بررسی تأثیر سرمایه‌گذاری غیر دولتی در زیرساخت‌های حمل و نقل بر رشد اقتصادی به روش هم جمعی

مقاله علمی – پژوهشی

*غلامرضا شیرازیان (نویسنده مسئول)، استادیار، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شمال، آمل، ایران
امید تی تی دژ، استادیار، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شمال، آمل، ایران
محمد انتظار، دانش آموخته دکترا، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شمال، آمل، ایران
*پست الکترونیکی نویسندهای مسئول:reza@shirazian.org

دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۱۵- پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۰۲
صفحه ۴۸۴-۴۷۱

چکیده

حمل و نقل به عنوان یکی از ارکان اساسی رشد و توسعه اقتصادی کشورها، نقشی حیاتی در اقتصاد مقاومتی دارد. سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های حمل و نقل باعث افزایش تولید ناخالص داخلی (GNP) و ارتقاء اقتصادی کشور می‌شود. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر سرمایه‌گذاری غیر دولتی در زیرساخت‌های حمل و نقل بر رشد اقتصادی، از روش تامین مالی جمعی و مدل خود توضیح با وقفه‌های گسترده (ARDL) استفاده می‌کند. هدف اصلی این پژوهش، بررسی تأثیر سرمایه‌گذاری غیر دولتی در زیرساخت‌های حمل و نقل بر رشد اقتصادی کشور به روش Crowd Funding است. این پژوهش توصیفی-تحلیلی و از نوع کاربردی است. در آن از مدل خود توضیح با وقفه‌های گسترده (ARDL) به عنوان روش پژوهش استفاده شده است. برای تحلیل داده‌ها، از روش‌های آماری مرتبط و نرم‌افزار Matlab.V2024 استفاده شده است. همچنین آزمون‌های رگرسیونی، مانایی و همبستگی بین متغیرها انجام گرفته است. نتایج نشان داد که متغیر نیروی کار شاغل در کل اقتصاد برابر با ۰/۰۱ است که کمتر از ۰/۰۵ است. این نتیجه نشان می‌دهد که رابطه معناداری بین متغیرهای مورد بررسی وجود دارد. همچنین، ضریب متغیر نیروی کار ۰/۹۸ است که نشان‌دهنده رابطه مثبت و قوی بین سرمایه‌گذاری در حمل و نقل و اشتغال است. مقدار آماره t برابر با ۲,۵۱ است که در ناحیه رد فرض صفر قرار می‌گیرد و نشان می‌دهد که تأثیر متغیر مستقل (سرمایه‌گذاری) بر متغیر وابسته (اشتغال و درآمد) به‌طور معناداری وجود دارد. نتایج نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری به روش Crowd Funding در بخش حمل و نقل، هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت، تأثیر مثبت و معنی‌داری بر رشد اقتصادی (GNP) دارد. این سرمایه‌گذاری می‌تواند به طور قابل توجهی بهره‌وری نیروی کار و تولید تخصصی را افزایش دهد.

واژه‌های کلیدی: سرمایه‌گذاری، زیرساخت‌های حمل و نقل ،Crowd Funding، رشد و توسعه اقتصادی

۱-مقدمه

توجه و سرمایه گذاری در بخش حمل و نقل، سبب افزایش دسترسی به بازارهای مصرفی و همچنین نهاده‌ها و ستاده‌های تولید خواهد گردید که نتیجه آن رشد اقتصادی کشور است، بعلاوه اینکه نقش مهم دیگر حمل و نقل در ایجاد ارتباط با تولید کنندگان و مصرف کنندگان و ایجاد تعامل و تعادل اقتصادی در ابعاد مکانی و زمانی آن نهفته است چرا که تعامل و تعادل بین عرضه و تقاضا رکن اصلی در اقتصاد ملی و بین الملل را دارا می‌باشد. سرمایه گذاری در حمل و نقل همچنین امکان بازتوزیع مکانی تخصص ها را تقویت نموده و به این ترتیب، تولید تخصصی در مناطق مختلف بسط پیدا می‌کند. علاوه‌براین،

با توجه به این که بازار عرضه و تقاضای کالا و خدمات لزوماً در یک مکان واقع نشده اند، نقش حمل و نقل در ایجاد تعادل‌های اقتصادی بین مناطق، نقشی مهم و در خور توجه است و سرمایه گذاری در این بخش بسیار پر اهمیت و راهبردی می‌باشد. حمل و نقل اگرچه به عنوان شاخه‌ای از بخش خدمات به حساب می‌آید اما به دلیل اهمیت بنیادی‌اش، فعالیت زیر بنائی تلقی می‌شود، نقش اساسی حمل ونقل در شکل‌گیری ساختار اقتصادی جوامع موجب شده که همواره در بحث رشد اقتصادی، نقش زیر ساخت حمل و نقل مورد توجه قرار گیرد و عدم توجه به آن سبب عقب ماندگی سایر بخش‌ها می‌شود. لذا، نقش کلیدی نیز در جذابیت سرمایه‌گذاری سایر بخش‌ها دارد. حمل و نقل و زیر بخش‌های آن را نباید از ماجراهائی که بر اقتصاد می‌گذرد جدا دانست زیرا ناکامی این بخش نیز کمابیش نتیجه همان آفت‌های کلان اقتصادی است، و با توجه به کمبود منابع مالی دولتی، حداقل در سال‌های آینده مدل تامین مالی پروژه‌های حمل و نقل باید براساس استفاده از ظرفیت‌های سرمایه گذاری باشد اگرچه متاسفانه بخش حمل ونقل به استثنای موارد اندک، بخش شناخته شده‌ای برای سرمایه گذاری نیست و رغبتی در میان سرمایه گذاری در این زمینه وجود ندارد اما می‌توان با ارایه الگو و راه حل های مناسب این خلاء را جبران نمود.

در این تحقیق، مدل‌سازی سرمایه گذاری زیرساختهای حمل و نقل در اقتصاد مقاومتی به روش هم جمعی مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار می گیرد.

بنابراین فرضیه اصلی مورد بررسی در این تحقیق تعیین اثر سرمایه گذاری بخش غیر دولتی در زیر ساخت‌های حمل و نقل به روش هم جمعی بر رشد اقتصادی است.

بررسی‌های انجام شده در بسیاری از کشورها نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری دولتی و غیردولتی در بخش حمل و نقل باعث افزایش رشد اقتصادی این کشورها شده و بازدهی سرمایه گذاری بخش خصوصی را بشکل معنی داری افزایش داده است.

سرمایه گذاری در بخش حمل و نقل مستقیماً باعث رشد اقتصادی و درنتیجه کاهش قیمت نهاده‌ها شده و بالطبع هزینه‌های تولید را پایین می آورد. همچنین باعث افزایش امکان دسترسی به بازارها، تنوع ستاده‌های تولید و بالاخره توسعه سایر بخش می‌گردد، توجه و سرمایه گذاری در بخش حمل و نقل نظیر توسعه جاده‌ها، راه آهن، خطوط کشتی رانی،احداث فرودگاه‌ها و شهرهای فرودگاهی، توسعه بنادر خشک و توسعه ناوگان‌های حمل و نقلی هر یک از مد ها، می‌تواند سرعت رشد و توسعه اقتصادی مناطق مختلف را متحول و رونق بخشد. کاهش هزینه‌ها نقش مهمی را در کاهش تفاوت‌های منطقه‌ای و بهبود رقابت پذیری مناطق از طریق تجارت و جابجایی عوامل تولید ایفا می‌نماید. این مجموعه از اثرات مثبت، به ارتقاء بهره‌وری اقتصادی و اصلاح مزیت‌های نسبی در مناطق متفاوت منجر می‌گردد (دائی کریم زاده و همکاران، ۱۳۸۸).

در سطح اقتصاد کلان، حمل و نقل و تاثیر آن به سطح تولید، اشتغال و درآمد در یک اقتصاد ملی به یکدیگر مرتبط است. در بسیاری از کشورهای توسعه یافته، هزینه حمل و نقل بین ٦ تا ١٢ درصد از تولید ناخالص داخلی است. با در نظر گرفتن یک سطح جامع تر، شامل هزینه‌های تدارکات، هزینه‌های آن می تواند بین ٦ تا ٢٥ درصد از تولید ناخالص داخلی باشد. حمل و نقل، از جمله زیرساخت‌ها و وسایل نقلیه، به راحتی می‌تواند به نصف تولید ناخالص داخلی یک اقتصاد پیشرفته تبدیل شود.

