

Assessment and Evaluation of Iran's Labor Force Participation up to 2061 using a System Dynamics Approach

Hamideh Nazari Nodoushan^{*1}, Maliheh Alimondegari², Seyede Zahra Kalantari Banadaki³

Accepted: 15-07-2025

Received: 25-04-2025

Abstract

This research employs the System Dynamics (SD) methodology with the objective of analyzing and forecasting the Labor Force Participation Rate (LFPR) in Iran up to the year 2061. The LFPR was recognized as a key indicator of the labor market, and the factors influencing it, including social, economic, and demographic variables, were identified and formulated into a conceptual and quantitative simulation model. Utilizing the Vensim software, the impacts of variables such as population age structure, investment levels, fertility rate, marital status, and the discouragement level from job searching on the LFPR were examined and simulated over the period from 2006 to 2061. The results derived from simulating various scenarios indicate a significant potential for the economic participation rate to grow up to 60%, leading to an estimated employed population of around 35 million under the ideal scenario. Conversely, the adverse conditions scenario shows a decline in the participation rate to below 40%, with the employed population estimated at approximately 18 million people. The findings of this study underscore precise and targeted policymaking aimed at effectively capitalizing on demographic opportunities (the demographic window), strengthening investment, improving the fertility rate, and mitigating the feeling of discouragement within the labor market.

Extended Abstract

Purpose: The main goal of this study is to construct a dynamic simulation framework that projects Iran's LFPR to 2061 through an integrated analysis of demographic, economic, and institutional influences. The System Dynamics method was selected to address the inherent limitations of static models, which often overlook the interdependencies of population structure, investment behavior, and labor market

¹ . Corresponding Author. PhD graduate in Demography, Department of Social Sciences, Yazd University, Yazd, Iran. Email: hamideh.nazari@gmail.com

² . Associate Professor in Demography, Department of Social Sciences, Yazd University, Yazd, Iran. Email: m.alimondegari@yazd.ac.ir

³ . PhD graduate in Management from Tarbiat Modares University, Department of Economics and Management, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. Email: s.kalantary@modares.ac.ir

participation.

By employing feedback modeling, this framework captures the nonlinear interactions among variables such as fertility, education, marital patterns, and capital accumulation. It also allows for scenario testing, enabling policymakers to evaluate the consequences of policy interventions, such as increasing female labor participation, modifying retirement age, or enhancing childcare support, over long-term horizons rather than in short snapshots.

This model thus serves as a decision-support tool for policy formulation, offering insights into how coordinated demographic and economic strategies can maximize labor engagement during Iran's demographic window of opportunity. To this end, it also seeks to counterbalance the potential adverse effects of aging, declining fertility, and job-market discouragement on overall participation.

Methodology: The SD-based approach was implemented in the three main stages of conceptualization, model formulation, and validation through simulation.

a. Conceptualization: The process began with an extensive review of empirical studies and statistical sources to identify the variables with direct and indirect influence on the LFPR. These include population dynamics (youth share, aging, fertility), economic indicators (investment, employment elasticity, sanctions impact), educational attainment, and labor discouragement. Experts from economics, sociology, and demography contributed during workshops to determine the causal directions and strengths.

b. Model Formulation in Vensim: Within Vensim, the variables were organized into Causal Loop Diagrams (CLDs) and later translated into stock-and-flow structures. The stocks represented accumulative variables like the total labor force or population of working age, while the flows denoted transitions such as workforce entry, retirement, or exit due to discouragement. Where exact data were unavailable, the relationships were parameterized based on logical approximations and expert judgment to preserve internal coherence.

c. Validation and Scenario Design: Historical data covering 2006-2022 were used for calibration. The validation included checking the model's structural integrity and comparing simulated trends with the observed LFPR data. Three primary scenarios were then designed, including a Baseline (where LFPR stabilizes around 45%), an Ideal/Optimistic scenario (targeting 60% participation under favorable socio-economic policies), and an Adverse/Pessimistic scenario (LFPR below 40%, reflecting economic stagnation and demographic decline). The horizon for simulation extended to 2061 to capture the delayed effects of fertility and investment.

Findings and Discussion: The simulation results demonstrated how intertwined demographic behaviors and economic performance determine labor participation. Under the Baseline Scenario, structural inertia keeps participation around 45%, supported by modest investment and gradual aging. The Ideal Scenario, reinforced by effective investment growth and proactive family policies, raises participation toward

60%, bringing the employed population close to 35 million by 2061. Conversely, the Adverse Scenario, driven by economic contraction and persistent discouragement, lowers participation below 40%, reducing the employed population to roughly 18 million.

Three categories of the leverage variables emerged as crucial:

1. **Fertility and Marriage Patterns:** Rising marriage age and low fertility shrink the potential workforce. Without addressing delayed family formation, the country risks losing its demographic dividend. Programs encouraging timely marriage and supporting childbearing would safeguard future labor supply.
2. **Investment and Economic Climate:** The continuation of sanctions and financial uncertainty suppresses productive investment. The model shows that even moderate improvement in investment inflows amplifies labor participation through a positive feedback loop of job creation, income stability, and reduced discouragement.
3. **Discouragement Behavior:** When job opportunities stagnate, discouraged individuals exit the labor market, forming a self-reinforcing negative loop that steadily reduces LFPR. Stimulating confidence through economic transparency and active employment programs is, therefore, essential for breaking this cycle.

The model further revealed indirect effects such as the role of education and gender composition in moderating feedback loops. They reinforce the importance of integrated cross-sectoral policies.

Conclusions and Policy Implications: Achieving sustained improvement in Iran's LFPR depends on transforming negative loops (aging, discouragement, low fertility) into virtuous cycles that reinforce economic participation. The study recommends the following strategic priorities:

- **Demographic Stabilization:** Introduce comprehensive family-support policies, including financial incentives for early marriage, affordable housing, and accessible childcare systems. These measures will help maintain a stable labor supply and ensure continuity through the demographic transition period.
- **Investment and Growth Strategy:** To offset sanctions and volatility, adopt long-term de-risking mechanisms such as domestic investment guarantees, public-private partnerships, and knowledge-based enterprise incentives. Strategic investment in job-rich sectors (manufacturing, green energy, and services) will drive sustained participation growth.
- **Labor Market Activation:** Redefine policy focus from unemployment mitigation to broader labor force re-engagement. Expanding vocational training, introducing skill-matching systems, and improving employment security can curb discouragement and consolidate participation trends.

- **Integrated Governance:** Coordination among ministries of labor, economy, and social welfare is critical. The SD simulation results highlight that isolated measures lose efficiency; only synchronized demographic and economic policies can generate lasting structural improvement.

Transitioning from the current path (~45% participation) toward the ideal 60% outcome requires persistence, social consensus, and institutional continuity. Through maintaining demographic vitality, improving economic resilience, and fostering psychological confidence in the labor market, Iran can successfully harness its workforce potential up to 2061.

Keywords: Labor Force Participation Rate, Labor Market, System Dynamics, Demographic Window, Policymaking.

JEL Classification: J21, E27, J11, C61

بررسی و ارزیابی مشارکت نیروی کار ایران تا سال ۱۴۴۰ با استفاده از رویکرد پویایی‌های سیستم

حمیده نظری ندوشن^{۱*}، ملیحه علی مندگاری^۲، سیده زهرا کلانتری بنادکی^۳

پذیرش: ۱۴۰۴-۰۲-۰۶

دریافت: ۱۴۰۴-۰۴-۲۵

چکیده

این پژوهش با هدف تحلیل و پیش‌بینی نرخ مشارکت نیروی کار در ایران تا افق سال ۱۴۴۰، از روش پویایی‌های سیستم بهره گرفته است. با در نظر گرفتن اهمیت نرخ مشارکت نیروی کار به عنوان یکی از شاخص‌های کلیدی بازار کار، عوامل مؤثر بر آن شامل متغیرهای اجتماعی، اقتصادی و جمعیتی شناسایی و در قالب یک مدل مفهومی و کمی شبیه‌سازی شده است. با استفاده از نرم‌افزار ونسیم، تأثیر متغیرهایی نظیر ساختار سنی جمعیت، میزان سرمایه‌گذاری، نرخ باروری، وضعیت تأهل و سطح ناامیدی از یافتن شغل، بر نرخ مشارکت نیروی کار در دوره زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۴۴۰ مورد بررسی و شبیه‌سازی قرار گرفته است. نتایج حاصل از شبیه‌سازی سناریوهای مختلف، نشان‌دهنده پتانسیل رشد قابل توجه نرخ مشارکت اقتصادی تا ۶۰ درصد و دستیابی به حدود ۳۵ میلیون شاغل در صورت تحقق سناریوی ایده‌آل است. در مقابل، سناریوی شرایط ناگوار، کاهش نرخ مشارکت به کمتر از ۴۰ درصد و برآورد جمعیت شاغل در حدود ۱۸ میلیون نفر را به تصویر می‌کشد. یافته‌های این پژوهش بر ضرورت اتخاذ سیاست‌گذاری‌های دقیق و هدفمند در راستای بهره‌برداری مؤثر از فرصت‌های جمعیتی (پنجره جمعیتی)، تقویت سرمایه‌گذاری، ارتقاء نرخ باروری و کاهش احساس ناامیدی در بازار کار تأکید می‌ورزد.

واژگان کلیدی: نرخ مشارکت نیروی کار، بازار کار، پویایی‌های سیستم، پنجره جمعیتی، سیاست‌گذاری.

طبقه‌بندی JEL: J21, E27, J11, C61

^۱ نویسنده مسئول. دانش‌آموخته دکتری جمعیت‌شناسی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه یزد، یزد، ایران
hamideh.nazari@gmail.com

^۲ دانشیار جمعیت‌شناسی، دانشکده علوم اجتماعی، گروه جمعیت‌شناسی و مردم‌شناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران
m.alimondegari@yazd.ac.ir

^۳ استادیار دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران؛ استادیار گروه روش‌های آماری و مدل‌سازی جمعیت، موسسه تحقیقات جمعیت کشور، تهران، ایران.
Kalantarizahra1987@gmail.com

۱- مقدمه

نرخ مشارکت نیروی کار که به صورت نسبت جمعیت فعال (شاغل و بیکار) به جمعیت در سن کار اندازه‌گیری می‌شود، یکی از مهم‌ترین شاخص‌های اقتصادی است که ظرفیت تولیدی یک اقتصاد و میزان استفاده از پتانسیل نیروی انسانی آن را نشان می‌دهد. این نرخ، معیار قابل اعتمادتری نسبت به نرخ بیکاری صرف است، چرا که، علاوه بر افراد شاغل، افرادی را که در یک دوره زمانی در جستجوی کار هستند را نیز در تحلیل‌های کلان در نظر می‌گیرد. بنابراین، هرگونه تغییر در نرخ مشارکت نیروی کار، چه از طریق روندهای کوتاه مدت اقتصادی (مانند چرخه‌های تجاری) و چه از طریق تحولات بلندمدت جمعیتی و اجتماعی (مانند صنعتی شدن، ثروت انباشته یا تغییر انتظارات اجتماعی)، می‌تواند چشم‌انداز اقتصاد را به طور اساسی تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین، برآورد دقیق و پیش‌بینی‌های بلندمدت این نرخ، به دلیل تأثیر مستقیم آن بر رشد اقتصادی بالقوه، موضوعی مهم است (سینگ و همکاران^۱، ۲۰۱۶).

این موضوع در مورد اقتصاد ایران از ضرورتی دوجندان برخوردار است. با قرار گرفتن بیش از ۷۰ درصد جمعیت ایران در سنین کار و فعالیت، کشور در حال تجربه کردن بازه حساس و محدود پنجره جمعیتی است. این پنجره، یک فرصت تاریخی برای رشد اقتصادی شتابان محسوب می‌شود، اما تحقق این امر منوط به بهینه‌سازی میزان مشارکت نیروی کار است تا پتانسیل نیروی جوان به شکل مؤثری به بازار کار تزریق شود. همانطور که بوهیم و همکاران^۲ (۲۰۲۱) اشاره می‌کنند، افزایش نرخ مشارکت می‌تواند تأثیر منفی چالش‌هایی مانند سالمندی آینده را جبران و به کاهش عواقب آن کمک نماید. از این رو، پیش‌بینی میزان مشارکت نیروی کار در ایران نه تنها برای ارزیابی عملکرد آتی اقتصادی، بلکه برای تدوین سیاست‌های هدفمند برای استفاده حداکثری از این مزیت جمعیتی ضروری است (محمودیان و اسماعیلی^۳، ۲۰۲۳).

نرخ مشارکت نیروی کار متأثر از ترکیبی از عوامل اقتصادی (مانند تولید ناخالص داخلی و نرخ بیکاری)، عوامل جمعیتی (مانند ساختار سنی و روند بازنشستگی نسل‌ها) و عوامل نهادی (مانند سطح تحصیلات و سیاست‌های رفاهی) است. مطالعات متعددی به تجزیه و تحلیل عوامل تعیین‌کننده نرخ مشارکت نیروی کار در ایران و سایر کشورها پرداخته‌اند. با این حال، دستیابی به یک پیش‌بینی قوی و قابل اعتماد که بتواند تغییرات بلندمدت و اثرات متقابل متغیرها را لحاظ کند،

^۱. Sing et al. (2016)

^۲. Böheim et al. (2021)

^۳. Mahmoudian & Esmacili (2023)

همچنان یک چالش باقی مانده است. اغلب روش‌های مورد استفاده، یا بر روندهای کوتاه‌مدت متمرکز بوده‌اند، یا از ابزارهای مدل‌سازی استفاده کرده‌اند که توانایی کافی برای ارتباط مستقیم بین سیاست‌های مشخص دولت و اندازه نیروی کار آینده در سناریوهای مختلف را ندارد. به این معنی که فقدان یک مدل‌سازی پویا و سناریو محور، برنامه‌ریزان را در ارزیابی جامع اثرات بلندمدت تصمیمات سیاستی (مانند سن بازنشستگی، سیاست‌های آموزشی و ...) بر عرضه نیروی کار با محدودیت جدی مواجه کرده است. در پژوهش حاضر سعی شده تا این شکاف پژوهشی پژوهشی مد نظر قرار گیرد.

