

## نقش نیرومحرکه‌ی مرگومیر در تحولات ساختار سنی و سالخوردگی جمعیت ایران

مجید کوششی<sup>۱</sup>

نازنین آقایی<sup>۲</sup>

این مقاله به مطالعه تغییرات گذشته و آینده مرگومیر، که به صورت نیرومحرکه دیگری پدیدار خواهد شد، و اثر آن بر تغییرات جمعیت ایران می‌پردازد. پرسش اصلی این پژوهش این است آیا ثابت شدن میزان‌های باروری در حدود سطح جانشینی به‌تنهایی می‌تواند جمعیت کشور را تثبیت کند. این پرسش برآمده از یک مسأله نظری جمعیتی است که طی سالیان اخیر به گفتمانی اجتماعی- سیاسی تبدیل شده است. مطالعات چندی نشان داده‌اند که الگوهای مرگومیر، خصوصاً مرگومیر بزرگسالان، نیرومحرکه‌ای مشابه نیرومحرکه‌ی عمومی جمعیت ایجاد و نرخ رشد جمعیت ایران را متأثر خواهد کرد. با استفاده از نظریه جمعیت ثابت و داده‌های حاصل از سرشماری‌های ایران، این مقاله تلاش می‌کند به مطالعه چنین پی‌آمدهای جمعیتی تغییرات مرگومیر و اثری که بر ساختار سنی و افزایش اندازه جمعیت می‌گذارد، بپردازد. نتایج نشان می‌دهد که افزایش در مقدار مقطعی امید زندگی در بدو تولد از طریق کاهش مرگومیر در دو مرحله اول و دوم گذار مرگومیر ابتدا بازماندگی گروه‌های هم‌دوره جوان‌تر و بعد از آن بازماندگی گروه‌های مسن‌تر را بهبود بخشیده است. بنابراین این تأثیر بیان‌کننده این است که در حال حاضر جمعیت ایران در حال تجربه کردن پدیده نیرومحرکه تغییرات مرگومیر و سالخوردگی فردی است که در نتیجه آن شمار جمعیت سالمند سریعتر از جمعیت گروه‌های جوان‌تر افزایش می‌یابد. تفاوتی که نتایج سرشماری ۱۳۹۰ آن را تأیید کرده است.

واژگان کلیدی: نظریه جمعیت ثابت، نیرومحرکه‌ی رشد جمعیت، نیرومحرکه‌ی مرگ، سالخوردگی فردی، جمعیت ایران

۱. استادیار گروه جمعیت‌شناسی دانشگاه تهران، kooshesh@ut.ac.ir

۲. کارشناسی ارشد جمعیت‌شناسی، دانشگاه علامه طباطبایی، n.aghaei1388@yahoo.com

## مقدمه

بر اساس اطلاعات سرشماری‌های صورت گرفته در ایران و همچنین با توجه به تحقیقات گوناگون، شاخص‌های سالخوردگی کشور در حال افزایش است. برای مثال در حالی که میانگین سنی جمعیت ایران در سرشماری ۱۳۶۵ در حدود ۲۱ سال برآورد شده، این شاخص در ۱۳۸۵ به ۲۸ سال رسیده است. میانه سنی از ۱۷ سال در ۱۳۶۵ به حدود ۲۵ سال در ۱۳۸۵ رسیده است. نسبت جمعیت بالای ۶۵ سال به کل جمعیت از ۲ درصد در سال ۱۳۶۵ به ۵ درصد در سال ۱۳۸۵ افزایش یافته است. این‌ها همه مبین روند سالخورده شدن جمعیت ایران است. پدیده‌ای که در بسیاری کشورهای جهان مدت‌ها از شکل‌گیری آن می‌گذرد و با توجه به پیامدهای آن کاملاً به یک مسأله تبدیل شده است و ایران هم به مرور زمان بیش از پیش با آن مواجه می‌شود. باروری ایران در سال ۱۳۷۹ به سطح جانشینی رسیده است و در سال ۱۳۸۵ به زیر این سطح کاهش یافته است (عباسی و دیگران ۲۰۰۹: ۴۳). اگرچه باروری ایران از سال ۱۳۸۵ از سطح جانشینی عبور کرده و میزان رشد جمعیت کشور از هر سرشماری به سرشماری دیگر کاهش یافته است، اما هنوز میزان رشد به صفر نرسیده بلکه همچنان مثبت باقی مانده است. افزایش جمعیت در زمانی که باروری در سطح جانشینی است، نیرومحرکه نامیده می‌شود. براساس استدلال کیفیتز<sup>۱</sup> (۱۹۷۲) چنانچه باروری به طور ناگهانی به سطح جانشینی، سطحی منطبق با رشد جمعیت صفر در مدل ایستا، برسد ظهور شرایط ایستا یا متوقف تا مدتی به تعویق خواهد افتاد و تا رسیدن به این حالت جمعیت مقداری افزایش می‌یابد. این مقدار را "ممنتوم یا نیرومحرکه رشد جمعیت"<sup>۲</sup> می‌گویند. کیفیتز به این پرسش پاسخی نداد که آیا همه گروه‌های سنی به طور یکسان در معرض چنین رشدی هستند. پس از ارائه نظریه نیرومحرکه جمعیت که امروزه به نیرومحرکه رشد صفر یا نیرومحرکه کیفیتز نیز شهرت دارد، پرستون<sup>۳</sup> (۱۹۸۶) نشان داد که همه رشدهای ناشی از نیرومحرکه نوعاً در سنین بالاتر از میانگین سن فرزندآوری اتفاق می‌افتد. نیرومحرکه جمعیت تنها جمعیت میانه و گروه‌های سنی بالاتر ساختار سنی را بزرگ می‌کند. در همین مسیر پژوهشی کیم، شون و سارما<sup>۴</sup> (۱۹۹۱) ثابت کردند که سالخودگی جمعیت نتیجه مستقیم نیرومحرکه است. بنابراین نیرومحرکه جمعیت فرآیندی را توضیح می‌دهد که طی آن افزایش جمعیت با جانشینی نسل‌های کوچکتر توسط نسل‌های بزرگتر به وقوع می‌پیوندد. افزایشی که در طول دوره اثرگذاری

1. Keyfitz
2. momentum of population growth
3. Preston
4. Kim, Shoen, Sarma

نیرومحرکه (تقریباً برابر با میانگین طول نسل یا میانگین سن فرزندآوری به عنوان برآوردی از آن) در جمعیت سنین بالاتر از میانگین سن فرزندآوری رخ می‌دهد، از کاهش باروری تا سطح جانشینی تبعیت نمی‌کند. بنابراین رشد جمعیت سنین بالاتر از میانگین گفته شده، در واقع منعکس کننده اثر افزایش امید زندگی است که در نظریه نیرومحرکه کیفیتز نادیده گرفته می‌شود. مسأله دیگری که اولین بار توسط گیوا<sup>۱</sup> (۲۰۰۵) مطرح شد این است که تغییرات مرگ به عنوان یکی از منابع رشد جمعیت در هنگام بحث درباره روندهای جمعیت در آینده می‌تواند سهم مشخصی در نیرومحرکه جمعیت داشته باشد. در جمعیتی که تغییر مرگ را تجربه کرده است، بقای نسلی برای مدتی به تغییر ادامه خواهد داد حتی اگر میزان‌های مرگ مقطعی ثابت باشد. این تغییر ادامه دار در بقای نسلی می‌تواند مقداری تغییر جمعیتی متأثر از مرگ را به وجود آورد، این مقدار نیز "نیرومحرکه تغییرات مرگ"<sup>۲</sup> نامیده می‌شود.

با توجه به این که جمعیت ایران، همچون جمعیت‌های دیگر، در کنار تغییرات باروری، تغییرات مهمی در مرگ و میر را تجربه کرده است و همچنین با توجه به اینکه در حال حاضر مرحله رشد نیرومحرکه‌ای را تجربه می‌کند، و سالخوردگی جمعیت را پیش رو دارد، مطالعه اثرات نیرومحرکه ناشی از تغییرات مرگ و میر بر سالخوردگی جمعیت شاید بتواند از منظر جدیدی هر دو مفهوم و ارتباط آنها با همدیگر را به بحث بگذارد.

در مورد رابطه سالخوردگی جمعیت با نیرومحرکه مرگ در ایران تحقیقی انجام نشده است. با این حال طی سه دهه گذشته چند پژوهش در مورد نیرومحرکه جمعیت موجود است. برای نمونه مجتهدزاده و مشایخی<sup>۳</sup> (۱۳۷۰) به نیرومحرکه<sup>۲</sup> جمعیت و تحولات نرخ رشد جمعیت اشاره کرده اند، امیر خسروی (۱۳۷۱) با این فرض که اگر باروری در سال ۱۳۷۰ به یکباره به سطح جانشینی تنزل کند برآورد کرده است که اثر نیرومحرکه تا ۵۰ سال امتداد می‌یابد و مقدار جمعیت ایستای نهایی به ۱۰۴ میلیون نفر می‌رسد. لیلنهایری (۱۳۷۸) سال ۱۳۶۵ را سال رسیدن باروری به سطح جانشینی فرض می‌کند و زمان رسیدن به ایستایی را ۳۵ سال و تعداد جمعیت ایستای نهایی را ۸۶ میلیون نفر برآورد کرده است.<sup>۴</sup> یک سال بعد سراسی (۱۳۷۹) به محاسبه نیرومحرکه پرداخت اما او از شیوه تجربی فرکا<sup>۵</sup> استفاده کرد و با فرض سه سناریوی مختلف و قرار دادن سال ۱۳۷۵ به عنوان سال پایه به اثر نیرومحرکه جمعیت بر میزان‌های مرگ و

1. Guillot

2. momentum of mortality change

۳. در این مقاله از واژه اینرسی به عنوان معادل فارسی momentum استفاده شده است.

۴. در این مقاله از واژه گشتاور به عنوان معادل فارسی momentum استفاده شده است.

5. Frejka

باروری می‌پردازد. کوششی (۱۳۸۷) با این رویکرد که با کاهش باروری در سطح جانشینی رشد جمعیت در زیر میانگین سن فرزندآوری متوقف می‌شود، نتیجه گیری کرده است که سالخورده‌گی جمعیت پیامد مهم نیرومحرکه رشد جمعیت ایران است.

