

بررسی روند گذار مرگومیر در ایران با استفاده از روش هموارساز اسپلاین^۱

نازنین آقایی*، رسول صادقی**، مجید کوششی***، حسن عینی زیناب****

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۲۶)

چکیده

گذار مرگومیر، با بهبود در سلامت جمعیت و افزایش توانایی مقاومت در برابر بیماری‌ها، فاز آغازین گذار جمعیتی است. این مقاله، با استفاده از روش هموارساز اسپلاین، به بررسی روند گذار مرگومیر در ایران می‌پردازد. داده‌های تحقیق شامل امید زندگی‌های برآوردشده در مقاطع زمانی مختلف در کشور است. از تکنیک اسپلاین هموارکننده برای پیوند برآوردها و ترسیم روند تغییرات شاخص امید زندگی و سرعت تغییرات آن استفاده شد و محاسبات و نمودارها با بهره‌گیری از بسته اسپلاین در نرم‌افزار R انجام گرفت. نتایج نشان داد که مرگومیر ایران از اوایل قرن ۱۴ هجری شمسی گذار خود را آغاز نموده و تا اواسط دهه ۱۳۶۰ با سرعت زیادی پیش رفته است. بعد از این دوره، تا اوایل قرن ۱۵، این روند همچنان با سرعتی کندشونده استمرار یافته است. یعنی درحالی‌که همچنان امید زندگی در حال افزایش است، اما شتاب افزایش کاهش یافته است. انتظار می‌رود این روند با سرعتی ثابت در قرن ۱۵ هجری شمسی نیز تداوم یابد. به‌کارگیری روش اسپلاین این امکان را فراهم آورد تا به‌طور دقیق‌تر و بر اساس آمار ناپارامتریک این روند مدل‌سازی گردد و حساسیت مدل به برآوردهای مختلف آشکار گردد.

کلیدواژه‌ها: امید زندگی در بدو تولد، گذار مرگومیر، روش‌های رگرسیون ناپارامتری، مدل‌های چندجمله‌ای، اسپلاین هموارکننده.

۱. این مقاله برگرفته از پایان‌نامه دوره دکتری نویسنده نخست با عنوان «بررسی اثرات ممتومی فرایندهای جمعیتی بر سالخورده‌گی جمعیت در استان‌های ایران» می‌باشد.

* دانشجوی دوره دکتری جمعیت‌شناسی، گروه جمعیت‌شناسی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

E-mail: n.aghaei1388@yahoo.com

** دانشیار جمعیت‌شناسی، گروه جمعیت‌شناسی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. (نویسنده مسئول).

E-mail: rassadeghi@ut.ac.ir

*** دانشیار جمعیت‌شناسی، گروه جمعیت‌شناسی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

E-mail: kooshesh@ut.ac.ir

**** دانشیار جامعه‌شناسی، گروه تغذیه جامعه، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران.

E-mail: hassan.eini@sbm.ac.ir

مقدمه

به تغییرات مرگ‌ومیر در جریان گذار جمعیتی، گذار مرگ‌ومیر گفته می‌شود. از حدود ۲۰۰ سال پیش، به‌ویژه در طول قرن بیستم، کشورها، یکی بعد از دیگری، گذاری از سطوح مرگ بالا، که در آن افراد در جوانی فوت می‌شدند، به سطوح پایین با مرگ‌های متمرکز در سنین سالمندی، ناشی از بیماری‌های مزمن، تجربه کردند. در این بستر جهانی، ایران هم پیش از این دوران را با قحطی‌های ادواری متعدد، بیماری‌های عفونی مسری، جنگ‌ها و نابسامانی‌های اجتماعی گذرانده است. اما با پایان یافتن جنگ جهانی اول، آرامشی نسبی در جهان و نظمی تدریجی در ایران در حال شکل‌گیری بود؛ به‌طوری‌که بیماری‌ها و مرگ‌ومیرها به‌طور نسبی کنترل شدند و امید زندگی روبه‌بهبود نهاد. افزایش امید زندگی ایران، علاوه‌بر تغییرات داخلی و بیش از آن، در نتیجه تکنولوژی‌های جلوگیری‌کننده از مرگ بود که در جریان جنگ جهانی دوم در جهان تولید شده بودند و پس از پایان این جنگ، از طریق سازمان‌های بین‌المللی، مانند سازمان بهداشت جهانی، به کشورهای در حال توسعه‌ای همچون ایران وارد شدند. به‌این ترتیب، اگرچه ایران در این دوران از نظر توسعه‌یافتگی گام‌های بزرگی برداشته بود، اما در جریان کاهش مرگ‌ومیر قرار گرفته بود (سرای، ۱۳۷۶ الف).

در ادامه این مسیر، سرعت افزایش امید زندگی در ایران کاهش یافت. به‌طوری‌که گفته می‌شود در حال حاضر، سطح مرگ‌ومیر کم‌کم به ثباتی نسبی رسیده و پیش‌بینی می‌شود که در آینده، با روند سالخوردگی جمعیت کشور، در خلاف جهت کاهش و با افزایش سطح مرگ مواجه باشیم. این تصویر اجمالی از روند گذار مرگ‌ومیر ایران، حاصل تحقیقاتی است که به گذار مرگ‌ومیر و تبیینی از فراز و فرودهای آن اشاره کرده‌اند (امانی، ۱۳۷۴؛ سرای، ۱۳۷۶ الف و ب؛ مهاجرانی، ۱۳۶۷؛ میرزایی، ۱۳۶۷). البته مطالعات جدیدتری نیز در حوزه گذار جمعیتی و مرگ‌ومیر توسط محققین داخلی صورت گرفته است. از جمله جدیدترین آنها، مطالعه‌ی محبی و ساسانی‌پور (۱۳۹۹ الف) است که با تمرکز بر نظریه گذار، به لزوم بازنگری در این نظریه به‌دلیل ظهور پاندمی کرونا پرداختند. میرزایی و علیخانی (۱۳۸۶) در بررسی عوامل مؤثر بر مرگ‌ومیر شهر تهران در سال ۱۳۸۴ به تغییرات میزان‌های حیاتی کشور در بازه زمانی ۱۳۰۰ تا ۱۴۰۰ هم اشاره کرده‌اند. در این بین، مطالعه‌ی شریفی (۱۳۸۵) بیش از سایر مطالعات متأخر به گذار مرگ‌ومیر و گذار اپیدمیولوژیک ایران پرداخته؛ اما این تحقیق نیز کل دوران گذار را مدنظر نداشته و تنها

بر دهه ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۴ متمرکز بوده است. در اغلب این تحقیقات، نگاهی جامع به روند گذار مرگومیر کشور نشده است. هدف مطالعه حاضر این است که با پیوند همه این مطالعات و برآوردها، روند همواری از گذار مرگ را با استفاده از روش های آماری ارائه دهد. البته این تحقیق در پی تحلیل و تبیین ژرف علل و چگونگی شکل گیری گذار مرگ نیست؛ بلکه برآن است تا تصویری از تغییرات زمانی مرگ ارائه دهد.

در این راستا، برای نظام مند کردن مطالعه، چند نقطه زمانی گذار مرگومیر، برجسته و جستجو می شوند. اولین آنها، شروع گذار است؛ اینکه کاهش مرگ در ایران، از چه زمان و چه سطحی آغاز شده است. سپس نقطه عطف روند؛ یعنی زمانی که روند کاهش مرگ علی رغم استمرار آن آرام تر شده و سرعت کاهش کمتر شده است. این نقطه، همان جایی است که سرعت کاهش مرگ از وابستگی به تکنولوژی ها و کمک های بین المللی به توسعه اقتصادی-اجتماعی کشور وابسته می شود. نقطه زمانی مهم بعدی، نقطه پایان آن است؛ اینکه نقطه پایان کاهش سطح مرگ در ایران چه زمانی است، یا به طور دقیق تر، چه زمانی کاهش سطح مرگ در ایران به توقف و ثبات رسیده و یا خواهد رسید. بر این اساس، برای بررسی سه فاز مذکور و برازش روند همواری بر مجموعه برآوردهای مورد مطالعه، نیاز است که برآیندی از برآوردهای هر سال به دست آید. چرا که برآوردهای صورت گرفته برای یک سال مشخص، به امید زندگی یکسانی منجر نشده اند. برای مثال، برای سال ۱۳۹۵، کمیجانی و همکارانش (۱۳۹۲) امید زندگی را برای مردان و زنان به ترتیب ۷۱/۶ و ۷۳/۹ سال، کوششی (۱۳۹۷) آن را ۷۳/۶ و ۷۶/۷ سال، و مرکز آمار ایران (۱۳۹۵) مقادیر ۷۲/۵ و ۷۵/۵ سال را به دست آورده اند. برای به دست آوردن روندی هموار از این نتایج متنوع، برخی مطالعات از جمله آقایی (۱۳۹۱) و ترکاشوند (۱۳۹۶)، با این پیش فرض که روند امید زندگی، مشابه روند نمودار رگرسیون لجستیک است، از معادله لجستیک جهت برآورد مسیر تغییرات امید زندگی استفاده کرده اند؛ که البته رویکرد دقیقی نیست؛ چرا که رگرسیون لجستیک به پیش بینی مقادیر کیفی، مانند زنده ماندن یا مرگ یک بیمار می پردازد. این در حالی است که روند تغییرات مرگ در طول زمان در این تعریف نمی گنجد. از سوی دیگر، رگرسیون خطی، به عنوان متداول ترین و بنیادی ترین مدل برای پیش بینی مقادیر کمی هم قابل کاربرد نیست؛ چرا که تغییرات مرگ در طول زمان روندی خطی ندارد. لذا، در این مطالعه یکی از تکنیک های

یادگیری آماری^۱ برای دستیابی به روند تغییرات مرگ استفاده شده است. اگرچه اصطلاح یادگیری آماری که به معنی مجموعه گسترده‌ای از ابزارهای آماری و نرم‌افزاری برای مدل‌سازی و فهم داده‌های پیچیده، نسبتاً جدید می‌باشد، اما مفاهیم زیربنایی آن، رگرسیون خطی و رگرسیون لجستیک و همچنین اصطلاح مدل‌های خطی تعمیم‌یافته که مجموعه‌ای از روش‌های یادگیری آماری شامل رگرسیون خطی و لجستیک است، مدت‌ها پیش وجود داشته‌اند. این تکنیک‌ها تقریباً منحصراً روش‌های خطی هستند و بنابراین، برازش روابط غیرخطی با استفاده از آن‌ها غیرممکن است. اما با بهبود فناوری محاسبات آماری در حوزه آمار ناپارامتریک، روابط غیرخطی هم قابل محاسبه شدند. به این ترتیب، روش‌های یادگیری آماری به دو دسته پارامتریک (مبتنی بر روابط خطی) و ناپارامتریک (مبتنی بر روابط غیرخطی) تقسیم شدند (جیمز^۲ و همکاران، ۲۰۱۷). بر این اساس، با توجه به اینکه روند تغییرات مرگ در طول زمان یک روند کمی غیرخطی است، می‌توان در آمار ناپارامتری مدلی برای برازش آن جستجو کرد. در سال‌های اخیر، آمار ناپارامتری گسترش قابل توجهی داشته و روش‌های متنوعی را دربرمی‌گیرد. از جمله این روش‌ها، هموارساز اسپلاین است. مزیت این روش بر سایر روش‌های ناپارامتری این است که از بسط و توسعه مدل‌های خطی شکل گرفته است. با تقسیم محدوده مورد مطالعه به بخش‌های کوچک، به جای کل محدوده، برای هر بخش یک تابع پایه تعریف می‌شود و در نهایت با پیوند این توابع، منحنی هموار کلی شکل می‌گیرد. این مزیت باعث شده تا این روش، به خصوص برای هموارسازی روندهای حاصل از داده‌های پیچیده، مورد استفاده زیادی قرار گیرد (ایلر^۳ و مارکس^۴، ۱۹۹۶). بر این اساس، در این مطالعه سعی می‌شود روش هموارساز اسپلاین برای تشکیل روندی مبتنی بر برآوردهای امید زندگی در چارچوب نظریه گذار جمعیتی در سه بخش آغاز گذار، جریان و نقطه عطف آن و سرانجام آن بررسی گردد.