بر همین اساس، هدف اصلی این پژوهش، ارائه یک چشم‌انداز جامع و مبتنی بر شبیه‌سازی برای نرخ مشارکت نیروی کار در ایران است. این پژوهش با استفاده از یک مدل شبیه‌سازی دینامیکی، مشارکت نیروی کار ایران را تا سال ۱۴۴۰ پیش‌بینی می‌نماید. نوآوری کلیدی این پژوهش، در به کارگیری این رویکرد مدل‌سازی است که قابلیت بررسی تأثیر تعیین و تغییر سیاست‌های دولت (از جمله سیاست‌های جمعیتی و رفاهی) بر اندازه نیروی کار آینده را فراهم می‌کند.

۱-۱- نرخ مشارکت نیروی کار در جهان و ایران

گزارش روند اشتغال و چشم‌انداز اجتماعی جهان نشان می‌دهد که از سال ۱۹۵۰ تا ۱۹۹۰ روند مشارکت نیروی کار جهانی به طور کلی مثبت بوده است، اما نرخ مشارکت جهانی نیروی کار از سال ۱۹۹۰ کاهش ثابتی را تجربه کرده است. بر اساس گزارش بانک جهانی، میانگین این نرخ در پایان سال ۲۰۲۴ به ۶۱ درصد رسید که نسبت به ۶۳ درصد در سال ۲۰۱۰ و ۶۶ درصد در سال ۱۹۹۰ کاهش یافته است. جدول ۱ کشورهای دارای بالاترین و کمترین نرخ مشارکت نیروی کار را در سال ۲۰۲۴ نشان می‌دهد.

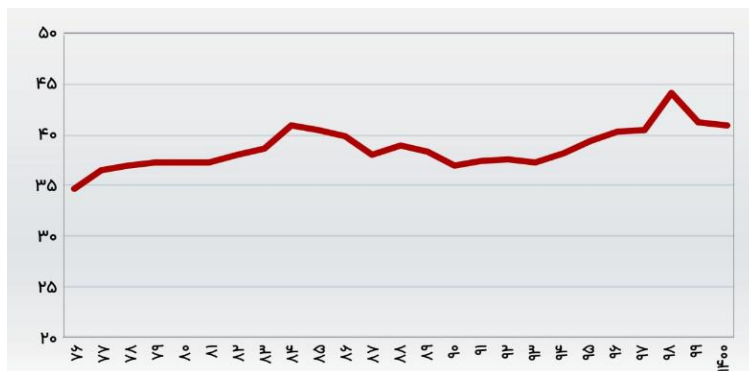
جدول ۱- کشورهای بالاترین و پایین‌ترین نرخ مشارکت جمعیت ۱۵ ساله و بیشتر (سال ۲۰۲۴)

کشورها با بالاترین نرخ مشارکت	نرخ مشارکت (به درصد)	کشورها با پایین‌ترین نرخ مشارکت	نرخ مشارکت (به درصد)
قطر	۸۷	جیبوتی	۳۲
ماداگاسکار	۸۵	یمن	۳۳
جزایر سلیمان	۸۴	سومالی	۳۴
امارات متحده عربی	۷۸	افغانستان	۳۷
تانزانیا	۸۴	اردن	۳۸
جمهوری دموکراتیک خلق کره	۸۲	سوریه	۳۸
بوروندی	۷۹	نپال	۴۰

کشورها با بالاترین نرخ مشارکت	نرخ مشارکت (به درصد)	کشورها با پایین‌ترین نرخ مشارکت	نرخ مشارکت (به درصد)
موزامبیک	۷۹	عراق	۴۱
اریتره	۷۸	تاجیکستان	۴۱
لیبریا	۷۷	ایران	۴۰

* منبع: بانک جهانی (۲۰۲۴)

نمودار ۱، روند نرخ مشارکت در ایران را طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۷۶ نشان می‌دهد. میانگین این نرخ طی این ۲۵ سال، ۳۸/۸ درصد است. همانگونه که در نمودار مشاهده می‌شود از سال ۱۳۸۵ روند نزولی در نرخ مشارکت آغاز شد و تا سال ۱۳۹۳ نیز ادامه یافت. از سال ۱۳۹۴ بار دیگر روند صعودی در این شاخص آغاز شد و در سال ۱۳۹۷ به ۴۰/۵ درصد رسید. در سال ۱۳۹۸ این نرخ به بالای ۴۴ درصد رسید، که این افزایش، به دلیل تغییر سن اشتغال و برخی محاسبات مرکز آمار^۱ بوده است.



نمودار ۱ - روند نرخ مشارکت اقتصادی در ایران طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۷۶ (به درصد)

۲- ادبیات پژوهش

۲-۱- مفهوم نرخ مشارکت نیروی کار و روندهای تاریخی آن

۲-۱-۱- تعریف، اندازه‌گیری و اهمیت اقتصادی

نرخ مشارکت نیروی کار، هسته مرکزی تحلیل‌های بازار کار است و به صورت نسبت جمعیت فعال (شاغلان و بیکاران جویای کار) به جمعیت در سن اندازه‌گیری می‌شود. اهمیت این نرخ فراتر از اندازه‌گیری صرف است، زیرا به طور مستقیم ظرفیت تولیدی بالقوه اقتصاد و میزان استفاده از پتانسیل نیروی انسانی را نشان می‌دهد (هیز، ۲۰۲۵). تأکید می‌شود که این نرخ معیار

^۱. از تابستان ۱۳۹۸ معیار جمعیت در سن کار از جمعیت ۱۰ سال و بیشتر به جمعیت ۱۵ سال و بیشتر تغییر کرد.

قابل اعتمادتری نسبت به نرخ بیکاری صرف است، چرا که تغییرات آن می‌تواند نشان‌دهنده ورود و خروج نیروی کار دلسرد^۱ باشد؛ افرادی که از جستجوی کار دلسرد شده و دیگر در آمار بیکاری فعال لحاظ نمی‌شوند، اما خروج آن‌ها نرخ مشارکت را کاهش می‌دهد (سینگ و همکاران، ۲۰۱۶).

۲-۱-۲- روندهای تاریخی و تحولات ساختاری

روندهای جهانی نرخ مشارکت نیروی کار در طول دهه‌های اخیر تحت تأثیر تغییرات جمعیتی و اجتماعی قرار گرفته است. در بسیاری از اقتصادهای توسعه‌یافته، نرخ مشارکت به دلیل پدیده سالمندی و بازنشستگی افراد از بازار کار، روند کاهشی داشته است. با این حال، افزایش امید به زندگی و اصلاحات در سن بازنشستگی در برخی کشورها، باعث شده که این کاهش تعدیل شود. از طرفی افزایش دسترسی به آموزش و تغییر نقش‌های اجتماعی، باعث افزایش چشمگیر مشارکت زنان در سطح بین‌المللی شده و اثر کاهنده سالمندی را تا حدی جبران کرده است (سازمان جهانی کار^۲، ۲۰۲۳).

برای ایران، تمرکز مدل‌سازی باید بر پنجره جمعیتی و نیاز به افزایش مشارکت نیروی کار باشد (محمودیان و اسماعیلی^۳، ۲۰۲۳). افزایش نرخ مشارکت در این دوره می‌تواند تأثیر منفی سالمندی آینده را جبران کرده و تحقق رشد اقتصادی را تسهیل نماید. عدم استفاده از پتانسیل موجود، به معنی نادیده گرفتن عرضه نیروی کار به عنوان یک نیروی پیشران است.

۲-۲- عوامل مؤثر بر نرخ مشارکت نیروی کار

چارچوب نظری مدل پویایی سیستم این مطالعه بر روابط بازخوردی میان متغیرهای انباشت و نرخ متکی است. نرخ مشارکت توسط جریان‌های عرضه نیروی کار (جریان ورود/خروج) تعیین می‌شود که خود متأثر از نیروهای سه‌گانه زیر است:

۲-۲-۱- نیروهای اقتصادی (انگیزه و تقاضا)

عوامل اقتصادی مستقیماً بر انگیزه پیدا کردن شغل و فرصت‌های شغلی که تابعی از تقاضای کل اقتصاد هستند، اثر می‌گذارد:

- اثر چرخه‌ای^۴: تولید ناخالص داخلی و سرمایه‌گذاری، تعیین‌کننده اصلی تقاضا برای کار است. رشد اقتصادی قوی، فرصت‌های شغلی را افزایش می‌دهد و در نتیجه، نرخ ورود به بازار کار (بخشی از عرضه نیروی کار) را تقویت می‌کند (مشیری و همکاران^۵،

^۱. Discouraged Workers

^۲. International Labour Organizat (2023)

^۳. Mahmoudian & Esmaeili (2023)

^۴. Cyclical Effect

^۵. Moshiri et al. (2015)

(۲۰۱۵).

- اثر دلسردی^۱: نرخ بیکاری بالا و فقدان فرصت‌های شغلی، افراد را دلسرد کرده و آن‌ها را از حلقه مشارکت نیروی کار خارج می‌کند (سازمان توسعه و همکاری اقتصادی^۲، ۲۰۲۰).

- نیاز مالی خانوار^۳: درآمد خانوار به عنوان یک سطح انباشته ثروت، بر تصمیم افراد برای کار کردن تأثیر می‌گذارد. تورم و هزینه‌های تولید با تأثیر بر کمبود مالی خانوار، با ایجاد فشار اجتماعی و انگیزشی، افراد بیشتری را وادار به ورود به بازار کار می‌کند (بکر^۴، ۱۹۶۵).

۲-۲-۲- نیروهای جمعیتی و نهادی (ساختار و جریان)

این نیروها ساختار بلندمدت بازار کار را شکل می‌دهند و در مدل به عنوان جریان‌های ورودی و خروجی سطح جمعیت افراد در سن کار عمل می‌کنند:

- مدل جریان جمعیتی: سطح جمعیت در سن کار با ورودی‌های میزان باروری و خالص مهاجرت و خروجی‌های مرگ و میر و بازنشستگی تعیین می‌شود.
- اثر سن بازنشستگی: سن بازنشستگی یک پارامتر سیاستی حیاتی است. افزایش این سن، مستقیماً سطح بازنشستگی (نرخ خروج) را کاهش داده و باعث افزایش انباشت در سطح مشارکت نیروی کار می‌شود (ابراهیمی و نصیری^۵، ۲۰۲۱).
- تحصیلات و سرمایه انسانی: سرمایه‌گذاری در سطح تحصیلات اگرچه به طور موقت با افزایش زمان تخصیص داده شده به تحصیل، عرضه نیروی کار را کاهش می‌دهد، اما با افزایش سرمایه انسانی، بهره‌وری و جذابیت شغل‌ها را در بلندمدت افزایش می‌دهد که انگیزه‌ای برای مشارکت پایدارتر فراهم می‌کند (شولتز^۶، ۱۹۶۱).

۳. متغیرهای کلان خارجی و پارامترهای سیاستی

- شوک‌های خارجی: متغیرهایی مانند قیمت ارز/ قیمت نفت و تحریم‌ها مستقیماً بر رشد اقتصادی و به تبع آن بر فرصت‌های شغلی تأثیر می‌گذارد (کمیجانی و حاجی حیدری^۷، ۲۰۲۴).

- سیاست‌های اشتغال‌زایی و تأمین اجتماعی: سیاست‌هایی مانند مزایای اجتماعی یا

^۱ . Discouraged Worker Effect

^۲ . Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) (2020)

^۳ . Income Effect

^۴ . Becker (1965)

^۵ . Ebrahimi & Nasiri (2021)

^۶ . Schultz (1961)

^۷ . Kamijani & Hajiheidari (2024)

طرح‌های مشاغل پاره‌وقت/چندشغلی به عنوان اهرم‌های سیاستی عمل می‌کند که می‌تواند جریان‌های ورود و خروج را در مدل پویا تغییر دهد و مستقیماً بر تصمیم افراد در خصوص زمان در دسترس برای کار/تحصیل تأثیر گذارد.

بر اساس مباحث نظری موجود، مشارکت در بازار کار، یک تصمیم فردی است که با توجه به تابع مطلوبیت فرد و محدودیت‌های مالی و زمانی که با آن مواجه است، صورت می‌گیرد (مشیری و همکاران، ۲۰۱۵). به‌طور کلی هر عاملی که باعث افزایش بازده نسبی کار نشود (از جمله هزینه‌های رفت و آمد بالاتر و هزینه‌های بالای مراقبت از کودکان) منجر به مشارکت کمتر در بازار کار خواهد شد (پریس و راگرسون^۱، ۲۰۰۹).

در دهه‌های گذشته مدل‌های جستجو و تطبیق به ابزار اصلی مدل‌سازی در اقتصاد نظری بازار کار تبدیل شده که محور اصلی آنها، فرآیند تطبیق بنگاه‌ها و کارگران است. بر اساس این مدل‌ها، یافتن نیروی کار مناسب برای یک شغل و یا پیدا کردن فرصت‌های شغلی توسط نیروی کار، فعالیت‌های وقت‌گیر و هزینه‌بری هستند که اصطکاک‌های جستجو را مشخص می‌کند. نقص عمده این مدل‌ها و اصطکاک‌های مربوط به آن، این است که همه عواملان اقتصاد را بخشی از نیروی کار فعال قلمداد می‌کند. به عبارت دیگر، در این مدل‌ها فرض بر این است که جمعیت در سن کار، یا شاغل است و یا بیکار. در واقع در این مدل‌ها اندازه نیروی کار ثابت است، حال آنکه با حرکت نیروی کار به داخل و یا خارج از بازار کار (تغییر نرخ مشارکت) اندازه نیروی کار نیز تغییر می‌کند (کشاورز و کشاورز^۲، ۲۰۱۹).

برخی از پژوهشگران مدل‌های سه وضعیتی بازار کار (بیکار، شاغل و غیرفعال) را مطرح کردند که موجب پویایی بیشتر مدل‌های بازار کار می‌شود (تریپیر^۳، ۲۰۰۳؛ وراسیرتو^۴، ۲۰۰۷). این مدل‌ها از این جهت با داده‌های دنیای واقعی مطابقت ندارد که مشارکت نیروی کار به تولید بستگی دارد، در حالیکه ایجاد فرصت‌های شغلی پایدار نیست (توزمن^۵، ۲۰۱۷). زیرا در واقعیت، تصمیم افراد برای مشارکت در بازار کار به شرایط تولید و رونق اقتصادی وابسته است. در دوره‌های رکود یا کاهش تولید، بسیاری از افراد نه تنها شغل خود را از دست می‌دهند بلکه از جست‌وجوی کار نیز صرف‌نظر می‌کنند و از جمعیت فعال خارج می‌شوند. از سوی دیگر، فرصت‌های شغلی در اقتصاد واقعی اغلب موقت و ناپایدارند، که این امر موجب می‌شود الگوی پویایی پیش‌بینی‌شده در مدل‌های سه‌وضعیتی با رفتار واقعی نیروی کار منطبق نباشد.