### تغییرات مرگ، نیرومحرکه مرگ و سالخورده‌گی جمعیت

همان طور که لی (۱۹۹۴) نشان داده است، توزیع سنی جمعیت پایا در حالتی که  $p(x)$  احتمال بقای از تولد تا سن  $x$  و  $B(t)$  تعداد موالید در زمان  $t$  (در واقع تعداد بین  $t$  و  $t+dt$ ) و  $r$  میزان رشد جمعیت پایا باشد در این صورت توزیع سنی جمعیت پایا در زمان  $t$  برابر می‌شود با:

$$(۱) \quad N(x,t) = B(t)e^{-rx}p(x)$$

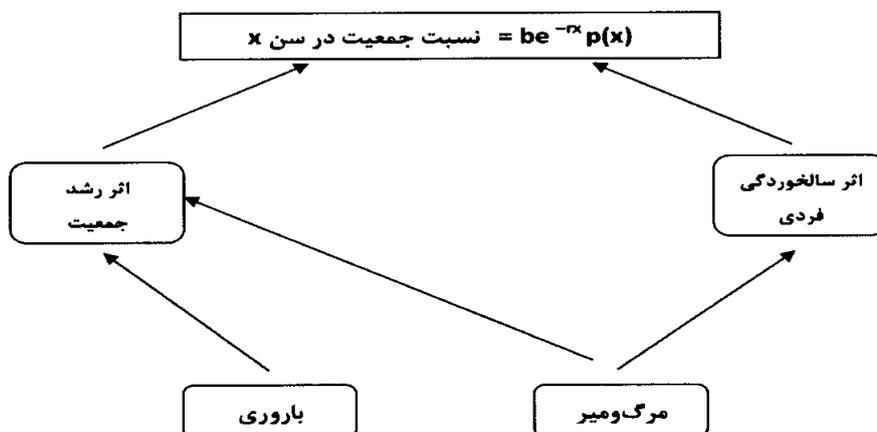
و با تقسیم رابطه بالا بر اندازه کل جمعیت توزیع سنی نسبی به صورت زیر بدست می‌آید:

$$(۲) \quad be^{-rx}p(x)$$

که  $b$  میزان موالید خام<sup>۱</sup> است. با توجه به این که  $b$  برای همه سنین یکسان است، با استفاده از این رابطه توزیع سنی نسبی جمعیت به دو جمله  $r$  و  $p(x)$  تجزیه می‌شود.

تغییر باروری بر میزان رشد،  $r$  اثر می‌گذارد اما بر  $p(x)$  هیچ اثری ندارد. بنابراین باروری تنها دارای اثر "میزان رشد" است. سطوح بالاتر باروری با افزایش تعداد نسل‌های موالید تازه به دنیا آمده نسبت به نسل‌های موالید قبلی  $r$  را افزایش می‌دهد و بنابراین جمعیت را جوانتر می‌کند.

شکل شماره ۱. باروری، مرگ و میر و توزیع‌های سنی جمعیت پایا



منبع: مارتین و پرستون (۱۹۹۴)، صفحه ۱۱

1. Lee
2. Crude Birth Rate=CBR

اما کاهش مرگ و میر در  $p(x)$  منعکس می‌شود، که به "سالخوردگی فردی"، روند سالخورده‌تر کردن جمعیت منجر می‌شود. با این حال کاهش مرگ و میر بر "میزان رشد" جمعیت، به هم اثر دارد و باعث افزایش آن می‌شود، چراکه تعداد زنان بیشتری تا سنین فرزندآوری زنده می‌مانند. در این حالت، مرگ و میر پایتتر به جوانتر شدن جمعیت می‌انجامد. بنابراین اثر خالص کاهش مرگ و میر مبهم است، و می‌تواند جمعیت را جوانتر و یا سالخورده‌تر کند. شکل (۱) این تجزیه را نشان می‌دهد.

در فرمول کلاسیک کیفیتز برای محاسبه نیرو محرکه فرض می‌شود که باروری در سطح جانشینی است و مرگ در قبل و بعد از رسیدن باروری به سطح جانشینی ثابت است. گیو (۲۰۰۵) مطرح کرد که در بحث درباره مکانیزم تولید کننده نیرو محرکه، نقش تغییرات مولید در گذشته به آسانی قابل تشخیص است، اما تشخیص این که در این بین تغییرات مرگ چه قدر تأثیر دارد چندان مشخص نیست. در این وضعیت تغییرات مرگ به وضوح در نیرو محرکه و به طور کلی در پویایی ساختار سنی در نظر گرفته نمی‌شود. بنابراین او مفهوم نیرو محرکه تغییرات مرگ و میر را مطرح می‌کند. "در جمعیتی که تغییر مرگ را تجربه کرده است، بقای نسلی برای مدتی به تغییر ادامه خواهد داد حتی اگر میزان‌های مرگ مقطعی ثابت باشد. این تغییر ادامه دار در بقای نسلی می‌تواند مقداری تغییر جمعیتی متأثر از مرگ را به وجود آورد، روندی که ما آن را "نیرو محرکه تغییرات مرگ و میر" می‌نامیم. نیرو محرکه ناشی از تغییرات مرگ و میر از نسبت  $e_0$  (امید زندگی مقطعی در بدو تولد) به CAL (میانگین مقطعی طول عمر)<sup>۱</sup> برای سال مورد نظر برآورد می‌شود" (گیو ۲۰۰۵: ۱).

$$(۳) \quad \frac{e_0(t)}{CAL(t)}$$

بنابراین با داشتن امید زندگی در بدو تولد در هر سال و همچنین میانگین مقطعی طول عمر در آن سال می‌توان نیرو محرکه تغییرات مرگ و میر یا به عبارتی سهم و چگونگی تأثیر تغییر مرگ و میر را در نیرو محرکه جمعیت بدست آورد (گیو ۲۰۰۵).

گیو (۲۰۰۳) میانگین مقطعی طول عمر (CAL) را شاخصی معرفی می‌کند که شرایط مرگ و میر واقعی تجربه شده توسط نسل‌های مختلف که بازمانده‌های آنها در یک زمان خاص در یک جمعیت حاضر هستند را محاسبه می‌کند. این شاخص اولین بار توسط برارد<sup>۲</sup> در ۱۹۸۶ برای ارزیابی فاصله بین مرگ و میر نسلی و مقطعی و نمایش چگونگی اثرپذیری ساختار سنی از مرگ و میر گذشته مورد توجه قرار گرفت

1. Period Life Expectancy at Birth
2. Cross- Sectional Average Length of Life
3. Brouard

و به صورت زیر تعریف می شود:

$$(۴) \quad \text{CAL}(t) = \int_0^{\infty} p_c(x, t-x) dx$$

که  $P_0(x, t-x)$  برابر است با احتمال بقای نسل در زمان  $t-x$  از صفر سالگی تا سن  $x$  در زمان  $t$ ، بالاترین سن مرگ (یعنی سنی که در آن  $P_0(x, t-x) = 0$ ) است. میانگین مقطعی طول عمر همچنین می تواند با استفاده از نفر سال های نسلی به شکل زیر که با معادله (۱) برای مقادیر گسسته برابر است محاسبه شود:

$$(۵) \quad \text{CAL}(t) = \int_0^{\infty} p_c(x, t-x) dx$$

که  $L_x^c$  برابر است با تعداد نفر سال های زندگی بین  $x$  و  $x+n$  در جدول عمر نسلی بین زمان دقیق  $(t-x)$  و  $(t-x-n)$ .

جدول شماره ۱. نمونه ای از نحوه جمع آوری نفر سال های عمر شده نسلی برای سال ۱۳۸۵

سن در سال ۱۳۸۵	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰
سال مرجع									
۱۳۸۵	$5L_0$								
۱۳۸۰		$5L_5$							
۱۳۷۵			$5L_{10}$						
۱۳۷۰				$5L_{15}$					
۱۳۶۵					$5L_{20}$				
۱۳۶۰						$5L_{25}$			
۱۳۵۵							$5L_{30}$		
۱۳۵۰								$5L_{35}$	
۱۳۴۵									$5L_{40}$

## داده‌ها و روش

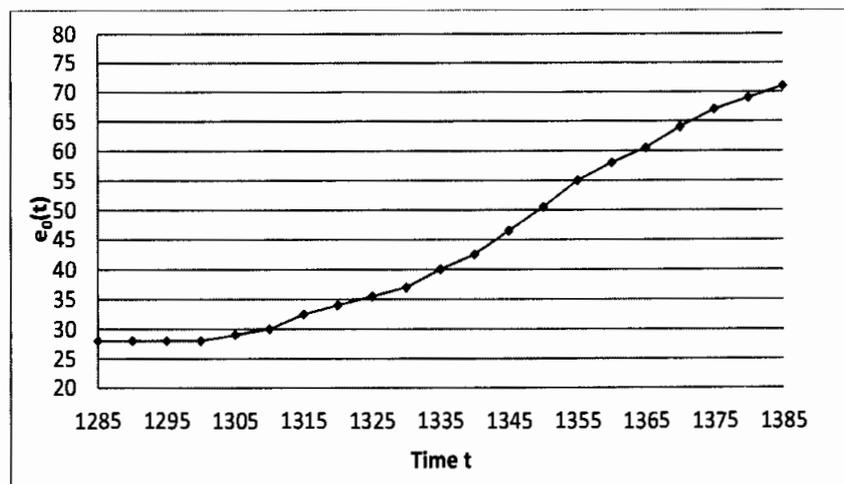
برای محاسبه نیرومحرکه تغییرات مرگ‌ومیر در هر سال ابتدا باید میانگین مقطعی طول عمر آن سال را یافت و برای این کار لازم است نفرسال‌های عمر شده نسلی را به دست آورد. برای مثال برای محاسبه میانگین مقطعی طول عمر سال ۱۳۸۵ باید نفرسال‌های نسلی ۱۳۸۵ با هم جمع شوند. نفرسال‌های نسلی این سال به این ترتیب جمع آوری می‌شوند که صفر ساله‌های ۱۳۸۵ نسل موالید ۱۳۸۵ هستند پس نفر سال نسلی صفر ساله‌ها برابر است با  $I_0$  از جدول عمر مقطعی سال ۱۳۸۵، ۵ ساله‌های ۱۳۸۵ نسل‌های سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۷۵ هستند، پس نفر سال نسلی ۵ ساله‌های ۱۳۸۵ برابر می‌شود با  $I_5$  از جدول عمر ۱۳۸۰ و یا مثلاً ۶۰ ساله‌های ۱۳۸۵ نسل سال‌های ۱۳۲۰ تا ۱۳۲۵ هستند، بنابراین نفرسال نسلی گروه سنی ۶۰ سال در ۱۳۸۵ با  $I_{60}$  از جدول عمر سال ۱۳۲۵ برابر می‌شود. به همین صورت می‌توان برای همه گروه‌های سنی عمل کرد و  $I_x$  همه گروه‌های سنی را جمع آوری نمود، در معادله (۳) قرار داد و میانگین مقطعی طول عمر سال ۱۳۸۵ را بدست آورد. جدول (۱) در صفحه قبل قسمتی از این مراحل را نشان می‌دهد.

