robots Might Not Want to Steal Your Job*. *Organization Studies*, 73–32.
- Fleming, Peter. (2019). *Robots and Organization Studies: Why Robots Might Not Want to Steal Your Job*. *Organization Studies*, 73–32.
- Geetha, R., & Bhanu, S. R. D. (2018). Recruitment through artificial intelligence: A conceptual study. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 9(7), 63-70.
- Ghodrzi, A. (2009). Forecasting agricultural employment and its effect on the unemployment rate in the Iranian economy. (in persian).
- Hosseinzadeh, R. (2017). Investigating the employment potential of different sectors in Sistan and Baluchestan province in urban areas. In *Proceedings of the First International Conference on Economic Planning, Sustainable and Balanced Regional Developmen*, 45-78.
- Huang, M. J., Tsou, Y. L., & Lee, S. C. (2006). Integrating fuzzy data mining and fuzzy artificial neural networks for discovering implicit knowledge. *Knowledge-Based Systems*, 19(6), 396-403.
- Ignat Kulkov. (2021). The role of artificial intelligence in business transformation: A case of pharmaceutical companies. *Technology in Society*, 120-167.
- James Brink, MD. (2017). *Artificial Intelligence and Machine Learning in Radiology: Opportunities, Challenges, Pitfalls, and Criteria for Success*. *American College of Radiology*, 56-89.
- Jarrahi, M. H. (2018). Artificial intelligence and the future of work: human-AI symbiosis in organizational decision making. *Business Horizons*, 61, (in persian), 577-586.

- Jatobá Marian. (2019). Evolution of Artificial Intelligence Research in Human Resources. *Procedia Computer Science* 164, 137–142.
- McCarthy, J. (1998). What is artificial intelligence?
- P.E.D. love et al. (2002). Using systems dynamics to better understand change and rework in construction project management systems. 45-65.
- Reddy,Raj. (1988). Foundations and Grand Challenges of Artificial Intelligence. *AI Magazine*, vol.9, no.4, pp.9-21.
- Seeman E & Gibson S. (2019). Predicting Acceptance of Electronic Medical Records: Is the Technology Acceptance Model Enough? *ISAM Advanced Management Journa*.
- Soshil, I. (2008). Systems dynamics: An applied approach to management issues (by I. Timuri, A. Nooralil, & N. Valizadeh). Tehran: University of Science and Technology, 10(2), 123-134. <https://doi.org/10.47366/sabia.v5n1a3>. (in persian).
- Zhen- Yu Zhao, Q. L. (2007). System Dynamic Model Applying on Analysis of Impact of Schedule Pressure on Project. 45-87.
- Zhou,X., Chen,X. and Zhang,T. (2016). Impact of Megacity Jobs-Housing Spatial Mismatch on Commuting Behaviors: A Case Study on Central Districts of Shanghai, China,” *Sustain*. Vol. 8, Page 122, vol. 8, no. 2, p. 122, Jan. 2016, doi: 10.3390/SU8020122.