۱. Rogerson (2009)

۲. Keshavarz & Keshavarz (2019)

۳. Tripier (2003)

۴. Veracieto (2007)

۵. Tüzemen (2017)

به عنوان اصلی کلی باید توجه کرد که ضابطه اساسی برای تحلیل رفتار کاری انسان‌ها در بازار کار این است که افزایش دستمزد باعث افزایش عرضه نیروی کار می‌شود. از حدی فراتر، ترجیح انسان‌ها تغییر می‌کند و برای آنها استراحت از کالایی پست به کالایی نرمال تبدیل می‌شود. همچنین منجر به غلبه اثر درآمدی بر اثر جانشینی می‌شود که در این حالت شاهد به عقب برگشتن منحني عرضه نیروی کار یا نزولی شدن آن خواهیم بود (طائی^۱، ۲۰۰۷). لئون^۲ (۱۹۹۴) معتقد است نرخ بیکاری از جمله متغیرهای مؤثر بر نرخ مشارکت اقتصادی است. این متغیر دو اثر متفاوت دلسرد شدن کارگر و اثر کارگر اضافی را به دنبال دارد. اثر اول به کاهش نرخ مشارکت و اثر دوم به افزایش نرخ مشارکت منجر می‌شود. درآمد سرانه نیز یکی از متغیرهای اثرگذار در میزان مشارکت اقتصادی است. این متغیر اگر بیانگر تحولات اقتصادی و اجتماعی در جامعه باشد، اثر معینی روی نرخ مشارکت نیروی کار ندارد و اگر حاکی از غلبه درآمدهای غیرکاری روی مشارکت و حضور مردم در بازار کار باشد، رابطه معکوسی با نرخ مشارکت اقتصادی دارد (فرجادی و فلیحی^۳، ۱۹۹۸).

۳- پیشینه پژوهش

در ادامه به برخی مطالعات صورت گرفته در این حوزه پرداخته می‌شود.

۳-۱- مطالعات داخلی

حسن طائی (۲۰۰۷) در پژوهشی با عنوان "تابع عرضه نیروی کار: تحلیلی بر پایه داده‌های خرد"، با استفاده از روش ترکیب داده‌های سری زمانی و مقطعی به بررسی اثر متغیرهایی همچون دستمزد، درآمدهای غیرکاری، بعد خانوار، تحصیلات و تجربه بر عرضه نیروی کار پرداخت. نتایج حاکی از آن است که دستمزد و تحصیلات اثر مثبتی بر عرضه نیروی کار دارند ولی درآمدهای غیرکاری آن را کاهش می‌دهد.

قویدل و بهاری^۴ (۲۰۱۲) در پژوهشی با عنوان "بررسی عوامل مؤثر بر عرضه نیروی کار جوانان در ایران" با روش الگوی پویای تخصیص زمان به این نتیجه رسیدند که تحصیلات و دستمزد اثر مستقیم بر افزایش مشارکت در جوانان دارند.

کشاوری و باقری قنبرآبادی^۵ (۲۰۱۱) در پژوهشی با عنوان "تحلیل احتمال مشارکت زنان شهری و روستایی ایران در بازار کار با استفاده از روش‌های اقتصادسنجی پارامتریک و

^۱. Tace (2007)

^۲. Leoni (1994)

^۳. Farjadi & Felihi (1998)

^۴. Ghavidel & Bahari (2012)

^۵. Keshavarz Haddad & Bgheri ghanbarabadi (2011)

ناپارامتریک" با روش پارامتریک لاجیت و ناپارامتریک لاجیت موضعی و داده‌های بودجه خانوار ۱۳۸۵، به بررسی عوامل مؤثر بر مشارکت زنان در بازار کار پرداختند. یافته‌های برآوردهای پارامتریک نشان می‌دهد که سن و سطح تحصیلات تأثیری مثبت بر احتمال مشارکت در بازار کار زنان روستایی و شهری دارد، هم‌چنین درآمد غیرکاری فرد و درآمد شوهر، اثر منفی بر مشارکت زنان روستایی و شهری گذاشته است، در حالی که زنان شهری میزان درآمد غیرکار را در تصمیم‌گیری لحاظ نمی‌کنند. وضعیت مسکن زن روستایی اثر منفی و معنی‌داری بر حضور او در بازار کار داشته است، ولی اثر این متغیر برای زن شهری معنی‌دار نیست. تعداد فرزندان کم‌تر از ۶ سال اثر مثبت و معنی‌داری بر حضور زن روستایی در بازار کار گذاشته است، ولی اثر آن برای زنان شهری معنی‌دار نیست. هم‌چنین تعداد فرزندان بالای ۶ سال بر مشارکت زنان روستایی اثر مثبت دارد، ولی این متغیر تأثیر معنی‌داری بر تصمیم ورود به بازار کار زنان شهری ندارد.

پهلوانی و صفامنش^۱ (۲۰۱۲) در پژوهشی با عنوان "برآورد مدل عرضه نیروی کار زنان در ایران"، با استفاده از داده‌های کلان و رهیافت اقتصادسنجی داده‌های پانل به این نتایج رسیدند: نرخ مشارکت اقتصادی زنان، در ۲۸ استان ایران، متأثر از متغیر کلیدی نرخ دستمزد است و متغیرهای کنترل عبارتند از: تولید ناخالص داخلی سرانه، نرخ بیکاری، سهم شاغلان بخش کشاورزی و صنعت با ضریب مثبت، سهم شاغلان بخش خدمات با ضریب منفی.

نظام‌وندچگینی و سرایی^۲ (۲۰۱۳) در پژوهش "عوامل مؤثر بر مشارکت زنان شهر تهران در نیروی کار"، با استفاده از روش رگرسیون لجستیک، به بررسی عوامل مؤثر بر مشارکت زنان شهر تهران در نیروی کار پرداختند. در این پژوهش، تأثیر متغیرهایی چون تأهل، تعداد فرزندان، سطح تحصیلات و وضعیت اقتصادی خانواده بر مشارکت زنان در بازار کار مورد سنجش قرار گرفت. نتایج نشان داد که تأهل و باروری اثر منفی و تحصیلات اثر مثبت بر مشارکت زنان در نیروی کار دارد.

مشیری و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهش "عوامل مؤثر بر نرخ مشارکت نیروی کار در بازار کار ایران"، به بررسی عوامل کلیدی مؤثر بر نرخ مشارکت نیروی کار در ایران پرداختند. این مطالعه با تمرکز بر متغیرهای اقتصادی و اجتماعی، به تحلیل تأثیر عواملی چون سطح تحصیلات،

۱. Pahlavani & Safamanesh (2012)

۲. Nazmvand Chegini, & Saraie (2013)

وضعیت تأهل، سن و توزیع جنسیتی نیروی کار بر نرخ مشارکت پرداخت. یافته‌های پژوهش نشان داد که عواملی مانند افزایش سطح تحصیلات و تغییرات جمعیتی، بر نرخ مشارکت نیروی کار در بازار کار ایران تأثیر دارد.

کمائی و افشاری^۱ (۲۰۱۷) در پژوهش "عوامل تعیین‌کننده مشارکت زنان در کشورهای منتخب"، با استفاده از داده‌های پنل مربوط به ۱۲۰ کشور در دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰، به بررسی عوامل مؤثر بر نرخ مشارکت زنان در نیروی کار پرداختند. متغیر وابسته این پژوهش، نرخ مشارکت زنان در نیروی کار (درصد زنان در کل نیروی کار) بود. متغیرهای مستقل شامل نرخ باروری، میانگین سال‌های تحصیل زنان، تفاوت سطح تحصیلات زنان و مردان، رانت نفتی، درصد جمعیت شهری، متغیرهای مجازی برای سطح درآمد و مذهب و سرانه سرمایه، بود. نتایج نشان داد که در کشورهای کم‌درآمد، رابطه مثبت و معنی‌داری بین نرخ باروری و نرخ مشارکت زنان در نیروی کار وجود دارد. همچنین، نرخ مشارکت زنان در کشورهای با اکثریت مسلمان، به طور معنی‌داری کمتر از سایر کشورها بود. سایر متغیرهای اقتصادی بررسی شده، از لحاظ آماری معنی‌دار نبود.

کشاوری و کشاوری (۲۰۱۹) در پژوهش خود با عنوان "نرخ مشارکت نیروی کار و اثرگذاری سیاست پولی بر متغیرهای بازار کار در یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی"، به بررسی تأثیر شوک‌ها بر متغیرهای بازار کار در مدلی با نرخ مشارکت درون‌زا پرداختند. آن‌ها از یک مدل جستجو و تطبیق سه وضعیتی (شاغل، بیکار، غیرفعال) بهره بردند و دو الگو را تحلیل کردند: در الگوی اول، نرخ مشارکت اقتصادی به صورت درون‌زا و در الگوی دوم به صورت برون‌زا در نظر گرفته شد. تعیین دستمزد نیز از طریق چانه‌زنی نش صورت گرفت. با برآورد پارامترهای مدل برای دوره ۱۳۷۶-۱۳۹۳ با روش بیزین، نتایج شبیه‌سازی نشان داد که توابع عکس‌العمل آنی متغیرهای تولید، تورم، اشتغال و نرخ مشارکت در برابر تکانه‌های پولی و تکنولوژی، با انتظارات تورمیک و مشاهدات واقعی همخوانی دارد. با این حال، در مدل نرخ مشارکت درون‌زا، متغیر بیکاری افزایش یافت، در حالی که در مدل نرخ مشارکت برون‌زا کاهش یافت. این تفاوت به دلیل تغییر نرخ مشارکت در مدل درون‌زا بود. بنابراین، نویسندگان نتیجه گرفتند که ارزیابی سیاست‌ها بر متغیرهای بازار کار با فرض نرخ مشارکت برون‌زا می‌تواند گمراه‌کننده باشد.

^۱ . Kamaei, & Afshari (2017)

نظری ندوشن و همکاران^۱ (۲۰۲۳) در پژوهش خود با عنوان "مدل سیستمی عرضه نیروی کار در ایران: مطالعه‌ای با رویکرد پویایی‌های کیفی سیستم‌ها"، به بررسی تعیین‌کننده‌های عرضه نیروی کار در ایران با استفاده از روش پویایی‌های کیفی سیستم‌ها پرداختند. بر اساس مدل سیستمی تدوین شده، نتایج نشان داد که افزایش تولید ناخالص داخلی و فرصت‌های شغلی منجر به افزایش احتمال یافتن شغل و کاهش مهاجرت‌های خارجی می‌شود. همچنین، افزایش سن بازنشستگی و کاهش فساد، که موانع رشد اقتصادی را کاهش می‌دهد، می‌تواند به افزایش عرضه نیروی کار در ایران کمک کند.

نظری ندوشن و همکاران (۲۰۲۴) در پژوهش خود با عنوان "پیشران‌ها و متغیرهای مؤثر بر آینده عرضه نیروی انسانی در بازار کار ایران: مطالعه‌ای با رویکرد ترکیبی دلفی و تحلیل ساختاری"، به شناسایی و تحلیل ساختاری تأثیر متقابل متغیرها و پیشران‌های مؤثر بر آینده عرضه نیروی انسانی در بازار کار ایران در افق سال ۱۴۴۰ (هجری شمسی) پرداخته‌اند. ارزیابی‌ها با استفاده از نرم‌افزار میک‌مک (MICMAC) نشان داد که متغیرهایی چون ساخت سنی جمعیت، فشار اجتماعی، درآمد سرانه، وضعیت تأهل، مهاجرت، مرگ و میر، تولید ناخالص ملی، هزینه‌های تحصیل و هزینه‌های خانوار، بیشترین تأثیرگذاری را بر عرضه نیروی انسانی در بازار کار ایران دارد. علاوه بر این، عواملی مانند شرایط اقتصادی (تورم و رکود)، حقوق و دستمزد، و سیاست‌های دولت به عنوان عوامل کلیدی و پیشران شناسایی شدند.

حلاجی و همکاران^۲ (۲۰۲۴) در پژوهشی "برآورد عرضه و تقاضای نیروی کار تا سال ۱۴۳۰ در ایران"، به پیش‌بینی عرضه و تقاضای نیروی کار در ایران و شکاف احتمالی میان این دو تا سال ۱۴۳۰ پرداخته‌اند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن سناریوی واقع‌بینانه نرخ مشارکت و رشد اقتصادی ۲/۶ درصد، تا سال ۱۴۱۰ ایران با پدیده بیکاری مواجه خواهد بود، هرچند روند آن کاهشی است. در سال ۱۴۱۰، بیکاری به صفر رسیده و عرضه و تقاضا با هم برابر می‌شود. اما از سال ۱۴۱۰ به بعد، روند مازاد تقاضا برای نیروی کار آغاز شده و افزایش خواهد بود. به طوری که پیش‌بینی می‌شود در سال ۱۴۳۰، مازاد تقاضا به حدود ۱۰ میلیون نفر برسد.

۳-۲- مطالعات خارجی

^۱ . Nazari Nodoushan et al. (2023)

^۲ . Hallaji et al. (2024)

مازوکو و همکاران^۱ (۲۰۰۶) پژوهشی با عنوان "عرضه نیروی کار، پویایی ثروت و تصمیمات ازدواج" را با روش داده‌های پنل انجام دادند. آنها اذعان داشتند که تصمیمات ازدواج و ثروت با مشارکت نیروی کار ارتباط تنگاتنگ دارد.

وندریک و کورورس^۲ (۲۰۰۹) پژوهشی با عنوان "مشارکت نیروی کار مرد و زن و سیاست‌های دولتی" انجام دادند. آنها با استفاده از روش مدل تصحیح خطا با این نتیجه رسیدند که سیاست‌های حمایتی از آموزش موجب افزایش مشارکت نیروی کار شده است.

در پژوهشی با عنوان "نرخ مشارکت نیروی کار و رشد اقتصادی: ترکیه" که توسط کارگی^۳ (۲۰۱۴) انجام شد، با استفاده از روش توابع چند جمله‌ای این نتیجه حاصل شد که بین رشد اقتصادی و مشارکت نیروی کار رابطه مثبت وجود دارد.

عظیمی^۴ (۲۰۱۵) پژوهشی با عنوان "تأثیر کودکان بر مشارکت زنان در نیروی کار در مناطق شهری ایران" منتشر کرد. نتایج نشان داد که افزایش باروری باعث کاهش مشارکت زنان در بازار کار می‌شود.