چارچوب نظری

محققان، چارچوب‌های نظری فراوانی را برای توصیف و تبیین افزایش طول عمر و تغییر در علل مرگ جمعیت‌های انسانی ارائه کرده‌اند؛ از جمله گذار جمعیتی، گذار اپیدمیولوژیک و گذار

-
1. Statistical Learning
 2. James
 3. Eilers
 4. Marx

سلامت. در اکثر قریب به اتفاق دوره زندگی بشر، میزان تولد و مرگ در سطوح بسیار بالا قرار داشته است. گذار به میزان پایین تولد و مرگ توسط نوتشتاین^۱ (۱۹۴۵)، «گذار جمعیتی» نامیده شد. این مفهوم، چارچوبی را برای توصیف و درک تغییرات جمعیت ارائه کرد و منجر به بحث‌هایی گسترده در مورد دلایل رشد و کنترل جمعیت شد. البته ایده گذار، نخستین بار، توسط وارن تامسون^۲ (۱۹۲۹) با طبقه‌بندی کشورها برحسب الگوهای رشد جمعیت‌شان مطرح شد. گذار جمعیتی، در واقع، مجموعه‌ای از گذارهای مرتبط با یکدیگر است. در این مجموعه، معمولاً اولین گذاری که رخ می‌دهد، گذار مرگومیر است. این گذار با گذار باروری، به‌عنوان پاسخ با تأخیری به گذار مرگومیر، دنبال می‌شود. گذار سنی، تغییرات ساختار سنی ناشی از گذار مرگومیر و باروری است که خود باعث ایجاد واکنش‌های اجتماعی و اقتصادی می‌شود. رشد سریع جمعیت، ناشی از کاهش مرگ و افزایش باروری، تقریباً همیشه منجر به افزایش جمعیت، به‌ویژه در مناطق روستایی و گذار مهاجرت به سمت مناطق شهری می‌گردد و گذار شهری را ایجاد می‌کند. گذار خانواده و خانوار، ناشی از تغییرات ساختاری عظیمی است که زندگی طولانی‌تر، باروری کمتر، ساختار سنی سالخورده‌تر و شهرنشینی به‌جای سکونت روستایی در پی دارد (ویکس، ۲۰۰۸).

با این‌همه، دو عنصر کلیدی گذار جمعیتی، گذار مرگومیر و گذار باروری است. گذار مرگومیر، تقریباً همیشه، با بهبود در سلامت جمعیت و افزایش توانایی مقاومت در برابر بیماری‌ها، و با پیشرفت‌های علمی، که از مرگ زودرس جلوگیری می‌کند، همراه بوده و آغازگر گذار جمعیتی است. در جریان گذار مرگ، میزان مرگومیر به‌طور مساوی با افزایش سن کاهش نمی‌یابد. بلکه جوان‌ترین و سالخورده‌ترین گروه‌های سنی - به‌ویژه جوان‌ترین‌ها - هستند که احتمالاً میزان‌های مرگ‌شان کاهش می‌یابد. بنابراین، تأثیر اولیه گذار مرگومیر، افزایش تعداد افراد در گروه‌های سنی اولیه است. این کاهش مرگومیر در تاریخ بشر بی‌سابقه بوده و با کاهش اپیدمی‌ها از طریق واکسیناسیون و بهداشت بهتر، بهبود تشخیص و درمان بیماری‌ها، کاهش قحطی‌ها، کاهش مرگومیر ناشی از خشونت و جنگ‌های داخلی، کاهش مرگومیر نوزادان و کودکان، و بهبود استانداردهای زندگی تبیین می‌شود. عمران^۳ (۱۹۷۱) با استفاده از مؤلفه

1. Notestein
2. Warren Thompson
3. Omran

مرگ‌ومیر گذار جمعیتی، برای اولین بار مفهوم «گذار اپیدمیولوژیک» را برای توصیف و تبیین تغییرات الگوهای وقوع بیماری و علل مرگ ارائه نمود. بعد از آن، سایر نویسندگان، مفهوم «گذار سلامت» را به‌عنوان تجدید نظر یا بسط نظریه عمران (والین و مسله^۱، ۲۰۰۴) یا به‌عنوان یک مفهوم جدید و متمایز (کالدول^۲، ۱۹۹۸) توسعه دادند. گذار اپیدمیولوژیک، به تغییرات درازمدت الگوها و علل مرگ‌ومیر از سطوح بالا در سنین جوانی، ناشی از بیماری‌های عفونی و مُسری، به سطوح پایین مرگ‌های سنین پیری، ناشی از بیماری‌های کاهنده و مزمن اشاره دارد.

برای توصیف گذار مرگ‌ومیر، می‌توان چهار دوره تاریخی متمایز را برشمرد که برای توصیف و تبیین گذارهای اپیدمیولوژیک و سلامت نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند. دوره نخست، اواخر قرن ۱۸ و نیمه اول قرن ۱۹ است که در اروپای غربی، کاهش مرگ‌ومیر به‌وضوح شناسایی شده است. دوره دوم، شامل یک‌سوم پایانی قرن نوزدهم تا جنگ جهانی اول است. در این دوره، به‌ویژه با اکتشافات پاستور^۳ و کوخ^۴، انقلابی در پزشکی رخ داد. کاهش ناشی از مرگ‌ومیر کودکان و متعاقباً در مرگ‌ومیر نوزادان باعث بخش بزرگی از کاهش مرگ‌ومیر، به‌ویژه در مرگ‌ومیر ناشی از بیماری‌هایی مانند اسهال و سل، بود. در طول دوره بین جنگ، دستاوردهای پایدار، به‌ویژه در زمینه پزشکی و آموزش بهداشت، حاصل شد. دوره سوم، شامل سال‌های جنگ جهانی دوم و دوره‌های بعدی تا دهه ۱۹۶۰ می‌شود. در این دوره، انفجاری در استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها رخ داد که با کشف پنی‌سیلین توسط فلمینگ^۵ و سنتز آن در سال ۱۹۴۳ آغاز شد. دوره چهارم، دوره‌ای از دهه ۱۹۷۰ را پوشش می‌دهد که دستاوردهای مهمی در کاهش مرگ‌ومیر ناشی از بیماری‌های قلبی-عروقی و به‌ویژه افزایش طول عمر افراد سالمند به‌دست آمد (کیوعیت دفو^۶، ۲۰۱۴).

این سیر تاریخی، بیشتر معطوف به روند کاهش مرگ در کشورهای توسعه‌یافته است. کشورهای درحال توسعه نیز اگرچه روند کاهش مرگ را تجربه کرده‌اند، اما تفاوت زیادی بین این دو وجود دارد. درحالی‌که توسعه اجتماعی-اقتصادی مقدمه بهبود سلامت در جوامع

-
1. Callin and Mesle
 2. Caldwell
 3. Pasteur
 4. Koch
 5. Feleming
 6. Kuate Defo

توسعه یافته بود، کشورهای کمتر توسعه یافته دریافت کنندگان خوش شانس انتقال دانش بهداشت عمومی و فناوری پزشکی از کشورهای توسعه یافته، بعد از جنگ جهانی دوم، بودند. در این جنگ، طرفین درگیر برای زنده نگه داشتن سربازان خود میلیون ها دلار را صرف یافتن راه های جلوگیری از گسترش بیماری کردند؛ از جمله، راه هایی برای پاک سازی منابع آب و مقابله با زباله ها، و هم زمان، کار روی راه های جدید درمان سربازان بیمار و مجروح. تمام این دانش و فناوری، در پایان جنگ، به سایر نقاط جهان منتقل شد و بلافاصله به کاهش قابل توجهی در میزان مرگومیر منجر شد. براین اساس، کشورهای در حال توسعه با دریافت دانش و امکانات بهداشتی و مراقبت های پزشکی از کشورهای اروپایی، دیگر نیازی به توسعه اقتصادی برای بهبود سطح سلامت خود نداشتند. این امر، به ویژه، در مورد آمریکای لاتین و آسیا صدق می کند. برای مثال، در آمریکای لاتین تنها نیم قرن طول کشید تا مرگومیر به حدی برسد که در کشورهای اروپایی حداقل دو قرن طول کشیده بود. اما از بعد از جنگ جهانی کاهش مرگ به صورت خودکار نبوده است. افزایش امید زندگی در آفریقای جنوب صحرا، با شیوع ایدز در دهه های گذشته، متوقف شد. همچنین آمارهای روسیه نشان می دهد که امید زندگی مردان این کشور در سال ۲۰۰۵ کمتر از سال ۱۹۵۵ بوده و سیستم بهداشتی روسیه نتوانسته به فراتر از کنترل بیماری های مسری به کنترل بیماری های مزمن در مراحل بعد از گذار اپیدمیولوژیک حرکت کند (ویکس، ۲۰۰۸).

بنابراین، زمان شروع و سطحی از مرگومیر که از آن سطح گذار آغاز می شود، در کشورهای مختلف متفاوت بوده است. کشورها هر چه دیرتر وارد فاز گذار شده باشند، زودتر و با سرعت بیشتری کاهش سطوح مرگ را تجربه می کنند. از سوی دیگر، اگرچه شروع گذار مرگ با سطوح پایین توسعه اقتصادی-اجتماعی امکان پذیر است، اما استمرار آن مستلزم توسعه و زیرساخت های بومی مقتضی می باشد. بنابراین، گذار مرگ در کشورهای در حال توسعه، در مقایسه با کشورهای توسعه یافته، دیر هنگام تر و از سطوح بالاتر شروع شده، اما سرعت کاهش آن بیشتر و البته دارای دو مرحله قابل تفکیک بوده است؛ مرحله نخست، سرعت زیاد کاهش ناشی از کمک های بین المللی و مرحله دوم کند شدن سرعت کاهش، به دلیل پررنگ شدن نقش توسعه بوده است. در این مقاله سعی می شود، در این بستر نظری، زمان و سطحی که مرگومیر ایران شروع به گذار نموده، زمانی که گذار رو به کنونی نهاده، و سرانجام آن تا جایی که برآوردها نشان می دهد بررسی گردد.

پیشینه تحقیق

طبق بررسی‌های انجام‌شده در پژوهش حاضر، زنجانی و همکارانش (۱۳۵۰) جزء اولین افرادی بودند که امید زندگی ایران را در کتاب «جمعیت‌شناسی تطبیقی جهان» برآورد کردند. اما، یکی از اولین جداول عمر را نهایتیان و خزانه (۱۳۵۶) برای سال ۱۳۵۳-۱۳۵۲ ساختند. کولی^۱ (۱۳۶۱) با استفاده از داده‌های حاصل از آمارگیری رشد جمعیت (ارج) که در دوره ۱۳۵۲ تا ۱۳۵۶ جمع‌آوری شد، با به‌کارگیری روش مستقیم، جداول عمری را برای این دوره سه‌ساله تنظیم کرد. پس از او، شمس (۱۳۶۱) برآورد غیرمستقیم امید زندگی را با استفاده از آمارهای سرشماری‌های ۱۳۳۵ و ۱۳۴۵ و ۱۳۵۵ به کمک نظریه جمعیت ثابت انجام داد. زنجانی و کوششی (۱۳۷۱) به بررسی مرگ‌ومیر ایران در «مطالعات مربوط به تحول جمعیت در طرح‌ریزی کالبدی ملی» از ۱۳۶۵ تا ۱۴۰۰ پرداختند. میرزایی و همکارانش (۱۳۷۵) در طرح «برآورد و تحلیل شاخص‌های حیاتی - جمعیتی کشور» در سرشماری‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۷۰، به روش‌های مختلف و در نهایت به روش براس-تراسل، امید زندگی در بدو تولد این دوره را محاسبه کردند. زنجانی و نوراللهی (۱۳۷۹) پس از معرفی روش‌های تهیه جداول عمر، جداول عمر کشوری و استانی برای سال ۱۳۷۵ را برآورد کردند. نوراللهی و نجاتیان (۱۳۸۲)، برای اولین بار در کشور، اقدام به ساخت جداول عمر سالانه از ۱۳۳۵ تا ۱۴۰۰ از روی مرگ‌ومیر کودکان نمودند.

خسروی و همکارانش (۲۰۰۷) با هدف برآورد سطح مرگ‌ومیر و امید زندگی استان‌های ایران و تعیین همبستگی میزان‌های مرگ با ویژگی‌های اقتصادی و اجتماعی استان‌ها، با استفاده از داده‌های حاصل از ثبت وزارت بهداشت، با روش‌های غیرمستقیم تعادل براس و مستقیم بنت-هوریچی، جداول عمر استانی را ساختند. بدین ترتیب، رفته‌رفته، با بهبود کیفیت و دسترسی به داده‌های ثبت فوت، روش بنت-هوریچی و سایر روش‌های مستقیم برآورد امید زندگی مورد توجه محققان قرار گرفت. آقا (۱۳۸۷)، با استفاده از همین روش، در مطالعه‌ای با عنوان «محاسبه جداول عمر خلاصه و کامل استان‌های ایران برای سال ۱۳۸۵»، با بهره‌گیری از داده‌های ثبتی و اطلاعات سرشماری، به محاسبه جداول عمر و امید زندگی پرداخت. نوراللهی و همکارانش (۱۳۹۲) در پژوهشی با عنوان «ساخت جداول عمر سالانه برای ایران»، با استفاده از داده‌های مطالعه نوراللهی و نجاتیان (۱۳۸۲) و افزودن داده‌های سرشماری سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰، و با

بهره‌گیری از روش براس، امید زندگی از سال ۱۳۵۵ تا ۱۳۹۰ را محاسبه نمودند و سپس با استفاده از مدل‌های رگرسیونی، امید زندگی از سال ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۰ را برآورد کردند. در نهایت، جدول عمر خلاصه و جدول عمر کامل، به تفکیک دو جنس برای سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۴۰۰، محاسبه شدند.

