

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۱۱

روندیابی سالخوردگی جمعیت ایران در گروه سنی منتخب با استفاده از سری‌های زمانی برای افق ۱۴۳۵

ایرج تیموری^۱، محمد نعمتی^۲

چکیده

تحولات جمعیتی یک کشور به‌عنوان مبنایی برای سیاست‌گذاری‌ها و تصمیم‌گیری‌های کلان می‌باشد. به‌طوری‌که، جمعیت مبنای سرمایه‌گذاری در زمینه توسعه راه و مسکن، بنگاه‌های اقتصادی، تأسیسات آموزشی و درمانی، تسهیلات رفاهی و تأمین انرژی و غیره است. از این‌رو، عدم درک صحیح از تحولات جمعیتی منجر به ناهماهنگی در برنامه‌ریزی‌ها و در نهایت اتلاف سرمایه و زمان خواهد بود. جمعیت سالخورده به جمعیتی اطلاق می‌گردد که بیش از ده درصد کل جمعیت شصت و پنج سال و بالاتر باشد. همچنین، تعریف فرد سالخورده در کشورهای مختلف و با توجه به امید به زندگی بین سن ۵۰ تا ۷۵ سال متغیر می‌باشد. در این پژوهش نیز، ۷۰ سالگی به‌عنوان سن سالخوردگی در نظر گرفته شده است. بر این اساس، هدف این پژوهش روندیابی سالخوردگی جمعیت گروه سنی منتخب در ۳۷ سال آینده (در افق ۱۴۳۵) می‌باشد. در این راستا از مدل خود رگرسیون میانگین متحرک انباشته (ARIMA) برای اعمال روابط و پیش‌بینی استفاده شده است. داده‌های بکار رفته سرشماری‌های سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ می‌باشد. نتایج بدست آمده، نشان می‌دهد که انتظار تغییرات جمعیت ۷۰ ساله و بیشتر افزایشی می‌باشد که این گروه جمعیتی در افق ۱۴۳۵ به ۷۴۳/۱۶ درصد خواهد رسید. همچنین، طبق نتایج حاصل از پیش‌بینی توسط مدل آریما، انتظار می‌رود در افق ۱۴۳۵ جمعیت ۷۰ ساله و بیشتر، «۲۶۶۴۴۳۱۷» نفر باشد که برابر با ۲۲ درصد کل جمعیت کشور در آن سال خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: پیش‌بینی جمعیت، سالخوردگی، مدل آریما، افق ۱۴۳۵.

^۱. نویسنده مسئول: استادیار، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز، پست الکترونیک: iraj_teymuri@yahoo.com

^۲. کارشناسی ارشد، جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز.

مقدمه

پیش‌بینی و تخمین دقیق رفتار پدیده‌هایی که بر روی وضعیت اجتماعی، اقتصادی و محیطی تأثیرگذار هستند؛ نقش مهمی را در اتخاذ تصمیم‌های صحیح دارد. تحولات جمعیتی یک کشور به‌عنوان مبنایی برای سیاست‌گذاری‌ها و تصمیم‌گیری‌های کلان می‌باشد. به‌طوری‌که، جمعیت مبنای سرمایه‌گذاری در زمینه توسعه راه و مسکن، بنگاه‌های اقتصادی، تأسیسات آموزشی و درمانی، تسهیلات رفاهی و تأمین انرژی و غیره است. از این‌رو، عدم درک صحیح از تحولات جمعیتی منجر به ناهماهنگی در برنامه‌ریزی‌ها و در نهایت اتلاف سرمایه و زمان خواهد شد. ایران در گذشته همچون سایر کشورها، کشوری جمعیت‌گرا بوده و علاقه به افزایش جمعیت داشته است (زنجان، ۱۳۸۴: ۸۶ به نقل از میرمحمد، ۱۳۹۳: ۶). این روند در دوران اخیر تحت تأثیر بهبود کلی وضعیت بهداشتی و درمانی، موجب رشد شتابان جمعیت ایران گردیده است. به‌طوری‌که، جمعیت ایران در طی ۸۰ سال گذشته هفت برابر شده است (ساعتی ارسبی، ۱۳۹۲: ۴۴). با این حال در دهه اخیر، نرخ رشد جمعیت کشور رو به کاهش گذاشته است؛ به‌طوری‌که طبق سرشماری سال ۱۳۹۵ نرخ رشد جمعیت بین سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵ برابر با ۱/۲۴ درصد می‌باشد. از طرف دیگر نیز، سرعت سالخوردگی جمعیت با آهنگ آرامی رو به افزایش است. در جهان، پیش‌بینی می‌گردد که جمعیت افراد بالای ۶۰ سال در سال ۲۰۲۰ به ۱ میلیارد نفر و در سال ۲۰۵۰ تقریباً به ۲ میلیارد نفر خواهد رسید که مجموعاً ۲۲ درصد جمعیت جهان را تشکیل می‌دهد. همچنین، نسبت افراد بالای ۸۰ سال و بالاتر از ۱ درصد به ۴ درصد کل جمعیت در افق ۲۰۵۰ افزایش خواهد داشت (Bloom et al: 2010, 583). جمعیت سالخورده، به‌عنوان بخشی از جمعیت همواره در جامعه وجود دارد. این گروه سنی، اگر نسبت به سایر گروه‌ها در اکثریت قرار گیرد؛ با توجه به ماهیت «غیرفعال اقتصادی» که دارد؛ کم و کیف نیازهای اجتماعی و اقتصادی را دچار تغییر اساسی خواهد کرد. از این‌رو، نیاز به برآورد و پیش‌بینی جمعیت این گروه سنی برای سال‌های آتی را ضروری می‌سازد. به هر میزان که واقعیت‌های قابل احتمال در آینده شناسایی گردد؛ اهداف سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌ها نیز معین می‌گردد. بر این اساس، هدف این پژوهش روندیابی سالخوردگی جمعیت گروه سنی منتخب در ۳۷ سال آینده (در افق ۱۴۳۵) در ایران می‌باشد. در این راستا، تکنیک‌های مختلفی برای برآورد جمعیت وجود دارد. بعضی از این مدل‌ها فقط کل جمعیت را برآورد می‌نمایند و برخی دیگر، با مقایسه چگونگی رشد بخشی از جمعیت با بخش دیگری از آن، به پیش‌بینی‌های خاصی دست می‌یابند (حکمت‌نیا و موسوی، ۱۳۹۵: ۲۹). تحلیل سری‌های زمانی از جمله تکنیک‌هایی است که برای پیش‌بینی رفتار پدیده‌هایی همچون جمعیت که در بستر زمان جریان و تداوم دارند؛ بکار می‌رود. تحلیل سری‌های زمانی عموماً دو هدف را دنبال می‌نماید. اول، درک یا مدل‌سازی مکانیسم تصادفی که منجر به مشاهده سری می‌شود و دوم، پیش‌بینی مقادیر آینده سری که بر مبنای روند گذشته آن صورت می‌پذیرد (کرایر، ۱۳۹۴ به نقل از مهرنیا و اعلمی، ۱۳۹۵: ۱). آریما^۱ (خود رگرسیون میانگین متحرک انباشته) به‌عنوان یک ابزار آماری قوی شناخته می‌شود که به‌طور گسترده‌ای برای تجزیه و تحلیل و پیش‌بینی داده‌های سری زمانی به کار گرفته می‌شود (Zhang et al: 2018, 703). در این پژوهش از مدل آریما جهت پیش‌بینی و روندیابی جمعیت استفاده شده است. مبنای جمعیتی سال ۱۳۶۵ و افق موردنظر سال ۱۴۳۵ می‌باشد. بر این اساس، سوالات پژوهش بدین شرح می‌باشد:

