

Simulation of Women's Fertility Behavior in Tehran Province Using Agent-Based Modeling Approach

Mohammad Jalal Abbasi-Shavazi¹, Nasibeh Esmaili^{2*}

Abstract

Reduction of fertility to below-replacement level in Iran has led policymakers to provide facilities to increase fertility, but careful assessment of the impacts of childbearing incentives have remained unattended. Using data from the 2017 Iran Fertility Transition Survey (IFTS) including 1500 households in Tehran province, this paper simulates the complex low-fertility behavior applying agent-based modeling approach in AnyLogic software environment. Various scenarios such as economic scenarios, providing government facilities, increasing the number of marriages, reducing the average age of marriage as well as a combined scenario were considered. The simulation results showed a declining trend in fertility in Tehran province for the next ten years based on which total fertility rate in Tehran will decline from 1.4 in 2019 to 1.06 in 2029. However, a 20-percent increase in the number of marriages for women leads to fertility increase from 1.06 in the base year to 1.26 in 2029. Using a combined scenario, it was shown that reduction in the average age of marriage along with improvement of childbearing conditions increase the total fertility rate to 1.6 in 2029. The policy implication of this study indicates that pronatalist programs should be developed considering the impact of incentives on couples' reproductive behaviour in order to facilitate achieving the goals of population policies while realizing their ideal and intended fertility.

Keywords: Low fertility, Agent-based modelling, Scenario simulation, Prediction, AnyLogic software, Tehran.

Received: 2022-07-28

Accepted: 2022-12-03

1 Professor of Demography, University of Tehran, Tehran, Iran, and Visiting Fellow Professor, School of Demography, Australian National University, Australia; mabbasi@ut.ac.ir

2 PhD in Demography, University of Tehran, Tehran, Iran (Corresponding Author); nasibeh.esmaeli@ut.ac.ir

DOI: <https://doi.org/10.22034/jpai.2023.559267.1241>

شبیه‌سازی رفتار باروری زنان استان تهران با استفاده از رویکرد مدل‌سازی عامل‌بنیان

محمد جلال عباسی شوازی^۱، نصیبه اسمعیلی^{۲*}

چکیده

کاهش باروری به زیر سطح جانشینی و پایین‌تر از آن در ایران، سیاست‌گذاران را به ارائه تسهیلاتی برای افزایش فرزندآوری زنان متوجه کرده است، با اینحال تاثیر مشوق‌های باروری به دقت بررسی و ارزیابی نشده است. مقاله حاضر، با استفاده از داده‌های طرح بررسی تحولات باروری در استان تهران (۱۳۹۶) با حجم نمونه حدود ۱۵۰۰ خانوار، رفتار پیچیده باروری پایین را با استفاده از مدل‌سازی عامل‌بنیان در نرم‌افزار انی‌لاجیک پیش‌بینی می‌نماید. سناریوهای مختلفی از جمله سناریوهای اقتصادی، ارائه تسهیلات دولتی، افزایش تعداد ازدواج، کاهش میانگین سن ازدواج و سناریو ترکیبی در نظر گرفته شد. نتایج شبیه‌سازی روند نزولی برای باروری در استان تهران برای ده سال آینده را نشان داد و براساس آن میزان باروری کل از رقم ۱/۴ فرزند در سال ۱۳۹۸ به ۱/۰۶ فرزند در سال ۱۴۰۸ خواهد رسید، ولی افزایش ۲۰ درصدی تعداد ازدواج زنان، می‌تواند میزان باروری کل را از ۱/۰۶ فرزند به ۱/۲۶ فرزند در سال ۱۴۰۸ افزایش دهد. نتایج شبیه‌سازی سناریوی ترکیبی نیز نشان داد که در صورت کاهش میانگین سن ازدواج در کنار بهبود شرایط فرزندآوری، میزان باروری کل به ۱/۶ فرزند در سال ۱۴۰۸ افزایش خواهد یافت. نتیجه سیاستی تحقیق حاضر بیانگر این است که برنامه‌های افزایش جمعیت بایستی با در نظر داشت میزان تاثیرگذاری عوامل تشویقی بر رفتارهای باروری زوجین تدوین شوند تا ضمن تحقق باروری ایده‌آل و قصد شده آنان، دستیابی به اهداف سیاست‌های جمعیتی را تسهیل نمایند.

واژگان کلیدی: باروری پایین، مدل‌سازی عامل‌بنیان، شبیه‌سازی سناریو، پیش‌بینی، نرم‌افزار انی‌لاجیک، تهران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۰۸

۱ استاد جمعیت‌شناسی دانشگاه تهران، تهران، ایران و استاد مدعو، موسسه جمعیت‌شناسی دانشگاه ملی استرالیا، استرالیا؛ mabbasi@ut.ac.ir
۲ دانش‌آموخته دکتری جمعیت‌شناسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران (نویسنده مسئول)؛ nasibeh.esmaeli@ut.ac.ir

DOI: <https://doi.org/10.22034/jpai.2023.559267.1241>

مقدمه و بیان مسأله

ایران از اوایل دهه ۱۳۸۰ باروری حد جانشینی و پایین‌تر از آن را تجربه کرده است. پایین بودن سطح باروری برای یک بازه زمانی بلندمدت، منجر به ساختار سنی سالخورده شده و به تبع آن بر عرضه نیروی کار تأثیر می‌گذارد و در نهایت اندازه کلی جمعیت را کاهش می‌دهد (Morgan & Taylor, 2006). مطالعات انجام شده در مورد سطح و روند باروری در ایران حاکی از آن است که در چند دهه اخیر باروری کاهش چشم‌گیری داشته است (Abbasi-Shavazi, McDonald & Hosseini-Chavoshi, 2009). میزان باروری کل در ایران در سال ۱۳۸۵ به زیر سطح جانشینی و حدود ۱/۹ فرزند و در سال ۱۳۹۰ به حدود ۱/۸ فرزند کاهش یافت (عباسی‌شوازی و حسینی‌چاووشی، ۱۳۹۰)، ولی مجدداً با اندکی افزایش در سال ۱۳۹۵ به ۲/۰۱ فرزند افزایش یافت، و سپس از سال ۱۳۹۷ به بعد روند کاهشی یافت و در سال ۱۳۹۸ میزان باروری کل به حدود ۱/۸ فرزند و در سال ۱۳۹۹ به ۱/۷ فرزند رسید (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۹؛ سازمان ثبت احوال ایران، ۱۳۹۷، ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹).

مطالعات مختلفی با هدف تبیین باروری پائین انجام شده است. مطالعات مروری نشان می‌دهد که عواملی مانند وضعیت اقتصادی (Sobotka, Skirbe & Philipov, 2010; Modena, Rondinelli & Sabatini, 2012; Becker, 1960; Moeni et al, 2014; عباسی‌شوازی و خانی، ۱۳۹۳)، ارائه تسهیلات دولتی (Fent, Diaz & Prskawetz, 2013; Rindfuss & Choe, 2015)، ازدواج (کشاورز، حقیقتیان و توسلیانی‌دیانی، ۱۳۹۳؛ محمودیان، ۱۳۸۳؛ کنعانی، ۱۳۸۵؛ Abbasi-Shavazi, McDonald & Baschieri & Torabi, 2010; Hosseini-Chavoshi, 2009)، از جمله مهم‌ترین عوامل موثر بر باروری هستند. البته به این نکته باید توجه نمود که مطالعات انجام شده بیشتر معطوف به بررسی مسأله باروری پایین به صورت تک بعدی و مبتنی بر روش‌های تحلیلی^۱ بوده است. حال آنکه پدیده باروری پایین منتج از مجموعه‌ای از عوامل و رفتارها بوده که نشان از تأثیرپذیری آن

۱ منظور استفاده از روش‌های آماری به جز شبیه‌سازی می‌باشد.

از نظریه‌های مختلف در حوزه باروری پایین دارد؛ از سوی دیگر روش‌های تحلیلی به دلیل وابستگی به روابط ریاضی در توصیف سیستم‌های پیچیده با محدودیت روبه‌رو هستند و برای برطرف کردن این مانع نیازمند به ساده‌سازی روابط حاکم بر مسأله می‌باشند و در مواجهه با سیستم‌های پیچیده دیگر کارایی لازم را نخواهند داشت. نبود یک رابطه خطی و یکنواخت بین باروری پایین و متغیرهای مستقلی که بر آن تأثیر می‌گذارند نقطه‌ای است که در آن با اتکاء بر ابزار تحلیلی دیگر نمی‌توان فرآیند باروری پایین را با دقت و گستردگی لازم تبیین نمود (Giulio, 2013).

براساس مقالات مرور شده، تأثیرپذیری باروری به‌عنوان یک پدیده وابسته به عوامل مختلف محققان را با یک فرآیند پیچیده از جهت ابعاد از یک سو و لزوم بررسی و پیش‌بینی رفتار آن جهت سیاست‌گذاری‌های کلان از سوی دیگر روبرو می‌سازد که بهترین راهکار تجزیه آن به اجزای کوچک‌تر و بررسی روابط علی و معلولی بین این اجزا است. لذا استفاده از روش‌های سیستماتیک با قابلیت تجزیه سیستم به اجزاء کوچک‌تر و تعریف روابط بین اجزاء در کنار نرم‌افزار و الگوریتم‌های مدل‌سازی مانند روش مدل‌سازی عامل بنیان که در این مقاله مورد توجه قرار گرفته است، راهکاری تأثیرگذار خواهد بود (Abbasi-Shavazi et al, 2021). رویکرد مدل‌سازی عامل بنیان تمرکز مستقیم روی عامل‌های منفرد، مستقل، رفتار و تعامل آن‌ها دارد. به این ترتیب، یک مدل شبیه‌سازی مبتنی بر عامل مجموعه‌ای از افراد در حال تعامل است که منعکس کننده روابط حاکم در دنیای واقعی هستند. از اینرو می‌توان مدل‌سازی عامل بنیان^۱ را به‌عنوان یک پارادایم جدید، جهت درک و مدیریت پیچیدگی سیستم‌های اجتماعی امروزی دانست. این در حالی است که مدل‌سازی سیستم پویا^۲ معمولاً در سطوح کلان و در شبیه‌سازی استراتژیک مورد استفاده قرار می‌گیرد که در آن به جزئیات کم‌تر پرداخته می‌شود. شبیه‌سازی گسسته پیشامد^۳ بر عکس مدل‌سازی سیستم پویا، با سطوح با جزئیات بسیار بالا و متوسط

1 Agent Based Modeling (ABM)

2 System Dynamics (SD)

3 Discrete Event Simulation (DES)

سرکار دارد و از این سبک مدل‌سازی زمانی استفاده می‌شود که یک سیستم به راحتی به عنوان یک فرآیند توصیف شود و در سطوح عملیاتی، تاکتیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین شبیه‌سازی عامل بنیان، بهترین شیوه برای مدل‌سازی در نقاطی است که با عواملی هوشمند مثل انسان مواجه هستیم. مدل‌سازی تعاملات پویا و پیچیده میان عناصر سیستم در سایر روش‌های شبیه‌سازی به راحتی امکان‌پذیر نمی‌باشد، ایجاد عامل‌های غیرهمگن با خصوصیات متفاوت و به تعداد زیاد در مدل‌سازی عامل بنیان امکان‌پذیر است، درحالی‌که در دیگر روش‌های شبیه‌سازی محدودیت‌های جدی وجود دارد (Borshchev, 2013; مهرگان و همکاران، ۱۳۹۵).