کمیجانی و همکارانش (۱۳۹۲) در مقاله‌ای با عنوان «برآورد و پیش‌بینی میزان مرگومیر در ایران با استفاده از مدل لی-کارترا^۱»، به روش مستقیم، به پیش‌بینی مرگومیر در کشور، از سال ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵، اقدام کردند. عینی و همکارانش (۱۳۹۴) نیز در طرح «مدل‌سازی و پیش‌بینی مرگ»، با استفاده از داده‌های فوت سازمان ثبت احوال و داده‌های جمعیتی سرشماری و با همان روش لی-کارترا، به پیش‌بینی مرگ تا افق ۱۴۲۰ پرداختند. کوششی و نیاکان (۱۳۹۳) در پژوهشی به تدوین جداول عمر سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ کشور به تفکیک مناطق شهری و روستایی پرداختند. آنها از روش تعدیل‌یافته براس-تراسل برای مرگومیر کودکان و اطفال و روش توازن رشد تعمیم‌یافته براس و روش نسل‌های فرضی منقرض‌شده برای مرگومیر بزرگسالان استفاده کردند. ساسانی‌پور و همکارانش (۱۳۹۶) نقش و سهم گروه‌های سنی و علل مرگومیر در افزایش امید زندگی در ایران در دهه اخیر را مطالعه کردند. فتحی و همکارانش (۱۳۹۷) علل عمده مرگومیر ایران در سال ۱۳۹۵ را با استفاده از جداول عمر چندکاهشی محاسبه کردند. کوششی (۱۳۹۷) در پژوهش دیگری، تجربه حاصل از طرح پیشین را برای سال ۱۳۹۵ به‌هنگام کرد و جداول عمر کشور را بر اساس آمارهای ثبت مرگ این سال تدوین نمود. ساسانی‌پور (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای با عنوان «تفاوت‌های جنسی مرگومیر در ایران: تحلیل روند، الگوها و علل»، ابتدا با استفاده از رویکرد نسل‌های فرضی بین دو سرشماری، جداول عمر زنان و مردان کشور برای سال‌های ۱۳۸۵، ۱۳۹۰ و ۱۳۹۴ را ساخت. ساسانی‌پور و محبی (۱۳۹۸)، با استفاده از داده‌های ثبت مرگ برحسب علل مندرج در سامانه وزارت بهداشت، امید زندگی بدون و با حذف علل عمده مرگ را برای سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ ساختند. مرکز آمار ایران نیز امید زندگی کشوری و استانی را برای سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۵ ارائه کرده است. محبی و ساسانی‌پور (۱۳۹۹ب)، بر اساس داده‌های ثبتی وزارت بهداشت در دو مقطع ۱۳۸۵ و ۱۳۹۴، کاربرد استانداردهای میزان مرگومیر به روش مستقیم را بررسی کردند. امید زندگی‌های برآوردشده

در جدول ۱، جمع آوری و فهرست شده‌اند. همان‌طور که پیشتر هم اشاره شد، این برآوردها، حتی آنهایی که بازه زمانی گسترده‌تری را دربرمی‌گیرند، نگاه جامعی به روند زمانی گذار ندارند. در این تحقیق سعی می‌شود با بهره‌گیری از نتایج همین مطالعات، سیر زمانی گذار بررسی گردد.

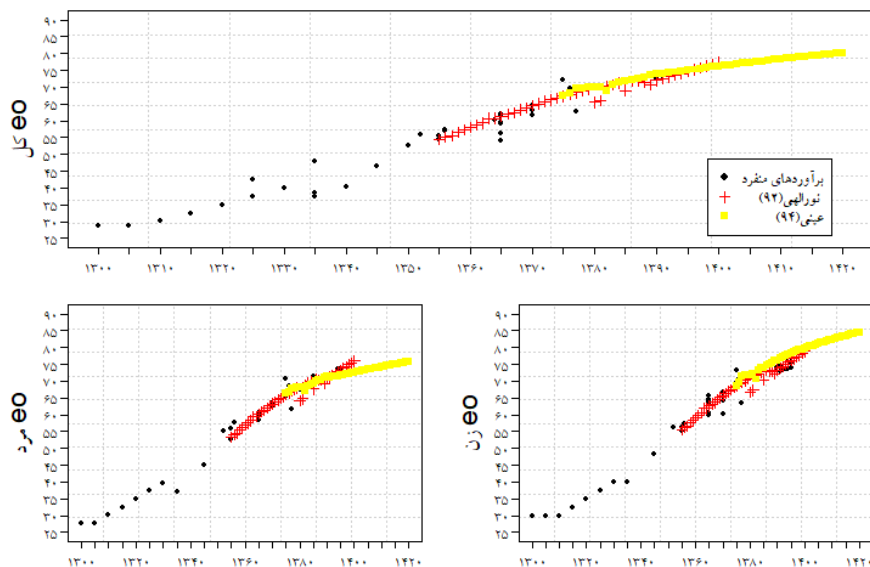
جدول ۱: منابع برآورد امید زندگی در ایران به تفکیک سال

منبع	سال	منبع	سال	منبع	سال
خزانه و سادات دربندی (۱۳۵۲)	۱۳۰۰-۳۰	زنجان و کوششی (۱۳۷۱)	۱۳۶۵	میزایی و علیخانی (۱۳۸۶)	۱۳۸۰
امانی (۱۳۷۴)	۱۳۲۵	زنجان (۱۳۷۰)	۱۳۶۵	ساسانی‌پور و محبی (۱۳۹۸)	۱۳۸۵
اسماعیل مجدآبادی به نقل از زنجان و کوششی (۱۳۷۱)	۱۳۳۵	میزایی نقل از زنجان (۱۳۷۰)	۱۳۶۵	آقا (۱۳۸۷)	۱۳۸۵
کیفیتز نقل از زنجان و کوششی (۱۳۷۱)	۱۳۳۵	میزایی و علیخانی (۱۳۸۶)	۱۳۶۵	کوششی و نیاکان (۱۳۹۳)	۱۳۹۰
میزایی و علیخانی (۱۳۸۶)	۱۳۳۵	میزایی و همکاران (۱۳۷۵)	۱۳۶۵	مرکز آمار (۱۳۹۵)	۱۳۹۰
میزایی نقل از زنجان و کوششی (۱۳۷۱)	۱۳۴۰	نوراللهی ۱۳۷۱ به نقل از نوراللهی (۱۳۹۲)	۱۳۶۵	کوششی و نیاکان (۱۳۹۳)	۱۳۹۱
میزایی و علیخانی (۱۳۸۶)	۱۳۴۵	اولین گزارش توسعه انسانی ایران نقل از نوراللهی و نجاتیان (۱۳۸۲)	۱۳۷۰	ساسانی‌پور و محبی (۱۳۹۸)	۱۳۹۴
زنجان و همکاران (۱۳۵۰)	۱۳۵۰	میزایی و علیخانی (۱۳۸۶)	۱۳۷۰	کوششی (۱۳۹۷)	۱۳۹۵
نهایتیان و خزانه (۱۳۵۶)	۱۳۵۲	میزایی و همکاران (۱۳۷۵)	۱۳۷۰	مرکز آمار (۱۳۹۵)	۱۳۹۵
حسن شمس (۱۳۶۱)	۱۳۵۵	نوراللهی و نوروزی به نقل از نوراللهی و نجاتیان (۱۳۸۲)	۱۳۷۰	نوراللهی و نجاتیان (۱۳۸۲)	۱۳۳۵-۱۴۰۰
میزایی و علیخانی (۱۳۸۶)	۱۳۵۵	زنجان و نوراللهی (۱۳۷۹) به نقل از نوراللهی (۱۳۹۲)	۱۳۷۵	کمپجانی و همکاران (۱۳۹۲)	۱۳۹۰-۱۳۹۵
زنجان به نقل از زنجان و کوششی (۱۳۷۱)	۱۳۵۶	ملک افضلی نقل از نوراللهی و نجاتیان (۱۳۸۲)	۱۳۷۵	نوراللهی و همکاران (۱۳۹۲)	۱۳۵۵-۱۴۰۰
کولی (۱۳۶۱)	۱۳۵۶	میزایی و علیخانی (۱۳۸۶)	۱۳۷۵	عینی و همکاران (۱۳۹۴)	۱۳۷۵-۱۴۲۰
میزایی به نقل از زنجان و کوششی (۱۳۷۱)	۱۳۶۴	اولین گزارش توسعه انسانی ایران نقل از نوراللهی و نجاتیان (۱۳۸۲)	۱۳۷۶	چشم‌انداز جمعیت جهان (۲۰۱۹)	۱۹۵۰-۲۱۰۰
زنجان (۱۳۷۰)	۱۳۶۵	کوزو آدا (۱۹۸۳) به نقل از نوراللهی و نجاتیان (۱۳۸۲)	۱۳۷۷		

روش تحقیق و داده‌ها

این تحقیق از نوع تحلیل ثانویه است. داده‌های آن شامل امید زندگی‌های برآوردشده در مقاطع زمانی مختلف در کشور است که از منابع ذکرشده در مرور ادبیات تحقیق جمع‌آوری شده‌اند. همان‌طور که در جدول ۱ و نمودار ۱ مشاهده می‌شود، دامنه زمانی امید زندگی‌های در دسترس از سال ۱۳۰۰ تا ۱۴۲۰ است. اگرچه چشم‌انداز جمعیت جهان^۱ (۲۰۱۹) تا افق ۱۴۷۵ (۲۱۰۰ میلادی) را نیز پوشش می‌دهد، اما این منبع از محاسبات کنار گذاشته شده و از آن فقط در جهت ارزیابی تطبیقی و تحلیل یافته‌ها استفاده شده است.

نمودار ۱: امید زندگی ایران در بازه ۱۴۲۰-۱۳۰۰ به تفکیک جنس (جمع‌آوری شده از منابع مختلف)



همان‌طور که پیشتر اشاره شد، این مطالعه در پی ترسیم روند همواری از پیوند امید زندگی‌های برآوردشده است. به دلیل غیرخطی بودن روند تغییرات امید زندگی در طول زمان، نمی‌توان با استفاده از رگرسیون خطی به برازش مدل و هموارسازی آن پرداخت؛ بنابراین، سعی می‌شود این کار در بستر آمار ناپارامتری انجام شود. اگرچه تحلیل‌های آماری، غالباً، بر مدل‌های خطی متمرکزند؛ چراکه در توصیف و اجرا نسبتاً ساده هستند و در مقایسه با سایر رویکردها از لحاظ

1. World Population Prospect (WPP)

تفسیر و استنباط هم دارای مزایایی هستند، با این حال، رگرسیون خطی، از جهت قدرت پیش‌بینی، محدودیت‌هایی دارد. به همین جهت است که فرض خطی بودن، تقریباً همیشه یک تقریب و در مواردی یک تقریب ضعیف است (جیمز^۱ و همکاران، ۲۰۱۷). از سوی دیگر، بسیاری از داده‌ها آنقدر غنی هستند که نمی‌توان آنها را به‌طور کامل با مدل‌های پارامتری مدل‌سازی کرد. همچنین ارائه گرافیکی، به‌طور فزاینده‌ای، مهم‌تر و قابل‌استفاده‌تر شده و تجزیه و تحلیل اکتشافی داده‌ها رایج‌تر شده است (رامسی^۲ و همکاران، ۱۹۹۷). بر این اساس، تکنیک‌های رگرسیون ناپارامتریک، که به جای تکیه بر مدل‌های پارامتری خاص، توابع را مستقیماً از داده‌های پراختلال برآورد می‌کنند، اکنون نقش مهمی در تحلیل آماری ایفاء می‌کنند؛ تکنیک‌هایی که به دنبال برآورد مستقیم یک تابع، بدون ابزار میانی مدل‌های پارامتری هستند (ایلر^۳ و مارکس^۴، ۱۹۹۶) و اغلب بر اساس مدل‌های خطی شکل گرفته‌اند؛ مانند رگرسیون چندجمله‌ای^۵ و توابع پله‌ای^۶، و همچنین رویکردهای پیچیده‌تر، مانند هموارسازهای کرنل^۷ و اسپلاین‌ها. در بین این تکنیک‌ها، اسپلاین‌ها ویژگی‌های بسیار جذابی دارند. آنها توسعه مستقیمی از مدل‌های رگرسیون خطی هستند. اسپلاین‌ها نسبت به چندجمله‌ای‌ها و توابع پله‌ای انعطاف‌پذیرترند. در واقع، از بسط و گسترش این دو به وجود آمده‌اند و انواع مختلفی دارند؛ شامل: اسپلاین‌های رگرسیون^۸ و اسپلاین‌های هموارکننده (ایلر و مارکس، ۲۰۱۰).

