

پیری جمعیت، امید به زندگی و رشد اقتصادی

صالح قوبدل^۱

نسیم میرغیائی مرادی^۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۸/۱

تاریخ ارسال: ۱۳۹۵/۱۱/۵

چکیده

در این تحقیق اثر پیری جمعیت بر رشد اقتصادی با توجه به متغیر رشد جمعیت و شاخص امید به زندگی برآورد می‌شود. برای این منظور از روش تفاضل‌گیری، میانگین‌زدایی و روش متغیرهای مجازی در داده‌های تلفیقی شامل ۱۴۶ کشور طی سال‌های ۲۰۱۳-۱۹۹۰ استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد، اثر منفی پیری جمعیت بر رشد اقتصادی در کشورهایی ظاهر می‌شود که شاخص امید به زندگی آنها بالای ۷۰ سال باشد و در کشورهایی که امید به زندگی پایین ۷۰ سال است، اثر پیری جمعیت بر رشد اقتصادی منفی نیست. همچنین نتایج این مقاله نشان می‌دهد، نرخ رشد جمعیت در صورتی بر رشد اقتصادی اثر مثبت می‌گذارد که جمعیت بالای ۶۵ سال حداقل ۱۸ درصد و حداکثر ۲۱ درصد از کل جمعیت باشد. در کشوری که جمعیت بالای ۶۵ سال بیش از درصد یادشده است، اثر مثبت رشد جمعیت بر رشد اقتصادی تضعیف می‌شود.

واژگان کلیدی: پیری جمعیت، رشد اقتصادی، امید به زندگی، رشد جمعیت.

طبقه‌بندی JEL: O4, O1, J26, J21, J15, J14

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱- دانشیار دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه (نویسنده مسؤول)، پست الکترونیکی:

Salehghavidel421@gmail.com, Ghavidel@iaufb.ac.ir.

۲- کارشناس ارشد اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه، پست الکترونیکی:

nassimmirghiyasi@yahoo.com

۱- مقدمه

پیری جمعیت بر رشد اقتصادی هم اثر منفی و هم اثر مثبت دارد. در نگاه اول، به نظر می‌رسد پیری جمعیت اثری منفی بر رشد اقتصادی داشته باشد، زیرا افزایش جمعیت سالخورده باعث سنگین‌تر شدن تأمین هزینه‌ها و امکانات جمعیت سالخورده می‌شود و چنین مشکلی بر ساختار و ترکیب تولید کالا و کارآیی تغییراتی ایجاد می‌کند که بر رشد اقتصادی اثرگذار است (بلوم^۱، ۲۰۱۵)، اما با واکاوی بیشتر مشخص می‌شود که پیری جمعیت اثری مثبت بر رشد نیز دارد. بنابراین، برآیند اثر نامشخص است؛ برای مثال، در دهه‌های آینده، کشورهای توسعه‌یافته با افزایش در درصد افراد مسن و کاهش نیروی کار مواجه خواهند شد. در برخی کشورها، جمعیت افرادی که رده سنی آنها ۶۴-۶۰ ساله است (که بسیاری از آنها به‌زودی بازنشسته خواهند شد)، از تعداد افرادی که رده سنی آنها ۱۹-۱۵ ساله هستند (که به‌زودی وارد بازار کار خواهند شد) بیشتر است. بدین ترتیب، کاهش جمعیت فعال در اقتصاد باعث سنگین‌تر شدن تأمین هزینه‌ها و امکانات، مصارف و هزینه‌های بیشتر و پس‌انداز کمتر در جوامع خواهد شد که این عوامل، سرمایه‌گذاری عمومی و در نتیجه، رشد اقتصادی را کاهش می‌دهد. از سویی، امروزه، امید به زندگی طولانی‌تر، افراد را به فعالیت اقتصادی بیشتر و طولانی‌تر وادار می‌کند که می‌تواند اثر مثبتی بر رشد اقتصادی داشته باشد (مور، منسفیلد، کیننگ و بلوم^۲، ۲۰۰۷). در این مقاله، مشخص می‌شود در چه شرایطی پیری جمعیت اثر مثبت و در چه شرایطی اثر منفی بر رشد اقتصادی می‌گذارد.

افزایش سطح امید به زندگی، کاهش نرخ باروری، افزایش جمعیت طی یک دوره خاص و مهاجرت‌های بین‌المللی چهار عاملی هستند که باعث پیری جمعیت می‌شوند. در بیشتر نقاط جهان، مردم اکنون بیش از دهه‌های پیش زندگی می‌کنند، اگر جهان را به‌عنوان مجموعه‌ای واحد در نظر بگیریم، امید به زندگی از دهه ۱۹۵۰ به این سو، حدود ۲۳ سال افزایش یافته است (از ۴۶/۸ سال در ۱۹۵۵-۱۹۵۰ به ۷۰/۵ سال در ۲۰۱۵-۲۰۱۰ رسیده است). همچنین

1- Bloom

2- Moore, Mansfield, Caning and Bloom

بین سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۱۵ زنان و مردان به‌طور متوسط ۴/۵ سال بیشتر عمر کردند. بیشترین امید به زندگی مربوط به سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۱۵ و حدوداً ۷۹/۲ سال برای آمریکای شمالی و کمترین امید به زندگی در آفریقا با ۵۹/۵ سال است. تمام مناطق جهان از سال ۱۹۵۰ در حال تجربه افزایش امید به زندگی بوده‌اند. سریع‌ترین افزایش مربوط به آسیا بوده که امید به زندگی از ۴۲ سال در دوره ۱۹۵۵-۱۹۵۰ به ۷۱/۶ سال در دوره ۲۰۱۰-۲۰۱۵ رسیده است.

نرخ باروری در جهان از ۵ کودک برای هر زن در سال ۱۹۵۰ به حدود ۲/۵ کودک در سال ۲۰۱۵ کاهش یافته و پیش‌بینی شده است که این نرخ در سال ۲۰۵۰ میلادی به ۲/۲ کودک برای هر زن کاهش یابد.^۱ عامل سوم، رشد سریع و انفجاری جمعیت در یک دوره خاص است. افزایش کودکانی که پس از جنگ جهانی دوم در آمریکا و دیگر نقاط دنیا متولد شده‌اند، موجب افزایش سهم سالخوردگان در جوامع امروزی شده است. در برخی کشورهای در حال توسعه وجود افراد ۶۰ ساله و بالاتر نتیجه زادوولد مداوم و بیش از حد در یک دوره زمانی است. عامل چهارم، مهاجرت است، مهاجرت گروه‌های سنی پایین می‌تواند باعث پیری جمعیت یک منطقه شود، اما در نرخ پیری جمعیت جهان اثری ندارد.

بر اساس جدیدترین گزارش سازمان ملل در ارتباط با سالخوردگی جمعیت در جهان، بیان شده که جمعیت افراد ۶۰ ساله و بالاتر در سال ۲۰۰۰ حدود ۶۰۷ میلیون نفر و در سال ۲۰۱۵ حدود ۹۰۱ میلیون نفر با ۴۸ درصد افزایش همراه بوده است. همچنین پیش‌بینی شده جمعیت گروه سنی ۶۰ ساله و بالاتر در سال ۲۰۳۰ به ۱/۴ میلیارد نفر و تا سال ۲۰۵۰ به ۲/۱ میلیارد نفر برسد که نسبت به سال ۲۰۰۰ میلادی سه برابر خواهد بود و بیش از ۲۲ درصد کل جمعیت جهان را شامل خواهد شد.^۲

با توجه با آمار و ارقام بیان شده، جهان در آستانه رسیدن به پدیده سالخوردگی انبوه جمعیت قرار گرفته است. مطالعه و بررسی اثرات این پدیده بر متغیرهای مختلف اقتصادی از جمله رشد اقتصادی برای دستیابی به پیشرفت و توسعه پایدار ضروری است. به همین منظور،

1- World Population Ageing, 2015, United Nations.

2- United Nations, 2015.

پژوهش حاضر بر این پرسش‌ها متمرکز شده است: آیا سالخوردگی جمعیت بر رشد اقتصادی اثر گذار است؟ اگر اثر گذار است، این اثر مثبت است یا منفی و به چه میزان رشد اقتصادی را تغییر می‌دهد؟

این پژوهش با هدف پاسخگویی به پرسش‌های یادشده در ۵ بخش ساماندهی شده است؛ بعد از مقدمه، ادبیات موضوع را مرور می‌کنیم، سپس، داده‌های پژوهش توصیف می‌شوند. بخش چهارم به تصریح مدل و برآورد اثر سالخوردگی جمعیت بر رشد اقتصادی اختصاص دارد. در انتها، به نتیجه‌گیری و پیشنهادها می‌پردازیم.

۲- مروری بر ادبیات موضوع

به‌طور کلی دو نگرش در خصوص اثر سالخوردگی جمعیت بر رشد اقتصادی وجود دارد؛ نگرش اول، معتقد به اثر منفی است و نگرش دوم به اثر مثبت اعتقاد دارد. عمده دلایل گروه اول به شرح زیر است:

افزایش جمعیت سالخورده باعث می‌شود طول دوره درمان بیماری‌ها بیشتر، مصارف و هزینه‌ها بیشتر و پس‌انداز کمتر شود (بلوم، ۲۰۱۱). پیترسون^۱ (۱۹۹۹)، می‌گوید، پیری یک بحران جهانی است که باعث بلعیدن اقتصاد جهانی می‌شود و پیری به‌خودی‌خود یک تهدید برای دموکراسی به شمار می‌آید. دیچات‌والد^۲ (۱۹۹۹)، می‌گوید، پیری می‌تواند تمام منابع اقتصاد را بمکد.

گرینسپن^۳ (۲۰۰۳)، رییس سابق فدرال رزرو آمریکا، هشدار داده است که پیری در آمریکا باعث ناپایداری امنیت اجتماعی و برنامه‌های بهداشتی و سلامت طولانی‌مدت می‌شود. مالمبرگ^۴ (۱۹۹۴)، در بررسی‌های خود نتیجه می‌گیرد که درصد جمعیت گروه‌های سنی ۴۰-۵۹ ساله دارای اثر مثبت بر رشد اقتصادی هستند و جمعیت سایر گروه‌های سنی، از جمله درصد جمعیت بالای ۶۵ سال اثر منفی بر رشد اقتصادی دارند.

1- Peterson
2- Dychtwald
3- GreenSpan
4- Malmberg

لینده^۱ (۱۹۹۹)، به بررسی اثر ساختار سنی جمعیت بر رشد اقتصادی ۲۳ کشور عضو سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه طی دوره ۱۹۹۰-۱۹۵۰ پرداخت. وی جمعیت گروه‌های سنی ۳۰-۱۵، ۵۰-۲۹ و ۶۴-۴۹ ساله و جمعیت گروه‌های سنی بالاتر از ۶۵ سال را در نظر گرفته است. نتایج بررسی وی بیان‌کننده اثر منفی جمعیت گروه سنی بالای ۶۵ سال و اثر مثبت سایر گروه‌های سنی بر رشد اقتصادی کشورهای یادشده بود.

آندرسون^۲ (۲۰۰۱)، به بررسی اثر ساختار سنی جمعیت بر رشد اقتصادی برخی از کشورهای اسکاندیناوی (فنلاند، نروژ، سوئد و دانمارک) در دوره ۱۹۹۲-۱۹۵۰ پرداخت. نتیجه تحقیق او نشان داد که افزایش سهم جمعیت بالای ۶۵ سال از کل جمعیت، بر تولید ناخالص داخلی سرانه اثر منفی دارد.

در ایران نیز مطالعاتی وجود دارد که نشان می‌دهد، پیری بر رشد اقتصادی اثر منفی دارد، مطالعات راغفر و همکاران (۱۳۹۱) از این دسته است.

عمده دلایل گروه دوم که معتقدند پیری جمعیت اثر منفی بر رشد ندارد، به شرح زیر است: همراه با پیر شدن جمعیت اتفاق‌های دیگری می‌افتد که اثر منفی آن را خنثی می‌کند؛ نخست اینکه در اغلب موارد وقتی تعداد سالمندان افزایش می‌یابد، تعداد کودکان کاهش می‌یابد، بنابراین، مسؤولیت ناشی از مراقبت از تعداد زیاد سالخوردگان با تعداد کم کودکان خنثی می‌شود. دوم آنکه وقتی تعداد کودکان برای مراقبت کاهش می‌یابد، نسبت زنان بالغ شاغل افزایش خواهد یافت و از این راه نرخ مشارکت در بازار کار افزایش می‌یابد (بلوم و همکاران، ۲۰۱۵).

پرستون^۳ (۱۹۷۵)، اشاره می‌کند، نیروی کار پیرتر، تجربه و مهارت بیشتری در انجام فعالیت‌های اقتصادی دارد و می‌تواند اثری مثبت روی رشد اقتصادی بگذارد. از سویی، طی

1- Lindh

2- Andersson

3- Preston

سالیان گذشته افزایش میانگین سن افراد با افزایش درآمد سرانه همراه بوده و این خود نکته مثبتی برای وجود افراد سالخورده است.