اغوز^۵ (۲۰۱۸) پژوهشی با عنوان "تحلیل عوامل مؤثر بر عرضه نیروی کار" انجام داد و با استفاده از روش اقتصادسنجی سری زمانی به این نتیجه رسید که تورم و بیکاری اثر منفی و بهره‌وری و تولید ناخالص داخلی بر عرضه نیروی کار اثر مثبت دارند.

با بررسی اجمالی پژوهش‌های صورت گرفته در این حوزه مشخص می‌شود که اغلب محققین از بعد اقتصادی به بررسی عرضه نیروی کار و عوامل مؤثر بر آن پرداختند. نوآوری این پژوهش در رویکرد جامع و پویا به تحلیل نرخ مشارکت نیروی کار در ایران تا افق ۱۴۴۰، از طریق به کارگیری روش‌شناسی پویایی سیستم، است. برخلاف مطالعات پیشین که غالباً بر روش‌های اقتصادسنجی متمرکز بوده و به صورت مجزا به عوامل مؤثر پرداخته‌اند، در این پژوهش با استفاده از مدل‌سازی شبیه‌سازی، روابط متقابل و حلقه‌های بازخوردی میان متغیرهای اجتماعی، اقتصادی و جمعیتی آشکار می‌شود. این جامعیت، درک عمیق‌تری از تحولات بلندمدت عرضه نیروی کار ارائه می‌دهد. علاوه بر این، گنجاندن متغیرهایی نظیر سطح ناامیدی از یافتن شغل در مدل، ابعاد

^۱. Mazzocco et al. (2006)

^۲. Vendrik, & Cörvers (2009)

^۳. Kargi (2014)

^۴. Azimi (2015)

^۵. Oğuz (2018)

تازه‌ای به تحلیل‌های پیشین افزوده است. این رویکرد سیستمی، امکان ارزیابی سناریوهای مختلف سیاستی و پیامدهای آن‌ها را فراهم می‌کند.

۴- روش شناسی پژوهش

در برنامه‌ریزی نیروی کار، یکی از اهداف، پیش‌بینی نیاز به نیروی کار است. از منظر عملیاتی، برنامه‌ریزی نیروی کار یک فرآیند تکراری متشکل از سه عنصر اصلی است: پیش‌بینی سمت تقاضا، پیش‌بینی سمت عرضه و شناسایی مازاد یا کمبود نیروی کار. این فرآیند ممکن است با استفاده از روش‌های پیش‌بینی قضاوتی، مدل‌سازی انباشت-جریان، مدل پیش‌بینی نیروی کار صورت گیرد (موتینگی و امبوها^۱، ۲۰۱۲). عملکرد اقتصاد جهانی و ملی، پیشرفت‌های فناوری، تغییرات جمعیتی و غیره نیز بر دقت پیش‌بینی تاثیر دارد. در جدول ۲ خلاصه‌ای از تکنیک‌های پیش‌بینی نیروی کار ارائه شده است.

جدول ۲- تکنیک‌های پیش‌بینی نیروی کار

نویسندگان	نام روش	عوامل کلیدی	تکنیک‌های مدل‌سازی
مارشال و راسمن ^۲ (۲۰۱۴)	پیش‌بینی قضاوتی ^۳	تجربه گروه‌های کانونی یا متخصص	این امر به سادگی با درخواست از گروهی از متخصصان در منطقه برای شناسایی نیازهای نیروی کار خود به دست می‌آید. این شامل قضاوت ارزشمند افرادی است که در این زمینه دانش بالایی دارند.
بریسکو و ویلسون ^۴ (۱۹۹۳) سینگ و همکاران (۲۰۱۲)	مدل‌سازی انباشت-جریان	جریان‌های ورودی و خروجی نیروی کار برای مثال تعداد ورودی‌های جدید و کارگران بازنشسته	یک مدل انباشت-جریان با تعیین نیروی کار موجود شروع می‌شود. این موجودی با ورود «تازه واردان»، خروج «کارگران بازنشسته» و سایر متغیرهای کلیدی مانند «تحرك نیروی کار» تعدیل می‌شود.
پرساد و همکاران ^۵ (۱۹۹۵)، بل و براندنبورگ ^۶ (۲۰۰۳)	مدل پیش‌بینی روند و سری زمانی	ارقام گذشته تقاضا و عرضه نیروی کار	در مدل‌های پیش‌بینی سری‌های زمانی، با شناسایی الگوهای تاریخی در داده‌ها، روند آینده عرضه و تقاضای نیروی کار برون‌یابی می‌شود.
آگاپیو ^۷ و همکاران (۱۹۹۵)، بریسکو و ویلسون (۱۹۹۳)	مدل‌سازی اقتصاد سنجی با استفاده از مدل رگرسیون	برقراری یک علیت بین تقاضا (یا عرضه) و متغیرهای مستقل	برای طرف تقاضا، متغیرهای مستقل می‌تواند دستمزد واقعی، قیمت مواد، نرخ بهره و بهره‌وری و برای طرف عرضه، درآمد هفتگی و تعداد بازماندگان از مدرسه باشد.

^۱ . Mutingi & Mbohw (2012)

^۲ . Marshall & Rossman (2014)

^۳ . Judgment Forecasting

^۴ . Briscoe & Wilson (1993)

^۵ . Persad et al. (1995)

^۶ . Bell & Brandenburg (2003)

^۷ . Agapiou et al. (1995)

منبع: یافته‌های پژوهش

در این پژوهش در مرحله اول، پژوهش‌ها و مقاله‌های معتبر ادبیات پژوهش مورد مطالعه قرار گرفت و متغیرهای مهم اقتصادی، اجتماعی و جمعیتی مؤثر بر عرضه نیروی کار تا حد امکان (جدول ۳)، شناسایی شد.

جدول ۳- متغیرهای استخراج شده از ادبیات پژوهش

ردیف	نام متغیر	دسته‌بندی نقش در مدل	توضیحات / تأثیر اصلی
۲	جمعیت افراد شاغل	سطح (Stock)	انباشت افرادی که کار می‌کنند.
۳	جمعیت افراد بیکار	سطح (Stock)	انباشت افرادی که بیکار هستند.
۵	سرمایه	سطح (Stock)	انباشت سرمایه
۶	سرمایه‌گذاری	نرخ (Flow)	نرخ افزودن به سرمایه (به GDP مرتبط است).
۷	تولید ناخالص داخلی	سطح (Stock)	نشان‌دهنده انباشت ارزش تولید شده.
۸	عرضه نیروی کار	نرخ (Flow)	نرخ که افراد به نیروی کار اضافه می‌شوند.
۹	نرخ اشتغال	نرخ (Flow)	نرخ ورود افراد از بیکار به شاغل.
۱۱	انگیزه پیدا کردن شغل	متغیر کمکی	عاملی که نرخ ورود به بازار کار را تحت تأثیر قرار می‌دهد.
۱۲	فرصت‌های شغلی	متغیر کمکی	تابعی از سرمایه‌گذاری، که بر انگیزه تأثیر می‌گذارد.
پارامترهای جمعیتی و اجتماعی			
۱۳	سن	پارامتر / ورودی	متغیری که سایر متغیرهای وابسته به سن را تعیین می‌کند.
۱۴	میزان باروری	نرخ (Flow)	نرخ تغییرات جمعیتی (ورودی سطح جمعیت)
۱۵	خالص مهاجرت	نرخ (Flow)	نرخ خالص ورود/خروج افراد از جمعیت
۱۶	سن بازنشستگی	پارامتر / ورودی	آستانه سنی برای خروج از نیروی کار
۱۷	نرخ بازنشستگی	نرخ (Flow)	نرخ خروج افراد از نیروی کار به دلیل رسیدن به سن بازنشستگی
۲۱	فشار اجتماعی	متغیر کمکی	عاملی که انگیزه پیدا کردن شغل را افزایش می‌دهد.
۲۲	نیاز به شغل	متغیر کمکی	متغیرهای انگیزشی برای ورود به بازار کار
۲۴	متوسط درآمد خانوار / نیاز مالی خانوار	متغیر کمکی	محاسبه‌هایی بر اساس سطوح درآمد و هزینه.
۲۵	شغل‌های پاره وقت / چند شغلی / اضافه کاری	متغیر کمکی	اشکال مختلف اشتغال که می‌توانند نرخ مشارکت را تغییر دهند.
متغیرهای مربوط به تحصیلات			
۲۶	سطح تحصیلات	سطح (Stock)	انباشت دانش کسب شده در طول زمان.
۲۷	زمان در دسترس برای کار / تحصیل	پارامتر / ورودی	توزیع زمانی که افراد می‌توانند بین کار و تحصیل تقسیم کنند.

ردیف	نام متغیر	دسته‌بندی نقش در مدل	توضیحات / تأثیر اصلی
۲۸	زمان تخصیص داده شده به تحصیل	نرخ (Flow)	نرخ‌هایی که افراد به جای کار، تحصیل می‌کنند.
عوامل کلان اقتصادی			
۲۹	قیمت ارز/قیمت نفت	پارامتر/ورودی	متغیرهای خارجی تأثیرگذار بر اقتصاد.
۳۰	تورم	متغیر کمکی	نرخ افزایش عمومی قیمت‌ها.
۳۱	هزینه‌های تولید	متغیر کمکی	عاملی که بر تولید ناخالص داخلی و فرصت‌های شغلی تأثیر می‌گذارد.
۳۲	تحریم‌ها	پارامتر/ورودی	عامل خارجی که بر تولید تأثیر منفی می‌گذارد.
۳۳	درآمدهای سازمان تأمین اجتماعی	متغیر کمکی	درآمدی که می‌تواند بر آستانه بازنشستگی یا مزایای اجتماعی تأثیر بگذارد.

منبع: یافته‌های پژوهش

به دلیل ابعاد مختلف اقتصادی، اجتماعی، جمعیتی و.... مؤثر بر عرضه نیروی کار، یکی از مناسب‌ترین راه‌ها برای بررسی بازار کار بهره‌گیری از روش پویایی‌های سیستم است که هم توانایی الگوسازی ابعاد مختلف مسئله مورد بررسی را داراست و هم اینکه، به دلیل تعریف روابط در درون الگو، نیاز به اطلاعات پیوسته‌ای از متغیرهای مورد تحلیل ندارد (دیتون و واینبریک^۱، ۱۹۹۹). پویایی‌های سیستم بر مبنای نظریه کنترل^۲ و تئوری مدرن پویایی غیرخطی^۳ بنا شده است، یعنی مبتنی بر یک پایه ریاضی دقیق برای تئوری و مدل‌ها است. این روش این امکان را می‌دهد که زمینه‌ی تکنیکی قوی برای توسعه‌ی بینش و درک مفهومی از پیچیدگی و پویایی به کار گرفته شود. در واقع پویایی‌های سیستم روش مدل‌سازی است که به درک هرچه بهتر سیستم‌ها به صورت شبیه‌سازی کامپیوتری، کمک می‌کند. برای تدوین برنامه‌های استراتژیک، کلان، خرد و میان بخشی، ظرفیت و توان بالایی دارد و استفاده از آن منجر به تدوین سیاست‌های اثربخش‌تر می‌شود و در صورت وجود تنوع زیاد در مؤلفه‌ها و متغیرها می‌تواند به تبیین، پیش‌بینی و رصد ساختارها و رفتارها بپردازد (استرمن^۴، ۲۰۰۱).

هدف از مدل‌سازی گستره زیاد از ساخت مدل کمی و دقیق تا ساخت مدل‌های کیفی و تئوری‌های اجتماعی و آزمون مضامین پویای آن است. در رویکرد پویایی‌های سیستم، کل سیستم مدل نمی‌شود، ولی تمام عناصر مهم مرتبط با مسئله در نظر گرفته می‌شود و هدف، درک و فهم بهتر مسئله است (استرمن، ۲۰۰۱). در این روش آنجایی که قوانین ریاضی بین متغیرها صریح و

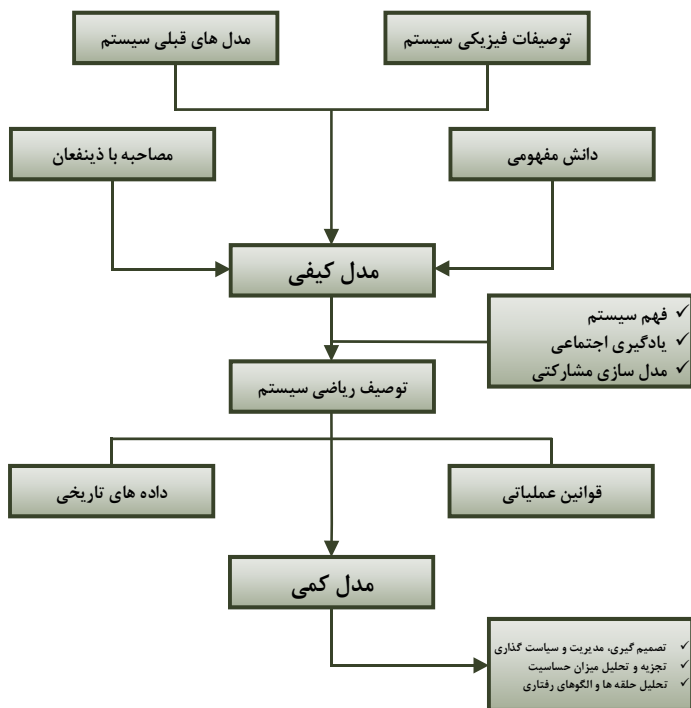
^۱. Deaton & Winebrake (1999)

^۲. Control theory

^۳. Non-linear dynamics theory

^۴. Sterman (2001)

اثبات شده نیستند، به گروه‌های کانونی مراجعه می‌شود، یعنی نوع ارتباط بین متغیرها و وزن هر کدام از عوامل اثرگذار بر روی عامل دیگر توسط کارشناسان و متخصصان آن موضوع تعیین می‌شود (فرتوک‌زاده و اشراقی^۱، ۲۰۰۹).