- درصد تغییرات جمعیت سالخورده کشور در بین سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ چه مقدار است؟
- روند تغییرات جمعیت سالخورده کشور در سال‌های آتی چه میزان می‌باشد؟

^۱. ARIMA

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

مفهوم سالخورده‌گی

سالخورده‌گی عموماً با توجه به طیف وسیعی از ویژگی‌هایی همچون سن، تغییر در نقش اجتماعی و تغییرات در توانایی‌های عملکردی تعریف می‌شود. در کشورهای با منابع زیاد، سالخورده‌گی به‌طور کلی در رابطه با بازنشستگی و دریافت حقوق بازنشستگی در ۶۰ یا ۶۵ سالگی تعریف می‌شود. با افزایش طول عمر، برخی کشورها افرادی را که بیش از ۸۵ سال دارند؛ سالخورده تعریف می‌نمایند. با این حال، در کشورهای کم منابع، این رقم ممکن است به ۵۰ سال نیز برسد. به‌طوری‌که، سن ۵۰ سالگی به عنوان تعریفی از افراد سالخورده توسط سازمان بهداشت جهانی بهداشت در پروژه سلامت بزرگسالان و سالمندی در آفریقا پذیرفته شده است (www.who.int). از لحاظ عدد سنی، عموماً سالخورده به افراد بالای ۶۵ سال اطلاق می‌گردد. این در حالی است که افراد ۶۵ تا ۷۴ ساله به‌عنوان «سالخورده‌گی اولیه» و افراد بالای ۷۵ سال «سالخورده‌گی کامل» انگاشته می‌شوند (Orimo et al, 2006: 149). با این حال، ممکن است برخی افراد ۷۰ ساله از عملکرد فیزیکی و روانی خوبی برخوردار باشند (WHO, 2015: 25). اغلب دولت‌ها سن بازنشستگی را شاخصی برای سالخورده‌گی تعیین می‌نمایند. اگرچه، سن بازنشستگی نیز در کشورهای مختلف، متفاوت است. اگرچه این تقسیم‌بندی قراردادی و نسبی است؛ اما به‌طور میانگین در اکثر کشورها سن بازنشستگی، ۶۰ سالگی در نظر گرفته می‌شود. سالخورده‌گی جمعیت یک فرایند شناخته شده به عنوان پیامد «انتقال جمعیت‌شناختی» است که در آن باروری و مرگ‌ومیر از سطوح بالا به سطوح پایین کاهش پیدا می‌کند. مهم‌ترین عوامل مؤثر بر سالخورده‌شدن جمعیت، کاهش مرگ‌ومیر، خصوصاً مرگ‌ومیر نوزادان و کودکان و کاهش اساسی و مستمر باروری و به تبع آن کاهش رشد جمعیت است که باعث تغییرات اساسی در ساختار سنی جمعیت اکثر جوامع از جمله ایران شده است (میرزایی و قهفرخی، ۱۳۸۶: ۳۲۶). سالخورده‌گی فردی با سالخورده‌گی جمعیت تفاوت دارد؛ سالخورده‌گی فردی به معنی عبور از مرز ۶۰ یا ۶۵ سالگی (بسته به جامعه مورد مطالعه و سن بازنشستگی)، اما سالخورده‌گی جمعیت یعنی کاهش نسبت افراد زیر ۱۵ سال و افزایش نسبت افراد ۶۰ سال و بالاتر (محمودی، ۱۳۹۵: ۱۵۴). با این حال، چنین تعریفی از سالخورده‌گی که شامل تمام افراد بالای ۶۵ سال می‌باشد؛ ممکن است برای این عصر که امید به زندگی ۸۰ سال است؛ مناسب نباشد (Orimo et al, 2006: 149). لذا در جهان امروز، مفهوم اجتماعی سالخورده‌گی از مفهوم سنی آن مهم‌تر است. در این تعریف، سالخورده‌گی با از دست دادن برخی نقش‌ها همچون «اشتغال» و کسب برخی نقش‌ها همچون «پدربزرگ» یا «مادربزرگ» مورد توجه قرار می‌گیرد.

علل سالخورده‌گی

کاهش مرگ و میر و کاهش باروری هر دو نسبت افراد سالخورده و میانگین سن جمعیت را افزایش می‌دهند؛ بنابراین عوامل سالخورده‌گی جمعیت را باید در تغییرات مرگ و میر و باروری جستجو نمود (محمودی، ۱۳۹۵: ۱۶۰-۱۵۸). کاهش باروری منجر به کاهش جمعیت و نرخ رشد می‌شود و بنابراین نیروی قدرتمندی در پس سالخورده‌گی جمعیت محسوب می‌گردد. با این حال، کاهش مرگ‌ومیر در دو مرحله اثر می‌گذارد. اول، باعث رشد سریع‌تر جمعیت می‌شود که در نهایت جوانی جمعیت به وقوع می‌پیوندد. دوم، میزان جمعیت را از طریق بقای نسلی^۱ افزایش می‌دهد. نهایتاً، زمانی که نرخ مرگ و میر بالا است؛ باعث جوانی جمعیت می‌گردد و متأخراً که نرخ مرگ‌ومیر کاهش می‌یابد؛ باعث سالخورده‌گی جمعیت می‌شود. بنابراین، تا زمانی که نرخ مرگ‌ومیر و نرخ رشد جمعیت هر دو پایین باشد، جمعیت

^۱ Generational Survival

سالخورده می‌شود. اگرچه مهاجرت ممکن است تا حدودی به جبران جمعیت بپردازد؛ اما در مقیاس جهانی این امر کمک نخواهد کرد و فقط در مقیاس محلی و به صورت موقتی اثرگذار است (Lee, 2007: 2).

پیشینه پژوهش

در راستای مسئله پژوهش حاضر، موضوع‌های مختلفی در ایران و کشورهای دیگر انجام شده است، در زیر به برخی از پژوهش‌های انجام شده اشاره می‌گردد.

- مشفق و حسینی (۱۳۹۱)، در پژوهشی با عنوان «آینده پژوهشی تغییرات جمعیتی ایران طی دوره ۱۳۹۰ تا ۱۴۲۰» به آینده‌شناسی جمعیت ایران با پرداخته است. این پژوهش با روش تحقیق، تحلیل جمعیتی و اسنادی صورت پذیرفته است. بر این اساس، جدیدترین پیش‌بینی‌های جمعیتی (۲۰۱۲)، بخش جمعیت سازمان ملل برای کشورهای دنیا نشان می‌دهد که جمعیت ایران بر اساس سناریوهای سه‌گانه سازمان ملل، یعنی حد پایین، حد متوسط و حد بالا، تا سال ۱۴۲۰ به ترتیب ۸۷/۷، ۹۶/۸ و ۱۰/۶ میلیون نفر خواهد شد. براساس سناریوی تعدیل شده شمار جمعیت ایران تا سال ۱۴۲۰ به حدود ۹۱ میلیون نفر خواهد رسید. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که باروری زیر سطح جانشینی (کمتر از ۲/۱ فرزند برای هر مادر) در ایران تداوم خواهد داشت که این خود لزوم برنامه‌ریزی آینده‌نگرانه را برای مدیریت سالمندی در کشور روشن می‌سازد. بهبود و استحکام بنیاد خانواده و ترویج ارزش‌های دینی و اسلامی که بیشتر خانواده‌محور هستند، به ارتقای سطح باروری و ترمیم هرم سنی جمعیت کمک خواهد کرد.