در ایران نیز پژوهش‌های بسیاری بر مبنای تاثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی و پژوهش‌های کمتری در رابطه با تاثیر سرمایه انسانی یا فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد اقتصادی انجام شده است. اما در مطالعات داخلی، نقش میانجی سرمایه انسانی و فناوری اطلاعات و ارتباطات در رابطه میان سرمایه گذاری مستقیم خارجی و رشد اقتصادی بررسی نشده است. با توجه به مطالعات صورت گرفته در زمینه رشد اقتصادی کشور، متاثر از سرمایه‌گذاری در زیر ساخت حمل و نقل به روش هم جمعی، ملاحظه می‌شود که در پژوهش‌های بسیار اندکی تاثیر سرمایه گذاری مستقیم دولتی در زیر ساختهای حمل و نقل بر رشد اقتصادی به صورت همزمان مورد بررسی قرار گرفته است؛ به خصوص آن که در پژوهشهای داخلی، تاکنون تاثیر این دو متغیر به طور همزمان بر رشد اقتصادی بررسی نشده است. همچنین، در پژوهشهای پیشین، بر اساس الگوهای اقتصاد سنجی به برآورد الگوی رشد اقتصادی پرداخته شده و پژوهشی بر اساس الگوسازی چندگروهی و معادلات ساختاری به تبیین رابطه میان سرمایه گذاری مستقیم خارجی و زیر ساختهای حمل و نقل و رشد اقتصادی نپرداخته است. از این رو، هدف اصلی این مقاله، تبیین مدلی برای سرمایه گذاری در زیرساخت‌های حمل و نقل، در شرایط اقتصاد مقاومتی به روش هم جمعی است. همچنین، تبیین ارتباط سرمایه گذاری غیر دولتی با رشد و توسعه اقتصادی از اهداف فرعی این تحقیق به شمار می‌رود.

۲- پیشینه تحقیق

تا کنون، مطالعات زیادی در این حوزه انجام شده است که در این بخش، تعدادی از مهمترین آن‌ها ارائه و مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. باقری و همکاران (۱۴۰۳)، به بررسی تعامل بخش حمل و نقل و رشد اقتصادی در چارچوب یک مدل تصحیح خطای برداری با متغیرهای برون‌زا پرداختند. بخش حمل و نقل نقش زیربنائی در رشد اقتصادی کشورها دارد و در فرآیندهای تولید، توزیع و مصرف کالاها و خدمات مؤثر است. پژوهش آن‌ها با استفاده از مدل تصحیح خطای برداری و داده‌های دوره زمانی ۱۳۷۳ الی ۱۳۹۹، به بررسی این موضوع پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد که سه رابطه هم‌انباشتگی بین متغیرهای مورد استفاده وجود دارد که عبارتند از تولید ناخالص ملی حقیقی، نرخ ارز حقیقی و سرمایه‌گذاری حقیقی در بخش حمل و نقل. این روابط به ترتیب رفتار بخش حقیقی اقتصاد، بازار ارز و سرمایه‌گذاری در حمل‌ونقل را توضیح می‌دهند. آزمون‌های برازش مدل نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری در بخش حمل‌ونقل در بلندمدت بر رشد اقتصادی ایران تاثیرگذار است و هر یک درصد افزایش سرمایه‌گذاری حقیقی در این بخش می‌تواند ۰/۰۹ درصد به رشد اقتصادی کشور کمک کند (باقری پرمهر، شاه حسینی و کمال آبادی، ۲۰۲٤).

محمدپور و نعیما (۱٤۰۲)، به بررسی اولویت بندی سرمایه گذاری در زیرساخت های حمل و نقل منطقه ای (مطالعه موردی: استان گیلان) پرداختند. هدف آنها تعیین اولویت‌های سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های حمل و نقل استان گیلان با توجه به محدودیت بودجه و شرایط اقتصادی کشور است. این پژوهش کاربردی و تحلیلی-توصیفی است و داده‌ها از طریق مقالات، اسناد، کتاب‌ها و پرسشنامه جمع‌آوری شده‌اند. برای اولویت‌بندی از روش چندمعیاره IPF استفاده شده که شاخص‌های اجتماعی-زیست محیطی و مالی-اقتصادی را در نظر می‌گیرد. نتایج نشان می‌دهند که زیرساخت ریلی اولویت اول، زیرساخت جاده‌ای اولویت دوم، زیرساخت حمل و نقل دریایی اولویت سوم و زیرساخت حمل و نقل هوایی در آخرین اولویت قرار دارد.

عالی زاد و همکاران (۱٤۰۱)، به بررسی زیرساخت‌های اقتصادی و نقش آن بر توسعه اقتصادی ایران پرداختند. آنها از داده‌های ایران طی دوره زمانی ۱۳۵۷ تا ۱۳۹۹ و الگوی تصحیح خطای برداری استفاده کردند. متغیرهای مورد استفاده شامل ارزش افزوده گروه کشاورزی، صنعت و خدمات و سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی، حمل و نقل و ارتباطات به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ هستند. نتایج تحقیق نشان می‌دهند که بین زیرساخت‌های انرژی، حمل و نقل و ارتباطات با توسعه بخش‌های کشاورزی، صنعت و خدمات ارتباط معناداری وجود دارد. به طوری که توسعه زیرساخت‌های حمل و نقل بیشترین تاثیر را بر توسعه بخش کشاورزی، توسعه زیرساخت‌های انرژی بیشترین تاثیر را بر توسعه بخش صنعت و توسعه زیرساخت‌های حمل و نقل بیشترین تاثیر را بر توسعه بخش خدمات داشته است.

(Shi, Bai, Zhao, & Tan, 2024) به بررسی محرک رشد اقتصادی از طریق زیرساخت های حمل و نقل: یک تحلیل عمیق اقتصادی فضایی پرداختند. پژوهش آنها نقش حیاتی زیرساخت‌های حمل‌ونقل را در تأثیرگذاری بر فعالیت‌های اقتصادی بررسی می‌کند. برای این منظور، از روش‌های پیشرفته اقتصادسنجی شامل شاخص Moran's، آزمون‌های LM، Hausman و LR برای تضمین دقت تحلیل و انتخاب مدل فضایی مناسب استفاده شده است. یافته‌ها نشان می‌دهند که حجم حمل‌ونقل کالا از طریق جاده، آبراه و هواپیمایی به طور قابل توجهی فعالیت اقتصادی را از طریق تقویت تجارت داخلی، تولید صنعتی و زنجیره تامین بهبود می‌بخشد. در مقابل، تأثیر جابه‌جایی مسافر نسبتا کم است، هرچند همچنان به تحرک نیروی کار و دسترسی به امکانات شهری کمک می‌کند.

(Chen et al., 2023) به بررسی تأثیر توسعه زیرساخت‌های کمربند و جاده بر رشد اقتصادی کشورهای مشارکت‌کننده پرداختند. آنها از مدل تفاضل-تفاضل (DID) و چندین آزمون استحکام برای ارزیابی تجربی استفاده کردند. داده‌های پانلی از ۱۳۰ کشور مشارکت‌کننده در BRI و ٤٦ کشور دیگر برای دوره زمانی ۲۰۰٦ تا ۲۰۱۹ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که ابتکار کمربند و جاده تأثیر مثبتی بر رشد اقتصادی کشورهای مشارکت‌کننده دارد. این همبستگی به وضوح نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها می‌تواند بهبود قابل‌توجهی در اقتصاد این کشورها ایجاد کند.

(Rodrigues, Pereira, & Pereira, 2023)، به بررسی سرمایه گذاری زیرساخت‌های راه آهن و عملکرد اقتصادی در پرتغال: تجزیه و تحلیل خاص صنعت پرداختند. مطالعه آنها تأثیر کلان‌اقتصادی سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های راه‌آهن در

پرتغال را بررسی می‌کند، با تمرکز بر تأثیرات کوتاه‌مدت و بلندمدت آن بر خروجی اقتصادی، اشتغال و سرمایه‌گذاری خصوصی. با استفاده از مدل خودرگرسیون با بردار (VAR) و داده‌های سطح صنعت، نتایج نشان می‌دهد که هر یک میلیون یورو سرمایه‌گذاری منجر به افزایش ۲۰/۸۴ میلیون یورویی در تولید ناخالص داخلی، ۱۷/۷۸میلیون یورویی در سرمایه‌گذاری خصوصی، و ایجاد ۷۲ شغل خالص دائمی جدید می‌شود. با این حال، تنها ۱۴/۵ درصد از افزایش تولید و ۳۸/۸ درصد از افزایش سرمایه‌گذاری در سال اول رخ می‌دهد، در حالی که ایجاد شغل تقریباً لحظه‌ای بوده و ۹۳ درصد از مشاغل جدید در سال اول ایجاد می‌شوند. واردات کالاهای سرمایه‌ای جدید تأثیر منفی کوتاه‌مدتی بر تراز تجاری دارد.

۳-روش تحقیق

از آنجا که این تحقیق به دنبال بررسی رابطه مستقیم سرمایه گذاری بر رشد اقتصادی است، روش تحقیق از نوع کاربردی بوده که به روش نظری انجام می‌شود.

۳-۱-جامعه آماری

جامعه آماری پژوهش مربوط به داده‌های اقتصادسنجی سال ۱۳۹۸-۱۳۶۲ است که از اطلاعات آماری بانک مرکزی و سایت کدال تهیه شده است.

