



تحلیل تاثیر مصرف انرژی و سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی کشورهای منتخب در حال توسعه

بتول یآوری^۱، کامبیز هژبرکیانی^۲، بامداد پرتوی^۳ و فرزانه خلیلی^۴

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۲/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۲۵/۰۸

چکیده:

رشد اقتصادی بالا و پایدار به دلیل مزایای فراوانی که دارد، همواره جزو اهداف اصلی هر اقتصادی بوده است. شناسایی سیاست‌ها و عوامل موثر بر رشد و توسعه برای کشورهای در حال توسعه اهمیت خاصی داشته است. در چند دهه اخیر، برخی از کشورهای در حال توسعه علی‌رغم وجود چالش‌هایی در دستیابی به منابع انرژی، توانسته‌اند بالاترین سطح رشد اقتصادی را در بین کشورهای جهان به خود اختصاص دهند. پژوهش حاضر جدیدترین مطالعه‌ای است که با اتکا به مبانی نظری تولید و رشد اقتصادی و با کمک پیشرفته‌ترین و مناسب‌ترین روش‌های پویای پانلی، تاثیر مستقیم و غیرمستقیم (تعاملی) متغیرهای سرمایه انسانی، مصرف انرژی اولیه، تعامل «سرمایه انسانی و مصرف انرژی اولیه»، سرمایه فیزیکی، نیروی کار را بر رشد اقتصادی در کشورهای منتخب در حال توسعه غیرنفتی طی دوره بسیار طولانی ۲۰۱۴-۱۹۷۳ برآورد و تحلیل نموده است. بدین منظور، از آزمون‌های ریشه واحد پانلی، هم جمع‌بستگی پانلی و روش برآورد حداقل مربعات معمولی کاملاً تعدیل شده (FMOLS) استفاده شده است. نتایج آزمون‌های ریشه واحد پانلی و هم جمع‌بستگی پانلی نشان داد که بین متغیرهای تحقیق رابطه بلندمدت وجود دارد. نتایج برآورد مدل FMOLS نیز نشان داد که سرمایه فیزیکی سرانه (تعمیق سرمایه) نقش بسیار قابل توجهی (۰/۶۴) در رشد اقتصادی این کشورها داشته است. سرمایه انسانی سرانه و مصرف انرژی اولیه سرانه نیز اثر مثبت و معنادار نسبتاً یکسانی (حدود ۰/۱۷) بر رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه غیرنفتی در بلندمدت داشته‌اند. اما، اثر متغیر تعاملی «مصرف انرژی اولیه و سرمایه انسانی» بر رشد اقتصادی در مدل تایید نشد.

کلید واژه: رشد اقتصادی، انرژی اولیه، سرمایه انسانی، هم جمع‌بستگی پانلی، کشورهای در حال توسعه غیرنفتی

طبقه‌بندی JEL: C23, O50, O13, E23, O11, O40

^۱ دانشجوی دکتری علوم اقتصادی، گروه اقتصاد، واحد ابهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ابهر، ایران. ایمیل: byavary@yahoo.com

^۲ استاد تمام اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران (نویسنده مسئول). ایمیل: kianikh@yahoo.com

^۳ استادیار اقتصاد، گروه اقتصاد، واحد ابهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ابهر، ایران. ایمیل: bamdad.partovi@yahoo.com

^۴ استادیار اقتصاد، گروه اقتصاد، واحد ابهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ابهر، ایران. ایمیل: Farzaneh_khalili2001@yahoo.com

مقدمه

نهاد تولید، هنوز نتوانسته‌اند رشد اقتصادی قابل قبول و پایداری را هم در بلندمدت و هم نسبت به سایر کشورهای در حال توسعه داشته باشند.

با توجه به اهمیت رشد اقتصادی برای کشورهای در حال توسعه از یک سو، سوالاتی از این دست مطرح می‌شود که چه عواملی چنین رشد و عملکرد موفقی را برای این گروه از کشورهای منتخب در حال توسعه غیرنفتی رقم زده است؟ و آیا کشور در حال توسعه‌ای مانند ایران، با وجود منابع فراوان انرژی می‌تواند از تجربیات موفق این کشورها در زمینه رشد اقتصادی الگوبرداری کند یا خیر؟ از سوی دیگر، این نگرانی در خصوص رابطه میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی وجود دارد که مصرف انرژی سبب افزایش رشد اقتصادی شود. در صورتی که بر طبق مدل سولو، رشد اقتصادی از متغیرهای نیروی کار و سرمایه متأثر می‌شود. چنانچه از تاثیر این عوامل در مدل رشد غفلت شود، مشکل حذف متغیر می‌تواند به تورش در برآورد مدل بیانجامد (بیلدریم و همکاران ۲۰۱۴).^۳ بنابراین، این بررسی به دنبال یافتن پاسخی برای این مسأله است که متغیرهای سرمایه انسانی و مصرف انرژی در بلندمدت چه تاثیری روی رشد اقتصادی گروهی منتخب از کشورهای در حال توسعه غیرنفتی دارند؟ بدین منظور، این تحقیق سعی در اثبات این فرضیه دارد که متغیرهای مصرف انرژی اولیه و سرمایه انسانی در کنار سایر نهاده‌های تولید بر رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه غیرنفتی در بلندمدت اثر مثبت دارند. به علاوه، اثر تعاملی و هم‌افزاینده دو عامل «سرمایه انسانی و مصرف انرژی اولیه» بر رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه غیرنفتی نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد.

پژوهش‌هایی که در گذشته در زمینه «انرژی رشد» در کشورهای در حال توسعه با روش داده‌های پانلی انجام شده، یا فقط به مطالعه رابطه علی بین دو متغیر مصرف انرژی و رشد اقتصادی در یک کشور یا یک گروه کشور پرداخته و نقش دیگر نهاده‌های موثر بر رشد را در قالب نظریات اقتصادی تولید و رشد نادیده گرفته‌اند و یا از مبانی نظری، متغیرها و روش‌های اقتصادسنجی متفاوتی در طی دوره زمانی بسیار کوتاه‌تری استفاده کرده‌اند. هم‌چنین، اثر غیرمستقیم و تعاملی دو متغیر سرمایه انسانی و مصرف انرژی اولیه بر رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه نیز در تحقیقات گذشته بررسی نشده است.

رشد اقتصادی از جمله اهدافی است که هر اقتصادی آن را دنبال می‌کند و دلیل آن نیز دستیابی به مزایای فراوانی است که در روند رشد تحقق می‌یابد. بنابراین، رشد اقتصادی و عوامل اثرگذار بر آن برای تمام کشورها و به ویژه کشورهای در حال توسعه همواره حائز اهمیت بوده‌است. دستیابی به رشد اقتصادی پایدار و بالا مستلزم پاسخ‌گویی به این سوال مهم است که چه عوامل و سیاست‌هایی بر تولید و رشد اقتصادی اثر می‌گذارند؟

نگاه تاریخی بر مبانی نظری تولید و عوامل موثر بر رشد اقتصادی، نشان می‌دهد که ابتدایی‌ترین عوامل موثر بر تولید و ظرفیت اقتصادی کشورها نهاده‌های سرمایه فیزیکی و نیروی کار بوده‌اند. با گذشت زمان و بنا به تغییر شرایط اقتصادی، اقتصاددانان در مدل‌های جدیدتر رشد متغیرهای دیگری مثل: سرمایه انسانی، انرژی و ... را به عوامل فوق افزودند.