- شیخی (۱۳۹۳)، در پژوهشی «سیمای سالمندی در ایران: مطالعه‌ای اجتماعی - جمعیتی» مسئله سالخوردگی را با رویکرد اجتماعی و با روش پیمایشی مورد ارزیابی قرار می‌دهد. براساس یافته‌ها، از آنجایی که در ایران به لحاظ هنجاری و فرهنگی، سکونت در خانه سالمندان معمول نمی‌باشد؛ سالمندان متکی به فرزندان خود هستند. همچنین، به لحاظ ساختار جمعیتی جوان کشور و افزایش امید به زندگی در حال حاضر، ایران تا سال‌های آتی (۱۴۱۰)، سالمندان بیشتری خواهد داشت.

- زنجانی (۱۳۹۵)، در پژوهشی تحت عنوان «پیش‌بینی جمعیت ایران به تفکیک شهری و روستایی تا سال ۱۴۲۰» اثر ترکیبی باروری، مرگ و میر و مهاجرت‌ها به تفکیک مهاجرت‌های داخلی و مهاجرت‌های خارجی مدنظر قرار داده است و سه سناریو نهایی ارائه داده است. جمعیت کشور در قالب سه سناریوی نهایی این مقاله در سال ۱۴۲۰ بین ۹۷/۶ و ۱۰۲/۹ میلیون نفر خواهد بود. همچنین، با تشدید اثر مهاجر فرستی به خارج از کشور که در اسناد مختلف بین ۱۵ تا ۱۸۰ هزار نفر ذکر شده است؛ باید منتظر پیامدهای سنگین‌تری بر تعداد و ساختار جمعیت بود.

- میرزایی و همکاران (۱۳۹۶)، در پژوهشی تحت عنوان «سالخوردگی جمعیت در ایران و هزینه‌های رو به افزایش بهداشت و درمان» به تحلیل الگوی مصرف هزینه‌های بهداشت و درمان در چرخه زندگی خانوارهای شهری ایران با تأکید بر دوران سالخوردگی، طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۱، پرداختند. این پژوهش از نوع تحلیل ثانویه می‌باشد و با استفاده از داده‌های بخش جمعیت سازمان ملل متحد و داده‌های هزینه درآمد خانوار و به کمک روش شبه‌تابلویی انجام شده است. بر اساس یافته‌های پژوهش، جمعیت ایران در حال گذار از دوران جوانی به سالخوردگی است، به نحوی که تعداد سالمندان در سال ۱۴۱۴ به بیش از ۱۰ میلیون نفر و درصد سالخوردگی به بیش از ۱۱ درصد خواهد رسید. تحلیل اثر سن بر هزینه‌های بهداشت و درمان حاکی از آن است که تقاضای مصرف از سن ۲۵ تا ۵۰ سالگی به شکل نسبتاً

ملایمی در حال افزایش است و پس از آن شیب خیلی تندی به خود می‌گیرد و در سال‌های پایانی عمر به اوج خود می‌رسد.

- مین کوانگ دائو^۱ (۲۰۱۲)، در پژوهش خود تحت عنوان «جمعیت و رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه» اثرات اقتصادی انتقالات جمعیتی در کشورهای توسعه یافته را با مدل حداقل مربعات برآورد نمود. داده‌های مورد استفاده برای متغیرهای پژوهش از شاخص‌های توسعه جهانی گردآوری شده است. بر اساس یافته‌ها، نرخ رشد سرانه تولید ناخالص داخلی به صورت خطی وابسته به رشد جمعیت، نسبت وابستگی جمعیت و نرخ مرگ‌ومیر می‌باشد.

- گویمارس^۲ (۲۰۱۳)، در پژوهشی تحت عنوان «آینده تحصیلات عالی در کشورهای برزیل، روسیه، هند و چین: چشم‌انداز جمعیت‌شناختی» بیان نمود در کشورهای برزیل، روسیه، هند و چین با توجه به توسعه و اصلاحات آموزش عالی نرخ رشد ثبت نام در آموزش عالی به دلیل سالیانوردگی جمعیت، منفی و یا آهسته‌تر خواهد شد و تغییرات جمعیتی در این کشورها بر تقاضا برای آموزش تأثیرگذار خواهد بود.

- بلوم^۳ و همکاران (۲۰۱۵)، پژوهشی تحت عنوان «اثرات سالیانوردگی جمعیت بر اقتصاد کلان و سیاست‌های مواجهه‌ای با آن» انجام دادند. آنها در این پژوهش استدلال نمودند که انتظار می‌رود افراد ۶۰ ساله و بالاتر در چهار دهه آینده به ۲۲ درصد کل جمعیت (تقریباً برابر با ۲ میلیارد نفر) برسد. بر این اساس، سالیانوردگی جمعیت چالش‌هایی را برای اقتصاد کشورها به وجود خواهد آورد. افراد سالیانورده به مراقبت‌های بهداشتی - درمانی بلند مدت بیشتری نسبت به افراد جوان‌تر نیاز دارند که این امر منجر به افزایش هزینه‌ها می‌گردد. همچنین، چون سالمندان همانند هر گروه سنی دیگری، به امنیت فیزیکی و اقتصادی نیاز دارند؛ سیستم‌های بازنشستگی باید سیاست‌ها و منابع تأمین مالی خود را مورد ارزیابی مجدد قرار دهد.

- کی‌سی^۴ و همکاران (۲۰۱۷)، پژوهشی تحت عنوان «پیش‌بینی جمعیت بر اساس سن، جنس و میزان تحصیلات در مناطق روستایی و شهری در سی و پنج استان کشور هند، بین سال‌های ۲۰۱۱-۲۰۱۱: گزارش فنی درباره طرح نامتجانس اجتماعی و اقتصادی منطقه‌ای در هند» انجام دادند. بر اساس نتایج، پیش‌بینی صورت گرفته در این پژوهش با سناریوی پایه تحولات جمعیتی سازمان ملل و مرکز ویتگنشتاین برای هند تا افق ۲۰۷۰ مطابقت دارد. همچنین، بر اساس پیش‌بینی صورت گرفته، نرخ باروری در حدود ۱/۸۵ کودک به ازای هر زن در دو دهه آینده کاهش خواهد یافت و این رقم تا انتهای قرن تغییر نخواهد داشت. نرخ رشد شهرنشینی نیز، از ۳۱ درصد در سال ۲۰۱۱ به ۴۰ درصد در سال ۲۰۵۱ کاهش خواهد یافت.