از آنجا که پیش‌بینی رفتار باروری زنان به عنوان یک خروجی در سطح کلان مورد توجه بوده و تحلیل رفتار باروری پایین در سطح کلان بر مبنای عملکرد زنان در سطح خرد شکل می‌گیرد، لذا بهره‌گیری از روش مدل‌سازی عامل بنیان با قابلیت مدل‌سازی بر مبنای رویکرد خرد به کلان در مسیر حل مسأله فوق مورد توجه قرار گرفت. به دلیل قابلیت این روش در مدل‌سازی عامل‌ها در سطح خرد با لحاظ تعاملات بین عاملی امکان پیش‌بینی رفتار سیستم پیچیده باروری در سطح کلان بر مبنای رویکرد خرد به کلان میسر خواهد شد. در این سبک از مدل‌سازی، رفتار هر عامل^۱ را به صورت یک کد جداگانه برنامه‌نویسی می‌کنند و تعامل عامل‌ها را با یکدیگر و با محیط در نظر می‌گیرند و در نهایت قادر هستند با تحلیل رفتار افراد و عامل‌ها در سطح خرد در سطح کلان نتیجه‌گیری نمایند. یقیناً رسیدن به رفتار باروری در سطح کل براساس تجزیه تحلیل و مدل‌سازی اجزای خرد و رفتار و برهمکنش اجزا با یکدیگر، دقت و قابلیت نتایج را به مراتب افزایش خواهد داد. این موضوع همان ساختار تحلیل سیستمی خرد به کلان است (Billari, 2006; عباسی شوازی و اسمعیلی، ۱۳۹۹؛ ۱۴۰۰، روشنی، ۱۳۹۷).

به دلیل پیچیدگی مدل سیستم باروری پایین و همچنین قابل توجه بودن تعداد عامل‌های تأثیرگذار بر سیستم، انجام مقیاس‌بندی و کوچک کردن فضای مطالعاتی یک امر ضروری است.

۱ مهمترین جزء یک سیستم پیچیده است که قادر به تصمیم‌گیری است.

از آنجایی که استان تهران در حال حاضر میزان باروری پایین‌تر از باروری کل کشور را داراست، این استان به‌عنوان یک مطالعه موردی از کل کشور ایران در این تحقیق مورد بررسی قرار می‌گیرد. استان تهران، در کاهش باروری پیشرو بوده است. چهار سال قبل از این که باروری در کشور به سطح جانشینی برسد در سال ۱۳۷۵ باروری در این استان، به زیر سطح جانشینی رسیده بود. در سال ۱۳۹۸ میزان باروری کل این استان در حدود $1/45$ فرزند و در سال ۱۳۹۹؛ $1/27$ فرزند برای هر زن بوده است، که جزء استان‌های با باروری بسیار پایین محسوب می‌شود (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۹). با توجه به امکان انجام پیش‌بینی‌های بلندمدت به‌وسیله مدل‌سازی عامل بنیان و اهمیت رفتار فرآیند مدل‌سازی شده تحت شرایط مختلف، طراحی سناریو متناسب با اهداف مورد نظر و اجرای مدل برای هر سناریو، می‌تواند رفتار باروری پایین در استان تهران را در شرایط متفاوت پیش‌بینی و براساس میزان اثربخشی هر سناریو بهترین راهکار در افزایش باروری در استان تهران را بدون صرف هزینه مالی و زمانی تنها به کمک شبیه‌سازی‌های مجازی انتخاب و معرفی نماید (آذرفر، آذر و کلانتری، ۱۳۹۶؛ اسمعیلی، ۱۴۰۰). مقاله پیش‌رو در نظر دارد، با توجه به اهمیت مسأله کاهش باروری و تأثیرپذیری آن از عوامل مختلف به‌صورت همزمان نقش و تأثیر وضعیت (مناسب و نامناسب) اقتصادی، ارائه تسهیلات از سوی دولت و نهایتاً ازدواج (تعداد ازدواج‌کرده‌ها، میانگین سن ازدواج) را به‌عنوان عوامل موثر بر افزایش باروری به کمک شبیه‌سازی سناریو پیش‌بینی، تحلیل و مقایسه نماید. در این راستا مقاله حاضر به دنبال یافتن پاسخ‌های مناسب به سئوالات زیر می‌باشد.

۱) میزان باروری کل براساس پیش‌بینی مدل شبیه‌سازی عامل بنیان در استان تهران تا ده سال آینده (۱۴۰۸-۱۳۹۹) چه روندی خواهد داشت؟

۲) براساس خروجی شبیه‌سازی تأثیر سناریوهای اقتصادی (وضعیت مناسب و نامناسب اقتصادی)، ارائه تسهیلات دولتی، افزایش در تعداد ازدواج و کاهش در میانگین سن ازدواج زنان بر پیش‌بینی میزان باروری کل در استان تهران در ده سال آینده (۱۴۰۸-۱۳۹۹) چگونه خواهد بود؟

۳) در نهایت براساس شبیه‌سازی سناریوها، کدام سناریو اثرگذارترین سناریو در جهت افزایش باروری در استان تهران خواهد بود؟

به‌منظور رسیدن به پاسخ مناسب برای سوالات مطرح شده به‌اختصار مراحل انجام تحقیق بیان می‌شود. در گام نخست براساس مبانی نظری، فرآیند استخراج عامل‌ها، خصوصیات عامل‌ها و نهایتاً ساخت مدل جهت انجام شبیه‌سازی مورد توجه قرار خواهد گرفت. سپس موضوع اعتبارسنجی و کالیبراسیون^۱ بر روی مدل ساخته شده مطرح خواهد شد. در گام سوم، براساس مدل ساخته شده سناریوهای مختلف شبیه‌سازی شده و با پیش‌بینی رفتار سیستم پیچیده باروری پایین در استان تهران روند تغییرات در میزان باروری کل در این استان تا سال ۱۴۰۸ جهت پیش‌بینی و بررسی استخراج می‌گردد. در نهایت نتایج براساس خروجی شبیه‌سازی‌ها در قالب مجموعه‌ای از پیشنهادات می‌تواند به‌منظور کمک در سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها با هدف افزایش باروری در استان تهران به مراکز تصمیم‌گیری معرفی گردد.

مبانی نظری

همان‌طور که بیان شد مقاله حاضر بررسی همزمان تاثیر وضعیت اقتصادی (مناسب، نامناسب)، ارائه تسهیلات دولتی و ازدواج بر باروری را مورد توجه قرار می‌دهد. در این راستا، ابتدا تئوری‌های مربوط به هر یک از موارد را بررسی و به‌طور همزمان براساس هر تئوری استخراج عامل‌ها انجام می‌شود. در این مسیر خصوصیات عامل‌ها مورد توجه بوده و طراحی سناریو و انجام شبیه‌سازی مبتنی بر مدل عامل بنیان برای سناریوها دارای اهمیت ویژه‌ای است. در این خصوص در گام نخست نظریه اقتصادی مورد بررسی و مرور قرار می‌گیرد. به‌دنبال آن، تبیین نهادی باروری و سپس مدل تعیین‌کننده‌های بلافصل باروری معرفی می‌گردد.

۱ Calibration: کالیبراسیون، فرایند شناسایی مقادیر مناسب برای پارامترهای مدل به منظور تناسب بیشتر با دنیای واقعی است. معمولاً کالیبراسیون همراه با تکرار مدل تا زمانی است که بر داده‌های واقعی منطبق شود.

الف) رویکرد اقتصادی به باروری: یکی از تبیین‌های ساختاری، نظریه اقتصاد خرد باروری است. عنصر اصلی در این دیدگاه انگیزه یا تفکر تمایل به داشتن خانواده بزرگ و کوچک است که در آن تحلیل هزینه و فایده در اخذ تصمیم به‌منظور باروری نقش اصلی را دارا می‌باشد. براساس این نظریه، افراد در تصمیم‌گیری برای داشتن فرزند، محاسباتی را براساس چارچوب حداکثر سودمندی در نظر می‌گیرند، اگر سود یک فرزند اضافی از هزینه بیشتر باشد، فرزندآوری صورت می‌پذیرد (Lee, 1990; Leridon, 2015). در مقاله حاضر، به‌دلیل اهمیت مسائل اقتصادی در روند مدل‌سازی، به‌عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار درون عامل‌های (دولت، خانوار و زنان) در باروری زنان استان تهرانی در نظر گرفته خواهد شد. وضعیت اقتصادی خانوار، درآمد، به‌عنوان خصوصیات عامل زنان و خانوار در نظر گرفته شده و متغیرهای تورم و دستمزد اقتصادی به‌عنوان خصوصیات عامل دولت در نظر گرفته شده است. براساس نظریه اقتصادی دو سناریوی بدبینانه و خوش‌بینانه اقتصادی در بحث شبیه‌سازی سناریوها مطرح خواهد شد.

ب) تبیین نهادی: این نظریه متمرکز بر ارتباط بین ساخت نهادی حاکم بر جامعه و رفتار باروری است. تبیین نهادی ساختارهای موجود در جامعه را مرتبط با مؤلفه‌های تغییر جمعیتی در نظر می‌گیرد. این رویکرد با لحاظ کردن تفاوت‌های موجود در بافت نهادی هر جامعه، اعتقاد بر الگوهای متفاوتی از انتقال باروری در هر جامعه دارد (McNicol, 1980). مک‌نیکل معتقد است دولت نقش مهمی در تغییرات باروری دارد. دولت‌ها و سیاست‌گذاران از طریق اجرای بهتر سیاست‌ها، برنامه و کیفیت خدمات می‌توانند نقش تأثیرگذاری داشته باشند (McNicol, 2001؛ صادقی و اسمعیلی، ۱۳۹۹). با توجه به نظریه نهادی عامل دولت به‌عنوان یک عامل منفرد^۱ در داخل مدل شبیه‌سازی نظر گرفته می‌شود. عامل دولت در داخل مدل شبیه‌سازی سه خصوصیت عمده دارد که براساس این خصوصیت رفتار کرده و با سایر عامل‌ها ارتباط برقرار می‌کند: اولین خصوصیت، ارائه تسهیلات دولتی می‌باشد که خود این خصوصیات شامل هشت

زیربخش می‌شود. این هشت زیر بخش در نظر گرفته شده در ارائه تسهیلات دولتی از داده‌های پرسشنامه در دسترس استخراج شده است. دومین خصوصیت عامل دولت، متغیرهای تورم و دستمزد اقتصادی می‌باشد، که بر این اساس تورم بر هزینه خانوار و دستمزد بر روی درآمد خانوار تأثیر می‌گذارد. مشخص است هر چقدر فاصله بین این دو متغیر اقتصادی کم‌تر شود منجر به بهبود اوضاع اقتصادی خانوار می‌شود. سومین وظیفه عامل دولت در محیط شبیه‌سازی، فراهم آوردن تسهیلاتی برای افزایش ازدواج زنان و کاهش میانگین سن ازدواج در استان تهران می‌باشد. در ادامه براساس نظریه نهادی مک‌نیکل سناریو ارائه تسهیلات دولتی و تأثیر آن بر رفتار باروری زنان مورد سنجش قرار می‌گیرد. از دیگر سناریوی مطرح شده می‌توان به ارائه تسهیلاتی برای افزایش ازدواج و کاهش میانگین سن ازدواج زنان اشاره نمود که یکی از وظایف عامل دولت در محیط شبیه‌سازی می‌باشد.

ج) مدل متغیرهای بینابین و تعیین‌کننده‌های بلافصل: براساس نظر بونگارت نسبت افراد ازدواج کرده یکی از چهار عاملی است که می‌تواند به‌عنوان عامل بلافصل بر باروری اثر بی‌واسطه داشته باشد (Lucas & Meyer, ۱۳۸۱؛ ۸۸-۸۹). کاهش ازدواج به‌عنوان عاملی تأثیرگذار بر کاهش باروری در کشورها و بروز باروری زیر سطح جانشینی شناخته می‌شود. گواهی بر این ادعا، بالا بودن درصد ازدواج در کشورهای است که از باروری بالاتری برخوردار هستند، در نقطه مقابل کشورهای دارای باروری پایین، نظیر کشورهای آسیای شرقی درصد ازدواج بسیار کم‌تری در مقایسه با سایر نقاط جهان را دارا می‌باشند. در شرایط باروری پایین در کشورهای دارای باروری خیلی پایین، نقش سن ازدواج بر باروری پررنگ‌تر می‌شود. تجزیه و تحلیل تغییرات باروری در ایران نشان داد که حدود ۱۵ درصد از کاهش باروری در دهه ۱۳۷۵-۱۳۶۵ تحت تأثیر تغییرات ازدواج بوده، این عدد در دهه ۱۳۸۵-۱۳۷۵ به ۳۵ درصد رسیده است (Abbasi-Shavazi, McDonald & Hosseini-Chavoshi 2007; 2009). به دلیل این که فراهم آوردن تسهیلاتی برای افزایش در تعداد ازدواج از وظایف عامل دولت در محیط شبیه‌سازی می‌باشد، طراحی سناریوهای مرتبط در بخش نظریه نهادی مورد بررسی قرار گرفت.