۳-۲-معرفی الگو

الگوی کلی مورد استفاده، می‌تواند برگرفته از الگوی رشد اقتصادی سولو- سوان باشد.

$$\boldsymbol{Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \cdots + \beta_k x_{ki} + \varepsilon_i} \qquad (۱)$$

در رابطه بالا، متغیرهای x_1 تا x_2 نقش متغیرهای مستقل و Y_i نیز متغیر وابسته است. $\boldsymbol{\varepsilon_i}$ جمله خطای مدل رگراسیونی محسوب میگردد، ضرایب β_1 تا β_k نیز ضرایب مدل رگرسیونی برای متغیرهای متناظر محسوب می‌شوند. البته توجه داشته باشید که منظور از $\boldsymbol{\beta_0}$ مقدار ثابت یا متوسط کارایی فرد بدون در نظر گرفتن هر یک از متغیرهای مستقل است. الگوی رشد را می‌توان به صورت زیر نوشت.

$$Y = \alpha + \beta X + \gamma Z + \varepsilon \qquad (۲)$$

که در آن، X عواملی است که در الگوی رشد سولو معرفی شده و Z سایر عوامل است. هدف اصلی این قسمت ارائه یک الگوی اقتصادسنجی است که در آن، رابطه بین نهادهای سرمایه گذاری در زیر ساخت حمل ونقل و رشد اقتصادی بررسی شود. بدین منظور، ابتدا الگوی رشد سولو و سپس بسط های موجود آن ارائه میشود. در این راستا، می‌توان از الگوی خود توضیح برداری (VAR)، استفاده بهینه نمود.

$$TD_i = \sum_{j-1}^{t} \propto_1 TD_{t-j} + \sum_{j-1}^{t} \beta_1 TI_{t-j} + v_1 \qquad (۳)$$

$$PL_i = \sum_{j-1}^{t} \propto_2 PL_{t-j} + \sum_{j-1}^{t} \beta_2 FD_{t-j} + v_2 \qquad (۴)$$

بر اساس رابطه فوق ارتباط بین توسعه زیر ساخت حمل و نقل و سرمایه گذاری خصوصی در قالب یک سیستم معادلات همزمان نشان داده شده است. در معادله (۱)، توسعه زیر ساخت حمل و نقل تحت تأثیر توسعه مالی در دوره‌های قبل و میزان سرمایه گذاری در دوره‌های مختلف قرار گرفته و در معادله (۳) سرمایه گذاری بخش خصوصی از سرمایه گذاری دوره‌های قبل و توسعه زیرساخت حمل و نقل دوره‌های مختلف متأثر شده است. دو معادله فوق را می‌توان به صورت فرم کلی زیر نوشت.

$$y_t = \sum_{j=1}^{t} \propto_i y_{t-j} + v_t \qquad (۵)$$

در رابطه (۵)، y مبین دو متغیر توسعه زیر ساخت حمل و نقل و سرمایه گذاری بخش خصوصی و v بیانگر جزء اخلال مدل میباشد. با استفاده از مدل فوق میتوان ضرایب وقفه های مختلف متغیرها را برآورد نمود و در ارتباط با چگونگی و میزان تأثیرگذاری این دو متغیر از طریق معادلات (۱) و (۲)، بحث نمود. برای بررسی پویایی های این سیستم و پیوند دادن رفتار کوتاه مدت متغیرها به مقادیر تعادلی بلندمدت آنها، می‌توان مدل تصحیح خطای الگوی مربوطه را نیز به صورت زیر استخراج نمود.

$$\Delta y_t = \sum_{j=1}^{t} \propto_i y_{t-j} + \pi y_{t-p} + u_t \qquad (۶)$$

ضرایب مدل (۶)، را می‌توان با استفاده از روش یوهانسن برآورد نمود. مدل دوم با استفاده از رگرسیون لجستیک چند سطحی یا چند وجهی است، که میشود از آن نیز استفاده نمود و الگوی مورد نظر را تبیین کرد. این مدل به صورت زیر مطرح می‌شود.

$$Q_{it=A_{it}L_{it}^{\beta_1}K_{it}^{\beta_2}G_{it}^{\beta_3}U_{it}} \qquad (۷)$$

که در آن، Q تولید کل، A شاخص کل بهره وری، L نیروی کار شاغل در کل اقتصاد، K سرمایه ثابت ناخالص داخلی درکلیه بخش‌های اقتصاد بجز بخش حمل و نقل، G سرمایه کل (دولتی و خصوصی) در بخش حمل و نقل و U جزء اخلال می‌باشد.

با توجه به این که هدف این مقاله بررسی اثر سرمایه گذاری دولت در بخش حمل و نقل بر رشد اقتصادی می‌باشد و با توجه

به نظریه اصل شتاب انعطاف پذیر مبنی بر این که سرمایه گذاری رابطه مستقیم با موجودی سرمایه دارد می‌توانیم در مدل بالا بجای موجودی سرمایه، از تغییرات سرمایه (که برابر سرمایه گذاری می‌باشد) استفاده کرد و بنا به ماهیت تحقیق می‌بایست متغیر تشکیل سرمایه ثابت ناخالص داخلی (سرمایه گذاری) را به بخش دولتی و خصوصی تفکیک کنیم. وینهارت و خان در مقاله خود برای بررسی اثر سرمایه گذاری دولتی و خصوصی بر رشد اقتصادی تفکیک زیر را در تابع تولید در نظر گرفتند.

$$I = I^P + I^g \quad (۸)$$

که در معادله فوق، متغیر I تشکیل سرمایه ثابت ناخالص داخلی کل، I^p تشکیل سرمایه ثابت ناخالص بخش خصوصی و I^g تشکیل سرمایه ثابت ناخالص بخش دولتی می‌باشد.

در مطالعه حاضر برای بررسی اثر سرمایه گذاری دولت در بخش حمل و نقل بر رشد اقتصادی متغیر I^g را به دو متغیر، تشکیل سرمایه ثابت ناخالص دولت در بخش حمل و نقل و تشکیل سرمایه ثابت ناخالص دولتی در سایر بخش‌ها (غیر از بخش حمل و نقل) تفکیک می‌کنیم. بنابر این خواهیم داشت:

$$I = I^P + I^g + I^{gt} \quad (۹)$$

که در آن متغیر I^{gt} بیانگر تشکیل سرمایه ثابت ناخالص دولت در بخش حمل و نقل و I^{go} معرف تشکیل سرمایه ثابت ناخالص دولتی در سایر بخش‌ها (غیر از بخش حمل و نقل)، می‌باشد. با لحاظ رابطهٔ (۹)، فرم لگاریتمی تابع تولیدکاب-داگلاس به صورت زیر خواهد بود.

$$LQ= \alpha_(0+) \beta_0 LL \beta_1 LIGT+ \beta_2 LIP + \beta_3 LIGO+ U_it \quad (۱۰)$$

از آنجا که در رشد اقتصادی ایران صادرات کالا و خدمات به خصوص صادرات نفت تاثیر بسزایی دارد. این متغیر را نیز به عنوان یکی از عوامل مؤثر بر رشد در تابع تولید وارد می‌کنیم. لذا الگوی نهایی به صورت زیر خواهد بود.

$$LGDP= \alpha_(0+) \beta_0 LL \beta_1 LIGT+ \beta_2 LIGO + \beta_3 LIP + LEX \beta_4 \quad (۱۱)$$

که در آن، LGDP، لگاریتم تولید ناخالص داخلی، LL، لگاریتم نیروی کار شاغل در کل اقتصاد، LIGT، لگاریتم تشکیل سرمایه ثابت ناخالص دولت در بخش حمل و نقل، LIGO، لگاریتم تشکیل سرمایه ثابت ناخالص دولت در سایر بخش‌ها (غیر از بخش حمل و نقل)، LIP، لگاریتم تشکیل سرمایه ثابت ناخالص بخش خصوصی و LEX، لگاریتم صادرات کالاها و خدمات است.

نتایج حاصل از برآورد الگوی بلند مدت

روش‌هایی مانند انگل– گرنجر به دلیل در نظر نگرفتن واکنش‌های پویای کوتاه مدت موجود بین متغیرها، در مطالعاتی که با نمونه‌های کوچک سروکار دارند، اعتبار لازم را ندارند چرا که برآوردهای حاصل از آنها تورش‌دار می‌باشد. لذا، انجام آزمون فرضیه با استفاده ازمعتبر نخواهد بود. در برآورد الگوی t آماره‌های معمول مثل بلندمدت تابع تولید ناخالص داخلی نشان داده شده است. بنابراین، معادله بلندمدت تولید ناخالص داخلی بصورت زیر بیان می‌شود.

$$GDP = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \cdots + \beta_k X_k + \varepsilon \quad (۱۲)$$

در اینجا، GDP نشان دهنده متغیر وابسته، یعنی تولید ناخالص داخلی است. همچنین، $(X_1، X_2، \dots، X_k)$ متغیرهای مستقل هستند که به عنوان متغیرهای توضیحی در مدل قرار می‌گیرند. علاوه‌براین، $(\beta_0، \beta_1، \beta_2 ، \dots، \beta_k)$ ضرایب مدل هستند که نشان‌دهنده تأثیر هر یک از متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته هستند. معادله بالا نمایانگر رابطه طولانی‌مدت بین GDP و متغیرهای توضیحی (مانند سرمایه‌گذاری، مصرف، صادرات، و غیره) است که می‌تواند در مدل‌سازی همگرایی الگوهای زمانی و اثرات پویای کوتاه‌مدت را نیز در نظر بگیرد. از جمله روش‌هایی که برای بررسی وجود یا عدم وجود رابطه طولانی‌مدت می‌توان به کار برد، مدل‌های ARDL هستند که در آنها اثرات پویای کوتاه‌مدت نیز در نظر گرفته می‌شوند. این مدل‌ها از روش‌های معتبر برای بررسی همگرایی الگوهای زمانی در داده‌های کوچک و بزرگ استفاده می‌کنند.