بلوم و همکاران (۲۰۱۱)، مطرح می‌کنند که بین سال‌های ۱۹۹۹-۱۹۶۰ جمعیت جهان دو برابر شد و از ۳ به ۶ میلیارد نفر رسید؛ درآمد سرانه نیز سه برابر شد و پیش‌بینی‌های بدبینانه مالتوس و اهرلیچ^۱ رد شد. آنها بر این عقیده بودند که رشد جمعیت پدیده‌ای هراس‌برانگیز نیست هرچند ممکن است مشکلاتی به وجود آورد. در عین حال، اگر انعطاف‌پذیر بودن نهادها و قوانین و مقررات به گونه‌ای باشد که با رفتارهای جدید مطابقت کند، می‌تواند اثرات بسزایی برای مقابله با مشکلات پیری جمعیت و رشد اقتصادی، بهبود وضعیت سلامت افراد، کاهش مرگ‌ومیر، افزایش بهره‌وری و مهارت نیروی کار داشته باشد؛ برای مثال، اگر ادعا شود که سالمندان رشد اقتصادی را کند و جوانان رشد اقتصادی را سرعت می‌بخشند، به تغییرات رفتاری در جامعه و تغییرات فناوری در آینده توجه نشده است. همچنین آنها بیان می‌کنند که افزایش طول عمر که محرک اصلی افزایش جمعیت سالمند است، باعث تغییر رفتار، الگو و چرخه زندگی می‌شود و این موضوع، باعث افزایش سال‌های کاری سالخورده‌گان می‌شود که همراه با آن سرمایه‌گذاری انسانی، پس‌انداز و سرمایه‌گذاری‌های فیزیکی بهبود می‌یابند. شاخص رفاه اقتصادی درآمد سرانه است؛ درآمد سرانه در کشورهای توسعه‌یافته در اثر پیری جمعیت کاهش نیافته است یا هنوز مشخص نشده که افزایش جمعیت سالمند باعث کاهش درآمد سرانه می‌شود یا خیر.

نوردهاوس^۲ (۲۰۰۳)، تخمین می‌زند، در قرن بیستم، امید به زندگی در آمریکا افزایش یافته و این موضوع باعث افزایش رفاه از طریق افزایش در مصرف شده است. در آمریکا در دو قرن اخیر، امید به زندگی افزایش قابل توجهی یافته و همراه با آن کاهش بیماری‌ها و کنترل آنها افزایش یافته است (فوگل^۳ (۱۹۹۴)، فوگل (۱۹۹۷) و کاستا^۴ (۱۹۹۸)).

1- Malthus And Ehrlich

2- Nordhaus

3- Fogel

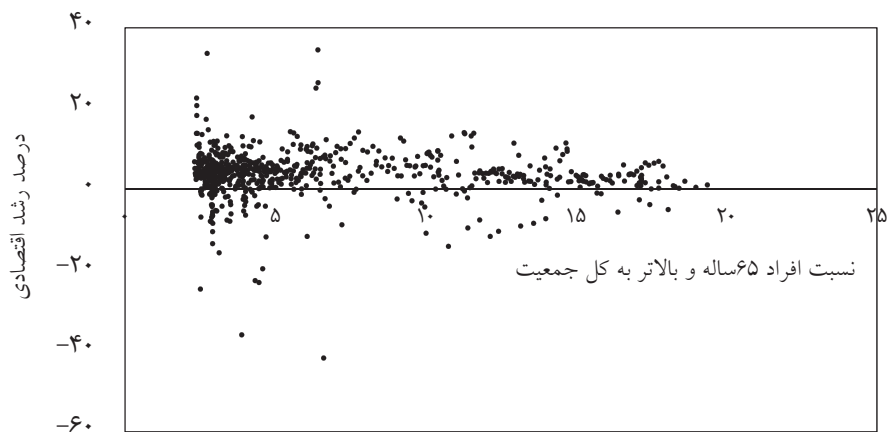
4- Costa

تنها تحقیقی که اثر مثبت پیری جمعیت را بر رشد در ایران تأیید می‌کند، پژوهش مهرگان و رضایی (۱۳۸۸)، است که معتقدند، نسبت جمعیت ۶۵ ساله و بالاتر به کل جمعیت و بار تکفل سالخوردگی دارای اثر مثبت بر رشد اقتصادی است. این تحقیق، با نتایج مقاله حاضر مطابقت دارد، زیرا در این مقاله می‌بینیم که در کشورهایی که امید به زندگی کمتر از ۷۰ سال دارند، اثر پیری بر رشد اقتصادی مثبت است. با توجه به اینکه ایران جزء کشورهایی است که امید به زندگی ۷۳ سال دارد، بنابراین، در ایران نیز اثر پیری بر رشد اقتصادی مثبت یا خنثی ارزیابی می‌شود.

۳- توصیف داده‌ها

قبل از اینکه مدل اقتصادسنجی برآورد شود، لازم است داده‌های مورد استفاده در مدل توصیف شوند. نخستین متغیر، رشد اقتصادی است، این متغیر برای ۱۴۶ کشور در سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۳ از بانک جهانی اخذ شد. بالاترین رشد اقتصادی مربوط به گینه استوایی در سال ۱۹۹۶ است و کمترین رشد اقتصادی مربوط به لیبریا^۱ در سال ۱۹۹۰ است. متوسط رشد اقتصادی برای ۳۵۰۴ داده یادشده ۳/۵۵ درصد است. متغیر بعدی، درصد جمعیت بالای ۶۵ سال است که به‌عنوان شاخص پیری جمعیت در نظر گرفته شد. متوسط شاخص پیری جمعیت در کل نمونه ۳۵۰۴ تایی، ۷/۵۵ درصد است. این متغیر برای ژاپن با ۲۵ درصد در سال ۲۰۱۳ بالاترین درصد و برای امارات متحده عربی با ۰/۶۹ درصد در سال ۲۰۱۰ پایین‌ترین مقدار است. نمودار شماره ۱، همبستگی بین رشد اقتصادی و پیری جمعیت را برای ۱۴۶ کشور طی ۲۳ سال برای همه داده‌های نمونه، یعنی ۳۵۰۴ داده، نشان می‌دهد. از نمودار شماره ۱، مشخص است که همبستگی رشد اقتصادی و پیری جمعیت تا حدودی منفی بوده، اما قطعیتی در کار نیست.

متغیرهای کنترلی شامل نرخ رشد جمعیت، امید به زندگی، درآمد سرانه، نیروی کار و انباشت سرمایه است که توصیف آنها در صورت نیاز هنگام بحث در مورد نتایج مدل انجام خواهد شد.



نمودار ۱- نمودار نقطه‌ای رابطه پیری جمعیت و رشد اقتصادی برای ۱۴۶ کشور طی ۲۳ سال
Source: world Development Indicators (2013).

۴- برآورد اثر پیری جمعیت بر رشد اقتصادی

۴-۱- برآورد اثر پیری بر رشد اقتصادی - روش متغیرهای مجازی

برای برآورد اثر خالص پیری جمعیت بر رشد اقتصادی، مهم‌ترین مشکل تورش در اثر حذف متغیرهای مرتبط است. برای این منظور معادله زیر برآورد شده که بیشتر متغیرهای مرتبط را کنترل می‌کند. این معادله یک مدل رگرسیون خطی چندمتغیره است که داده‌ها در آن به صورت تلفیقی استفاده می‌شود.

Y_{it} رشد اقتصادی کشور نام در سال t ام است. سایر اجزای این معادله در زیر توضیح داده شده است.^۱

$$Y_{it} = \underbrace{\beta_0 + \beta_1 X_{it1} + \dots + \beta_k X_{itk}}_I + \underbrace{\lambda_2 DT_2 + \dots + \lambda_T DT_T}_{II} + \underbrace{\delta_2 DI_2 + \dots + \delta_N DI_N}_{III} + u_{it} \quad (1)$$

۱- برای اطلاعات بیشتر به مأخذ زیر مراجعه شود:

Wooldridge, J.M. (2013), Introductory econometrics: A modern approach (5th ed), Mason, OH: South-Western, Cengage Learning.

متغیرهای توضیحی در معادله ۱ به سه گروه تقسیم شده‌اند؛ گروه اول، I، متغیرهایی هستند که در بین کشورها متفاوت هستند و در طول زمان تغییر می‌کنند و تغییر آنها در طول زمان برای همه کشورها به یک نسبت نیست. از جمله مهم‌ترین این متغیرها، پیری جمعیت، رشد جمعیت و امید به زندگی است. پیری جمعیت که جزء این گروه بوده، متغیر سیاستی است و اثر آن باید برآورد شود، سایر متغیرهای این گروه را باید به روش سنتی کنترل کرد؛ به عبارت دیگر، باید به‌عنوان متغیر توضیحی وارد مدل کرد. متغیرهای نوع II در طول زمان برای همه کشورها به یک نسبت تغییر می‌کنند. بحران اقتصاد جهانی، قیمت نفت و هر گونه تحولات جهانی از این نوع متغیرها هستند، برای کنترل عوامل گروه دوم کافی است به تعداد $T-1$ متغیر مجازی وارد مدل کرد که T دوره زمانی است (۱۹۹۰-۲۰۱۳)، به همین دلیل، نخستین متغیر مجازی برای زمان DT_2 تعریف شده که اندیس آن عدد ۲ است. نوع III متغیرهایی هستند که برای هر کشور در طول زمان ثابت، اما در بین کشورها متفاوت هستند، مانند وضعیت جغرافیایی، فرهنگ کشورها، رشد بهره‌وری^۱ و نوع حکومت^۲. برای کنترل عوامل گروه سوم کافی است به تعداد $n-1$ متغیر مجازی وارد معادله کرد که n ، تعداد کشورهاست، به همین دلیل، نخستین متغیر مجازی برای کشورها DI_2 بوده که اندیس آن عدد ۲ است. بنابراین، با استفاده از متغیرهای مجازی به‌سادگی می‌توان اثر عوامل نوع II و III را کنترل کرد. کنترل آنها با استفاده از متغیرهای مجازی اهمیت دارد، زیرا برخی از این عوامل (متغیرها) غیرقابل مشاهده هستند و برخی نیز قابل اندازه‌گیری نیستند. ابتدا معادله ۲ برآورد می‌شود که معروف به اثرات ثابت زمان^۳ است.

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{it1} + \dots + \beta_k X_{itk} + \lambda_2 DT_2 + \dots + \lambda_T DT_T + v_{it} \quad (2)$$

۱- رشد بهره‌وری با ساختار سیاسی - اقتصادی کشورها ارتباط دارد و برای یک کشور در طول زمان تغییر چندانی نمی‌کند، اما بین کشورها متفاوت است.

۲- نوع حکومت در طول زمان برای یک کشور ثابت بوده، اما بین کشورها متفاوت است (حداقل در یک دوره میان مدت ۳۰ ساله).

3- Period Fixed Effect

در معادله ۲ عوامل نوع III کنترل نشده‌اند، در بسیاری از متون به برآورد حاصل از معادله ۲، برآورد استخری^۱ می‌گویند (Woldrige, 2013). برآورد معادله ۲ در جدول شماره ۱ پیوست، آمده است.

تفاوت معادله ۲ و ۱ در این است که در معادله ۲ متغیرهای نوع III حذف و به جمله اخلاص V_{it} اضافه شده‌اند. با توجه به اینکه بسیاری از عوامل نوع سه مانند نوع حکومت، جغرافیا، فرهنگ، رشد بهره‌وری و... با متغیر پیری جمعیت رابطه دارند، حذف آنها باعث تورش ضرایب β_k و... β_{Aging} و β_2 و β_1 در معادله ۲ می‌شود.

همان‌طور که بیان شد، عوامل نوع سه قابل کنترل هستند؛ کافی است به تعداد $n-1$ متغیر مجازی وارد معادله ۲ کرد، به عبارت دیگر، معادله ۱ را برآورد کرد که معروف به برآورد اثرات ثابت مقاطع و زمان است^۲. در این برآورد، متغیرهای نوع II و III کنترل شده‌اند. به‌طور مسلم به دلیل کنترل متغیرهای نوع III ضرایب β_k ... β_{Aging} و β_2 و β_1 به روش اثرات ثابت تورش کمتری نسبت به برآورد اول (استخری) دارند. آزمون F مقید نیز نشان می‌دهد که فرضیه حذف متغیرهای نوع II و III تأیید نمی‌شود. همچنین آزمون F مقید فرضیه حذف هم‌زمان متغیرهای نوع II و III را نیز تأیید نمی‌کند (جدول شماره ۳ پیوست). بنابراین، ضرایب متغیرهای X_1 ... X_{Aging} X_2 ... X_k در برآورد اثرات ثابت تورش کمتری دارند. نتایج برآورد معادله ۱ در جدول شماره ۳ پیوست آمده است.