مروری بر ادبیات موضوع

بررسی ادبیات موضوع بیانگر این است که در داخل کشور، مطالعه مبتنی بر مدل‌سازی عامل بنیان در حوزه باروری پایین صورت نگرفته و خلأ تحقیقی در این حوزه به خوبی احساس می‌شود. یکی از نقاط قوت در مقاله حاضر ارائه یک مدل شبهه‌سازی شده از سیستم پیچیده باروری پایین، به‌عنوان یک مبناء به‌منظور ساخت و تبیین مدل‌های دیگر و نیز ارائه نگرشی عمیق و همه‌جانبه نسبت به عوامل تأثیرگذار بر باروری پایین با توجه به تعامل عامل‌ها در سطح خرد می‌باشد.

در ابتدا به مطالعاتی که از زاویه اقتصادی به تبیین باروری پایین پرداخته‌اند، توجه می‌شود. در مطالعه‌ای کیم^۱ و همکاران (۲۰۱۶)، به‌دنبال بررسی تله باروری پایین^۲ با رویکرد مدل‌سازی عامل بنیان بودند. به این منظور مدل‌های ساده به‌منظور بررسی چرخه زندگی اقتصادی طراحی و معرفی گردید، نتایج نشان داد که سناریو سالخوردگی، به میزان قابل توجهی در باروری و حالت‌های اقتصادی تأثیر می‌گذارد، به خصوص زمانی که توانایی اقتصادی عامل اصلی باروری و فرزندآوری است. در مطالعه دیگری عباسی‌شوازی، رازقی‌نصرآباد و حسینی‌چاووشی (۱۳۹۹)، به بررسی امنیت اقتصادی، اجتماعی و قصد باروری در شهر تهران پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد با کاهش نگرانی از آسیب‌های اجتماعی و افزایش امنیت اقتصادی، قصد فرزندآوری افزایش می‌یابد.

در ادامه به مروری بر مطالعات متمرکز بر تأثیر سیاست‌های دولتی بر فرآیند باروری پرداخته می‌شود. ریندفوس و چو (۲۰۱۵)، در نتیجه‌گیری مطالعه خود مطرح نمودند که سیاست‌گذاری‌ها به‌عنوان یک اهرم کنترلی می‌توانند در کوتاه‌مدت و بلندمدت روند کاهش باروری را متوقف و یا حتی آن را افزایش دهند. در مطالعه‌ای دیگر بارونی و همکاران (۲۰۱۱)، برای بررسی اصلاحات در سیاست خانواده و تأثیر آن بر باروری از مدل‌سازی عامل بنیان

1 Kim

2 Low Fertility Trap

استفاده نمود. نتایج شبیه‌سازی وی نشان داد که فقط زنان دارای تحصیلات عالی و شاغل از اصلاحات سود می‌برند، زیرا مشارکت و درآمد نیروی کار آنها بیشتر است. در مطالعه دیگر فنت، دیز و پرسکاویتز (۲۰۱۳)، به اثربخشی سیاست‌های خانواده بر تغییر رفتار باروری زنان با استفاده از رویکرد مدل‌سازی عامل بنیان پرداخته‌اند. نتایج شبیه‌سازی آنها نشان داد سیاست‌های خانواده تأثیر مثبت و معناداری بر افزایش باروری دارد.

در نهایت به بررسی و مرور مطالعات صورت گرفته در ارتباط با اهمیت تغییرات ازدواج بر باروری پرداخته می‌شود. ازدواج یکی از تعیین‌کننده‌های بلافصل باروری محسوب شده و تأثیر مستقیمی بر باروری دارد. به خصوص در جامعه ایرانی که موالید خارج از ازدواج مشروعیت ندارند. لذا تنها مسیری که می‌تواند به فرزندآوری منجر شود ازدواج و تشکیل خانواده است. در مطالعه‌ای که توسط کشاورز، حقیقتیان و توسلیانی دیانی (۱۳۹۳)، صورت پذیرفت نشان داده شد بین سن ازدواج زنان و تأخیر در فرزندآوری رابطه منفی وجود دارد. عباسی شوازی، مکدونالد و حسینی چاووشی (۲۰۰۷)، در پژوهشی مسیره‌های دستیابی به باروری زیر سطح جایگزینی در ایران را مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آنها نشان داد، تغییر میانگین سن در اولین ازدواج، یکی از عوامل مؤثر بر باروری زیر سطح جایگزینی است. رابطه بین ازدواج و تغییر در رفتار باروری در تحقیقات زیادی تأیید شده است (برای نمونه: محمودیان، ۱۳۸۳؛ کنعانی، ۱۳۸۵ Baschieri & Torabi, 2010).

با توجه به مطالب فوق، مطالعات انجام شده متغیرهای وضعیت اقتصادی، ارائه تسهیلات دولتی و متغیر ازدواج را به صورت مجزا مورد بررسی قرار داده بودند که این مهم مانع از ایجاد امکان نقد و مقایسه بین متغیرهای و عوامل مؤثر بر باروری پایین می‌شود. به علاوه مرور مطالعات حاکی از عدم توجه به مقوله پیش‌بینی باروری و تمرکز بیشتر بر تبیین باروری است. اما نکته بسیار مهم که می‌توان به عنوان خلاء تحقیقی در مطالعات در حوزه باروری پایین مطرح نمود، عدم استفاده از ابزار مدل‌سازی عامل بنیان است. استفاده از این ابزار امکاناتی در اختیار محققین قرار می‌دهد که قادر خواهند بود در فضای آزمایشگاه مجازی با شبیه‌سازی عوامل

مختلف این فرآیند را به شکل چند عاملی بررسی و علاوه بر تبیین فرآیندها به کمک نتیجه حاصل از پیش‌بینی‌ها به ارائه پیشنهادات اثرگذار در حوزه سیاست‌گذاری بپردازند. بر خلاف ابزار تحلیلی که با استفاده از رفتار در گذشته به ارائه پیشنهادات و سیاست‌گذاری می‌پردازند، در شبیه‌سازی عامل بنیان با تمرکز بر نتایج حاصل از شبیه‌سازی سناریوها، رفتار باروری در آینده پیش‌بینی و براساس همین پیش‌بینی اطلاعات لازم در راستای سیاست‌گذاری با هدف افزایش باروری ارائه خواهد شد.

روش و داده‌های پژوهش

روش انجام پژوهش حاضر استفاده از ابزار شبیه‌سازی عامل بنیان^۱ می‌باشد. محیطی که تحقیق حاضر در آن انجام می‌شود، یک محیط آزمایشگاهی یا به عبارتی یک فضای آزمایشگاهی مجازی است.

به‌منظور دستیابی به اهداف مقاله، از داده‌های مختلفی در سطح خرد و کلان استفاده می‌شود. با این‌حال، تحلیل اصلی عمدتاً براساس داده‌های طرح "بررسی تحولات باروری در پنج استان منتخب ایران - ۱۳۹۵" (عباسی‌شوازی و همکاران، ۱۳۹۸)، انجام خواهد شد. لذا پژوهش حاضر به لحاظ روش از نوع تحلیل داده‌های ثانویه محسوب می‌شود. حجم نمونه در طرح مزبور ۱۵۰۰ خانوار بوده که در آن تعداد خوشه‌ها براساس سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۹۵ برآورد شده است. در مجموع، پرسشنامه تحقیق در قالب یک پرسشنامه عمومی خانوار و یک پرسشنامه اختصاصی برای زنان ۱۰ تا ۵۴ ساله طراحی شده است. بنابراین پرسشنامه اختصاصی زنان برای ۷۹۸ زن ۱۰-۵۴ ساله ازدواج‌کرده تکمیل شده است. در سطح کلان نیز از داده‌های مرکز آمار ایران، سازمان ثبت احوال ایران، شواری‌عالی کار و بانک مرکزی استفاده خواهد شد.

۱. برای توضیحات تکمیلی در ارتباط با مدل‌سازی عامل بنیان مراجعه شود به: عباسی‌شوازی و اسمعیلی (۱۳۹۹)،

عامل‌های استفاده شده در مدل‌سازی و خصوصیات آن‌ها به شرح زیر بوده است:

۱: **عامل خانوار:** تعداد اعضای خانوار، وضعیت اقتصادی خانوار

۲: **عامل زن:** سن، تعداد فرزندان، طول مدت ازدواج، درآمد، تحصیلات، نوع استفاده از روش پیشگیری از حاملگی، استقلال در تصمیم‌گیری، پایبندی مذهبی، تعداد فرزندان مطلوب، تعامل اجتماعی زنان و تأثیرپذیری از تسهیلات دولتی

۳: **عامل دولت:** نرخ تورم و دستمزد، ارائه تسهیلات دولتی و فراهم آوردن تسهیلاتی برای افزایش در تعداد ازدواج و کاهش میانگین سن ازدواج، دولت به‌عنوان یک عامل منفرد در محیط شبیه‌سازی در نظر گرفته شده که سناریوهای مقاله حاضر براساس آن شکل می‌گیرد و می‌توان مقادیر ورودی آن را تغییر داد و تأثیر آن را بر روی رفتار عوامل درون خانوار و زنان پیش‌بینی نمود.

برای این‌که از داده‌های موجود بتوان در ساخت مدل استفاده نمود لازم است اطلاعات با معیار کید^۱ طبقه بندی شوند. به عبارتی یکی از الگوریتم‌ها برای تشکیل درخت تصمیم‌گیری^۲ کید است. درخت تصمیم‌گیری از نسل جدید تکنیک‌های داده‌کاوی به شمار می‌آید که در دو دهه اخیر توسعه یافته است (Kazeminezhad, Etemad-Shahidi & Mousavi, 2005). در مقاله حاضر از مفهوم درخت تصمیم‌گیری در تعریف عامل و رفتار عامل استفاده شده است. لازم به ذکر است در کنار استفاده از درخت تصمیم‌گیری به‌منظور مقداردهی تصادفی عامل‌ها و انتخاب توابع توزیع احتمالی مناسب از نرم‌افزار ایزی‌فیت^۳ نیز استفاده شده است. به‌وسیله این نرم‌افزار می‌توان بهترین توزیع احتمال متناسب با داده‌ها را انتخاب نمود.

۱ عبارت کید، (CHAID) مخفف (Chi-Square-Automatic Interaction-Detection) است.

2 Decision Tree

3 Easy fit

مقداردهی پیاده‌سازی رفتار عامل با کد نویسی جاوا^۱ انجام و وارد نرم‌افزار می‌شود. داده‌ها پس از چند مرحله پیش‌پردازش و تحلیل در قالب مجموعه‌ای از قوانین به شکل کدنویسی وارد نرم‌افزار می‌شوند. در مدل حاضر، مدل به نحوی توسعه پیدا کرده که براساس خروجی قانون‌هایی باشد که از پایگاه داده استخراج شده باشند. این مهم به وسیله کدنویسی ایف و ال‌اس^۲ پیاده‌سازی می‌شوند. به همین منوال تک‌تک عامل‌ها فراخوانی شده و همه صفات مربوط به هر عامل مقداردهی می‌شود. پس از ساخت مدل شبیه‌سازی، کالیبراسیون و اعتبارسنجی مدل شبیه‌سازی شده انجام می‌شود.