با توجه به آنچه گفته شد، برای محاسبه نیرومحرکه تغییرات مرگ‌ومیر سال ۱۳۸۵ کشور در فواصل ۵ ساله و به صورت پس‌رونده جداول عمری تا سال ۱۳۰۵ مورد نیاز است. همچنین با توجه به هدف این تحقیق، لازم است نیرومحرکه تغییرات مرگ‌ومیر از زمانی که تغییرات مرگ در ایران آغاز می‌شود تا زمانی که اثر این تغییرات کاملاً از بین می‌رود هم محاسبه شود. پس قبل از هر چیز باید مجموعه‌ای از مقادیر امید زندگی برآورد شود. به این منظور در اولین گام همه برآوردهایی که در خصوص مرگ‌ومیر در ایران صورت گرفته و قابل استناد بودند جمع آوری شد. گذشته نگرترین برآوردها را امانی (۱۳۷۴) انجام داده است و میزان‌های مرگ‌ومیر خام ایران را برای دوره ۱۲۵۵ تا ۱۳۷۰ برآورد کرده است. خزانه و سادات دربندی (۱۳۵۲) هم گذشته نگری دیگری تا سال ۱۳۰۰ انجام داده‌اند. نهائیان و خزانه (۱۳۵۶) با استفاده از آمارگیری نمونه‌ای که وزارت بهداشت فراهم کرده بود میزان‌های حیاتی ایران از جمله امید زندگی در بدو تولد را برای سال‌های ۱۳۵۲ تا ۱۳۵۳ برآورد کردند. کولی (۱۳۶۱) با استفاده از طرح ارج برای نخستین بار به روش مستقیم مجموعه جداول عمری برای ایران برای دوره ۱۳۵۲ تا ۱۳۵۶ تهیه کرد. شمس (۱۳۶۱) با استفاده از آمارهای سرشماری اولین برآورد غیر مستقیم امید زندگی را برای سال ۱۳۵۵ انجام داد. بعد از اینها در دهه ۱۳۶۰ برآوردهای متنوعی از امید زندگی در دسترس است. از جمله زنجانی و کوششی (۱۳۷۱) در طرح ریزی کالبدی ملی به بررسی مرگ‌ومیر در دوره ۱۳۶۵ تا ۱۴۰۰ می‌پردازند. زنجانی (۱۳۷۰) در جلد اول کتاب جمعیت و شهرنشینی با استفاده از داده‌های طرح ارج پنج سطح مختلف مرگ‌ومیر را تعریف می‌کند و برای هر کدام از این سطوح امید زندگی خاصی ارائه می‌دهد و در نهایت مرگ‌ومیر کشور در دوره ۱۳۶۵ تا ۱۳۷۰ را معادل سطح شهری طرح ارج می‌داند. اما در دهه

۱۳۷۰ و ۱۳۸۰ برآوردهای کمتری در خصوص مرگ و میر از سوی جمعیت‌شناسان صورت گرفته است. برای مثال میرزایی، کوششی و ناصری (۱۳۷۵) در طرح برآورد شاخص‌های حیاتی - جمعیتی کشور در سرشماری‌های ۷۰-۱۳۶۵ به روش‌های مختلف و در نهایت به روش براس - تراسل امید زندگی در بدو تولد این دوره را محاسبه کرده‌اند. نورالهی در تحقیقی که مرکز آمار (۱۳۸۲) منتشر کرده است با تعریف یک مدل لجستیکی گسترده‌ترین برآوردهای مرگ و میر ایران را از ۱۳۳۵ تا ۱۴۰۰ به صورت سال به سال ارائه داده است. هما آقا (۱۳۸۷) هم آخرین برآوردها را از امید زندگی سال ۱۳۸۵ ارائه داده است.

در گام دوم پس از جمع‌آوری این اطلاعات لازم بود معلوم شود تغییرات مرگ و میر در ایران از چه سالی آغاز شده است. بنابراین به تحقیقاتی که در مورد گذار جمعیتی و گذار مرگ و میر در ایران پرداخته بودند رجوع شد که البته حاوی نظرات متنوعی بود. بر اساس این تحقیقات به طور خلاصه می‌توان گفت طبق نظر مهاجرانی (۱۳۶۷) امید زندگی در بدو تولد ایران در آستانه قرن چهاردهم ۳۰ سال است، از نظر امانی (۱۳۷۴) کاهش مرگ و میر در ایران از حدود ۱۳۰۰ تا ۱۳۲۰ و با امید زندگی ۳۰ سال در ۱۳۰۰ و از نظر سرایی (۱۳۷۶) از آغاز قرن ۱۴ و با امید زندگی ۲۵ سال و از نظر میرزایی (۱۳۶۷) از حدود ۱۳۲۰ و با امید زندگی کمتر از ۳۵ آغاز شده است. در این تحقیق با جمع‌بندی و میانگین‌گیری از این نظرات سال ۱۳۰۰ و امید زندگی (بدو تولد) ۲۸ سال به ترتیب زمان و سطح شروع تغییرات مرگ و میر در ایران در نظر گرفته شدند. در مرحله بعد با فرض شروع تغییرات مرگ در سال ۱۳۰۰ با امید زندگی ۲۸ سال و با مجموعه امید زندگی‌های جمع‌آوری شده از تحقیقات گوناگون روند تغییرات مرگ و میر برای جمعیت ایران به شکل (۲) رسم شد.

شکل شماره ۲. روند تغییرات امید زندگی در بدو تولد در ایران در دوره ۱۲۸۵ تا ۱۳۸۵



پس از تعیین امید زندگی کل در هر سال و امید زندگی‌های ویژه سنی مجموعه جداول عمر مقتضی این امید زندگی‌ها برای هر دو جنس ساخته شد. مقدار نیرومحرکه تغییرات مرگ‌ومیر براساس اطلاعات جداول عمر حاصله بر چند پیش‌فرض استوار است. اول این‌که فرض می‌شود که جمعیت بسته است و نیز باروری تا سال مرجع در حال تغییر بوده سپس در سال مرجع به سطح جانشینی می‌رسد و از آن پس هم در آن سطح باقی می‌ماند. پیش‌فرض دوم این‌که مرگ‌ومیر بعد از سال مرجع در همان سطح سال مرجع باقی می‌ماند. سال مرجع محاسبات برای مطالعه نیرومحرکه مرگ‌ومیر ایران سال ۱۳۸۵ انتخاب شد. این انتخاب به چند دلیل صورت گرفت. اول این‌که اگرچه اکثر محققین سال ۱۳۸۰ را آستانه رسیدن باروری ایران به سطح جانشینی می‌دانند. اما برخی این نظر را در مورد سال ۱۳۸۵ دارند و سال ۱۳۸۵ را سال رسیدن باروری ایران به سطح جانشینی معرفی می‌کنند. دومین دلیل این است که وقتی سال مرجع ۱۳۸۵ باشد، این امکان فراهم می‌شود که از اطلاعات و تغییرات مرگ‌ومیر بیشترین استفاده صورت گیرد، چراکه آخرین برآورد از مرگ‌ومیر کشور برای سال ۱۳۸۵ موجود بود.

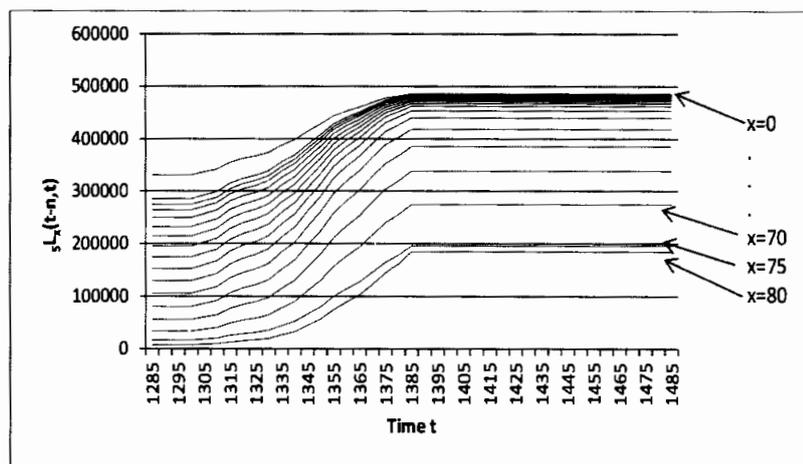
### یافته‌ها

همانطور که می‌دانیم تغییرات باروری و مرگ‌ومیر در گذشته هر کدام به نوبه خود سهمی در سالخوردگی جمعیت ایران خواهند داشت. همچنین در نتیجه تغییرات باروری، دوره‌ای تحت تأثیر نیرومحرکه جمعیت هم مطرح می‌شود که آن هم می‌تواند بر سالخوردگی ایران اثر داشته باشد. اما تغییرات مرگ‌ومیر هم به نوبه خود به وجود آورنده نیرومحرکه‌ای است که بر اساس رابطه نیرومحرکه تغییرات مرگ‌ومیر گیو (۲۰۰۵) از مقایسه میزان‌های نسلی و مقطعی مرگ‌ومیر قابل محاسبه است.

گیو اختلافات نسلی و مقطعی مرگ را شاخص تعیین نیرومحرکه مرگ معرفی می‌کند. میزان‌های مقطعی همان نفرسال‌های عمر شده جداول عمر مقطعی،  $I_x$  هستند و نفرسال‌های نسلی هم به عنوان شاخص‌های نسلی مرگ‌ومیر از طریق  $I_x$ ها بدست می‌آیند. که هر دو دسته داده جداول عمر گردآوری شده قابل محاسبه هستند. شکل (۳) نفرسال‌های عمر شده مقطعی مردان را برای گروه‌های سنی ۵ ساله از ۱۲۸۵ تا ۱۴۸۵ نشان می‌دهند.

۱. امید زندگی‌های به تفکیک جنس در نرم افزار MORTPAK برنامه MATCH با الگوی WEST قرار داده شد و برای فواصل ۵ ساله در دوره ۱۲۸۵ تا ۱۳۸۵ یک جدول عمر بدست آمد.

شکل شماره ۳. نفرسال‌های عمر شده مقطعی مردان در گروه سنی  $x$  تا  $x+n$  در زمان  $t$ .  $L_x(t-n, t)$  در فواصل ۵ ساله از سال ۱۲۸۵ تا ۱۴۸۵

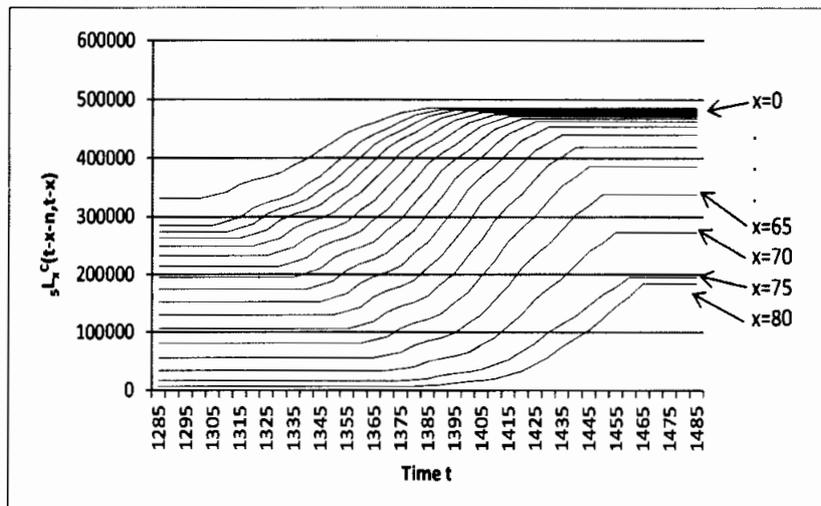


در شکل (۳) برای همه سنین روند مشابهی در طول زمان مشاهده می‌شود. به این ترتیب که  $L_x$ ها در همه سنین در ابتدا تا سال ۱۳۰۰ موازی محور افقی پیش می‌روند، از ۱۳۰۰ تا ۱۳۸۵ در همه سنین رو به افزایش می‌نهند و بعد از ۱۳۸۵ دوباره روند افزایش متوقف می‌شود و مقادیر این شاخص در سال‌های بعد از ۱۳۸۵ با مقدار آن در سال ۱۳۸۵ برابر می‌شود. این الگو در واقع نمایشی از فرضیاتی است که برای روند تغییرات مرگومیر بیان شد. به این ترتیب که فرض شد کاهش میزان‌های مرگومیر در کشور از سال ۱۳۰۰ آغاز شود و در سال ۱۳۸۵ متوقف شود. بنابراین میزان‌های مرگومیر قبل از سال ۱۳۰۰ برابر با سال ۱۳۰۰ و بعد از ۱۳۸۵ برابر با سال ۱۳۸۵ می‌شود. اگرچه شکل (۳) نمایشی از روند مرگومیر در کشور ارائه می‌دهد اما برای بررسی نیرومحرکه تغییرات مرگومیر به نفرسال‌های عمر شده نسلی هم نیاز است که می‌توان آن را با استفاده از همین  $L_x$ ها بدست آورد. نتایج در شکل (۴) نشان داده شده است.