معادله رگرسیون خطی برای یک پیش‌بینی‌کننده X و یک پاسخ Y ، به صورت $Y = \beta_0 + \beta_1 X$ است. این رابطه برای مجموعه‌ای از n داده برای n آمین مشاهده ($i=1,2,\dots,n$) که در آن X_i متغیر پیش‌بینی و y_i متغیر پاسخ به صورت $\hat{y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_i$ می‌شود؛ که به معنی پیش‌بینی Y مبتنی بر آمین مقدار X است. آمین باقیمانده $e_i = y_i - \hat{y}_i$ بر تفاوت بین مقدار آمین پاسخ مشاهده شده و آمین مقدار پاسخ که به وسیله مدل خطی پیش‌بینی می‌شود دلالت دارد. در اینجا، مجموع مجذورات باقیمانده^۹ که برابر می‌شود با $RSS = e_1^2 + e_2^2 + \dots + e_n^2$ مهم است؛ چرا که مدلی

1. James
2. Ramsay
3. Eilers
4. Marx
5. Polynomial Regression
6. Step Functions
7. Kernel Smoothers
8. Regression Spline
9. Residual Sum of Squares

به‌عنوان بهترین مدل انتخاب می‌شود که RSS را حداقل کند.

اگر رابطه بین پیش‌بینی‌کننده و پاسخ خطی نباشد، به‌منظور برازش مدلی برای این رابطه می‌توان رگرسیون خطی را به یک تابع چندجمله‌ای به‌صورت زیر تبدیل کرد:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2 + \beta_3 x_i^3 + \dots + \beta_d x_i^d + \epsilon_i$$

این رگرسیون چندجمله‌ای، در صورتی که بزرگترین مرتبه آن، یعنی d ، به اندازه کافی بزرگ باشد، می‌تواند یک منحنی غیرخطی تولید کند. حال، اگر به‌جای یک چندجمله‌ای با درجات بالا در کل محدوده X ، با تقسیم این محدوده به K قسمت، به هر قسمت یک چندجمله‌ای با درجه پایین برازش شود، اسپلاین‌های رگرسیون پدید می‌آیند. در این وضعیت، ضرایب رگرسیونی در هر بخش با بخش‌های دیگر متمایزند و نقاطی که این ضرایب در آن تغییر می‌یابند، یعنی نقاط مرزی، گره نامیده می‌شوند. بنابراین، در کل محدوده X ، مجموعه‌ای از اسپلاین‌ها به‌صورت رگرسیون چندجمله‌ای تکه‌ای^۱ برازش می‌شوند. برای مثال، اگر یک چندجمله‌ای تکه‌ای درجه سه (مکعبی)^۲ به‌صورت زیر باشد:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2 + \beta_3 x_i^3 + \epsilon_i$$

این چندجمله‌ای تکه‌ای مکعبی با یک گره منفرد، در نقطه‌ای مانند c ، به‌شکل زیر می‌شود:

$$y_i = \begin{cases} \beta_{01} + \beta_{11} x_i + \beta_{21} x_i^2 + \beta_{31} x_i^3 + \epsilon_i & \text{if } x_i < c; \\ \beta_{02} + \beta_{12} x_i + \beta_{22} x_i^2 + \beta_{32} x_i^3 + \epsilon_i & \text{if } x_i > c \end{cases}$$

درواقع، با افزودن یک گره، دو تابع چندجمله‌ای متفاوت برای داده‌ها برازش می‌شود و استفاده از گره‌های بیشتر منجر به چندجمله‌ای‌های بیشتر می‌شود. به‌طور کلی، اگر K گره متفاوت در دامنه X قرار گیرند، $K+1$ تابع چندجمله‌ای مکعبی مختلف ایجاد می‌شوند. این چندجمله‌ای‌ها دارای دو ویژگی هستند: نخست اینکه در نقاط مرزی، یعنی گره‌ها، پیوسته‌اند؛ دوم اینکه در این نقاط هموارند؛ برای مثال، در چندجمله‌ای مکعبی مشتق یکم و دوم‌شان هم پیوسته‌اند. بنابراین، یک چندجمله‌ای تکه‌ای درجه d مناسب برازش اسپلاین است که آن چندجمله‌ای و $(d-1)$ مشتق اول آن پیوسته باشد. با این اوصاف، یک اسپلاین مکعبی با K گره را می‌توان به‌صورت زیر مدل‌سازی نمود:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 b_1(x_i) + \beta_2 b_2(x_i) + \dots + \beta_{k+3} b_{k+3}(x_i) + \epsilon_i$$

1. Piecewise Polynomial Regression
2. Cubic Polynomial

b_1, b_2, \dots, b_{k+3} توابع پایه اسپلاین هستند و با استفاده از حداقل مربعات برازش می‌شوند. نحوه برازش این توابع در حوصله این مقاله نیست و می‌توان به جیمز و همکاران (۲۰۱۷) مراجعه کرد. اما وقتی که یک اسپلاین برازش می‌شود، انتخاب محل قرار گرفتن و تعداد بهینه گره‌ها مهم است. درخصوص محل گره‌ها، رایج‌ترین راه، قرار دادن آنها در فواصل برابر است. برای این کار با تعیین درجات آزادی مطلوب، نرم‌افزار به‌طور خودکار، گره‌ها را در چندک‌های یکنواخت داده‌ها قرار می‌دهد. اما درخصوص تعداد گره‌هایی که باید استفاده کرد یک گزینه این است که تعداد مختلف گره‌ها امتحان شوند و هر کدام که بهترین منحنی را بدهند، انتخاب شود. یک روش تاحدودی عینی‌تر، استفاده از اعتبارسنجی متقابل^۱ است. در این روش، بخشی از داده‌ها (مثلاً ۱۰ درصد) پاک می‌شوند، یک اسپلاین با تعداد معینی گره برای داده‌های باقیمانده برازش می‌شود، سپس از این اسپلاین برای پیش‌بینی بخش کنارگذاشته‌شده استفاده می‌شود. این فرایند چندبار تکرار می‌شود تا هر مشاهده یک‌بار بیرون بماند؛ سپس مجموع مجذور باقیمانده‌های (RSS) اعتبارسنجی متقابل کل محاسبه می‌شود. این روش می‌تواند برای تعداد گره‌های متفاوت تکرار شود؛ سپس تعدادی که کمترین RSS را بدهد انتخاب می‌شود (جیمز و همکاران، ۲۰۱۷).

بنابراین، به‌طور خلاصه اسپلاین رگرسیون با تعیین مجموعه‌ای از گره‌ها، تولید دنباله‌ای از توابع پایه نموده و سپس استفاده از حداقل مربعات برای برآورد ضرایب اسپلاین عمل می‌کند. حال، اگر اسپلاین بخواهد به‌عنوان هموارکننده عمل کند، مشابه همین روش، اما در وضعیت کمی متفاوت، پیش می‌رود. به‌طور کلی، در برازش یک منحنی هموار برای مجموعه‌ای از داده‌ها، کاری که باید انجام شود این است که تابعی، مثلاً $g(x)$ ، پیدا شود که به‌خوبی با داده‌های مشاهده‌شده برازش داشته باشد؛ یعنی، مجموع مجذور باقیمانده‌های آن $RSS = \sum_{i=1}^n (y_i - g(x_i))^2$ حداقل شود. با این حال، یک مشکل در این رویکرد وجود دارد. اگر هیچ محدودیتی برای $g(x_i)$ وضع نگردد، با انتخاب g به‌گونه‌ای که همه y_i را درون‌یابی کند، RSS صفر می‌شود. چنین تابعی بیش‌ازحد بر داده‌ها منطبق است و منحنی همواری تولید نمی‌کند. بنابراین، چیزی که واقعاً نیاز است، یک تابع g است که RSS را کوچک کند، اما درعین حال،

-
1. Cross Validation
 2. Residual Sum of Squares= $e_1^2+ e_2^2+\dots+ e_n^2$

هموار هم باشد. برای انجام این کار چندین راه وجود دارد. یک رویکرد معمول یافتن تابع g به گونه‌ای است که رابطه زیر را حداقل می‌کند:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - g(x_i))^2 + \lambda \int g''(t)^2 dt$$

تابع $g(x)$ که این رابطه را به حداقل می‌رساند به‌عنوان یک اسپلاین هموارکننده طبیعی شناخته می‌شود که دارای ویژگی‌های زیر است: یک چندجمله‌ای مکعبی تکه‌ای، با گره‌هایی در x_1, \dots, x_n و مشتقات یکم و دوم پیوسته در هر گره، به‌علاوه اینکه در ناحیه خارج از گره‌های انتهایی و ابتدایی خطی است. کل معادله هم یک تابع "ضرر+جریمه" است. عبارت یکم، ضرر یا همان RSS است و جریمه هم عبارت دوم معادله است و به‌این دلیل به معادله اضافه شده که کم‌برآوردی تکنیکی موجود در میانگین مجذور خطاها $MSE = RSS/n$ (تعداد مشاهدات) را تعدیل کند. به‌همین دلیل است که به تابع $g(x)$ در این معادله، اسپلاین p یا اسپلاین طبیعی گفته می‌شود.

تابع $g''(t)$ مشتق دوم تابع g نسبت به t را نشان می‌دهد. مشتق اول $g'(t)$ شیب تابع را در t اندازه‌گیری می‌کند و مشتق دوم مقدار تغییرات شیب را می‌دهد. از این رو، به‌طور کلی، مشتق دوم یک تابع، معیاری برای ناهموازی آن تابع است. به‌عبارت‌دیگر، $\int g''(t)^2 dt$ صرفاً میزان تغییرات کل در تابع $g'(t)$ در کل محدوده آن است. اگر g بسیار هموار باشد، آنگاه $g'(t)$ نزدیک به ثابت خواهد بود و $\int g''(t)^2 dt$ مقدار کمی به خود می‌گیرد. برعکس، اگر g متلاطم و متغیر باشد، آنگاه $g'(t)$ به‌طور قابل توجهی تغییر می‌کند و $\int g''(t)^2 dt$ مقدار زیادی به خود می‌گیرد. بنابراین، $\int g''(t)^2 dt$ عامل هموار شدن تابع g است. ضریب λ در عبارت جریمه، تنظیم‌کننده مقدار هموار بودن است. هرچه مقدار λ بزرگتر باشد، g هموارتر خواهد بود. بر همین اساس در یک اسپلاین هموارکننده، به‌دلیل وجود این پارامتر، نیازی به انتخاب تعداد یا محل گره‌ها وجود ندارد، به‌ازای هر مشاهده x_1, \dots, x_n یک گره وجود دارد؛ در عوض، باید λ انتخاب شود. برای انتخاب بهترین مقدار این ضریب می‌توان از اعتبارسنجی متقابل استفاده کرد و آن مقداری را انتخاب کرد که RSS اعتبار متقابل را تا حد امکان کوچک کند (جیمز و همکاران، ۲۰۱۷).

1. Loss+Penalty
2. Mean Squared Error

با این معرفی کوتاه هموارساز اسپلاین، در قسمت بعد، نتایج استفاده از این روش آماری برای دستیابی به برآیندی از امید زندگی‌های حاصل از مطالعات گوناگون در کشور ارائه می‌گردد. در ضمن، محاسبه مشتق‌ها در محاسبات اسپلاین این امکان را در اختیار قرار می‌دهد تا علاوه بر روند تغییرات، روند سرعت تغییرات هم مشاهده و بررسی گردد. محاسبات و نمودارها با بهره‌گیری از بسته pspline در نرم‌افزار R صورت می‌گیرد.