واقعیت آن است که برخی از کشورهای در حال توسعه، از جمله کشورهای منطقه آسیای شرقی با وجود کم‌یابی و عدم دسترسی به منابع داخلی انرژی به عنوان نهاده تولید، وابستگی روزافزون اقتصادهایشان به مصرف انرژی و تامین آن از سایر کشورهای تولیدکننده انرژی، در دهه اخیر نتوانسته‌اند بالاترین سطح رشد اقتصادی را در بین کشورهای جهان به خود اختصاص دهند. براساس گزارش رقابت جهانی سال ۲۰۱۸ مجمع جهانی اقتصاد^۲ که عملکرد منطقه‌ای رشد بلندمدت کشورهای جهان را بر حسب متوسط امتیاز بخش‌های: توانمندسازی محیط، سرمایه انسانی، بازارها و محیط‌نواوری نشان می‌دهد؛ کشورهای منطقه آسیای شرقی و اقیانوس آرام جزو رقابتی‌ترین مناطق جهان بوده و بالاترین امتیازها را در تمام بخش‌ها به دست آورده‌اند. در واقع، این کشورهای در حال توسعه علی‌رغم مواجهه با چالش‌هایی در دسترسی به منابع خدادادی (مانند: انرژی) در تامین نهاده‌های تولید، نتوانسته‌اند با اتخاذ سیاست‌ها و برنامه‌های مشترک بین کشورها و مناطق و استفاده بهینه از منابع و نهاده‌های تولید فضای کسب و کار رقابتی ایجاد نموده و به سطح متمایز و قابل توجهی از رشد اقتصادی دست پیدا کنند. این در حالی است که کشورهای در حال توسعه‌ای مانند: ایران، با وجود دارا بودن مزیت‌های نسبی کشوری یا منطقه‌ای و دسترسی به منابع انرژی مطمئن و ارزان و سرمایه انسانی قوی به عنوان

ماهر) در تابع تولید هستند. بعدها در مدل های جدیدتر انرژی نیز به عوامل فوق اضافه شد؛ اگرچه اقتصاددانان با ارایه دیدگاه های مختلف درباره انرژی نقش و اهمیت متفاوتی برای آن در تولید و مدل های رشد قائل شده اند.

بنا به تعریف، تابع تولید، نمایشی ریاضی از رابطه کمی میان عوامل تولید و سطح تولید کالاها یا خدمات بوده، که نشان دهنده حداکثر مقدار محصولی است که می توان از هر مقدار خاص نهاد به دست آورد. رشد اقتصادی، به عنوان یک پدیده کمی به گسترش اقتصاد یک کشور از طریق افزایش تولید ناخالص داخلی (GDP)^۵ یا تولید ناخالص ملی (GNP)^۶ طی یک دوره زمانی یک ساله گفته می شود (استرن ۲۰۰۴).^۷ در اقتصاد کلان، به افزایش مقدار تولید ناخالص داخلی (یا تولید ناخالص ملی) در یک سال خاص نسبت به میزان آن در یک سال پایه رشد اقتصادی می گویند (آقایی و همکاران ۱۳۹۲). تولید ناخالص داخلی یکی از مقیاس های اندازه گیری در اقتصاد است که مجموع ارزش پولی کل کالاها و خدمات نهایی تولید شده در یک کشور را در یک بازه زمانی معین (سالانه یا فصلی) اندازه گیری می کند (تفضلی ۱۳۹۵).

- رشد اقتصادی و سرمایه انسانی

مدل های رشد درونزا بر نقش سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی تاکید زیادی داشته اند؛ به گونه ای که اختلاف در سطح درآمدی و درجه توسعه ای کشورها را نیز به تفاوت در نرخ انباشت سرمایه انسانی کشورها مرتبط نموده اند. ورود سرمایه انسانی به عنوان یک متغیر جدی در ادبیات رشد اقتصادی به ابتدای دهه ۱۹۶۰ میلادی برمی گردد. هنگامی که مدل سرمایه انسانی سولو برای توضیح بخش های توضیح داده نشده رشد اقتصادی مطرح و تولید به عنوان تابعی از سرمایه فیزیکی و سرمایه انسانی معرفی شد.

دلالت تئوری سرمایه انسانی بر این مبنا است که سرمایه گذاری در منابع انسانی با فرض ثبات سایر شرایط، توان تولیدی نیروی کار و در نتیجه رشد اقتصادی را افزایش می دهد. تحقیقات و تجربیات گذشته در خصوص رشد اقتصادی کشورها در طول زمان و در میان کشورها نشان داد که نمی توان رشد اقتصادی را از طریق نهاده های: «سرمایه فیزیکی» و «نیروی کار» توضیح داد. بنابراین،

بنابراین، تمایز و نوآوری این تحقیق نسبت به سایر تحقیقات گذشته در این است که براساس مبانی نظری رشد اقتصادی و تولید کل، تعداد نهاده های اثرگذار را اضافه نموده و ضمن بررسی اثر بلندمدت مستقیم تمامی متغیرها، تاثیر غیرمستقیم (تعاملی) دو متغیر «مصرف انرژی اولیه و سرمایه انسانی» بر رشد اقتصادی را با استفاده از جدیدترین روش های پانلی در چارچوب یک مدل رشد چندمتغیره در قالب فرضیاتی برای برخی از کشورهای در حال توسعه موفق غیرنفتی طی دوره بسیار طولانی مطالعه نموده تا عوامل دستیابی به رشد اقتصادی بالا و پایدار را برای این گروه از کشورها شناسایی نماید. مشابهت کشورهای منتخب در حال توسعه در عدم دسترسی آسان و ارزان به منابع انرژی و در عین حال رشد اقتصادی قابل اعتنا و پایدار در طی دهه های اخیر است.

هدف این پژوهش، مطالعه اثر بلندمدت مستقیم و غیرمستقیم (تعاملی) مصرف انرژی اولیه و سرمایه انسانی در کنار سایر عوامل موثر بر رشد اقتصادی در کشورهای منتخب در حال توسعه غیرنفتی است. بنابراین، تحقیق حاضر با مروری بر نظریات اقتصادی موجود و با بهره گیری از روش های جدید پانل هم جمع بستگی^۴ اقدام به بررسی وجود و برآورد ضرایب بلندمدت در پانلی از ۱۲ کشور منتخب در حال توسعه غیرنفتی با استفاده از داده های سرمایه فیزیکی، نیروی کار، سرمایه انسانی، مصرف انرژی اولیه و تعامل «سرمایه انسانی و مصرف انرژی اولیه» در طی دوره بلندمدت ۲۰۱۴-۱۹۷۳ نمود. بدین منظور، در این نوشتار پس از بیان مقدمه، مبانی نظری، پیشینه، روش شناسی، داده ها معرفی و مدل ها تصریح شد. ادامه مطلب نیز به آزمون های ریشه واحد و هم جمع بستگی پانلی، برآورد مدل های پویای پانلی، ارایه نتایج، بحث و جمع بندی پژوهش اختصاص یافت.