نفرسال‌های عمر شده نسلی مولید  $t-x-n$  تا  $t-x$  که در سال  $t$  در گروه سنی  $x$  تا  $x+n$  هستند، به صورت  $L_x(t-x-n, t-x)$  نشان داده می‌شود. روند این شاخص در شکل (۴) با روند مقطعی آن در شکل (۳) در ظاهر مشابه هستند. در این شکل هم منحنی‌ها در همه سنین در ابتدا در طول زمان ثابت و موازی محور افقی پیش می‌روند، سپس افزایشی را نشان می‌دهند که ناشی از کاهش میزان‌های مرگومیر در کشور است و ثبات دوباره که روندی مشابه روند مقطعی است، و شباهت دیگر بین روندهای نسلی و مقطعی این است که هم در نمودارهای نسلی و هم مقطعی، در سنین مختلف، طول دوره اثر کاهش مرگومیر یکسان است به این معنا که نفرسال‌های عمر شده نسلی و مقطعی در همه سنین به مدت ۸۰ سال افزایش می‌یابند.

بین شکل‌های نسلی و مقطعی نفرسال‌های عمر شده اختلافاتی هم وجود دارد که عبارتند از این که در حالی که در مورد نفرسال‌های عمر شده مقطعی گفته شد که در همه گروه‌های سنی زمان شروع و پایان افزایش این شاخص یکسان است و بر دوره کاهش مرگ‌ومیر در کشور منطبق است؛ در مورد نفرسال‌های عمر شده نسلی این موضوع صدق نمی‌کند. به این ترتیب که گروه‌های سنی مختلف در زمان‌های متفاوتی دوره ۸۰ ساله تغییرات مرگ‌ومیر و افزایش خود را طی می‌کنند و این اختلاف زمانی دارای نظم خاصی است. به طوری که با افزایش سن، زمان بروز این تغییرات به تعویق می‌افتد. به این معنا که گروه سنی صفر ساله‌ها زودتر از گروه‌های سنی دیگر در معرض تغییرات مرگ‌ومیر قرار می‌گیرد و زودتر از گروه‌های سنی دیگر تغییرات مرگ‌ومیر در آن متوقف می‌شود. بر این اساس دوره افزایش نفرسال‌های عمر شده در گروه سنی اول از سال ۱۳۰۵ تا ۱۳۸۵ است. اثر تغییرات مرگ‌ومیر در گروه سنی دوم (۵ تا ۹ ساله‌ها) از ۱۳۱۰ تا ۱۳۹۰ بروز می‌کند و همین‌طور با افزایش سن تغییرات مرگ‌ومیر دیرتر آغاز می‌شود متعاقباً دیرتر هم به پایان می‌رسد. در نتیجه گروه سنی آخر از ۱۳۸۵ تا ۱۴۶۵ در معرض تغییرات مرگ‌ومیر قرار می‌گیرند.

شکل شماره ۴. نفرسال‌های عمر شده نسلی مردان در گروه سنی  $x$  تا  $x+n$  در زمان  $t$ .  $L_x^c(t-x-n, t-x)$  چابک در فواصل ۵ ساله از سال ۱۲۸۵ تا ۱۴۸۵



بنابراین پس از اتمام دوره ۸۵ ساله کاهش مرگ‌ومیر در ایران اثر تغییرات آن به مدت ۸۵ سال بر روند‌های نسلی ادامه می‌یابد. این وضعیت را می‌توان این‌طور توضیح داد که به طور کلی در حالی که  $L_x$ ها از سال ۱۳۸۵ به بعد ثابت باقی می‌مانند اما  $L_x^c$ ها برای مدتی به تغییر ادامه می‌دهند تا این که با  $L_x$ های جداول عمر مقطعی سال ۱۳۸۵ برابر شوند. چرا که نسل‌های موالید قبل از ۱۳۸۵ برای حداقل

قسمتی از زندگی شان با سطوح مرگ و میر قبل از ۱۳۸۵ مواجه بوده و بنابراین  $e_x$  پایبندی نسبت به نسل موالید بعد از ۱۳۸۵ را نشان می دهند. این روند که در آن نسل های دارای نفرسال های عمر شده بالاتر جایگزین نسل هایی با نفرسال های عمر شده پایین تر می شوند باعث افزایش جمعیت ناشی از اثر مستقیم تغییر مرگ می شود و تا بعد از سال ۱۳۸۵ ادامه دارد تا آن جا که جمعیت تنها در بردارنده موالید بعد از سال ۱۳۸۵ باشد. در نتیجه جمعیت همه گروه های سنی بعد از ۱۳۸۵ در اثر تغییر مرگ (حتی بعد از این که کاهش مرگ و میر مقطعی در سال ۱۳۸۵ متوقف شد)، افزایش خواهد یافت.

با مقایسه ای که بین مقادیر نسلی و مقطعی نفرسال های عمر شده صورت گرفت می توان این طور نتیجه گیری کرد که در جمعیت همه گروه های سنی ایران افزایشی ناشی از تغییرات مرگ و میر وجود دارد. اما مقدار کل این افزایش که همه گروه های سنی و به عبارت دیگر کل جمعیت را تحت تأثیر قرار می دهد از مقایسه مجموع تغییرات نسلی و مقطعی نفرسال ها بدست می آید.

همانطور که می دانیم مجموع نفرسال های نسلی با تقسیم بر صد هزار (یعنی رادیکس جمعیت در جدول عمر) امید زندگی در بدو تولد را می دهد به همین ترتیب مجموع نفرسال های عمر شده نسلی با تقسیم بر صد هزار، متوسط مقطعی طول عمر، CAL، را می دهد. "CAL شرایط مرگ و میر واقعی تجربه شده توسط نسل های موالید مختلف که بازمانده های آنها در یک زمان خاص در جمعیت حاضر هستند را محاسبه می کند" (گیو، ۲۰۰۳).

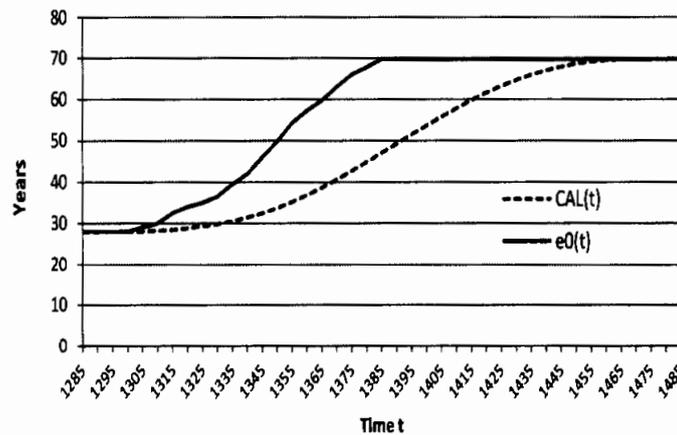
بر این اساس CAL و  $e_0$  برای ایران از سال ۱۲۸۵ تا ۱۴۶۵ محاسبه شده است و شکل (۵) مقادیر این شاخص ها را برای مردان نشان می دهند. لازم به ذکر است در اینجا هم تا سال ۱۳۸۵ از داده های واقعی استفاده شده و برای بعد از این سال نفرسال های نسلی استفاده شده در محاسبه CAL با استفاده از میزان های سال ۱۳۸۵ پیش بینی شده اند. این شکل همان طور که انتظار می رود همان اختلاف بین نفرسال های عمر شده نسلی و مقطعی را نشان می دهد و مبین این واقعیت است که اگر چه امید زندگی در بدو تولد از سال ۱۳۸۵ ثابت است اما متوسط مقطعی طول عمر بعد از سال ۱۳۸۵ همچنان به افزایش ادامه می دهد و تنها زمانی که به سطح امید زندگی در بدو تولد در سال ۱۳۸۵ می رسد از تغییر باز می ایستد. که این امر به دلیل بازتاب اینرسی موجود در نفرسال های عمر شده نسلی است.

براین اساس جا دارد این نکته هم ذکر شود که با توجه به شکل (۵) همواره CAL از  $e_0$  کوچکتر است که این وضعیت کاهش مرگ و میر کشور را منعکس می کند. یعنی چون مرگ و میر در ایران در حال کاهش بوده است بنابراین متوسط مقطعی طول عمر از امید زندگی در بدو تولد پایین تر است. برای مثال  $e_0$  سال ۱۳۵۵ برای مردان برابر است با ۵۴/۲۵ سال و CAL آن سال ۳۵/۲ سال است. این اختلاف به این دلیل است که امید زندگی از مجموع نفرسال های عمر شده مقطعی سال ۱۳۵۵ حاصل شده، حال آنکه CAL از مجموع نفرسال های عمر شده قبل از این سال بدست آمده است. چون شرایط مرگ و میر رو به

بهبود بوده است پس نفرسال‌های سال ۱۳۵۵ از نفرسال‌های قبل از این سال بزرگتر است و در نتیجه  $e_0$  از CAL بزرگتر است. این اختلاف که به وجود آورنده نیرومحرکه تغییرات مرگ‌ومیر است از حداقلی برابر صفر برای سال‌های قبل از ۱۳۰۰ که  $e_0$  و CAL مساوی هم و مساوی ۲۸ سال هستند، شروع می‌شود؛ به حداکثری برابر با ۲۳/۳ سال برای مردان و ۲۴/۸ سال برای زنان در سال ۱۳۷۵ می‌رسد. و دوباره در سال ۱۴۶۵ به حداقل مقدار صفر کاهش می‌یابد.