یافته‌ها

فازهای مختلف گذار مرگ‌ومیر در ایران

این مطالعه در پی آن است که با کنار هم قرار دادن برآوردهای حاصل از مطالعات گوناگون مرگ‌ومیر در کشور تصویری از روند گذار مرگ‌ومیر ایران ارائه دهد. به‌منظور نظام‌مند کردن روند مطالعه، سه مرحله شروع گذار، چگونگی روند گذار، و سرانجام گذار، مدنظر قرار می‌گیرد. در خصوص شروع گذار مرگ، به‌دلیل محدودیت داده‌ای، مطالعات بیشتر مبتنی بر شواهد تاریخی است تا برآوردهای عددی. اما مرحله گذار و سرانجام آن به‌ترتیب با استفاده از برآوردها و پیش‌بینی‌های صورت‌گرفته پیش می‌رود.

زمان آغاز گذار مرگ‌ومیر: برای پاسخ به این سؤال که گذار و شروع کاهش مرگ در ایران، به‌طور تقریبی، چه زمانی می‌تواند باشد، تحقیقاتی مورد مطالعه قرار گرفتند که به موضوع شروع گذار جمعیتی در ایران پرداخته‌اند. در بررسی این تحقیقات نظرات متنوعی حاصل شد. از جمله امانی (۱۳۷۴) که در این باره می‌گوید «در ایران میزان مرگ از سال‌های ۱۳۰۰ تا ۱۳۲۰ (همراه با ثبات نسبی موالید در سطح ۴۰ در هزار) به‌طور محسوس آغاز به کاهش کرد و سپس این سیر نزولی در سال‌های بعد نیز ادامه یافته و حتی جنگ ایران و عراق هم به‌طور چشمگیری این سیر کاهش را مختل نکرد. به‌طور کلی، از نظرگاه تاریخی، چنین قابل بیان است که میزان مرگ با حدود ۳۳ تا ۳۶ در هزار قبل از ۱۳۰۰ به تدریج به سطح ۱۰ در هزار طی پنج ساله ۱۳۶۵-۱۳۷۰ کاهش یافته است. ... چنین برمی‌آید که اولین نشانه‌های گذار جمعیتی ایران طی سال‌های ۱۳۱۰ تا ۱۳۲۰ ظاهر شده است». مهاجرانی (۱۳۶۷) اما به استناد منابع دیگر می‌گوید: «طبق محاسبه جولیان باریر در آغاز قرن بیستم (معادل ۱۲۷۹ شمسی)، امید زندگی کمتر از ۳۰ سال و میانگین سنی جمعیت در حدود ۲۵ سال بوده و این به‌طور عمده، نتیجه میزان بالای مرگ‌ومیر کودکان و

همچنین فقدان تقریباً کامل تسهیلات بهداشتی و درمانی بوده است. سطح زندگی اگرچه به علت شرایط اقلیمی و غذایی مساعد، بهتر از بعضی کشورهای همجوار بوده، اما کمابیش در مرز بخورونمیر قرار داشته است. در واقع، بروز قحطی‌های ادواری در مناطق روستایی به علت وقفه در تولید غلات نبوده است؛ بلکه فقدان کامل تسهیلات ترابری (جاده و وسایل حمل و نقل) عامل اصلی بوده است. وی این‌طور ادامه می‌دهد که «در باره میزان مرگومیر در ایران قاطع‌تر از میزان مولید می‌توان اظهار نظر کرد. باتوجه به کوتاه بودن عمر متوسط که تا اواخر قرن ۱۳ هجری شمسی در حدود ۳۰ سال بوده و بالا بودن میزان مرگومیر نوزادان که گاه به ۲۵۰ در هزار می‌رسید و بروز قحطی‌ها و شیوع امراض مسری، مانند وبا و طاعون که در مجموع مانع از افزایش سریع جمعیت می‌شدند، حداقل میزان مرگومیر عمومی در ایران قبل از سال ۱۳۰۰ در حدود ۳۵ در هزار بوده است. چنانکه باریر توضیح می‌دهد، ورود کامیون در اواسط دهه ۱۳۰۰ و گذار محصولات کشاورزی از مناطق دارای مازاد به مناطق قحطی‌خیز، در جلوگیری از قحطی‌ها مؤثر بوده است... عوامل دیگری که به کاهش مرگومیر از اواسط دهه ۱۳۲۰ انجامید می‌توان به بهبود نسبی وضع مالی دولت، اقدامات بهداشتی و بالاخره مبارزه سراسری با مالاریا و سایر بیماری‌های همه‌گیر در دهه ۱۳۳۰ اشاره کرد... در مجموع، میزان مرگومیر در مدت ۳۵ سال (۱۳۱۵-۱۳۵۰) به یک‌سوم تقلیل یافت، عمر متوسط به حدود ۱/۵ برابر افزایش یافت، و میزان مرگومیر نوزادان نیز از حدود ۲۵۰ در هزار به کمتر از ۱۸۰ در هزار رسید. ورود داروهای معالج، واکسن‌های پیشگیری‌کننده و اکتشافات و اختراعات پزشکی توانست باعث کاهش مرگومیر، به‌ویژه مرگ ناشی از بیماری‌های مسری و طولانی‌تر شدن عمر متوسط، شود. بدین ترتیب، میزان مرگومیر عمومی در ایران، در ادامه کاهش خود، به حدود ۱۵ در هزار در دهه ۱۳۴۵-۱۳۳۵، ۱۲ در هزار در دهه ۱۳۵۵-۱۳۴۵، و ۱۰ در هزار در دهه ۱۳۶۵-۱۳۵۵ (با احتساب تلفات جنگ تحمیلی) رسید» (مهجرانی، ۱۳۶۷: ۹۲).

سرایبی (۱۳۷۶ ب) در مقاله «مرحله اول گذار جمعیتی در ایران» با مقایسه شرایط اجتماعی، سیاسی و بهداشتی ایران با کشور اسپانیا، به‌عنوان کشوری که بیشترین میزان‌های مرگومیر را در بین کشورهای اروپایی دارد، نتیجه‌گیری می‌کند که امید زندگی ایران در سال ۱۳۰۰، به‌عنوان آستانه ورود ایران به گذار جمعیتی، نباید بیش از ۲۵ سال باشد. وی (۱۳۷۶ الف) در مقاله «گذار جمعیتی ایران: ملاحظات مقدماتی» وضعیت مرگومیر ایران در مرحله اول گذار جمعیتی را

این طور توضیح می‌دهد: «کاهش مستمر در سطح مرگ‌ومیر ایران باید در اوایل این قرن [قرن ۱۴] هجری شمسی آغاز شده باشد. این زمان مقارن است با پایان یافتن جنگ جهانی اول و ایجاد آرامش نسبی در جهان و همچنین برقراری تدریجی نظم در ایران. بنابراین، این شرایط می‌تواند از طریق مهار نسبی قحطی و کاهش دامنه شیوع بیماری‌های واگیردار، نوسانات مرگ‌ومیر را کم کرده باشد؛ ولی افزایش امید زندگی، از حدود ۲۵ سال در آغاز این دوره تا حدود ۳۵ سال در حدود سال ۱۳۲۰، بیش از آن است که صرفاً بر اثر تقلیل در نوسانات مرگ‌ومیر ایجاد شده باشد». ایشان اشاره می‌کند که «تغییر نسبتاً قابل ملاحظه در سطح مرگ‌ومیر ایران در این ۲۰ سال را همچنین باید تا حدودی به تحولات اساسی به وجود آمده در تکنولوژی کنترل و به تعویق انداختن مرگ در فاصله بین دو جنگ جهانی در کشورهای پیشرفته و کاربرد آن، حتی در سطح محدود، در جامعه ایران نسبت دهیم... . جریان گذار تکنولوژی کنترل مرگ‌ومیر از کشورهای پیشرفته صنعتی به ایران، با وساطت نهادهای بهداشتی بین‌المللی، به ویژه سازمان بهداشت جهانی، پس از جنگ جهانی دوم تسریع می‌شود و سطح مرگ‌ومیر ایران را از ۱۳۲۰ تا ۱۳۳۵ و سپس در سه دهه پس از آن، ضمن تضعیف فزاینده رابطه توسعه اقتصادی و اجتماعی و سطح مرگ‌ومیر، باز هم پایین و پایین‌تر می‌آورد، تا بالاخره در سال ۱۳۶۵، امید زندگی تا حدود ۶۰ سال بالا می‌رود» (سرای الف، ۱۳۷۶: ۱۱).

میرزایی (۱۳۶۷) با بیان اینکه تاریخ شروع مرحله گذار مرگ‌ومیر، سطح مرگ‌ومیر در سرآغاز این مرحله، و سرعت طی کردن مرحله گذار، از کشوری به کشور دیگر فرق می‌کند، مطرح می‌کند: «معمولاً امید زندگی در بدو تولد در مرحله قبل از گذار مرگ‌ومیر، رقمی کمتر از ۳۵ سال بوده است... . احتمال کاهش اساسی و مستمر مرگ‌ومیر در ایران به سال‌های بلافاصله بعد از جنگ جهانی دوم برمی‌گردد. چه در این سال‌هاست که انجام واکسیناسیون‌ها در سطح گسترده و توجه به بهداشت کودکان و مدارس، مطرح و به‌طور فزاینده اقداماتی در این موارد صورت می‌گیرد. همچنین، در همین سال‌ها، کوشش‌های سازمان‌یافته‌ای به منظور ریشه‌کن کردن و درمان پاره‌ای از بیماری‌ها به خصوص مالاریا و سل انجام می‌پذیرد» (میرزایی، ۱۳۶۷: ۱۰۹).

در جدول ۲، به‌طور خلاصه، نظر محققان در خصوص زمان و سطح شروع گذار مرگ در کشور آمده است. براین اساس، طبق نظر مهاجرانی (۱۳۶۷) امید زندگی در بدو تولد ایران در آستانه قرن چهاردهم ۳۰ سال بوده است، از نظر امانی (۱۳۶۴) کاهش مرگ‌ومیر در ایران از

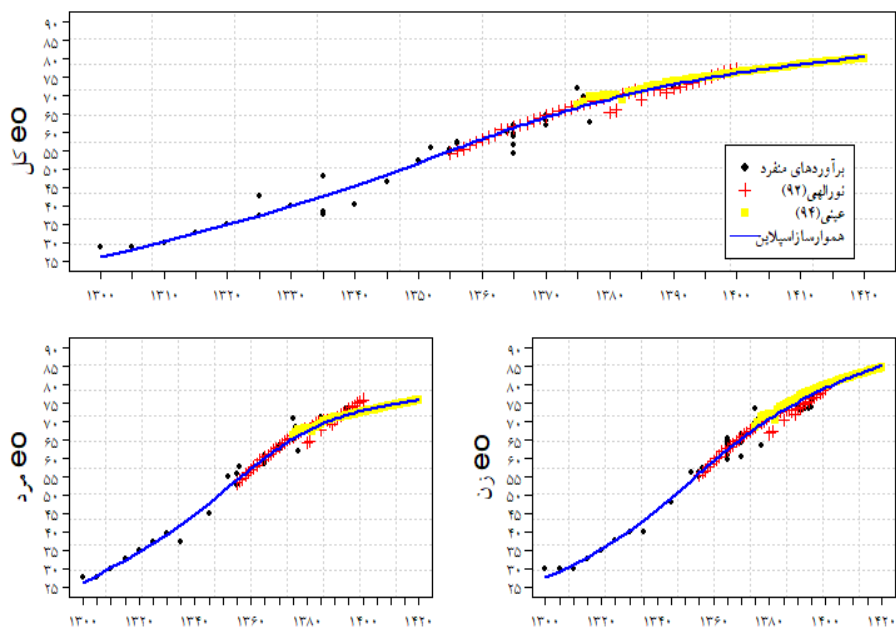
حدود سال‌های ۱۳۰۰ تا ۱۳۲۰ و با امید زندگی ۳۰ سال در سال ۱۳۰۰، از نظر سرایی (۱۳۷۶) الف و ب) از آغاز قرن ۱۴ و با امید زندگی ۲۵ سال و از نظر میرزایی (۱۳۶۷) از حدود سال ۱۳۲۰ و با امید زندگی کمتر از ۳۵ سال آغاز شده است. بنابر این نظرات و باتوجه به شواهد تاریخی‌ای که محققین به آنها استناد کرده‌اند، می‌توان این‌طور نتیجه‌گیری کرد که تقریباً همه محققین بر ابتدای قرن چهاردهم به‌عنوان آغاز کاهش سطوح مرگ در ایران و ورود کشور به گذار مرگومیر اتفاق نظر دارند. اما نظر محققین در خصوص سطح مرگ در ورود به گذار از امید زندگی ۲۵ سال تا ۳۵ سال تنوع دارد. حال، اگر شروع قرن و حوالی سال ۱۳۰۰ زمان ورود به گذار در نظر گرفته شود، علاوه بر نگاه‌های تاریخی، محققین دیگری هم بر اساس فرضیات و جداول مدل برای این سال، امید زندگی‌هایی را به‌دست آورده‌اند. برای مثال، خزانه و سادات دربندی (۱۳۵۲) که برای پیش‌بینی و گذشته‌نگری جمعیت شهری و روستایی ایران، از سال ۱۳۰۰ تا سال ۱۳۷۰ از روش ترکیبی استفاده کرده‌اند، میزان‌های مرگ و امید زندگی را با استفاده از جداول عمر مدل کول-دمنی غرب به‌دست آوردند. آنها فرض کردند که با حرکت از هر پنج سال به سمت گذشته، یک سطح از میزان مرگومیر ایران و ۲/۵ سال از امید زندگی در بدو تولد کاسته می‌شود. بنابراین، در مطالعه مذکور، امید زندگی در سال ۱۳۰۰ برابر با ۲۸/۹ سال در نظر گرفته شد. این امید زندگی و امید زندگی‌های جداول ۱ و ۲ در محاسبات اسپلاین قرار گرفتند و نتیجه آن برای سال ۱۳۰۰ بر اساس امید زندگی همه سال‌ها حدود ۲۶ سال به‌دست آمد. بنابراین، می‌توان این‌طور خلاصه کرد که براساس برآوردهای صورت گرفته در کشور، ایران در ابتدای قرن چهاردهم و با امید زندگی در بدو تولد حدوداً ۲۶ سال، گذار مرگومیر خود را آغاز کرده است.

