

## تلفات ترافیکی ایران در چارچوب یک بررسی اقتصادی

نادر مهرگان (مسئول مکاتبات)، دانشیار، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.  
علی اکبر قلی‌زاده، استادیار، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.  
فریبرز محمدی، کارشناس ارشد، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

E-mail: mehregannader@yahoo.com

دریافت: ۹۰/۱۲/۰۱ پذیرش: ۹۱/۱۰/۰۱

### چکیده

هدف این مطالعه بررسی برخی عوامل اقتصادی تأثیرگذار بر تصادفات جاده‌ای در قالب فرضیه زیست محیطی کوزنتس (EKC) است. بر اساس فرضیه مذکور می‌توان چنین استنباط کرد که میزان تلفات جاده‌ای در مراحل اولیه رشد اقتصادی افزایش پیدا می‌کند و در نهایت به سبب پیشرفت‌های تکنیکی، افزایش میزان سرمایه‌گذاری در بخش‌های مرتبط، و بهبود مراقبت‌های پزشکی، این نرخ در مراحل بعدی رشد اقتصادی کاهش می‌یابد. بنابراین، این مطالعه به تجزیه و تحلیل ارتباط مذکور در قالب روش اقتصادسنجی، حداقل مربعات معمولی (OLS) برای دوره زمانی (۱۳۸۸-۱۳۵۰) پرداخته است. نتایج به‌دست آمده از این پژوهش گویای این مطلب است که می‌توان مدعی شد، رشد اقتصادی و تلفات ترافیکی با هم در ارتباط بوده و این رابطه به گونه‌ای است که همراه با رشد اقتصادی تلفات ترافیکی افزایش یافته و پس از رسیدن به یک نقطه عطف، شاهد کاهش میزان تلفات ترافیکی خواهیم بود. به عبارت دیگر این همان رابطه U وارون کوزنتس است که در ارتباط با تلفات ترافیکی و تولید ناخالص داخلی سرانه برای ایران نمود پیدا کرده است. از دیگر نتایج به‌دست آمده در این تحقیق ارتباط منفی متغیر سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های بخش حمل‌ونقل، بهبود مراقبت‌های پزشکی و شاخص فرهنگی با تلفات ترافیکی و نیز ارتباط مستقیم تعداد وسایل نقلیه سرانه با میزان تلفات جاده‌ای است.

واژه‌های کلیدی: تصادفات جاده‌ای، تولید ناخالص داخلی (GDP)، عوامل اقتصادی، فرضیه زیست محیطی کوزنتس (EKC)

## ۱. مقدمه

با گسترش زندگی ماشینی و افزایش روز افزون ترافیک در شهرها و جاده‌ها در نیم قرن اخیر، در مقابل فواید اقتصادی و رفاهی گسترش ارتباطات و سرعت جابجایی کالا و مسافر، بر تعداد و شدت تصادفات ترافیکی به سرعت افزوده شده است. از این رو بحث تصادفات و ضایعات مالی و جانی ناشی از آن به یکی از چالشهای جوامع بشری مبدل شده است [نمکی عراقی، ۱۳۸۷] که در این راستا کشورها هزینه‌های قابل توجهی را نیز متحمل شده‌اند. در کشورهای کمتر توسعه یافته به دلیل کمی نظارت توسط سازمانهای مرتبط بر امر تصادفات جاده‌ای، این مسئله وضعیت اسفناکتری یافته است، زیرا نامناسب بودن کیفیت جاده‌ها، فقدان نظارت کافی و مؤثر، کمی درآمد و استفاده از ماشینهای فرسوده در امر حمل و نقل در کنار سایر عوامل، باعث تشدید بروز حوادث جاده‌ای در این کشورها شده است. از سوی دیگر در این کشورها همگام با افزایش وسایل نقلیه، زیرساختهای حمل و نقل مورد نیاز متناسب با آن بهبود نیافته است. علاوه بر آن استانداردهای ایمنی وسایل نقلیه و ایمن-سازی شبکه معابر، روند رو به رشدی نداشته است. این عدم تطابق بین تمایل به ماشینی شدن زندگی شهری و زیرساختهای مورد نیاز آن، سبب شده تا امروزه شاهد سیر صعودی تصادفات و تلفات ناشی از آن در کشورهای در حال توسعه باشیم.

متأسفانه ایران نیز یکی از کشورهایی است که بیشترین موارد مرگ و میر و جراحت ناشی از تصادفات را دارد. مطالعات در کشور ما نشان می‌دهد که در حال حاضر، سالانه بیش از ۲۵۰۰۰ نفر در اثر تصادفات ناشی از وسایل نقلیه کشته و بیش از صد هزار نفر در سال مجروح می‌شوند؛ از این گذشته خسارتهای مالی تصادفات جاده‌ای در ایران به ۷ درصد تولید ناخالص داخلی (GDP) می‌رسد [آیتی، ۱۳۸۷]، که این آمارها در مقایسه با بسیاری از کشورها، ایران را در موقعیت بسیار نگران کننده‌ای قرار داده است [پیوندی و همکاران، ۱۳۸۴]. باید توجه شود که کشور ما در سالهای اخیر به یکی از کانونهای بحران (تصادفات جاده‌ای) تبدیل شده، به طوری که مطالعات و بررسیهای اخیر

بانک جهانی وضعیت ایمنی ترافیک در ایران را رسماً بحرانی دانسته است. بنابراین امید است با تلاشهای صورت گرفته در این مطالعه گامی مؤثر در جهت کاهش پیامدهای ناشی از این بحران و همچنین ارتقای عملکرد بخش مذکور برداشته شود.

## ۲. مطالعات پیشین

لاو<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۰)؛ در مطالعه‌ای با عنوان رابطه کوزنتس بین تلفات جاده‌ای و رشد اقتصادی، به بررسی رابطه کوزنتس در ارتباط با تلفات جاده‌ای و رشد اقتصادی پرداخته‌اند. داده‌های مورد استفاده در این تحلیل شامل نمونه‌ای از ۶۰ کشور در سطوح مختلف رشد اقتصادی در طی دوره ۱۹۷۲ تا ۲۰۰۴ است؛ در تجزیه و تحلیل آماری نمونه به دو گروه تقسیم شده است، این دو گروه اشاره به کشورهای به شدت توسعه یافته (با شاخص توسعه انسانی بالاتر از ۸۶٪ از سال ۲۰۰۷) و کشورهای کمتر توسعه یافته دارد. نتایج نشان دهنده وجود رابطه کوزنتس با سطح اطمینان بالایی برای دو گروه کشورهای شدیداً توسعه یافته و کمتر توسعه یافته است و در واقع بیان می‌کند که یک رابطه U شکل بین تلفات جاده‌ای و درآمد سرانه وجود دارد. [لاو و همکاران، ۲۰۱۰]