به منظور کالیبره کردن مدل شبیه‌سازی، رویدادی^۳ به نام TFR^۴ وارد مدل شبیه‌سازی شده که نحوه محاسبه آن در نرم‌افزار انی‌لاجیک^۵ نوشته شد. رویدادی که محاسبه TFR را برعهده دارد به صورت سالانه به وسیله پارامترهای بارداری به روزرسانی می‌شود. به منظور بررسی و اعتبارسنجی مدل شبیه‌سازی، با مراجعه به مرکز آمار ایران، میزان باروری کل برای سه سال متوالی به عنوان رفتار مرجع در دنیای واقعی استخراج شد (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۹). در ادامه براساس ادبیات تحقیق در حوزه باروری پایین با استفاده از پارامترهای دارای تأثیر بلافصل و مستقیم بر فرزندآوری که با نام پارامترهای بارداری معرفی شده‌اند، کار تنظیم مدل انجام شد. در نهایت مقادیر پارامترهای بارداری در مدل شبیه‌سازی توسط نرم‌افزار انی‌لاجیک تنظیم و خروجی‌های مدل شبیه‌سازی با انطباق با واقعیت استخراج می‌شوند. در جدول (۱) مقایسه‌ای بین میزان باروری کل حاصل از خروجی‌های مدل شبیه‌سازی عامل بنیان و آمار استخراج شده از مرکز آمار ایران آورده شده است.

1 Java

2 If & else

3 Event

4 Total Fertility Rate

5 AnyLogic

جدول (۱) مقایسه نتایج میزان باروری کل استخراج شده از مرکز آمار ایران با نتایج خروجی مدل شبیه‌سازی عامل بنیان برای سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸

سال‌های تقویمی	میزان باروری کل استخراج شده از مدل شبیه‌سازی	میزان باروری کل براساس مرکز آمار ایران
۱۳۹۶	۱/۶۱	۱/۶۰
۱۳۹۷	۱/۵۰	۱/۴۹
۱۳۹۸	۱/۴۵	۱/۴۴

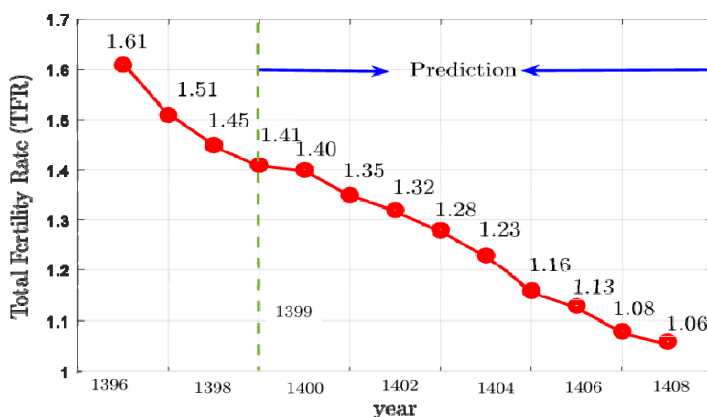
با توجه به این‌که مدل شبیه‌سازی ساخته شده دارای ماهیت مبتنی بر علم احتمالات می‌باشد، نتایج حاصل برای میزان باروری کل در مدل شبیه‌سازی منطبق بر جدول (۱) پس از صد مرتبه اجرای مدل شبیه‌سازی و میانگین‌گیری از نتایج به‌دست آمده است. پس از مرحله کالیبره کردن مدل، با مقایسه نتایج حاصل از مدل و واقعیت، فرآیند اعتبارسنجی مدل شبیه‌سازی انجام و تایید شد. پاسخ مثبت فرآیند اعتبارسنجی مدل آغازی برای استفاده از مدل و شبیه‌سازی پدیده‌سازی سناریوهای مختلف جهت تحلیل و بهره‌برداری است.

نتایج شبیه‌سازی

۱- پیش‌بینی میزان باروری کل استان تهران براساس خروجی مدل شبیه‌سازی عامل بنیان (از سال ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۸)

نتایج خروجی مدل شبیه‌سازی عامل بنیان شامل پیش‌بینی ده‌ساله رفتار باروری زنان استان تهران از سال ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۸ می‌باشد. سه سال اول شبیه‌سازی (۱۳۹۶، ۱۳۹۷، ۱۳۹۸) به‌عنوان اعتبار مدل شبیه‌سازی عامل بنیان در نظر گرفته می‌شود و ده سال بعدی به‌عنوان پیش‌بینی مدل شبیه‌سازی براساس وضعیت موجود در نظر گرفته می‌شود. لازم به ذکر است تمامی خروجی‌های مستخرج شده از شبیه‌سازی‌ها در مرحله پیش‌بینی باروری و همچنین نتایج حاصل از شبیه‌سازی در جداول مربوط به تحلیل حساسیت میزان باروری کل به سایر متغیرها در فرآیند پیش‌بینی با لحاظ سناریوها در این مقاله جهت کاهش خطا در نتایج مدل‌سازی پس از صد مرتبه اجرای مدل و میانگین‌گیری

از نتایج به دست آمده است. همان‌طور که نمودار (۱) براساس نتایج خروجی شبیه‌سازی عامل بنیان نشان می‌دهد روند باروری در ده سال آینده در استان تهران یک روند نزولی خواهد بود و به مقدار ۱/۰۶ در سال ۱۴۰۸ خواهد رسید. باید به این مهم توجه نمود که پیش‌بینی‌های انجام شده براساس خروجی‌های حاصل از شبیه‌سازی عامل بنیان وابسته به پارامترهایی است که به شکل چندبعدی در ساختار مدل وارد شده و در تطبیق نتایج مدل با دنیای واقعیت کمک می‌نمایند. این در حالی است که در روش‌هایی مانند مدل‌سازی ریاضی مانند مدل‌سازی مبتنی بر شبکه عصبی و ویولت^۱ براساس رفتار گذشته مدل، رفتار آینده پیش‌بینی می‌شود (Torabi & Esmaeili, 2021; Esmaeili & Mahmoudian, 2021). لازم به ذکر است که شبیه‌سازی سیستم‌های انسانی بیشتر به دنبال استخراج روند و الگوی تغییر رفتار در سیستم بوده، که مقوله پیش‌بینی به صورت دقیق مورد توجه قرار نمی‌گیرد. این موضوع از این مسأله ناشی می‌شود که گاهی رفتارهای انسانی تحت تاثیر حوادث پیش‌بینی نشده قرار می‌گیرند. به همین دلیل در مدل‌سازی سیستم‌های رفتاری و انسانی بیشتر روند و نحوه تغییر رفتار مدنظر می‌باشد.



1 Neural-Wavelet Network

۲- شبیه‌سازی سناریو

پس از ساخت مدل شبیه‌سازی نکته‌ای که لازم به توضیح است بحث سناریوسازی برای مدل شبیه‌سازی می‌باشد. با استفاده از مدل‌سازی عامل بنیان و امکان شبیه‌سازی سناریو در این سبک از مدل‌سازی، می‌توان مدل را در سناریوهای استخراج شده از تئوری‌های تبیین کننده باروری پایین اجرا و بهترین راه کار در مواجهه با مسأله را به وسیله نتایج شبیه‌سازی معرفی نمود (عباسی شوازی و اسمعیلی، ۱۳۹۹؛ ۱۴۰۰). در ادامه به پیاده‌سازی و شبیه‌سازی سناریوهای اقتصادی، تاثیر تسهیلات دولتی و ازدواج بر تغییر رفتار باروری زنان استان تهران پرداخته می‌شود.

۲-۱. سناریوی اول و دوم: پیش‌بینی میزان باروری کل (طی دوره ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۸) براساس

سناریوی بدبینانه و خوش‌بینانه اقتصادی

براساس رویکرد اقتصادی دو سناریوی بدبینانه و خوش‌بینانه اقتصادی مطرح می‌شود. در این بخش ابتدا به بررسی سناریوی اول که سناریوی بدبینانه اقتصادی است، پرداخته می‌شود. در سناریوی مذکور به این سوال پاسخ داده خواهد شد اگر وضعیت اقتصادی در ایران در ده سال آینده نامناسب‌تر شود (به عبارتی نرخ تورم افزایش و دستمزدها کاهش یابد) چه تأثیری می‌تواند بر روی رفتار باروری زنان استان تهران داشته باشد؟ در نهایت نتایج وضعیت رفتار باروری زنان با اجرای سناریو بدبینانه اقتصادی با وضعیت باروری بدون پیاده‌سازی سناریوها که در بخش قبل پیش‌بینی شد، مورد مقایسه قرار می‌گیرد. در این سناریو براساس نظریه اقتصادی تلاش می‌شود فاصله بین نرخ دستمزد و تورم دو برابر شود؛ به عبارتی درآمد خانوار در هر سال نصف شود و بدین ترتیب پیش‌بینی شود این وضعیت نامناسب اقتصادی چه تأثیری بر رفتار باروری زنان استان تهران طی ۱۰ سال آینده خواهد داشت؟

براساس این فرض همان‌طور که در جدول (۲) مشاهده می‌شود آمارهای مربوط به نرخ تورم و دستمزد را طی سال‌های ۱۳۹۹-۱۳۹۶ از مرکز آمار ایران، بانک مرکزی ایران و شورای عالی کار به‌منظور تعیین رفتار گذشته مدل استخراج کرده و از سال ۱۴۰۰ به بعد به‌عنوان یک دامنه فرضی تعیین شده که بر این اساس فرض شده نرخ تورم از ۰/۲ کم‌تر و از ۰/۴ بیشتر

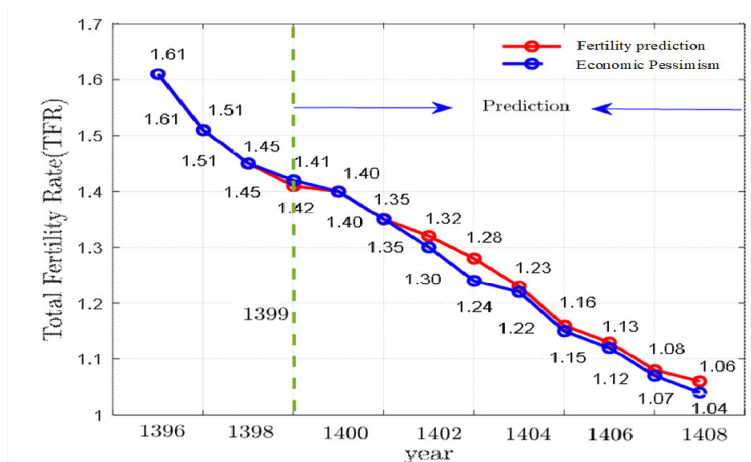
نخواهد شد و نرخ دستمزد نیز کم‌تر از $0/4$ و بیشتر از $0/6$ نخواهد شد. در ادامه، براساس تابع توزیع یکنواخت پیوسته به صورت تصادفی درآمد خانوارها طی این ده سال مقاردهی خواهند شد. لازم به ذکر است که در سناریوی بدبینانه به دنبال شبیه‌سازی بدترین حالت اقتصادی هستیم. براساس ماهیت تصادفی در مدل‌سازی عامل بنیان در این مقاله به صورت سالانه و تصادفی وضعیت اقتصادی خانوار به روزرسانی می‌شود.

جدول ۲: نرخ تورم و نرخ دستمزد طی سال‌های ۱۳۹۶-۱۳۹۹

سال‌های تقویمی	نرخ تورم	نرخ دستمزد
۱۳۹۶	۰/۱	۰/۱۲
۱۳۹۷	۰/۲۷	۰/۱۹
۱۳۹۸	۰/۳۰	۰/۱۸
۱۳۹۹	۰/۳۶	۰/۲۵
۱۴۰۰ به بعد با در نظر گرفتن سناریو بدبینانه اقتصادی	۰/۶۰ - ۰/۴۰	۰/۶۰ - ۰/۲۰
۱۴۰۰ به بعد با در نظر گرفتن سناریو خوش‌بینانه اقتصادی	۰/۲۰ - ۰/۱۵	۰/۳۵ - ۰/۲۰

منابع: مرکز آمار ایران (۱۳۹۸، ۱۳۹۹، ۱۳۹۷)، بانک مرکزی ایران (۱۳۹۶). شورای عالی کار (۱۳۹۶، ۱۳۹۷، ۱۳۹۸، ۱۳۹۹).