نوع سوم برآورد، اثرات تصادفی^۳ است. اگر متغیرهای نوع III با نوع I ارتباط قطعی نداشته باشند، لزومی به کنترل متغیرهای نوع سوم نیست و ماندن آنها در جمله اخلاص تورش و ناسازگاری در برآورد کننده β_{Aging} ایجاد نمی‌کند. در این حالت، ممکن است ادعا شود که روش استخری بهتر است، زیرا در این روش، متغیرهای نوع سه کنترل نمی‌شوند، اما این‌طور نیست، زیرا وقتی متغیرهای نوع سه در جملات اخلاص باشند خودهمبستگی مثبت جمله‌های

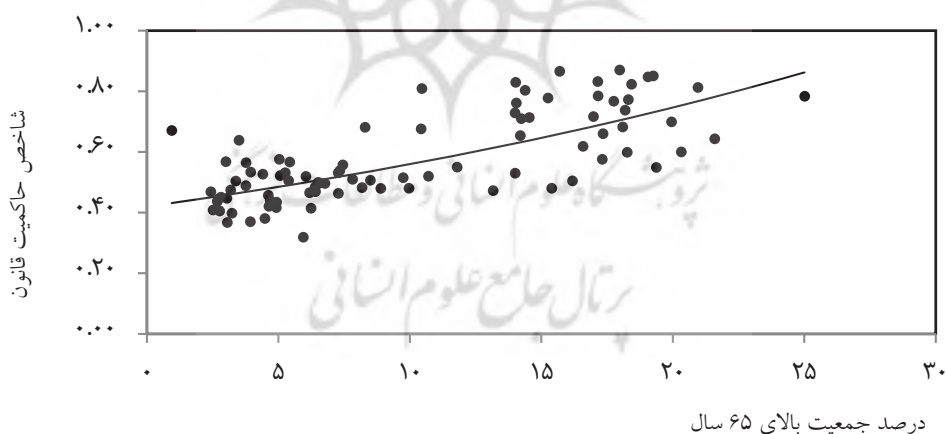
1- Pooled Estimator

2- Cross and Period Fixed Effect

3- Random Effect

اخلال قطعی است و برآورد کننده‌های معادله ۲ (استخری) هر چند سازگارند، اما ناکارآ هستند. برای رفع این نوع خودهمبستگی از روش اثرات تصادفی استفاده می‌شود. در این روش، بخشی از متغیرهای نوع سه حذف می‌شوند و بخشی دیگر در جمله اخلال باقی می‌مانند، به طوری که خودهمبستگی رفع شود. اگر رابطه متغیرهای نوع III با نوع I قوی باشد، برآورد اثرات ثابت بهتر است، با ضعیف شدن این رابطه روش اثرات تصادفی بهتر است.

همان‌طور که اشاره شد، مهم‌ترین عوامل نوع سه، فرهنگ، جغرافیا و کیفیت نهادی کشورهاست. فرهنگ و جغرافیای کشورها ارتباطی با شاخص پیری جمعیت ندارند؛ برای مثال، کشورهای ژاپن، ایتالیا و آلمان از نظر فرهنگی کاملاً با هم متفاوت هستند، اما هر سه بالاترین شاخص پیری جمعیت را دارند، اما کیفیت نهادها و پیری جمعیت با هم رابطه دارند، کشورهایی که دارای نهادهای سیاسی و اقتصادی با کیفیت هستند، سهم جمعیت پیر در آنها بالاست (نمودار شماره ۲). حال، با توجه به اینکه برخی از متغیرهای نوع سه با پیری ارتباط دارند و برخی ارتباط چندانی ندارند، بنابراین، برآورد اثرات تصادفی در کنار اثرات ثابت و مقایسه ضرایب آنها برای تحلیل اثر پیری بر رشد اقتصادی مفید است. نتایج برآورد اثرات تصادفی در جدول شماره ۵ پیوست، گزارش شده است.



نمودار ۲- رابطه بین پیری جمعیت و حاکمیت قانون

Source: world Development Indicators (2013).

ضریب پیری جمعیت در روش استخری، اثرات تصادفی و اثرات ثابت وقتی بیشتر متغیرها کنترل شده‌اند، به ترتیب ۰/۰۶۷-، ۰/۰۹۳- و ۰/۱۴۳- برآورد شده است (جدول‌های شماره ۱، ۵ و ۳ پیوست). در روش استخری بسیاری از متغیرهای غیرقابل مشاهده مانند جغرافیا، فرهنگ و کیفیت نهادها کنترل نشده‌اند، بنابراین، ضریب برآوردی تورش دارد. وقتی بخشی از این متغیرها، به‌ویژه کیفیت نهاد کنترل شود، اثر پیری جمعیت کوچک‌تر می‌شود (از نظر جبری)، زیرا کیفیت نهاد با رشد اقتصادی رابطه مثبت دارد و از سویی، با پیری جمعیت نیز رابطه مثبت دارد و وقتی کنترل نمی‌شود، اثر مثبت آن بر رشد با اثر منفی پیری بر رشد ترکیب می‌شود و اثر پیری را به سمت عدد مثبت سوق می‌دهد، با کنترل آن ضریب پیری بر رشد اقتصادی خالص‌تر برآورد می‌شود (از ۰/۰۶۷- به ۰/۰۹۳-). اگر روش اثرات ثابت به کار گرفته شود که صد درصد متغیرهای نوع سه را حذف می‌کند، ضریب پیری جمعیت کاملاً خالص می‌شود و تنها اثر پیری جمعیت را بر رشد نشان می‌دهد و هیچ نوع تورش از طرف متغیرهای نوع سه در این برآورد وجود ندارد^۱. با نگاهی به جدول‌های شماره ۱، ۳ و ۵ پیوست مشخص می‌شود وقتی همه کشورهای نمونه (۱۴۶ کشور) و همه دوره‌ها (۱۹۹۰-۲۰۱۳) برای برآورد مورد استفاده قرار گیرد، در روش استخری ضرایب پیری جمعیت در اغلب مدل‌ها از نظر آماری معنادار نیست، اما در روش اثرات تصادفی و اثرات ثابت در اغلب برآوردها منفی و معنادار است. بنابراین، می‌توان ادعا کرد که اثر پیری جمعیت بر رشد اقتصادی تقریباً منفی است.

یادآوری می‌شود، همیشه مقداری تورش به دلیل عدم تصریح شکل مدل و کنترل نکردن متغیرهای نوع اول که از نوع متغیر پیری جمعیت هستند، وجود دارد. در این مقاله، سعی شده

۱- آزمون F لیمبر برای برآوردها انجام شده و در انتهای جدول‌ها آمده است. نتایج آزمون هاسمن که برای ترجیح اثرات ثابت بر تصادفی یا برعکس است نیز در جدول شماره ۳ پیوست آمده است. نتایج آزمون هاسمن در جدول شماره ۴ پیوست گزارش نشده، اما نتایج آن شبیه جدول شماره ۳ است.

است بیشتر این نوع متغیرها نیز کنترل شوند. برای کنترل این متغیرها باید مشخص شود چه عواملی در جمله اخلاص هستند که با پیری جمعیت ارتباط دارند. با مطرح کردن یک پرسش می‌توان عوامل یادشده را شناسایی کرد. چرا پیری جمعیت ایجاد شده است؟ پاسخ به این پرسش متغیرهایی را که در جمله اخلاص هستند، مشخص می‌کند. تشخیص اینکه متغیر یادشده در گروه I، II یا III قرار دارد، ساده است؛ برای مثال، یکی از عواملی که در جمله اخلاص است، رشد جمعیت است، زیرا یکی از علت‌های پیری جمعیت کاهش زادوولد یا کاهش نرخ رشد جمعیت است (بلوم و همکاران، ۲۰۱۱). بنابراین، متغیر نرخ رشد جمعیت که بر رشد اقتصادی اثر دارد، یکی از عواملی است که باید کنترل شود. به سادگی می‌توان تشخیص داد که این متغیر جزء گروه I است، زیرا در طول زمان برای همه کشورها ثابت نیست، بنابراین، جزء گروه III نیست، همچنین در طول زمان برای همه کشورها به یک میزان تغییر نمی‌کند، بنابراین، جزء گروه II نیز نیست.

۴-۱-۱- پیری، امید به زندگی و رشد اقتصادی

پرسش دیگر این است که آیا اثر پیری بر رشد اقتصادی برای همه کشورها منفی است؟ یا اینکه برای کشورهای توسعه‌یافته منفی است و برای کشورهای در حال توسعه منفی نیست؟ برای این منظور، مشاهدات به دو گروه تقسیم شده‌اند که یک گروه نماینده کشورهای در حال توسعه و گروه دیگر، نماینده کشورهای توسعه‌یافته است. کل نمونه ۱۴۶ کشور طی ۲۴ سال شامل ۳۵۰۴ مشاهده بوده که به دو قسمت تقسیم شده است؛ مشاهداتی که امید به زندگی کمتر از ۶۵ سال و مشاهداتی که امید به زندگی بیشتر از ۶۵ سال دارند. تعداد ۱۱۵۱ مشاهده امید به زندگی کمتر از ۶۵ سال و تعداد ۲۳۵۳ مشاهده امید به زندگی بیشتر از ۶۵ سال دارند. فرض می‌شود، مشاهداتی که امید به زندگی بالاتر از ۶۵ سال دارند، نماینده کشورهای توسعه‌یافته و مشاهداتی که امید به زندگی کمتر از ۶۵ سال دارند، نماینده کشورهای در حال توسعه هستند. توجه داشته باشید که ممکن است یک کشور در سال ۱۹۹۵ امید به زندگی ۶۰ سال داشته باشد، اما در سال ۲۰۱۰ امید به زندگی ۶۷ سال داشته باشد، در

این حالت داده مربوط به سال ۱۹۹۵ این کشور در گروه کشورهای در حال توسعه قرار می‌گیرد، در صورتی که داده مربوط به سال ۲۰۱۰ این کشور در گروه کشورهای توسعه یافته قرار می‌گیرد. این موضوع، بدین معناست که در سال ۱۹۹۵ کشور یادشده جزء کشورهای در حال توسعه بوده، اما در سال ۲۰۱۰ جزء کشورهای توسعه یافته در نظر گرفته شده است. برآورد اثر پیری جمعیت بر رشد اقتصادی با توجه به این تفکیک، در روش استخری، اثرات ثابت و اثرات تصادفی در جدول‌های شماره ۲، ۴ و ۶ پیوست آمده است. وقتی اثر پیری بر رشد در دو گروه (امید به زندگی کمتر از ۶۵ و بیشتر از ۶۵ سال) با هم مقایسه می‌شود، نمی‌توان با قطعیت گفت که پیری در کشورهای توسعه یافته اثر منفی دارد، اما در کشورهای در حال توسعه اثر مثبت دارد یا بی‌اثر است، اما با مقایسه ضرایب برآوردی در دو گروه، برای مثال، در روش اثرات ثابت و اثرات تصادفی (جدول‌های شماره ۴ و ۶ پیوست)، مشخص است که اثر منفی پیری در گروهی که امید زندگی بالای ۶۵ است، بزرگ‌تر از گروه دیگر است. البته، وقتی متغیرهای کنترلی به مدل اضافه می‌شوند، این نتیجه برعکس می‌شود، اما توضیح می‌دهیم که مهم‌ترین متغیر کنترلی رشد جمعیت است؛ بنابراین، بهترین مقایسه در بین دو گروه، ضریب $-0/412$ و $-0/555$ در جدول شماره ۴ و ضریب $-0/19$ و $-0/40$ در جدول شماره ۶، است. در روش استخری، وقتی امید به زندگی کمتر از ۶۵ سال است، هفت مدل برآورد شده در چهار مدل ضریب پیری جمعیت معنادار نیست، اما وقتی امید زندگی بالای ۶۵ سال است تنها در یک مورد اثر پیری معنادار نیست (جدول شماره ۲). از مقایسه ضریب پیری در دو گروه، می‌توان گفت، با افزایش امید به زندگی اثر منفی پیری بر رشد اقتصادی افزایش می‌یابد، در قسمت‌های بعد، این فرضیه آزمون می‌شود و می‌بینیم که اثر پیری بر رشد اقتصادی به میزان امید به زندگی بستگی دارد.

۴-۱-۲- پیری، رشد جمعیت و رشد اقتصادی

با وارد شدن متغیر رشد جمعیت، اثر پیری کمتر می‌شود (از $0/295$ به $0/009$ در جدول شماره ۱ پیوست، از $0/384$ به $0/244$ در جدول شماره ۳ پیوست و از $0/352$ به $0/134$ در جدول شماره ۵ پیوست). دلیل این تعدیل آن است که رشد جمعیت با پیری جمعیت

رابطه معکوس دارد، اما با رشد اقتصادی رابطه مثبت دارد و وقتی این متغیر وجود ندارد، ضریب پیری جمعیت اثر رشد جمعیت و پیری را مخلوط با هم نشان می‌دهد. با وارد کردن رشد جمعیت به عنوان متغیر توضیحی، اثر آن کنترل و اثر پیری از اثر رشد جمعیت خالص می‌شود و چون رشد جمعیت با پیری رابطه معکوس، اما با رشد اقتصادی رابطه مثبت دارد، ضریب منفی پیری کوچک‌تر می‌شود. مقایسه ضریب توان دوم رشد جمعیت در جدول‌های شماره ۴ و ۶ پیوست، نشان می‌دهد که اثر رشد جمعیت بر رشد اقتصادی در کشورهایی که امید به زندگی در آنها بالاتر از ۶۵ سال است به صورت تابع نمایی با شیب کاهنده است. در صورتی که برای کشورهای در حال توسعه، به صورت تابع نمایی با شیب فزاینده است، اما برای کل مشاهدات (۱۴۶ کشور، طی سال‌های ۲۰۱۳-۱۹۹۰) رابطه رشد اقتصادی و جمعیت شیب کاهنده دارد.

وقتی ضریب پیری و رشد جمعیت با هم مقایسه می‌شود، نتیجه جالبی به دست می‌آید. برای این مقایسه بهتر است از ضرایب برآوردی به روش اثرات ثابت یا اثرات تصادفی استفاده شود. در چهار مدل اول که هنوز توان دوم رشد جمعیت به آن اضافه نشده است، می‌توان ضریب پیری با رشد جمعیت را با هم مقایسه کرد. وقتی تمام مشاهدات در برآورد استفاده می‌شود، ضریب رشد جمعیت بزرگ‌تر از ضریب پیری است؛ برای مثال، در مدل دوم جدول شماره ۳ پیوست، ضریب رشد جمعیت ۱/۱۲۱ و ضریب پیری جمعیت ۰/۲۴۴- است. چون هر دو متغیر دارای واحد اندازه‌گیری درصد هستند، می‌توان ضرایب آنها را با هم مقایسه کرد. در اینجا می‌توان قضیه زیر را مطرح کرد:

قضیه ۱: در کشورهای کمتر توسعه یافته رشد جمعیت بیش از پیری جمعیت رشد اقتصادی را توضیح می‌دهد. در کشورهای توسعه یافته پیری جمعیت بیش از رشد جمعیت رشد اقتصادی را توضیح می‌دهد، اما در جهت عکس.