مبانی نظری پژوهش

- مبانی نظری رشد اقتصادی

این بخش، با بیان تعاریف تابع تولید و رشد اقتصادی آغاز شده و با مرور کوتاهی بر مبانی نظری و عوامل اثرگذار بر تولید و رشد اقتصادی از دیدگاه نئوکلاسیک ها ادامه یافته است. از یک نگاه تاریخی، عوامل موثر بر رشد اقتصادی در مدل های رشد، همان نهاده های سرمایه فیزیکی و نیروی کار (ساده و

منظور از سرمایه انسانی، نیروی انسانی ماهر و آموزش دیده‌ای است که خدماتی را ارائه می‌کند که در مقایسه با نیروی کار ساده خدمات حرفه‌ای تری است. از این رو، انتظار بر این است که کشورهای دارای سرمایه انسانی بیشتر و با کیفیت‌تر تولید بالاتری نیز داشته باشند. در این مدل پیشرفت فنی خدمات حرفه‌ای نیروی کار ماهر و آموزش‌دیده را اثربخش‌تر می‌کند؛ در حالی که در مدل سولوی نئوکلاسیک، پیشرفت فنی خدمات نیروی کار ساده را اثربخش‌تر می‌نمود. هم‌چنین، مدل سرمایه انسانی سولوی منشأ دیگری را برای تفاوت درآمد معرفی می‌کند که آن آموزش و سرمایه انسانی است. یعنی، تفاوت بین کشورها می‌تواند به دلیل تفاوت در آموزش و سرمایه انسانی آن‌ها باشد. براساس این مدل آن‌چه می‌تواند باعث تفاوت درآمدی کشورها شود؛ علاوه بر سرمایه فیزیکی که در مدل سولوی نئوکلاسیک بود، سرمایه انسانی است که در این مدل لحاظ شده است. به اعتقاد رومر (۲۰۱۲)، مدل سرمایه انسانی سولوی قادر است تفاوت درآمد کشورها را توضیح دهد؛ اما این امر بستگی به این دارد که آیا سرمایه انسانی ایجاد شده این توانایی و قابلیت را دارد که کاهش تولید سرانه‌ای که در اثر کم شدن نرخ مشارکت (نسبت متقاضیان کار تقسیم بر کل جمعیت یا $\frac{L(t)}{N(t)}$) به وجود آمده را جبران نماید یا خیر؟ بنابراین، به طور مطلق نمی‌توان نتیجه گرفت که تاثیر افزایش سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی منفی یا مثبت خواهد بود (رومر، ۲۰۱۲).

- رشد اقتصادی و انرژی

در طی دهه‌های اخیر، صنعتی شدن کشورها باعث استفاده بیشتر از نیروی ماشین و انرژی بر به جای نیروی کار در فرآیند تولید و وابستگی بیش از پیش کشورها به منابع انرژی شد. وقوع شوک‌های قیمت نفت در دهه ۷۰ میلادی نیز رکود اقتصادی در کشورهای فاقد منابع انرژی را به دنبال داشت. در نتیجه از آن زمان نقش انرژی به عنوان یک نهاد موثر در تولید و رشد اهمیت ویژه‌ای پیدا نمود.

از دیدگاه اقتصاد کلان، تحلیل رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی از کانال تابع تولید و منحنی‌های عرضه کل و تقاضای کل اقتصاد تبیین می‌شود و انرژی به عنوان یک نهاد مهم در تابع تولید در نظر گرفته می‌شود. اما، در دهه‌های اخیر نیز دیدگاه‌های متفاوتی در مورد میزان و نحوه تاثیرگذاری

«سرمایه انسانی» به عنوان یک متغیر تعیین‌کننده و اثرگذار وارد مدل‌های رشد اقتصادی شد (رومر ۲۰۱۲).^۸ تمامی مدل‌ها و تحلیل‌های رشد با مدل سولو (۱۹۵۶) آغاز شده است. سولو بر انباشت سرمایه به عنوان عامل اساسی رشد اقتصادی تاکید نموده است. اگرچه مدل رشد سولو و مدل‌های رشد درون‌زای مبتنی بر انباشت دانش (تحقیق و توسعه) می‌توانستند واقعیت‌های مربوط به رشد اقتصادی و این سوال که درآمد سرانه در دنیای امروز بیشتر از گذشته است را تبیین کنند؛ اما ناتوانی آن‌ها در توضیح تفاوت تولید سرانه میان کشورها، سبب شد برخی از اقتصاددانان سعی نمودند با لحاظ سرمایه انسانی در مدل‌های رشد توانایی آن‌ها در توضیح تفاوت تولید سرانه کشورها را افزایش دهند (رومر ۲۰۱۲).

سرمایه انسانی به دو صورت بر رشد و تولید اثرگذار است. از یک سو، سرمایه‌گذاری در منابع انسانی با فرض ثبات سایر شرایط، توان تولید افراد را افزایش می‌دهد. از سوی دیگر، این نوع سرمایه‌گذاری از طریق انتقال پیشرفت فنی (مجموع دانش متبلور شده در ابزار و روش‌های تولید) و کاربرد آن، سبب افزایش تولید می‌شود. یعنی، هر چه سرمایه انسانی از طریق آموزش افزایش یابد، شرایط لازم برای استفاده از فن‌آوری وارداتی بیشتر فراهم می‌شود (آقایی و همکاران، ۱۳۹۲).

در مدل سولوی نئوکلاسیک تابع تولید به شکل معادله (۱) و تابعی از نهاده‌های سرمایه فیزیکی^۹، نیروی کار و سطح پیشرفت فنی (تکنولوژی) بیان شده است. در این مدل فرض می‌شود که پیشرفت فنی کارافزا^{۱۰} است؛ یعنی افزایش سطح پیشرفت فنی مانند افزایش تعداد نیروی کار عمل نموده و اثربخشی نیروی کار را افزایش می‌دهد.

$$(1) \quad Y(t) = f(K(t), A(t), L(t))$$

در این مدل با استفاده از تابع تولید کاب-داگلاس، تولید در زمان t برابر است با:

$$(2) \quad Y(t) = K(t)^\alpha [A(t) \cdot L(t)]^{1-\alpha}$$

تحلیل این تابع به دلیل این که تقریب اولیه مناسبی از تابع تولید است آسان است. از آن‌جا که در مدل رشد سولو با لحاظ سرمایه انسانی (مدل سرمایه انسانی)، تمرکز بحث بر متغیر «سرمایه انسانی»^{۱۱} است؛ بنابراین، به جای نیروی کار ساده، سرمایه انسانی در مدل سولو گنجانده و تابع تولید با لحاظ سرمایه انسانی به صورت معادله (۳) بازنویسی می‌شود:

$$(3) \quad Y(t) = K(t)^\alpha [A(t) \cdot H(t)]^{1-\alpha}$$

سیاست‌های حفظ و ذخیره‌سازی انرژی مانند: کاهش یا حذف یارانه‌های انرژی و کاهش مصرف انرژی می‌توانند بدون تاثیر یا با تاثیر کمی بر رشد اقتصادی به اجرا گذاشته شوند (اگو و همکاران ۲۰۱۱). فرضیه خنثی، نشان می‌دهد مصرف انرژی و رشد اقتصادی اثری بر یکدیگر ندارند (فانگ و چانگ ۲۰۱۶). در این فرضیه هیچ رابطه علیتی بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی وجود ندارد. بنابراین سیاست‌های افزایش (کاهش) مصرف انرژی موجب افزایش (کاهش) رشد اقتصادی نخواهد شد (اگو و همکاران ۲۰۱۱).