اما نکته مهم و پایانی در مورد این شکل‌ها این است که این روندها با اعمال فرض‌هایی برای سال ۱۳۸۵ شکل گرفته است، بنابراین وقتی در سال ۱۴۶۵ منحنی‌های  $e_0$  و CAL بر هم منطبق می‌شوند به معنی پایان اثر نیرومحرکه‌ای تغییرات مرگ‌ومیر سال ۱۳۸۵ است. بنابراین طبق فرضیات محاسبه نیرومحرکه تغییرات مرگ‌ومیر، اگر تغییرات مرگ‌ومیر در سال ۱۳۸۵ متوقف شود و باروری در این سال به سطح جانشینی برسد سال ۱۴۶۵ سالی است که جمعیت ایران ایستا می‌شود.

شکل شماره ۵ امید زندگی در بدو تولد در زمان  $t$ ،  $e_0(t)$ ، و متوسط مقطعی طول عمر در زمان  $t$ ،  $CAL(t)$ ، برای مردان در فواصل ۵ ساله از سال ۱۲۸۵ تا ۱۴۸۵



با معلوم شدن وجود نیرومحرکه تغییرات مرگ‌ومیر در کشور در سال‌های بعد از ۱۳۰۰ تا قبل از ۱۴۶۵، مقادیر آن برای سال‌های این دوره با توجه به تعریف گیو (۲۰۰۵) از تقسیم امید زندگی در بدو تولد در هر سال  $e_0(t)$  بر متوسط مقطعی طول عمر همان سال  $CAL(t)$ ، بدست می‌آید. برای مثال  $e_0(1385)$  برای مردان ۶۹/۷۵ و  $CAL(1385)$  برابر با ۴۷/۰۶ است. بنابراین طبق رابطه مذکور، نیرومحرکه تغییر مرگ‌ومیر برای سال ۱۳۸۵ برای مردان ۱/۴۸ است. و معنی آن این است که اگر مرگ‌ومیر مقطعی ایران در سال ۱۳۸۵ از تغییر باز ایستد و بعد از ۱۳۸۵ هم در سطح این سال ثابت بماند جمعیت مردان ایرانی در

نتیجه اینرسی موجود در بقای نسلی به ترتیب ۴۸ و ۵۱ درصد افزایش می‌یابد. نیرو محرکه‌های تغییرات مرگومیر بدست آمده برای سال‌های ۱۲۸۵ تا ۱۴۸۵ برای مردان در شکل (۶) ارائه شده است.

البته در این جا باید این مطلب توضیح داده شود که گوی (۲۰۰۵) با استفاده از این رابطه، نیرو محرکه تغییرات مرگومیر را تنها برای یک سال محاسبه کرده است. اما در این تحقیق در هنگام به کارگیری این رابطه برای سال ۱۳۸۵ مشخص شد که با استفاده از همین داده‌ها می‌توان نیرو محرکه تغییرات مرگومیر سال‌های دیگر را هم محاسبه کرد. اگرچه فرضیات تنها در مورد سال ۱۳۸۵ است (یعنی باروری در سال ۱۳۸۵ به سطح جانشینی برسد، مرگومیر بعد از این سال ثابت شود) اما با توجه به این که در محاسبه نیرو محرکه تغییرات مرگومیر، میزان‌های باروری نقشی ندارند پس فرض رسیدن باروری به سطح جانشینی را برای هر سال دیگری هم می‌توان به کار برد. در مورد مرگومیر هم می‌توان فرض ثابت شدن مرگ را برای هر سال در نظر گرفت. در واقع فرضیات مطرح شده برای محاسبه نیرو محرکه تغییرات مرگومیر، وضعیت آینده را نشان می‌دهند اما برای محاسبه نیرو محرکه تغییرات مرگومیر برای هر سال تنها به داده‌های قبل از آن سال نیاز است. در واقع این فرضیات در محاسبه نقشی ندارند بلکه در تعریف به کار می‌آیند.

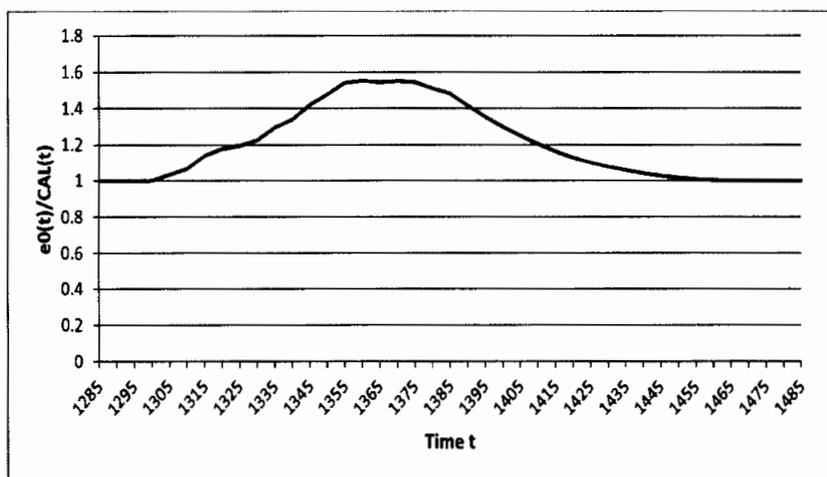
برای مثال نیرو محرکه تغییرات مرگومیر سال ۱۳۴۰ برای مردان که ۱،۳۳ است، این طور تعریف می‌شود که اگر باروری در این سال ناگهان به سطح جانشینی برسد و مرگومیر هم در این سال از تغییر باز ایستد و بعد از آن هم در سطح این سال ثابت بماند، جمعیت مردان سال ۱۳۴۰ در آینده حتی بعد از ثابت شدن میزان‌های مرگومیر، بر اثر مستقیم تغییرات مرگومیر ۳۳ درصد افزایش می‌یابد.

بر این اساس نکته دیگری هم شکل می‌گیرد و آن زمان پایان اثر نیرو محرکه تغییرات مرگومیر است. این زمان، همان زمانی است که  $e_0$  و  $CAL$  با هم برابر می‌شوند و منحنی‌هایشان برهم منطبق می‌شود. بر این اساس با توجه به شکل (۴) پایان اثر نیرو محرکه تغییرات مرگومیر سال ۱۳۸۵ در سال ۱۴۶۵ اتفاق می‌افتد. این سال می‌تواند به عنوان پایان اثر نیرو محرکه تغییرات مرگومیر سال‌های بعد از ۱۳۸۵ هم در نظر گرفته شود چون در الگویی که برای مرگومیر در نظر گرفتیم میزان‌های مرگ در سال‌های بعد از ۱۳۸۵ برابر با میزان‌های مرگ این سال است. اما برای سال‌های قبل از ۱۳۸۵ برای هر سال شکل نمودار (۴) تغییر خواهد کرد و در هر سالی که نیرو محرکه تغییرات مرگومیر آن مدنظر باشد منحنی  $e_0$  از آن سال به بعد ثابت و موازی محور افقی می‌شود، منحنی  $CAL$  هم تغییر می‌کند و در نتیجه منحنی‌های  $e_0$  و  $CAL$  زودتر به هم می‌رسند و بر همدیگر منطبق می‌شوند. این اتفاق برای منحنی‌های  $e_0$  و  $CAL$  برای سال‌های بعد از ۱۳۸۵ هم می‌توانست روی دهد، اگر فرض ثابت شدن مرگومیر بعد از این سال نبود. در واقع ما چون با فرض ثابت بودن مرگ بعد از سال ۱۳۸۵،  $CAL$  و  $e_0$  این دوره را حساب کردیم پس منحنی  $CAL$  و  $e_0$  آن همانند منحنی  $CAL$  و  $e_0$  سال ۱۳۸۵ است. حال آنکه اگر این فرض نبود و کاهش مرگومیر بعد از ۱۳۸۵ ادامه داشت منحنی‌های مذکور هم تغییر می‌کرد و در این صورت سال ۱۴۶۵ سال

پایان نیرومحرکه تغییرات مرگ‌ومیر سال‌های بعد از ۱۳۸۵ نبود بلکه پایان نیرومحرکه تغییرات مرگ‌ومیر این سال‌ها دیرتر رخ می‌داد. بنابراین در واقعیت هم که مرگ‌ومیر بعد از ۱۳۸۵ اگرچه با سرعت کمی اما همچنان در حال کاهش است شکل نمودارهای (۴) و در پی آن نمودار (۵) هم تغییر می‌کند و برای بعد از این سال مقادیر نیرومحرکه تغییرات مرگ‌ومیر با توجه به این که مرگ‌ومیر چه قدر کاهش می‌یابد بزرگتر از مقدار آن در این تحقیق می‌شد. در نتیجه در واقعیت که همچنان مرگ‌ومیر هرچند با سرعت اندکی اما همچنان در حال کاهش است، این مقدار نه تنها در سال ۱۴۶۵ به صفر نمی‌رسد که بعد از این سال همچنان مقداری مثبت خواهد داشت.

پس با این توضیحات روشن می‌شود که هر کدام از نقاط در شکل‌های (۵) دارای هویت مشخصی هستند که از فرضیات خاص خود برآمده‌اند. بر این اساس اوج‌گیری منحنی‌ها در دهه ۱۳۶۰ و ۱۳۷۰ هم برای مردان و هم برای زنان در این دو نمودار این طور توضیح داده می‌شود که اگر مرگ‌ومیر ایران در سطح این سال‌ها ثابت می‌شد جمعیت کشور در اثر مستقیم تغییرات مرگ‌ومیر بیش از سال‌های دیگر افزایش می‌یافت. و از سوی دیگر هر چه از سال‌های دهه ۱۳۶۰ و ۱۳۷۰ به سمت گذشته و یا آینده پیش رویم مقدار نیرومحرکه تغییرات مرگ‌ومیر کمتر می‌شود.

شکل شماره ۶ نیرومحرکه تغییرات مرگ‌ومیر مردان در زمان  $t$ :  $e_0(t)/CAL(t)$  در فواصل ۵ ساله از سال ۱۲۸۵ تا ۱۴۸۵



اما همانطور که قبلاً هم گفته شد بیشترین نیرومحرکه تغییرات مرگ‌ومیر مربوط به سال‌های دهه ۱۳۶۰ و ۱۳۷۰ است و سال ۱۳۸۵ از نظر مقدار این شاخص حدوداً در جایگاه پنجم قرار دارد. بنابراین در هر سال علاوه بر تعداد گروه‌های سنی‌ای که تغییرات مرگ‌ومیر را تجربه کرده‌اند عامل دیگری هم باید

در ایجاد اختلاف نیرو محرکه تغییرات مرگومیر اثر داشته باشد. این عامل را شاید بتوان در بررسی مجدد کسر نیرو محرکه تغییرات مرگومیر توضیح داد.