می‌توان معادله ۱ را به طور خلاصه به صورت زیر نوشت:

$$\dot{GDP} = \alpha + \beta_1 \dot{INDEXAGING} + \beta_2 \dot{POP} + \text{Other Factor} \quad (3)$$

علامت (۰) بالای متغیر نشان‌دهنده رشد متغیر است. شاخص پیری به صورت زیر تعریف شده است:

$$\text{INDEXAGING} = \frac{\text{Aging}}{\text{POP}} \quad (۴)$$

بنابراین:

$$\dot{\text{GDP}} = \alpha + \beta_1 \dot{(\text{Aging} - \text{POP})} + \beta_2 \dot{\text{POP}} + \text{Other Factor} \quad (۵)$$

اگر به دنبال اثر شاخص پیری و رشد جمعیت بر تغییرات رشد اقتصادی باشیم، با فرض اینکه سایر عوامل (به جز شاخص پیری و رشد جمعیت) تغییراتی نداشته باشند، می‌توان با دیفرانسیل گرفتن از معادله بالا، نوشت:

$$\dot{d}(\text{GDP}) = \beta_1 \dot{d}(\text{Aging} - \text{POP}) + \beta_2 \dot{d}(\text{POP}) \quad (۶)$$

حال، می‌خواهیم بدانیم که شرط $\dot{d}(\text{GDP}) = 0$ چیست؟ به عبارت دیگر، تغییرات در رشد جمعیت و تغییرات در رشد جمعیت بالای ۶۵ سال باید چه ارتباطی با هم داشته باشند تا تغییرات رشد اقتصادی صفر شود:

$$\dot{d}(\text{Aging}) = \frac{\beta_1 - \beta_2}{\beta_1} \dot{d}(\text{POP}) \quad (۷)$$

حال، ضرایبی که به روش اثرات ثابت و اثرات تصادفی برآورد می‌شود در این معادله جایگزین و تفسیر انجام می‌شود. در روش اثرات ثابت در جدول شماره ۴، ضریب β_2 و β_1 (در حالتی که متغیر رشد جمعیت کنترل شده است) به ترتیب $-۰/۳۳۶$ و $۰/۲۴۷$ است. با جای‌گذاری در معادله بالا خواهیم داشت:

$$\dot{d}(\text{Aging}) = 7 / 68 \dot{d}(\text{POP})$$

این معادله به آن معناست که اگر رشد جمعیت ($\dot{\text{POP}}$) یک نقطه افزایش یابد، رشد جمعیت بالای ۶۵ سال باید $۷/۶۸$ نقطه افزایش یابد تا اثر پیری و رشد جمعیت همدیگر را

خنثی کنند و رشد اقتصادی ثابت بماند. اگر رشد جمعیت یک نقطه افزایش یابد، اما رشد پیری بیش از ۷/۶۸ نقطه افزایش یابد، رشد اقتصادی کاهش می‌یابد.

برای کشورهای توسعه یافته β_2 کوچک و β_1 بزرگ است و برای کشورهای در حال توسعه برعکس، بنابراین، احتمال تغییرات مثبت رشد اقتصادی در اثر تغییر رشد جمعیت و رشد پیری در کشورهای توسعه یافته کم است، در حالی که برای کشورهای در حال توسعه احتمال تغییرات مثبت در رشد اقتصادی زیاد است. در کل، در صورتی تغییرات رشد اقتصادی صفر است که رابطه ۷ برقرار باشد. یادآوری می‌شود β_1 همواره در اغلب موارد منفی و β_2 همواره مثبت است، بنابراین، عبارت $\frac{\beta_1 - \beta_2}{\beta_1}$ همواره مثبت است.

این عدد برای کشورهای در حال توسعه بزرگ است، بنابراین، یک نقطه افزایش در رشد جمعیت به راحتی می‌تواند چندین نقطه افزایش در رشد جمعیت بالای ۶۵ سال را جبران کند، اما برای کشورهای توسعه یافته عدد کوچکی است و یک نقطه افزایش در رشد جمعیت، تغییرات محدودی از رشد جمعیت بالای ۶۵ سال را جبران می‌کند؛ برای مثال، در روش اثرات ثابت وقتی متغیر جمعیت و توان دوم آن کنترل می‌شود، این عبارت برای کشورهای توسعه یافته ۱/۳ است $\{(-0/555)/(-0/10-555/167)\}$ در صورتی که برای کشورهای در حال توسعه ۵/۴۶ است $\{(-0/412)/(-0/1-412/84)\}$. بدین معنا که اگر رشد جمعیت بالای ۶۵ سال ۱/۳ نقطه (واحد) افزایش یابد رشد جمعیت حداقل باید یک نقطه (واحد) افزایش یابد تا بتواند اثر منفی رشد پیری را خنثی کند و تغییرات رشد اقتصادی صفر شود، در حالی که در کشورهای در حال توسعه اگر رشد پیری ۵/۴۶ نقطه (واحد) افزایش یابد یک نقطه افزایش در رشد جمعیت آن را خنثی می‌کند.

راه دیگر برای اثبات قضیه ۱ تعریف شاخص زیر است:

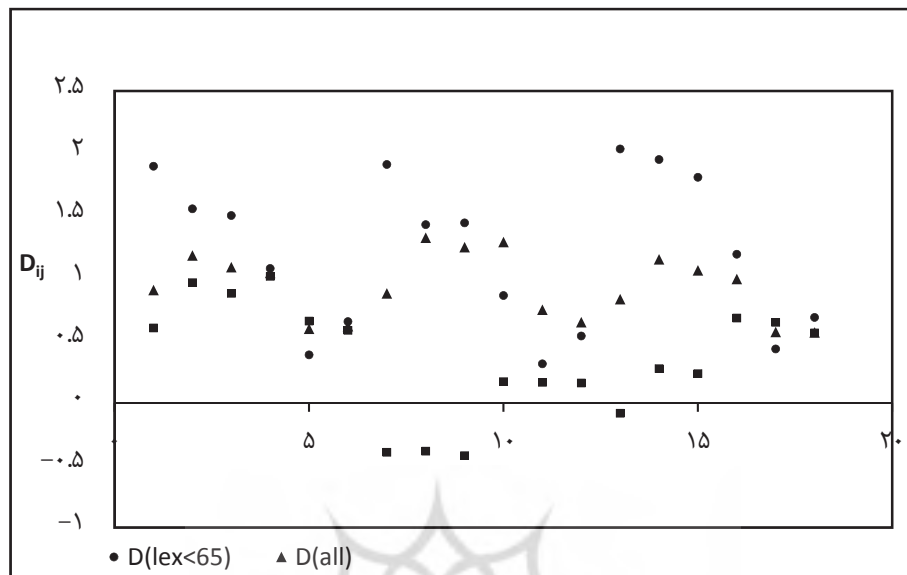
$$D_{ij} = \text{popeffect}_{ij} - |\text{Agingeffect}_{ij}| \quad (8)$$

i: تمام مشاهدات، مشاهداتی که امید به زندگی آنها کمتر از ۶۵ سال و بیشتر از ۶۵ سال هستند.
j: برآورد به روش استخری، برآورد به روش اثرات ثابت و برآورد به روش اثرات تصادفی.

این فرمول تفاضل ضریب رشد جمعیت و پیری جمعیت را نشان می‌دهد، به طوری که pop_{effect}_{ij} نشان‌دهنده ضریب رشد جمعیت در مدلی بوده که با تعداد مشاهدات i و روش j برآورد انجام شده است و $|Aging_{effect}_{ij}|$ نشان‌دهنده قدر مطلق ضریب رشد پیری جمعیت در مدلی است که با تعداد مشاهدات i و روش j برآورد انجام شده است؛ برای مثال، D_{11} نشان‌دهنده تفاوت ضریب رشد و پیری جمعیت در روش استخری با استفاده از همه مشاهدات بوده که برابر با $(0/0 - 912/009 = 0/903)$ است (جدول شماره ۱).

با توجه به اینکه $(i, j = 1, 2, 3)$ است، بنابراین، تعداد D_{ij} به تعداد مدل‌های برآوردی در جدول‌ها بستگی دارد. وقتی برای برآورد مدل، تمام مشاهدات مورد استفاده قرار می‌گیرد، ۶ برآورد در روش استخری، ۶ برآورد در روش اثرات ثابت و ۶ برآورد در روش اثرات تصادفی به دست می‌آید^۱. برآوردها در هر روش حسب تعداد در متغیرهای کنترلی متفاوت هستند. از این برآوردها تفاضل دو ضریب یادشده به دست آمده است. بنابراین، ۱۸ عدد D_{ij} برای زمانی که تمام مشاهدات استفاده می‌شود و ۱۸ عدد D_{ij} برای زمانی که مشاهدات با امید به زندگی کمتر از ۶۵ سال استفاده می‌شود و ۱۸ عدد D_{ij} برای زمانی که مشاهدات با امید به زندگی بیشتر از ۶۵ سال استفاده می‌شود در نمودار شماره ۳، نشان داده شده است. نمودار شماره ۳، نشان می‌دهد، در اغلب موارد، تفاوت ضریب رشد جمعیت و پیری در کشورهای در حال توسعه بالاتر از کل دنیا بوده و این تفاوت برای کشورهای توسعه‌یافته در اغلب موارد کمتر از کل دنیا است. در مدل‌های شماره ۷، ۸، ۹ و ۱۳ این تفاوت برای کشورهای توسعه‌یافته منفی است. بنابراین، در کشورهای در حال توسعه اثر مثبت رشد جمعیت اثر منفی رشد پیری را خنثی می‌کند، اما در کشورهای توسعه‌یافته این اتفاق نمی‌افتد.

۱- لازم به یادآوری است، در هر روش تعداد ۷ برآورد انجام شده، اما نمی‌توان نخستین برآورد را در فرمول ۱ استفاده کرد، زیرا متغیر رشد جمعیت در آن وجود ندارد.



نمودار ۳- تفاوت ضریب برآوردی رشد جمعیت و پیری در روش‌های متفاوت و مدل‌های متفاوت
 مأخذ: یافته‌های پژوهش.

قضیه ۲: رشد جمعیت تا چه میزان می‌تواند اثر منفی پیری را خنثی کند؟

برای این منظور، متغیر ضریب رشد جمعیت و پیری به‌عنوان متغیر توضیحی به مدل رگرسیون وارد و برآورد انجام شد. نتایج آن در جدول شماره ۳، آمده است. ضریب متغیر PG_g* Aging در جدول شماره ۳، با کنترل کامل متغیرها ۰/۰۹۳- است. اثر رشد جمعیت بر رشد اقتصادی در این برآورد به شرح زیر است:

$$\frac{\partial GDP_g}{\partial POP_g} = 1/955 - 0/093 Aging = 0 \Rightarrow Aging = 21 \quad (9)$$

معادله ۹، نشان می‌دهد، در جوامعی که شاخص پیری کوچک‌تر از ۲۱ سال است، اثر رشد جمعیت بر رشد اقتصادی مثبت و در جوامعی که شاخص پیری بالاتر از ۲۱ سال است، اثر رشد جمعیت منفی است. این فرضیه در روش‌های دیگر در بخش بعد، دوباره آزمون می‌شود.

۴-۲- برآورد اثر پیری- روش تفاضل گیری

در این قسمت، برای برآورد اثر خالص پیری بر رشد اقتصادی روش تفاضل گیری مورد استفاده قرار می‌گی‌رد. در این روش، به تعداد دوره زمانی که در اینجا ۲۴ دوره (۲۰۱۳-۱۹۹۰) است، معادله مقطعی به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$\begin{aligned} Y_{i1} &= \delta_1 + \beta_1 Aging_{i1} + \beta_2 + X_{i1} + (a_i + u_{i1}) \\ Y_{i2} &= \delta_2 + \beta_1 Aging_{i2} + \beta_2 X_{i2} + (a_i + u_{i2}) \\ Y_{i24} &= \delta_{24} + \beta_1 Aging_{i24} + \beta_2 X_{i24} + (a_i + u_{i24}) \end{aligned} \quad (10)$$

معادله اول مربوط به سال ۱۹۹۰ برای ۱۴۶ کشور (۱۴۶...۱ و $i=1$) و به همین ترتیب، معادله دوم تا معادله شماره ۲۴ که مربوط به سال ۲۰۱۳ است. برای هر یک از معادلات عرض از مبدأ متفاوتی تعریف شده که با نماد $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_{24}$ و نشان داده شده است (عوامل نوع II). متغیرهای نوع I نیز به صورت $\beta_1 Aging_{i1} + \beta_2 X_{iN}$ نشان داده شده است. متغیرهای نوع III با نماد a_i نشان داده شده که در طول زمان برای هر کشور ثابت است. با تفاضل گیری هر دوره از دوره قبل، تعداد ۲۳ معادله تفاضلی حاصل خواهد شد:

$$\begin{aligned} \Delta Y_{i(2-1)} &= (\delta_2 - \delta_1) + \beta_1 [\Delta Aging]_{i(2-1)} + \beta_2 [\Delta X]_{i(2-1)} + (a_i - a_i) + u_{i(2-1)} \quad (11) \\ \Delta Y_{i(3-2)} &= (\delta_3 - \delta_2) + \beta_1 [\Delta Aging]_{i(3-2)} + \beta_2 [\Delta X]_{i(3-2)} + \\ &+ (a_i - a_i) + u_{i(3-2)} \\ &\vdots \\ \Delta Y_{i(24-23)} &= (\delta_{24} - \delta_{23}) + \beta_1 [\Delta Aging]_{i(24-23)} + \beta_2 [\Delta X]_{i(24-23)} \\ &+ (a_i - a_i) + u_{i(24-23)} \end{aligned}$$

می‌توان ۲۳ معادله بالا را در یک معادله که عرض از مبدأ آنها متفاوت هستند، خلاصه

کرد. کافی است تعداد ۲۲ متغیر مجازی برای عرض از مبدأهای متفاوت تعریف شود:

$$\begin{aligned} \Delta Y_{it} &= \beta_0 + \delta_1 DT_1 + \dots + \delta_{22} DT_{22} + \beta_1 [\Delta Aging]_{it} + \beta_2 [\Delta X]_{it} + \Delta u_{it} \\ t &= (1, 2, \dots, 23), i = (1, 2, \dots, 146) \end{aligned} \quad (12)$$

با تفاضل‌گیری، اثرات عوامل نوع III که با a_i نشان داده شده است، حذف شدند، عواملی مانند جغرافیا، فرهنگ و نوع حکومت همه با هم در قالب a_i حذف شدند. عوامل نوع II نیز با تعریف متغیرهای مجازی کنترل شده‌اند. عوامل نوع I مانند رشد جمعیت، امید به زندگی و درآمد سرانه به صورت مستقیم با وارد کردن بردار ΔX به عنوان مجموعه‌ای از متغیرهای توضیحی کنترل شده‌اند.^۱ بنابراین، در معادله ۱۲، چون عوامل نوع I، II و III کنترل شده‌اند^۲، ضریب $\hat{\beta}_1$ کمترین تورش را دارد.