بررسی پیشینه نشان می‌دهد که حداکثر افق در پیش‌بینی‌های صورت گرفته تا افق ۱۴۲۰ می‌باشد و پیش‌بینی‌ها برای کل گروه‌های سنی و یا به تفکیک نقاط شهری و روستایی صورت پذیرفته است. این پژوهش برای پیش‌بینی را در افق ۱۴۳۵ و با استفاده از مدل آریما تأکید دارد. همچنین، بررسی پیشینه به کاهش میزان باروری را به عنوان عامل اصلی سالیانوردگی جمعیت و بر لزوم اتخاذ سیاست‌های جمعیتی جهت افزایش باروری تأکید دارد.

^۱ Minh Koang Dao

^۲ Guimarães

^۳ Bloom

^۴ KC

مواد و روش پژوهش

این پژوهش از گونه پژوهش‌های کاربردی می‌باشد. ادبیات پژوهش به صورت کتابخانه‌ای گردآوری شده است. داده‌های مورد استفاده، از سرشماری‌های سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ استخراج گردیده است. همچنین، قلمرو مکانی پژوهش برای کل کشور می‌باشد. مدل به کار رفته در پژوهش آریما می‌باشد. همچنین، نرم افزارهای مورد استفاده SPSS و Excel و 22 می‌باشد. شکل ۱، مدل مفهومی پژوهش را به نمایش می‌گذارد.



شکل (۱): مدل مفهومی پژوهش

مدل آرما^۱

مدل‌های ARMA (p,q) از ترکیب مدل‌های خود رگرسیون از مرتبه p و میانگین متحرک از مرتبه q حاصل می‌شوند. در این مدل‌ها ارزش جاری سری زمانی X_t به صورت خطی به ارزش‌های گذشته خودش و ارزش‌های جاری و گذشته اجزاء اخلال، وابسته است. مدل‌های خود رگرسیون میانگین متحرک را به صورت‌های زیر می‌توان نمایش داد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۷، ۳۳۹):

$$X_t - a_1 X_{t-1} - \dots - a_p X_{t-p} = \varepsilon_t \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad \text{رابطه (۱):}$$

یا

$$\left[1 - \sum_{i=1}^p a_i L^i \right] X_t = \left[1 + \sum_{i=1}^q \theta_i L^i \right] \varepsilon_t \quad \text{رابطه (۲):}$$

که در آن L اپراتور تاخیر، و a_i پارامترهای بخش خودگردان مدل هستند و θ_i پارامترهای بخش میانگین متحرک و ε_t خطای مدل.

مدل آریما^۲

^۱. Autoregressive Moving Average

^۲. Autoregressive Integrated Moving Average

آریما یکی از پرکاربردترین مدل‌های پیش‌بینی کوتاه‌مدت در تحلیل سری زمانی است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۷: ۳۳۶) که برای اولین بار توسط باکس - جنکینز^۱ در سال ۱۹۷۸ معرفی شد. آنها نسل جدیدی از ابزارهای پیش‌بینی را تحت عنوان ARIMA معرفی کردند که این روش بر تحلیل خصوصیات آمارهای سری زمانی و تأثیرگذاری آنها بر روی معادله‌های منفرد یا همزمان مطرح می‌شود. در مدل ARIMA هر متغیر توسط مقادیر گذشته خود همان متغیر و جزء خطا توضیح داده می‌شوند. متدولوژی ARIMA شامل چهار بخش است که عبارتند از: تشخیص، برآورد، کنترل و در نهایت پیش‌بینی می‌باشد (رستمی و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۸۷).

مدل‌های خود رگرسیون میانگین متحرک انباشته را معمولاً به صورت $ARIMA(p,d,q)$ نمایش می‌دهند که در آن p مرتبه مورد نیاز برای خود رگرسیون، d میزان تفاضل موردنیاز برای مانا کردن سری زمانی و q میزان مرتبه مورد نیاز برای میانگین متحرک است (همان، ۳۴۰).

$$\Phi(B)(1-B)^d y_t = \delta + \theta(B)\varepsilon_t \quad \text{رابطه (۳)}$$

که y_t داده‌های سری زمانی مفروض می‌باشد. معادله بالا از ترکیب سه معادله میانگین متحرک، خودرگرسیون و تفاضل‌گیری به صورت زیر حاصل شده است:

$$y_t = \mu + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} = \mu + (1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q) \varepsilon_t = \mu + \theta(B) \varepsilon_t \quad \text{رابطه (۴)}$$

$$y_t = \delta + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t \Rightarrow \Phi(B)y_t = \delta + \varepsilon_t \quad \text{رابطه (۵)}$$

که در آن؛

$$\Phi(B) = 1 - \Phi_1 B - \Phi_2 B^2 - \dots - \Phi_p B^p \quad \text{رابطه (۶)}$$

$$\omega_t = y_t - y_{t-1} = (1-B)y_t \rightarrow \text{for high order} \rightarrow \omega_t = (1-B)^d y_t \quad \text{رابطه (۷)}$$

در ترکیبات مدل ARIMA به ندرت مقادیر p و d و q از ۲ بیشتر می‌شود و عملاً همین دامنه کوچک بسیاری از حالت‌های عملی موجود در پیش‌بینی را پوشش می‌دهد. برای تعیین مقادیر مربوط به p و q از دو تابع خود همبستگی^۲ و خود همبستگی جزئی^۳ استفاده می‌شود.

باید دقت نمود که مدل آریما زمانی در پیش‌بینی سری زمانی کاربرد دارد که هم ایستا و هم تبدیل‌پذیر باشد. منظور از سری زمانی ایستا این است که مشخصه‌های آماری آن (همچون میانگین و واریانس) در طی زمان ثابت باشند. اگر مقادیر $y_1, y_2, \dots, y_n$ یک سری زمانی با اختلاف ثابتی حول میانگین نوسان داشته باشند در این صورت سری زمانی مورد

^۱ Box & Jenkins

^۲ Autocorrelation Function

^۳ Partial Autocorrelation Function

نظر ایستا می‌باشد. اگر مقادیر داده‌های $y_1, y_2, \dots, y_n$ بیانگر ایستا نبودن مقادیر باشد، در این صورت می‌توان با گرفتن تفاضلات اولیه، مقادیر را به یک سری زمانی ایستا تبدیل کنیم (ممبینی و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۹).

داده‌های مورد استفاده

برای اجرای مدل از داده‌های مربوط به جمعیت واقع در گروه‌های سنی مختلف در سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ به شرح جدول (۱) استفاده شد.