اخیراً یک بررسی روی ۸۳ مطالعه در دو دهه گذشته انجام شده و نتایج آن نشان داده که ۵۲ درصد مطالعات وجود یک اثر بازخوردی را نشان داده‌اند، ۲۸ درصد از فرضیه‌های رشد حمایت نموده، ۱۰ درصد وجود یک فرضیه محافظه‌کارانه و ۱۰ درصد باقیمانده رابطه خنثی بین دو متغیر را نشان داده‌اند (فانگ و چانگ ۲۰۱۶) به نقل از اوزتورک و مولالی^{۱۴} (۲۰۱۵).

- پیشینه پژوهش

اولین مطالعه توسط کرفت و کرفت^{۱۵} (۱۹۷۸)، رابطه علی یک‌طرفه بین رشد تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی را در آمریکا طی دوره ۱۹۷۴-۱۹۴۷ بررسی نموده است. پس از آن تحقیقات زیادی رابطه بین دو متغیر انرژی و رشد را در کشورها و مناطق مختلف طی دوره‌های زمانی متفاوت با استفاده از روش‌های مختلف اقتصادسنجی بررسی نموده‌اند. اما تفاوت و تنوع در روش اقتصادسنجی، پانل کشورها، دوره بررسی و تصریح مدل‌های مختلف با وجود محاسن فراوان سبب ارایه نتایج متفاوت و متناقضی می‌شد که مقایسه نتایج را دشوار می‌نمود. بنابراین، تحقیقات بعدی بیشتر بر روش‌های جدید پانلی و مدل‌های چند متغیره با متغیرهای جدید متمرکز شد. مرور پیشینه وسیع «انرژی-رشد» که بر پانل کشوری متمرکز نموده، نشان‌دهنده پیشرفت روش‌های اقتصادسنجی و ترکیب متغیرهای مورد استفاده در مجموعه بررسی‌های «انرژی-رشد» پس از سال ۱۹۷۸ بوده است. استفاده از روش‌های پانلی و ترکیب متغیرهایی مانند: انواع مختلف قیمت (قیمت مصرف‌کننده، قیمت خاص یا کلی انرژی، تعدیل‌کننده قیمت *GDP* و ...)، نیروی کار، سرمایه فیزیکی، عرضه پول، مخارج دولتی، تجارت، توسعه مالی، شهرنشینی و ساختار در تحلیل رابطه علی بین

انرژی بر تولید و رشد اقتصادی مطرح شده است. اقتصاددانان کسب و کار و مالی توجه زیادی به تاثیر قیمت نفت و سایر قیمت‌های انرژی بر فعالیت اقتصادی دارند، اما جریان اصلی نظریه رشد اقتصادی توجه کمی به نقش انرژی یا سایر منابع طبیعی در افزایش و یا ارتقای رشد اقتصادی دارد. بحث‌های گسترده در مورد «کاهش بهره‌وری» پس از بحران‌های نفتی در سال‌های ۱۹۷۰ نیز به عنوان یک استثنا مطرح شدند (استرن ۲۰۰۴). بیولوژیست‌ها، از انرژی به عنوان مهم‌ترین عامل رشد اقتصادی یاد نموده و نیروی کار و سرمایه را عوامل واسطه در نظر می‌گیرند. اما، نئوکلاسیک‌ها، معتقدند که انرژی نقش کمی در رشد اقتصادی دارد، بیشتر یک نهاده واسطه‌ای بوده و مکمل نهاده سرمایه و نیروی کار محسوب می‌شود (استرن ۱۹۹۳).

چهار فرضیه احتمالی مربوط به رابطه علی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی وجود دارد که عبارتند از: فرضیه بازخورد، به یک علیت دوطرفه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی اشاره می‌کند (فانگ و چانگ ۲۰۱۶).^{۱۲} در این فرضیه مصرف انرژی و رشد اقتصادی وابسته و مکمل هم هستند. بنابراین، سیاست‌های کاهش مصرف انرژی ممکن است سبب کاهش رشد اقتصادی و تغییرات در رشد اقتصادی نیز ممکن است منجر به کاهش مصرف انرژی شود (اگو و همکاران، ۲۰۱۱).^{۱۳} فرضیه رشد، به یک علیت یک طرفه از سوی مصرف انرژی به رشد اقتصادی اشاره نموده و نشان می‌دهد مصرف انرژی یک نقش حیاتی در فرآیند رشد اقتصادی ایفا می‌کند (فانگ و چانگ ۲۰۱۶). این فرضیه بر نقش انرژی بر رشد اقتصادی به طور مستقیم و به عنوان نهاده مکمل نیروی کار و سرمایه تاکید دارد. فرضیه رشد نشان‌دهنده وابستگی اقتصاد به انرژی است و انرژی را لازمه رشد اقتصادی کشورها قلمداد می‌کند؛ یعنی عدم دسترسی به انرژی کافی ممکن است باعث محدود شدن رشد اقتصادی و ایجاد شرایط بد اقتصادی شود (اگو و همکاران ۲۰۱۱). فرضیه محافظه‌کارانه (نگهداری و ذخیره انرژی)، به یک علیت یک‌طرفه از سوی رشد اقتصادی به مصرف انرژی اشاره می‌کند (فانگ و چانگ ۲۰۱۶). براساس این فرضیه افزایش رشد اقتصادی سبب افزایش مصرف انرژی می‌شود. وجود رابطه علیت یک‌طرفه از رشد اقتصادی به مصرف انرژی بیان‌گر وابستگی کم اقتصاد به انرژی است. بنابراین،

بیشتر روابط علی و هم جمع‌بستگی بین دو متغیر رشد اقتصادی و مصرف انرژی را در منطقه جغرافیایی خاصی بررسی و تایید نموده‌اند. تفاوت پژوهش حاضر با مطالعات محدود اخیر که در کشورهای نفت‌خیز و عمدتاً اوپک انجام شده این است که آن‌ها در طی دوره بسیار کوتاه‌تری یا متغیرها، چارچوب نظری و روش اقتصادسنجی متفاوتی (حسینی و همکاران ۱۳۹۷) را به کار برده‌اند؛ یا فقط رابطه علی بین دو متغیر مصرف انرژی و رشد اقتصادی را با روش اقتصادسنجی دیگری (علیزاده و گل‌خندان ۱۳۹۵) را در قلمرو متفاوتی آزمون کرده‌اند. در جدول (۱) چکیده‌ای از سوابق مطالعات گذشته ارائه شده است.

راهنمای جدول (۱):

- فرضیه رشد: رابطه علی یک‌طرفه از مصرف انرژی به رشد اقتصادی.
- فرضیه ذخیره‌سازی (صرفه‌جویی، محافظه‌کارانه): رابطه علی یک‌طرفه از رشد اقتصادی به مصرف انرژی.
- فرضیه بازخورد: رابطه علی دوطرفه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی.
- فرضیه خنثی: عدم وجود رابطه علی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی.

مصرف انرژی و رشد اقتصادی از یک دهه قبل رایج‌تر شده است (فانگ و چانگ ۲۰۱۶). پیش از این، محققان یا به بررسی نقش یکی از نهاده‌های سرمایه انسانی و انرژی بر رشد اقتصادی پرداخته‌اند و یا تاثیر مصرف انرژی بر رشد اقتصادی را در کنار متغیرهای دیگری و خارج از چارچوب نظریات تولید و رشد آزمون کرده و به ندرت از متغیر «سرمایه انسانی» استفاده نموده‌اند.