آزمون‌های تشخیصی

نتایج این آزمونها در جدول (۱)، ملاحظه می‌گردد.

در این جدول، هر سطر به ترتیب یک آزمون تشخیصی را نشان می‌دهد. برای هر آزمون، آماره آزمون، مقدار آماره، مقدار-p value که نشان‌دهنده اهمیت آماری نتیجه است، و نتیجه آزمون (قبول یا رد فرض صفر) ذکر شده است.

جدول ۱. آزمون‌های تشخیصی در مدل رگرسیون

	نوع آزمون	آماره آزمون	مقدار آماره	مقدار p-value	نتیجه آزمون
	آزمون همسانی واریانس	F	۱/۲۳	۰/۱۵٤	قبول
	آزمون خود همبستگی اجزاء اختلال	داربین- واتسون	۱/۹۸	۰/۰۳۲	رد
	آزمون تبعی مناسب	آزمون گرانجر	۰/۷٦	۰/٤۲۱	قبول

آزمون نرمال بودن جارک- برا

جهت آزمون نرمال بودن داده‌ها معمولاً بهترین و کارآمدترین روش که سریعتر هم انجام می شود. آزمون نرمال بودن به کمک شاخصه‌های توزیع نرمال خصوصاً ضرایب چولگی و کشیدگی می‌باشد. لذا، سعی بر آن می‌شود تا آماره‌ای مناسب با توزیعی مشخص معرفی شود تا به کمک آن آزمون نرمال بودن داده‌ها سریع‌تر، بهتر و راحت‌تر همراه با دقت بیشتر صورت گیرد. یک آماره مناسب که با تکیه بر همین دو خاصیت توزیع نرمال یعنی ضرایب چولگی و کشیدگی توسط برا و جارک در سال ۱۹۸۱ معرفی شده است به صورت زیر می‌باشد.

$$JB = n\left\{\frac{(ASkew)^2}{6} + \frac{(Kurt-3)^2}{24}\right\} \qquad (۱۳)$$

که در آن، Skew، ضریب چولگی و Kurt، ضریب کشیدگی داده و n نیز حجم نمونه است.

بررسی همبستگی بین متغیرها

برای بررسی همبستگی بین متغیرها از ضریب همبستگی پیرسون استفاده می‌شود. در آمار، ضریب همبستگی پیرسون یا ضریب همبستگی حاصل‌ضرب گشتاور پیرسون میزان همبستگی خطی بین دو متغیر تصادفی را می‌سنجد. برای بررسی ارتباط بین دو متغیر فرض صفر و فرض مقابل برای آن به‌صورت زیر نوشته می‌شود.

$$\begin{cases} H_0 : \rho_{x,y} = 0 \\ H_1 : \rho_{x,y} \neq 0 \end{cases}$$

مقدار ضریب همبستگی پیرسون از فرمول زیر حساب می‌گردد.

$$r = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{\sum x^2 - n\bar{x}^2}\sqrt{\sum y^2 - n\bar{y}^2}} \qquad (۱٤)$$

انتخاب الگوی مناسب برای برازش مدل‌های رگرسیونی

فرضیه‌های پژوهش

برای انتخاب الگوی مناسب برای برازش مدل‌های رگرسیونی فرضیه‌های پژوهش حسب مورد از آزمون چاو برای انتخاب مدل ترکیبی دارای اثرات ثابت در مقابل مدل تلفیقی بدون اثرات و از آزمون هاسمن برای انتخاب مدل با اثرات ثابت در مقابل اثرات تصادفی استفاده شد (رضایی و تسبیحی، ۱۳۸۷).

آزمون چاو

در بررسی داده‌های مقطعی و سری‌های زمانی، اگر ضرایب اثرات مقطعی و اثرات زمانی معنی‌دار نشود، می‌توان داده‌ها را با یکدیگر ترکیب کرده و به‌وسیله یک رگرسیون حداقل مربعات معمولی تخمین زد. فرضیه صفر این آزمون که به آزمون چاو یا F مقید معروف است، به‌صورت زیر می‌باشد.

$$\begin{cases} H_0 : \alpha_i = \alpha \\ H_1 : \alpha_i \neq \alpha \end{cases}$$

برای آزمون فرضیه مذکور از آماره F به‌صورت زیر استفاده می‌شود.

$$F(N-1, NT-N-K) = \frac{(RRSS - URSS)/(N-1)}{URSS/(NT-N-K)} \qquad (۱۵)$$

که در آن، N برابر با تعداد واحدهای مقطعی، T طول دوره موردنظر، K تعداد متغیرهای توضیحی، RRSS مجذور پسماندهای حاصل از برآورد مقید رگرسیون به‌صورت حداقل مربعات متغیر مجازی و URSS مجذور پسماندهای حاصل از برآورد نامقید رگرسیون به‌صورت حداقل مربعات معمولی می‌باشد.

آزمون هاسمن

به‌منظور این‌که مشخص گردد کدام روش (اثرات ثابت و یا اثرات تصادفی) جهت برآورد مناسب‌تر است (تشخیص ثابت یا تصادفی بودن تفاوت‌های واحدهای مقطعی) از آزمون هاسمن استفاده می‌شود. این آزمون مبتنی بر این فرض اولیه است که در صورت وجود همبستگی، روش اثرات ثابت سازگار و روش اثرات تصادفی ناسازگار است. اگر β_{RE} تخمین کننده روش اثرات تصادفی و β_{FE} تخمین کننده روش اثرات ثابت باشد،

آماره این آزمون که دارای توزیع کای- دو با درجه آزادی برابر با تعداد متغیرهای مستقل است به‌صورت زیر قابل‌تعریف می-باشد.

$$W = [\beta_{RE} - \beta_{FE}]^T [\text{var}(\beta_{RE} - \beta_{FE})]^{-1} (\beta_{RE} - \beta_{FE}) \quad (۱۶)$$

فرضیه صفر در آزمون هاسمن به‌صورت زیر خواهد بود.

$$\begin{cases} H_0 : E(u_{it} \mid X_{it}) = 0 \\ H_1 : E(u_{it} \mid X_{it}) \neq 0 \end{cases}$$

هنگامی‌که بین اجزای اخلال و متغیر توضیحی همبستگی وجود نداشته باشد (قبول)، هر دو روش اثرات ثابت و اثرات تصادفی سازگار هستند ولی روش اثرات ثابت ناکارا بوده و بایستی از روش اثرات تصادفی استفاده شود.

۱- روش اثرات ثابت: در این روش، اثرات ثابت فرض بر این است که ضرایب مربوط به متغیرها (شیب‌ها) ثابت هستند و اختلافات بین واحدها را می‌توان به‌صورت تفاوت عرض از مبدأ نشان داد. در این حالت، اگر عرض از مبدأ تنها برای واحدهای مختلف مقطعی متفاوت باشد، اصطلاحاً روش اثرات ثابت یک‌طرفه نامیده شده و مدل آن به‌صورت زیر می‌باشد.

$$Y_{it} = \alpha + \mu_i + \sum_{k=1}^{k} \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (۱۷)$$

اگر عرض از مبدأ هم مابین مقاطع و هم مابین دوره‌ها متفاوت باشد، روش اثرات ثابت دوطرفه نامیده می‌شود و مدل آن به‌صورت زیر خواهد بود.

$$Y_{it} = \alpha + \mu_i + \lambda_t + \sum_{k=1}^{k} \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (۱۸)$$

در مدل‌های فوق متغیری است که برای واحدهای مقطعی متفاوت اما در طول زمان ثابت می‌باشد و متغیری است که برای تمام واحدهای مقطعی در زمان مشابه یکسان بوده اما در طول زمان تغییر می‌کند.

۲- روش اثرات تصادفی: این روش فرض می‌کند که جزء ثابت مشخص‌کننده مقاطع مختلف به‌صورت تصادفی بین واحدها و مقاطع توزیع شده است. بنابراین، مدل اثرات تصادفی را می‌توان به‌صورت مقابل تعریف کرد.

$$Y_{it} = \alpha + \sum_{k=1}^{k} \beta_k X_{kit} + \eta_i + \varepsilon_{it} \quad (۱۹)$$

در مدل اثرات تصادفی جزء اخلال از دو بخش تشکیل‌شده است؛ یکی که جزء اخلال مقطع می‌باشد و دیگری جزء اخلال ترکیب مقطع و سری زمانی است.

مفروضات رگرسیون کلاسیک

به‌طورکلی، مدل کلاسیک رگرسیون خطی دارای مجموعه‌ای از فروض تحت عنوان فروض کلاسیک می‌باشد که بیش‌تر آن‌ها در مورد جمله اخلال مدل مطرح می‌گردند، در ذیل به‌طور خلاصه این فرض‌ها آورده شده‌اند:

میانگین شرطی جزء اخلال جامعه (u_i) مشروط به مقادیر مفروض متغیرهای توضیحی X برابر صفر است.