همان‌طور که نمودار (۲) به روشنی نشان می‌دهد پس از پیاده‌سازی سناریوی بدبینانه اقتصادی در مدل شبیه‌سازی عامل بنیان روند کاهشی میزان باروری کل اندکی شیب کاهشی تندتری گرفته است، به صورتی که از $1/42$ در سال ۱۳۹۹ به $1/41$ و از $1/06$ در سال ۱۴۰۰ به $1/04$ در سال ۱۴۰۸ خواهد رسید. نتایج حاصل از شبیه‌سازی عامل بنیان تأییدی بر نظریه اقتصادی می‌باشد. بدین ترتیب که وضعیت نامناسب اقتصادی و تأثیر آن بر کاهش منافع والدین و همچنین افزایش هزینه‌های خانوار بر رفتار باروری زنان موثر بوده و منجر به کاهش باروری در استان تهران خواهد شد.

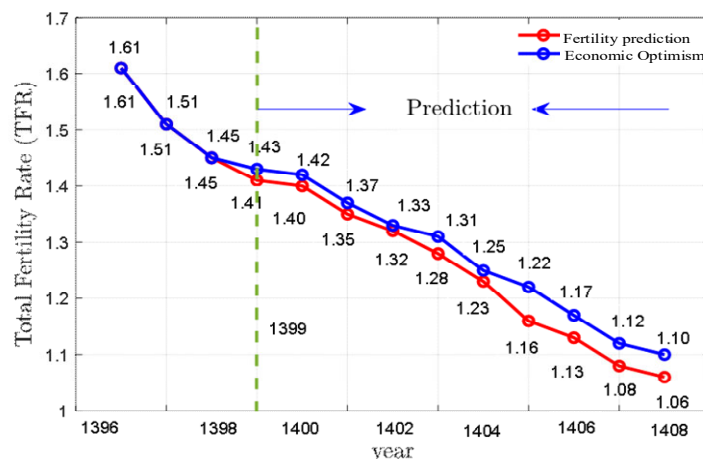


نمودار ۲: پیش‌بینی میزان باروری کل استان تهران از سال ۱۴۰۸-۱۳۹۹ با استفاده از مدل شبیه‌سازی عامل بنیان بر اساس سناریوی بدبینانه اقتصادی و مقایسه آن با پیش‌بینی روند فعلی باروری^۱

در ادامه همان‌طور که بیان شد مبتنی بر نظریه اقتصادی، سناریو دوم که همان سناریوی خوش‌بینانه اقتصادی است، مورد بررسی قرار می‌گیرد. بر این اساس اگر وضعیت اقتصادی افراد بهبود پیدا کند و بدین ترتیب افراد در محاسبات اقتصادی و منطقی خود با سود فرزندآوری مواجه شوند آیا زنان اقدام به فرزندآوری خواهند کرد؟ به بیان دیگر در سناریو دوم این سوال مطرح می‌شود: اگر دولت در بهبود وضعیت اقتصادی خانوار بکوشد و نرخ تورم را نسبت به وضعیت فعلی کاهش و نرخ دستمزد را افزایش دهد، آیا شاهد روند کاهشی باروری در ده سال آینده خواهیم بود؟ بر این اساس فرض شده نرخ تورم از ۰/۱۵ کم‌تر و از ۰/۲۰ بیشتر نخواهد شد و نرخ دستمزد کم‌تر از ۰/۲۰ و بیشتر از ۰/۳۵ نخواهد شد. در ادامه براساس تابع توزیع یکنواخت پیوسته به‌صورت تصادفی درآمد خانوارها طی این ده سال مقاداردهی خواهند شد.

۱ منظور از پیش‌بینی روند فعلی باروری، پیش‌بینی باروری قبل از پیاده‌سازی سناریوها می‌باشد که در نمودار ۱ نتایج آن نشان داده شده است.

همان‌طور که نتایج نمودار (۳) نشان می‌دهد، پیش‌بینی می‌شود بهبود وضعیت اقتصادی خانوارها منجر به افزایش میزان باروری کل شده و شیب تند کاهش باروری را بهبود ببخشد. بدین ترتیب با بهبود اوضاع اقتصادی خانوار، به گفته گری بیکر که براساس تئوری تقاضا استدلال می‌کند، اگر بخواهیم تأثیر مثبتی روی تصمیم به باروری داشته باشیم باید هزینه‌های اقتصادی فرزندان را کاهش داده و با افزایش درآمد والدین، تغییر عملکرد سودمندی به طرف فرزندآوری صورت بپذیرد. نتیجه شبیه‌سازی سناریو خوش‌بینانه اقتصادی تأییدی بر نظریه اقتصادی می‌باشد. بر این اساس پیش‌بینی می‌شود میزان باروری کل در سال ۱۳۹۹ از ۱/۴۲ به ۱/۴۳ و در سال ۱۴۰۸ از ۱/۰۶ به ۱/۱ افزایش خواهد یافت.



نمودار ۳: پیش‌بینی میزان باروری کل استان تهران از سال ۱۳۹۹-۱۴۰۸ با استفاده از مدل شبیه‌سازی عامل بنیان بر اساس سناریوی خوش‌بینانه اقتصادی و مقایسه آن با پیش‌بینی روند فعلی باروری

۲-۲. سناریوی سوم: پیش‌بینی میزان باروری کل زنان استان تهران (طی دوره ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۸) بر مبنای سناریوی تأثیر همزمان کمک نقدی مالی دولت و کمک هزینه زایمان براساس نظریه مکنیکل در سناریوی سوم به بررسی نقش عامل دولت در ارائه تسهیلات دولتی و تأثیر آن بر رفتار باروری زنان استان تهران پرداخته خواهد شد. در این سناریو این

سوال مطرح می‌شود که آیا افزایش تسهیلات دولتی در راستای افزایش باروری زنان استان تهران مؤثر خواهد بود یا خیر؟ در نهایت نتایج وضعیت رفتار باروری زنان با اجرای سناریو تاثیر تسهیلات دولتی با وضعیت پیش بینی باروری بدون پیاده‌سازی سناریوها که در بخش ۱ نتایج شبیه سازی پیش‌بینی شد، مورد مقایسه قرار می‌گیرد. براساس سناریوی مذکور، تحلیل حساسیت مدل بر روی هشت تسهیلات دولتی که از پرسشنامه در دسترس استخراج شده و شامل ارائه تسهیلات برای تحصیلات فرزند در آینده، ایجاد شغل با درآمد مناسب برای والدین، کمک‌هزینه درمان بیماری ناباروری، تامین هزینه و دسترسی به مهد کودک، کمک مالی برای هزینه‌های زایمان، کمک نقدی مالی به خانواده‌ها، تغذیه بچه در دوران کودکی و ایجاد تسهیلات برای زنان شاغل، خانه‌دار می‌باشد، صورت گرفت. بدین ترتیب که هر هشت خصوصیت در مرحله اول در وضعیت حاضر دارای مقدار اولیه سه (خنتی) در مدل هستند. در بحث تحلیل حساسیت به هر یک از این خصوصیت نمره پنج داده که بهترین عدد در مدل‌سازی می‌باشد و به بقیه خصوصیات نمره سه (خنتی) داده شده و در نهایت یک تحلیل حساسیت از مدل گرفته شده که کدام‌یک از این خصوصیات بیشتر از دیگری باعث تغییر و بهبود میزان باروری کل شده است. همان‌طور که نتایج تحلیل حساسیت در جدول (۳) نشان می‌دهد، کمک نقدی مالی دولت به خانواده‌ها و کمک‌هزینه زایمان منجر به تغییر و بهبود بیشتری در میزان باروری کل شده‌اند. بنابراین تأثیر همزمان کمک نقدی مالی دولت به خانواده‌ها و کمک‌هزینه زایمان بر روی میزان باروری کل سنجیده شده و نتایج پیش‌بینی حاصل از شبیه‌سازی در نمودار (۴) نشان داده شده است.

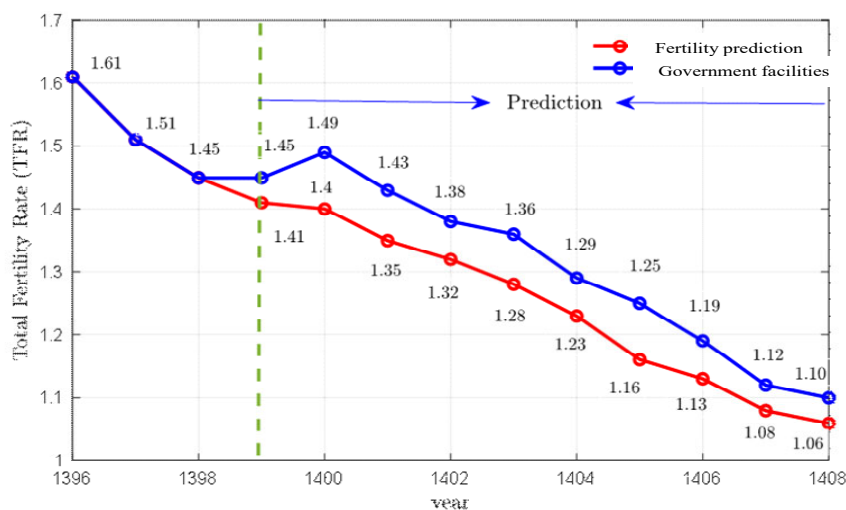
جدول ۳: پیش‌بینی مقادیر مختلف میزان باروری کل استان تهران بر مبنای خروجی شبیه‌سازی عامل بنیان

طی سال‌های ۱۴۰۸-۱۳۹۹، به ازای ارائه هر یک از تسهیلات دولتی

سال‌های تقویمی	مقادیر میزان باروری کل در وضعیت فعلی باروری	مقادیر میزان باروری کل در صورت بهبود ارائه تسهیلات برای تحصیلات فرزند در آینده	مقادیر میزان باروری کل در صورت بهبود در ایجاد شغل با درآمد والدین	مقادیر میزان باروری کل در صورت بهبود کمک‌هزینه درمان بیماری باروری	مقادیر میزان باروری کل در صورت بهبود تامین هزینه و دسترسی به مهد کودک	مقادیر میزان باروری کل در صورت بهبود کمک مالی برای هزینه‌های زایمان	مقادیر میزان باروری کل در صورت بهبود کمک نقدی مالی به خانواده‌ها	مقادیر میزان باروری کل در صورت بهبود تقبضه در دوران کودکی	مقادیر میزان باروری کل در صورت بهبود ایجاد تسهیلات برای زنان شاغل، خانه‌دار
۱۳۹۱	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶
۱۳۹۲	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
۱۳۹۳	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴
۱۳۹۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴
۱۴۰۰	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴	۱/۴
۱۴۰۱	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
۱۴۰۲	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳	۱/۳
۱۴۰۳	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲
۱۴۰۴	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲	۱/۲
۱۴۰۵	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶
۱۴۰۶	۱/۱۲	۱/۱۲	۱/۱۲	۱/۱۲	۱/۱۲	۱/۱۲	۱/۱۲	۱/۱۲	۱/۱۲
۱۴۰۷	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸	۱/۸
۱۴۰۸	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶	۱/۶

همان‌طور که نتایج پیش‌بینی حاصل از مدل شبیه‌سازی در جدول (۱) به روشنی نشان می‌دهد، تأثیر کمک نقدی مالی دولت و هزینه زایمان تأثیر قابل توجهی در افزایش میزان باروری کل داشته‌اند، به‌صورتی که در سال ۱۴۰۰ میزان باروری کل از ۱/۴۰ به ۱/۴۹ افزایش یافته و در سال ۱۴۰۸ از ۱/۰۶ به ۱/۱۰ افزایش می‌یابد. به‌عبارتی می‌توان اذعان داشت که ارائه تسهیلات دولتی (کمک مالی برای هزینه‌های زایمان و کمک نقدی مالی به خانواده‌ها) باعث

ملايم شدن شيب تند کاهش باروري مي‌شود، كه اين موضوع به نوبه خود يك دستاورد راهگشا در راستاي تقويت راهكارهاي پيشنهادي به دولت جهت تحقق سياستگذاري‌هاي هدفمند و تأثيرگذار خواهد بود.