جدول (۱): جمعیت و گروه‌های سنی از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵

گروه سنی	۱۳۶۵	۱۳۷۵	۱۳۸۵	۱۳۹۵
۴-۰	۹۰۴۴۸۲۳	۶۱۶۳۰۲۴	۵۴۶۳۹۷۸	۷۰۹۳۰۰۴
۹-۵	۷۵۲۵۸۹۴	۸۴۸۱۸۴۵	۵۵۰۹۰۵۷	۶۴۱۱۲۷۷
۱۴-۱۰	۵۹۰۳۳۰۰	۹۰۸۰۶۷۶	۶۷۰۲۵۹۴	۵۶۸۸۳۸۴
۱۹-۱۵	۵۱۹۲۲۰۲	۷۱۱۵۵۴۷	۸۷۲۶۷۶۱	۵۴۵۸۹۹۷
۲۴-۲۰	۴۱۹۳۷۲۴	۵۲۲۱۹۸۲	۹۰۱۱۴۲۲	۶۳۹۲۸۷۹
۲۹-۲۵	۳۶۵۲۲۹۷	۴۷۰۹۱۵۴	۷۲۲۴۹۵۲	۸۲۰۱۱۳۳
۳۴-۳۰	۲۹۲۷۹۸۳	۳۹۸۰۰۶۶	۵۵۵۳۵۳۱	۸۶۰۰۹۱۳
۳۹-۳۵	۲۱۱۷۲۱۱	۳۵۷۱۷۷۹	۴۹۲۱۱۲۴	۷۰۳۷۵۹۸
۴۴-۴۰	۱۶۵۵۳۵۱	۲۸۱۲۰۸۶	۴۰۸۹۱۵۸	۵۵۱۸۳۰۷
۴۹-۴۵	۱۵۸۵۳۹۸	۲۰۱۳۰۴۰	۳۵۲۲۷۶۱	۴۸۳۳۱۲۳
۵۴-۵۰	۱۵۹۹۰۱۸	۱۵۲۹۰۷۸	۲۷۵۵۴۲۰	۳۹۲۵۹۷۱
۵۹-۵۵	۱۳۳۷۷۴۶	۱۳۶۶۷۲۸	۱۸۸۷۹۸۱	۳۳۵۰۵۹۳
۶۴-۶۰	۱۱۸۴۶۳۲	۱۳۸۲۹۴۶	۱۴۶۴۴۵۲	۲۵۴۲۵۷۳
۶۹-۶۵	۵۷۳۷۹۶	۱۰۷۶۳۷۳	۱۱۹۷۵۵۰	۱۷۱۱۴۶۴
۷۴-۷۰	۳۴۲۰۲۰	۸۴۶۵۰۹	۱۱۱۹۳۱۸	۱۱۷۷۶۲۵
۷۹-۷۵	۲۰۹۵۳۰	۳۶۴۱۱۸	۶۹۴۱۲۲	۸۱۶۳۹۲
۸۰ ساله و بیشتر	۳۷۶۳۷۲	۳۰۸۱۸۱	۶۴۵۶۰۱	۱۰۹۶۰۳۷

ماخذ: مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵.

بدین‌منظور سرشماری ۱۳۶۵ به عنوان سال پایه در نظر گرفته شد و تحولات جمعیتی بر اساس گروه‌های سنی این سرشماری و سرشماری ۱۳۷۵ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای اعمال روابط از داده‌های جمعیتی سال ۱۳۶۵ و ۱۳۷۵ به عنوان سال پایه استفاده شد. در مرحله اول، جدولی به شرح جدول زیر (۲) برای هر گروه سنی تشکیل و سپس در نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

خروجی پیش‌بینی دارای بیانگر حد بالا، حد وسط و حد پایین پیش‌بینی می‌باشد که در این پژوهش روی حد پایین پیش‌بینی تأکید شده است.

جدول (۲): روندیابی گروه سنی ۰-۴ از سال ۱۳۶۵ تا ۱۴۴۵

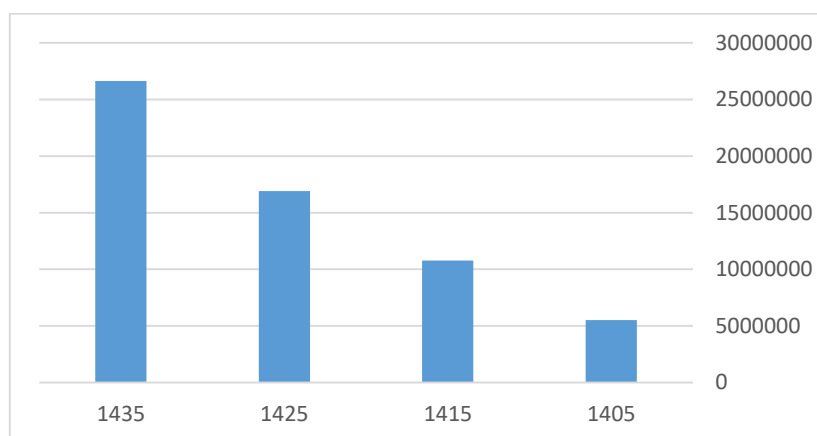
سرنوشت متولدین گروه سنی ۰-۴		
۰-۴	۹۰۴۴۸۲۳	۱۳۶۵
۱۰-۱۴	۹۰۸۰۶۷۶	۱۳۷۵
۲۰-۲۴	۹۰۱۱۴۲۲	۱۳۸۵
۳۰-۳۴	۸۶۰۰۹۱۳	۱۳۹۵
برآورد تحولات جمعیتی		
۴۰-۴۴	۷۸۸۶۴۵۲	۱۴۰۵
۵۰-۵۴	۷۷۴۶۳۵۴	۱۴۱۵
۶۰-۶۴	۷۶۰۶۲۵۵	۱۴۲۵
۷۰-۷۴	۷۴۶۶۱۵۷	۱۴۳۵
۸۰-۸۴	۷۳۲۶۰۵۸	۱۴۴۵

ماخذ: مرکز آمار ایران و یافته‌های پژوهش.

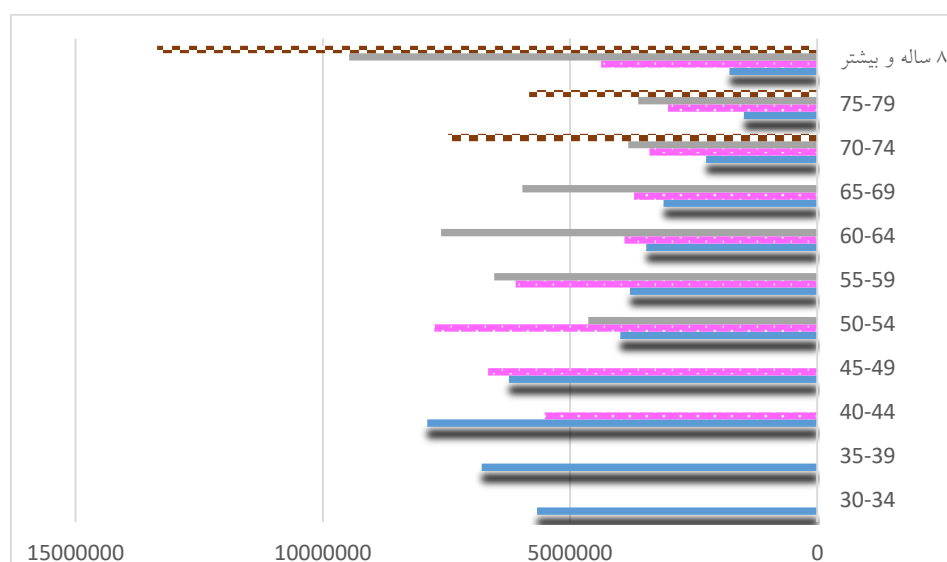
نتایج جدول شماره (۲)، نشان می‌دهد که افراد واقع در گروه سنی ۰-۴ ساله در سال ۱۳۶۵، طی سال ۱۳۷۵ به گروه سنی ۱۰-۱۴ ساله و نهایتاً در سال ۱۳۹۵ به گروه سنی ۳۰-۳۴ ساله تعلق دارند. این جمعیت در افق زمانی ۱۴۳۵ به گروه سنی ۷۰-۷۴ سالگی و در سال ۱۴۴۵ به گروه سنی ۸۰-۸۴ ساله تعلق خواهند داشت. پس از اعمال مدل آریما، تحولات جمعیتی به شرح جدول (۳) بدست آمد.