با برآورد معادله ۱۲ اثر پیری بر رشد اقتصادی نمایان می‌شود. وقتی در معادله ۱۲ پیری جمعیت به عنوان تنها متغیر توضیحی انتخاب می‌شود، اثر آن بر رشد اقتصادی در بین ۱۴۶ کشور طی سال‌های ۲۰۱۳-۱۹۹۰ منفی معنادار و برابر ۵/۲۹- است (جدول شماره ۷). امکان تورش این ضریب زیاد است، زیرا سایر عوامل مؤثر بر رشد، به‌ویژه آنهایی که با پیری جمعیت ارتباط دارند، کنترل نشده‌اند. مهم‌ترین متغیری که بر رشد اقتصادی اثرگذار است و با پیری جمعیت ارتباط دارد، رشد جمعیت است. کاهش رشد جمعیت باعث افزایش تعداد سالمندان می‌شود و در نتیجه، سهم سالمندان از کل جمعیت افزایش می‌یابد، بنابراین، نرخ رشد جمعیت با سهم سالمندان از کل جمعیت رابطه معکوس دارد. در نمونه حاضر، ضریب همبستگی این دو متغیر منفی ۶۷ درصد است. یادآوری می‌شود، متغیر یادشده جزء متغیرهای a_i نیست، زیرا در طول زمان برای هر کشور در حال تغییر است، بنابراین، باید به صورت مستقیم آن را کنترل کرد. با کنترل متغیر یادشده، باز هم پیری جمعیت اثر منفی خود را دارد، اما به شدت تعدیل می‌شود و از ۵/۲۹- به ۰/۶۷- می‌رسد. در ضمن، معناداری آن ضعیف می‌شود (جدول شماره ۷ پیوست). دلیل این تعدیل رابطه معکوس رشد جمعیت با پیری جمعیت است، در حالی که رشد جمعیت با رشد اقتصادی رابطه مثبت دارد. شدت این تعدیل برای کشورهایی که امید به زندگی آنها کمتر از ۶۵ سال بوده، بیشتر است، به گونه‌ای که علامت ضریب از منفی به مثبت تغییر می‌کند و از ۵/۴۴- به ۲/۸۲ می‌رسد و معناداری آن

۱- ΔX برداری از متغیرهای نوع اول است.

۲- متغیرهای نوع III کنترل نشده‌اند، بلکه حذف شده‌اند.

ضعیف است (جدول شماره ۸ پیوست). بنابراین، در این نوع کشورها، رشد جمعیت بیشتر از پیری جمعیت، رشد اقتصادی را توضیح می‌دهد، زیرا با کنترل رشد جمعیت، اثر پیری به طور قابل توجهی تغییر می‌کند و تقریباً معناداری خود را از دست می‌دهد.

در کشورهایی که امید به زندگی در آنها بالای ۶۵ سال بوده وضعیت به شکل دیگری است، در این کشورها، با کنترل رشد جمعیت، ضریب پیری جمعیت از ۵/۵۲- به ۳/۷۱- تغییر می‌کند (جدول شماره ۸) و از نظر آماری به شدت معنادار است. به عبارت دیگر، اثر منفی پیری برای کشورهای توسعه یافته است نه برای کشورهای در حال توسعه. بنابراین، کشورهایی که از شاخص توسعه انسانی بالایی برخوردار هستند بیشتر در معرض اثر منفی پیری بر رشد اقتصادی قرار دارند. به عبارت دیگر، امروزه، پیری معضل کشورهای توسعه یافته است و معضل کشورهای در حال توسعه نیست.

وقتی سه متغیر دیگر، یعنی امید به زندگی، درآمد سرانه و اشتغال به عنوان متغیرهای کنترلی وارد می‌شوند، علامت ضریب پیری و معناداری آن تفاوت چندانی نمی‌کند. در ضمن، اثر امید به زندگی، درآمد سرانه و اشتغال بر رشد اقتصادی مطابق نظریه‌های اقتصادی مثبت هستند. توجه داشته باشید که در جدول شماره ۷، تفسیر ضریب پیری در مدل ۶ تا ۹ متفاوت است که در ادامه، بحث می‌شود.

مطلب بالا نشان داد که اثر پیری بر رشد اقتصادی به شاخص امید به زندگی بستگی دارد. همان طور که در قسمت‌های قبل بیان شد، با تقسیم مشاهدات به دو گروه براساس امید به زندگی می‌توان این مطلب را نشان داد. با تعریف متغیر ضریبی $Lex * DAging$ و اضافه کردن آن به مدل، اثر متقاطع «پیری و امید به زندگی» بر رشد اقتصادی مشخص می‌شود. ضریب این متغیر با استفاده از مدلی که تمام متغیرها کنترل شده‌اند ۰/۳۸۱- بوده و از نظر آماری معنادار است (جدول شماره ۷). بنابراین، می‌توان اثر پیری جمعیت را بر رشد اقتصادی به صورت زیر نشان داد:

$$\frac{\partial GDPg}{\partial DAging} = 26 / 765 - 0 / 381 * Lex \quad (13)$$

اگر عبارت بالا، برابر با صفر قرار داده شود، میزان امید به زندگی که اثر پیری جمعیت را صفر می‌کند، مشخص می‌شود که برابر ۷۰ سال است. به عبارت دیگر، در کشورهایی که امید به زندگی زیر ۷۰ سال است، اثر پیری جمعیت بر رشد اقتصادی مثبت است و کشورهایی که امید به زندگی بالای ۷۰ سال دارند، پیری جمعیت اثر منفی بر رشد اقتصادی آنها دارد. بالاترین امید به زندگی در سال ۲۰۱۲ مربوط به ژاپن، سوئیس و ایسلند برابر با ۸۲ سال بوده است، اگر به جای Lex در رابطه اخیر ۸۲ سال جایگزین شود، اثر پیری جمعیت بر رشد اقتصادی ۴/۴۷- به دست می‌آید. کمترین مقدار امید به زندگی در سال ۲۰۱۲ مربوط به لسوتو^۱ برابر ۴۸ سال است. اگر این عدد در رابطه بالا جایگزین Lex شود، اثر پیری جمعیت بر رشد اقتصادی ۸/۴۷ به دست می‌آید. بنابراین، اثر پیری جمعیت بر رشد اقتصادی از ۴/۴۷- تا ۸/۴۷ در نوسان است و نوسان آن به میزان امید به زندگی بستگی دارد. میانگین امید به زندگی در نمونه برای ۱۴۶ کشور برای سال‌های ۲۰۱۳-۱۹۹۰ برابر ۶۷ سال است. اگر این عدد در رابطه ۱۳ قرار گیرد، اثر پیری بر رشد برابر ۱/۲۳۸ می‌شود.

در قسمت قبل نشان داده شد که اثر رشد جمعیت بر رشد اقتصادی مثبت است، اما با افزایش پیری اثر آن کاهش می‌یابد. به عبارت دیگر، پیری جمعیت اثر رشد جمعیت بر رشد اقتصادی را خنثی می‌کند. وقتی متغیر ضربی (Aging) * (POPg) تعریف و وارد مدل می‌شود ضریب آن با کنترل بیشتر متغیرهای دیگر، ۰/۰۶۸۵- است (جدول شماره ۷). در صورتی که ضریب توان دوم رشد جمعیت صفر در نظر گرفته شود، داریم:

$$\frac{\partial GDPg}{\partial POPg} = 1/4321 - 0/0685 Aging = 0 \Rightarrow Aging = 21 \quad (14)$$

در برآورد دیگر که تمام متغیرهای کنترلی وارد معادله شده‌اند اثر رشد جمعیت بر رشد اقتصادی به صورت زیر است (در جدول شماره ۷، گزارش نشده است):

$$\frac{\partial GDPg}{\partial POPg} = 1/463 - 0/08 Aging = 0 \Rightarrow Aging = 18 \quad (15)$$

بنابراین، در صورتی پیری جمعیت اثر رشد جمعیت را بر رشد اقتصادی خنثی می‌کند که حداکثر ۲۱ و حداقل ۱۸ درصد جمعیت کشور بالای ۶۵ سال باشند. پیرترین کشور جهان ژاپن با ۲۵ درصد سالمند و پس از آن ایتالیا با ۲۱/۶ و آلمان با ۲۰/۹ درصد سالمند هستند. در این کشورها دیگر نمی‌توان ادعا کرد که رشد جمعیت یکی از عوامل رشد اقتصادی است.

نکته دیگر تغییر اثر پیری بر رشد اقتصادی در طول زمان است. اگر متغیرهای مجازی برای زمان را به صورت دستی وارد مدل کنیم و اثر متقاطع متغیر مجازی زمان و پیری نیز وارد مدل شود، نتایج برآورد نشان می‌دهد که اثر پیری در دهه ۱۹۹۰ افزایشی بوده، اما در دهه ۲۰۰۰ نسبت به سال پایه تفاوت چندانی نداشته است. ضریب $(Aging)^*(D95)$ و $(Aging)^*(D2000)$ به ترتیب ۹/۱۸ و ۹/۲ است و از نظر آماری معنادار هستند. بنابراین، اثر پیری بر رشد اقتصادی از سال ۱۹۹۰ (سال پایه) تا سال ۱۹۹۵، ۹/۱۸ و تا سال ۲۰۰۰، ۹/۲ واحد بیشتر شده است، اما ضریب $(Aging)^*(D2005)$ و $(Aging)^*(D2010)$ به ترتیب ۰/۳۶ و ۸۴۵/ است و از نظر آماری معنادار نیستند، یعنی اینکه اثر پیری از سال پایه تا سال ۲۰۰۵ و تا سال ۲۰۱۰ تقریباً تغییری نکرده و ثابت مانده است (جدول شماره ۷).

۳-۴- اثر پیری بر رشد اقتصادی به روش میانگین‌زدایی

در این روش، عوامل نوع III با میانگین‌زدایی حذف می‌شوند. معادله زیر را در نظر بگیرید:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 X_{it1} + \dots + \beta_k X_{itk} + a_i + u_{it} \quad (16)$$

در این معادله، عوامل نوع I مانند قبل است. عوامل نوع II در داخل u_{it} هستند و عوامل نوع III به صورت a_i نشان داده شده‌اند. ملاحظه می‌شود که a_i همان متغیرهایی هستند که به صورت مجازی در معادله ۱ بودند. اگر از متغیرها در طول سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۳ برای هر کشور میانگین گرفته شود، می‌توان یک معادله رگرسیونی به صورت زیر نوشت:

$$\bar{Y}_i = \beta_0 + \beta_1 \bar{X}_{i1} + \dots + \beta_k \bar{X}_{ik} + a_i + \bar{u}_i \quad (17)$$

میانگین a_i برای هر کشور در طول زمان (مانند نوع حکومت، جغرافیا، فرهنگ و...) همان a_i است. میانگین β ها نیز چون عدد ثابت است، همان β است. اگر معادله ۱۷ از ۱۶ کسر شود، داریم:

$$Y_{it} - \bar{Y}_i = \beta_1(X_{it1} - \bar{X}_{i1}) + \beta_2(X_{it2} - \bar{X}_{i2}) + \dots + \beta_k(X_{itk} - \bar{X}_{ik}) + u_{it} - \bar{u}_i \quad (18)$$

در معادله ۱۸ تمام متغیرهای نوع III، یعنی همان a_i حذف می‌شوند. حال، کافی است به معادله ۱۸، تعداد ۲۳ متغیر مجازی (سال‌های ۲۰۱۳-۱۹۹۰، ۲۴ دوره) برای کنترل عوامل نوع II اضافه شود:

$$\dot{Y}_{it} = \beta_1 \dot{X}_{it1} + \beta_2 \dot{X}_{it2} + \dots + \lambda_2 DT_2 + \dots + \lambda_T DT_T + \ddot{u}_{it} \quad (19)$$

در معادله ۱۹ علامت (̈) به معنای انحراف از میانگین متغیر است. معادله ۱۹ برای ۱۴۶ کشور در دوره ۲۰۱۳-۱۹۹۰ برآورد شده، اما نتایج آن در مقاله گزارش نشده است. دوباره فرضیه متفاوت بودن این اثر در دو گروه از کشورها، کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته ثابت می‌شود. تقریباً در همه مدل‌ها اثر پیری در کشورهای در حال توسعه مثبت است، هرچند از نظر آماری معنادار نیستند. همچنین ضریب پیری در همه موارد در گروه کشورهای توسعه یافته منفی است هرچند از نظر آماری معنادار نیست. همان‌طور که در قسمت‌های قبل اشاره شد، می‌توان این ادعا را با وارد کردن متغیر ضریب پیری و امید به زندگی نشان داد. در این بخش نیز برای تأکید بیشتر بر صحت این ادعا متغیر ضریب یادشده وارد شد و وابستگی اثر پیری با امید به زندگی به شرح زیر است:

$$\frac{\partial GDPg}{\partial DAging} = 6 / 918 - 0 / 094 * Lex \quad (20)$$

$$\frac{\partial GDPg}{\partial DAging} = 7 / 226 - 0 / 098 * Lex \quad (21)$$

معادلات بالا نشان می‌دهند که اثر پیری بر رشد وقتی صفر است که امید به زندگی ۷۳ سال باشد. در روش تفاضل گیری این عدد ۷۰ سال بود. بنابراین، می‌توان گفت، کشورهایی که امید به زندگی بالای ۷۰ یا ۷۳ سال دارند، اثر پیری بر رشد در آنها منفی است و در کشورهایی که امید به زندگی کمتر از ۷۰ یا ۷۳ سال است، اثر پیری بر رشد اقتصادی مثبت است.