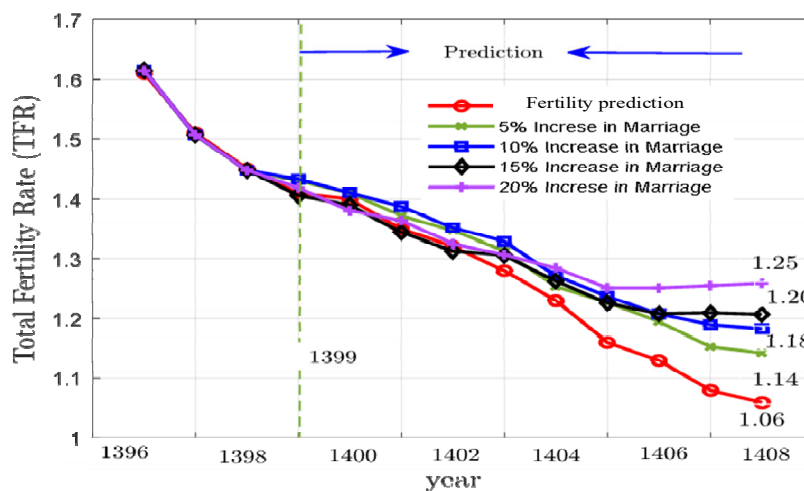
نمودار ۴: پيش‌بيني ميزان باروري كل استان تهران از سال ۱۳۹۹-۱۴۰۸ با استفاده از مدل شبیه‌سازی عامل بنیان در بر اساس سناریوی ارائه کمک‌هزینه نقدی، کمک‌هزینه زایمان و مقایسه آن با پيش‌بيني روند فعلی باروري

۲-۳. سناریوی چهارم: پيش‌بيني ميزان باروري كل زنان استان تهران (بين سال‌هاي ۱۴۰۸-

۱۳۹۹) بر مبنای سناریوی افزایش ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ درصدی ازدواج‌ها

در ادامه با انجام شبیه‌سازی سناریوها مبتنی بر چارچوب تئوریک و تجربی، تأثیر کاهش میانگین سن ازدواج و همچنین افزایش در تعداد ازدواج بر رفتار باروري زنان مورد توجه قرار گرفت. در سناریوی چهارم به تأثیر افزایش در تعداد ازدواج و تأثیر آن بر باروري زنان استان تهران پرداخته می‌شود. در این سناریو افزایش تعداد ازدواج در ۴ گام ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ درصدی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج شبیه‌سازی عامل بنیان نشان داد افزایش در تعداد ازدواج زنان باعث افزایش میزان باروري كل به صورت قابل توجهی می‌شود. همان‌طور که نتایج نمودار (۵) به

روشنی نشان می‌دهد با افزایش ۵ درصدی تعداد ازدواج زنان باروری کل به ۱/۱۴، با افزایش ۱۰ درصدی تعداد ازدواج به ۱/۱۸، با افزایش ۱۵ درصدی تعداد ازدواج به ۱/۲۱ و با افزایش ۲۰ درصدی تعداد ازدواج زنان به عدد ۱/۲۶ خواهد رسید. نتیجه حاصل از شبیه‌سازی سناریوی مذکور می‌تواند تبیین‌کننده سیستم پیچیده باروری پایین در استان تهران بوده و همچنین به‌عنوان یک پیشنهاد به‌منظور سیاست‌گذاری هدفمند به برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران معرفی شود.



نمودار ۵: پیش‌بینی میزان باروری کل بین سال‌های ۱۴۰۸-۱۳۹۹، با استفاده از مدل شبیه‌سازی عامل بنیان بر اساس سناریو افزایش ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ درصدی تعداد ازدواج زنان استان تهران و مقایسه آن با پیش‌بینی روند فعلی باروری

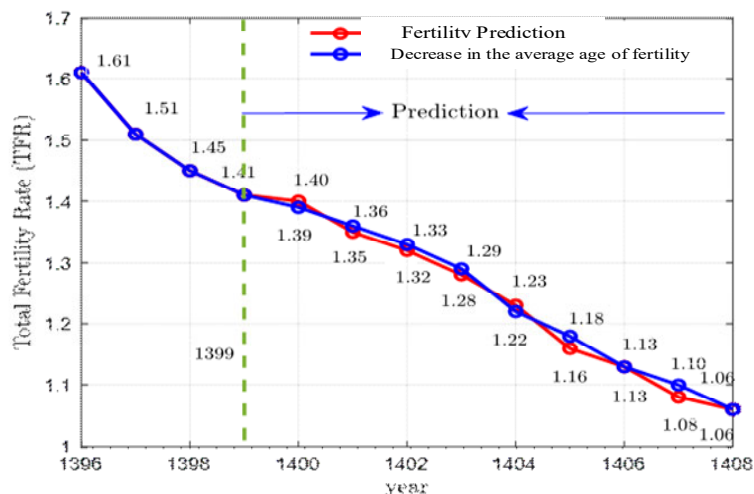
۲-۴. سناریوی پنجم: پیش‌بینی میزان باروری کل زنان استان تهران (بین سال‌های ۱۴۰۸-

۱۳۹۹) بر مبنای سناریو کاهش میانگین سن ازدواج زنان

به دلیل با اهمیت بودن متغیر میانگین سن ازدواج و تأثیر بدون واسطه آن بر رفتار باروری در سناریوی پنجم به شبیه‌سازی سناریو کاهش در میانگین سن ازدواج پرداخته شد. قبل از ورود به بحث پیاده‌سازی سناریوی مذکور باید توجه کرد میانگین سن ازدواج زنان استان تهران ۲۶ سال

و با انحراف استاندارد ۵ سال است (سالنامه آماری سازمان ثبت احوال ایران، ۱۳۹۸). بنابراین ازدواج‌کرده‌های مدل براساس تابع توزیع نرمال در گروه‌های سنی زنان به صورت تصادفی مقدردهی خواهند شد.

حال با توضیحات داده شده به دنبال بررسی این موضوع خواهیم بود که کاهش در میانگین سن ازدواج زنان به ۲۴ سال چه تأثیری بر رفتار باروری زنان استان تهران طی سال‌های ۱۴۰۸-۱۳۹۹ خواهد داشت؟ همان‌طور که نتایج مندرج در نمودار (۶) براساس خروجی مدل شبیه‌سازی عامل بنیان نشان می‌دهد، پیاده‌سازی سناریوی کاهش میانگین سن ازدواج زنان به ۲۴ سال، در برخی سال‌ها میزان باروری کل برای مثال در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۴ با کاهش روبه‌رو می‌شود. اما روند باروری تغییر زیادی نمی‌کند. این نتیجه نشان می‌دهد که با کاهش میانگین سن ازدواج زنان به دلیل دارا نبودن سایر شرایط مثل وضعیت مناسب اقتصادی، ادامه تحصیل و کاهش فشار اجتماعی زنان تمایل کمتری برای فرزندآوری خواهند داشت.



نمودار ۶: پیش‌بینی میزان باروری کل بین سال‌های ۱۳۹۹-۱۴۰۸، با استفاده از مدل شبیه‌سازی عامل بنیان بر اساس سناریو کاهش میانگین سن ازدواج زنان استان تهران و مقایسه آن با پیش‌بینی روند فعلی باروری

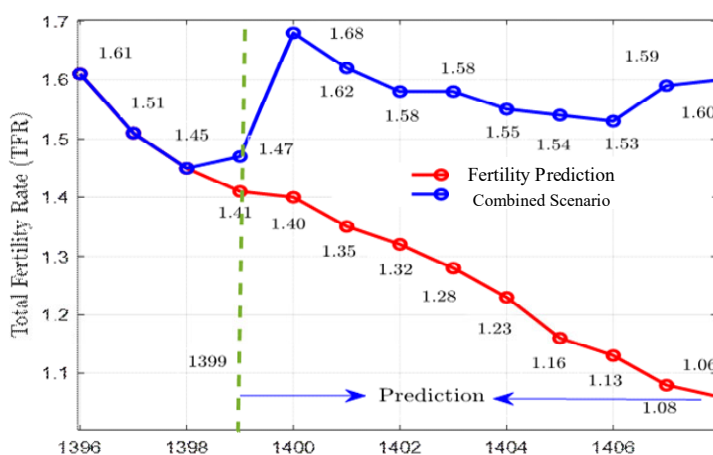
۲-۵. سناریوی ترکیبی: پیش‌بینی میزان باروری کل زنان استان تهران (بین سال‌های ۱۴۰۸-۱۳۹۹)

۱۳۹۹) بر مبنای سناریوی ترکیبی

در ساخت سناریوی ترکیبی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر افزایش میزان باروری کل در استان تهران در قالب یک سناریوی ترکیبی لحاظ و در مدل ساخته شده پیاده‌سازی می‌شود. در پیاده‌سازی سناریوی ترکیبی شروط زیر در نظر گرفته و در مدل به وسیله پارامترهای مربوطه تنظیم می‌شوند.

- پیاده‌سازی سناریوی خوشبینانه اقتصادی با در نظر گرفتن نرخ تورم بین ۱۵-۲۰ درصد و نرخ دستمزد بین ۳۵-۲۰ درصد
- پیاده‌سازی سناریو تأثیر همزمان کمک مالی نقدی دولت و ارائه هزینه زایمان
- پیاده‌سازی سناریوی افزایش ۲۰ درصدی در تعداد ازدواج

برای ایجاد هر شرط مذکور در مدل رویدادی در مدل شبهه‌سازی در نظر گرفته شده است که یک مرتبه و از سال چهارم شبهه‌سازی اجرا می‌شود. پس از ایجاد شرایط ذکر شده در مدل، در مرحله آخر تأثیر میانگین سن ازدواج در سناریوی ترکیبی مورد بررسی قرار می‌گیرد. لازم به ذکر است در پیاده‌سازی سناریوی ترکیبی به دنبال بررسی تأثیر کاهش میانگین سن ازدواج به شرط برقراری وضعیت مطلوب در مدل شبهه‌سازی خواهیم بود.



نمودار ۷: پیش‌بینی میزان باروری کل استان تهران بین سال‌های ۱۳۹۹-۱۴۰۸، با استفاده از مدل

شبهه‌سازی عامل بیان بر اساس سناریو ترکیبی و مقایسه آن با پیش‌بینی روند فعلی باروری

همان‌طور که نتایج مندرج در نمودار (۷) به روشنی نشان می‌دهد با کاهش میانگین سن ازدواج به شرط برقراری وضعیت مطلوب در مدل، میزان باروری کل شروع به افزایش می‌نماید. مشاهده می‌شود با در نظر گرفتن میانگین سن ازدواج ۲۴ سال میزان باروری کل با شیب تندی شروع به افزایش خواهد کرد، به‌صورتی که در سال ۱۴۰۸ به عدد ۱/۶۰ خواهد رسید. براساس نتایج سناریوی ترکیبی، می‌توان بیان نمود؛ در صورتی کاهش میانگین سن ازدواج می‌تواند منجر به افزایش باروری در استان تهران شود که بسترهای فرزندآوری در جامعه فراهم شود. نتیجه مذکور نشان‌دهنده اهمیت موضوع میانگین سن ازدواج و تاثیر آن بر رفتار باروری زنان استان تهران می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

ایران از دهه ۱۳۸۰ در زمره کشورهای دارای باروری پایین‌تر از حد جانشینی قرار گرفته است. در راستای کاهش باروری در ایران مطالعات مختلفی با هدف تبیین باروری انجام شده است. مطالعات مروری نشان می‌دهد که عواملی مانند وضعیت اقتصادی، ارائه تسهیلات دولتی و ازدواج از جمله مهم‌ترین عوامل موثر بر باروری هستند. مطالعات انجام شده بیشتر معطوف به بررسی مسأله باروری پایین مبتنی بر روش‌های تحلیلی بوده است. در این مقاله "مدل‌سازی عامل بنیان" به‌عنوان ابزاری توانمند با قابلیت مدل‌سازی و پیش‌بینی عملکرد سیستم‌های پیچیده در کنار قابلیت لحاظ نمودن پارامترهای متعدد از تئوری‌های مختلف در حوزه باروری پایین مورد توجه قرار گرفت.