شکل ۱-۱- چارچوب مدل‌سازی پویایی سیستم، (آدریا و همکاران، ۲۰۲۰)

دیدگاه پویایی‌های سیستم، از تکنیک‌های آماری که علت و معلولی یک‌طرفه را استنباط می‌کنند، متمایز است. اگرچه روش‌های آماری مانند مدل‌سازی معادلات ساختاری می‌توانند اثرات متقابل را ثبت کنند، پویایی سیستم به طور کلی بر روابط بازخورد غیرخطی تمرکز می‌کند که منجر به تغییر در تأثیر یا تسلط حلقه‌های بازخورد در طول زمان می‌شود (هومند و چالیز^۲، ۲۰۱۵). در نتیجه، این روش در توانایی خود برای توصیف و درک پویایی‌های پیچیده سیستم‌های اجتماعی منحصر به فرد است. پویایی سیستم از روابط علی غیررسمی و مدل‌های ریاضی رسمی، اغلب با شبیه‌سازی رایانه‌ای، برای آزمایش فرضیه‌هایی در مورد رابطه بین ساختار و رفتار دینامیکی یک

^۱. Fartookzadeh & Eshraghi (2009)

^۲. Hovmand & Chalise (2015)

سیستم از دیدگاه درون‌زا یا بازخورد استفاده می‌کند.

در ادامه چارچوبی از مدل‌سازی پویایی‌های سیستم بر اساس مطالعه آدریا و همکاران^۱ (۲۰۲۰) ارائه شده است. این چارچوب رابطه میان مدل کمی و کیفی را نشان می‌دهد. مطابق شکل ۱ مشاهده می‌شود که مدل کمی مبتنی بر مدل کیفی و توصیف ریاضی سیستم بوده که براساس داده‌های تاریخی می‌توان به تحلیل حلقه‌ها پرداخت و با ارائه پیشنهادها سیاستی و مدیریتی، کارایی سیستم را ارتقا داد.

۵- مفهوم سازی سیستم

مفهوم سازی سیستم شامل تعیین مرز مدل، شناسایی روابط علی و چارچوب سیاست است (علمی و همکاران^۲، ۲۰۲۲). در این مرحله بعد از مرور ادبیات و مطالعات موجود در زمینه عرضه نیروی کار، نمودار علی- معلولی تهیه شد. در این پژوهش مصاحبه با افرادی صورت گرفت که دارای پست دانشگاهی یا سازمانی مرتبط با بازار کار بودند و سابقه کاری و علمی کافی در این حیطه داشتند. اطلاعات مربوط به این خبرگان در جدول ۴ درج شده است. از طرفی نمودار علی- معلولی و حالت- جریان و علی-معلومی توسط این خبرگان تأیید شد.

جدول ۴- اطلاعات مربوط به خبرگان مشارکت کننده در پژوهش

خبرگان	تعداد	مدرک تحصیلی	شغل
اقتصاد	۵ نفر	دکتری اقتصاد	استاد دانشگاه
جمعیت‌شناسی	۳ نفر	دکتری جمعیت‌شناسی	استاد دانشگاه
جامعه‌شناسی	۲ نفر	دکتری جامعه‌شناسی	استاد دانشگاه
کارآفرینی و اشتغال	۱ نفر	کارشناسی مدیریت صنعتی	شاغل در اداره کل تعاون، کار و رفاه اجتماعی

۵-۱- فرمول‌بندی مدل

در روش پویایی‌های سیستم، پس از طراحی مدل علی- معلولی سیستم مورد مطالعه، برای کمی‌سازی مدل و شبیه‌سازی سیاست‌های مختلف، نمودار جریان سیستم بر اساس روابط بین متغیرها با استفاده از روابط و فرمول‌های ریاضی تهیه می‌شود. در ادامه این مراحل تشریح می‌شود. **حلقه‌های علی- معلولی:** نمودار علت- معلولی ابزاری برای ترسیم ارتباطات علی در داخل یک سیستم است که به دو نوع کلی تقسیم می‌شود. حلقه‌های تقویت‌کننده و حلقه‌های تعادلی. حلقه‌های تقویت‌کننده سیستم‌های بازخورد مثبتی هستند که با تغییر اولیه همگام‌اند. حلقه‌های

¹. Adria (2020)

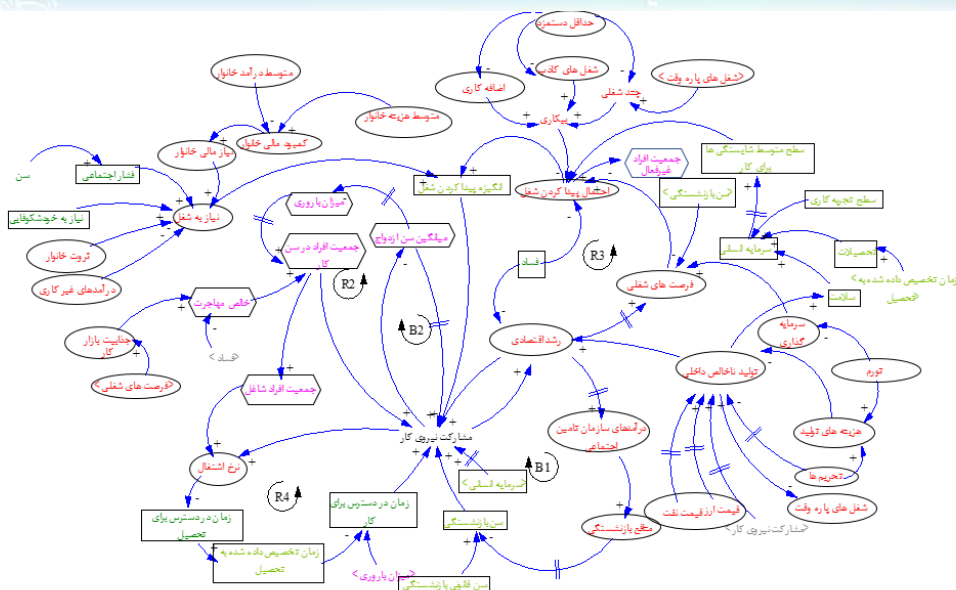
². Elmi et al. (2022)

تعادلی، برعکس رفتار حلقه‌های تقویت‌کننده، حرکتی مخالف تغییر اولیه را در پیش خواهند گرفت (استرمن، ۲۰۰۱). برای ترسیم نمودار علت-معلولی، مدل‌ساز نیازمند داده‌ها و اطلاعات گسترده‌ای است. مشخص نبودن دیدگاهی که بر اساس آن مدل علی ساخته می‌شود از مشکلات روش پویایی‌های سیستم است (صادقی‌مقدم و همکاران^۱، ۲۰۱۱). برای درک بهتر رفتار سیستم، باید بعد از تدوین روابط بین متغیرهای موجود در سیستم، با استفاده از نرم افزار ونسیم^۲ مقدار متغیرها در طول زمان شبیه‌سازی شود. برای به دست آوردن فرمول‌ها و روابط بین متغیرها از نظرات خبرگان و صاحب نظران آشنا به روش پویایی‌های سیستم بهره گرفته شده است. شکل ۲ حلقه‌های علی-معلولی ترسیم شده را نشان می‌دهد. در این گونه مدل‌ها جهت فلش‌ها به معنی تأثیر متغیرهای مستقل بر متغیرهای وابسته است. هدف از توسعه نمودار علی، استفاده از ابزاری برای ساماندهی حجم عظیم اطلاعات که از منابع مختلف گردآوری شده، است. این نمودار اطلاعات ارزشمندی در مورد حلقه‌های بازخوردی، تأخیرهای زمانی و روابط بین متغیرها در اختیار قرار می‌دهد و می‌توان از آن به عنوان مقدمه‌ای برای تحلیل‌های بعدی استفاده کرد (کالانتاری و همکاران^۳، ۲۰۱۶). لازم به توضیح است برای روشن تر شدن بازخوردهای متغیرهای اقتصادی، اجتماعی و جمعیتی بر روی یکدیگر و همچنین تأثیر آنها بر روی شاخص نرخ مشارکت، متغیرهای جمعیتی با شش ضلعی، متغیرهای اقتصادی با بیضی و متغیرهای اجتماعی با مستطیل، مشخص شده‌اند.

^۱. Sadeghi Moghaddam et al. (2011)

^۲. Vensim

^۳. Kalantari et al. (2016)



شکل ۲- نمودار علت و معلولی

رفتار دینامیکی نرخ مشارکت نیروی کار در ایران، یک رفتار چندوجهی است که توسط تعامل پیچیده میان حلقه‌های تقویت‌کننده و متعادل‌کننده هدایت می‌شود. این رفتار، پتانسیل رشد ناشی از مزیت جمعیتی و آموزشی را در برابر محدودیت‌های ساختاری و اقتصادی بازار کار قرار می‌دهد. رفتار بلندمدت نرخ مشارکت نیروی کار در ایران تا سال ۱۴۴۰، در غیاب سیاست‌های مداخله‌گر، به سمت یک سطح تثبیت شده یا کاهشی حرکت می‌کند. این رفتار ناشی از برتری تأثیر دو حلقه تعادل‌دهنده اصلی بر حلقه‌های تقویت‌کننده است:

۱- حلقه تقویت‌کننده رشد اقتصادی و فرصت‌های شغلی (R3): این حلقه با متغیر رشد اقتصادی شروع و با متغیر اصلی مشارکت نیروی کار به پایان می‌رسد. رشد اقتصادی باعث افزایش تقاضای کار و انگیزه مشارکت می‌شود. بر اساس این حلقه، رشد اقتصادی بر فرصت‌های شغلی اثر مثبت می‌گذارد. فرصت‌های شغلی بیشتر احتمال پیدا کردن شغل را افزایش می‌دهد، که این موضوع انگیزه پیدا کردن شغل را تقویت می‌کند و در نهایت مشارکت نیروی کار را بالا می‌برد. این حلقه نشان‌دهنده پتانسیل بازتولید رشد است، زیرا افزایش مشارکت نیروی کار باعث تقویت تولید ناخالص داخلی می‌شود. در شرایط خوش‌بینانه، این حلقه می‌تواند به افزایش پایدار نرخ مشارکت نیروی کار منجر شود.

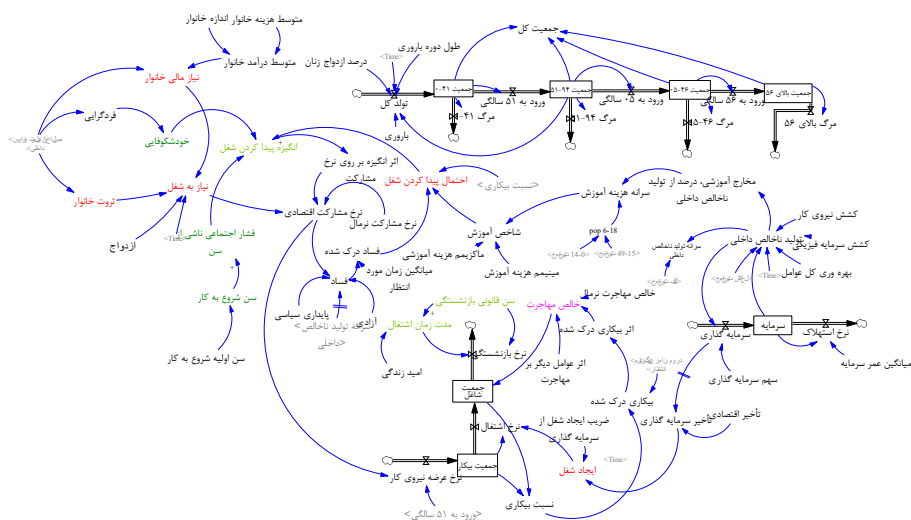
۲. حلقه متعادل‌کننده دلسردی و بیکاری: این حلقه یک مکانیسم ترمز است که با شروع از بیکاری آغاز شده و در نهایت بر مشارکت نیروی کار تأثیر می‌گذارد تا سیستم را متعادل کند. افزایش در بیکاری باعث افزایش دلسردی و کاهش انگیزه افراد برای جستجوی شغل می‌شود که این خود مستقیماً به کاهش نرخ مشارکت نیروی کار منجر می‌شود. کاهش مشارکت نیروی کار، به معنی کمتر شدن تعداد جویندگان فعال کار در سیستم است که این امر متعاقباً موجب کاهش نرخ بیکاری اولیه می‌شود و اثر تعدیل‌کننده خود را به نمایش می‌گذارد، در نتیجه از تحقق کامل پتانسیل جمعیتی، اقتصادی جلوگیری شده و مشارکت در سطحی پایین‌تر از ظرفیت تثبیت می‌شود.

۳. حلقه متعادل‌کننده ساختار جمعیتی، بازنشستگی: این حلقه، یک عامل ساختاری بلندمدت کاهش است که مرتبط با سیاست‌های نهادی (سن بازنشستگی) است. مشارکت نیروی کار بر درآمدهای سازمان تأمین اجتماعی اثر مثبت می‌گذارد. افزایش درآمدها بر سطح بازنشستگی اثر مثبت می‌گذارد و سطح بازنشستگی بر مشارکت نیروی کار اثر منفی می‌گذارد. همچنین سن بازنشستگی به عنوان یک اهرم سیاست‌گذارانه بر سطح بازنشستگی اثر منفی می‌گذارد. این حلقه تضمین‌کننده کاهش نرخ مشارکت در بلندمدت (به دلیل خروج نسل بزرگ‌تر) است، اما سیاست‌های دولتی (مثل افزایش سن بازنشستگی) می‌تواند سرعت این کاهش را کنترل کند. بنابراین، نرخ مشارکت (که در نمودار به عنوان مشارکت نیروی کار نمایش داده شده) هم نقطه شروع و هم نقطه پایان این حلقه بازخورد تعدیل‌کننده (B1) است.

۴. حلقه تقویتی آموزشی، جمعیتی (R4): این حلقه پویایی‌های جمعیتی و آموزشی را نشان می‌دهد. جمعیت افراد در سن تحصیل بر تأخیر در ورود به بازار کار اثر می‌گذارد. افزایش اشتغال زمان در دسترس برای تحصیل را کاهش داده و زمان تخصیص داده‌شده به تحصیل را کاهش می‌دهد، که این کاهش در بلندمدت منجر به کاهش سرمایه انسانی و در نهایت کاهش کیفیت اشتغال می‌شود. این حلقه در افق بلندمدت می‌تواند یک نیروی متعادل‌کننده پنهان (به دلیل کاهش بهره‌وری) باشد. فرضیه پویا: رفتار بلندمدت نرخ مشارکت نیروی کار در ایران تا سال ۱۴۴۰، یک الگوی "رشد کوتاه‌مدت تحت سرکوب" را دنبال خواهد کرد. این رفتار ناشی از تقابل میان پتانسیل رشد (حلقه‌های تقویت‌کننده مربوط به رشد اقتصادی و نیروی جوان) و محدودیت‌های ساختاری و اقتصادی (حلقه‌های متعادل‌کننده مربوط به اثر کارگر دلسردشده و ساختار بازنشستگی) است. در این ساختار، سرعت بالای ورود جوانان به بازار کار به دلیل عدم توانایی کافی اقتصاد در ایجاد شغل مناسب، بلافاصله توسط افزایش بیکاری و دلسردی خنثی می‌شود. نوآوری مدل در این است که با تغییر متغیرهای سیاستی اهرمی (مانند سن بازنشستگی و زمان تخصیص داده شده به تحصیل)،

می‌توان تأثیر حلقه‌های متعادل‌کننده را تضعیف کرده و نرخ مشارکت را به سطوح پتانسیل پنجره جمعیتی نزدیک‌تر کرد.