جدول ۲: زمان و سطح شروع گذار مرگومیر در ایران در منابع مختلف

منبع	زمان شروع گذار	امید زندگی در شروع گذار
امانی (۱۳۷۴)	از حدود ۱۳۰۰ تا ۱۳۲۰	۳۰ سال در ۱۳۰۰
مهاجرانی (۱۳۶۷)	ابتدای قرن چهاردهم	۳۰
سرایی (۱۳۷۶) الف و ب)	ابتدای قرن چهاردهم	۲۵
میرزایی (۱۳۶۷)	حدود ۱۳۲۰	۳۵

فاز گذار مرگومیر: طبق تعریف کلاسیک، گذار باروری در مرحله نخست با افزایش سطوح و سپس کاهش همراه است؛ اما در گذار مرگومیر همواره میزان‌ها در حال کاهش هستند. با این حال، دو مرحله برای آن قابل توصیف است. چیزی که این دو مرحله را از هم متمایز می‌نماید میزان کاهش در واحد زمان یا به عبارت دیگر، سرعت کاهش است. در مرحله نخست، همان‌طور که پیشتر اشاره شد، سرعت کاهش مرگومیر سریع است و در مرحله دوم کند می‌شود. بنابراین، در این قسمت، سعی می‌شود، با تفکیک این دو مرحله از هم، فاز گذار بررسی گردد. به این منظور، با کاربرد هموارساز اسپلاین روی همه سال‌هایی که برآوردی از آن در دست است به عنوان X_i و امید زندگی متناظر با آن‌ها به عنوان Y_i (از یک تا $n=145$ تعداد کل امید زندگی‌های جمع‌آوری شده) روند و سرعت تغییرات ترسیم می‌گردد. در نمودار ۲ نقاط مشکی برآوردهای منفرد، نقاط قرمز برآوردهای سری زمانی نورالهی (۱۳۹۲) از ۱۳۵۵ تا ۱۴۰۰، و نقاط زرد سری زمانی انجام‌شده توسط عینی و همکارانش (۱۳۹۴) برای سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۴۲۰ است؛ و در نهایت خط آبی، روند حاصل از هموارسازی اسپلاین این برآوردها را نمایش می‌دهد.

نمودار ۲: روند تغییرات امید زندگی (e_0) ایران به تفکیک جنس برای سال‌های ۱۳۰۰ تا ۱۴۲۰



نتایج جدول ۳، امید زندگی‌های هموارشده متناظر با این منحنی اسپلین برای فواصل پنج‌ساله ۱۳۰۰ تا ۱۴۲۰ را ارائه می‌دهد. اینکه خروجی‌ها بازه زمانی ۱۳۰۰ تا ۱۴۲۰ را دربرمی‌گیرد به دلیل وجود برآورد و پیش‌بینی‌های موجود در این بازه است. براین‌اساس، یک روند صعودی از سال ۱۳۰۰ با امید زندگی ۲۶ سال برای هر دو جنس آغاز می‌شود و در میانه قرن به حدود ۵۲ سال می‌رسد. این روند با امید زندگی ۷۶ سال وارد سده جدید می‌شود و در نهایت در سال ۱۴۲۰ به ۸۰ سال می‌رسد.

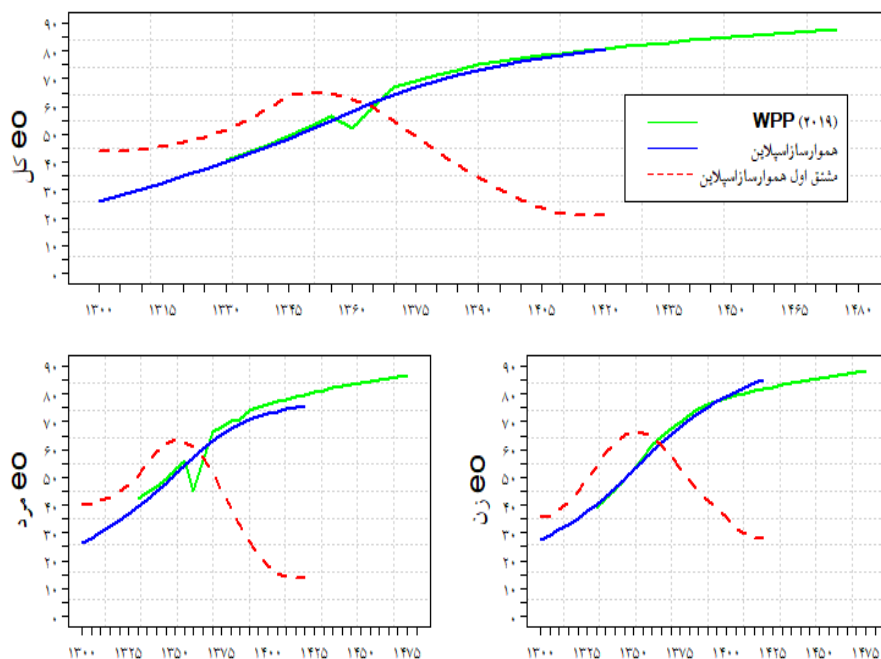
جدول ۳: امید زندگی‌های هموارشده به روش اسپلین در ایران به تفکیک جنس در بازه زمانی ۱۳۰۰ تا ۱۴۲۰

سال	E0 هموارشده			سال	E0 هموارشده		
	کل	مرد	زن		کل	مرد	زن
۱۳۰۰	۲۶/۰۲	۲۶/۱۷	۲۷/۵۵	۱۳۶۵	۶۱/۲۳	۶۰/۱۴	۶۲/۴۲
۱۳۰۵	۲۸/۲۱	۲۸/۱۸	۲۹/۳۵	۱۳۷۰	۶۴/۱۰	۶۲/۸۷	۶۵/۴۰
۱۳۱۰	۳۰/۴۲	۳۰/۲۳	۳۱/۲۱	۱۳۷۵	۶۶/۷۳	۶۵/۳۱	۶۸/۱۸
۱۳۱۵	۳۲/۶۶	۳۲/۳۴	۳۳/۲۰	۱۳۸۰	۶۹/۰۷	۶۷/۴۳	۷۰/۷۲
۱۳۲۰	۳۴/۹۸	۳۴/۵۴	۳۵/۳۵	۱۳۸۵	۷۱/۱۵	۶۹/۲۲	۷۳/۰۷
۱۳۲۵	۳۷/۳۸	۳۶/۸۴	۳۷/۷۱	۱۳۹۰	۷۳/۰۰	۷۰/۷۱	۷۵/۲۴
۱۳۳۰	۳۹/۸۹	۳۹/۲۸	۴۰/۲۹	۱۳۹۵	۷۴/۶۲	۷۱/۹۴	۷۷/۲۵
۱۳۳۵	۴۲/۵۶	۴۱/۹۱	۴۳/۱۰	۱۴۰۰	۷۶/۰۴	۷۲/۹۳	۷۹/۱۰
۱۳۴۰	۴۵/۴۲	۴۴/۷۶	۴۶/۱۴	۱۴۰۵	۷۷/۲۹	۷۳/۷۵	۸۰/۷۹
۱۳۴۵	۴۸/۵۰	۴۷/۷۹	۴۹/۳۵	۱۴۱۰	۷۸/۴۱	۷۴/۴۹	۸۲/۳۳
۱۳۵۰	۵۱/۷۳	۵۰/۹۴	۵۲/۶۶	۱۴۱۵	۷۹/۴۷	۷۵/۱۹	۸۳/۷۷
۱۳۵۵	۵۴/۹۷	۵۴/۱۰	۵۵/۹۹	۱۴۲۰	۸۰/۵۱	۷۵/۸۹	۸۵/۱۷
۱۳۶۰	۵۸/۱۶	۵۷/۱۹	۵۹/۲۶				

برای بررسی بیشتر روند به‌دست‌آمده در نمودار ۳، منحنی حاصل از اسپلین در کنار منحنی برآوردهای چشم‌انداز جمعیت جهان (۲۰۱۹) برای هر دو جنس مردان و زنان ترسیم گردید. در این نمودار، منحنی مربوط به هر دو جنس انطباق نسبتاً خوبی بین برآورد حاصل از اسپلین و برآورد WPP نشان می‌دهد. البته شکست منحنی WPP در دهه ۱۳۶۰ در نمودار اسپلین وجود ندارد و در دهه هفتاد بیشترین فاصله بین این دو و به‌صورت کم‌برآوردی اسپلین نسبت به WPP

دیده می‌شود. در نمودار مربوط به مردان، منحنی اسپلاین کاملاً زیر منحنی WPP افتاده است و به‌جز نقاطی معدود، انطباقی بر هم ندارند. درخصوص نمودار زنان، وضع مساعدتر است و انطباق نسبتاً خوبی دیده می‌شود. اما در انتهای دوره، نمودار اسپلاین از منحنی WPP عبور می‌کند و با شیب زیادی افزایش نشان می‌دهد. با این حال، فارغ از چگونگی تطبیق روند حاصل از اسپلاین با منحنی روند WPP، شیب منحنی اسپلاین (منحنی خط‌چین قرمز) هم در نمودار ۳ آمده است. منحنی‌های شیب، همواره مثبت هستند که دال بر روند همواره افزایشی امید زندگی است. اما روند آن در ابتدا موازی محور افقی، در ادامه صعودی و بعد از رسیدن به یک نقطه اوج، دوباره سیر نزولی می‌یابد. مقادیر این تغییرات، که از مشتق اول هموارساز طبیعی اسپلاین به‌دست می‌آید، در جدول ۴ آمده است. این مقادیر که گویای تغییرات امید زندگی در واحد زمان (در اینجا بازه پنج‌ساله) است، در ابتدای دوره مورد بررسی، یعنی سال ۱۳۰۰، برای هر دو جنس در حدود ۰/۴۴ سال است؛ به این معنی که در دوره پنج‌ساله ۱۳۰۰ تا ۱۳۰۵، به‌طور متوسط، حدود ۰/۴ سال به امید زندگی افزوده می‌شد. این مقدار تا ۱۳۱۵ ثابت است؛ اما در بازه‌های زمانی بعد از آن به تدریج افزایش می‌یابد و در دهه ۱۳۵۰ به اوج می‌رسد. به این معنا که در این دهه، بیشترین افزایش در امید زندگی کشور رخ داده است. بعد از آن، در دهه ۱۳۶۰، اگرچه در مقایسه با سایر زمان‌ها همچنان سرعت بالاست، اما نسبت به دهه قبل افت داشته و در واقع، رفته‌رفته، روند کاهشی آغاز گردیده است. این کاهش در دهه هشتاد و نود کاملاً مشهود می‌گردد؛ به طوری که افزایش امید زندگی در بدو تولد از ۰/۶۵ سال در دهه پنجاه به کمتر از ۰/۳ سال در دهه نود می‌رسد و طبق پیش‌بینی‌ها انتظار می‌رود در دو دهه ابتدایی قرن پانزدهم هجری شمسی به ثباتی در حدود ۰/۲ سال برسد.