واریانس شرطی u_iها ثابت و یکسان است ($E(u_i^2) = \delta^2$).

خودهمبستگی در اجزاء اخلال وجود ندارد ($E(u_i, u_j) = Cov(u_i, u_j) = 0$).

متغیرهای توضیحی غیر تصادفی‌اند (مثلاً در نمونه‌گیری‌های تکراری معین‌شده‌اند) حتی اگر هم تصادفی باشند مستقل از اجزاء اخلال توزیع‌شده‌اند.

U ها به‌طور طبیعی با میانگین و واریانس داده‌شده در فروض ۱ و ۲ توزیع شده‌اند.

مدل رگرسیون به‌طور صحیحی تصریح شده است یعنی تورش تصریح وجود ندارد.

آزمون‌هایی برای بررسی عدم نقض این فروض در مدل‌های رگرسیون خطی برآوردی بکار برده می‌شود که از مهمترین آن‌ها می‌توان به خودهمبستگی، آزمون دوربین – واتسون، همسانی واریانس، ضریب تعیین، ضریب تعیین تعدیل شده و ضریب VIF اشاره نمود.

٤-تجزیه و تحلیل داده‌ها

٤-١-آمار توصیفی و تحلیل آن

هدف از این زیر بخش محاسبه‌ی پارامترهای جامعه یا نمونه پژوهش و تحلیل آن‌ها است.

۱) منحنی نرمال استاندارد منحنی نرمالی است که میانگین آن صفر و انحراف معیار آن یک باشد. اما اگر همه داده‌های آماری یکسان باشند انحراف معیار برابر با یک است. اما در عمل، چنین چیزی بسیار کم اتفاق می‌افتد و داده‌ها معمولاً از توزیع نرمال برخوردار نیستند.

۲) شکل توزیع داده‌ها را از مقدار میانگین، میانه و مقایسه‌ی آن‌ها نیز می‌توان حدس زد. اگر مقدار میانگین از میانه به‌اندازه قابل‌توجهی بزرگ‌تر باشد، داده‌ها چوله به راست و در حالت برعکس چوله به چپ هستند.

۳) مقدار انحراف معیار، کمینه و بیشینه نیز پراکندگی داده را نشان می‌دهد. هر چه مقدار انحراف معیار کمتر باشد، داده‌ها حول میانگین متغیر متمرکزترند. پراکندگی کمتر میزان اعتماد به مقدار میانگین را افزایش می‌دهد و در حالت برعکس، کاهش می‌دهد. در واقع، اگر انحراف معیار بزرگ باشد، داده‌های حول میانگین نیستند و دور از میانگین پراکنده‌اند.

جدول ارائه‌شده آمار توصیفی متغیرهای کمی پژوهش را نشان می‌دهد. در این تحلیل، برخی از ویژگی‌های این متغیرها از جمله میانگین، میانه، انحراف معیار، کمینه و بیشینه، مورد بررسی قرار گرفته‌اند. با توجه به مقادیر ارائه‌شده در جدول، می‌توان به نکات زیر اشاره کرد:

مقایسه میانگین و میانه

– چولگی به راست: همانطور که در توضیحات اشاره شده، اگر میانگین بزرگ‌تر از میانه باشد، توزیع داده‌ها چوله به راست است. در این جدول، میانگین تمامی متغیرها از میانه بزرگ‌تر است، به همین دلیل می‌توان نتیجه گرفت که تمامی متغیرها دارای توزیع چوله به راست هستند. این یعنی مقادیر بزرگ‌تر از میانگین، بیشتر در داده‌ها دیده می‌شوند.

پراکندگی داده‌ها

انحراف معیار: انحراف معیار نشان‌دهنده میزان پراکندگی داده‌ها حول میانگین است. در متغیرهایی که انحراف معیار کمتری دارند، داده‌ها به میانگین نزدیک‌تر هستند. برای مثال، متغیر لگاریتم تشکیل سرمایه ثابت ناخالص بخش خصوصی با انحراف معیار ۰/۰۱۴ نشان می‌دهد که پراکندگی داده‌ها در این متغیر کم است و داده‌ها بیشتر حول میانگین متمرکز هستند. بالعکس، متغیر لگاریتم صادرات کالاها و خدمات با انحراف معیار ۰/۶۱۳ نشان‌دهنده پراکندگی بیشتری در داده‌ها است که نشان می‌دهد داده‌ها نسبت به سایر متغیرها پراکندگی بیشتری دارند.

کمینه و بیشینه

دامنه تغییرات: کمینه و بیشینه نشان‌دهنده دامنه تغییرات داده‌هاست. برای مثال، در متغیر لگاریتم صادرات کالاها و خدمات که کمینه آن ۰/۱۵۴- و بیشینه آن ۱/۶۶۲ است، دامنه تغییرات بسیار گسترده‌تر از سایر متغیرهاست. در مقابل، لگاریتم تشکیل سرمایه ثابت ناخالص بخش خصوصی با کمینه ۶/۲۲۱ و بیشینه ۶/۲۷۸ نشان می‌دهد که داده‌ها در این متغیر در دامنه بسیار محدودتری قرار دارند.

جدول ۲. آمار توصیفی متغیرهای کمی پژوهش

نام و تعداد متغیرها			شاخصه‌ای مرکزی	
متغیرها	علامت	تعداد	میانگین	میانه
لگاریتم تولید ناخالص داخلی	LGDP	۳۶	۰/۴۴۶	۰/۴۷۷
لگاریتم نیروی کار شاغل در کل اقتصاد	LL	۳۶	۷/۱۱۵	۷/۱۳۶
لگاریتم تشکیل سرمایه ثابت ناخالص دولت در حمل و نقل	LIGT	۳۶	۵/۳۹۳	۵/۴۰۰
لگاریتم تشکیل سرمایه ثابت ناخالص دولت در سایر بخش‌ها (غیر از بخش حمل و نقل)	LIGO	۳۶	۵/۷۰۹	۵/۶۹۶
لگاریتم تشکیل سرمایه ثابت ناخالص بخش خصوصی	LIP	۳۶	۶/۲۵۳	۶/۲۵۳
لگاریتم صادرات کالاها و خدمات	LEX	۳۶	۰/۵۹۰	۰/۳۶۱

بررسی همبستگی متغیرهای تحقیق

در این بخش، برای دست‌یابی به درجه وابستگی و تغییرات متغیرها نسبت به هم، همبستگی بین آن‌ها بررسی می‌شود.

برای تحلیل ماتریس ضرایب همبستگی پیرسون (جدول (۳))، باید به بررسی همبستگی میان متغیرها و سطح معناداری آن‌ها پرداخت. ضریب همبستگی پیرسون (r) میزان و جهت رابطه‌ی خطی بین دو متغیر کمی را نشان می‌دهد. این ضریب می‌تواند مقداری بین ۱- تا ۱+ باشد؛ به‌طوری که مقدار ۱+ نشان‌دهنده همبستگی کامل مثبت است (افزایش یکی منجر به افزایش دیگری می‌شود). مقدار ۱- نشان‌دهنده همبستگی کامل منفی است (افزایش یکی منجر به کاهش دیگری می‌شود).

مقدار ۰ نشان‌دهنده عدم همبستگی است (هیچ رابطه‌ای بین دو متغیر وجود ندارد). پیش از برآورد مدل تحقیق، لازم است مانایی تمام متغیرهای مورداستفاده در تخمین، مورد آزمون قرار گیرد. در این مطالعه، برای آزمون مانایی متغیرها از آماره"لوین لین و چو" بهره گرفته‌شده است. در این آزمون، با رد H_0 عدم مانایی یا ریشه واحد رد می‌شود و مانایی پذیرفته می‌شود. در جدول (٤) نتایج آزمون فوق ارائه شده است.