جدول (۳): تحولات جمعیتی گروه سنی منتخب

گروه سنی	۱۴۰۵	۱۴۱۵	۱۴۲۵	۱۴۳۵
۳۰-۳۴	۵۶۶۹۶۳۴			
۳۵-۳۹	۶۷۸۳۸۵۵			
۴۰-۴۴	۷۸۸۶۴۵۲	۵۵۱۱۷۷۶		
۴۵-۴۹	۶۲۳۶۲۵۹	۶۶۵۷۶۸۷		
۵۰-۵۴	۳۹۸۴۴۰۴	۷۷۴۶۳۵۴	۴۶۲۹۵۹۰	
۵۵-۵۹	۳۷۹۲۴۱۱	۶۱۰۰۷۱۱	۶۵۳۱۵۱۸	
۶۰-۶۴	۳۴۶۱۶۶۷	۳۹۰۲۰۶۱	۷۶۰۶۲۵۵	
۶۵-۶۹	۳۱۱۱۱۶۲	۳۷۰۵۸۸۴	۵۹۶۵۱۶۲	
۷۰-۷۴	۲۲۴۸۳۸۰	۳۳۹۲۲۵۰	۳۸۱۹۷۱۸	۷۴۶۶۱۵۷
۷۵-۷۹	۱۴۸۴۸۴۷	۳۰۱۵۷۴۹	۳۶۱۹۳۵۷	۵۸۲۹۶۱۴
۸۰ ساله و بیشتر	۱۷۷۵۰۷۳	۴۳۷۲۸۶۱	۹۴۶۵۳۵۸	۱۳۳۴۸۵۴۶
جمعیت بالای ۷۰ سال	۵۵۰۸۳۰۰	۱۰۷۸۰۸۶۰	۱۶۹۰۴۴۳۳	۲۶۶۴۴۳۱۷



شکل (۲): تحولات مربوط به جمعیت بالای ۷۰ سال در افق زمانی مورد مطالعه
ماخذ: یافته‌های نگارندگان.



شکل (۳): تحولات جمعیت گروه‌های سنی منتخب تا افق ۱۴۳۵
ماخذ: یافته‌های نگارندگان.

طبق نتایج حاصله از جدول (۳) و شکل (۲)، در افق ۱۴۰۵ جمعیت بالای ۷۰ سال برابر با ۵۵۰۸۳۰۰ نفر خواهد بود که این رقم طی دوره‌های بعدی روند رو به افزایشی را داشته و نهایتاً در سال ۱۴۳۵ به ۲۶۶۴۴۳۱۷ نفر خواهد رسید. در صورتی که جمعیت بالای ۷۰ ساله در طی سرشماری‌های گذشته را با سرشماری‌های پیش رو مقایسه کنیم جدول شماره (۴) را خواهیم داشت:

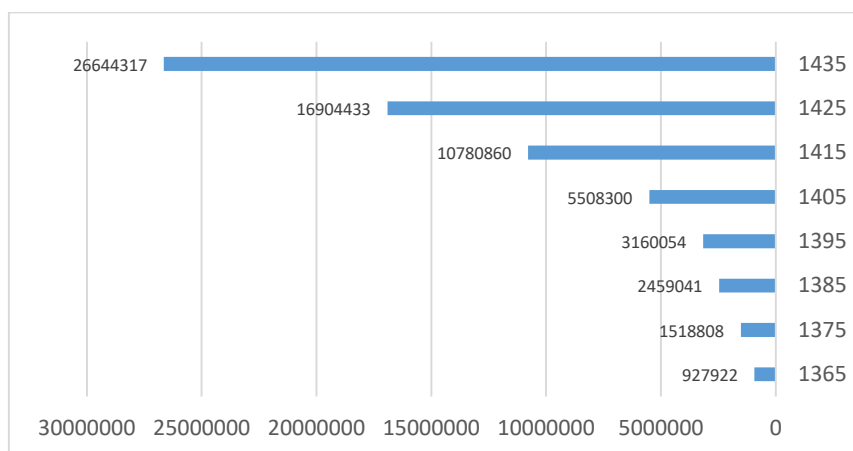
جدول (۴): تحولات مربوط به جمعیت بالای ۷۰ سال طی سرشماری‌های مختلف (بر حسب درصد)

سال	جمعیت بالای ۷۰ سال (به نفر)	تغییرات نسبت به سال ۱۳۶۵	تغییرات نسبت به سال ۱۳۷۵	تغییرات نسبت به به سال ۱۳۸۵	تغییرات نسبت به سال ۱۳۹۵
۱۳۶۵	۹۲۷۹۲۲				
۱۳۷۵	۱۵۱۸۸۰۸	۶۳/۶۸			

۱۳۸۵	۲۴۵۹۰۴۱	۱۶۵/۰۱	۶۱/۹۱	
۱۳۹۵	۳۱۶۰۰۵۴	۲۴۰/۵۵	۱۰۸/۰۶	۲۸/۵۱
۱۴۰۵	۵۵۰۸۳۰۰	۴۹۳/۶۲	۲۶۲/۶۷	۱۲۴
۱۴۱۵	۱۰۷۸۰۸۶۰	۱۰۶۱/۸۳	۶۰۹/۸۲	۳۳۸/۴۲
۱۴۲۵	۱۶۹۰۴۴۳۳	۱۷۲۱/۷۵	۱۰۱۳/۰۱	۵۸۷/۴۴
۱۴۳۵	۲۶۶۴۴۳۱۷	۲۷۷۱/۴۰	۱۶۵۴/۲۹	۹۸۳/۵۲
				۷۴۳/۱۶

ماخذ: یافته‌های نگارندگان.

بر اساس جدول (۴)، اگر جمعیت بالای ۷۰ سال را در سال ۱۳۶۵ به عنوان سال پایه در نظر داشته باشیم؛ درصد تغییرات جمعیت نسبت به این سال برای سال‌های ۱۴۰۵ تا ۱۴۳۵ به ترتیب برابر با ۴۹۳/۶۲، ۱۰۶۱/۸۳، ۱۷۲۱/۷۵ و ۲۷۷۱/۴ خواهد بود. این ضریب تغییرات برای سال‌های بعد نیز مطابق جدول (۴) حساب شده است. بر طبق جدول انتظار تغییرات جمعیت ۷۰ ساله و بالاتر بر پایه ۱۳۹۵ در طی دوره‌های بعدی رو به افزایش بوده به طوری که در افق ۱۴۳۵ به ۷۴۳/۱۶ خواهد رسید. شکل (۴) نیز موعد همین مطلب می‌باشد. به شرحی که، انتظار می‌رود در افق ۱۴۳۵ جمعیت ۷۰ ساله و بیشتر تقریباً به مرز ۲۷ میلیون نفر برسد؛ که با در نظر داشتن روند رشد کل جمعیت کشور این رقم می‌تواند معادل ۲۲ درصد از جمعیت کل کشور در طی سال ۱۴۳۵ باشد.