نمودار ۳: مقایسه روند تغییرات امید زندگی (e0) ایران: چشم‌انداز جمعیت جهان (۲۰۱۹) و اسپلاین و شیب نمودار اسپلاین



آینده روند گذار مرگومیر ایران: در بین مطالعات جمع‌آوری شده در این تحقیق، پیش‌بینی‌هایی هم مشاهده شد. نورالهی و همکارانش (۱۳۹۲) امید زندگی کشور را تا افق ۱۴۰۰ پیش‌بینی کرده‌اند؛ اما فقط پیش‌بینی عینی زیناب و همکارانش (۱۳۹۴) است که بعد از سال ۱۴۰۰ را پوشش می‌دهد. عینی زیناب و همکارانش (۱۳۹۴) با استفاده از روش دومرحله‌ای لی-کارتر، در مرحله نخست، تغییرات مرگومیر ایران را در بازه زمانی ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۰ مدل‌سازی کرده و سپس به پیش‌بینی این تغییرات تا افق ۱۴۲۰ پرداخته‌اند. آنها در مطالعه مذکور، از بین‌شش سناریوی مختلفی که برای محاسبه میزان‌های مرگ تعریف شده، سناریوی چهارم را واقعی‌تر و نزدیک به برآوردهای WPP معرفی کرده‌اند. براین اساس، در مقاله حاضر، نتایج این سناریو تنها منبع محاسبات نمودار هموار اسپلاین است.

جدول ۴: شیب تغییرات امید زندگی‌های هموارشده به تفکیک جنس در بازه زمانی ۱۳۰۰ تا ۱۴۲۰

سال	تغییرات امید زندگی در واحد زمان			سال	تغییرات امید زندگی در واحد زمان		
	مرد	زن	هر دو جنس		مرد	زن	هر دو جنس
۱۳۰۰	۰/۴۴	۰/۴۰	۰/۳۶	۱۳۶۵	۰/۵۷	۰/۶۲	۰/۶۰
۱۳۰۵	۰/۴۴	۰/۴۱	۰/۳۶	۱۳۷۰	۰/۵۲	۰/۵۸	۰/۵۵
۱۳۱۰	۰/۴۴	۰/۴۲	۰/۳۸	۱۳۷۵	۰/۴۶	۰/۵۳	۰/۵۰
۱۳۱۵	۰/۴۶	۰/۴۳	۰/۴۱	۱۳۸۰	۰/۳۹	۰/۴۹	۰/۴۴
۱۳۲۰	۰/۴۷	۰/۴۵	۰/۴۵	۱۳۸۵	۰/۳۳	۰/۴۵	۰/۳۹
۱۳۲۵	۰/۴۹	۰/۴۷	۰/۴۹	۱۳۹۰	۰/۲۷	۰/۴۲	۰/۳۵
۱۳۳۰	۰/۵۲	۰/۵۱	۰/۵۴	۱۳۹۵	۰/۲۲	۰/۳۹	۰/۳۰
۱۳۳۵	۰/۵۵	۰/۵۵	۰/۵۹	۱۴۰۰	۰/۱۸	۰/۳۵	۰/۲۷
۱۳۴۰	۰/۶۰	۰/۵۹	۰/۶۳	۱۴۰۵	۰/۱۵	۰/۳۲	۰/۲۴
۱۳۴۵	۰/۶۳	۰/۶۲	۰/۶۶	۱۴۱۰	۰/۱۴	۰/۳۰	۰/۲۲
۱۳۵۰	۰/۶۵	۰/۶۳	۰/۶۷	۱۴۱۵	۰/۱۴	۰/۲۸	۰/۲۱
۱۳۵۵	۰/۶۵	۰/۶۳	۰/۶۶	۱۴۲۰	۰/۱۴	۰/۲۸	۰/۲۱
۱۳۶۰	۰/۶۳	۰/۶۱	۰/۶۵				

طبق نمودار ۳، روند منحنی‌های اسپلاین، بعد از سال ۱۴۰۰، روند تقریباً مشابهی را با چشم‌انداز جمعیت جهان (۲۰۱۹) عرضه می‌کنند. اگرچه در خصوص مردان (نمودار پایین سمت چپ) همچنان منحنی اسپلاین یک کم‌برآوردی یکنواخت نسبت به منحنی WPP دارد؛ اما در مورد زنان از هم‌پوشانی دو منحنی در حوالی دهه ۱۴۰۰ به بیش‌برآوردی اسپلاین نسبت به WPP می‌رسد و از منحنی آن عبور می‌کند و بالاتر می‌رود. اما به‌طور کلی، روند افزایشی امید زندگی که از ابتدای قرن چهاردهم در ایران آغاز شده بود، در قرن بعد هم همچنان برقرار است؛ اما با شیبی بسیار کمتر از شیب ابتدایی آن. به‌طوری‌که، برای هر دو جنس، در دوره پنج‌ساله ۱۴۰۰-۱۳۹۵ (بدون در نظر گرفتن اثرات اپیدمی کرونا)، در هر سال، به‌طور میانگین، حدود ۰/۳ سال به امید زندگی افزوده می‌شود. دوره پنج ساله بعدی، یعنی ۱۴۰۵-۱۴۰۰، سرعت افزایش برای هر دو جنس، مردان، و زنان، به‌ترتیب، به ۰/۲۷، ۰/۱۸، و ۰/۳۵ کاهش می‌یابد. این کاهش سرعت تا دوره بعد نیز ادامه دارد؛ اما بعد از آن، در دهه ۱۴۱۰ تا ۱۴۲۰، با ثبات یافتن این اعداد در مقادیر پایین، روند ادامه می‌یابد. بنابراین، می‌توان نشانه‌های شروع ثبات تغییرات مرگ‌ومیر در ایران را در دو دهه ابتدایی قرن پانزدهم رصد کرد. به این صورت که طبق مطالب مذکور، اگرچه تا اواخر

دهه ۱۴۲۰ همچنان امید زندگی افزایش می‌یابد، ولی با سرعتی ثابت و به مقدار ناچیز خواهد بود؛ و البته طبق منحنی WPP حتی تا سال ۱۴۷۵ نیز افزایش امید زندگی صفر نمی‌شود، اما شیب آن ثابت و اندک است. این روندها نشان می‌دهد که از این پس، با حفظ شرایط موجود افزایش چندانی در امید زندگی رخ نخواهد داد.

نتیجه‌گیری

هدف مطالعه حاضر این بود که با نگاه جامعی به برآوردهای امید زندگی‌های محاسبه‌شده در کشور در ادوار زمانی مختلف، با به‌کارگیری روش‌های آماری، روند همواری از برآیند این برآوردها به دست دهد. بر این اساس، نه به‌منظور تبیین روند گذار بلکه برای ترسیم آن، در بستر نظریه گذار مرگومیر، سه مرحله شروع، گذار و آینده یا انتهای آن به تفکیک بررسی شدند. در خصوص اینکه گذار مرگ از چه زمانی و چه سطحی آغاز می‌گردد به دلیل فقدان آمارهای لازم، بر پایه شواهد تاریخی ارائه‌شده در تحقیقات مختلف نتیجه‌گیری‌هایی صورت گرفت. در مطالعاتی که مرور شد محققین شروع گذار را از ابتدای قرن چهاردهم با امید زندگی حدود ۲۵ سال (سرایبی ۱۳۷۶ الف و ب) تا ۱۳۲۰ با امید زندگی ۳۵ (میرزایی، ۱۳۶۷) تبیین کرده بودند. برآیند این نظرات و همچنین روند کلی‌ای که از اسپلاین به دست آمد به این نتیجه منجر شد که ایران در ابتدای قرن چهاردهم و با امید زندگی در بدو تولد حدودی ۲۶ سال برای هر دو جنس گذار مرگومیر خود را آغاز کرده است.

پس از آغاز، دوران گذار و نقطه عطف آن یعنی جایی که شتاب اولیه کاهش مرگ فروکش می‌کند بررسی شد. در جوامع در حال توسعه، مرحله اول گذار به مدد تکنولوژی‌های بین‌المللی کاهش مرگ با سرعت بالایی همراه است. در این مرحله، شیب منحنی امید زندگی مثبت و افزایشی است. مرحله دوم کاهش مرگ منوط به توسعه‌یافتگی داخلی کشورهاست و شیب اگرچه همچنان مثبت، اما کاهشی است. برای بررسی این دو مرحله روند حاصل از اسپلاین و شیب آن برای برآوردهای امید زندگی جمع‌آوری‌شده به دست آمد. این محاسبات نشان دادند که انتهای دهه ۱۳۵۰ و ابتدای دهه ۱۳۶۰ حد فاصل بین مرحله اول و دوم گذار مرگ کشور می‌باشد. چرا که تا پیش از این دوره زمانی، افزایش امید زندگی با سرعت روبه‌رشدی همراه بوده است و بعد از آن، امید زندگی، علی‌رغم افزایش، اما با کاهش سرعت پیش می‌رود. سرعت افزایش امید

زندگی دو جنس از ۰/۴ سال در ابتدای قرن به حدود ۰/۷ سال در میانه قرن افزایش می‌یابد و در انتهای قرن به حدود ۰/۳ سال افزایش سالانه در امید زندگی کاهش می‌یابد. به این ترتیب، اگر امید زندگی در سال ۱۳۰۰ برابر با ۲۶ سال بوده باشد، در ابتدا، میانه و انتهای دهه پنجاه به ترتیب به ۵۲، ۵۵ و ۵۹ سال و در سال ۱۴۰۰ به ۷۶ سال می‌رسد. آینده گذار مرگ در ایران یا پایان آن، جایی است که طبق تعریف کلاسیک، ثبات ثانویه‌ای در مرگومیر، این بار در سطوح پایین، شکل می‌گیرد. بر اساس روند اسپلین، امید زندگی از ابتدای قرن پانزدهم هم به افزایش کندشونده خود ادامه می‌دهد تا جایی که از نیمه دهه ۱۴۰۰ سرعت افزایش ثابت می‌شود، به طوری که دو دهه ابتدایی قرن پانزدهم سرعت در حدود ۰/۲ سال ثابت می‌شود. بر این اساس، می‌توان این روند را دال بر شروع ثبات مرگومیر در ایران از آغاز این قرن در نظر گرفت. این ثبات منوط به ثبات شرایط عمومی کشور است، که البته با ظهور اپیدمی کرونا این ثبات دستخوش تغییر شده است. اما در ادامه به منظور بررسی بیشتر، نتایج حاصل از اسپلین با امید زندگی موجود در چشم‌انداز جمعیت جهان سازمان ملل (۲۰۱۹) مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج اسپلین برای سال ۱۴۰۰ برای هر دو جنس، مردان، و زنان، به ترتیب، حدود ۷۶، ۷۳ و ۷۹ سال و در WPP برابر با ۷۷، ۷۶ و ۷۹ سال به دست آمده است. این ارقام برای سال ۱۴۲۰ در اسپلین ۸۱، ۷۶ و ۸۵ سال و در WPP 81، ۸۰ و ۸۲ سال است. این ارقام همان‌طور که گفته شد نشان می‌دهد که امید زندگی مردان در سال ۱۴۰۰ با استفاده از اسپلین حدود ۳ سال کمتر از WPP است؛ اما در مورد دو جنس و زنان اختلاف قابل توجهی وجود ندارد. اما در سال ۱۴۲۰ در حالی که مردان همچنان نتایج اسپلین کمتری نسبت به WPP دارند (حدود ۴ سال)، اما این بار در خصوص زنان امید زندگی حاصل از اسپلین نسبت به WPP حدود ۳ سال بیش برآوردی دارد. این امر باعث شده که اختلاف جنسیتی امید زندگی حاصل از اسپلین به حدود ۹ سال برسد. نتیجه‌ای که با شواهد تجربی مطابقت ندارد. البته این نتیجه در تحقیق عینی (۱۳۹۴) هم مشاهده می‌گردد. در این تحقیق هم امید زندگی سال ۱۴۰۰ برای مردان و زنان ۷۳ و ۸۰ به دست آمده است. اما نورالهی (۱۳۹۲) برای این سال نتایجی نزدیک به WPP برآورد کرده است (برای مردان و زنان به ترتیب ۷۶ و ۷۹ سال). نکته جالب توجه این است که هر دو این برآوردها در محاسبات اسپلین وارد شده‌اند، اما نتایج اسپلین به امیدزندگی‌های برآوردشده عینی (۱۳۹۴) نزدیک‌تر است. عینی (۱۳۹۴) برای سال ۱۴۲۰ امید زندگی مردان و زنان را ۷۶ و ۸۵ سال برآورد کرده است.