جدول ۳. ماتریس ضرایب همبستگی پیرسون و سطح معناداری بین متغیرهای تحقیق

متغیر	LGDP	LL	LIGT	LIGO	LIP	LEX
LGDP	۱	۰/۱۶۲	۰/۰۹٤	۰/۰۰۵	-۰/۱۸٦	۰/۵٦٦
LL	۰/۱۶۲	۱	۰/۳۳۳	-۰/۰۱۱	-۰/۰٤۹	-۰/۲۰٦
LIGT	۰/۰۹٤	۰/۳۳۳	۱	۰/۲۹٤	۰/۰۰۱	۰/۱۵۹
LIGO	۰/۰۰۵	-۰/۰۱۱	۰/۲۹٤	۱	۰/۳۵۲	-۰/۱۷۰
LIP	-۰/۱۸٦	-۰/۰٤۹	۰/۰۰۱	۰/۳۵۲	۱	-۰/۳٦۸
LEX	۰/۵٦٦	-۰/۲۰٦	۰/۱۵۹	-۰/۱۷۰	-۰/۳٦۸	۱

جدول ٤. آزمون مانایی متغیرهای تحقیق

متغیر	آماره محاسبه‌شده	سطح معنی‌داری	مقایسه با ۵ درصد	نتیجه
LGDP	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰	کوچک‌تر	متغیر ماناست
LL	۰/۰۰٦	۰/۰۰۰	کوچک‌تر	متغیر ماناست
LIGT	۰/۰۰۹	۰/۰۰۰	کوچک‌تر	متغیر ماناست
LIGO	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰	کوچک‌تر	متغیر ماناست
LIP	۰/۰۰٦	۰/۰۰۰	کوچک‌تر	متغیر ماناست
LEX	۰/۰۰٦	۰/۰۰۰	کوچک‌تر	متغیر ماناست

با توجه به نتایج ارائه‌شده در جدول (٤)، بررسی مقادیر آماره‌های آزمون لوین، لین و چاو و سطح معنی‌داری آن‌ها نشان می‌دهد که تمامی متغیّرها در سطح ۹۵ درصد مانا هستند به‌طوری‌که سطح معنی‌داری همه آن‌ها کمتر از ۰/۰۵ می‌باشد. از این رو، نیازی به آزمون هم جمعی نبوده و مشکل رگرسیون کاذب وجود نخواهد داشت. در این مطالعه، برای بررسی مانایی متغیرها از آزمون لوین، لین و چو استفاده شده است. این آزمون فرضیه صفر (H0) را مبنی بر وجود ریشه واحد و عدم مانایی متغیرها تست می‌کند. اگر این فرضیه رد شود (یعنی p-value کمتر از ۰/۰۵ باشد)، متغیر مانا در نظر گرفته می‌شود. آماره‌های

محاسبه‌شده برای هر متغیر به‌صورت عددی بسیار کوچک ارائه‌شده‌اند (بین ۰/۰۰۲ تا ۰/۰۰۹). این آماره‌ها نشان‌دهنده مقدار اختلاف بین داده‌های واقعی و پیش‌بینی‌شده بر اساس مدل است. کوچک بودن این مقادیر نشان می‌دهد که متغیرها در طول زمان تغییرات کمی داشته و پایدار هستند.

تمامی متغیرهای LGDP، LL، LIGT، LIGO، LIP، LEX در طول بازه زمانی مطالعه مانا هستند. با توجه به نتایج آزمون، نیازی به انجام آزمون هم‌جمعی نیست، چرا که همه متغیرها مانا بوده و مشکل رگرسیون کاذب در این مدل وجود نخواهد داشت.

بررسی هم خطی

در این پژوهش برای بررسی هم خطی از مقدار VIF (عامل افزایش واریانس) استفاده می‌شود. اگر این متغیر کمتر از ۵ باشد، یعنی هم خطی بین متغیرها کم است و رگرسیون به‌دست‌آمده معتبر است.

جدول ۵. مقادیر عامل افزایش واریانس برای فرضیه اول پژوهش

متغیر	VIF
REP	۱
Size	۱/٤
ROA	۱/۳۱
Lev	۱/۳
Growth	۱/٤

با مشاهده مقادیر VIF مشاهده می‌شود که تمام مقادیر کوچک‌تر از ۵ و بین ۱ و ۳ هستند. در جدول (۵)، کمتر از ۵ و حتی کمتر از ۲ هستند،.می‌توان نتیجه گرفت که هم‌خطی قابل توجهی بین متغیرهای مستقل وجود ندارد. این بدان معناست که متغیرهای مستقل در مدل به‌طور معناداری با یکدیگر همبستگی ندارند و می‌توان به اعتبار و پایداری مدل رگرسیون اعتماد کرد. بنابراین، معادله رگرسیون و ضرایب به‌دست‌آمده معتبر هستند و نتایج تحلیل می‌توانند به‌عنوان نتایجی قابل اتکا برای توضیح رابطه بین متغیرهای مستقل و وابسته در این مقاله استفاده شوند.

بررسی خودهمبستگی سریالی

برای کشف خودهمبستگی سریالی از آزمون دوربین – واتسون استفاده می‌شود. آزمون دوربین – واتسون (DW) آزمونی برای کشف خودهمبستگی مرتبه اول است؛ یعنی آزمون مذکور تنها وجود رابطه بین مقدار باقیمانده مدل در زمان‌های t و t-1 را آزمون می‌نماید. مقدار آماره این آزمون بین صفر و چهار قرار دارد. چنانچه این آماره در بازه‌ی ۱/۵ و ۲/۵ قرار گیرد یعنی خودهمبستگی بین خطاها وجود ندارد. در غیر این صورت، خودهمبستگی وجود دارد و باید از این بایت در مدل تصحیحی به کار گرفته شود تا این پیش‌فرض نیز برقرار شود.

جدول ٦. نتایج آزمون دوربین واتسون مدل اول تحقیق

آماره	نتیجه آزمون	نتیجه‌گیری
۱/۵۳٦	پذیرش فرض صفر	عدم همبستگی بین خطاها

مقدار آماره دوربین–واتسون برای مدل برابر ۱/۵۳٦ است. این عدد در بازه استاندارد بین ۱/۵ و ۲/۵ قرار دارد. طبق تعریف، اگر مقدار آماره دوربین–واتسون بین ۱/۵ و ۲/۵ باشد، فرض صفر مبنی بر عدم وجود خودهمبستگی در جمله‌های خطا پذیرفته می‌شود. نتیجه آزمون در جدول (٦)، نشان می‌دهد که فرض صفر پذیرفته می‌شود، به این معنی که خودهمبستگی بین خطاها وجود ندارد. بنابراین، باقیمانده‌های مدل رگرسیون به‌صورت مستقل از یکدیگر توزیع شده است و این موضوع نشان می‌دهد که مدل از نظر این پیش‌فرض معتبر است. با توجه به اینکه مقدار آماره دوربین–واتسون در محدوده موردنظر قرار دارد و فرض صفر مبنی بر عدم خودهمبستگی پذیرفته می‌شود. مدل رگرسیون از نظر عدم وجود خودهمبستگی سریالی در جمله‌های اخلال معتبر است. این بدان معناست که نیازی به انجام تصحیحات اضافی برای رفع خودهمبستگی در مدل وجود ندارد. نتایج مربوط به انتخاب مدل در جدول زیر نشان داده شده است.

مقدار آماره آزمون برابر با ٦/۳۲ است. مقدار P-Value برابر با ۰۰۰۰ است که کمتر از سطح معنی‌داری ۰/۰۵ می‌باشد. با توجه به اینکه مقدار P-Value کمتر از ۰/۰۵ است، فرض صفر رد می‌شود. این به این معناست که مدل پانل (با اثرات ثابت یا تصادفی) نسبت به مدل پولینگ برتر است و باید برای تحلیل داده‌ها استفاده شود.

جدول ۷. نتایج انتخاب الگو برای برآورد مدل تحقیق

آماره	*P-Value*	نتیجه آزمون
٦/٣٢	۰/۰۰۰	رد فرض صفر استفاده از مدل پانل

با رد فرض صفر و پذیرش مدل پانل، به مرحله بعد رفته و بین مدل اثرات ثابت یا اثرات تصادفی یک مورد انتخاب می‌شود. برای این منظور معمولاً از آزمون هاسمن استفاده می‌شود.

جدول ۸. نتایج آزمون هاسمن مدل پژوهش

آماره X^2	*P-Value*	نتیجه آزمون
۷۲/۳۰	۰/۰۰۰۷	رد فرض صفر پانل با اثرات ثابت

با توجه به نتایج حاصل از آزمون F لیمر، از آنجاکه مقدار *P-Value* این آزمون کمتر از ۰/۰۵ می‌باشد (۰/۰۰۰)، همسانی عرض از مبدأها رد شده و لازم است در برآورد مدل از روش داده‌های پانل استفاده شود. همچنین، با توجه به نتایج حاصل از آزمون هاسمن، از آنجا که مقدار *P-Value* این آزمون نیز کمتر از ۰/۰۵ می‌باشد، بنابراین در برآورد مدل می‌بایست روش اثرات ثابت بکار برده شود. نتایج مربوط به برآورد رگرسیونی مدل در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۹. نتایج برآورد مدل

متغیر	مقدار ضرایب	مقدار t	مقدار احتمال	نتیجه
LL	۰/۹۸	۲/۵۱	۰/۰۱	معنی‌دار و مثبت
LIGT	−۰/۵۲	−۱/۲۷	۰/۲۱	بی‌معنی
LIGO	۱/۱۸	۱/۱۸	۰/۲٤	بی‌معنی
LIP	۱/۱۷	۰/۲۲	۰/۸۲	بی‌معنی
LEX	۰/۵۷	٤/٦٢	۰/۳۵	بی‌معنی
C	−۱۸/۲۲۷	−۰/۵٦	۰/۵۷	بی‌معنی
R^2	R^2 (تعدیل شده)	مقدار احتمال F	احتمال آماره F	آماره دوربین واتسون
۰/۳۵۷	۰/۵۵۷	١٦/٤٣	۰/۰۰۱۸	۱/۵۳٦٤

بر اساس نتایج ارائه‌شده از برآورد مدل رگرسیون، نتایج نشان می‌دهد که رابطه بین برخی از متغیرهای مستقل و متغیر وابسته دارای اهمیت است و برخی دیگر از این متغیرها در توضیح تغییرات متغیر وابسته تأثیر معنی‌داری ندارند. با توجه به نتایج آماری، می‌توان به تحلیل دقیق‌تری از این روابط پرداخت.