شکل (۴): مربوط به تحولات جمعیت بالا ۷۰ سال طی دوره های سرشماری

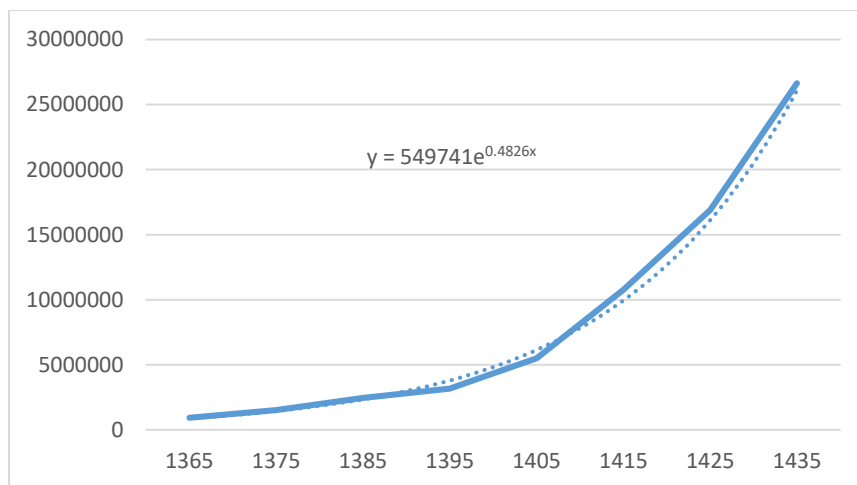
ماخذ: یافته‌های نگارندگان.

جدول (۵): تحولات مربوط به کل جمعیت کشور بر پایه مدل آریما

سال	جمعیت	درصد جمعیت ۷۰ ساله نسبت به کل
۱۳۶۵	۴۹۴۲۱۲۹۷	۲
۱۳۷۵	۶۰۰۲۳۱۳۲	۳
۱۳۸۵	۷۰۴۹۵۷۸۲	۳
۱۳۹۵	۷۹۹۲۶۲۷۰	۴
۱۴۰۵	۸۸۵۷۶۴۹۱	۶
۱۴۱۵	۹۸۷۷۵۲۴۸	۱۱

۱۶	۱۰۸۹۷۴۰۰۵	۱۴۲۵
۲۲	۱۱۹۱۷۲۷۶۲	۱۴۳۵

ماخذ: یافته‌های نگارندگان.



شکل (۵): تابع نمایی برآورد جمعیت سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۴۳۵

ماخذ: یافته‌های نگارندگان.

نتیجه‌گیری

سری‌های زمانی را می‌توان برای پدیده‌های که در زمان سیال بوده و جریان دارند بکار گرفت. از جمله روش‌های مبتنی بر سری‌های مدل خود رگرسیون میانگین متحرک انباشته (آریما) است. در این پژوهش ضمن استفاده از این مدل برای داده‌های مربوط به سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن طی سال‌های ۹۵-۱۳۶۵ اقدام به پیش‌بینی تحولات جمعیتی در سال‌های ۱۴۰۵ تا ۱۴۳۵ شد. بررسی یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که جمعیت سالخورده که در این پژوهش افراد بالای ۷۰ سال در نظر گرفته شده است؛ در طی دهه‌های آتی رو به افزایش خواهد گذاشت. به‌طوری‌که، انتظار می‌رود در افق جمعیت ۷۰ ساله و بیشتر تقریباً به مرز ۲۷ میلیون نفر برسد. تابع بدست آمده برای جمعیت پیش‌بینی‌شده تا سال ۱۴۳۵ یک تابع نمایی با معادله $y = 549741e^{0.4876x}$ می‌باشد. این امر نیاز بازنگری به برنامه‌های توسعه در چشم‌اندازهای آتی را با تأکید بر انبوه جمعیت سالخورده کشور تأکید می‌کند. روندیابی تغییرات سنی در ایران در سه مرحله قابل تبیین است. در مرحله اول، به دلیل افزایش نرخ تولد، نسبت کودکان به کل جمعیت افزایش یافته است که این امر ساختار سنی کشور را به سوی جوانی جمعیت هدایت نموده است. در دوره بعد که کودکان نسل قبل وارد بزرگسالی شده‌اند؛ نرخ مولید شروع به کاهش گذاشته است. در مرحله سوم، نرخ مرگ و میر و نرخ مولید هر دو کاهش یافته است و جمعیت بزرگسالی که قسمت اعظم جمعیت ایران را تشکیل می‌دهد؛ وارد دوره سالخوردگی می‌گردد. بر اساس این روند، برآورد می‌گردد که در افق ۱۴۳۵ جمعیت ۷۰ ساله و بیشتر معادل «۲۲ درصد» کل جمعیت گردد. این در حالی است که بر اساس یک شاخص متداول جمعیتی معمولاً اگر بیش از «۱۰ درصد» کل جمعیت یک جامعه را سالمندان تشکیل دهند آن جمعیت سالخورده تلقی می‌شود. یافته‌های پژوهش با نتایج پژوهش‌های مشفق و حسینی (۱۳۹۱)، زنجانی (۱۳۹۵)، میرزایی و همکاران (۱۳۹۶)، گویمارس (۲۰۱۳) و بلوم و همکاران (۲۰۱۵) هم‌راستا می‌باشد. بطوریکه، نتیجه پیش‌بینی جمعیت برای آینده در این پژوهش و در پژوهش‌های داخلی از گرایش ساخت

جمعیتی کشور از یک ساخت سنی جوان به یک ساختار سنی سالخورده حکایت دارد. همچنین، بر اساس پژوهش‌های خارجی گرایش به سالخوردگی جمعیت در ایران در راستای گرایش جهانی جمعیت به سوی سالخوردگی می‌باشد.

پیشنهادهای

با توجه به نتایج و تحلیل‌های اخذ شده از پژوهش حاضر، پیشنهادهایی در ارتباط با این موضوع ارائه می‌شود که در ذیل به آن‌ها اشاره شده است:

- تدوین سند چشم‌انداز جمعیتی کشور.
- توجه به ساختار جمعیتی کشور در تدوین برنامه چشم‌انداز ۲۰ ساله کشور.
- توجه به شرایط سالمندان در تدوین برنامه‌های جامع و عمرانی شهری و توجه به تهیه امکانات برای آنها.
- اتخاذ رویکرد بلندمدت، آینده‌نگرانه و سیستماتیک نسبت به افزایش سالخورده در سازمان‌هایی همچون سازمان بهزیستی کشور، صندوق بازنشستگی کشوری، سازمان تأمین اجتماعی که مستقیماً با افراد سالخورده در ارتباط هستند.
- توسعه سیستم‌های حمایتی و صندوق بازنشستگی کشور در راستای افزایش تقاضا برای بهره‌مندی از خدمات.
- توجه به تأمین منابع مالی پایدار در نهادها و سازمان‌های ارائه‌دهنده بیمه بازنشستگی.
- اتخاذ رویکرد در برابر کاهش تقاضا برای مدارس و نهادهای آموزش عالی.