پائولوزی<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۷)؛ طی مقاله‌ای تحت عنوان تأثیر توسعه اقتصادی بر روی مرگ و میر مرتبط با حمل و نقل جاده‌ای در میان انواع مختلف کاربران جاده‌ای (مطالعه مقطعی بین المللی)، تأثیر رشد اقتصادی را بر نرخ مرگ و میر و صدمات ترافیکی در میان انواع کاربران مختلف جاده (پیاده‌ها، دوچرخه سواران، موتورسیکلت سواران، مسافرین خودروها و سایر وسایل نقلیه) مورد بررسی قرار دادند. این مطالعه با استفاده از تجزیه و تحلیل رگرسیون خطی به بررسی داده‌های مقطعی مرگ و میر ناشی از تصادفات ۴۴ کشور برای سال ۲۰۰۵ می‌پردازد. نتایج بررسیها برای دو مرحله از توسعه اقتصادی نشان می‌دهد که در مرحله اول توسعه با افزایش نرخ مرگ و میر تصادفات روبرو هستیم تا اینکه به یک نقطه بحرانی برسیم و از آن به بعد شاهد کاهش این نرخ خواهیم بود. آنها افزایش اولیه و سپس کاهش نرخ مرگ و میر

## تلفات ترافیکی ایران در چارچوب یک بررسی اقتصادی

تصادفات و سوانح حمل و نقل، همراه با خسارات مالی و جانی جبران ناپذیری پدید آید. تحلیل دقیق آمار تصادفات در سطح جهان که توسط سازمان تحقیقات جاده‌ای و حمل و نقل بریتانیا انجام گرفته نشانگر آن است که میزان مرگ و میر به ازای هر خودرو در کشورهای در حال توسعه، در مقایسه با کشورهای صنعتی بیشتر است و از سوی دیگر در کشورهای صنعتی، نرخ تصادفات و تلفات انسانی رو به کاهش است، اما در کشورهای در حال توسعه، آمارها بیانگر آن است که در سالیان اخیر نرخ تصادفات و تلفات رو به افزایش بوده است.

نتایج به دست آمده از مطالعات تجربی نشان داده است که تصادفات جاده‌ای در کشورهای در حال توسعه تا زمانی که به یک سطح آستانه‌ای خاص از درآمد برسند، افزایش می‌یابد و از آن به بعد این نرخ کاهش پیدا می‌کند. این ارتباط مشابه است با منحنی کوزنتس که بیان می‌کند بین غیر یکنواختی درآمد و درآمد سرانه ارتباط وجود دارد [مهرگان و همکاران، ۱۳۸۷]. محققان جهت بررسی فرضیه کوزنتس در ارتباط با تصادفات جاده‌ای، معمولاً در ادبیات تحقیق خود تصادفات جاده‌ای را در زمره آلودگیهای زیست محیطی قرار می‌دهند. تحلیلی که بر مبنای آن ارتباط فرضیه کوزنتس را با تصادفات جاده‌ای بیان می‌کنند. این است که جوامع در سطوح پایین درآمد، کمتر قادر به تخصیص منابع لازم برای ایجاد نهادهای مرتبط و اجرا و تدوین سیاستهای ایمنی جاده هستند که این امر منجر به تصادفات و تلفات بیشتر می‌شود. همچنین در این سطح از درآمد میزان تقاضا برای امنیت بیشتر جاده در سطح پایینی قرار دارد. با این حال در سطوح بالای درآمد، جوامع توجه بیشتری را روی امنیت جاده‌ای متمرکز می‌کنند زیرا منابع بیشتری برای سرمایه‌گذاری در بخش ایمنی جاده‌ای و نهادهای نظارتی موثرتر، در دسترس است، و مردم نیز از سطح تقاضای بالاتری برای امنیت جاده‌ای برخوردار هستند [لاو و همکاران، ۲۰۱۰].

ارتباط میان رشد اقتصادی و کیفیت زیست محیطی در یک بستر زمانی بلندمدت، می‌تواند به صورت مستقیم، معکوس و یا ترکیبی از هر دو باشد. این بحث (جریان ارتباط میان رشد اقتصاد و

را به تغییر در نرخ کاربران جاده‌ای غیرموتوری (پایه‌ها و سایر کاربران آسیب‌پذیر جاده‌ای) نسبت دادند. با این حال تغییر در نرخ مرگ و میر در سطوح بالاتر درآمدی نامشخص بود. [پائولوزی و همکاران، ۲۰۰۷]

کوپیت و کروپر<sup>۳</sup> (۲۰۰۵)؛ در مطالعه‌ای با عنوان تلفات ترافیکی و رشد اقتصادی، ارتباط بین تلفات ترافیکی و رشد اقتصادی را در چارچوب منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC) مورد بررسی قرار دادند و آن را جهت پیش‌بینی میزان مرگ و میرهای جاده‌ای برای مناطق مختلف جغرافیایی بکار گرفتند [کروپر و کوپریت، ۲۰۰۵]. معادله تلفات جاده‌ای (جمعیت / مرگ و میر =  $F/P$ ) و اجزای آن، نرخ موتوریزه<sup>۴</sup> شدن (جمعیت / وسایل نقلیه =  $V/P$ ) و مرگ و میر در هر وسیله نقلیه (وسایل نقلیه / مرگ و میر =  $F/V$ ) با استفاده از روش پانل دیتا برای ۸۸ کشور از ۱۹۶۳ تا ۱۹۹۹ برآورد شده است که شکل کلی معادله به صورت زیر است:

$$\ln(Z)_{it} = a_i + G[\ln(Y_{it})] + H(t) + \varepsilon_{it}$$

که در آن  $Z = F/P = F/V \times V/P$ ؛  $Y_{it}$  میزان درآمد سرانه است،  $a_i$  ضریب خاص یک کشور است،  $G$  و  $H$  دو تابع تعریف شده هستند، به طوری که  $G$  به دو شکل متفاوت در مدل بکار رفته است:

$$\ln(Z)_{it} = a_i + b\ln Y_{it} + c(\ln Y_{it})^2 + H(t) + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$\ln(Z)_{it} = a_i + b\ln Y_{it} + \sum_s [c_s D_s (\ln Y_{it} - \ln Y_s)] + H(t) + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

نتایج این بررسی تداعی کننده یک نمودار U معکوس بین نرخ کشته‌های ترافیکی و میزان درآمد سرانه است؛ و بیانگر آن است که میزان تلفات ترافیکی با افزایش درآمد، افزایش یافته و سپس در یک سطح مشخصی از درآمد (نقطه عطف) شروع به کاهش می‌کند. این سطح از درآمد که در آن نرخ کشته‌ها شروع به کاهش می‌کند، به نوع مدل‌سازی و مناطق تحت بررسی بستگی دارد.