همان طور که پیشتر گفته شد صورت این کسر برای هر سال نفرسالهای عمر شده همان سال است و مخرج کسر، نفرسالهای عمر تا قبل از آن سال است. با گذشت زمان و کاهش مرگومیر در کشور هم صورت کسر و هم مخرج کسر بزرگ می‌شوند. اما از آنجا که روند کاهش مرگومیر در کشور با سرعت یکسانی روی نداده است پس روند افزایش نفرسالها، اعم از نسلی و مقطعی (صورت و مخرج کسر)، به طور یکنواخت و ثابت نبوده است. بنابراین با توجه به این که در مخرج کسر نیرو محرکه تغییرات مرگومیر، نفرسالهای عمر شده مربوط به نسل‌های چه دوره‌ای حضور دارند و در آن دوره روند تغییرات مرگ چه سرعتی داشته است اختلاف صورت و مخرج کسر نیرو محرکه تغییرات مرگومیر و در نتیجه مقدار نیرو محرکه تغییرات مرگومیر و روند تغییرات آن شکل می‌گیرد.

در نتیجه با این رویکرد می‌توان توضیح داد که چرا نیرو محرکه تغییرات مرگومیر در سال ۱۳۸۵ کمتر از دهه‌های ۱۳۶۰ و ۱۳۷۰ است. بر این اساس با توجه به این که تقریباً از میانه دهه ۱۳۶۰ سرعت کاهش مرگومیر آرامتر شده است پس افزایش مرگومیر با سرعت زیاد از ۱۳۰۰ تا سال ۱۳۶۵ موجب افزایش صورت کسر نیرو محرکه تغییرات مرگومیر یعنی امید زندگی،  $e_0$  شد. اما CAL (مخرج کسر نیرو محرکه تغییرات مرگومیر) چون بازتاب کننده مرگومیرهای گذشته است نسبت به امید زندگی با تأخیر دچار این تغییرات می‌شود، در نتیجه نیرو محرکه تغییرات مرگومیر با سرعت افزایش می‌یابد.

به تدریج از ۱۳۶۵ از سرعت افزایش امید زندگی کاسته شده است و CAL همچنان با همان سرعت آرام گذشته در حال افزایش است، این منجر می‌شود به این که نیرو محرکه تغییرات مرگومیر در دهه ۱۳۶۰ و ۱۳۷۰ دیگر دچار افزایش نشود در سطح دهه ۱۳۶۰ تقریباً ثابت بماند، بعد از این دوره با آرامتر شدن سرعت افزایش امید زندگی، این بار افزایش CAL شدت می‌گیرد. چرا که در این دوره CAL را میزان‌های سال‌های دوره کاهش سریع مرگومیر تشکیل می‌دهد. بنابراین آرام شدن افزایش امید زندگی و همچنین شدت یافتن افزایش CAL، اختلاف صورت و مخرج کسر نیرو محرکه تغییرات مرگومیر را کم می‌کند و در نتیجه مقدار نیرو محرکه تغییرات مرگومیر از بعد از دهه ۱۳۷۰ رفته رفته وارد روند کاهشی خود می‌شود. اگرچه در سال ۱۳۸۵ همچنان مقدار نیرو محرکه تغییرات مرگومیر بالاست اما در سیر کاهشی روند تغییرات قرار گرفته است.

### نیرو محرکه تغییرات مرگومیر و سالخوردگی

برای اینکه بررسی شود نیرو محرکه مرگ چه اثری بر سالخوردگی جمعیت دارد سعی شد به این سؤال پاسخ داده شود که نیرو محرکه مرگ در آینده گروه سنی سالخوردگی را در مقایسه با گروه‌های سنی

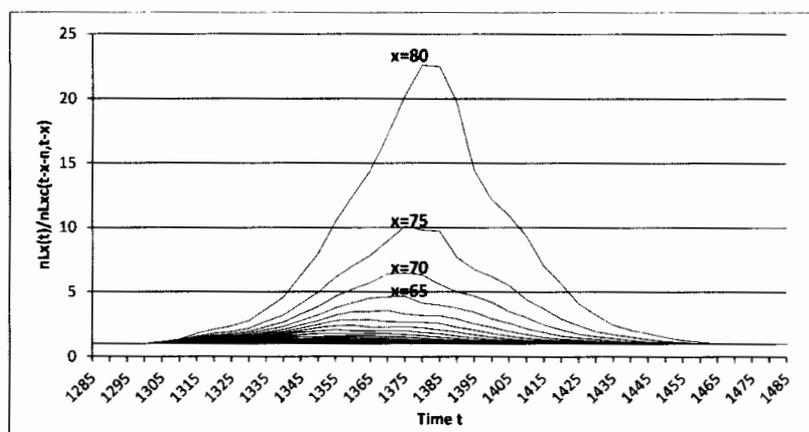
دیگر به چه صورتی تغییر می‌دهد؟ برای پاسخ به این سؤال از ایده رولند<sup>۱</sup> (۱۹۹۶) استفاده شد. رولند (۱۹۹۶) با استفاده از نیرومحرکه جمعیت ویژه سنی توانست میزانی برای سالخوردگی پیشنهاد دهد. در این مقاله هم به با استفاده از نسبت نفرسال‌های عمر شده نسلی بر مقطعی برای هر گروه سنی، نیرومحرکه مرگ ویژه سنی تعریف گردید.

$$(۶) \quad \text{نیرومحرکه تغییرات مرگ‌ومیر ویژه سنی} = \frac{nL_x(t-n, t)}{nL_x^c(t-x-n, t-x)}$$

در معادله (۴)،  $nL_x(t-n, t)$  و  $nL_x^c(t-x-n, t-x)$  همان نفرسال‌های عمر شده نسلی و مقطعی هستند که پیش از این کاملاً معرفی شده‌اند.

همانطور که در شکل (۶) مشاهده می‌شود روند تغییرات نیرومحرکه تغییرات مرگ‌ومیر ویژه سنی بدست آمده در همه سنین مقادیر نیرومحرکه تغییرات مرگ‌ومیر از حداقل برابر با یک در ۱۳۰۰ رفته رفته افزایش می‌یابند به اوج می‌رسند و پس از آن شروع به کاهش می‌نمایند تا در نهایت در سال ۱۴۶۵ دوباره به مقدار یک برسند.

شکل شماره ۷. نیرومحرکه مرگ‌ومیر ویژه سنی حالت دوم مردان،  $nL_x(t-n, t)/nL_x^c(t-x-n, t-x)$  در فواصل ۵ ساله از سال ۱۲۸۵ تا ۱۴۸۵



با توجه به نمودار منحنی‌های نقاط اوج در سنین مختلف متفاوت است به این ترتیب که با افزایش سن نقاط اوج دیرتر اتفاق می‌افتد به طوریکه درحالی‌که بیشترین مقدار نیرومحرکه تغییرات مرگ‌ومیر ویژه ۸۰ سال و بالاتر در سال ۱۳۸۰ است، نیرومحرکه تغییرات مرگ‌ومیر ویژه گروه سنی ۷۵-۷۹ سال

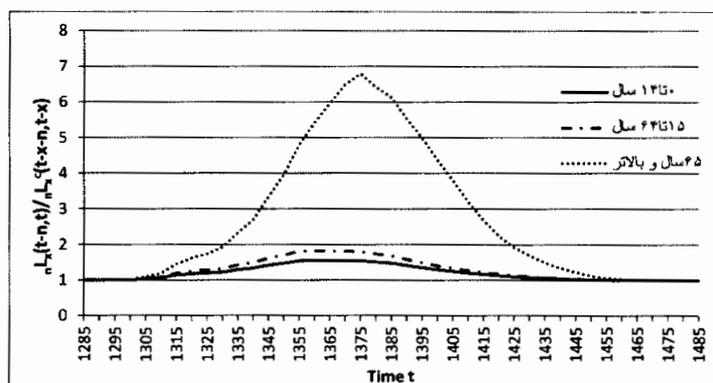
در ۱۳۷۵، گروه سنی ۷۴-۷۰ سال در ۱۳۷۰ است و همین طور الی آخر. برای بررسی این که چرا چنین وضعیتی شکل گرفته و همچنین مطالعه دیگر ویژگی‌های گروه‌های سنی در مقایسه با یکدیگر، نتایج نیرومحرکه تغییرات مرگومیر به تفکیک سه گروه بزرگ سنی در نمودار (۷) ارائه شده است.

در نمودار (۷) منحنی‌های دو گروه سنی کودکی و میانسالی تقریباً مشابه هم و متفاوت از گروه سنی سالخوردهگی هستند. در این دو گروه سنی تقریباً نقطه اوج مشخصی نمی‌توان مطرح کرد بلکه در بازه زمانی دهه ۱۳۶۰ و ۱۳۷۰ منحنی‌ها در اوج قرار دارند. اوجی که با روندی آرام شروع می‌شود و پس از آن هم به آرامی پایان می‌گیرد، به طوری که در کل در هر دو گروه سنی در دوره دویست ساله ۱۲۸۵ تا ۱۴۸۵ نیرومحرکه تغییرات مرگومیر در حدود یک واحد تغییر می‌کند. و البته نیرومحرکه تغییرات مرگومیر میانسالی دارای سطوحی بالاتر از گروه سنی کودکی است. به این ترتیب که هر دو تا ۱۳۰۰ دارای نیرومحرکه تغییرات مرگومیر یک هستند (یعنی اثر نیرومحرکه تغییرات مرگومیر بر جمعیت صفر است) سپس هر دو در دهه‌های ۱۳۶۰ و ۱۳۷۰ به اوج مقادیر خود می‌رسند اما در گروه سنی کودکی این مقدار در حدود ۱/۵ و در گروه میانسالی در حدود ۱/۸ است. پس از آن، نیرومحرکه تغییرات مرگومیر دوباره کاهش می‌یابد و در ۱۴۶۵ به مقدار یک می‌رسد. بنابراین تغییر مقداری کمتر از یک واحد در طول ۲۰۰ سال منحنی‌های همواری که در شکل (۷) مشاهده می‌شود را رقم می‌زند.

در مورد سنین سالخوردهگی وضعیت کاملاً متفاوت است. اولین تفاوت بزرگتر بودن مقادیر نیرومحرکه تغییرات مرگومیر این گروه سنی در همه سال‌ها نسبت به دو گروه سنی دیگر است، اختلافی که در ابتدا کم است اما رفته رفته و با اوج‌گیری منحنی به مراتب بیشتر از قبل می‌شود. به عبارت دیگر در حالی که هر سه منحنی تا ۱۳۰۰ دارای مقادیر یک هستند و از ۱۳۰۰ شروع به افزایش می‌نمایند اما مقدار افزایش گروه سنی سالخوردهگی در هر فاصله زمانی پنج ساله بیشتر از دو گروه سنی دیگر است. به طوری که همانطور که در بالا هم گفته شد بیشترین مقدار نیرومحرکه تغییرات مرگومیر در گروه‌های سنی کودکی و میانسالی به ترتیب ۱/۵ و ۱/۸ است در حالی که بیشترین نیرومحرکه تغییرات مرگومیر در گروه سنی سالخوردهگی ۶/۸ است. برای این که معنی این اختلاف مشخص شود ابتدا باید زمانی که گروه سنی سالخوردهگی به این مقدار می‌رسد هم تعیین گردد که این خود اختلاف دیگری را بین گروه‌های سنی رقم می‌زند. در حالی که دو گروه سنی کودکی و میانسالی در دهه‌های ۱۳۶۰ و ۱۳۷۰ به آرامی اوج می‌گیرند اما گروه سنی سالخوردهگی در سال ۱۳۷۵ به اوج خود می‌رسد. با این حال اگر برای سهولت در مقایسه، برای دو گروه سنی اول هم سال ۱۳۷۵ را نقطه اوج بگیریم پس می‌توان این طور خلاصه کرد که اگر تغییرات مرگومیر به طور ناگهانی در سال ۱۳۷۵ متوقف می‌شد و در سطوح این سال ثابت می‌ماند، بنابراین جمعیت مردان این سال بر اثر نیرومحرکه تغییرات مرگومیر پس از این سال همچنان افزایش خواهد یافت. در اثر این افزایش جمعیت سال ۱۳۷۵ در آینده در گروه سنی کودکی ۱/۵ برابر و در گروه سنی میانسالی ۱/۸ برابر و

در گروه سنی سالخوردگی ۶/۸ برابر می‌شود.