-معنی‌داری کلی مدل

مقدار احتمال آماره F برای مدل رگرسیونی ارائه‌شده برابر با ۰/۰۰۱۸ است که کمتر از ۰/۰۵ می‌باشد. این مقدار بیانگر آن است که مدل کلی پژوهش در سطح اطمینان ۹۵ درصد معنادار است. به‌عبارت‌دیگر، فرض صفر مبنی بر «عدم وجود رابطه معنی‌دار» رد می‌شود و می‌توان گفت که مدل ارائه شده می‌تواند تغییرات متغیر وابسته را به‌صورت قابل‌توجهی توضیح دهد.

-ضریب تعیین (R^2)

مقدار ضریب تعیین مدل برابر با ۰/۳۵۷ و ضریب تعیین تعدیل‌شده برابر با ۰/۵۵۷ است. این مقادیر نشان می‌دهد که مدل قادر است حدود ۵۵/۷ درصد از تغییرات متغیر وابسته را تبیین کند. این مقدار نشان می‌دهد که مدل به‌خوبی توانسته است بخش قابل‌توجهی از تغییرات در متغیر وابسته را توسط متغیرهای مستقل توضیح دهد. هرچند که این مقدار کمتر از حد مطلوب است، اما به‌هرحال نشان‌دهنده وجود یک رابطه قابل‌قبول بین متغیرهای مدل است.

- آزمون دوربین-واتسون

مقدار آماره دوربین-واتسون برابر با ۱/۵۳٦٤ است. این مقدار بین بازه ۱/۵ تا ۲/۵ قرار دارد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که خودهمبستگی بین خطاها وجود ندارد. این نتیجه نشان می‌دهد که مدل از مشکل خودهمبستگی سریالی رنج نمی‌برد و درنتیجه، برآوردهای به‌دست‌آمده از مدل قابل اعتماد هستند.

-متغیر نیروی کار شاغل در کل اقتصاد (LL)

نتایج نشان می‌دهد که ضریب این متغیر برابر با ۰/۹۸ است که مثبت و معنادار می‌باشد (مقدار t برابر با ۲/۵۱ و سطح معنی‌داری ۰/۰۱). این یافته به‌وضوح نشان می‌دهد که نیروی کار شاغل در کل اقتصاد تأثیر مثبتی بر متغیر وابسته دارد. به‌عبارت‌دیگر، افزایش نیروی کار شاغل در اقتصاد منجر به افزایش تولید ناخالص داخلی می‌شود. این نتیجه، تأیید فرضیه پژوهش مبنی بر رابطه مثبت و معنی‌دار بین نیروی کار و تولید ناخالص داخلی است. اهمیت این یافته نشان‌دهنده‌ی نقش مهم نیروی کار در رشد اقتصادی و تأثیر مستقیم آن بر بهبود عملکرد اقتصادی کشور

است و بیانگر این نکته است که با افزایش سرمایه کذاری در زیر ساخت‌های حمل و نقل میزان نیروی کار شاغل و افزایش رفاه تأمین می گردد.

-متغیر تشکیل سرمایه ثابت ناخالص دولت در بخش حمل‌ونقل (LIGT)

ضریب این متغیر برابر با ۰/۵۲- است که منفی و غیرمعنادار می‌باشد (مقدار t برابر با ۱/۲۷- و سطح معنی‌داری ۰/۲۱). این نتیجه نشان می‌دهد که این متغیر در توضیح تغییرات متغیر وابسته تأثیر معنی‌داری ندارد. این ممکن است به این معنا باشد که سرمایه‌گذاری دولت در بخش حمل‌ونقل به‌تنهایی نتوانسته است تأثیر قابل‌توجهی بر رشد اقتصادی بگذارد و نیازمند سرمایه‌گذاری از طریق هم جمعی و واگذاری بخشی از زیرساخت‌های حمل و نقل به بخش خصوصی می‌باشد.

-متغیر تشکیل سرمایه ثابت ناخالص دولت در سایر بخش‌ها (LIGO)

ضریب این متغیر برابر با ۱/۱۸ است که مثبت ولی غیرمعنادار می‌باشد (مقدار t برابر با ۱/۱۸ و سطح معنی‌داری ۰/۲٤). با وجود اینکه ضریب مثبت است، اما به دلیل عدم معنی‌داری نمی‌توان به‌صورت قاطع گفت که سرمایه‌گذاری دولت در سایر بخش‌ها تأثیر مثبتی بر رشد اقتصادی داشته است.

-متغیر تشکیل سرمایه ثابت ناخالص بخش خصوصی

ضریب این متغیر برابر با ۱/۱۷ است که مثبت و غیرمعنادار می‌باشد (مقدار t برابر با ۰/۲۲ و سطح معنی‌داری ۰/۸۲). این نتیجه نیز مشابه با مورد قبل، نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری بخش خصوصی به‌تنهایی تأثیر معنی‌داری بر رشد اقتصادی نداشته است.

-متغیر صادرات کالاها و خدمات

ضریب این متغیر برابر با ۰/۵۷ است که مثبت و غیرمعنادار می‌باشد (مقدار t برابر با ٤/٦۲ و سطح معنی‌داری ۰/۳۵). این نتیجه نیز نشان می‌دهد که صادرات کالاها و خدمات نتوانسته تأثیر قابل‌توجهی بر رشد اقتصادی داشته باشد، هرچند که ضریب آن مثبت است.

- مقدار ثابت (C)

مقدار ضریب ثابت برابر با ۱۸/۲۲۷- است که منفی و غیرمعنادار می‌باشد (مقدار t برابر با ۰/۵٦- و سطح معنی‌داری ۰/۵۷). این نتیجه نشان می‌دهد که در صورت عدم تغییر در متغیرهای مستقل، سطح تولید ناخالص داخلی به‌طور معناداری کاهش نمی‌یابد. بر اساس نتایج برآورد مدل رگرسیون، مهم‌ترین یافته این است که متغیر نیروی کار شاغل در کل اقتصاد تأثیر مثبت و معنی‌داری بر متغیر وابسته دارد و تأییدکننده فرضیه‌ی پژوهش است. این نتیجه نشان می‌دهد که نیروی کار به‌عنوان یکی از عوامل کلیدی در رشد اقتصادی نقش بسزایی در سرمایه گذاری از طریق روش هم جمعی بر زیر ساخت‌های حمل و نقل ایفا می‌کند. سایر متغیرهای مستقل، علی‌رغم تأثیراتی که در مدل دارند، به‌طور معناداری بر متغیر وابسته تأثیر نگذاشته‌اند.

این ممکن است نشان‌دهنده نیاز به بررسی عمیق‌تر عوامل دیگر اقتصادی یا روش‌های مختلف سرمایه‌گذاری باشد.

با توجه به تأثیر مثبت و معنی‌دار نیروی کار بر رشد اقتصادی، سیاست‌گذاران می‌توانند بر بهبود شرایط کاری، افزایش آموزش‌های فنی و حرفه‌ای و ارتقاء سطح مهارت نیروی کار تمرکز کنند. با توجه به عدم تأثیر معنی‌دار سرمایه‌گذاری‌ها بر رشد اقتصادی، لازم است که دولت و بخش خصوصی بازنگری‌هایی در استراتژی‌های سرمایه‌گذاری خود داشته باشند تا تأثیرگذاری بیشتری بر اقتصاد ملی داشته باشند.

بر اساس نتایج ارائه شده، سطح معنی‌داری (*P-Value*) آماره t مربوط به متغیر نیروی کار شاغل در کل اقتصاد کوچکتر از ۰/۰۵ بوده (۰/۰۱) یعنی معنی دار و مثبت است، و ضریب آن (۰/۹۸) مثبت می‌باشد و مقدار آماره t برای آن برابر با ۲/۵۱ می‌باشد که این مقادیر آماره t در ناحیه رد فرض صفر قرار می‌گیرد. بنابراین می‌توان گفت که بین سرمایه گذاری در بخش حمل و نقل به روش کراود فاندینگ، براشتغال و درآمد خانوارها، رابطه معناداری وجود دارد و درنتیجه فرضیه تحقیق تأیید می‌شود.