شیبه‌سازی مدل در نرم‌افزار: بعد از ترسیم مدل علت- معلولی به رسم نمودار انباشت- جریان پرداخته می‌شود. این نمودار، بخش محوری شیبه‌سازی است که جزئیات ساختار و نحوه تعامل بین متغیرهای یک سیستم با یکدیگر را نشان می‌دهد و می‌تواند مبنایی برای توسعه یک مدل کمی باشد. در این نمودار از دو مفهوم انباره و جریان استفاده می‌شود. در هر سیستم متغیرهایی که مقدارشان افزایش یا کاهش می‌یابد، متغیرهای انباشت و نرخ افزایش یا کاهش این متغیرها جریان نامیده می‌شود. نمودار انباشت و جریان این مطالعه در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳- نمودار انباشت- جریان

بررسی رفتار سیستم در طول زمان، نیازمند شبیه‌سازی روابط و متغیرها در نرم افزار ونسیم است که در شبیه‌سازی، نمودارهای جریان معادل حلقه‌های علی خواهد بود. در مدل حالت جریان، بر اساس مصاحبه‌ای که از خبرگان انجام شد، متغیرهایی انتخاب شد که تاثیر بیشتری روی متغیر نرخ مشارکت داشت و برای فرمول نویسی در نرم افزار، اطلاعات کافی درمورد آن متغیرها موجود بود. ابتدا بازه زمانی مورد نظر و همچنین ارتباط بین اجزای متغیرهای سیستم، به صورت فرضیه در نرم افزار ونسیم تعریف شد. از آنجایی که تعریف دقیقی از روابط بین بعضی از متغیرها وجود نداشت، فرضیه و فرمول‌ها، بر اساس نظر خبرگان، بر پایه منطق و داده‌های موجود این روابط تعریف شده است (داده‌های واقعی، از مرکز آمار ایران، سازمان ثبت احوال کشور، بانک مرکزی و

سایر ارگان‌های مرتبط اخذ شده است). سپس با استفاده از نرم افزار بر اساس اطلاعات ورودی، رفتار مدل شبیه‌سازی و ترسیم شد. این مدل برای دوره زمانی ۵۵ ساله (۱۳۸۵-۱۴۴۰) اجرا شده است و رفتاری که سیستم از خود نشان می‌دهد، نشانه صحت این روابط می‌باشد.

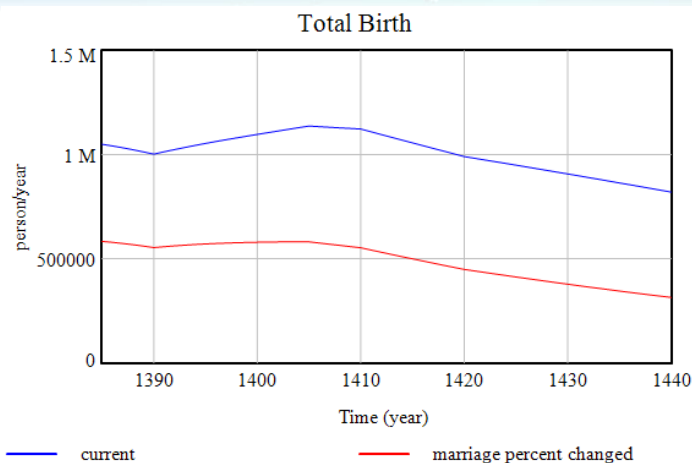
۵-۲- اعتبارسنجی مدل

اعتماد به نتایج مبتنی بر مدل‌سازی پویایی‌های سیستم، مستلزم اثبات دقیق قابلیت‌های مدل در بازتولید داده‌های گذشته و پاسخ‌دهی منطقی به شوک‌های فرضی است. اعتبار سنجی این مدل بر محورهای زیر استوار است:

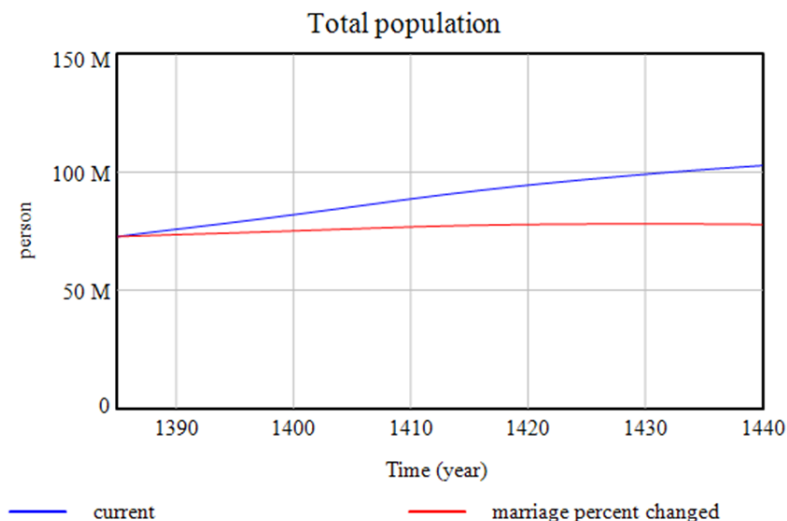
۵-۲-۱- تأیید رفتاری و آزمون‌های کلیدی

اعتبارسنجی در رویکرد سیستم‌های پویا، بیشتر بر رفتار داده‌ها در طول زمان تأکید دارد که بیان‌کننده صحت ارتباط ساختار ایجاد شده با رفتار تولید شده است (استرمن، ۲۰۰۱).

آزمون شرایط حدی: اعتبارسنجی در رویکرد سیستم‌های پویا، بیشتر بر رفتار داده‌ها در طول زمان تأکید دارد که بیان‌کننده صحت ارتباط ساختار ایجاد شده با رفتار تولید شده است (استرمن، ۲۰۰۱). یکی از روش‌های سنجش اعتبار مدل، آزمون شرایط حدی است. در این آزمون با تعیین مقادیر اولیه متغیرها در حالت‌های حدی میزان پایداری رفتار سیستم بررسی می‌شود. این آزمون به این سوال پاسخ می‌دهد که آیا کل معادله‌های مدل در صورتیکه در معرض مقادیر حدی، اما ممکن متغیرها قرار گیرد، معنی‌دار هستند یا خیر؟ در این آزمون با استفاده از مقادیر حدی بعضی از متغیرها به تعیین اینکه آیا معادله‌ها و مدل به صورت منطقی و مطابق با قوانین فیزیکی رفتار می‌کند، پرداخته می‌شود (علمی و همکاران، ۲۰۲۲). شکل ۴ زیر پاسخ آزمون به تغییرات در بعضی از متغیرها را نشان می‌دهد.



شکل ۴- شبیه‌سازی زاد و ولد کل در صورتی که تنها نیمی از زنان ازدواج کنند



شکل ۵- شبیه‌سازی جمعیت کل در صورتی که تنها نیمی از زنان ازدواج کنند

شکل ۴ و ۵، زاد و ولد کل و جمعیت کل در صورتیکه فقط نیمی از زنان ازدواج کنند را نشان می‌دهند. همانطور که انتظار می‌رود میزان زاد و ولد سالیانه و جمعیت کل کاهش می‌یابد و رفتار مدل منطقی است.

آزمون‌بازتولید رفتار: در این آزمون که برای اعتبارسنجی رفتار مدل به کار می‌رود،

رفتار مدل با رفتار سیستم واقعی مقایسه می‌شود. در آزمون بازتولید رفتار، استفاده از روش‌های آماری نظیر میانگین مربعات خطا^۱ (MSE) و درصد خطای مجذورات^۲ (RMSPE) مرسوم است. استرمن^۳ استفاده از RMSPE را برای ارزیابی مدل رویه‌ای ساده می‌داند (استرمن، ۲۰۰۱). شاخص RMSPE، که نشان‌دهنده میزان انحراف مقادیر شبیه‌سازی شده از مقادیر واقعی است، بر اساس معادله (۱) محاسبه می‌شود.

$$RMSPE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{S_i - A_i}{A_i} \right)^2} \quad (1)$$

که در این فرمول، S_i مقدار شبیه‌سازی شده در زمان i و A_i مقدار واقعی در زمان i و n تعداد دوره است.

بر اساس این شاخص هرچه میزان تفاوت بین داده‌های واقعی و شبیه‌سازی شده کمتر باشد، بیشتر می‌توان به نتایج شبیه‌سازی اعتماد کرد. بر این اساس هرچه میزان RMSEP به صفر نزدیک‌تر باشد به مفهوم خطای کمتر و نزدیک بودن به ۱۰۰ درصد نیز نشان‌دهنده خطای بالا است. بر اساس محاسبات محقق، میزان این شاخص برای مدل این پژوهش، ۰/۰۸ به دست آمد. بنابراین مقادیر شبیه‌سازی شده و واقعی انحراف کمی از یکدیگر دارند.

۵-۲-۱-۳-آزمون‌های ساختاری پیشرفته

- برای اطمینان بیشتر از قابلیت اطمینان مدل، سه دسته آزمون ساختاری تکمیلی اعمال شد:

 - ۱- آزمون‌های ساختاری پایایی: این آزمون اطمینان می‌دهد که متغیرهای حیاتی و حلقه‌های بازخوردی کلیدی که بر رفتار بلندمدت سیستم تأثیر گذارند، از دامنه مدل خارج نشده باشد، یعنی اطمینان از این که ساختار مدل برای افق زمانی مورد نظر، به اندازه کافی جامع است.
 - ۲- آزمون سازگاری واحدها: با این آزمون سازگاری واحد اندازه‌گیری تمامی معادلات در مدل تضمین می‌شود (مثلاً واحد سطح با واحد نرخ در طول زمان جمع و تفریق نشود). این امر از بروز خطاهای ریاضی ناشی از عدم تناسب واحدها جلوگیری می‌کند.
 - ۳- آزمون افق زمانی: با توجه به آثار بلندمدت تأخیرهای اجتماعی (مانند سن ازدواج)، مدل

^۱. Mean Squared Error

^۲. Root Mean Square Percentage Error

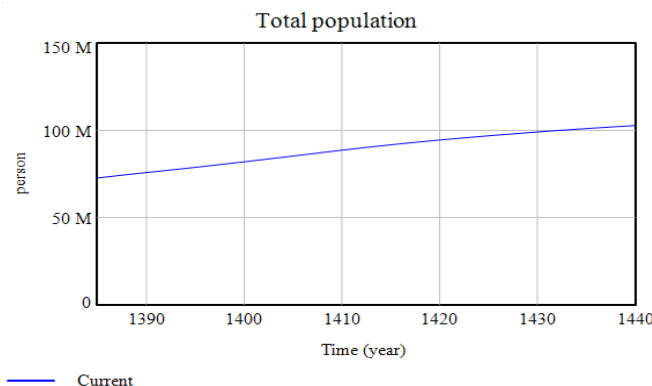
^۳. Esterman

در بازه‌های زمانی مختلف (۱۰، ۲۰ و ۳۰ ساله) اجرا شد تا اطمینان حاصل شود که اثرات انباشته به درستی در ساختار مدل منعکس شده و نتایج در افق‌های بلندتر، منطق رفتاری خود را حفظ می‌کند.

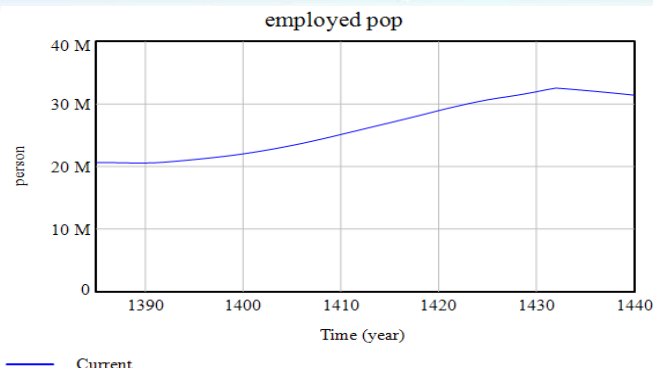
بر اساس مدل پویایی‌های سیستم، حرکت به سمت وضعیت ایده‌آل عرضه نیروی کار در سال ۱۴۴۰ مستلزم مداخله هماهنگ و همزمان در محورهای اجتماعی (ازدواج/باروری) و اقتصادی (سرمایه‌گذاری/رشد پایدار) است. لایه‌های اعتبارسنجی فوق، قابلیت اتکای بالای این مدل را برای تصمیم‌گیری‌های استراتژیک تأیید می‌نماید.

۵-۳- اجرای مدل

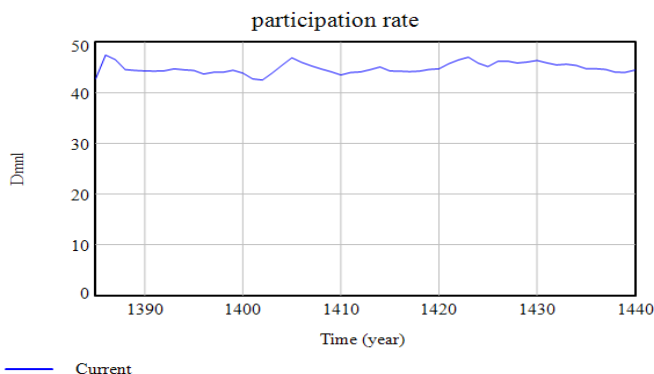
در این مرحله مدل پژوهش برای پیش‌بینی رفتار متغیرهای کلیدی به اجرا گذاشته می‌شود. مدل در افق زمانی ۵۵ ساله که از سال ۱۳۸۵ آغاز می‌شود و تا سال ۱۴۴۰ ادامه می‌یابد، اجرا شد. در ادامه رفتار متغیرهای کلیدی مدل اعم از جمعیت کل، جمعیت شاغل و نرخ مشارکت در شکل‌های زیر نشان داده شده است.