شکل شماره ۸ نیرومحرکه تغییرات مرگ‌ومیر ویژه سن در حالت دوم مردان،  $n_{10}(t, n, t-x) / n_{10}(t-x, n, t-x)$  برای گروه‌های سنی بزرگ در فواصل ۵ ساله از سال ۱۲۸۵ تا ۱۴۸۵



تعریفی که برای سال ۱۳۷۵ ارائه شد را می‌توان برای نیرومحرکه تغییرات مرگ‌ومیر ویژه سنی در همه سنین و همه سال‌های ۱۲۸۵ تا ۱۴۸۵ بسط داد. بنابراین با مشاهده دوباره شکل (۷) می‌توان این نکته مهم را اضافه کرد که اگر مرگ‌ومیر در سطح سال‌های دهه ۱۳۶۰ و ۱۳۷۰ ثابت می‌شد در مقایسه با این که در سال‌های دیگر ثابت شود بیشترین نیرومحرکه تغییرات مرگ‌ومیر را برای گروه‌های سنی مختلف ایجاد می‌کرد.

از سوی دیگر در سال ۱۳۷۵ بیشترین اختلاف بین نیرومحرکه تغییرات مرگ‌ومیر در گروه‌های سنی مختلف وجود دارد. به این معنی که اگر مرگ در سال ۱۳۷۵ ثابت می‌شد بیش از ثابت شدن مرگ در هر سال دیگر جمعیت سالخوردگان نسبت به جمعیت کودکان و میانسالان رشد می‌کرد. این نتیجه با نتایج حاصل از بررسی نیرومحرکه تغییرات مرگ‌ومیر کل کاملاً مطابقت دارد. در آنجا هم دهه ۱۳۶۰ و ۱۳۷۰ بیشترین مقدار نیرومحرکه تغییرات مرگ‌ومیر کل را دارا بود. بنابراین آنچه در آنجا در مورد چگونگی شکل‌گیری مقادیر مختلف گفته شد در اینجا هم صدق می‌کند. یعنی تغییرات مرگ‌ومیر در کشور در طول زمان میزان‌های نسلی را دیرتر از مقادیر مقطعی دچار تغییر می‌کند.

در ضمن در بین میزان‌های نسلی و در سنین مختلف این میزان‌ها هم در ایجاد تغییرات اختلاف زمانی وجود دارد. یعنی کاهش مرگی که در دوره ۱۳۰۰ تا ۱۳۸۵ در کشور رخ داده است در زمان‌های متفاوتی بر مقادیر نسلی اثر گذاشته است. به این ترتیب که گروه سنی کودکی هم زمان با تغییرات مقطعی دچار تغییرات نسلی شده است (اگرچه تغییرات نسلی کمی بیشتر از تغییرات مقطعی طول کشیده است) در

نتیجه‌ی این اختلاف نسلی و مقطعی اندک، نیرومحرکه تغییرات مرگومیر در این گروه سنی ناچیز است. در گروه سنی میان‌سالی تغییرات نسلی از ۱۳۲۰ آغاز شده است و این در حالی است که میزان‌های مقطعی مرگ از ۱۳۰۰ دچار کاهش شده‌اند. بنابراین میزان‌های نسلی ۲۰ سال دیرتر از میزان‌های مقطعی کاهش خود را شروع کرده‌اند. از سوی دیگر در حالی که تغییرات مقطعی در ۱۳۸۵ تمام می‌شود تغییرات نسلی تا ۱۴۴۵ ادامه دارد. در نتیجه‌ی این تفاوتها در میان‌سالی هم نیرومحرکه‌ای ناشی از اثر مستقیم تغییر مرگ در سال‌های ۱۳۰۰ تا ۱۴۴۵ به وجود می‌آید. نیرومحرکه تغییرات مرگومیر این گروه سنی به دلیل اختلافات زمانی بیشتر تغییرات نسلی و مقطعی آن، بیش از نیرومحرکه تغییرات مرگومیر گروه سنی کودکی است.

اما در گروه سنی سالخوردگی تغییرات نسلی ۷۰ سال بعد از تغییرات مقطعی و در سال ۱۳۷۰ آغاز می‌شود و تا سال ۱۴۶۵ ادامه دارد. و این اختلاف زمانی بیشتر، نیرومحرکه تغییرات مرگومیر بیشتری را در پی دارد. با توجه به سه مقطع زمانی که برای شروع تا پایان تغییرات نسلی گفته شد می‌توان این را هم اضافه کرد که با شروع تغییرات مقطعی، اختلافات نسلی و مقطعی میزان‌های مرگ آغاز می‌شود یعنی دقیقاً از سال ۱۳۰۰ همزمان با آغاز کاهش مرگومیر در کشور نیرومحرکه تغییرات مرگومیر در همه سنین به وجود می‌آید، اما در سوی دیگر در حالی که تغییرات مقطعی در سال ۱۳۸۵ پایان می‌یابد میزان‌های نسلی در گروه سنی کودکی در سال ۱۳۹۵، در گروه سنی میان‌سالی در سال ۱۴۴۵ و در گروه سنی سالخوردگی در سال ۱۴۶۵ اتفاق می‌افتد. بنابراین پایان نیرومحرکه تغییرات مرگومیر در سنین مختلف متفاوت می‌شود. پس به طور خلاصه تغییرات مرگی که در سال ۱۳۰۰ تا ۱۳۸۵ در کشور اتفاق افتاده است از ۱۳۰۰ تا ۱۴۶۵ نیرومحرکه تغییرات مرگومیری در جمعیت کل کشور ایجاد کرده است. این نیرومحرکه تغییرات مرگومیر در سنین مختلف در زمانهای مختلفی بروز می‌کند. در گروه سنی کودکی از سال ۱۳۰۰ تا ۱۳۹۵، در گروه سنی میان‌سالی از ۱۳۰۰ تا ۱۴۴۵، و در گروه سنی سالخوردگی از ۱۳۰۰ تا ۱۴۶۵ اتفاق می‌افتد. بنابراین با توجه به سه دوره مذکور، از سال ۱۳۰۰ تا ۱۳۹۵ هر سه گروه سنی دارای نیرومحرکه تغییرات مرگومیر هستند، از ۱۳۹۵ تا ۱۴۴۵ نیرومحرکه تغییرات مرگومیر گروه سنی کودکی از بین می‌رود و تنها دو گروه سنی میان‌سالی و سالخوردگی دارای نیرومحرکه تغییرات مرگومیر هستند. از ۱۴۴۵ تا ۱۴۶۵ یعنی پایان اثر تغییرات مرگ و نیرومحرکه تغییرات مرگومیر گروه سنی میان‌سالی، تنها نیرومحرکه تغییرات مرگومیر سالخوردگی وجود دارد. یعنی در حالی که از ۱۳۰۰ تا ۱۳۹۵ کل گروه‌های سنی در اثر کاهش مرگ در آینده پتانسیل افزایش خواهند داشت، در ۱۳۹۵ تا ۱۴۴۵ دیگر تغییری در اندازه گروه سنی کودکی در اثر کاهش مرگ رخ نمی‌دهد و تنها دو گروه سنی دیگر دارای پتانسیلی ناشی از کاهش مرگ برای افزایش در آینده هستند. در ۱۴۴۵ تا ۱۴۶۵ نیروی افزایش گروه سنی میان‌سالی هم از بین می‌رود و در این دوره تنها در گروه سنی سالخوردگی پتانسیلی برای افزایش جمعیت آینده وجود خواهد داشت.

با این همه در همه این مقاطع زمانی، با توجه به شکل (۷)، چه دوره‌ای که نیرو محرکه تغییرات مرگ‌ومیر در هر سه گروه سنی وجود دارد و چه در دو دوره دیگر همیشه نیرو محرکه تغییرات مرگ‌ومیر سالخوردگی بیش از دو گروه سنی دیگر بوده است. این وضعیت تا سال ۱۳۷۵ در حال شدت گرفتن است و با شروع تغییرات نسلی در سال ۱۳۷۰ و کاهش اختلافات نسلی و مقطعی گروه سنی سالخوردگی، رفته‌رفته اختلاف سه گروه سنی کاهش می‌یابد تا این که در سال ۱۴۶۵ دوباره با هم برابر شوند.

### نتیجه‌گیری

بزرگ شدن نسل‌هایی که به سنین سالخوردگی می‌رسند دو علت می‌تواند داشته باشد: اول این که این نسل‌ها از ابتدا نسبت به نسل‌های قبل و بعد از خود بزرگتر بوده باشند. این حالت مربوط به دوره افزایش باروری است. دوم این که این نسل‌ها در عبور از سنین مختلف تعداد افراد کمتری را بر اثر کاهش مرگ‌ومیر نسبت به نسل‌های قبل از خود از دست داده باشند.

لی (۱۹۹۴) دو مفهوم اثر میزان رشد و اثر سالخوردگی فردی را برای بررسی چگونگی اثر تغییرات مرگ‌ومیر و باروری بر ساختار سنی ارائه داده است. لی (۱۹۹۴) با استفاده از این دو مفهوم ثابت کرد کاهش باروری به واسطه کاهش اثر میزان رشد باعث سالخوردگی جمعیت می‌شود اما کاهش مرگ‌ومیر دارای اثر مبهمی بر ساختار سنی جمعیت است چرا که از یک سو به واسطه افزایش اثر میزان رشد ناشی از افزایش احتمال بقای افراد باعث جوانی جمعیت می‌شود و از سوی دیگر به واسطه افزایش اثر سالخوردگی فردی باعث سالخوردگی جمعیت می‌گردد.