فرضیه اختلاف ضریب «رشد جمعیت» و «پیری جمعیت» در گروه کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته در این روش نیز تأیید می‌شود. مقایسه اثر رشد جمعیت در بین دو گروه از کشورها به خوبی نشان می‌دهد که اثر رشد جمعیت در کشورهای در حال توسعه به مراتب بزرگ‌تر از کشورهای توسعه یافته است. در این روش، برای بررسی فرضیه رابطه پیری و رشد جمعیت، متغیر ضریب رشد جمعیت و پیری وارد معادله شده و ضریب آن برآورد شده است. این ضریب نشان می‌دهد، اگر درصد جمعیت ۶۵ سال به بالا بیشتر از ۱۵ باشد، اثر مثبت رشد جمعیت بر رشد اقتصادی خنثی می‌شود:

$$\frac{\partial GDP_g}{\partial POP_g} = 2/136 - 0/148 Aging = 0 \Rightarrow Aging = 15 \quad (22)$$

در روش تفاضل‌گیری این عدد از ۲۱ تا ۱۸ درصد بود.

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با بررسی مبانی نظری تحقیق مشخص شد که پیری جمعیت می‌تواند هم اثر منفی و هم اثر مثبت بر رشد اقتصادی داشته باشد و برآیند اثر است که می‌تواند نتیجه نهایی را مشخص کند. در بیشتر تحقیقاتی که در گذشته انجام شده است، محققان متغیرهای توضیحی مانند درآمد سرانه، رشد جمعیت و مصرف و پس‌انداز را برای تعداد خاصی از کشورها و سال‌ها، وارد مدل‌های خود کرده‌اند و البته، نتایج خوبی هم به دست آمده است. بیشتر به این نتیجه رسیدند که پیری جمعیت اثری منفی بر رشد اقتصادی خواهد داشت. به سادگی نمی‌توان تغییر ساختار جمعیت مانند رشد جمعیت، پیری جمعیت و جوان بودن جمعیت را بر رشد اقتصادی تحلیل کرد. همان‌طور که رشد جمعیت جهان در دهه‌های ۵۰ و ۶۰ میلادی به همراه رشد درآمد سرانه در بسیاری از کشورهای جهان نظریات بدبینانه جمعیت، مانند نظریه مالتوس را رد کرد، افزایش سهم جمعیت پیر نیز ممکن است بسیاری از نظریات بدبینانه را در خصوص پیری جمعیت رد کند، زیرا نهادهای رسمی و غیررسمی انعطاف‌پذیر هستند و با شرایط جامعه تغییر می‌کنند. همچنین رشد تکنولوژی، به ویژه تکنولوژی سلامت در آینده غیرقابل پیش‌بینی است.

این پژوهش با وارد کردن متغیرهای کنترلی شامل نرخ رشد جمعیت، امید به زندگی، درآمد سرانه، جمعیت نیروی کار و انباشت سرمایه برای ۱۴۶ کشور طی ۲۴ سال (که به دلیل محدودیت اطلاعات، می‌توان این تعداد را نماینده کل جهان در نظر گرفت) و استفاده از سه نوع تکنیک داده‌های تلفیقی در اقتصادسنجی شامل برآورد با تکنیک متغیرهای مجازی، برآورد با تکنیک تفاضل‌گیری و برآورد با تکنیک میانگین‌زدایی سعی داشت تا اثر خالص پیری جمعیت را بر رشد اقتصادی برآورد کند. استفاده از سه نوع تکنیک داده‌های تلفیقی برای کنترل متغیرهای جمعیتی که تشخیص و بررسی اثر آنها بر رشد اقتصادی کار ساده‌ای نیست از موارد قوت این پژوهش است. تفاوت این سه روش در کنترل یا حذف عوامل غیرقابل مشاهده است که در طول زمان برای همه کشورها ثابت، اما در بین کشورها متفاوت است. با توجه به اینکه این تحقیق از اطلاعات ۱۴۶ کشور با ساختار فرهنگی، اجتماعی و سیاسی مختلف استفاده کرده، کنترل این عوامل از اهمیت بالایی برخوردار است. به‌منظور تأیید ضریب تأثیر پیری جمعیت بر رشد اقتصادی، از هر سه روش استفاده شده است.

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که نوسانی بودن اثر پیری بر رشد اقتصادی به دلیل ارتباط این اثرگذاری با شاخص‌های دیگر جمعیتی مانند امید به زندگی است. در برآوردهای مختلفی که انجام و مقایسه شد، مشاهده شد، در کشورهایی که امید به زندگی بیش از ۷۰ سال است، اثر پیری جمعیت بر رشد اقتصادی منفی و در کشورهایی که امید به زندگی کمتر از ۷۰ سال است، اثر یادشده مثبت است. این موضوع می‌تواند نشان‌دهنده کاهش شدید بهره‌وری و کارآیی از یک سن خاص به بعد باشد.

همچنین مشاهده شد، علاوه بر اینکه شاخص‌های جمعیتی مانند امید به زندگی، میزان و جهت تأثیرگذاری پیری جمعیت را بر رشد اقتصادی تحت تأثیر قرار می‌دهند، پیری جمعیت نیز میزان و جهت اثرگذاری شاخص‌های جمعیتی را بر رشد اقتصادی تحت تأثیر قرار می‌دهد. یکی از این شاخص‌ها رشد جمعیت است. در برآوردها مشاهده شد که اگر جمعیت بالای ۶۵ سال بیش از ۲۰ درصد باشد، اثرگذاری رشد جمعیت بر رشد اقتصادی کاهش می‌یابد و ممکن است منفی شود، اما در کشورهایی که درصد جمعیت بالای ۶۵ سال آنها

کمتر از ۲۰ درصد است، اثرگذاری رشد جمعیت بر رشد اقتصادی مثبت است؛ برای مثال، در کشورهای ژاپن، ایتالیا و آلمان که درصد جمعیت بالای ۶۵ سال آنها بیش از ۲۰ درصد است دیگر نمی‌توان ادعا کرد که رشد جمعیت بر رشد اقتصادی اثر مثبت دارد. بنابراین، در کشورهایی که امید به زندگی بالای ۷۰ سال بوده و جمعیت بالای ۶۵ سال آنها بیش از ۲۰ درصد است، احتمال کاهش رشد اقتصادی از ناحیه پیری جمعیت زیاد است.

این تحقیق پیشنهاد می‌کند، دولت‌ها و حکومت‌ها در تغییر ساختار جمعیتی از سیاست‌های شتاب‌زده خودداری کنند. به نظر می‌رسد تغییر ساختار جمعیت جهان و همه کشورها به پیر شدن موضوعی غیرقابل اجتناب است، هرچند حد و مرز پیر شدن جمعیت با توجه به تغییرات در سایر حوزه‌ها در آینده مشخص می‌شود. پیشنهاد می‌شود، کشورهای در حال توسعه که انتظار می‌رود در آینده‌ای نزدیک دچار پیری جمعیت شوند، از سیاست‌های اکنون کشورهایی مانند ژاپن که با این پدیده روبه‌رو است، الگو بگیرند.

منابع

- راغفر، حسین، میرحسین موسوی و زهرا کاشانیان (۱۳۹۱)، « اثر پدیده سالمندی بر رشد اقتصادی»، فصلنامه علمی - پژوهشی معرفت فرهنگی - اجتماعی، شماره ۱، صص ۱۲۱-۱۳۲.
- مهرگان، نادر و روح‌الله رضائی (۱۳۸۸)، «اثر ساختار سنی جمعیت بر رشد اقتصادی»، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال سیزدهم، شماره ۳۹، صص ۱۴۶-۱۳۷.
- Andersson, Bjorn (2001), "Scandinavian Evidence on Growth and Age structure", *Regional Studies*, vol. 35, No 5, pp. 377-390.
- Berg, Lennart. (1996), "Age Distribution, Saving and Consumption in Sweden", *Working Paper Series*, Vol. 22, Department of Economics Uppsala University.
- Bloom, D. E & David Canning & Günther Fink, (2011), "Implications of Population Ageing for Economic Growth," *Oxford Review of Economic Policy*, Oxford University Press, vol. 26(4), pp. 583-612.
- Bloom, D. E & David Canning & Karen Eggleston, (2015), "Human Capital & Ageing," *Harvard School of Public Health, Boston, Massachusetts*.
- Bloom, D. E., D. Canning, R. K. Mansfield and M. Moore (2007), "Demographic Change, Social Security Systems and Savings," *Journal of Monetary Economics* 54: 92-114.
- Costa, D. (1998), *The Evolution of Retirement: An American Economic History 1880-1990*. Chicago, *University of Chicago Press*.
- Dychtwald, K. (1999), *Ken Dychtwald on the Future*. *San Francisco Chronicle*. San Francisco.
- Fogel, R. W. (1994), "Economic Growth, Population Theory, and Physiology: The Bearing of Long-Term Processes on the Making of Economic Policy." *American Economic Review* 84: 369-95.
- Fogel, R. W. (1997), *New Findings on Secular Trends in Nutrition and Mortality: So Implications for Population Theory*. *Handbook of Population and Family Economics*. M. Rosenzweig and O. Stark, eds. Amsterdam, Elsevier. 1A.
- Greenspan, A. (2003), *Aging Global Population*. Testimony before the Special Committee on Aging, *U.S. Senate*.
- Lindh, Thomas (1999), "Age Structure and Economic Policy : The Case of Saving and Growth" , *Population and Policy Review*, 18, pp. 261-277.
- Malmberg, B. (1994), *Age Structure Effects on Economic Growth: Swedish Evidence*. *Scandinavian Economic History Review*, Vol. 42, pp. 279-295.

- Nordhaus, W. (2003), *The Health of Nations: The Contribution of Improved Health to Living Standards. Measuring the Gains from Medical Research: An Economic Approach*. K. H. Murphy and R. H. Topel. Chicago, University of Chicago Press.
- Peterson, P. G. (1999), "Gray Dawn: *The Global Aging Crisis*", *Foreign Affairs*.
- Preston, S. H. (1975), "The Changing Relation between Mortality and Level of Economic Development." *Population Studies* 29(2): 231-48.
- United Nations (2015), "Department of Economic and Social Affairs", *Population Division World Population Ageing 2015* (ST/ESA/SER.A/390).
- United Nations (2015), *World Population Prospects: The 2015 revision*.
- Wooldridge, J.M. (2013), *Introductory Econometrics: A Modern Approach* (5th ed.). Mason, OH: South-Western, Cengage Learning.
- World Development Indicators *World Bank*.
- World Health Organization (2006), "Obesity and overweight". <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/index.html>.



