

## پیش بینی تغییرات مولفه‌های جمعیت شناختی با رویکرد دینامیک سیستم‌ها\*

فرشید عوض آبادیان<sup>۱\*\*</sup>، محمد ترکاشوند<sup>۲</sup>، آرمان رضایتی چران<sup>۳</sup>، سید علیرضا نیک بخت<sup>۴</sup>

۱ f.evazabadi@ut.ac.ir

۲ m.torkashvand@ut.ac.ir

۳ arman.rezayati@ut.ac.ir

۴ a.nikbakht@modares.ac.ir

**چکیده:** روند رو به کاهش نرخ زاد و ولد در دهه گذشته در ایران مورد توجه بسیاری از متولیان امور مختلف قرار گرفته است. از آنجا که جمعیت یک کشور می تواند به عنوان یکی از عناصر قدرت و نیروی نظامی، دفاعی، تولیدی و سرمایه انسانی مطرح باشد لذا شناخت عوامل و تعیین روند این کاهش جمعیت امر بسیار مهم و تاثیرگذاری می‌تواند در راستای سیاست گذاری و برنامه ریزی در این حوزه باشد. در این تحقیق مولفه های اصلی تاثیرگذار بر ازدواج و تولید نسل در قالب یک مدل سیستم دینامیکی مورد تحلیل قرار گرفته است. مدل مذکور سپس با داده های مربوط به ایران از سال ۱۳۸۵ اجرا شده و نتایج نشان می‌دهد که میزان متولدین تا سال ۱۳۹۶ روند صعودی و رو به رشدی داشته و افت شدید جمعیت را نشان می‌دهد که در دهه جاری اتفاق خواهد افتاد. همچنین از طریق تحلیل حساسیت میزان تاثیر گذاری تغییر نرخ ازدواج و تغییرات احتمال ازدواج بررسی شده اند.

**کلمات کلیدی:** جامعه شناسی محاسباتی، سیستم دینامیکی، جمعیت شناسی، تحلیل حساسیت.

طبقه بندی موضوعی **JEL**: C80 - J10 - C60 - N35

### ۱ مقدمه

جمعیت شناسی علمی است که جمعیت های بزرگ در حال تغییر انسانی را به لحاظ حجم، توزیع و ترکیب جمعیت، تغییرات در حجم و توزیع و ترکیب و عوامل این تغییرات - شامل باروری، مرگ و میر و مهاجرت - مطالعه می کند. [۳] در این میان باروری مهمترین عامل تغییر ساختار سنی جمعیت است. زاد و ولد یکی از دو پدیده طبیعی جمعیت و عامل منحصر به فرد افزایش آن در مقیاس جهانی است. کاهش مستمر باروری موجب کاهش تعداد موالید و در نتیجه کاهش تعداد جمعیت در گروه های

\*این پژوهش تحت حمایت پژوهشکده سیاست پژوهی و مطالعات راهبردی حکمت به آدرس خیابان طالقانی، خیابان سرپرست پلاک یک انجام شده است.

\*\* سخنران

سنی پایین هرم سنی می شود. [۱] محمودی و همکارانش نیز به این نتیجه رسیده اند که اگر مداخلات و برنامه ریزی های جمعیتی موثر واقع شود و رشد جمعیت کشور از آهنگ رشد آهسته پیروی کند، از وقوع رشد منفی جمعیتی پیشگیری شده [۴] بحث پیش بینی جمعیت و باروری با استفاده از رویکردهای نوین و ابزارهای محاسباتی در تحقیقات کمتر به چشم میخورد. در این تحقیق با رویکرد مدل سازی سیستم های دینامیکی به بررسی روند جمعیتی و تحلیل عوامل موثر بر آن پرداخته می شود.