### ۳. مبانی نظری

توسعه فناوری و افزایش روز افزون وسایل نقلیه در زندگی بشر و همچنین رشد جمعیت موجب شده است اثرات نامطلوب

کوزنتس، در مراحل ابتدایی رشد اقتصادی، تخریب محیط زیست. همان‌طور که گفته شد مطالعات تجربی شواهدی مبنی بر وجود یک رابطه‌ی U معکوس بین درآمد سرانه و مرگ‌ومیر جاده‌ای را نشان می‌دهند. این افزایش سطح درآمد در ابتدا با افزایش در مرگ‌ومیر جاده‌ای همراه است، اما در سطوح درآمدی بالاتر از درآمد آستانه‌ای تلفات جاده‌ای شروع به کاهش می‌کند که با منحنی زیست محیطی کوزنتس سازگار است.

#### ۴. روش تحقیق

روش گردآوری داده‌های این تحقیق اسنادی و روش تجزیه و تحلیل نیز، تحلیل اقتصادسنجی است، که به منظور تطبیق تئوریهای اقتصادی با واقعیت‌های جامعه، روابط علی بین متغیرها با استفاده از آمار و ارقام مورد بررسی قرار می‌گیرد و پس از تطبیق با تئوریها، با استفاده از آمار استنتاجی و روشهای اقتصادسنجی رد یا اثبات فرضیه‌های ارائه شده مورد آزمون قرار می‌گیرد. داده‌های این پژوهش از طریق سایتهای مختلف (وب سایت بانک مرکزی ایران، وب سایت پایگاه اطلاعات نشریات مرکز آمار ایران)، بانکهای اطلاعاتی و سالنامه‌های آماری کشور گردآوری شده است و همچنین کتابها و مقالات مختلف مرتبط با این موضوع مورد استفاده قرار گرفته اند. در نهایت این تحقیق با استفاده از تخمین داده‌های سری زمانی طی دوره ۳۹ سال (۱۳۵۰-۸۸) به بررسی ارتباط شاخصهای اقتصادی و تلفات ناشی از تصادفات جاده‌ای با استفاده از نرم‌افزار Eviews می‌پردازد.

#### ۴-۱ الگوی مورد برآورد

بررسی مطالعات تجربی در خصوص فرضیه کوزنتس نشان می‌دهد که معمولاً برای تعیین روابط ممکن میان آلودگی محیط زیست و درآمد، مدل تعدیل شده زیر و یا مدل زیر به صورت لگاریتمی مورد استفاده قرار می‌گیرد:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_1 x_{it} + \beta_2 x_{it}^2 + \beta_3 x_{it}^3 + \beta_4 z_{it} + \varepsilon_{it}$$

که در آن:

Y شاخص زیست محیطی، X درآمد، و منظور از Z متغیرهای

کیفیت زیست محیطی)، موضوع بسیاری از مطالعات و تحقیقات قرار گرفته است. چنان که جریان شکل‌گیری این حوزه از مطالعات بررسی شود، نتایج حکایت از آن دارند که طی چند دهه اخیر، دو جریان فکری کلی در این حوزه وجود داشته است که در نهایت به یک رویکرد سومی تبدیل شده‌اند. رویکرد اول به نوعی انتخاب<sup>۵</sup> میان رشد اقتصادی و حفظ استانداردهای زیست محیطی می‌پردازد؛ به این معنی که اصولاً رشد اقتصادی و در نتیجه افزایش تولید و مصرف، خواه ناخواه نیازمند مواد اولیه و انرژی بیشتر به عنوان داده‌های<sup>۶</sup> تولید است و متقابلاً افزایش تولید، تخریب محیط زیست را به همراه دارد. به عبارت دیگر، هر چه در خلال فرآیند توسعه اقتصادی سطح درآمد افزایش می‌یابد، در مقابل استخراج بیشتر منابع طبیعی و افزایش تخریبهای زیست محیطی، باعث کاهش رفاه بشر می‌شود. به همین جهت رشد فعالیتهای اقتصادی از این حیث، نوعی خطر به شمار می‌آید. بنابراین استدلال می‌شود که سیاستگذاران در این ارتباط باید دست به نوعی انتخاب بزنند، یعنی با هدف دستیابی به رشد اقتصادی بالاتر، پذیرای مخاطرات زیست محیطی بیشتر باشند و یا در صورت اعتقاد به ضرورت حفظ محیط زیست می‌باید به سطوح بسیار پایین رشد اقتصادی رضایت دهند که این خود انتخابی دشوار است.

در سوی دیگر این طیف، رویکرد دوم وجود دارد. در این گروه اعتقاد بر این است که مسیر بهبود کیفیت زیست محیطی به موازات رشد اقتصادی است و به منظور بهبود استانداردهای زیست محیطی باید در جریان رشد اقتصادی گام نهاد، چرا که اصولاً سطح بالاتری از درآمد، باعث افزایش تقاضا برای کالایی می‌شود که از سطح کمتری از مواد اولیه<sup>۷</sup> استفاده می‌کند و نیز اینکه افزایش درآمد باعث افزایش تقاضای کیفیت محیط زیست می‌شود و این به معنی پذیرش معیارها و ضوابط حفاظتی زیست محیطی است.

رویکرد سوم از اوایل دهه ۹۰ مطرح شد، میان رشد اقتصادی و مخاطرات زیست محیطی رابطه‌ای به صورت U وارونه<sup>۸</sup> مطرح کرده که این موضوع به فرضیه انتقال زیست محیطی یا فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس<sup>۹</sup> معروف شده، بنابر فرضیه منحنی

## تلفات ترافیکی ایران در چارچوب یک بررسی اقتصادی

سرانه پزشک در هر هزار نفر؛  $Edu_t$  : درصد افراد باسواد؛  $pop_t$  : جمعیت کشور؛  $D_t$  : به عنوان متغیر مجازی مؤثر بر تصادفات جاده‌ای در نظر گرفته شده است، همچنین  $Time$ ، متغیر روند،  $\epsilon_t$  جزء خطای رگرسیون و  $t$  زمان است.