با توجه به روند باروری ایران، سهم بزرگی از نگرانی‌ها در خصوص سالخوردگی جمعیت کشور در آینده مربوط به کاهش اثر میزان رشد ناشی از کاهش باروری است. چرا که افزایش باروری ایران بعد از انقلاب اسلامی تا حدود سال ۱۳۶۴ و سپس کاهش سریع آن تا سطح جان‌شینی، نسل‌های مولید بزرگتری در این دوره نسبت به نسل‌های پیش و پس از آن به وجود آورد. تفاوت این چند نسل به صورتی است که با عبور آنها از سنین مختلف شکل ساختار سنی تغییر یافته است. این نسل‌ها تا پیش از رسیدن به ۱۵ سالگی، ساختار سنی جمعیت کشور را جوانتر کردند، بعد از رسیدن به سنین کار (۱۵ تا ۶۴ سالگی) کشور را وارد مرحله پنجره جمعیتی نموده‌اند و در آینده با رسیدن به سنین سالخوردگی جمعیت کشور را سالخورده می‌کنند. بنابراین رسیدن نسل مولید پایان دهه پنجاه و اوایل دهه ۱۳۶۰ به سنین سالخوردگی، در واقع باعث سالخوردگی جمعیت ناشی از اثر میزان رشد می‌شود. اما با توجه به روند تغییرات مرگ‌ومیر در ایران، سالخوردگی کشور در آینده ناشی از اثر سالخوردگی فردی هم هست.

در این مقاله برای بررسی اثر سالخوردگی فردی و در واقع برای بررسی اثر تغییرات تاریخی مرگ‌ومیر بر سالخوردگی جمعیت در آینده، ابتدا الگویی برای تغییرات مرگ‌ومیر کشور در نظر گرفته

شد. به این ترتیب که با فرض شروع کاهش مرگومیر ایران از اوایل قرن چهاردهم، روند کاهش در طول زمان با روند غیر یکنواختی همراه بوده است. به طوری که اگر در ابتدا مرگومیر با سرعت زیاد و با کاهش مرگومیر کودکان همراه بوده است، از اواسط دهه ۱۳۶۰ رفته‌رفته از سرعت آن کاسته شده و مرگومیر بزرگسالان هم به تدریج شروع به کاهش نموده است. اما به هر حال کاهش مرگومیر کودکان نقش بسیار مهمی در کاهش مرگومیر ایران، به طور عمده از اواسط دهه ۱۳۲۰ تا اواسط دهه ۱۳۶۰ داشته است. اگرچه مرگومیر کمتر کودکان در آن دوره باعث افزایش سهم کودکان شده و این امر به جوان‌تر کردن ساختار سنی کمک کرده است، اما در درازمدت وقتی نسل‌های این دوران وارد سنین سالخوردگی می‌شوند باعث سالخورده شدن جمعیت می‌شوند. بنابراین سالخوردگی جمعیت با ورود این نسل‌ها و در اثر سالخوردگی فردی آغاز خواهد شد، البته با این فرض که باروری تا سطح جانشینی کاهش یافته و تثبیت شده باشد. یعنی همان شرایطی که کشور ما در دو دهه گذشته تجربه کرده است.

بنابراین به طور خلاصه یافته‌ها بیان می‌دارد که نیرومحرکه تغییرات مرگ میزانی است که نشان می‌دهد کاهش مرگومیر تاریخی ایران نیروی کاملاً سالخورده‌کننده‌ای برای آینده است و سالخوردگی آن طبق گفته لی (۱۹۹۴)، ناشی از اثر سالخوردگی فردی و یا چرخه زندگی است؛ به دلیل رسیدن نسل‌های بزرگتر به سنین سالخوردگی ناشی از افزایش احتمال بقای افراد (نمردن بیشتر افراد) تا پیش از رسیدن این سنین و نه ناشی از بزرگتر بودن آنها در هنگام تولد است. از سوی دیگر یافته‌ها نشان می‌دهند که دهه ۱۳۶۰ و ۱۳۷۰ شمسی دارای بیشترین نیرومحرکه‌های مرگ هستند یعنی افزایش جمعیت بعد از این سال‌ها ناشی از تغییرات مرگ پیش از این سال‌ها بیش از سال‌های دیگر است. این در حالی است که بعد از این سال‌ها امید زندگی افزایش می‌یابد اما چون از سرعت افزایش کاسته شده است پس اختلاف میزان‌های نسلی و مقطعی مرگ کاهش می‌یابد و نیرومحرکه وارد روند نزولی می‌شود. بنابراین کاهش مرگومیر با سرعت زیاد تا قبل از ۱۳۶۵ دارای نیرومحرکه مرگی در دهه‌های ۱۳۶۰ و ۱۳۷۰ و تا حدودی دهه‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ است که این نیرومحرکه‌ها افزایشی را البته به نفع گروه سنی سالخوردگی در آینده در پی خواهد داشت.

اگر لی (۱۹۹۴) ثابت کرد که کاهش مرگومیر در سطوح پایین باعث برتری اثر میزان رشد (در صورت افزایش باروری) و جوانی جمعیت و کاهش مرگومیر در سطوح بالا باعث غلبه اثر سالخوردگی فردی و سالخوردگی جمعیت می‌شود؛ تحقیق حاضر در ادامه این نتیجه‌گیری نشان داد که کاهش مرگومیر در سطوح پایین اگرچه در کوتاه مدت جوانی جمعیت را در پی دارد، اما این کاهش دارای اثر بلندمدتی هم هست و به واسطه نیرومحرکه‌ای که تولید می‌کند سالخوردگی جمعیت ناشی از اثر سالخوردگی فردی را موجب خواهد شد.

## منابع

- آقا، هما (۱۳۸۷). محاسبه جدول عمر خلاصه و کامل استان‌های ایران برای سال ۱۳۸۵. تهران: مرکز مطالعات و پژوهش‌های جمعیتی آسیا و اقیانوسیه.
- امانی، مهدی (۱۳۷۴). "کوششی در نگرش تاریخی به روند میزان‌های مولید و مرگ و شناخت مراحل انتقال جمعیتی در ایران"، فصل‌نامه جمعیت، شماره‌های ۱۳ و ۱۴، صص ۷۱-۸۳.
- امیرخسروی، ارژنگ (۱۳۷۱). "پیرامون رشد جمعیت"، فصل‌نامه جمعیت، شماره ۲، صص ۷۷-۱۰۰.
- خزانه، حبیب‌الله و ابوالقاسم سادات دربندی، (۱۳۵۲). پیش‌بینی و گذشته‌نگری جمعیت شهری و روستایی ایران تا سال ۱۳۷۰. تهران: مرکز آمار ایران.
- زنجانی، حبیب‌الله (۱۳۷۰). جمعیت و شهرنشینی در ایران. تهران: مؤسسه مطالعات و تحقیقات شهرسازی و معماری ایران.
- 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.
- سرای، حسن (۱۳۷۶). "مرحله اول گذار جمعیتی ایران، ملاحظات مقدماتی"، نامه علوم اجتماعی، شماره ۹ و ۱۰، صص ۵۱-۷۶.
- سرای، حسن (۱۳۷۶). "گذار جمعیتی ایران: گزارش مقدماتی"، فصل‌نامه علوم اجتماعی، شماره ۹، پاییز ۱۳۷۶.
- سرای، حسن (۱۳۷۹). "ترکیب سنی، نیرومحرکه رشد و جمعیت آینده ایران"، نامه علوم اجتماعی، شماره ۱۵، بهار و تابستان ۱۳۷۹، صص ۴۷-۶۶.
- سرای، حسن (۱۳۸۲). روش‌های مقدماتی تحلیل ترکیب و توزیع جمعیت با تأکید بر ترکیب سنی جمعیت، انتشارات دانشگاه علامه طباطبایی.
- شمس، حسن (۱۳۶۱). جدول امید به زندگی ایران (جدول عمر). تهران: مرکز آمار ایران.
- کوششی، مجید (۱۳۸۷). "پویایی ساختار سنی و مسئله گشتاور رشد جمعیت ایران"، نامه انجمن جمعیت‌شناسی ایران، سال سوم، شماره ۵، تابستان ۱۳۸۷، صص ۸۱-۱۰۲.
- کولی، کی‌الدا (۱۳۶۱). جداول خلاصه عمر در ایران برای سال‌های ۱۳۵۶-۱۳۵۲. (ترجمه ک. آریکیان). تهران: مرکز آمار ایران.
- لیلنهای، بهمن (۱۳۷۸). "گشتاور رشد جمعیت ایران"، نامه علوم اجتماعی، شماره ۱۳، بهار و تابستان ۱۳۷۸، صص ۱۸۹-۲۰۶.
- مرکز آمار ایران (۱۳۹۰). نتایج سرشماری‌های کشور در ۱۳۴۵، ۱۳۵۵، ۱۳۶۵، ۱۳۷۵، ۱۳۸۵، سایت Http://

www.sci.org.ir

مرکز آمار ایران (۱۳۸۲). مرگ و میر کودکان در ایران، روندها و شاخص‌ها (۱۴۰۰-۱۳۳۵)، سایت

Http://www.sci.org.ir

مشایخی، علینقی و محمد تقی مجتهدزاده (۱۳۷۰). "اینرسی جمعیت و تحولات نرخ رشد در ایران"،  
مجموعه مقالات نخستین کنفرانس برنامه‌ریزی و توسعه، تهران، ۲۳-۲۱ دی ماه، انتشارات مؤسسه  
عالی پژوهش در برنامه‌ریزی و توسعه، تهران.

میرزایی، محمد (۱۳۶۷). "سطح مرگ و میر و توسعه-ارائه یک الگو"، نامه علوم اجتماعی، دوره جدید،  
جلد اول، شماره ۱، پاییز ۱۳۶۷، صص ۱۱۸-۱۰۷.

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

مهاجرانی، علی اصغر (۱۳۶۷). "ملاحظات درباره افزایش تعداد و رشد جمعیت ایران در یکصد سال  
اخیر (۱۳۶۵-۱۲۶۵)", نامه علوم اجتماعی، دوره جدید، جلد اول، شماره ۱، پاییز ۱۳۶۷، صص ۱۰۶-  
۹۱.

نهایتیان، وارتکس و حبیب الله خزانه (۱۳۵۶). میزان‌های حیاتی ایران. تهران: دانشکده بهداشت دانشگاه  
تهران.

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

Guillot, M. (2003). The Cross-Sectional Average Length of Life (CAL): A Period Mortality Measure that Reflects the Experience of Cohorts, *Population Studies* 57(1): 41-54.

Guillot, M. (2005). The Momentum of Mortality Change, *Population Studies*, 59(3).

Keyfitz, N. (1971). On the Momentum of Population Growth, *Demography*, 8(1): 71-80.

Kim, Y. J., and R. Shoen, (1997). Population Momentum Expresses Population Aging, *Demography*, 34(3): 421-427.

Lee, D.R. (1994). The Formal Demography of Population Aging, Transfers, and the Economic Life Cycle, In "Demography of Aging", Edited by Linda G., Martin

and Samuel H., Preston, National Academy Press, Washington, D.C.

Preston, S. H.(1986). The Relation Between Actual and Intrinsic Growth Rates, *Population Studies*, 40(3): 343-352.

Rowland, D.T. (1996) Population Momentum as a Measure of Aging, *European Journal of Population*, 12(1): 41-61.