## ۲ معرفی روش:

یک سیستم دینامیکی مجموعه ای از عواملی اصلی و تاثیر گذار بر روی یک سیستم است که از طرق مختلف این عوامل خود بر روی یکدیگر تاثیر می گذارند. هدف از مدل سازی به روش سیستم های دینامیکی در حقیقت در نظر گرفتن طیف جامع تری از عوامل و عدم محدود کردن تحلیل رفتار یک پدیده و یا سیستم به عوامل اولیه به وجود آورنده یا شکل دهنده آن است. اجزاء سیستم های دینامیکی شامل شبکه های علی-معلولی و شبکه های حالت و جریان می باشد. مهمترین ابزارهای تحلیل های مبتنی بر سیستم های دینامیکی عبارتند از شبکه علت و معلولی اجزاء سیستم و شبکه جریان و انباشت. در شبکه علی-معلولی تلاش مدلساز بر آن است که بوسیله مشاوره و بررسی تمامی عوامل اصلی تاثیر گذار بر روی یک پدیده را شناسایی کرده و نحوه تاثیر گذاری این عوامل را بر روی یکدیگر و بر روی سیستم بسنجد. [۲] مطلب مهم در این قسمت تعیین مرز سیستم است. با توجه به نظرات خبرگان و کارشناسان متغیرهای اصلی تاثیر گذار بر سیستم عبارتند از: سن، جنسیت، درآمد، تحصیلات، اعتقاد افراد، هزینه های زندگی، نرخ تورم، تمایل به باروری. مدل علی-معلولی مساله عبارت است از:

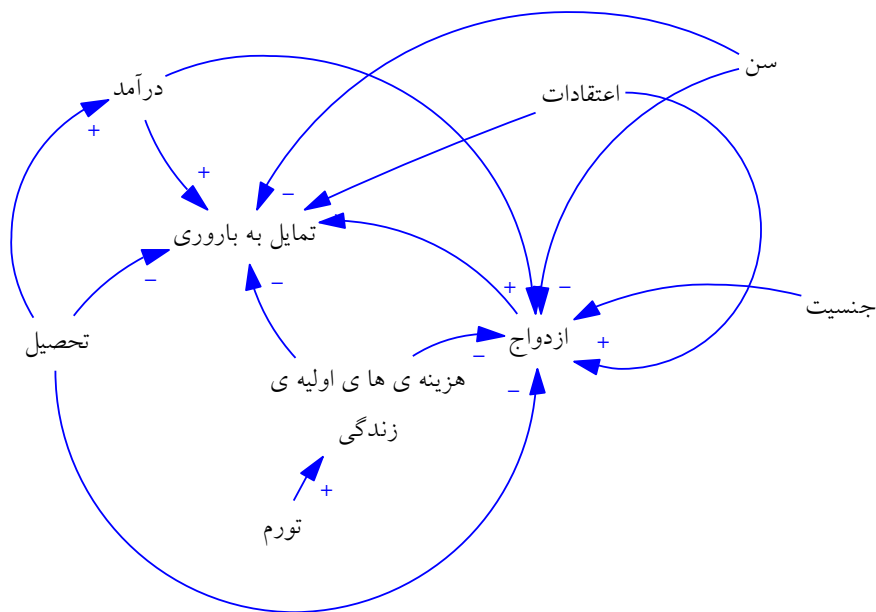
۱. تاثیر سن بر ازدواج: مشخص است که با بالا رفتن سن، تا به حدودی تمایل به ازدواج زیاد شده و از جایی به بعد کم میشود.

۲. تاثیر تحصیلات بر سن ازدواج: هر چه تمایل به تحصیلات بیشتر باشد فرد به علت اهمیت بیشتر به تحصیلات فر در سن بالاتری تمایل به ازدواج دارد.

۳. تاثیر اعتقادات بر سن ازدواج: مشخص است که هر چه افراد معتقدتر باشند تمایل بیشتری داشته تا در سن پایین تر ازدواج کنند.