شکل ۶- رفتار متغیر جمعیت کل پس از اجرای مدل



شکل ۷- رفتار متغیر جمعیت شاغل پس از اجرای مدل



شکل ۸- رفتار متغیر نرخ مشارکت پس از اجرای مدل

۴-۵- بررسی سناریوهای مختلف

برای ارائه سناریوهای فرضی جهت بررسی رفتار متغیرهای کلیدی، با تغییر مقدار بعضی از پارامترها، میزان تغییر متغیرهای کلیدی برآورد شده است. در ادامه دو سناریوی فرضی شرایط ایده‌آل و شرایط ناگوار طبق نظر محققین این مطالعه پیشنهاد شده است و رفتار متغیرهای مهم در ازای اعمال هر یک از این سناریوها توسط نرم‌افزار شبیه‌سازی شده است.

۴-۵-۱- سناریو شرایط ایده‌آل

بر اساس محاسبات مربوط به مدل و نظر خبرگان طرف مشورت در این مطالعه، متغیرهای درصد ازدواج زنان، نرخ باروری، سرمایه‌گذاری و نرخ ناامیدی برای پیدا کردن شغل، از متغیرهای اهرمی شناسایی شده‌ی مؤثر بر نرخ مشارکت، هستند. بر اساس سناریوی ایده‌آل سازمان ملل در

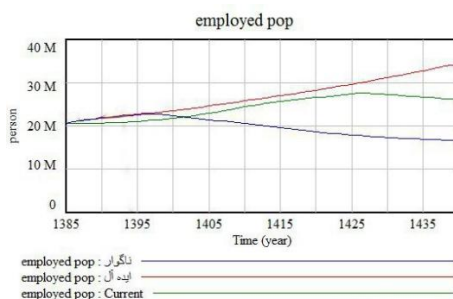
سال ۱۴۴۰ نرخ باروری به رقم ۲/۱۷ می‌رسد (مرکز بررسی‌های استراتژیک مجمع تشخیص مصلحت نظام، ۱۳۹۳). همچنین اگر فرض شود که ازدواج زنان ۱۵ درصد و سرمایه‌گذاری ۱۰ درصد افزایش یابد، همچنین نرخ ناامیدی برای پیدا کردن شغل ۱۰ درصد کاهش یابد، در سال ۱۴۴۰ نرخ مشارکت به ۶۰ درصد افزایش پیدا می‌کند و جمعیت شاغل به حدود ۳۵ میلیون می‌رسد. نمودارهای مربوط به رفتار بعضی از متغیرهای مهم در این سناریو و در مقایسه با سایر سناریوها در ادامه آورده شده است.

۵-۴-۲- سناریو شرایط ناگوار

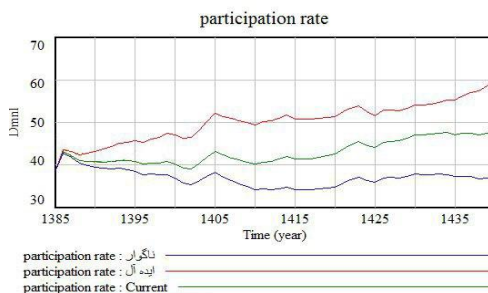
در سناریو شرایط ناگوار فرض می‌شود بر اساس سناریوهای سازمان ملل در سال ۱۴۴۰ نرخ باروری به رقم ۱/۱۷ برسد. همچنین با افزایش تحریم‌ها سرمایه‌گذاری ۱۰ درصد کاهش یافته و ازدواج زنان ۱۵ درصد کاهش یابد، همچنین نرخ ناامیدی برای پیدا کردن شغل ۱۰ درصد افزایش می‌یابد. بر اساس این سناریو در سال ۱۴۴۰، جمعیت شاغل به حدود ۱۸ میلیون رسیده و نرخ مشارکت اقتصادی پایین‌تر از ۴۰ درصد خواهد بود.

با استفاده از اطلاعات موجود در مدل شبیه‌سازی شده می‌توان عوامل تأثیرگذار بر این متغیرهای اهرمی را بررسی کرد و از آن‌ها در جهت بهبود میزان نرخ مشارکت بهره‌جست. با توجه به سناریوی شرایط ایده‌آل، برای مثال با تقویت عواملی که باعث کاهش متغیر ناامیدی و افزایش ازدواج می‌شود می‌توان از کاهشی شدن نرخ مشارکت جلوگیری کرده و به اهداف سیستم نزدیک‌تر شد.

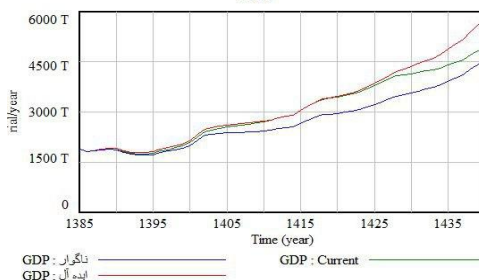
در هر سیستمی، اتفاقات پیش‌بینی نشده مانند تحریم تأثیر منفی بر روند سیستم دارند، از این رو هر سیاستی که سبب کاهش این موارد شود، عرضه نیروی انسانی و نرخ مشارکت را افزایش خواهد داد.



شکل ۹- مقایسه متغیر جمعیت شاغل در سناریوهای مختلف



شکل ۱۰- مقایسه متغیر نرخ مشارکت در سناریوهای مختلف
GDP



شکل ۱۱- مقایسه متغیر تولید ناخالص داخلی (GDP) در سناریوهای مختلف

۶- بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش با استفاده از مدل‌سازی پویایی‌های سیستم یک ساختار مدل‌سازی جامع از عرضه نیروی کار در ایران ارائه شد، که بر کنش متقابل متغیرهای جمعیتی، اجتماعی و اقتصادی تأکید دارد. اعتبارسنجی قوی مدل، قابلیت آن را برای پیش‌بینی رفتار سیستمی در افق ۵۵ ساله (تا ۱۴۴۰) تأیید می‌کند.

دو سناریوی شرایط ایده آل و شرایط ناگوار به غیر از مدل جاری با فرض‌های مختلف بر اساس نقاط اهرمی مدل و پیشنهاد محققین طراحی و اجرا شد. نتایج مدل جاری نشان داد، نرخ مشارکت در پایان دوره حدود ۴۵ درصد خواهد بود. بر اساس سناریوی شرایط ایده آل در سال ۱۴۴۰ نرخ مشارکت اقتصادی به ۶۰ درصد خواهد رسید و تعداد شاغلین حدود ۳۵ میلیون نفر خواهد بود و در سناریوی شرایط ناگوار نیز با توجه به پیش‌فرض‌هایی که ارائه شد در سال ۱۴۴۰ نرخ مشارکتی پایین‌تر از ۴۰ درصد خواهیم داشت و تعداد شاغلین به ۱۸ میلیون نفر می‌رسد.

با استفاده از اطلاعات موجود در مدل شبیه‌سازی شده می‌توان عوامل تأثیرگذار بر این

متغیرهای اهرمی را بررسی کرد و از آن‌ها در جهت بهبود میزان نرخ مشارکت بهره جست. باروری یکی از متغیرهای معرفی شده در مدل برای افزایش جمعیت کل است و با افزایش میانگین سن ازدواج طول دوره باروری و به تبع آن باروری کاهش می‌یابد. با توجه به اینکه میانگین سن ازدواج زنان در حال افزایش است (بگی^۱، ۲۰۲۳؛ قربانی و ترابی^۲، ۲۰۲۱؛ ضرابی و مصطفوی^۳، ۲۰۱۲) و باروری نسبی در سن ۴۰ سالگی نسبت به زمان اوج باروری (اواخر دهه ۲۰ و اوایل دهه ۳۰)، به نصف کاهش می‌یابد (وسلینک و همکاران^۴، ۲۰۱۷، استینر و جوکیک^۵، ۲۰۱۶)، باید برای کاهش سن ازدواج زنان چاره‌ای جدی اندیشید، اما بسیاری از اقدامات سیاستی که برای تأثیرگذاری بر ازدواج و فرزندآوری طراحی و اجرا شده‌اند، تاکنون موفق به جلوگیری از تأخیر در وقوع ازدواج‌ها نشده و به بازنگری نیاز دارد (بگی، ۲۰۲۳).

سرمایه‌گذاری نیز متغیری اهرمی در سیستم است. نتایج پژوهش‌ها حاکی از آن است که تحریم‌های اقتصادی تأثیری منفی و معنی‌دار بر سرمایه‌گذاری هم در کوتاه مدت و هم در بلند مدت داشته‌اند (خاطری و همکاران^۶، ۲۰۲۱). بنابراین می‌توان گفت باید سیاست‌هایی در راستای کاهش محدودیت ورود تکنولوژی‌های جدید به کشور و افزایش سرمایه‌گذاری در کشور اندیشیده و همچنین اقداماتی برای تدوین برنامه همکاری با کشورهای مختلف برای جذب سرمایه‌گذاری و بهبود فضای کسب و کار با برداشتن موانع تولید صورت گیرد.

ناامیدی از پیدا کردن شغل باعث دور شدن افراد از بازار کار و کاهش مشارکت آنها در فعالیت‌های اقتصادی می‌شود. بر اساس آمار منتشر شده از سوی مرکز آمار ایران در سال ۱۴۰۳، نرخ بیکاری و نرخ مشارکت کاهش یافته اما نسبت اشتغال نسبت به سال ۱۴۰۲ ثابت مانده است. این آمار نشان‌دهنده این است که افرادی که به دنبال شغل بودند از یافتن شغل منصرف شده و به طور کلی از بازار کار خارج شدند. از آنجا که کشور ایران در چند دهه گذشته با مسأله رکود اقتصادی و یا نرخ‌های پایین رشد اقتصادی مواجه بوده است (معینی و پوررضا^۷، ۲۰۲۳)، ناامیدی از پیدا کردن شغل به خصوص در جوانان یکی از مشکلات جدی کشور است. بنابراین می‌توان با سیاست‌گذاری در زمینه دستیابی به رشد اقتصادی پایدار و بلند مدت، از خارج شدن افراد از بازار کار و کاهش مشارکت اقتصادی جلوگیری کرد.

۷- توصیه‌های سیاستی و کاربردی:

^۱. Bagi (2023)

^۲. Ghorbani & Torabi (2021)

^۳. Zarrabi & Mostafavi (2012)

^۴. Weselink et al. (2017)

^۵. Steiner & Jukic (2016)

^۶. Khateri et al. (2021)

^۷. Moeini & Pourreza (2023)

نتایج شبیه‌سازی، به وضوح ماهیت وابستگی متقابل متغیرهای سیستم را آشکار می‌کند و نشان می‌دهد که بهبود یا رکود در یک حوزه، از طریق حلقه‌های بازخوردی^۱ سیستم را به سمت وضعیت‌های پایدار^۲ متفاوت سوق می‌دهد:

۱. وابستگی متقابل جمعیت و اقتصاد (حلقه بازخورد منفی طولانی مدت):

- نتایج نشان داد که نرخ مشارکت پایه در حدود ۴۵ درصد باقی خواهد ماند. این وضعیت نشان‌دهنده تسلط حلقه بازخورد منفی جمعیتی است؛ یعنی کاهش نرخ باروری و تأخیر در ازدواج، به مرور زمان باعث کاهش تعداد افراد واردشده به نیروی کار می‌شود که این امر، رشد اقتصادی (سرمایه‌گذاری) را نیز تضعیف می‌کند. این تضعیف اقتصادی، خود می‌تواند نرخ ناامیدی را افزایش و مشارکت را کاهش دهد (حلقه بازخورد تشدیدکننده منفی بر مشارکت).

- تفسیر سناریو ایده‌آل: سناریوی ایده‌آل (نرخ مشارکت ۶۰ درصد و ۳۵ میلیون شاغل) نشان می‌دهد که سیاست‌گذاری مثبت بر متغیرهای اجتماعی اولیه (ازدواج و باروری) می‌تواند تعادل سیستم را به سمت یک وضعیت رشد پایدار سوق دهد و حلقه بازخورد جمعیتی را برای چندین دهه “تغذیه” کند.

۲. تأثیر شوک‌های بیرونی و حلقه بازخورد اقتصادی:

- سناریوی ناگوار، قدرت حلقه بازخورد منفی اقتصادی را برجسته می‌کند. کاهش ۱۰ درصدی سرمایه‌گذاری (ناشی از تحریم‌ها) و افزایش ۱۰ درصدی ناامیدی، به طور مستقیم نرخ مشارکت را به زیر ۴۰ درصد و تعداد شاغلین را به ۱۸ میلیون نفر می‌رساند. این کاهش اشتغال، به نوبه خود، کاهش تقاضا و سرمایه‌گذاری بیشتر در دوره‌های بعد را رقم می‌زند که یک حلقه بازخورد تشدیدکننده منفی قوی است که سیستم را به سمت رکود سوق می‌دهد.

۳. اولویت‌بندی متغیرهای اهرمی استراتژیک:

- مدل به وضوح نشان می‌دهد که سن ازدواج زنان و نرخ ناامیدی، اهرم‌های با حساسیت بالا هستند. تأخیر در ازدواج، به دلیل کاهش طول دوره باروری، یک اثر انباشته و بلندمدت بر عرضه نیروی کار دارد که حتی اصلاحات اقتصادی کوتاه‌مدت نیز نمی‌تواند به سرعت آن را جبران کند.