### ۴-۲ شرح متغیرها

متغیرهایی که در این تحلیل مورد بررسی قرار گرفته‌اند در مجموع شامل شش متغیر اصلی است، و با این شرح بیان می‌شوند که در راس آنها متغیر وابسته مدل، یعنی تلفات جاده‌ای قرار می‌گیرد که برای این متغیر از تعداد فوت شده‌های ناشی از تصادفات استفاده می‌شود. این داده‌ها از سالنامه‌های آماری کشور در سالهای مختلف استخراج شد. همچنین جهت بررسی درآمد ملی در مدل تجربی مورد تحلیل، سرانه تولید ناخالص داخلی (GDP) به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ برای کشور، در نظر گرفته شده است. طبق تئوری کوزنتس این انتظار وجود دارد که ضریب GDP سرانه مثبت و ضریب عبارت مجذور آن منفی شود.

به‌منظور نشان دادن درجه نسبی کاربرد وسایل نقلیه در میان کشورهای مختلف و در طول زمان، وسایل نقلیه سرانه در هر هزار نفر به‌عنوان یک شاخص معمول در بررسیها پذیرفته شده است. همچنین در مطالعات پیشین [بیشای<sup>۱۱</sup> و همکاران ۲۰۰۶، گارگ و هایدر<sup>۱۲</sup> ۲۰۰۶ و کوپیت و کروپر ۲۰۰۵] این شاخص جهت بررسی تأثیر وسایل نقلیه بر تصادفات جاده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است. داده‌های مربوط به این متغیر برگرفته از مرکز آمار ایران است. متغیر سرمایه‌گذاری در زیرساختهای جاده‌ای یکی از عوامل مؤثر بر تلفات جاده‌ای است که از داده‌های سرمایه‌گذاری خالص ساختمان در بخش حمل‌ونقل برگرفته از حسابهای ملی منطقه‌ای بانک مرکزی برای تعریف این متغیر در مدل استفاده شده است. تعداد پزشکان در هر هزار نفر به‌عنوان شاخصی برای متغیر بهبود فناوری و مراقبتهای پزشکی در نظر گرفته شده است. این شاخص در مطالعات پیشین [نالد<sup>۱۳</sup>، ۲۰۰۳، و لاد و همکاران، ۲۰۱۰] جهت بررسی اثر بهبود مراقبتهای پزشکی بر روی تلفات جاده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است. داده‌های این متغیر نیز

دیگری است که باعث تخریب محیط زیست می‌شود. همچنین اندیس  $i$  به کشور مورد نظر،  $t$  به زمان،  $\alpha$  به ضریب ثابت و  $\beta_k$  به ضریب  $k$  امین متغیر توضیحی اشاره دارد.

اگر  $\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 = 0$  یعنی هیچ رابطه‌ای بین  $X$  و  $Y$  وجود ندارد.  $\beta_1 > 0$  و  $\beta_2 = \beta_3 = 0$  باشد یک رابطه یکنواخت افزایشی یا رابطه خطی بین  $X$  و  $Y$  وجود دارد. اگر  $\beta_1 < 0$  و  $\beta_2 = \beta_3 = 0$  باشد یک رابطه یکنواخت کاهشی بین  $X$  و  $Y$  وجود دارد. اگر  $\beta_1 > 0$  و  $\beta_2 < 0$  و  $\beta_3 = 0$  باشد یک رابطه U برعکس میان  $X$  و  $Y$  وجود دارد که منظور همان منحنی کوزنتس زیست محیطی EKC است. اگر  $\beta_1 < 0$  و  $\beta_2 > 0$  و  $\beta_3 > 0$  باشد یک رابطه N شکل میان  $X$  و  $Y$  وجود دارد. اگر  $\beta_1 < 0$  و  $\beta_2 > 0$  و  $\beta_3 < 0$  باشد یک رابطه N برعکس میان  $X$  و  $Y$  وجود دارد.

همان‌طور که مشاهده می‌شود EKC فقط یکی از حالت‌های ممکن از مدل فوق است. در تحقیقات تجربی منحنی زیست محیطی کوزنتس، علاوه بر درآمد سرانه، متغیرهای دیگری مانند جمعیت، ویژگیهای جغرافیایی، رشد، سیاست، متغیرهای تجاری، حقوق سیاسی، آزادی‌های مدنی و غیره نیز مشاهده می‌شود [نصرالهی و همکاران، ۱۳۸۸].

در تدوین الگوی مورد برآورد این بررسی با استفاده از مبانی تئوریک و همچنین مدل‌های معمول بکار گرفته شده در مطالعات تجربی پیشین، سعی شده است که با توجه به بحث زیست محیطی کوزنتس الگویی اتخاذ شود که روابط بین متغیرها را به خوبی توصیف کند. بنابراین در برآورد مدل به روش OLS داریم:

$$\ln \left( \frac{Rf_t}{pop_t} \right) = \alpha + \beta_1 \ln \left( \frac{GDP_t}{pop_t} \right) + \beta_2 \left( \ln \left( \frac{GDP_t}{pop_t} \right) \right)^2 + \beta_3 \ln \left( \frac{V_t}{pop_t} \right) + \beta_4 \ln(I_t) + \beta_5 \ln \left( \frac{M_t}{pop_t} \right) + \beta_6 Edu_t + D_t + Time + \epsilon_t$$

$\frac{Rf_t}{pop_t}$  : مرگ‌ومیر سرانه ناشی از تصادفات جاده‌ای در هر هزار نفر جمعیت؛  $\frac{GDP_t}{pop_t}$  : تولید ناخالص داخلی سرانه (میلیارد ریال) به قیمت سال پایه ۱۳۷۶؛  $\frac{V_t}{pop_t}$  : وسایل نقلیه موتوری سرانه در هر هزار نفر جمعیت؛  $I_t$  : سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های بخش حمل‌ونقل (میلیارد ریال) به قیمت سال پایه ۱۳۷۶؛  $\frac{M_t}{pop_t}$  : تعداد

جدول ۱. نتایج برآورد مدل به روش OLS معمولی؛

Ln(Rf): متغیر وابسته

متغیر	ضریب	آماره t
<b>C</b>	-۱۸۴/۴۴	-۳/۸۸
$\ln(GDP/P)$	۹/۳۳	۲/۴۶
$((\ln GDP/P))^2$	-۰/۳۲	-۲/۴۳
$\ln(V/P)$	۰/۱۲	۳/۹۰
$\ln(I(-5))$	-۰/۶۷	-۲/۳۶
$\ln(M/P)$	-۰/۰۴	۰/۷۸
<i>Edu</i>	-۰/۰۳	-۳/۳۴
<i>Time</i>	۰/۰۸	۴/۴۹
<i>D86</i>	-۰/۱۶	-۲/۴۶
آماره های	$R^2 = ۰/۹۵$	$D.W = ۱/۷۱$
رگرسیون	$F = ۶۰/۴۸$	احتمال آماره (F) = ۰/۰۰

مأخذ: محاسبات تحقیق

نتایج جدول (۱) نشان دهنده این است که ضرایب متغیرهای مستقل، از نظر آماری معنادار بوده و آماره F معناداری کل رگرسیون را تأیید می‌کند. از سوی دیگر  $R^2$  بیان می‌کند که ۹۵ درصد تغییرات در متغیر وابسته از طریق متغیرهای مستقل مدل قابل توضیح است.