نگاهی به تحقیقات انجام شده داخل کشور در طی سه دهه گذشته نشان داده که فقط در دهه ۹۰ تعداد کمی از بررسی‌ها از روش داده‌های پانلی برای مطالعه روابط علی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی استفاده نموده‌اند. بنابراین، ضعف ادبیات موضوع گویا و جامع درباره روش اقتصادسنجی پانل هم جمع‌بستگی در منابع داخلی یکی از محدودیت‌های پژوهش حاضر بود و تلاش شد این کاستی با استفاده از منابع اصلی و مطالعات خارجی مرتبط تا حدودی برطرف و موضوع تحقیق در چارچوب نظریه‌های رشد اقتصادی و تولید به شکل جامع‌تری مطالعه شود.

تمایز این پژوهش با بررسی‌هایی مانند: صدراوی و همکاران (۲۰۱۹)، فانگ و چانگ (۲۰۱۶)، ریزبستس و احمد (۲۰۱۵)، نسرین و انوار (۲۰۱۴) و ... که پانلی از کشورهای در حال توسعه آسیایی را مطالعه نموده‌اند، این است که آن‌ها

جدول ۱- بررسی‌های پیشین مبحث «انرژی-رشد» در کشورهای در حال توسعه با روش داده‌های پانلی

نتایج پژوهش	روش بررسی	پدیدآورندگان / قلمرو بررسی
- اثر مثبت و معنادار انرژی، سرمایه فیزیکی و نیروی کار بر رشد اقتصادی. - اثر مثبت توسعه مالی بر رشد اقتصادی.	پانل پویا، مدل VECM ^{۱۷} و GMM ^{۱۸}	- صدراوی و همکاران (۲۰۱۹) ^{۱۶} : مطالعه روابط همجمع‌بستگی و علی بین رشد اقتصادی و مصرف کل انرژی و توسعه مالی در تابع تولید کاب-داگلاس و متغیرهای نیروی کار و سرمایه فیزیکی در ۲۰ کشور منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا (MENA) (۲۰۰۰-۲۰۱۸).
- تاثیر مثبت و معنی‌دار تمام متغیرها بر روند تولید. - نقش برجسته صادرات نسبت به واردات و کل تجارت در کشورهای توسعه‌یافته. - نقش برجسته واردات نسبت به صادرات و کل تجارت در کشورهای در حال توسعه.	پانل همجمع‌بستگی و DOLS ^{۲۰}	- ورهرامی و سرفراز (۲۰۱۷) ^{۱۹} : مطالعه آزمون اثرات تجارت خارجی، مصرف انرژی، سرمایه انسانی و فیزیکی روی GDP در چند کشور منتخب توسعه‌یافته و در حال توسعه (۲۰۰۲-۲۰۱۴).
- تایید یک رابطه همجمع‌بستگی بلندمدت بین متغیرها. - سرمایه‌فیزیکی و انرژی دو نهاده مهم در رشد اقتصادی. - اثر اسمی بزرگ‌تر سرمایه‌انسانی نسبت به مصرف انرژی بر رشد. - پیشنهاد: مطالعه اثر تعاملی «سرمایه انسانی و مصرف انرژی» (HE) بر رشد اقتصادی کشورها.	پانل همجمع‌بستگی، FMOLS ^{۲۱} و VECM	- فانگ و چانگ (۲۰۱۶): مطالعه رابطه همجمع‌بستگی و علی بین سرمایه فیزیکی، نیروی کار، سرمایه انسانی، مصرف انرژی و رشد اقتصادی در یک تابع تولید نئوکلاسیکی میان ۱۶ کشور آسیای شرقی (۱۹۷۰-۲۰۱۱). - ثبت «سرمایه انسانی» در ادبیات «انرژی-رشد» برای اولین بار.

		<p>- جایگزینی متغیر «سال‌های تحصیل» به جای سرمایه انسانی.</p>
<p>- اثرات قابل توجه تعامل سرمایه انسانی و تغییرات ساختاری (sc*H) در صنایع پیشرفته^{۲۳} و دانش محور بر رشد اقتصادی: اثر مثبت سرمایه انسانی (H) و تعامل «سرمایه انسانی و تغییرات ساختاری (sc*H)» بر رشد کشورهای پیشرفته (OECD).</p> <p>- اثرات قابل توجه مثبت سرمایه انسانی (H) و اثر منفی تعامل «سرمایه انسانی و تغییرات ساختاری (sc*H)» بر رشد کشورهای در حال گذار و مدیترانه‌ای.</p> <p>- اثر مثبت تخصص در صنایع دانش محور بر رشد تمام کشورها.</p> <p>- تایید «متوسط سال‌های آموزش» به جای سرمایه انسانی برای توضیح رشد بلندمدت و حمایت از نظریه تفاوت درآمدی کشورها در اثر آموزش.</p> <p>- فقدان ساختارهای قوی برای انطباق مناسب ظرفیت سرمایه انسانی کشورها با بخش تولید و در نتیجه اثر منفی بر کارایی و رشد.</p>	<p>گشتاورهای تعمیم یافته GMM</p>	<p>- تیکزیرا و کوئروس (۲۰۱۶)^{۲۲}: مطالعه نقش مستقیم و غیرمستقیم سرمایه انسانی در رشد اقتصادی و تعامل آن با تغییرات ساختاری (تخصص صنعتی کشورها) در مدل رشد درون‌زا با متغیرهای سمت عرضه و تقاضا (رشد جمعیت، سرمایه فیزیکی، مصرف عمومی و نهادها) در دو پانل کشوری: کشورهای پیشرفته OECD در بلندمدت (۲۰۱۱-۱۹۶۰)؛ - ۲۱ کشور پیشرفته OECD. هفت کشور در حال گذار اروپای شرقی و دو کشور مدیترانه‌ای در کوتاه‌مدت (۲۰۱۱-۱۹۹۰).</p> <p>- بیان نقش مهم سرمایه انسانی بر رشد از طریق پیشرفت فنی و تخصص صنعتی.</p> <p>- لحاظ سمت تقاضا و تغییرات ساختاری در ادبیات رشد.</p>