براین اساس، می‌توان این‌طور نتیجه‌گیری کرد که هر چه برآوردهای امید زندگی بیشتری در فرآیند مدل‌سازی و هموارسازی قرار بگیرند، انحراف نتایج بیش‌ازپیش کنترل می‌شود. ازسوی دیگر، این تحقیق تنها اشاره‌ای به امکان و لزوم استفاده از روش‌های آماری جدیدتر برای مطالعه روند تغییرات امیدزندگی و شاخص‌هایی از این دست دارد و لازم است که در مطالعات آینده مدل‌های آماری بیشتری در این زمینه اعمال شوند و نتایج مقایسه گردند.

منابع

- امانی، مهدی (۱۳۷۴). کوششی در نگرش تاریخی به روند میزان‌های موالید و مرگ و شناخت مراحل گذار جمعیتی در ایران، *فصلنامه جمعیت*، شماره ۱۳ و ۱۴، صص ۸۳-۷۱.
- آقا، هما (۱۳۸۷). *محاسبه جدول عمر خلاصه و کامل استان‌های ایران برای سال ۱۳۸۵*، تهران: مرکز مطالعات و پژوهش‌های جمعیتی آسیا و اقیانوسیه.
- آقایی، نازنین (۱۳۹۱). *مطالعه اثر نیرو محرکه تغییرات مرگومیر بر سالخوردگی جمعیت در ایران*، پایان‌نامه دوره دکتری، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه علامه طباطبایی.
- ترکاشوند، محمد (۱۳۹۶). *تحلیل حساسیت و بازآزمون روش‌های ارزیابی ثبت مرگ بزرگسالان*، پایان‌نامه دوره دکتری، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه تهران.
- خزانه، حبیب‌الله و ابوالقاسم سادات دربندی (۱۳۵۲). *پیش‌بینی و گذشته‌نگری جمعیت شهری و روستایی ایران تا سال ۱۳۷۰*. تهران: مرکز آمار ایران.
- زنجانی، حبیب‌الله و طه نوراللهی (۱۳۷۹). *جدول مرگومیر ایران برای سال ۱۳۷۵ (برحسب جنس در کل کشور و استان‌ها به تفکیک شهری و روستایی)*، تهران: مؤسسه عالی پژوهش تأمین اجتماعی.
- زنجانی، حبیب‌الله و مجید کوششی (۱۳۷۱). *بررسی مرگومیر در ایران در مطالعات مربوط به تحول جمعیت در طرح‌ریزی کالبدی ملی از ۱۳۶۵ تا ۱۴۰۰*، تهران: مرکز مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران.
- زنجانی، حبیب‌الله (۱۳۷۰). *جمعیت و شهرنشینی در ایران*، تهران: مؤسسه مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران.
- زنجانی، حبیب‌الله، محمد آراسته خوی و داریوش صدری وحیدی (۱۳۵۰). *جمعیت‌شناسی تطبیقی جهان*، تهران: مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های اجتماعی دانشگاه تهران.
- ساسانی‌پور، محمد، مجید کوششی، عباس عسکری ندوشن و اردشیر خسروی (۱۳۹۶). *نقش تغییرات سن و علت مرگ در افزایش امید زندگی در ایران در دهه اخیر، نامه انجمن جمعیت‌شناسی ایران*، دوره

۱۲، شماره ۲۴، صص ۱۳۴-۱۰۹.

ساسانی پور، محمد (۱۳۹۷). *تفاوت‌های جنسی مرگ‌ومیر در ایران: تحلیل روند، الگوها و علل*، پایان‌نامه دوره دکتری، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه تهران.

ساسانی پور، محمد و مصیب محبی (۱۳۹۸). بررسی امکان بهبود امید زندگی ایران با حذف علل عمده مرگ طی دوره ۱۳۹۴-۱۳۸۵، *دوفصلنامه مطالعات جمعیتی*، دوره ۵، شماره ۱، صص ۲۹-۷. سرایی، حسن (۱۳۷۶ الف). گذار جمعیتی ایران، ملاحظات مقدماتی، *فصلنامه علوم اجتماعی*، شماره ۹، صص ۱-۱۱.

سرایی، حسن (۱۳۷۶ ب). مرحله اول گذار جمعیتی ایران، *نامه علوم اجتماعی*، شماره ۹ و ۱۰، صص ۶۷-۵۱.

شریفی، منصور (۱۳۸۵). مرحله انتقالی مرگ‌ومیر و شواهدی از استمرار انتقال اپیدمیولوژیک ایران در دهه اخیر، *نامه انجمن جمعیت‌شناسی ایران*، دوره ۱، شماره ۲، صص ۱۹۴-۱۷۱.

شمس، حسن (۱۳۶۱). *جدول امید زندگی ایران (جدول عمر)*، تهران: مرکز آمار ایران.

عینی زیناب، حسن، فریده شمس قهفرخی، علیرضا ساجدی، اردشیر خسروی، علیرضا زاهدیان، زهرا رضایی و طه نورالهی (۱۳۹۴). مدل‌سازی و پیش‌بینی مرگ‌ومیر در ایران ۱۴۲۰-۱۳۷۵، *تحقیقات نظام سلامت حکیم*، دوره ۱۸، شماره ۴، صص ۳۴۶-۳۳۶.

فتحی، الهام، منصور شریفی، محسن ابراهیم‌پور و حبیب‌اله زنجانی (۱۳۹۷). علل عمده مرگ‌ومیر ایران در سال ۱۳۹۵ با استفاده از جداول عمر چند کاهشی، *نامه انجمن جمعیت‌شناسی ایران*، سال ۱۳، شماره ۲۶، صص ۱۸۵-۱۵۵.

کمیحانی، اکبر، مجید کوششی و لیلی نیکان (۱۳۹۲). برآورد و پیش‌بینی میزان مرگ‌ومیر در ایران با استفاده از مدل لی کارتر، *پژوهشنامه بیمه*، سال ۲۸، شماره ۴، صص ۲۵-۱.

کوششی، مجید (۱۳۹۷). *جداول عمر کشور در سال ۱۳۹۵ بر اساس آمارهای ثبت مرگ در ایران*، تهران: پژوهشکده بیمه.

کوششی، مجید و لیلی نیکان (۱۳۹۳). *جداول عمر کشور در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ بر اساس آمارهای ثبت مرگ در ایران*، تهران: پژوهشکده بیمه.

کولی، کی. ال (۱۳۶۱). *جداول خلاصه عمر در ایران برای سال‌های ۱۳۵۶-۱۳۵۲*، ترجمه ک. آریکیان. تهران: مرکز آمار ایران.

محبی، مهیار و محمد ساسانی‌پور (۱۳۹۹ الف). کووید ۱۹ و بازبینی گذارهای جمعیت‌شناختی: عصر اپیدمی‌های-عفونی انگلی نوپدید؟ *نامه انجمن جمعیت‌شناسی ایران*، سال ۱۵، شماره ۳۰، صص ۷۴-۴۱.

محبی، مهیار و محمد ساسانی پور (۱۳۹۹ ب). پویایی ساختار سنی جمعیت و مرگومیر در ایران: پیشنهاد روشی جدید برای تعدیل میزان‌های مرگومیر، *نامه انجمن جمعیت‌شناسی ایران*، دوره ۱۵، شماره ۲۹، صص ۹۵-۱۲۰.

مهاجرانی، علی اصغر (۱۳۶۷). ملاحظاتی درباره افزایش تعداد و رشد جمعیت ایران در یکصد سال اخیر (۱۳۶۵-۱۳۶۵)، *نامه علوم اجتماعی*، جلد ۱، شماره ۱، صص ۹۱-۱۰۶.

میرزایی، محمد (۱۳۶۷). سطح مرگومیر و توسعه-ارائه یک الگو، *نامه علوم اجتماعی*، جلد ۱، شماره ۱، صص ۱۰۷-۱۱۸.

میرزایی، محمد و لیلا علیخانی (۱۳۸۶). برآورد سطح و بررسی عوامل مؤثر بر مرگومیر شهر تهران در سال ۱۳۸۴ و روند تحولات اپیدمیولوژیکی آن در سی سال اخیر، *نامه انجمن جمعیت‌شناسی ایران*، سال ۲، شماره ۳، صص ۶۰-۳۰.

میرزایی، محمد، مجید کوششی و محمدباقر ناصری (۱۳۷۵). برآورد و تحلیل شاخص‌های حیاتی-جمعیتی کشور در سرشماری‌های ۱۳۶۵ و ۱۳۷۰، تهران: مؤسسه مطالعات و تحقیقات اجتماعی دانشگاه تهران.

نوراللهی، طه و محمدحسین نجاتیان (۱۳۸۲). مرگومیر کودکان در ایران، *روندها و شاخص‌ها* (۱۳۳۵-۱۴۰۰)، تهران: مرکز آمار ایران.

نوراللهی، طه، حسام خدامرادی، وریا عبدالله نژاد (۱۳۹۲). ساخت جدول عمر سالانه برای ایران، تهران: پژوهشکده آمار ایران.

نهایتیان، وارثکس و حبیب‌الله خزانه (۱۳۵۶). *میزان‌های حیاتی ایران*، تهران: دانشکده بهداشت، دانشگاه تهران.

Caldwell, J. C. (1998). *Basic premises for health transition in developing countries*. World Health Stat Q; 51.

Eilers, P. H. C. & B. D. Marx (2010). *Splines, knots, and penalties*. Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics 2.

Eilers, P. H. C., & B. D. Marx (1996). *Flexible smoothing with B-splines and penalties*. Statist. Sci. 11.

James, G., D. Witten, T. Hastie & R. Tibshirani (2017). *An Introduction to Statistical Learning with Applications in R*, Corrected 7th Printing, Springer Science+Business Media New York.

Khosravi, A., R. Taylor, M. Naghavi & A. D. Lopez (2007). *Differential mortality in Iran*. Population Health Metrics V.5.

Kuate Defo, B. (2014). *Demographic, epidemiological, and health transitions: are they relevant to population health patterns in Africa?* Glob Health Action, 7.

Notestein, F. W. (1945). *Population: the long view*. In: Kuate Defo, B. (2014), *Demographic, epidemiological, and health transitions: are they relevant to*

- population health patterns in Africa? *Glob Health Action*, 7.
- Omran, A. R. (1971). *The epidemiologic transition: a theory of the epidemiology of population change*. *Milbank Mem Fund Q*; 49:509-38.
- Ramsay, J. O., N. Heckman, & B. W. Silverman (1997) Spline smoothing with model-based penalties, *Behavior Research Methods, Instruments. & Computers* 29.
- Thompson, W. (1929). Population. *Am J Sociol*, 34: 959-75.
- United Nations (2019). *World population prospects*, in [Http://www.population.un.org](http://www.population.un.org).
- Vallin, J. & F. Mesle (2004). Convergences and divergences in mortality: a new approach to health transition. *Demographic Research*, DOI: 10.4054/DemRes.2004.S2.2.
- Weeks, J. (2008). *Population: An Introduction to Concepts and Issues*, Wad Worth, USA.

The Investigation of Mortality Transition Trend in Iran Using the Smoothing Spline Method

Nazanin Aghaei*, Rasoul Sadeghi**, Majid Koosheshi***, Hasan Eini-Zinab****

Abstract

The mortality transition is the initial phase of demographic transition by improving the population health, increasing the ability to resist disease, and preventing premature deaths through scientific advances. In this regard, the current article examines the mortality trend in Iran using the smoothing spline method. The research data includes life expectancy estimations at different times in the country. The smoothing spline technique was used to link the estimates and plot the trend of changes in the life expectancy index, and the speed of its changes. The calculations and drawings of plots were performed using the pspline package in R software. The results showed that the mortality transition in Iran began in the early 14th century (AH) and progressed very rapidly until the mid-1980s. After this period, this trend continued until the early 15th century (AH) at a slower pace, that is, while life expectancy is still increasing, but the increase acceleration is slowing down. This trend is expected to continue at a steady pace in the 15th century (AH). The use of the spline method in this article made it possible to model this process more accurately based on non-parametric statistics and reveal the sensitivity of the model to different estimates.

Keywords: Life Expectancy at Birth, Mortality Transition, Nonparametric Regression Techniques, Polynomial Models, Smoothing Spline.

* Ph.D Student in Demography, Department of Demography, Faculty of Social Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: n.aghaei1388@yahoo.com

** Associate Professor of Demography, Department of Demography, Faculty of Social Sciences, University of Tehran (Corresponding Author). E-mail: rassadeghi@ut.ac.ir

*** Associate Professor of Demography, Department of Demography, Faculty of Social Sciences, University of Tehran. E-mail: kooshesh@ut.ac.ir

**** Associate Professor of Sociology, Department of Community Nutrition, Shahid Beheshti University of Medical Science, Tehran, Iran. E-mail: hassan.eini@sbmu.ac.ir