همان طور که ملاحظه می‌شود مثبت بودن ضریب لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه (۹/۳۳) در جدول (۱) نشان از افزایش میزان تلفات جاده‌ای به ازای هر واحد افزایش در لگاریتم GDP سرانه دارد، که حاکی از این است که اصولاً رشد اقتصادی (افزایش درآمد سرانه) با تلفات بیشتر در بخش جاده همراه بوده است. البته ضریب متغیر مجذور لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه منفی (-۰/۳۲) می‌باشد. این ضریب حکایت از آن دارد که در مراحل بعدی رشد اقتصادی بخاطر سرمایه‌گذاری در زیر ساخت‌ها و افزایش خدمات عمومی میزان تلفات جاده‌ای کاهش می‌یابد. همان‌طور که در مباحث تئوریک ذکر گردید، رشد اقتصادی و افزایش درآمد سرانه که نتیجه افزایش فعالیتهای اقتصادی است، از یک جنبه می‌تواند عاملی برای افزایش سرانه خودرو، افزایش

برگرفته از سریهای زمانی بانک مرکزی ایران است.

طبق بررسیهای به عمل آمده، عامل انسانی یکی از مهم ترین عوامل مؤثر بر تلفات جاده‌ای در ایران معرفی شده است و با توجه به اینکه داشتن فرهنگ صحیح رانندگی و ترافیکی (برای کل کاربران جاده) توجه کننده این عامل است و همچنین به علت کیفی بودن این متغیر، به عنوان شاخصی برای تعریف این متغیر درصد افراد باسواد جامعه در مدل در نظر گرفته شده است.

### ۵. برآورد مدل، و تجزیه و تحلیل یافته‌ها

استفاده از روشهای معمول اقتصادسنجی در کارهای تجربی مبتنی بر فرض مانایی متغیرهای مورد مطالعه است و برای اعتماد به ضرایب برآوردی به دست آمده از روش حداقل مربعات معمولی، باید ایستا بودن متغیرها توسط آزمونهای ایستایی تأیید شوند. در این مطالعه برای بررسی ایستایی متغیرها، آزمون دیکی-فولر تعمیم یافته (ADF) در سطح اطمینان ۹۵ درصد با عرض از مبدأ و روند مورد بررسی قرار گرفت و نتایج مربوط به آن نشان داد که متغیرها در سطح نایستا هستند، اما با یک بار تفاضل‌گیری، تمامی متغیرها ایستا می‌شوند. همچنین تخمین مدل رگرسیون با استفاده از متغیرهای نایستا را رگرسیون کاذب می‌نامند به آن دلیل که استناد به نتایج چنین مدلی به نتایج گمراه کننده‌ای منجر خواهد شد. تحت چنین شرایطی، می‌توان به روشهای هم‌انباشتگی (هم‌جمع) متوسل شد و مدل مورد نظر را به دور از کاذب بودن بر اساس سطح متغیرها برآورد کرد [نوفروستی، محمد، ۱۳۷۸].

بنابراین برای تعیین همگرایی در این مقاله از آزمون هم‌جمع انگل-گرینجر تعمیم یافته (AEG) استفاده شده است. نتایج حاکی از آن است که متغیرهای بکار رفته در مدل هم‌جمع هستند و یک رابطه با ثبات بین آنها وجود دارد و همچنین برآوردهای به دست آمده، قابل اطمینان بوده و کاذب نیستند.

نتایج حاصل از برآورد مدل تجربی مبتنی بر رابطه زیست محیطی کوزنتس در دوره زمانی (۱۳۵۰-۱۳۸۸) برای ایران با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی (OLS)، در جدول (۱) ذکر شده است.

## تلفات ترافیکی ایران در چارچوب یک بررسی اقتصادی

به اثبات رسیده است. یکی از مهم‌ترین دلایل آن بالا رفتن نرخ موتوریزاسیون (تعداد وسایل نقلیه به ازای هر هزار نفر جمعیت) در سالهای اخیر است (نمودار ۲) که نه تنها همراه با یک روند متعارف و همسو با رشد اقتصادی نبوده، بلکه به صورت جهشی بوده است.

بنابراین چنانچه روند موتوریزه شده همراه با رشد اقتصادی و همگام با آن نباشد می‌تواند بسی خطرآفرین باشد، زیرا در صورتی که بستر ایمنی لازم برای این تعداد وسایل نقلیه فراهم نباشد، مسلماً باید شاهد فاجعه‌های جاده‌ای بود.

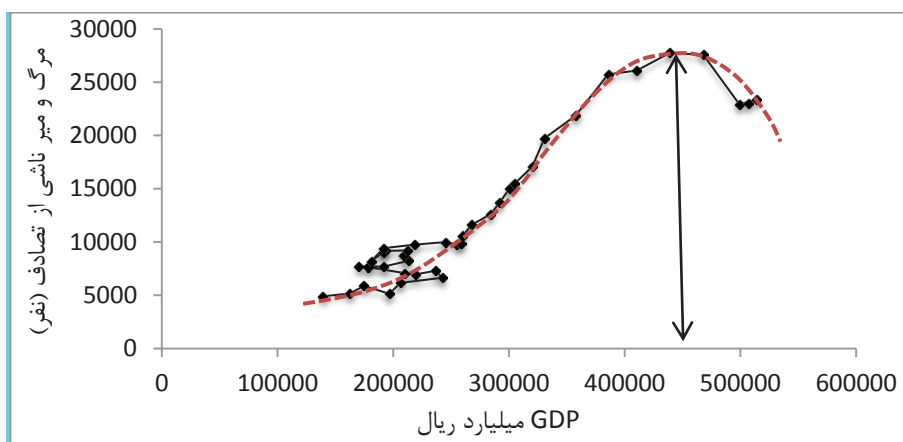
با توجه به اینکه اثرگذاری بهبود در زیرساختهای بخش حمل و نقل بر تلفات جاده‌ای با تأخیر همراه است، بنابراین در مدل مورد برازش متغیر سرمایه‌گذاری در زیرساختهای جاده‌ای با وقفه ظاهر شده است که جهت تشخیص وقفه بهینه این متغیر آماره‌های آکایک و شوارتز مورد استفاده قرار گرفته است. از آنجا که سرمایه‌گذاری در زیرساختهای حمل و نقل یک فرآیند بلندمدت است، بنابراین سرمایه‌گذاری در سالهای اولیه که زیرسازی و آماده‌سازی در بخش حمل و نقل محسوب می‌شود، تاثیری بر کاهش تلفات جاده‌ای که مربوطه به زمانی پس از بهره‌برداری از سرمایه‌گذاریهای مربوط است ندارد که بر اساس نتایج انتظار می‌رود سرمایه‌گذاری در زیرساختهای حمل و نقل پس از ۵ سال به طور معنی‌داری در کاهش تلفات جاده‌ای موثر باشد. ضریب منفی (-۰/۶۷) لگاریتم سرمایه‌گذاری در زیر ساخت‌های بخش حمل و نقل نشان دهنده