نتایج پژوهش	روش بررسی	پدیدآوردگان / قلمرو بررسی
<p>- وجود رابطه مثبت و معنادار هم‌جمع‌بستگی بین متغیرها.</p> <p>- نقش قابل توجه مصرف انرژی بر رشد کشورهای در حال توسعه.</p> <p>- تایید فرضیه رشد و نقش مهم مصرف انرژی به طور مستقیم و غیرمستقیم در تولید به عنوان نهاده مکمل نیروی کار و سرمایه بر اساس فرضیه رشد.</p> <p>- نکته: وابستگی کشورهای آسیای جنوبی و جنوب شرقی به انرژی.</p>	<p>پانل هم جمع‌بستگی</p>	<p>- ریزیتیس و احمد (۲۰۱۵)^{۲۴}: مطالعه رابطه پویای بلندمدت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در تابع تولید کل با داده‌های تولید ناخالص داخلی (GDP) واقعی، مصرف انرژی، تشکیل سرمایه ناخالص (GFC) واقعی و کل نیروی کار در نه کشور آسیای جنوبی (سارک) و آسیای جنوب شرقی (آ.س.آن) (۱۹۹۰-۲۰۱۲).</p>
<p>- وجود رابطه هم‌جمع‌بستگی میان متغیرها و بررسی اثر تجارت بر انرژی و GDP.</p> <p>- تاثیر مثبت رشد اقتصادی و آزادی تجارت بر مصرف انرژی در بلندمدت.</p> <p>- تایید فرضیه بازخورد در تمام کشورها.</p>	<p>پانل هم‌جمع‌بستگی، FMOLS VEC و DOLS</p>	<p>- نسرین و انوار (۲۰۱۴)^{۲۵}: مطالعه رابطه هم‌جمع‌بستگی و علی بین داده‌های مصرف کل انرژی، رشد اقتصادی، آزادی تجارت و قیمت‌های انرژی در ۱۵ کشور آسیایی (شامل ایران) (۲۰۱۱-۱۹۸۰).</p>
<p>- تایید رابطه منفی بین GDP و مصرف انرژی در بلندمدت (یک درصد افزایش در مصرف انرژی سبب کاهش ۰/۱۳ درصد در GDP).</p> <p>- تایید فرضیه ذخیره‌سازی انرژی برای تمام کشورها در کوتاه‌مدت.</p> <p>- روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت: مصرف فرآینده انرژی و عرضه ناکافی انرژی دلیل بحران‌های کمیابی انرژی در جنوب آسیا.</p>	<p>پانل هم‌جمع‌بستگی، VEC و FMOLS</p>	<p>- نور و صیدیقی (۲۰۱۰)^{۲۶}: مطالعه رابطه علی بین مصرف انرژی سرانه، تولید ناخالص داخلی (GDP) سرانه، سرمایه فیزیکی و نیروی کار در یک تابع تولید نئوکلاسیکی در پنج کشور جنوب آسیا (۱۹۷۱-۲۰۰۶).</p>
<p>- تاثیر منفی متغیرهای رشد اقتصادی و مصرف انرژی بر دیگری.</p> <p>- اثر منفی قیمت انرژی و اثر مثبت توسعه مالی و شهرنشینی بر مصرف انرژی.</p>	<p>گشتاورهای تعمیم یافته GMM</p>	<p>- حسینی و همکاران (۱۳۹۷): مطالعه رابطه بین توسعه مالی، رشد اقتصادی و مصرف انرژی در کشورهای در حال توسعه منتخب صادرکننده سوخت (2001-2016).</p>

- اثر منفی باز بودن تجارت و اثر مثبت سرمایه‌گذاری و اندازه دولت بر رشد.		
- تایید فرضیه بازخورد بین مصرف انرژی و رشد در کوتاه‌مدت و بلندمدت. - اثر مثبت و معنی‌دار مصرف انرژی، نیروی کار و سرمایه بر رشد کشورهای عضو اوپک (شامل ایران) در بلندمدت.	Cup-FM ^{۲۷} و PMG	- علیزاده و گل‌خندان (۱۳۹۵) : مطالعه رابطه علی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کشورهای عضو اوپک با تاکید بر وابستگی مقطعی (۲۰۱۱-۱۹۹۰).
- تایید فرضیه رشد. - تعیین اعتبار متغیرهای ابزاری با آزمون‌های همبستگی پسماندها و سارجنت.	گشتاورهای تعمیم‌یافته GMM	- نادری (۱۳۹۲) : مطالعه رابطه علی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کشورهای منتخب در حال توسعه (۲۰۱۱-۲۰۰۰).

ماخذ: یافته‌های پژوهشگر

(۲۰۱۴-۱۹۷۳) دارند، برآورد و تحلیل نموده است. هم‌چنین، افزایش غیرمستقیم و هم‌افزاینده رشد اقتصادی از طریق اثر تعاملی سرمایه انسانی و مصرف انرژی اولیه در کشورهای منتخب در حال توسعه نیز آزمون شد.

شایان ذکر است در این مطالعه انتخاب کشورها از میان کشورهای غیرنفتی، بدون محدودیت جغرافیایی و با توجه به درجه توسعه‌یافتگی، سطح درآمد ناخالص ملی سرانه بالا و بالاتر از متوسط انجام شده است. به عبارتی، ویژگی خاص این پانل کشوری آن است که علی‌رغم وابستگی و تقاضای روزافزون به انرژی در فرآیند تولید و رویارویی با چالش‌هایی در تامین انرژی، در دهه‌های اخیر عملکرد اقتصادی موفقی داشته‌اند. در این مطالعه، انرژی متغیری در نظر گرفته شده که علاوه بر ایفای نقش مستقیم در فرآیند تولید، به طور غیرمستقیم نیز موجب بهبود و تقویت کارکرد سایر نهاده‌ها خواهد شد.

- معرفی داده‌ها، تصریح مدل و روش پژوهش

روش تحقیق با هدف ارزیابی اثر مستقیم و غیرمستقیم (تعاملی) مصرف انرژی اولیه^{۲۸} و سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی در کشورهای منتخب در حال توسعه غیرنفتی با استناد به مبانی تولید، مدل‌های رشد و روش پانل همجمع‌بستگی تنظیم شده است.

- متغیرها و داده‌های آماری

در این‌جا، عوامل اثرگذار بر معرفی و توصیف شده‌اند. بدین منظور، براساس سیاست پانل متوازن و دسترسی به داده‌ها، از روش‌های جدید پانل همجمع‌بستگی با هدف آزمون و برآورد رابطه بلندمدت بین مصرف انرژی اولیه و سرمایه انسانی و رشد اقتصادی در ۱۲ کشور در حال توسعه

پژوهش حاضر نقش مستقیم و غیرمستقیم (تعاملی) «سرمایه انسانی» و «مصرف انرژی اولیه» در رشد اقتصادی را با استفاده از تابع تولید کاب-داگلاس، روش‌های همجمع‌بستگی پانلی و متغیرهای سرمایه فیزیکی، نیروی کار، سرمایه انسانی، مصرف انرژی اولیه و تعامل دو متغیر «سرمایه انسانی و مصرف انرژی اولیه» در یک مدل رشد درون‌زا برای کشورهای منتخب در حال توسعه غیرنفتی بررسی و ارزیابی نموده است. با توجه به گستردگی مطالعات تجربی «انرژی-رشد» و برای تمرکز بیشتر بر قلمرو بررسی پژوهش فعلی، بررسی پیشینه عمدتاً به ادبیات مرتبط با رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه، متغیرهای مصرف انرژی و سرمایه انسانی و روش‌های پانلی اختصاص یافت. لازم به ذکر است که موضوع این بررسی انرژی‌های تجدیدپذیر یا تجدیدناپذیر نیست؛ بنابراین، از ذکر سوابق موجود در این زمینه خودداری شده است. هم‌چنین، با توجه به عدم وجود متغیر تعاملی در تحقیقات کشورهای در حال توسعه، از مطالعات موجود در کشورهای پیشرفته مانند: تیکزیرا و کوئروس (۲۰۱۶) استفاده شد.