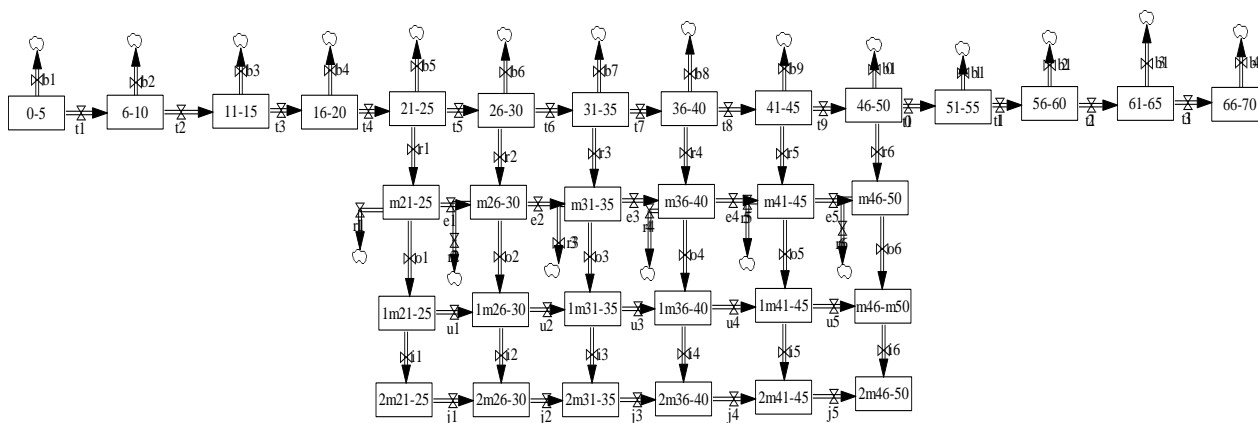
به این ترتیب می توان سایر روابط بین اجزاء سیستم را به صورت توصیفی کامل کرد:

نمودار ۱: نمودار علی و معلولی



نمودار علی-معلولی فوق نشان می‌دهد که چگونه هر یک از عوامل اصلی بر ازدواج و باروری را نشان می‌دهند. بنابراین مدل علی-معلولی به صورت کلی مشخص شده است. به صورت کلی مدل حالت و جریان مدل مذکور به صورت زیر خواهد بود:

نمودار ۲: نمودار حالت و جریان



که در آن بسته‌های سنی مختلف به تدریج از طریق فرآیند افزایش سن از یک بسته سنی به بسته سنی بعد رفته، اما از سن ۲۰ سال افراد علاوه بر اینکه می‌توانند به بسته سنی افقی بروند یعنی عدم تغییر

وضعیت مجرد و تاهل، می‌توانند به سطح پایین‌تر رفته که معنای آن ازدواج است. به عبارتی درصدی از افراد هر بسته سنی به بسته سنی لایه زیرین رفته و متاهل می‌شوند. همچنین افراد موجود در بسته سنی متاهل، می‌توانند به بسته سنی افراد دارای یک فرزند در لایه بعد رفته و به همین ترتیب افراد در لایه‌های افقی به سنشان افزوده و در لایه‌های عمودی متاهل شده و به تعداد فرزندانشان اضافه می‌گردند.

### ۳ نتایج اساسی:

جهت اعتبار سنجی مدل فوق، ابتدا مدل را برای سال پایه ۱۳۸۵ اجرا کرده و جمعیت‌های بسته‌های سنی مختلف در سال ۹۰ بوسیله نرم افزار Vensim محاسبه شده است. برای این منظور ابتدا داده‌های مربوط جمعیت پایه ۱۳۸۵ مربوط به بسته‌های جمعیتی مختلف را برگرفته از سرشماریهای استانهای مختلف در سال ۱۳۸۵ استخراج کرده و از طرفی احتمالهای مربوط به فرزند دار شدن و متاهل شدن افراد برگرفته از TIME Use نیز استخراج شده و نرخ بقا نیز با استفاده از آمارهای بهداشت جهانی در این کار در نظر گرفته می‌شود. در این صورت تعداد ۱۰۰ بازه سنی در نظر گرفته شده و همچنین تعداد ۱۱ لایه برای هر بازه سنی در نظر گرفته شده است. این بدان معنی است که هر زن تا حدود ۹ فرزند می‌تواند داشته باشد و تعداد زنان با بیش از ۹ فرزند بسیار کم است. و تعداد افراد با سن بیش از ۱۰۰ نیز تقریباً ناچیز و اثر آنها در شبیه‌سازی حذف شده است.