سفرها و در نتیجه افزایش تصادفات ترافیکی در جاده‌ها باشد. از جنبه دیگر رشد اقتصادی در سطوح بالاتر می‌تواند موجب پیشرفتهای تکنیکی، ایجاد نهادهای مؤثر در راستای ایمنی ترافیکی و افزایش سرمایه‌گذاری در زیرساختهای حمل و نقل و امنیت جاده‌ها شود که در نهایت کاهش تصادفات و تلفات جاده‌ای را به دنبال داشته باشد.

در نمودار ۱ ارتباط بین تعداد تلفات جاده‌ای و تولید ناخالص داخلی ایران را به تصویر کشیده است.

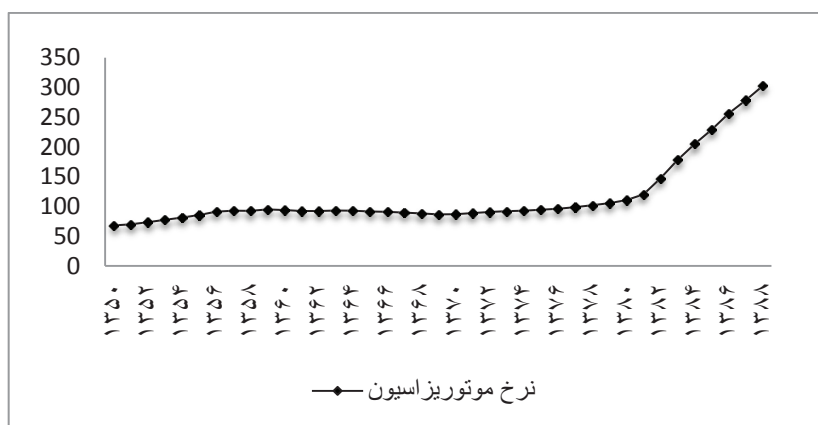
براساس نتایج جدول (۱) فرضیه کوزنتس مبنی بر وجود رابطه U معکوس بین تلفات جاده‌ای و درآمد سرانه، برای ایران تأیید می‌شود. نتایج حاصل از مطالعات قبلی نیز مؤید فرضیه کوزنتس برای دو گروه کشورهای توسعه یافته و کمتر توسعه یافته است و بیانگر یک رابطه U شکل بین درآمد و تلفات جاده‌ای است که با توجه به اینکه ایران در رده کشورهای کمتر توسعه یافته قرار می‌گیرد، مطالعات پیشین صحت نتایج به دست آمده از این مطالعه را مورد تأیید قرار می‌دهد.

نتایج جدول (۱) نشان می‌دهد که بین متغیر لگاریتم تعداد وسایل نقلیه سرانه، و تلفات جاده‌ای یک رابطه مثبت (۰/۱۲) و معنادار وجود دارد. یعنی همراه با افزایش تعداد وسایل نقلیه سرانه، میزان تلفات جاده‌ای افزایش می‌یابد. وجود این ارتباط که وسایل نقلیه بیشتر، تلفات جاده‌ای بیشتری را به همراه دارد در مطالعات قبلی [لاو و همکاران، ۲۰۱۰ - جوهانسن و مارتینسن، ۲۰۰۰]



نمودار ۱. رابطه بین تلفات ترافیکی و تولید ناخالص داخلی (۱۳۵۰ - ۱۳۸۸)  
 مأخذ: سالنامه‌های آماری ایران و سریهای زمانی بانک مرکزی، و محاسبات تحقیق





نمودار ۲. روند موتوریزه شدن کشور طی دوره (۱۳۵۰ - ۱۳۸۸)

مأخذ: تحولات اقتصادی، اجتماعی کشور از نگاه آمار (انتشار یافته توسط مرکز آمار ایران)، و محاسبات تحقیق

می تواند به عنوان یکی از اصلی ترین متغیرهای کنترل در کاهش میزان تلفات جاده ای بکار گرفته شود و با تخصیص سرمایه گذاریهای مناسب می توان موجبات کاهش تلفات جاده ای را فراهم ساخت.

همچنین از نتایج جدول مذکور چنین استنباط می شود که بین متغیر تعداد پزشک سرانه و میزان مرگ و میرهای ناشی از تصادفات جاده ای رابطه معکوس وجود دارد؛ مطالعات پیشین [لاو، و همکاران، ۲۰۱۰] نیز وجود این رابطه معکوس را تأیید می کند. مقدار ضریب این متغیر (۰/۰۴-) است، ولی از معناداری لازم برخوردار نیست که این خود نیازمند دقت و مطالعه بیشتری است. علت عدم معنی داری با وجود پزشک می تواند ناشی از آن باشد که حادثه دیدگان، خدمات پزشکی را بموقع دریافت نمی کنند و معمولاً تیم پزشکی با تاخیر زیاد خود را به محل حادثه می رساند. این یافته نشان می دهد که اگر در خدمات رسانی پزشکی به حادثه دیدگان برنامه ریزی درستی صورت گیرد تا امداد رسانی در کمترین زمان ممکن انجام شود انتظار می رود تعداد تلفات جاده ای به طور معنی داری کاهش یابد.

همان گونه که ملاحظه می شود ضریب برآورد شده برای متغیر سطح سواد (EDU) به صورت منفی و معنا دار ظاهر شده است. از آنجا که فرهنگ یک متغیر کیفی است، بیشتر محققان از نرخ با سواد به عنوان شاخصی برای بازگو کردن سطح

رابطه معکوس این متغیر با میزان تلفات جاده ای است. تجزیه و تحلیل آمار تصادفات کشور نیز نشان داده است که عامل اصلی حدود ۲۲ درصد از تصادفات در راهها را نقص راه تشکیل می دهد [آقا محمد، ۱۳۸۴] و همچنین ۸/۷۳ درصد تصادفات منجر به مرگ، ناشی از کم عرض بودن جاده ها است که یافته های پیشین را در راستای تأیید نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان می دهد.