بنابراین، پژوهش حاضر به منظور رفع شکاف موجود در نادیده گرفتن برخی از متغیرهای اثرگذار بر رشد و عدم استناد به مبانی نظری متقن، وجود روابط بلندمدت میان تمامی متغیرهای سرمایه فیزیکی، نیروی کار، سرمایه انسانی، مصرف انرژی اولیه، تعامل «سرمایه انسانی و مصرف انرژی اولیه» و تولید ناخالص داخلی را با تکیه بر نظریات تولید و رشد در قالب مدل‌های چند متغیره بررسی و چگونگی اثرگذاری آن‌ها بر رشد اقتصادی را با کمک پیشرفته‌ترین مدل‌های پویای پانلی که تناسب بهتری با زمان‌های طولانی

سوخت‌ها با میلیون تن معادل نفت اندازه‌گیری می‌شوند. در این بررسی منظور از متغیر «مصرف انرژی»، مفهوم «مصرف انرژی اولیه» است که واحد آن بر حسب میلیون تن معادل نفت است.

رشد اقتصادی: به گسترش اقتصاد یک کشور از طریق افزایش تولید ناخالص داخلی یا تولید ناخالص ملی طی یک دوره زمانی یک ساله رشد اقتصادی گفته می‌شود (استرن ۲۰۰۴). تولید ناخالص داخلی (GDP) یکی از مقیاس‌های اندازه‌گیری در اقتصاد است که عبارت از مجموع ارزش پولی کل کالاها و خدمات نهایی است که در یک مدت معین (معمولاً یک سال) در اقتصاد داخلی (در یک کشور) تولید می‌شود (تفضلی، ۱۳۹۵). این بررسی همانند مقاله اصلی و برخی تحقیقات گذشته، تغییرات تولید ناخالص داخلی (ΔGDP) یا ΔY به عنوان متغیر وابسته رشد اقتصادی فرض نمود. داده‌های سری زمانی تولید ناخالص داخلی واقعی به قیمت ثابت سال ۲۰۱۱ بر حسب میلیون دلار آمریکا است.

آمار سری‌های زمانی سرمایه فیزیکی و تولید ناخالص داخلی، نیروی کار و سرمایه انسانی از نسخه نهم جدول جهانی بین ۳۱ (فین استرا و همکاران، ۲۰۱۶) و مصرف انرژی اولیه از سالنامه آماری سال ۲۰۱۷ شرکت نفت بریتانیا (بی/پی) گرفته شده‌اند.

انتخاب کشورها براساس طبقه‌بندی گزارش چشم‌انداز و وضعیت اقتصاد جهانی (WESP)^{۳۴} سال ۲۰۱۸ سازمان ملل متحد انجام شده است. در این گزارش، با توجه به معیار چگونگی وضعیت سوخت^{۳۵} کشورها در مناطق مختلف جهان، کشورهای در حال توسعه به دو گروه صادرکننده سوخت^{۳۶} (نفتی) و سایر کشورها (غیرنفتی) طبقه‌بندی شده‌اند. بر مبنای این منبع کشوری نفتی است که سهم صادرات سوختش بیش از ۲۰ درصد از کل صادرات کالایی‌اش و سطح صادرات سوختش حداقل ۲۰ درصد بالاتر از واردات سوختش باشد. این معیار از سهم صادرات سوخت در کل ارزش تجارت جهانی کالا محاسبه شده و شامل سوخت‌های زغال‌سنگ، نفت و گاز طبیعی است. بنابراین، کشوری نفتی است که تولید نفت بالایی داشته و صادرکننده نفت باشد و کشوری غیرنفتی است که سهم نفت از تولید ناخالص داخلی‌اش صفر یا ناچیز باشد.

تمرکز بررسی حاضر بر روی کشورهای در حال توسعه منتخب

غیرنفتی طی دوره طولانی (۴۲ سال: ۲۰۱۴-۱۹۷۳) استفاده شده است. متغیرهای مدل (سرمایه فیزیکی، نیروی کار، سرمایه انسانی و مصرف انرژی اولیه و تولید ناخالص داخلی) به صورت زیر تعریف می‌شوند:

سرمایه فیزیکی: در اقتصاد دو معنا برای سرمایه وجود دارد. یکی، به ارزش پولی دارایی‌های یک شرکت خاص و یا مقدار موجود برای سرمایه‌گذاری گفته می‌شود. دیگری، به معنای یک نهاده انسان ساخت در فرآیند تولید مانند: ساختمان‌ها و ماشین‌آلات و زیرساخت‌ها (سیستم‌های مخابراتی و ...) است (استرن ۲۰۰۴). داده‌های سری‌زمانی سرمایه فیزیکی به قیمت ثابت سال ۲۰۱۱ بر حسب میلیون دلار آمریکا است.

نیروی کار: در یک تعریف ساده، به افرادی که مایل و قادر به کار کردن هستند، نیروی کار گفته می‌شود. داده‌های سری زمانی نیروی کار بر حسب تعداد افراد شاغل به میلیون نفر است.

سرمایه انسانی: سرمایه انسانی به تخصص و یا دانش انباشته در افراد از طریق فرآیندهای آموزش و پرورش اشاره می‌کند (استرن ۲۰۰۴). شاخص‌های مختلفی مانند: متوسط سال‌های تحصیل، نرخ ثبت‌نام متوسطه، نرخ بی‌سوادی بزرگسالان، امید به زندگی در بدو تولد، هزینه‌های عمومی آموزش و ... برای اندازه‌گیری سرمایه انسانی وجود دارند. در این بررسی سرمایه انسانی به عنوان محصول بخشی از نیروی کار فرض شده و شاخص آن براساس متوسط سال‌های آموزش از کار بارو و لی (۲۰۱۳)^{۲۹} و نرخ بازده آموزش از کار ساخاروپولوس (۱۹۹۴)^{۳۰} اندازه‌گیری شده است.

مصرف انرژی اولیه: انرژی اولیه نوعی انرژی است که در معرض هیچ‌گونه فرآیند تبدیل قرار نگرفته و در طبیعت صورت غیرقابل تجدید (انرژی‌های فسیلی) یا تجدیدپذیر (باد، آب، خورشید و ...) موجود است. مانند: نفت و گاز طبیعی تصفیه نشده (خام) استخراج شده از میادین نفت و گاز (سایت وزارت نیرو). این انرژی شامل: سوخت‌های قابل تجارت (نفت، گاز طبیعی، زغال‌سنگ، انرژی هسته‌ای، انرژی برق آبی) و انرژی‌های مدرن تجدیدپذیر مورد استفاده برای تولید الکتریسیته است. مصرف نفت با واحد میلیون تن و سایر

شده است. برای تصریح رابطه بین رشد اقتصادی و عوامل اثرگذار بر آن از چارچوب تابع تولید کل کاب-داگلاس و روش جدید پانل همجمع‌بستگی و آزمون‌های مربوط به آن استفاده شده است.

برای تعیین تاثیر داده‌های سرمایه انسانی و مصرف انرژی بر رشد اقتصادی، فرضیه‌های ذیل مطرح شد:

- مصرف انرژی اولیه در بلندمدت بر روی رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه غیرنفتی اثر مثبت دارد.
- سرمایه انسانی در بلندمدت بر روی رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه غیرنفتی اثر مثبت دارد.
- متغیر تعاملی «سرمایه انسانی و مصرف انرژی اولیه» در بلندمدت بر روی رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه غیرنفتی اثر مثبت دارد.