منابع

- تقوی، نعمت‌الله؛ (۱۳۷۴)، «سالمندان»، فصلنامه جمعیت، تهران: سازمان ثبت احوال کشور، سال چهارم، شماره ۱۱.
- جهانفر، محمد؛ (۱۳۷۴)، «جمعیت‌شناسی عمومی»، مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه پیام نور.
- حکمت‌نیا، حسن؛ موسوی، میرنجف؛ (۱۳۹۵)، «کاربرد کدال در جغرافیا با تأکید بر برنامه‌ریزی شهری و ناحیه‌ای»، انتشارات آزادپیما.
- رستمی، مهدی؛ خادم‌وطنی، عسگر؛ امیدعلی، مصطفی؛ (۱۳۹۷)، «پیش‌بینی تقاضای برق در ایران: کاربرد مدل ترکیبی تعدیل جزئی پویا و میانگین متحرک خود همبسته یکپارچه (ARIMA)»، فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، دوره ۷، شماره ۲۵، بهار ۱۳۹۷، ۱۷۷-۱۹۹.
- زنجانی، حبیب‌الله؛ (۱۳۶۹)، «مجموعه مباحث و روش‌های شهرسازی»، تهران: مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری وزارت مسکن و شهرسازی.
- زنجانی، حبیب‌الله؛ (۱۳۹۵)، «پیش‌بینی جمعیت ایران به تفکیک شهری و روستایی تا سال ۱۴۲۰»، مجله مطالعات توسعه اجتماعی/ایران، سال هشتم، شماره سوم، ۱۱۴-۱۰۳.
- ساعی ارسبی، ایرج؛ (۱۳۹۲)، «تحلیل روند تحولات شهرنشینی در استان‌های ایران (۸۵-۱۳۳۵)»، فصلنامه مطالعات علوم اجتماعی/ایران، دوره ۱۰، شماره ۳۷، ۷۲-۴۲.
- شیخی، محمدتقی؛ (۱۳۹۳)، «سیمای سالمندی در ایران: مطالعه‌ای اجتماعی - جمعیتی»، فصلنامه جمعیت، دوره ۲۱، شماره ۸۷ و ۸۸، ۴۰-۲۱.
- محمدی، شاپور؛ راعی، رضا؛ رحیمی، محمدرضا؛ (۱۳۹۷)، «پیش‌بینی دامنه تغییرات طلا با استفاده از مدل ترکیبی ARIMA و شبکه عصبی»، فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، دوره ۹، شماره ۳۴، ۳۳۵-۳۵۷.
- محمودی، محمد جواد (۱۳۹۵)، «سالخوردگی جمعیت: یک مسئله اجتماعی جمعیتی»، فصلنامه شورای فرهنگی اجتماعی زنان و خانواده، سال ۱۹، شماره ۷۳، صص ۱۷۷-۱۵۳.
- مرکز آمار ایران؛ (۱۳۹۵)، «نتایج تفصیلی سرشماری عمومی نفوس و مسکن کل کشور».
- مشفق، محمود؛ حسینی، قربان؛ (۱۳۹۱)، «آینده‌پژوهشی تغییرات جمعیتی ایران طی دوره ۱۳۹۰ تا ۱۴۲۰»، فصلنامه معرفت فرهنگی/اجتماعی، سال چهارم، شماره اول، ۴۲-۲۱.
- ممبینی، حسین؛ هاشم پور، مرتضی؛ روشندل، شهلای؛ (۱۳۹۴)، «پیشنهاد مدلی برای پیش‌بینی قیمت مسکن بر اساس روش آریما؛ مطالعه موردی شهر تهران»، فصلنامه دانش سرمایه‌گذاری، دوره ۴، شماره ۱۴، ۲۸-۱۵.
- مهرنیا، علیرضا؛ اعلمی، محمدتقی، (۱۳۹۵)، «شبیه‌سازی جریان رودخانه زربینه رود با استفاده از مدل خود رگرسیونی میانگین متحرک (آریما)»، دومین کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین پژوهشی در مهندسی عمران، معماری و مدیریت شهری.
- میرزایی، محمد؛ دارابی، سعداله؛ باباپور، میترا؛ (۱۳۹۶)، «سالخوردگی جمعیت در ایران و هزینه‌های رو به افزایش بهداشت و درمان. سالمند: مجله سالمندی ایران، دوره ۱۲، شماره ۲، ۱۶۹-۱۵۶.
- میرزائی، محمد؛ شمس قهفرخی، مهری؛ (۱۳۸۶)، «جمعیت‌شناسی سالمندان در ایران براساس سرشماری‌های ۱۳۲۵ تا ۱۳۸۵»، سالمند: مجله سالمندی ایران، دوره ۲، شماره ۳، ۳۲۶-۳۳۱.
- میرمحمد، مهرنوش؛ (۱۳۹۳)، «پیش‌بینی جمعیت ایران تا سال ۱۴۲۵»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده روانشناسی و علوم اجتماعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران.
- Bloom, D.; Canning, D.; Fink, G.; (2010). "Implications of population ageing for economic growth". *Oxford Review of Economic Policy*, 26(4), 583-612
- Bloom, D.E.; Chatterji, S.; Kowal, P.; Lloyd-Sherlock, P.; Smith, J.P.; (2015). "Macroeconomic implications of population ageing and selected policy responses". *The Lancet*, 385, 649-657.
- Dao, Minh Quang; (2012). "Population and economic growth in developing countries", *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 2 (1), 6-17.

- Guimarães, Raquel Rangel de Meireles. (2013). “The future of higher education in BRIC countries: a demographic perspective”. *Revista Brasileira de Estudos de População*, 30 (2), 549-566.
- Kc, Samir; Springer, Markus; Wurzer, Marcus; (2017). “Population projection by age, sex, and educational attainment in rural and urban regions of 35 provinces of India, 2011-2101: Technical report on projecting the regionally explicit socioeconomic heterogeneity in India, IIASA Working Paper”. *IIASA, Luxemburg, Austria: WP-17-004*, 1-28.
- Lee, R.D.; (2007). “*Global Population Aging and Its Economic Consequences*”, the American Enterprise Institute Press, Washington, D.C.
- Orimo, H.; Ito, H.; Suzuki, T.; Araki, A.; Hosoi, T.; Sawabe, M.; (2006). “Reviewing the definition of elderly”, *Geriatrics and Gerontology International*, Vol.6, 149-158.
- WHO; (2015). *World report on ageing and health*.
- WHO; (2010). Definition of an older or elderly person. Geneva, Switzerland. <http://www.who.int/healthinfo/survey/ageingdefnolder/en/index.html> (تاریخ دسترسی ۱۳۹۸/۰۴/۰۵)
- Zhang, L.J.; Lin, J.; Qiu, R.; Hu, X.; Zhang, H.; Chen, Q.; Tan, H.E.; Lin, D.C.; Wang, J; (2018). “Trend analysis and forecast of PM2.5 in Fuzhou, China using the ARIMA model”, *Ecological Indicators*, 95, 702-710.