با توجه به تحلیل سیستمی و خروجی‌های مدل، سیاست‌های پیشنهادی باید از رویکرد خطی

¹. Feedback Loops

². Steady States

(تک بعدی) خارج شده و بر فعال‌سازی حلقه‌های بازخورد مثبت در سیستم متمرکز شود:

۱. تثبیت زیرساخت جمعیتی (تأکید بر سن ازدواج):
 - نیاز به پارادایم جدید: با توجه به عدم موفقیت سیاست‌های گذشته، باید سیاستی منسجم برای کاهش سن ازدواج زنان و نه صرفاً تشویق فرزندآوری، طراحی شود. این امر نیازمند رفع موانع اقتصادی و اجتماعی ازدواج در بازه سنی پایین‌تر (اواخر دهه ۲۰) است. مدل نشان می‌دهد که این متغیر، سرمایه‌گذاری بلندمدت در سرمایه انسانی محسوب می‌شود.
 ۲. خنثی‌سازی اثرات تحریم از طریق سرمایه‌گذاری استراتژیک:
 - سیاست‌های اقتصادی نباید صرفاً واکنشی باشد، بلکه باید بر کاهش ریسک‌های سیستمی سرمایه‌گذاری متمرکز شود. این امر مستلزم توسعه زیرساخت‌های داخلی (به عنوان جایگزین بخشی از سرمایه‌گذاری خارجی از دست رفته) و برنامه‌ریزی مشارکتی با کشورهای هدف برای تضمین امنیت سرمایه‌گذاری‌ها، با هدف جلوگیری از فعال شدن حلقه بازخورد تشدیدکننده رکود اقتصادی است.
 ۳. مدیریت ادراک بازار کار (کاهش ناامیدی):
 - برخلاف صرفاً تمرکز بر آمار بیکاری، تمرکز سیاستی باید بر “ترخ مشارکت” باشد. خروج افراد از بازار کار به دلیل ناامیدی، یک تخلیه پنهان از منابع انسانی است. دستیابی به رشد اقتصادی پایدار، نیازمند تضمین دید بلندمدت برای جویندگان کار است، نه صرفاً ایجاد شغل‌های موقتی. سیاست‌گذاری باید بر ایجاد مشاغل با ثبات و با چشم‌انداز ارتقاء متمرکز شود تا حلقه بازخورد “ناامیدی-خروج” شکسته شود.
- در مجموع، نتایج حاصل از مدل پویایی‌های سیستم تأیید می‌کند که حرکت از وضعیت پایه (۴۵ درصد مشارکت) به وضعیت ایده‌آل (۶۰ درصد مشارکت) مستلزم مداخله همزمان و هماهنگ در محورهای اجتماعی (ازدواج/باروری) و اقتصادی (سرمایه‌گذاری/رشد پایدار) است.

References

- Adria, R. M. (2020). System Dynamics Modeling for Supporting Drought-Oriented Management of the Jucar River System, Spain. *Water*, 12(5).
<https://doi.org/10.3390/w12051407>
- Agapiou, J., Rivin, E., & Xie, C. (1995). Toolholder/spindle interfaces for CNC machine tools. *CIRP Annals*, 44(1), 383–387.

- Azimi, E. (2015). The effect of children on female labor force participation in urban Iran. *IZA Journal of Labor & Development*, 4, 1–11. [10.1186/s40175-015-0030-x](https://doi.org/10.1186/s40175-015-0030-x)
- Bagi, M. (2023). Reasons and determinants of delayed marriage in Iran. *Applied Sociology*, 34(1), 31–50. [In Persian] <https://doi.org/10.22108/jas.2022.134561.2312>
- Becker, G. S. (1965). A theory of the allocation of time. *The Economic Journal*, 75(299), 493–517. https://content.csbs.utah.edu/~philips/soccer2/readings_files/Becker%20Theory%20of%20the%20Allocation%20of%20Time%201965.pdf
- Bell, L. C., & Brandenburg, S. G. (2003). Forecasting construction staffing for transportation agencies. *Journal of Management in Engineering*, 19(3), 116–120. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0742-597X\(2003\)19:3\(116\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0742-597X(2003)19:3(116))
- Briscoe, G., & Wilson, R. A. (1993). Employment forecasting in the construction industry. *Avebury*.
- Deaton, M., & Winebrake, J. J. (1999). Dynamic modeling of environmental systems. *Springer Science & Business Media*. https://books.google.com.sl/books?id=-x2JxVjq_XoC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false
- Ebrahimi, M., & Nasiri, M. (2021). Investigating the impact of retirement age on labor force participation rate in OECD countries. *Economics Journal*, 11(37), 55–73. [In Persian]. <https://www.noormags.ir/view/fa/magazine/number/129975>
- Elmi, A., Azar, A., & Ghaffari, F. (2022). Supply chain optimization for customer delivery and demand management using knowledge management: A system dynamics approach. *Behavioral Studies in Management*, 13(29), 91–116. [In Persian]. <https://sanad.iau.ir/journal/bsm/Article/691109?jid=691109>
- Farajadi, G., & Felihi, N. (1998). Human resources, education, and labor market project, sixth report. *Institute for Research in Planning and Development*. [In Persian]
- Fartookzadeh, H. R., & Eshraghi, H. (2023). Dynamic modeling of elite migration and the role of higher education system. *Journal of Research and Planning in Higher Education*, 14(4), 139–168. [In Persian]. <https://doi.org/10.22034/jrphe.2023.702638>
- Ghavidel, S., & Bahari, F. (2012). Investigating factors affecting youth labor supply in Iran. *Biannual Journal of Economic Studies and Policies*, 8(1), 137–150. [In Persian]. <https://doi.org/10.22096/esp.2012.26176>
- Ghorbani, Z., & Torabi, F. (2021). Changes in the appropriate age of marriage in Iran and its determinants between 2004 and 2015. *Journal of the Iranian Population Association*, 16(31), 33–59. [In Persian] <https://doi.org/10.22034/jpai.2022.136091.1161>
- Hallaji, A., Ghavidel, S., Soufi Majidpour, M., & Heydari, A. A. (2024). Estimating the supply of and demand for labor force until 2050 in Iran. *Economic Research and Perspectives*, 24(1), 255–284. [In Persian]. <https://doi.org/10.22034/24.1.255>

- ILO. (2023). *World Employment and Social Outlook: Trends 2023*. <https://www.ilo.org/publications/world-employment-and-social-outlook-trends-2023>
- Kamaei, R., & Afshari, Z. (2017). Determinants of women's labor force participation in selected countries (panel analysis). *Journal of Women's Social and Psychological Studies*, 50(1), 49–77. [In Persian]. <https://doi.org/10.22051/jwsp.2017.13279.1366>
- Kamijani, A., & Hajiheidari, A. (2024). The asymmetric effect of oil prices, oil price volatility, and economic sanctions on economic growth and inflation in Iran. *Journal of Economic Studies and Policies*, 10(2), 189–218. [In Persian]. [10.22096/esp.2024.539363.1573](https://doi.org/10.22096/esp.2024.539363.1573)
- Kargi, B. (2014). Labor force participation rate and economic growth: observations for Turkey. *Universal Journal of Management and Social Sciences*, 4(4), 46–54. https://mpra.ub.uni-muenchen.de/55702/1/MPRA_paper_55702.pdf
- Keshavarz, G. and Bagheri Ghanbarabadi, M. (2011). Individual Married Female Labor Participation: An Application of Parametric & Non-Parametric Econometric Analysis. *Journal of Economic Research (Tahghighat- E-Eghtesadi)*, 46(4), 151-174. [In Persian]. [20.1001.1.00398969.1390.46.4.6.0](https://doi.org/10.1001.1.00398969.1390.46.4.6.0)
- Keshavarz, H., & Kashavarz, M. (2019). Labor force participation rate and the impact of monetary policy on labor market variables in a dynamic stochastic general equilibrium model. *Economic Policy*, 11(21), 271–298. [In Persian]. <https://doi.org/10.22034/epj.2019.1438> or <https://ecc.isc.ac/showJournal/22906/232968/2079338>
- Khateri, Z., njarzadeh, R. & Agheli-Kohnehsahri, L. (2021). The Impact of Economic Sanctions on Capital Account in Iran. *Quarterly Journal of Quantitative Economics (JQE)*, 18(3), 135-162. [In Persian]. <https://doi.org/10.22055/jqe.2019.29594.2085>
- Kirkwood, C. W. (1998). System dynamics methods. *College of Business, Arizona State University, USA*. <https://www.nutritionmodels.com/papers/Kirkwood1998.pdf>
- Kalantari Banadaki, S. Z., Azar, A., & Khadivar. (2016). Population and employment in Iran: A systems perspective. *Population Studies*, 2(2), 7–37. [In Persian]. https://jips.nipr.ac.ir/article_89578.html?lang=en
- Leoni, R. (1994). Labour supply: Which theory? A critical empirical assessment. *Labour*, 8(1), 19–55. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9914.1994.tb00216.x>
- Mahmoudian, H., & Esmaeili, N. (2023). Forecasting labor force participation in Iran using neural network-based simulation. *Journal of Economic Sociology and Development*, 12(1), 1–24. [In Persian] <https://doi.org/10.22034/jeds.2023.51837.1658>
- Marshall, C., & Rossman, G. B. (2014). Designing qualitative research. *Sage Publications*. <https://methods.sagepub.com/book/mono/designing-qualitative-research-2e/chpt/how-design-qualitative-research>
- Mazzocco, M., & Yamaguchi, Sh. (2006). Labor supply, wealth dynamics, and marriage decisions. *California Center for Population Research*.

<https://ccpr.ucla.edu/wp-content/uploads/2024/04/Labor-Supply-Wealth-Dynamics-and-Marriage-Decisions.pdf>

- Moeini, M., & Pourreza, A. (2023). Deaths of despair among middle-aged Iranians: The cumulative effect of long-term economic recession. *Journal of the Iranian Population Association*, 17(34), 381–386. [In Persian]. <https://doi.org/10.22034/jpai.2023.1990167.1273>
- Moshiri, S., Taei, H. & Pashazadeh, H. (2015). Labour Force Participation in Iran the Role of Education and Gender. *Economic Research and Perspectives*, 15(2), 49-72. [In Persian]. [20.1001.1.17356768.1394.15.2.10.8](https://doi.org/20.1001.1.17356768.1394.15.2.10.8) or <http://ecor.modares.ac.ir/article-18-11700-fa.html>
- Mutingi, M., & Mbohwa, C. (2012, September). Dynamic simulation of healthcare manpower systems: A market-based perspective. In *IASTED Conference on Modeling and Simulation*, 221–228.
- Nazari Nodoushan, H., Alimondegari, M., Farjadi, G., Kalantari- Banadaki, S. Z., & Mahinizadeh, M. (2023). A system model of labor supply in Iran: A study with a qualitative systems dynamics approach. *Journal of the Iranian Population Association*, 18(35), 9–55. [In Persian]. <https://doi.org/10.22034/jpai.2023.1978028.1256>
- Nazari- Nodoushan, H., Alimondegari, M., Farjadi, G., Kalantari- Banadaki, S. Z., & Mahinizadeh, M. (2024). Propellants and effective variables on the future of Labor supply in Iran's labor market with a combined Delphi approach and structural analysis. *Macroeconomics Research Letter*, 19(41), 145-173. [In Persian]. doi: [10.22080/iejm.2024.26864.2056](https://doi.org/10.22080/iejm.2024.26864.2056)
- Nezamevandchgeni, Z., & Saraei, H. (2013). The Factors Affecting Women's Labor Force Participation in Tehran. *Social Development & Welfare Planning*, 4(15), 1-45. [In Persian]. <https://doi.org/10.22054/qjsd.2013.829>
- OECD. (2020). *OECD Economic Outlook*, Volume 2020, Issue 2. <https://doi.org/10.1787/39a88ab1-en>
- Oğuz, A. (2018). Analysis of the factors affecting labour supply. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (56), 157–170. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/dpusbe/article/405823>
- Pahlavani, M., & Safamanesh, H. (2012). Estimation of the female labor supply model in Iran. *Economic Research*, 2(8), 159–174. [In Persian]. URL: <http://jemr.khu.ac.ir/article-1-447-fa.html>
- Persad, K. R., O'Connor, J. T., & Varghese, K. (1995). Forecasting engineering manpower requirements for highway preconstruction activities. *Journal of Management in Engineering*, 11(3), 41–47. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0742-597X\(1995\)11:3\(41\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0742-597X(1995)11:3(41))
- Sadeghi Moghadam, A. A., Khatami Firoozabadi, A., & Rabbani, Y. (2011). Using a combined SD and SSM approach to solve unstructured social problems. *Industrial Management*, 3(2), 55–76. [In Persian]. https://imj.ut.ac.ir/article_28883_d8d88e61e8b6bd2d3364beb16a07cfae.pdf
- Sing, C. P., Love, P. E. D., & Tam, C. M. (2012). Stock-flow model for forecasting labor supply. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(6), 707–715.

- Sing, M. C., Love, P. E., Edwards, D. J., & Liu, J. (2016). Dynamic modeling of workforce planning for infrastructure projects. *Journal of Management in Engineering*, 32(6), 04016019. <https://www.open-access.bcu.ac.uk/3539/1/Dynamic%20Modelling%20of%20Workforce%20Planning%20For%20Infrastructure.pdf>
- Schultz, T. W. (1961). Investment in human capital. *American Economic Review*, 51, 1–17.
- Steiner, A., & Jukic, A. (2016). Impact of female age and nulligravidity on fecundity in an older reproductive age cohort. *Fertil Steril*, 105(4), 1584–1588. <https://doi.org/10.17615/xxzf-xh39>
- Sterman, J. D. (2001). System dynamics modeling: Tools for learning in a complex world. *California Management Review*, 43(4), 8–25. <https://doi.org/10.2307/41166098>
- Taee, H. (2007). Labor supply function: An analysis based on microdata. *Iranian Economic Research*, 8(29), 93–112. [In Persian] https://ijer.atu.ac.ir/article_3675_48168431ea121cf0f296fc6771ed5971.pdf
- Tripier, F. (2004). Can the labor market search model explain the fluctuations of allocations of time? *Economic Modelling*, 21(1), 131–146.
- Tüzemen, D. (2017). Labor market dynamics with endogenous labor force participation and on-the-job search. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 75, 28–51. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2201203>
- Vendrik, M., & Cörvers, F. (2009). Male and female labour force participation: The role of dynamic adjustments to changes in labour demand, government policies, and autonomous trends (IZA Discussion Paper No. 4397). *IZA Institute of Labor Economics*. <https://www.iza.org/publications/dp/4397/male-and-female-labour-force-participation-the-role-of-dynamic-adjustments-to-changes-in-labour-demand-government-policies-and-autonomous-trends>
- Veracierto, M. (2007). On the short-run effects of labor market reforms. *Journal of Monetary Economics*, 54(4), 1213–1229. <https://ideas.repec.org/a/eee/moneco/v54y2007i4p1213-1229.html>
- Wesselink, A. K., Rothman, K. J., Hatch, E. E., Mikkelsen, E. M., Sørensen, H. T., & Wise, L. A. (2017). Age and fecundability in a North American preconception cohort study. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 217(6), 667.e1–667.e8. [https://www.ajog.org/article/S0002-9378\(17\)31107-9/fulltext](https://www.ajog.org/article/S0002-9378(17)31107-9/fulltext)
- Zarrabi, V., & Mostafavi, S. F. (2012). Effect of socioeconomic factors on women's age at marriage in Iran. *The Economic Research (Sustainable Growth and Development)*, 11(4), 33–64. [In Persian]. <http://ecor.modares.ac.ir/article-18-2751-fa.html>