در واقع، بیشتر جاده های پر تصادف و با تلفات بالا، شامل جاده هایی می شوند که سرمایه گذاری کمتری در آنها صورت گرفته است. مهم ترین ویژگیهای این جاده های پر تصادف، باریک بودن، وجود پیچهای غیراستاندارد، نبود علائم و خط کشی مناسب، دو طرفه بودن و . . . است، به عنوان مثال در ایران جاده های پر ترافیک نظیر جاده های شمال یا محورهایی چون ساوه- همدان، سمنان- شاهرود و جیرفت- بندر عباس که به عنوان جاده مرگ از آنها یاد می شود، بیشترین تعداد مرگ و میر را در کشور به خود اختصاص می دهند. نکته قابل توجه این است که قدمت ساخت این جاده ها به بیش از چهار دهه می رسد و این جاده ها تاکنون مورد ساخت و ساز و سرمایه گذاری مجدد قرار نگرفته اند. همچنین بزرگی ضریب این متغیر به وضوح حکایت از نامطلوب بودن وضعیت ایمنی راههای کشور دارد، بنابراین سرمایه گذاری در بخش جاده ای



## تلفات ترافیکی ایران در چارچوب یک بررسی اقتصادی

به عبارت دیگر این همان رابطه U وارون کوزنتس است که در ارتباط با تلفات ترافیکی و تولید ناخالص داخلی سرانه برای ایران مصداق پیدا کرده است. از دیگر نتایج به دست آمده در این تحقیق ارتباط منفی متغیر سرمایه گذاری در زیرساختهای بخش حمل و نقل است. همچنین تعداد وسایل نقلیه سرانه دارای ارتباطی مستقیم با میزان تلفات جاده ای است که با توجه به نتایج حاصله از این پژوهش می توان راهکارهای زیر را با امید کاهش تلفات ترافیکی کشور پیشنهاد کرد:

- افزایش سهم منابع تخصیص یافته به ایمنی راهها
- کنترل نرخ موتوریزه شدن کشور با وضع مالیات بر خودروهای شخصی
- کنترل و نظارت بر تولید خودروها مطابق با استانداردهای ایمنی و اعمال محدودیت در واردات وسایل نقلیه فاقد استانداردهای ایمنی
- نوسازی ناوگان فرسوده از جمله باری و مسافربری
- افزایش آگاهی عمومی و به ویژه کاربران راه (اعم از پیاده ها و رانندگان) در خصوص مقررات راهنمایی و رانندگی

### ۷. پی نوشتها

- 1- Law
- 2- Paulozzi
- 3- Kopits & Cropper
- 4- Motorization
- 5- Trade-off
- 6- Input
- 7- Less material intensive
- 8- Inverted U-shaped
- 9- Environmental Kuznets theory
- 10- Bishai
- 11- Garg & Hyder
- 12- Noland

### ۸. مراجع

- آقا محمد، نایب (۱۳۸۴) "راه و ایمنی و ترافیک"، تهران، دانشگاه علم و صنعت ایران.

فرهنگ استفاده می کنند [مهرگان و پژمان، ۱۳۸۴ ص ۱۲۱]. این نتیجه نیز نشان می دهد افزایش سطح سواد و فرهنگ می تواند در کاهش تلفات جاده ای موثر باشد. امروزه کشورها روشهای مختلفی را در مورد بهبود ایمنی و کاهش تصادفات جاده ای دنبال می کنند، برای نمونه کشور سوئد از نظر نرخ مالکیت وسیله نقلیه در حد بالایی است، اما آمار تصادفات و وسایل نقلیه نشان می دهد که این کشور از دیدگاه ایمنی ترافیک در حد بسیار مطلوبی قرار دارد که این به دلیل بهره گیری از برنامه ریزیهای گسترده و همه جانبه نسبت به آموزش ایمنی است [سلمانی و همکاران، ۱۳۸۷].

متغیر Time که روند زمانی را نشان می دهد مثبت و معنی دار است و اشاره می کند که تصادفات جاده ای، صرف نظر از سایر عواملی که در مدل اشاره شده است، در طی زمان روند رو به رشدی داشته است، و این مسئله جای نگرانی بسیار دارد، زیرا با توجه به ضریب این متغیر (۰/۸/۰) و قریب به یقین بودن اعتبار آماری آن، حاوی این پیام است که اگر مشکل تصادفات جاده ای به طور جدی حل نشود، در آینده شاهد تصادفات پر تلفاتی خواهیم بود. این مسئله ممکن است از آنجا ناشی شود که نرخ افزایش موتوریزه شدن در کشور بیش از نرخ افزایش زیر ساختهای حمل و نقل است. متغیر مجازی D86 نیز جهت تأثیر سهمیه بندی سوخت بر تلفات جاده ای در مدل بکار گرفته شده است. همان طور که در جدول (۱) ملاحظه می شود D86 به عنوان سهمیه بندی سوخت از سال ۱۳۸۶ به بعد تأثیر منفی بر تلفات جاده ای داشته است که از معناداری لازم نیز برخوردار است.

### ۶. نتیجه گیری کلی و پیشنهادات

نتایج به دست آمده از این پژوهش گویای این مطلب است که می توان مدعی شد، رشد اقتصادی و تلفات ترافیکی با هم در ارتباط بوده و این رابطه به گونه ای است که همراه با رشد اقتصادی تلفات ترافیکی افزایش یافته و پس از رسیدن به یک نقطه عطف، شاهد کاهش میزان تلفات ترافیکی خواهیم بود.

شهری"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علم و صنعت، دانشکده مهندسی عمران.

- نوفرستی، محمد (۱۳۷۸) "ریشه واحد و همجمعی در اقتصاد - سنجی"، انتشارات رسا، چاپ دوم.

- Bishai, David, Quresh, Asma, Prashant, James and Ghaffar, Abdul (2006) "National road casualties and economic development", Health Econ. 15: pp.65-81.

- Garg, N. and Hyder, A. A. (2006) "Exploring the relationship between development and road traffic injuries: a case study from India", European Journal of Public Health; 16 (5), pp.487-491.

- Johansson, O, and Martinsson, Peter (2000) "Fatal road accidents: Explaining between-country risk differences", Department of Economics, Göteborg University Version 07-31.