پیوست

جدول ۱- اثر پیری بر رشد اقتصادی - روش استخری - همه مشاهدات - (متغیر وابسته: رشد اقتصادی)

متغیر مستقل	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
C	۳/۸۷۳*** (-/۱۱۸)	۲/۲۰۱*** (-/۱۷۹)	۲/۰۶۵*** (-/۱۸۲)	۱/۹۶۴*** (-/۱۸۳)	-/۰۰۵۰۶*** (-/۱۴۳)	-/۰۲۷۶*** (-/۱۲۹)	-/۰۳۴۳*** (-/۱۲۹)
Aging-g	-/۰۲۹۵*** (-/۰۶۱)	۰/۰۰۹ (-/۰۶۴)	-/۰۰۰۲ (-/۰۶۴)	-/۰۰۱۹ (-/۰۶۴)	-/۰۰۷۲* (-/۰۴۹)	-/۰۰۹۶*** (-/۰۴۴)	-/۰۰۶۷ (-/۰۵۷)
PG-g		۰/۹۱۲*** (-/۰۷۴)	۱/۱۸۳*** (-/۰۱)	۱/۰۰۶*** (-/۰۱۰۱)	۱/۱۱۳*** (-/۰۷۷)	۰/۶۸۹*** (-/۰۷۱)	۰/۶۸*** (-/۰۷)
PG-g^2			-/۰۰۰۶*** (-/۰۱۴)	-/۰۰۵۸*** (-/۰۱۴)	-/۰۰۲۳*** (-/۰۱۱)	-/۰۰۰۵ (-/۰۱)	-/۰۰۰۱ (-/۰۱)
Lex-g				-/۰۵۳۳*** (-/۱۱۹)	-/۰۰۱۰۴ (-/۰۹۲)	-/۰۰۰۷۹ (-/۰۸۲)	-/۰۰۰۲۱ (-/۰۸۹)
GNI-g					-/۰۰۶۳۱*** (-/۰۱۲)	-/۰۰۵۵۲*** (-/۰۱۱)	-/۰۰۵۷۸*** (-/۰۱۲)
GDPG (-1)						-/۰۰۲۸۷*** (-/۰۱۲)	-/۰۰۲۸۶*** (-/۰۱۲)
Aging-g^2							-/۰۰۰۱۱ (-/۰۱۱)
Lex-g^2							-/۰۰۰۴۴*** (-/۰۱۵)
GNI-g^2							-/۰۰۰۰۳*** (-/۰۰۰۴)
Period F (Prob)	۱۱/۵۷ (-/۰۰۰)	۱۲/۷۵ (-/۰۰۰)	۱۲/۸۰ (-/۰۰۰)	۱۱/۹۳ (-/۰۰۰)	۷/۰۸ (-/۰۰۰)	۷/۳۹ (-/۰۰۰)	۷/۱۵ (-/۰۰۰)
R ²	۷	۱۱	۱۲	۱۲	۴۸	۵۸	۵۹
Obs	۳۵۰۴	۳۵۰۴	۳۵۰۴	۳۵۰۴	۳۵۰۴	۳۳۵۸	۳۳۵۸

اعداد داخل پرانتز در زیر ضریب نشان‌دهنده انحراف معیار ضریب است. علامت * نشان‌دهنده معناداری در سطح ۱۰ درصد، ** نشان‌دهنده معناداری در سطح ۵ درصد و *** نشان‌دهنده معناداری در سطح ۱ درصد است. آزمون F مربوط به حذف اثرات زمان است.

جدول ۲- اثر پیری بر رشد اقتصادی - روش استخري - برای گروهی از مشاهدات که امید به زندگی کمتر از ۶۵ سال دارند و گروه دیگری از مشاهدات که امید به زندگی بیشتر از ۶۵ سال دارند (متغیر وابسته: رشد اقتصادی)

متغیر توضیحی	امید به زندگی بیشتر از ۶۵ سال										امید به زندگی کمتر از ۶۵ سال																	
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
C	۳/۸۷***	-/۱۵۹*	-/۷۲۹*	-/۷۲۵*	-/۳۱۷***	-/۶۳۷*	-/۶۶۱*	۳/۸۳۳***	۷/۸۹۳***	۷/۷۱۳***	۷/۶۹۹***	۳/۲۸۳***	-/۱۲۵*	-/۱۳۱*	۳/۸۷***	-/۱۵۹*	-/۷۲۹*	-/۷۲۵*	-/۳۱۷***	-/۶۳۷*	-/۶۶۱*	۳/۸۳۳***	۷/۸۹۳***	۷/۷۱۳***	۷/۶۹۹***	۳/۲۸۳***	-/۱۲۵*	-/۱۳۱*
Aging-g	-/۲۰۸**	-/۱۷۹	-/۱۹۶	-/۱۷۹	-/۳۰۶***	-/۳۷۸***	-/۱۹۱	-/۱۳۷	-/۱۳۴	-/۱۲۹**	-/۱۳۴	-/۱۳۷	-/۱۲۵*	-/۱۳۱*	-/۲۰۸**	-/۱۷۹	-/۱۹۶	-/۱۷۹	-/۳۰۶***	-/۳۷۸***	-/۱۹۱	-/۱۳۷	-/۱۳۴	-/۱۲۹**	-/۱۳۴	-/۱۳۷	-/۱۲۵*	-/۱۳۱*
PG-g	۱/۸۷۵***	۱/۶۵۱***	۱/۶۳۳**	۱/۶۳۳**	۱/۶۲۸***	۱/۶۳۳**	۱/۸۳۳***	۱/۶۳۳**	۱/۶۳۳**	۱/۶۳۳**	۱/۶۳۳**	۱/۶۳۳**	۱/۶۳۳**	۱/۶۳۳**	۱/۸۷۵***	۱/۶۵۱***	۱/۶۳۳**	۱/۶۳۳**	۱/۶۲۸***	۱/۶۳۳**	۱/۶۳۳**	۱/۶۳۳**	۱/۶۳۳**	۱/۶۳۳**	۱/۶۳۳**	۱/۶۳۳**	۱/۶۳۳**	۱/۶۳۳**
PG-g ²	-/۱۸۹	-/۸۷۳	-/۹۴۳	-/۸۱	-/۱۲۱*	-/۲۰۷	-/۳۱۳	-/۱۸۳**	-/۱۷۳**	-/۱۷۳**	-/۱۷۳**	-/۱۷۳**	-/۱۷۳**	-/۱۷۳**	-/۱۸۹	-/۸۷۳	-/۹۴۳	-/۸۱	-/۱۲۱*	-/۲۰۷	-/۳۱۳	-/۱۸۳**	-/۱۷۳**	-/۱۷۳**	-/۱۷۳**	-/۱۷۳**	-/۱۷۳**	-/۱۷۳**
Le-g	-/۶۶۴*	-/۵۴	-/۶۶۴*	-/۵۴	-/۱۱۳	-/۱۱۳	-/۱۱۳	-/۱۱۳	-/۱۱۳	-/۱۱۳	-/۱۱۳	-/۱۱۳	-/۱۱۳	-/۱۱۳	-/۶۶۴*	-/۵۴	-/۶۶۴*	-/۵۴	-/۱۱۳	-/۱۱۳	-/۱۱۳	-/۱۱۳	-/۱۱۳	-/۱۱۳	-/۱۱۳	-/۱۱۳	-/۱۱۳	-/۱۱۳
GNI-g	-/۵۴	-/۱۷۵	-/۱۷۵	-/۱۷۵	-/۱۷۵	-/۱۷۵	-/۱۷۵	-/۱۷۵	-/۱۷۵	-/۱۷۵	-/۱۷۵	-/۱۷۵	-/۱۷۵	-/۱۷۵	-/۵۴	-/۱۷۵	-/۱۷۵	-/۱۷۵	-/۱۷۵	-/۱۷۵	-/۱۷۵	-/۱۷۵	-/۱۷۵	-/۱۷۵	-/۱۷۵	-/۱۷۵	-/۱۷۵	-/۱۷۵
GDPG(1)	-/۲۳۳**	-/۲۳۳**	-/۲۳۳**	-/۲۳۳**	-/۲۳۳**	-/۲۳۳**	-/۲۳۳**	-/۲۳۳**	-/۲۳۳**	-/۲۳۳**	-/۲۳۳**	-/۲۳۳**	-/۲۳۳**	-/۲۳۳**	-/۲۳۳**	-/۲۳۳**	-/۲۳۳**	-/۲۳۳**	-/۲۳۳**	-/۲۳۳**	-/۲۳۳**	-/۲۳۳**	-/۲۳۳**	-/۲۳۳**	-/۲۳۳**	-/۲۳۳**	-/۲۳۳**	
Aging-g ²	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	
Le-g ²	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	
GNI-g ²	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	-/۱۳۳**	
Period F (Prob)	۳/۶۷	۳/۵۶	۳/۶۷	۳/۳۴	۳/۵۸	۳/۳۲	۳/۳۱	۱۱/۶۲	۱۲/۶۸	۱۲/۸۱	۱۲/۳۸	۵/۳۸	۷/۹۲	۷/۷۴	۳/۶۷	۳/۵۶	۳/۶۷	۳/۳۴	۳/۵۸	۳/۳۲	۳/۳۱	۱۱/۶۲	۱۲/۶۸	۱۲/۸۱	۱۲/۳۸	۵/۳۸	۷/۹۲	۷/۷۴
R ²	۷	۱۴	۱۵	۱۵	۲۳	۵۲	۵۴	۱۱	۱۴	۱۵	۱۶	۵۹	۶۸	۶۸	۷	۱۴	۱۵	۱۵	۲۳	۵۲	۵۴	۱۱	۱۴	۱۵	۱۶	۵۹	۶۸	۶۸
Obs	۱۱۵۱	۱۱۵۱	۱۱۵۱	۱۱۵۱	۱۱۵۱	۱۰۹۱	۱۰۹۱	۲۳۵۳	۲۳۵۳	۲۳۵۳	۲۳۵۳	۲۳۵۳	۲۳۵۳	۲۳۵۳	۱۱۵۱	۱۱۵۱	۱۱۵۱	۱۱۵۱	۱۱۵۱	۱۰۹۱	۱۰۹۱	۲۳۵۳	۲۳۵۳	۲۳۵۳	۲۳۵۳	۲۳۵۳	۲۳۵۳	۲۳۵۳

اعداد داخل پرانتز در زیر ضریب نشان‌دهنده انحراف معیار ضریب است. علامت * نشان‌دهنده معناداری در سطح ۱۰ درصد، ** نشان‌دهنده معناداری در سطح ۵ درصد و *** نشان‌دهنده معناداری در سطح ۱ درصد است.

جدول ۳- اثر پیری بر رشد اقتصادی - روش اثرات ثابت - همه مشاهدات (متغیر وابسته: رشد اقتصادی)

متغیر مستقل	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
C	۳/۴۵۹*** (۰/۱۷۷)	۳/۸۷۳*** (۰/۲۳۵)	۱/۸۳۴*** (۰/۲۳۵)	۱/۸۹۷*** (۰/۲۳۵)	۰/۱۹۹*	۰/۱۳۴*	۰/۱۳۴*	۱/۵۶۶*** (۰/۲۴۸)	۰/۳۰۵*
Aging-g	-۰/۲۳۸*** (۰/۰۸)	-۰/۲۳۸*** (۰/۰۸)	-۰/۲۸۵*** (۰/۰۸۱)	-۰/۲۸۵*** (۰/۰۸۱)	-۰/۱۹۹*** (۰/۰۶۳)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۵۸)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۶۳)	-۰/۲۳۸*** (۰/۰۸)	-۰/۱۹۲*** (۰/۰۸۲)
PG-g	۱/۸۱۱*** (۰/۱۲۲)	۱/۸۱۱*** (۰/۱۲۲)	۱/۶۰۸*** (۰/۱۲۲)	۱/۶۰۸*** (۰/۱۲۲)	۱/۸۹۷*** (۰/۱۲۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۱۲۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۱۲۲)	۳/۸۳۳*** (۰/۱۶۹)	۱/۵۶۶*** (۰/۲۰۹)
PG-g ²			-۰/۱۷۹*** (۰/۰۱۸)	-۰/۱۷۹*** (۰/۰۱۸)	-۰/۱۷۹*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)
Lex-g			-۰/۳۳۶*** (۰/۰۱۲)	-۰/۳۳۶*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۷۹*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)
GNI-g			-۰/۱۲۹*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۲۹*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۷۹*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)
GDPG(1)			-۰/۱۲۹*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۲۹*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۷۹*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)
Lex-g ²			-۰/۱۲۹*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۲۹*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۷۹*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)
GNI-g ²			-۰/۱۲۹*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۲۹*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۷۹*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)
Aging-g ²			-۰/۱۲۹*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۲۹*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۷۹*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)
PG_g ² Aging			-۰/۱۲۹*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۲۹*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۷۹*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)	-۰/۱۳۴*** (۰/۰۱۲)
Cross section F (Prob)	۳/۸۰ (۰/۰۰۰)	۳/۲۲ (۰/۰۰۰)	۳/۲۲ (۰/۰۰۰)	۳/۲۲ (۰/۰۰۰)	۳/۲۲ (۰/۰۰۰)	۳/۲۲ (۰/۰۰۰)	۳/۲۲ (۰/۰۰۰)	۳/۲۲ (۰/۰۰۰)	۳/۲۲ (۰/۰۰۰)
Period F (prob)	۳/۸۰ (۰/۰۰۰)	۳/۲۲ (۰/۰۰۰)	۳/۲۲ (۰/۰۰۰)	۳/۲۲ (۰/۰۰۰)	۳/۲۲ (۰/۰۰۰)	۳/۲۲ (۰/۰۰۰)	۳/۲۲ (۰/۰۰۰)	۳/۲۲ (۰/۰۰۰)	۳/۲۲ (۰/۰۰۰)
Cross section/Period F (Prob)	۳/۸۰ (۰/۰۰۰)	۳/۲۲ (۰/۰۰۰)	۳/۲۲ (۰/۰۰۰)	۳/۲۲ (۰/۰۰۰)	۳/۲۲ (۰/۰۰۰)	۳/۲۲ (۰/۰۰۰)	۳/۲۲ (۰/۰۰۰)	۳/۲۲ (۰/۰۰۰)	۳/۲۲ (۰/۰۰۰)
Hausman Test(z ²)	۰/۸۲	۱/۳۸	۲/۸۶	۲/۸۶	۸/۹	۸/۱۳	۸/۱۶	۲۱/۶۵	۲۵/۱۳
R ²	۲۱	۲۳	۲۳	۲۳	۵۳	۶۰	۶۱	۷۴	۵۴
Obs	۳۵۰۴	۳۵۰۴	۳۵۰۴	۳۵۰۴	۳۳۵۸	۳۳۵۸	۳۳۵۸	۳۵۰۴	۳۵۰۴

اعداد داخل پرانتز در زیر ضریب نشان دهنده انحراف معیار ضریب است. علامت * نشان دهنده معناداری در سطح ۱۰ درصد، ** نشان دهنده معناداری در سطح ۵ درصد و *** نشان دهنده معناداری در سطح ۱ درصد است. آزمون F مربوط به حذف اثرات مقطعی و حذف اثرات ثابت زمان انجام شده است و اعداد داخل پرانتز احتمال را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، براساس آزمون هاسمن برآورد اثرات ثابت به اثرات تصادفی به‌استثنای مدل اول ترجیح داده می‌شود.