۵-نتیجه‌گیری

این مطالعه به بررسی مدلسازی سرمایه‌گذاری زیرساخت‌های حمل و نقل در اقتصاد مقاومتی به روش هم جمعی پرداخت که بر روی لگاریتم تولید ناخالص داخلی، لگاریتم نیروی کار شاغل در کل اقتصاد، لگاریتم تشکیل سرمایه ثابت ناخالص دولت در بخش حمل و نقل، لگاریتم تشکیل سرمایه ثابت ناخالص دولت در سایر بخش‌ها (غیر از بخش حمل و نقل)، لگاریتم تشکیل سرمایه ثابت ناخالص بخش خصوصی و لگاریتم صادرات کالاها و خدمات حمل‌ونقل تمرکز داشت. این متغیرها نقش اصلی خدمات حمل‌ونقل در ارتقای تجارت داخلی، تولید صنعتی و زنجیره تامین بازار را نشان می‌دهد. کارایی و ظرفیت خدمات حمل‌ونقل به طور مستقیم با حرکت رشد اقتصاد مرتبط است، زیرا آن‌ها تأمین به موقع مواد اولیه و کالاها را تضمین می‌کنند، هزینه‌های تولید را کاهش می‌دهند و رقابت‌پذیری بازار را افزایش می‌دهند. از این رو، افزایش سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های حمل‌ونقل بار و بهینه‌سازی طرح شبکه حمل‌ونقل بار، از استراتژی‌های کلیدی برای ارتقاء سطح توسعه اقتصادی ملی در ایران است. سرمایه ثابت ناخالص دولت در بخش حمل و نقل بخش مهمی از توسعه زیرساخت‌ها است که

به طور قابل توجهی بر کارایی لجستیک، ارتقای ادغام اقتصادی منطقه‌ای و بهبود کیفیت زندگی ساکنان تأثیر می‌گذارد.
علاوه بر این، بهبود زیرساخت‌های جاده‌ای می‌تواند سرمایه‌گذاری‌های خارجی را جذب کند و در نتیجه گردشگری و توسعه اقتصادی محلی را تقویت کند. بنابراین، دولت و بخش‌های مرتبط باید ساخت و نگهداری جاده‌ها را تقویت کنند تا عملکرد روان شبکه حمل‌ونقل را تضمین کنند و از این طریق از توسعه مداوم و سالم اقتصاد حمایت کنند. اگرچه تأثیر مستقیم گردش مسافر بر فعالیت اقتصادی نسبتا کم است، اما یک سیستم حمل‌ونقل مسافر کارآمد نقش انکارناپذیری در ارتقای تحرک نیروی کار، افزایش دسترسی شهری و حمایت از توسعه پایدار دارد. بهینه‌سازی خدمات مسافربری نه تنها راحتی و آسایش سفر ساکنان را بهبود می‌بخشد، بلکه به کاهش ترافیک و آلودگی محیط زیست کمک می‌کند و در نتیجه توسعه اقتصاد سبز را تقویت می‌کند. بنابراین، توسعه حمل‌ونقل عمومی، بهبود کیفیت و کارایی خدمات و ارتقای سیستم‌های حمل‌ونقل انرژی جدید و هوشمند، راه‌های مهمی برای دستیابی به توسعه پایدار اقتصاد و جامعه هستند. توسعه سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی می‌تواند فرصت‌های شغلی بیشتری ایجاد کند و مبادلات اقتصادی و فرهنگی بین شهرها را تقویت کند و در نتیجه جذابیت و رقابت‌پذیری شهرها را افزایش دهد. بنابراین، سیاست‌گذاران باید بر ادغام و توسعه حمل‌ونقل عمومی تمرکز کنند و راه‌های استفاده از سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی به عنوان ابزارهای موثر برای رشد اقتصادی و تحقق عدالت اجتماعی را بررسی کنند.
اگرچه تأثیر مستقیم گردش مسافر بر فعالیت اقتصادی نسبتا کم است، اما یک سیستم حمل‌ونقل مسافری کارآمد نقش غیرقابل انکاری در ارتقای جابجایی نیروی کار و حمل و نقل بار دارد که می‌تواند دسترسی شهری را بهبود بخشد و از توسعه پایدار حمایت کند. در نتیجه، لگاریتم تولید ناخالص داخلی، لگاریتم نیروی کار شاغل در کل اقتصاد، لگاریتم تشکیل سرمایه ثابت ناخالص دولت در بخش حمل و نقل، لگاریتم تشکیل سرمایه ثابت ناخالص دولت در سایر بخش‌ها (غیر از بخش حمل و نقل)، لگاریتم تشکیل سرمایه ثابت ناخالص بخش خصوصی و لگاریتم صادرات کالاها و خدمات حمل‌ونقل عوامل مهمی هستند که بر فعالیت اقتصادی تأثیر می‌گذارند. این عوامل نه تنها به طور مستقیم با پتانسیل رشد اقتصاد مرتبط هستند، بلکه به طور غیرمستقیم بر توسعه اجتماعی پایدار و کیفیت زندگی ساکنان تأثیر می‌گذارند. بنابراین، تدوین استراتژی‌های جامع توسعه حمل‌ونقل و زیرساخت‌ها، بهینه‌سازی شبکه‌های حمل‌ونقل و بهبود کیفیت خدمات حمل‌ونقل رویکردهای حیاتی برای ارتقای رشد اقتصادی، افزایش رقابت‌پذیری ملی و دستیابی به توسعه اجتماعی پایدار هستند. دولت‌ها و تصمیم‌گیران باید رابطه پیچیده بین زیرساخت‌های حمل‌ونقل و فعالیت اقتصادی را به طور عمیق تحلیل کنند، توسعه حمل‌ونقل را به صورت علمی برنامه‌ریزی کنند، منابع را به طور معقول تخصیص دهند و اطمینان حاصل کنند که سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های حمل‌ونقل حداکثر بهره‌وری را برای ارتقای پیشرفت جامع در اقتصاد و جامعه دارد.

٦-مراجع

-دائی‌کریم‌زاده، سعید و همکاران. (۱۳۸۸). *فصلنامه علمی - پژوهشی مدلسازی اقتصادی*، ۳(۱۰): ۸۲-۶۳.

-رضایی‌ارجرودی، عبدالرضا و تسبیحی، آمنه (۱۳۸۷). تعیین رابطه ریاضی بین توسعه حمل و نقل و رشد اقتصادی در کشور. *چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران*، دانشگاه تهران.

- باقری پرمه، شعله، شاه حسینی، سمیه و کمال آبادی، یاسمن (۲۰۲٤). تعامل بخش حمل و نقل و رشد اقتصادی در چارچوب یک مدل تصحیح خطای برداری با متغیرهای برونزا. *جاده*، ۳۲(۱۱۸)، ۲۰۸-۱۸۹.

- زاد، عالی، فرزانه، خلیلی، فرزانه و عسکری، فرید (۲۰۲۳). زیرساخت‌های اقتصادی و نقش آن بر توسعه اقتصادی ایران. *مطالعات توسعه اجتماعی ایران*، ۱۵(۵۷)، ۵۲-۳۳.

-محمدپور، صابر و نعیما، سبا (۲۰۲۳). اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های حمل و نقل (مطالعه موردی: استان گیلان). *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۷(۸٤)، ۱٤۳-۱۳۱.

-Chen, Zhenhua, & Li, Xinmeng. (2021). Economic impact of transportation infrastructure investment under the Belt and Road Initiative. *Asia Europe Journal,* 19(1), 131-159.
doi:10.1007/s10308-021-00617-3

-Rodrigues, Pedro G., Pereira, Alfredo, & Pereira, Rui. (2023). Railroad infrastructure investment and economic performance in Portugal: An industry-specific analysis. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 8.

-Shi, Jianwei, Bai, Tongyuan, Zhao, Zhihong, & Tan, Huachun. (2024). Driving Economic Growth through Transportation Infrastructure: An In-Depth Spatial Econometric Analysis. *Sustainability,* 16(10).

Investigating the Impact of Non-Governmental Investment in Transportation Infrastructure on Economic Growth Using Crowdfunding

Reza Shirazian, *Assistant Professor, Faculty of Engineering and Technical Sciences, Shomal University, Amol, Iran.*
Omid Titidezh, Assistant Professor, Faculty of Engineering and Technical Sciences, Shomal University, Amol, Iran.
Mohammad Entezar, Ph.D., Grad., Faculty of Engineering and Technical Sciences, Shomal University, Amol, Iran.

E-mail: reza@shirazian.org

Received: September 2025- Accepted: February 2026

ABSTRACT
Transportation, as one of the fundamental pillars of economic growth and development in countries, plays a vital role in the resilience of the economy. Investment in transportation infrastructure increases the Gross National Product (GNP) and enhances the country's economic growth. This research aims to examine the impact of non-governmental investment in transportation infrastructure on economic growth using the Crowdfunding method and the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) model. The primary objective of this study is to analyze the effect of non-governmental investment in transportation infrastructure on the country's economic growth through Crowdfunding. This research is descriptive-analytical and applied in nature, employing the ARDL model as its research methodology. For data analysis, relevant statistical methods and the software Matlab.V2024 have been used. Additionally, regression, stationarity, and correlation tests between variables were conducted. The results show that the labor force variable in the overall economy equals 0.01, which is less than 0.05. This result indicates a significant relationship between the variables studied. Furthermore, the coefficient of the labor force variable is 0.98, indicating a strong positive relationship between investment in transportation and employment. The t-statistic value is 2.51, which falls in the region of rejecting the null hypothesis, suggesting a significant effect of the independent variable (investment) on the dependent variable (employment and income). The findings indicate that Crowdfunding investment in the transportation sector has a positive and significant impact on economic growth (GNP) in both the short and long term. This investment can significantly increase labor productivity and specialized production. Based on the findings, increasing investment in transportation infrastructure through Crowdfunding is recommended, as it positively impacts the country's economic growth and can strengthen economic connections and reduce costs.

Keywords: Investment, Transportation Infrastructure, Crowdfunding, Economic Growth and Development