در مقاله حاضر پیاده‌سازی فرآیند مدل‌سازی باروری پایین در استان تهران به‌عنوان یک هدف مورد توجه قرار گرفته است. مقاله پیش‌رو با توجه به اهمیت مسأله کاهش باروری و تأثیرپذیری آن از عوامل مختلف به‌صورت همزمان نقش و تأثیر وضعیت (مناسب و نامناسب) اقتصادی، ارائه تسهیلات از سوی دولت و نهایتاً ازدواج (تعداد ازدواج‌کرده‌ها، میانگین سن ازدواج) را به‌عنوان عوامل موثر برافزایش باروری به کمک شبیه‌سازی سناریو بررسی، پیش‌بینی و مقایسه نمود. با مرور ادبیات تحقیق و داده‌های در دسترس به شناسایی سه عامل خانوار، زنان

دولت و خصوصیات هر یک از عامل‌ها پرداخته شد. برای ساخت مدل شبیه‌سازی عامل بنیان از داده‌های مختلفی در سطح خرد و کلان استفاده گردید. با این‌حال، تحلیل اصلی عمدتاً براساس داده‌های طرح "بررسی تحولات باروری در پنج استان منتخب ایران - ۱۳۹۶" (عباسی‌شواری و همکاران، ۱۳۹۸)، انجام شد. در سطح کلان نیز از داده‌های مرکز آمار ایران، سازمان ثبت احوال ایران، شورای عالی کار، بانک مرکزی ایران استفاده گردید.

نتایج حاصل از شبیه‌سازی عامل بنیان نشان داد روند باروری در ده سال آینده در استان تهران یک روند نزولی خواهد بود. با توجه به قابلیت مدل‌سازی عامل بنیان پنج سناریو در داخل مدل مورد آزمایش قرار گرفت و در نهایت یک سناریو به‌عنوان سناریو ترکیبی که متشکل از بهترین سناریوها بود در مدل شبیه‌سازی عامل بنیان پیاده‌سازی شد و نتایج به شکل قابل توجهی عملکرد مدل را در انتخاب بهترین راهکار نشان داد. ابتدا براساس نظریه اقتصادی، شبیه‌سازی مدل با توجه به بدبینانه‌ترین و در مقابل خوش‌بینانه‌ترین سناریوی اقتصادی پرداخته شد. نتایج حاصل از شبیه‌سازی‌ها در مقاله حاضر تأییدی بر نظریه اقتصادی در تبیین باروری پایین در استان تهران است. بدین صورت که اگر در بازه زمانی ده ساله عامل دولت بتواند نرخ تورم متناسب با نرخ دستمزد را حفظ کند و به لحاظ اقتصادی خانوارها وضعیت اقتصادی مناسبی کسب نمایند، این موضوع به نوبه خود بر رفتار باروری زنان اثرگذار خواهد بود. یافته شبیه‌سازی اقتصادی مطالعه حاضر، همگام با بسیاری از تحقیقاتی است که در این حوزه صورت پذیرفته است. سوبوتکا، اسکیربک و فیلیپوف^۱ (۲۰۱۰)، نشان دادند عدم ثبات اقتصادی بر رفتار باروری زنان تأثیرگذار است. بر این اساس زنان با تحصیلات بالا در صورت عدم اطمینان اقتصادی، فرزندآوری را به تأخیر می‌اندازند. در مطالعه دیگر معینی و همکاران (۲۰۱۴)، در یک مطالعه دو سطحی به بررسی تعیین‌کننده‌های اقتصادی باروری بر ایران پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد تعیین‌کننده‌های اقتصادی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر خانوارهای ایرانی هم در سطح خرد هم در سطح کلان می‌باشد.

1 Sobotka, Skirbekk & Philipov

در سناریوی دوم براساس تبیین نهادی و نظریه مک‌نیکل به شبیه‌سازی تأثیر تسهیلات دولتی بر تغییر رفتار باروری زنان پرداخته شد. نتایج شبیه‌سازی تأییدکننده نظریه نهادی در تبیین باروری پایین در استان تهران است. براساس پیش‌بینی خروجی نتایج شبیه‌سازی میزان باروری کل در صورت ارائه تسهیلات دولتی در سال ۱۴۰۸ به ۱/۱۶ در مقایسه با عدم ارائه تسهیلات دولتی که ۱/۰۶ می‌باشد، افزایش پیدا خواهد کرد. به عبارتی می‌توان اذعان داشت که ارائه تسهیلات دولتی باعث ملایم شدن شیب تند کاهش باروری می‌شود. مشاهده می‌شود با ارائه تسهیلات دولتی شیب کاهش باروری کندتر شده و مانع از وقوع باروری خیلی پایین در استان تهران خواهد شد. ارائه این تسهیلات می‌تواند سبب حفظ باروری در یک سطح مطلوب شود. نتایج مطالعات مختلف همسو با نتیجه شبیه‌سازی حاضر می‌باشد، برای نمونه (Demeny, 2015; Rindfuss & Choe, 2015; Fent, Diaz & Prskawetz, Yang, 2016; McNnicol, 1980; (2013; Baroni et al, 2011).

در سناریوی چهارم و پنجم به شبیه‌سازی سناریوی افزایش در تعداد ازدواج و کاهش میانگین سن ازدواج و تأثیر آن بر تغییر رفتار باروری زنان استان تهران پرداخته شد. نتایج شبیه‌سازی سناریو افزایش در تعداد ازدواج نشان داد، در صورت افزایش ۲۰ درصدی تعداد ازدواج در استان تهران میزان باروری کل در سال ۱۴۰۸ به ۱/۲۶ خواهد رسید. این در حالی است که در پیاده‌سازی سناریو وضعیت مطلوب اقتصادی و ارائه تسهیلات دولتی این عدد به ترتیب به ۱/۱۰ و ۱/۱۶ خواهد رسید. این موضوع نشان‌دهنده اهمیت بالای ازدواج در تبیین باروری در استان تهران است. نتیجه پیش‌بینی شبیه‌سازی سناریوی حاضر می‌تواند به شکل قابل توجهی مورد استفاده سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان قرار گیرد. بدین صورت اقداماتی در جهت تسهیل و فراهم آوردن بسترهای لازم برای ازدواج صورت گیرد که به نوبه خود منجر به افزایش میزان باروری کل در استان تهران خواهد شد. در ادامه به پیاده‌سازی سناریوی شبیه‌سازی کاهش میانگین سن ازدواج زنان پرداخته و تأثیر آن بر تغییر رفتار باروری زنان استان تهران مورد پیش‌بینی قرار گرفت. پیاده‌سازی سناریوی مذکور نشان داد که با کاهش میانگین سن ازدواج زنان، تغییری در میزان باروری کل ایجاد نمی‌شود.

به‌منظور ایجاد دید و تبیین عمیق‌تر برای نتایج پیش‌بینی‌های مبتنی بر شبیه‌سازی سناریوی پنجم، یک سناریوی ترکیبی پیاده‌سازی شد. در این سناریو تلاش شد به بهبود بسترهای فرزندآوری در محیط آزمایشگاهی مجازی شبیه‌سازی عامل بنیان پرداخته شود. بدین منظور مهم‌ترین عوامل مؤثر بر افزایش میزان باروری کل در استان تهران در قالب یک سناریوی ترکیبی لحاظ و در مدل پیاده‌سازی شد. نتیجه شبیه‌سازی سناریوی ترکیبی بسیار جالب و قابل تأمل بود. پیاده‌سازی سناریو ترکیبی نشان داد با بهبود بسترهای فرزندآوری در جامعه در ادامه با کاهش میانگین سن ازدواج زنان میزان باروری کل در استان تهران در سال ۱۴۰۸ به عدد قابل توجه ۱/۶ خواهد رسید. نتیجه شبیه‌سازی به شرط برقراری شرایط مذکور نشان داد کاهش میانگین سن ازدواج و افزایش طول دوره فرزندآوری موجب افزایش چشمگیری در باروری زنان خواهد شد. نتیجه مذکور اهمیت موضوع میانگین سن ازدواج و تأثیر آن بر رفتار باروری زنان در استان تهران را به خوبی نشان می‌دهد. در صورت محقق شدن شرایط مذکور می‌توان به رسیدن باروری در استان تهران به سطح جانشینی در آینده خوش‌بین بود. رابطه بین ازدواج و تغییر در رفتار باروری در تحقیقات زیادی تأیید شده است، برای نمونه (محمودیان، ۱۳۸۳؛ کنعانی، ۱۳۸۵؛ Abbasi-Shavazi, McDonald & Hosseini-Chavoshi, 2009; Baschieri & Torabi, 2010). اگر مبادرت به پیاده‌سازی سناریوی ترکیبی به‌منظور دید عمیق نسبت به سناریو پنجم صورت نمی‌پذیرفت، پیچیدگی این موضوع آشکار نمی‌گردید. براساس نتایج شبیه‌سازی سناریوی ترکیبی می‌توان بیان نمود در صورتی کاهش میانگین سن ازدواج می‌تواند منجر به افزایش باروری در استان تهران شود که بسترهای فرزندآوری در جامعه فراهم شود.

مقاله حاضر با استفاده از مدل‌سازی عامل بنیان فرآیند باروری پایین را مدل‌سازی کرده و به‌وسیله شبیه‌سازی سناریوهای طراحی شده به کمک مدل ساخته شده در محیط نرم‌افزاری، سناریوهای مختلف را با یکدیگر مقایسه نمود. در نهایت با استفاده از پیش‌بینی باروری در قالب یک سناریوی ترکیبی بهترین راه حل در جهت افزایش باروری در استان تهران ارائه نمود. بر مبنای نتایج شبیه‌سازی سناریوها می‌توان نکات ارزشمندی به برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران به‌عنوان راهکار و پیشنهادات کلیدی و راهگشا جهت کمک به کاهش و توقف شیب تند باروری

معرفی نمود که می‌توانند در آینده دور انتظار افزایش باروری در استان تهران را فراهم نمایند. در زیر به ترتیب اولویت این نکات ذکر شده‌اند:

- ۱) فراهم آوردن تسهیلاتی برای افزایش تعداد ازدواج جوانان
- ۲) ارائه تسهیلات دولتی به خصوص کمک‌هزینه مالی و ارائه تسهیلات زایمان برای خانواده‌ها
- ۳) افزایش نرخ دستمزد نسبت به نرخ تورم به عبارتی بهبود اوضاع اقتصادی خانوار
- ۴) بهبود بسترهای فرزندآوری در جامعه و سپس فراهم آوردن تسهیلاتی به منظور کاهش میانگین سن ازدواج زنان

علاوه بر پیشنهادات کاربردی ذکر شده می‌توان پیشنهادات تحقیقاتی جهت تداوم مسیر مطالعه حاضر، بیان نمود.

- ۱) در ساخت مدل شبیه‌سازی عامل بنیان می‌توان به دلیل داشتن حافظه در هر عامل به وسیله هوش مصنوعی و شبکه عصبی، عامل‌ها در مدل شبیه‌سازی فقط براساس قوانین وارد شده توسط مدل‌ساز تصمیم‌گیرند، بلکه خودشان هوشمندانه بتوانند تصمیم‌گیری نمایند.
- ۲) می‌توان مبادرت به انجام یک مدل‌سازی ترکیبی نمود و همزمان مدل شبیه‌سازی عامل بنیان در ترکیب پویایی سیستم را پیاده‌سازی کرد تا درک عمیق‌تری از مسأله باروری پایین به دست آورد.