- Kopits, Elizabeth and Cropper, Maureen (2005)" Traffic fatalities and economic growth", Accident Analysis and Prevention 37, pp.169-178.

- Law, T. H., Noland, Robert B. and Evans, Andrew W. (2010)" The sources of the Kuznets relationship between road fatalities and economic growth", Journal of Transport Geography, journal homepage: www.elsevier.com/locate/jtrangeo, 5/19/2010.

- Noland, R. (2003) "Traffic fatalities and injuries: the effect of changes in infrastructure and other trends", Accident Analysis and Prevention 35, pp.599-611.

- Paulozzi, L. J., Ryan, George W., Espitia-Hardeman, Victoria E. and Xi, Yongli (2007) " Economic development's effect on road transport-related mortality among different types of road users: A cross-sectional international study", Accident Analysis and Prevention , 39 , 606-617.

## ۹. پیوست

جداول (۲-۴) و (۳-۴)

- آیتی، اسماعیل (۱۳۸۷) "محاسبه هزینه‌های آسیب به وسایل نقلیه در تصادفات جاده‌ای ایران در سال ۱۳۸۳"، پژوهشنامه حمل و نقل، شماره اول، بهار، ص. ۱۴-۱.

- پیوندی، پریش، نصیری، احسان و عموزاده، علی (۱۳۸۴) "بررسی تحلیل حوادث رانندگی مدیریت شده توسط هلال احمر استان سمنان و مقایسه آن با کل تلفات در سال ۸۳"، مجموعه مقالات نخستین کنفرانس بین المللی حوادث رانندگی و جاده‌ای، دانشگاه تهران، ۳۰ آذر ماه و ۱ دی ماه.

- سلمانی، محمد، رمضان زاده، مهدی و دریکوند، مسلم (۱۳۸۷) "بررسی عوامل موثر بر تصادفات جاده‌ای و ارائه راهکارهایی برای کاهش آن"، پژوهشهای جغرافیای انسانی، شماره ۶۵، پاییز، ص. ۸۷-۱۰۴.

- مرکز آمار ایران "سالنامه های آماری ایران در سالهای مختلف"، تهران: مرکز آمار ایران

- مهرگان، نادر و پژمان، نادر (۱۳۸۴)، "ظرفیت مالیاتی استانی کشور با استفاده از الگوی داده های تلفیقی"، فصلنامه پژوهشها و سیاستهای اقتصادی، پاییز، شماره ۳۵، ص. ۱۱۷-۱۸۴.

- مهرگان، نادر، میثم موسایی، رضا و کیهانی، حکمت (۱۳۷۸) " رشد اقتصادی و توزع در آمد در ایران"، رفاه اجتماعی، شماره ۲۸.

- نصراللهی، زهرا و غفاری گولک، مرضیه (۱۳۸۸)، "توسعه اقتصادی و آلودگی محیط زیست در کشورهای عضو پیمان کیوتو و کشورهای آسیای جنوب غربی"، پژوهشنامه علوم اقتصادی، سال نهم، شماره ۲- نیمه دوم.

- نمکی عراقی، بهار (۱۳۸۷) "طرح مدل جهت تعیین ارتباط بین میزان تصادفات و احتمال برخورد ترافیکی در شبکه خیابان-های

تلفات ترافیکی ایران در چارچوب یک بررسی اقتصادی

جدول (۴-۲). نتایج بررسی مانایی متغیرها با استفاده از آزمون (ADF) در سطح تفاضل مرتبه اول

متغیر	چگونگی آزمون	آماره دیکی-فولر	مقادیر بحرانی در سطوح			وضعیت پایایی
			مختلف			
			۱۰	۵	۱	
			درصد	درصد	درصد	
$D(Ln(Rf))$	بدون عرض از مبدأ و روند	-۵/۵۲	-۱/۶۱	-۱/۹۵	-۲/۶۲	مانا
	با عرض از مبدأ و بدون روند	-۵/۶۷	-۲/۶۱	-۲/۹۴	-۳/۶۲	مانا
$D(Ln(GDP))$	بدون عرض از مبدأ و روند	-۵/۹۶	-۱/۶۱	-۱/۹۵	-۲/۶۲	مانا
	با عرض از مبدأ و بدون روند	-۶/۰۱	-۲/۶۱	-۲/۹۴	-۳/۶۲	مانا
$D((LN(GDP))^2)$	بدون عرض از مبدأ و روند	-۵/۹۷	-۱/۶۱	-۱/۹۵	-۲/۶۲	مانا
	با عرض از مبدأ و بدون روند	-۶/۰۱	-۲/۶۱	-۲/۹۴	-۳/۶۲	مانا
$D(Ln(V))$	بدون عرض از مبدأ و روند	-۴/۳۳	-۱/۶۱	-۱/۹۵	-۲/۶۲	مانا
	با عرض از مبدأ و بدون روند	-۴/۴۵	-۲/۶۱	-۲/۹۴	-۳/۶۲	مانا
$D(Ln(I))$	بدون عرض از مبدأ و روند	-۶/۵۵	-۱/۶۱	-۱/۹۵	-۲/۶۲	مانا
	با عرض از مبدأ و بدون روند	-۶/۴۵	-۲/۶۱	-۲/۹۴	-۳/۶۲	مانا
$D(Ln(M))$	بدون عرض از مبدأ و روند	-۳/۱۳	-۱/۶۱	-۱/۹۵	-۲/۶۲	مانا
	با عرض از مبدأ و بدون روند	-۳/۷۴	-۲/۶۱	-۲/۹۴	-۳/۶۲	مانا
$D(Edu)$	بدون عرض از مبدأ و روند	-۲/۱۶	-۱/۶۱	-۱/۹۵	-۲/۶۲	مانا
	با عرض از مبدأ و بدون روند	-۳/۶۱	-۲/۶۱	-۲/۹۴	-۳/۶۲	مانا

جدول (۴-۳). نتایج آزمون همجمعی انگل-گرینجر تعمیم یافته (AEG)

متغیر	چگونگی آزمون	آماره (ADF)	مقادیر بحرانی در سطوح اطمینان			درجه همگرایی
			مختلف			
			٪۱	٪۵	٪۱۰	
پسماندهای	بدون عرض از مبدأ و روند	-۴/۸۶	-۲/۶۳	-۱/۹۵	-۱/۶۱	$I(0)$
معادله	با عرض از مبدأ و بدون روند	-۴/۷۸	-۳/۶۴	-۲/۹۵	-۲/۶۱	$I(0)$
برآوردی	با عرض از مبدأ و روند	-۴/۶۷	-۴/۲۶	-۳/۵۵	-۳/۲۰	$I(0)$