جدول ۵- اثر پیری بر رشد اقتصادی - روش اثرات تصادفی - همه مشاهدات (متغیر وابسته: رشد اقتصادی)

متغیر مستقل	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
C	۳/۹۳۴*** (۰/۳۷۶)	۲/۲۸*** (۰/۳۸۹)	۲/۰۸۴*** (۰/۳۹۸)	۲/۰۰۸*** (۰/۳۷۲)	۰/۴۸۶*** (۰/۱۸۵)	۰/۲۷۳*** (۰/۱۴۶)	۰/۳۴۴*** (۰/۱۳۳)
Aging-g	-۰ /۳۵۲*** (۰/۰۷۲)	-۰/۱۳۴** (۰/۰۷۳)	-۰ /۱۵۶*** (۰/۰۷۳)	-۰ /۱۶۱*** (۰/۰۷۳)	-۰ /۱۳۶*** (۰/۰۵۴)	-۰ /۱۰۸*** (۰/۰۴۴)	-۰/۰۹۳* (۰/۰۵۸)
PG-g		۰/۹۶۵*** (۰/۰۹۶)	۱/۳۰۶*** (۰/۱۲۶)	۱/۲۲۲*** (۰/۱۲۸)	۱/۱۲۸*** (۰/۰۹۲)	۰/۶۷۶*** (۰/۰۷۱)	۰/۶۵۷*** (۰/۰۷۱)
PG-g ²			-۰ /۰۶۸*** (۰/۰۱۶)	-۰ /۰۶۴*** (۰/۰۱۶)	-۰/۰۲* (۰/۰۱۲)	-۰/۰۰۵* (۰/۰۱)	۰/۰۰۱* (۰/۰۱)
Lex-g				۰/۴۵*** (۰/۱۲۴)	۰/۱۹۴*** (۰/۰۹۵)	۰/۱۱۵* (۰/۰۸۲)	۰/۰۹۷* (۰/۰۸۹)
GNI-g					۰/۶۲۷*** (۰/۰۱۲)	۰/۵۶۲*** (۰/۰۱۱)	۰/۵۹۸*** (۰/۰۱۲)
GDPG(-1)						۰/۲۸۶*** (۰/۰۱۲)	۰/۲۸۲*** (۰/۰۱۱)
Lex-g ²							۰/۰۴*** (۰/۰۱۵)
GNI-g ²							-۰ /۰۰۳*** (۰/۰۰۰۴)
Aging-g ²							-۰/۰۱* (۰/۰۱۱)
R ²	۰/۶	۳	۳	۴	۴۳	۵۵	۵۷
Obs	۳۵۰۴	۳۵۰۴	۳۵۰۴	۳۵۰۴	۳۵۰۴	۳۳۵۸	۳۳۵۸

در روش اثرات تصادفی آزمون F برای حذف عوامل نوع II و III انجام نمی‌شود و این عمل تنها در روش اثرات ثابت انجام می‌شود.

اعداد داخل پرانتز در زیر ضریب نشان‌دهنده انحراف معیار ضریب است. علامت * نشان‌دهنده معناداری در سطح ۱۰ درصد، ** نشان‌دهنده معناداری در سطح ۵ درصد و *** نشان‌دهنده معناداری در سطح ۱ درصد است.

جدول ۶- برآورد اثر پیری بر رشد اقتصادی به روش اثرات تصادفی برای دو گروه از مشاهدات: گروهی از مشاهدات که امید به زندگی کمتر (متغیر وابسته: رشد اقتصادی) از ۶۵ سال است و گروه دیگری از مشاهدات که امید به زندگی بیشتر از ۶۵ سال است

متغیر مستقل	مشاهداتی که امید به زندگی کمتر از ۶۵ سال دارند							مشاهداتی که امید به زندگی بیشتر از ۶۵ سال دارند						
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
C:	۳/۷۷۷*** (۰/۶۲۱)	-۱/۶۵۵*** (۰/۶۳۳)	-۱/۶۳۳*** (۰/۶۳۶)	-۱/۶۳۳*** (۰/۶۳۸)	-۱/۶۲۱*** (۰/۶۸۱)	-۱/۶۳۸** (۰/۶۹۵)	-۱/۵۵۱** (۰/۶۸۸)	۳/۱۸۱*** (۰/۶۳۲)	۳/۱۱۱*** (۰/۶۵۵)	۳/۶۰۳*** (۰/۶۵۷)	۳/۱۰۳*** (۰/۶۵۵)	۳/۶۰۳*** (۰/۶۵۵)	-۱/۱۵* (۰/۱۷۴)	-۱/۰۰۰* (۰/۱۷۴)
Aging-g	-۱/۱۶۹ (۰/۱۸۸)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)
PG-g	۶/۱۱۶*** (۰/۶۱۷)	۶/۱۱۶*** (۰/۶۱۷)	۶/۱۱۶*** (۰/۶۱۷)	۶/۱۱۶*** (۰/۶۱۷)	۶/۱۱۶*** (۰/۶۱۷)	۶/۱۱۶*** (۰/۶۱۷)	۶/۱۱۶*** (۰/۶۱۷)	۶/۱۱۶*** (۰/۶۱۷)	۶/۱۱۶*** (۰/۶۱۷)	۶/۱۱۶*** (۰/۶۱۷)	۶/۱۱۶*** (۰/۶۱۷)	۶/۱۱۶*** (۰/۶۱۷)	۶/۱۱۶*** (۰/۶۱۷)	۶/۱۱۶*** (۰/۶۱۷)
PG-g*2	(۰/۶۱۷)	(۰/۶۱۷)	(۰/۶۱۷)	(۰/۶۱۷)	(۰/۶۱۷)	(۰/۶۱۷)	(۰/۶۱۷)	(۰/۶۱۷)	(۰/۶۱۷)	(۰/۶۱۷)	(۰/۶۱۷)	(۰/۶۱۷)	(۰/۶۱۷)	(۰/۶۱۷)
Lex-g	-۱/۱۶۹ (۰/۱۸۸)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)
GIN-g	-۱/۱۶۹ (۰/۱۸۸)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)
GDPG(-1)	-۱/۱۶۹ (۰/۱۸۸)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)
Lex-g*2	-۱/۱۶۹ (۰/۱۸۸)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)
GIN-g*2	-۱/۱۶۹ (۰/۱۸۸)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)
Aging-g*2	-۱/۱۶۹ (۰/۱۸۸)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)	-۱/۱۸۱ (۰/۱۸۱)
R ²	۱/۵۱	۱/۵۱	۱/۵۱	۱/۵۱	۱/۵۱	۱/۵۱	۱/۵۱	۱/۵۱	۱/۵۱	۱/۵۱	۱/۵۱	۱/۵۱	۱/۵۱	۱/۵۱
Obs	۱۱۵۱	۱۱۵۱	۱۱۵۱	۱۱۵۱	۱۱۵۱	۱۱۵۱	۱۱۵۱	۱۱۵۱	۱۱۵۱	۱۱۵۱	۱۱۵۱	۱۱۵۱	۱۱۵۱	۱۱۵۱

وقتی مشاهدات بر اساس امید به زندگی به دو گروه تقسیم می‌شود، برآورد پنل دینا نامتوازن می‌شود، در نتیجه، در این برآوردها تنها اثرمقاطع یا همان عوامل نوع سوم کنترل شده‌اند و عوامل نوع دوم کنترل نشده‌اند، زیرا در پنل دینای نامتوازن نمی‌توان برآورد اثرات تصادفی دوطرفه انجام داد. در ضمن، در روش اثرات تصادفی آزمون F برای حذف عوامل نوع III و II انجام نمی‌شود و این عمل تنها در روش اثرات ثابت انجام می‌شود.

جدول ۷- برآورد اثر پیری جمعیت بر رشد اقتصادی- روش تفاضل گیری (متغیر وابسته: رشد اقتصادی)-

تعداد مشاهدات مورد استفاده: همه مشاهدات، ۱۴۶ کشور طی سال‌های ۲۰۱۳ تا ۱۹۹۰

متغیر مستقل	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
C	۴/۱۸۶***	۲/۴۶۷***	۲/۱۹۹***	۲/۰۶۲***	۱/۹۵۱***	۱/۹۰۶***	۱/۰۳۳***	۱/۱۱۴***	۰/۶۰۷*
D-Aging	(-۰/۱۲۷)	(۰/۲۰۸)	(-۰/۲۱۵)	(-۰/۲۱۹)	(-۰/۲۲)	(-۰/۲۲)	(-۰/۲۰۹)	(-۰/۲۳)	(-۰/۵۳۸)
Pop-g	-۵/۲۹***	-۰/۶۷۷*	-۰/۵۲۲*	-۰/۶۸۸*	-۰/۶۳۵*	۲۲/۶۹۳***	۲۶/۷۵۵***	۱۹/۷۵۱***	۲۶/۵۹۳***
D-Lex	(۰/۷۷)	(۰/۸۷۸)	(۰/۸۷۶)	(۰/۸۷۶)	(۰/۸۷۳)	(۸/۱۷۶)	(۷/۹۹۲)	(۸/۴۲۴)	(۸/۸۷۵)
D-GNI		۰/۸۷۸***	۰/۸۵۱***	۰/۸۶۹***	۰/۸۵۷***	۰/۸۰۰***	۰/۵۶۹***	۱/۶۳۲***	۱/۱۰۸***
D-LF		(۰/۸۴)	(۰/۸۴)	(۰/۸۴)	(۰/۸۴)	(۰/۸۴)	(۰/۱۰۵)	(۰/۱۶۵)	(۰/۱۱۷)
D-Aging*Lex		۱/۰۴۲***	۱/۰۵۴***	۱/۰۱۷***	۱/۰۱۷***	۰/۴۶۱***	۰/۷۰۲***	۰/۴۵۱***	۰/۴۲۲***
D-GCF			(۰/۲۳۵)	(۰/۲۳۵)	(۰/۲۳۴)	(۰/۲۳۵)	(۰/۲۲۹)	(۰/۲۳۴)	(۰/۲۴۸)
D-Lex			۰/۰۰۲***	۰/۰۰۲***	۰/۰۰۲***	۰/۰۰۳***	۰/۰۰۳***	۰/۰۰۳***	۰/۰۰۵***
D-Aging*Lex			(۸/۳۳۴)	(۸/۳۱۲)	(۸/۳۱۲)	(۹/۲)	(۸/۶)	(۸/۶)	(۰/۰۰۱)
D-GCF			۰/۰۰۰***	۰/۰۰۰***	۰/۰۰۰***	۰/۰۰۰***	۰/۰۰۰***	۰/۰۰۰***	۴/۴۲۱***
D-Aging*Lex				(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۱/۰۴۴)
D-GCF						(-۰/۱۰۸)	(-۰/۱۱۱)	(-۰/۱۱۱)	(-۰/۱۲۴)
D-Aging*Lex									(-۰/۳۸۷)***
D-GCF									(-۰/۳۷)***
D-Aging*Lex									(۰/۱۸)
D-GCF									(-۰/۱۶)
D-Aging*Lex									(-۰/۳۶)***
D-GCF									(-۰/۱۵)
D-Aging*Lex									(-۰/۲۴)
D-GCF									(-۰/۳۹)***
D-Aging*Lex									(-۰/۱۶)
D-GCF									(۴/۳۵)*
D-Aging*Lex									(۳/۹۱۲)
D-GCF									(۳/۳۳)***
D-Aging*Lex									(۱/۴)
D-GCF									(-۰/۲۳)*
D-Aging*Lex									(۰/۱۱)
D-GCF									(-۰/۶۸)***
D-Aging*Lex									(-۰/۲۱)
D-GCF									۷/۳۸۵**
D-Aging*Lex									(۳/۹۵۳)
D-GCF									(-۰/۴۷)*
D-Aging*Lex									(۴/۵۶۹)
D-GCF									۸/۹۱۹***
D-Aging*Lex									(۳/۷۴۵)
D-GCF									۲/۰۴۶*
D-Aging*Lex									(۳/۳۵)
F-STATISTIC (Prob)	۱۰/۸۲	۱۱/۷۹	۱۰/۹۷	۱۰/۴۹	۱۰/۴۳	۱۰/۶۴	۱۰/۹۴	۱۰/۵۳	-
R²	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	
Obs	۳۳۵۸	۳۳۵۸	۳۳۵۸	۳۳۵۸	۳۳۵۸	۳۳۵۸	۳۳۱۲	۳۳۵۸	۳۳۵۸

تعداد داخل پراتر در زیر ضریب نشان‌دهنده انحراف معیار ضریب است. علامت * نشان‌دهنده معناداری در سطح

۱۰ درصد، ** نشان‌دهنده معناداری در سطح ۵ درصد و *** نشان‌دهنده معناداری در سطح ۱ درصد است.