تقدیر و تشکر

این مقاله برگرفته از پایان نامه رساله دکتری نویسنده دوم مقاله در رشته جمعیت‌شناسی است که در دانشکده علوم اجتماعی دانشگاه تهران به انجام رسیده است. نویسندگان مقاله مراتب سپاس خود را از اساتید محترم مشاور رساله سرکار خانم دکتر فاطمه ترابی و سرکار خانم دکتر حجه بی‌بی رازقی نصرآباد و داوران محترم رساله آقایان دکتر حسین محمودیان، دکتر رسول صادقی، مرحوم دکتر عادل آذر و دکتر محمد رضا تقی‌زاده یزدی بابت ارائه نکات ارزشمندشان ابراز می‌نمایند.

منابع

- آذرفر، امیر، آذر، عادل و کلاتری، سیده‌زهرا (۱۳۹۶). "شبیه‌سازی تغییرات جمعیتی ایران با استفاده از مدل پایه عامل بنیان"، *دوفصلنامه مطالعات جمعیتی*، دوره ۳، شماره ۱، صص ۳۸-۷.
- اسمعیلی، نصیبه (۱۴۰۰)، "تجزیه و تحلیل سیستمی عوامل موثر بر باروری پایین با رویکرد مدل‌سازی عامل بنیان- مطالعه موردی استان تهران"، پایان‌نامه دکتری جمعیت‌شناسی، دانشگاه تهران، دانشکده علوم اجتماعی.
- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۶). نرخ تورم ۱۳۹۶. https://www.cbi.ir/Inflation/Inflation_FA.aspx
- روشنی، سعید (۱۳۹۷). "کاربرد مدل‌سازی در تحلیل سیستم‌های پیچیده اجتماعی: روش‌شناسی تحلیل سیستم‌های نوآوری"، *سیاست‌نامه علمی و فناوری*، دوره ۸، شماره ۲، صص: ۷۰-۵۹.
- سازمان ثبت احوال ایران (۱۳۹۷؛ ۱۳۹۸؛ ۱۳۹۹). داده‌های ثبت ولادت ۱۳۹۷؛ ۱۳۹۸؛ ۱۳۹۹؛ <https://www.sabteahval.ir>
- صادقی، رسول و نصیبه اسمعیلی (۱۳۹۹)، "تحلیل چندسطحی همبسته‌های فردی و استانی باروری در ایران"، *مطالعات راهبردی زنان*، دوره ۲۳، شماره ۹۰، صص: ۶۵-۳۷.
- عباسی‌شوازی، محمد جلال و نصیبه اسمعیلی (۱۴۰۰)، "رسانه، فرهنگ‌سازی و باروری: شناسایی و رتبه‌بندی عوامل موثر بر باروری با استفاده از رویکرد فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی"، *مطالعات راهبردی فرهنگ*، دوره ۱، شماره ۱، صص: ۴۷-۷.
- عباسی‌شوازی، محمد جلال و نصیبه اسمعیلی (۱۳۹۹)، "مروری بر سیر تکاملی جمعیت‌شناسی از ابتدا تا ورود مدل‌سازی عامل محور"، *نامه انجمن جمعیت‌شناسی ایران*، دوره ۱۵، شماره ۴۰، صص: ۳۰-۷.
- عباسی‌شوازی، محمد جلال و نصیبه اسمعیلی (۱۴۰۰)، "معرفی مدل‌سازی عامل‌بنیان در تبیین باروری پایین" *دو فصلنامه مطالعات جمعیتی*، دوره ۷، شماره ۱، صص: ۲۹۲-۲۵۷.

عباسی شوازی، محمدجلال، رازقی نصرآباد حجیه‌بی‌بی، حسینی چاووشی، میمنت. (۱۳۹۹). "امنیت اقتصادی اجتماعی و قصد باروری در شهر تهران"، *نامه انجمن جمعیت‌شناسی ایران*، دوره ۱۵، شماره ۲۹، صص: ۲۳۸-۲۱۱.

عباسی شوازی، محمدجلال و میمنت حسینی چاووشی (۱۳۹۰). "تنظیم خانواده، باروری و تحول سیاست‌های جمعیتی در ایران"، *مجله معرفت در دانشگاه اسلامی*، سال ۱۵، شماره ۳، صص: ۲۶-۸.

عباسی شوازی، محمدجلال و سعید خانی (۱۳۹۳). "نامنی اقتصادی و باروری: مطالعه موردی زنان دارای همسر شهرستان سنندج"، *نامه انجمن جمعیت‌شناسی ایران*، دوره ۱۳، شماره ۱، صص: ۷۶-۳۷.

عباسی شوازی، محمد جلال، رازقی نصرآباد، حجیه‌بی‌بی و میمنت حسینی چاووشی (۱۳۹۸)، *گزارش طرح بررسی تحولات باروری در پنج استان منتخب ایران - ۱۳۹۶*، موسسه مطالعات جمعیتی و موسسه ملی تحقیقات سلامت، تهران.

کنعانی، محمدامین (۱۳۸۵). "پیوند سنت و نوسازی در افزایش سن ازدواج: نمونه ایرانیان ترکمن"، *نامه انجمن جمعیت‌شناسی ایران*، سال ۱، شماره ۱، صص: ۱۲۶-۱۰۴.

کشاوری، حمید، حقیقتیان، منصور و خدیجه توسلیانی دینانی (۱۳۹۳)، "بررسی عوامل موثر بر فاصله بین ازدواج تا تولد فرزند اول: مطالعه موردی شهر اصفهان"، *جامعه‌شناسی کاربردی*، سال ۲۴، شماره ۴۹، صص: ۱۱۱-۱۲۶.

لوکاس، دیوید و پاول میر (۱۳۸۱)، *درآمدی بر مطالعات جمعیتی*، (ترجمه حسین محمودیان)، تهران: دانشگاه تهران.

محمودیان، حسین (۱۳۸۳). "سن ازدواج در حال افزایش: بررسی عوامل پشتیبان"، *نامه علوم اجتماعی*، شماره ۲۴، صص: ۵۳-۲۷.

مهرگان، محمدرضا، ابویی اردکان، محمدرضا، صادقی آرانی، زهرا، نظری، محسن و امید زورمند (۱۳۹۵)، "شبیه‌سازی رفتار خرید ناگهانی در بازار: رویکرد مدل‌سازی مبتنی برعامل"، *مدیریت فرد*، سال ۱۵، شماره ۴۸، صص: ۶۴-۳۵.

مرکز آمار ایران (۱۳۹۹). نرخ تورم (۱۳۹۷، ۱۳۹۸، ۱۳۹۹). <https://www.amar.org.ir>

مرکز آمار ایران (۱۳۹۹). روند میزان باروری در ایران (۱۳۹۶، ۱۳۹۷، ۱۳۹۸، ۱۳۹۹)، قابل دسترس در:

https://www.amar.org.ir/Portals/0/amarmozuii/infographics/Fe-iran_1399.jpg

مرکز آمار ایران (۱۳۹۹). شیب نزولی میزان باروری کل در ایران از ۹۶ تا ۹۸، قابل دسترس در:

<https://www.amar.org.ir/news/ID/13003>

مصوبات شورای عالی کار، تعیین نرخ دستمزد (۱۳۹۶، ۱۳۹۷، ۱۳۹۸، ۱۳۹۹) قابل دسترس در:

<https://www.mcls.gov.ir/fa/quickaccess>

Abbasi Shavazi, M. J., Esmacili, N., Razeghi Nasrabad, H. B., & Torabi, F (2021). "Low fertility in Tehran: An agent-based modeling approach", IUSSP Conference, 5 - 10 December. Hyderabad, India.

Abbasi-Shavazi, M.J., McDonald, P., & Hosseini-Chavoshi, M (2009). *The Fertility Transition in Iran Revolution and Reproduction*, Springer.

Abbasi-Shavazi, M. J., McDonald, P., & Hosseini-Chavoshi, M (2007). "The Path to Below Replacement Fertility in Iran ", *Asia-Pacific Population Journal*, 22(2): 91-112.

Baroni, E., Eklof, M., Hallberg, D., Lindh, T., & Zamac, J (2011). "Fertility decisions - Simulation in an agent-based model "(*IFSIM*), *New Frontiers in Microsimulation Modelling*, 265-286.

Baschieri , A ., & Torabi, F (2010). "Ethnic differences in transition to first marriage in Iran: the role of marriage market womens socio - economic status and process of development", *Demographic Research*, (22), 2: 9 -59.

Becker, G. S (1960). An economic analysis of fertility, In G. S. Becker (Ed.), *Demographic and economic change in developed countries* (209-231). Princeton: Princeton University Press.

Billari, F. C (2015), "Integrating macro- and micro-level approaches in the explanation of population change", *Population Studies*, 69(1),10-30.

- Billari, F. C; Fent, T; Prskawetz, A., & Scheffran, J (2006). *Agent –based Computational Modelling Applications in Demography, Social, Economic and Environment sciences-Physican –ver lag*, A Springer Company.
- Borshchev, A (2013). *The big book of simulation modeling: multimethod modelling with AnyLogic*, AnyLogic North America.
- Demeny, P (2015). "Sub-replacement fertility in national populations: Can it be raised?", *Population Studies*, 69(1): 77-85.
- Esmacili, N., & Mahmoudian, H (2021). "Projecting the Labor Participation Rate in Iran Using the Neural Network for the Period 2018-2028", The 5th Asian Population Association Conference.Indonesia.
- Fent, T; Diaz, B., & Prskawetz, A (2013). "Family policies in the context of low fertility and social structure", *Demographic Research*, 29(37): 963-998.
- Giulio, P; Fent ,T ; Philipov ,D ; Vobecka , J., & Winkler-Dworak, M (2013). *A Family-Related Foresight Approach Paola, Working Paper Series, Changing families and sustainable societies: Policy contexts and diversity over the life course and across generations*,1-33.
- Kazeminezhad, M. H; Etemad- Shahidi, A; & Mousavi, S. J (2005). "Application of fuzzy inference system in the prediction wave parameters", *Ocean Engineering*; 32(15-16): 1709-1725.
- Kim, J., Ransikarbum, K., Kim, N., & Paik, E (2016). "Agent-based Simulation Modeling of Low Fertility Trap Hypothesis" , Conference on Principles of Advanced Discrete Simulation , Annual ACM Conference,Digital library, 83-86.
- Lee, R (1990). "The Demographic Response to Economic Crisis in Historical and Contemporary Populations". *Population Bulletin of the United Nations*, 29: 1-15.
- Leridon, H (2015). "The Development of Fertility Theories:A Multidisciplinary Endeavour", *Population-English Edition*, 70(2), 309-348.
- McNicol, G (2001). Fertility: Institutional and Political Approaches. In: *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Science* (Ed.by N.J.Smelser and P.B.Baltes), Elsevier Science Ltd.Great Britain
- McNicol, G (1980). "Institutional Determinants of Fertility Change", *Population and Development Review*, 6(3):441-462.
- Modena, F., Rondinelli, C., & Sabatini, F (2012). " *Economic Insecurity and Fertility Intentions: The Case of Italy*", Working Papers, Research Paper Series 18, Economics and Econometrics Research Institute (EERI), Brussels.

- Moeeni, M., Pourreza, A., Torabi, F., Heydari, H., & Mahmoudi, M (2014), "Analysis of economic determinants of fertility in Iran: a multilevel approach", *International Journal of Health Policy Management*, 3(3): 135-144.
- Morgan, S. P., & Taylor, M. G (2006). "Low Fertility at the Turn of the Twenty-First Century". *Annual Review of Sociology*, 3(1), 375-399.
- Rindfuss, R. R., & Choe, M. K (2015), *Low Fertility, Institutions, and their Policies*, Springer Cham.
- Sobotka, T., Skirbekk, V., & Philipov, D (2011). "Economic Recession and Fertility in the Developed World", *Population and Development Review*, 37(2): 267-306.
- Torabi, F., & Esmaili, N (2021), "Application of neural-wavelet network in predicting the incidence of marriage and divorce in Iran", *China Population and Development Studies*, 4(5), 439-457.
- Yang, Z. (2016). "An Agent-Based Dynamic Model of Politics, Fertility and Economic", *Journal of Systemics Cybernetics and Informatics*, 4: 99-103.