بدین منظور برای نمایش بخشی از خروجی‌های مساله داده‌های مربوط به افراد با سن ۰ تا ۳۰ سال تا لایه پنجم در سال ۱۳۸۵ به طور مثال در این تحقیق قرار داده شده است. نتایج پیش‌بینی جمعیت با مقادیر شبیه‌سازی بسته‌های جمعیتی اختلافی در حدود ۵ درصد دارند. این موضوع به نوعی روند شبیه‌سازی و داده‌های آن را صحت‌گذاری می‌کند. به وسیله مدل تعداد متولدین برای سالهای ۱۳۹۴ تا ۱۴۰۴ پیش‌بینی می‌شود:

نتایج نشان می‌دهد که میزان متولدین تا سال ۱۳۹۶ روند صعودی و رو به رشدی داشته و به مقدار ۱۲۴۵۰۰۰ رسیده و سپس بعد از آن نزول پیدا کرده و مقدار آن تا حدود ۱۱۱۰۰۰۰ کاهش می‌یابد.

نتایج بدست آمده افت شدید جمعیت را نشان می‌دهد که در دهه جاری اتفاق خواهد افتاد. میزان پیش‌بینی مدل از جمعیت در بازه‌های سنی مختلف در سال ۱۴۰۰ بدین صورت است که قله جمعیتی در بازه سنی ۳۰ سال به تدریج رو به پیری رفته و در مقایسه با آن تعداد جوانان در بازه سنی ۱۸ تا ۲۶ سال نصف جمعیت آنها هستند. این روند ادامه می‌یابد و در سال ۱۴۰۴ قله تقریباً از مرحله

جوانی گذر کرده به شکلی که در این مرحله با انبوه افراد میانسال و حدود نصف افراد جوان ۱۸ تا ۳۵ سال مواجه هستیم و این موضوع میتواند از جنبه های مختلف اقتصادی، اجتماعی، دفاعی و ... مورد توجه قرار گیرد. زیرا کشور شاهد یک افت حدود ۵۰ درصدی در نیروی کار تازه و جوان خواهد بود.

### ۳,۱ تحلیل حساسیت

تصمیم گیری در مورد اینکه کدامیک از عوامل ذکر شده سهم بیشتری در این عدم توازن جمعیتی بر عهده دارد از طریق تحلیل حساسیت می تواند مورد ارزیابی قرار گیرد. تغییر نرخ ازدواج اثر چندانی بر مساله ندارد و مساله نهایتاً به خروجی قبلی خود همگرا خواهد شد و تفاوت در این است که در افق زمانی بلندتری همگرایی رخ خواهد داد.

تاثیر تغییرات احتمال اولین باروری بر روی مساله بدین نحو است که اگر تا ده درصد احتمال اولین باروری افزایش یابد. مشاهده می شود، حدود ۱۲ درصد تعداد متولدین افزایش می یابد. این موضوع می تواند ملاک تصمیم گیری در حالت کلی قرار گیرد زیرا با دو برابر شدن میزان احتمال ازدواج، می توان گفت نرخ باروری حدوداً به طور متوسط به میزان ۱۵ درصد افزایش می یابد.

### مرجع ها

۱. ب، زارع، جمعیت شناسی اقتصادی و اجتماعی. سمت، ۱۳۹۰، ۲۰۵.
۲. ج، استرمن، پویایی شناسی کسب و کار، سمت، ۱۳۸۹
۳. ح، سرایی، جمعیت شناسی، مبانی و زمینه ها، سمت، ۱۳۹۲، ۱۰.
۴. م، محمودی، تحولات جمعیتی، چالشهای پیش رو و لزوم تجدید نظر در سیاستهای جمعیتی، فضا نامه برداشت دوم، (۱۱) و (۱۲)، ۱۳۸۹، ۱۴.