مدل تجربی تابع تولید که مبین اثر عوامل تولید بر رشد اقتصادی براساس مقطع کشوری است به شکل زیر بیان می‌شود:

$$Y_{it} = f(K_{it}, L_{it}, H_{it}, E_{it}, A_i) \quad (4)$$

در ادامه، مدل‌های (I) و (II) برای کشورهای منتخب در حال توسعه غیرنفتی مورد بررسی قرار گرفتند:

- مدل (I) - مدل بدون لحاظ متغیر تعاملی:

مدل (I)، برای بیان رابطه بلندمدت بین عوامل موثر بر رشد اقتصادی بر مبنای کار سادورسکی^{۳۷} (۲۰۱۲) و شامل داده‌های: تولید ناخالص داخلی، سرمایه فیزیکی، نیروی کار، سرمایه انسانی و مصرف انرژی اولیه و برای بررسی اثر مستقیم بین متغیرهای مدل تعریف شده است. بدین منظور معادله (۴) به این شکل فرموله می‌شود:

$$Y_{it} = A_i K_{it}^{\alpha_{1i}} \cdot L_{it}^{\alpha_{2i}} \cdot H_{it}^{\alpha_{3i}} \cdot E_{it}^{\alpha_{4i}} \quad (5)$$

برای خطی کردن مدل از طرفین تابع تولید لگاریتم طبیعی گرفته می‌شود و یک جمله خطای تصادفی به آن اضافه می‌شود. مدل نهایی (معادله (۶))، لگاریتم دوطرفه‌ای است که بیانگر رشد بوده و از این پس مدل (I) نامیده می‌شود:

$$y_{it} = \alpha_i + \alpha_{1i}k_{it} + \alpha_{2i}l_{it} + \alpha_{3i}h_{it} + \alpha_{4i}e_{it} + u_{it} \quad (6)$$

- مدل (II) - مدل با لحاظ متغیر تعاملی:

مدل (II)، مدلی است که در فرآیند انجام تحقیق، بر مبنای بررسی کائو و جاری یاپان (۲۰۱۲) برای بررسی اثر مستقیم و غیرمستقیم (تعاملی) میان متغیرهای مدل معرفی

غیرنفتی است که دارای عملکرد اقتصادی موفق و رشد اقتصادی متمایز است. برای انتخاب کشورها از طبقه‌بندی منبع فوق با لحاظ معیارهایی نظیر: مرحله توسعه‌یافتگی، چگونگی وضعیت سوخت و سطوح درآمدی (درآمد ناخالص ملی سرانه بالا و بالاتر از متوسط) بدون محدودیت جغرافیایی استفاده شد. ابتدا، ۱۷ کشور غیرنفتی براساس معیارهای در حال توسعه بودن و درآمد ناخالص ملی سرانه بالا و بالاتر از متوسط انتخاب شد. سپس، با توجه به محدودیت دسترسی به داده‌های مصرف انرژی اولیه در منبع آماری و تغییر وضعیت توسعه‌یافتگی کشورها در سال‌های اخیر، به ناچار کشورهای در حال توسعه‌یافتگی انتخاب شدند که دسترسی به اطلاعات آنها طی دوره زمانی ۲۰۱۴-۱۹۷۳ امکان‌پذیر بود. در نهایت ۱۲ کشور در حال توسعه غیرنفتی: ترکیه، چین، هنگ‌کنگ، مالزی، سنگاپور، تایلند، کره جنوبی، تایوان، آرژانتین، برزیل، پرو و آفریقای جنوبی انتخاب شدند. این گروه شامل ۸ کشور از قاره آسیا (به ویژه منطقه آسیای شرقی)، ۳ کشور از آمریکای جنوبی و ۱ کشور از آفریقا است. بنابراین، این پژوهش مربوط به تحلیل پانلی کشورهای

است که از لحاظ مرحله توسعه‌یافتگی، عدم دسترسی به منابع انرژی و وابستگی به واردات انرژی و تا حدودی وضعیت مناسب درآمدی مشابه یکدیگر هستند. در عین حال اگر چه اغلب آنها از نظر منابع زیرزمینی فقیر هستند؛ اما در طی سال‌های اخیر از لحاظ عملکردی نیز رشد اقتصادی موفقیت‌آمیزی را در میان کشورهای در حال توسعه و جهان کسب کرده‌اند. در طی دهه‌های گذشته ساختار اقتصادی شماری از این کشورها از جمله کشورهای منطقه شرق آسیا (هنگ‌کنگ، سنگاپور، چین و ...) بسیار متحول شده و به پیشرفت‌های فنی و صنعتی قابل توجهی دست یافته‌اند. این تحقیق به دنبال آن است که عوامل دست‌یابی به رشد اقتصادی را برای این گروه از کشورهای در حال توسعه غیرنفتی شناسایی نماید. به عبارتی، تصور بر این بود که این کشورها می‌توانند الگوی مناسبی برای رشد اقتصادی کشور در حال توسعه‌ای مانند ایران باشند.

- معرفی مدل

در این بخش با توجه به مبانی نظری و تحقیقات انجام شده در این زمینه، جهت تعیین وجود تعادل بلندمدت بین رشد اقتصادی، سرمایه فیزیکی، نیروی کار، سرمایه انسانی، مصرف انرژی اولیه و تعامل «سرمایه انسانی و مصرف انرژی اولیه» در کشورهای در حال توسعه غیرنفتی دو مدل تعریف

– آزمون‌های ریشه واحد پانلی

یکی از معمول‌ترین آزمون‌هایی است که برای بررسی پایایی^{۳۹}، تعیین درجه هم‌جمع‌بستگی بین متغیرهای مدل و جلوگیری از برآورد رگرسیون کاذب استفاده می‌شود، آزمون ریشه واحد پانلی است.

آزمون ریشه واحد بر این منطق استوار است که وقتی $\rho = 1$ است، فرآیند خودرگرسی و مرتبه اول $y_t = \rho y_{t-1} + u_t$ پایا نیست. بنابراین اگر ضریب ρ معادله فوق به روش حداقل مربعات معمولی برآورد شود و برابر با یک بودن آن آزمون شود؛ می‌تواند پایایی یا ناپایایی یک فرآیند سری زمانی را به اثبات برساند (نوفرستی، ۱۳۹۱).

آزمون ریشه‌های واحد در داده‌های پانلی بحث جدیدی است که به اوایل دهه ۱۹۹۰ باز می‌گردد. این آزمون‌ها توسط کواه^{۴۰} (۱۹۹۲ و ۱۹۹۴) و برایتونگ^{۴۱} (۱۹۹۴) پایه‌ریزی شد. این مطالعات به وسیله لوین، لین و چو^{۴۲} (۱۹۹۲ و ۲۰۰۳)، ایم، پسران و شین^{۴۳} (۱۹۹۷ و ۲۰۰۳)، هریس و تراوالیس^{۴۴} (۱۹۹۹)، مادالا و وو^{۴۵} (۱۹۹۹)، چوی^{۴۶} (۲۰۰۱) و هادری^{۴۷} (۲۰۰۰) تکمیل شد. ثابت شده که آزمون‌های ریشه واحد پانلی قدرت بالاتری نسبت به آزمون‌های ریشه واحد سری زمانی به تنهایی دارند (بالتاجی ۲۰۰۵).^{۴۸}

در این پژوهش آزمون‌های ریشه واحد پانلی مانند: لوین، لین و چوی (LLC)؛ برایتونگ؛ ایم، پسران و شین (IPS)؛ فیشر ADF (PP) و فیشر-PP (ADF) (PP)، برای بررسی وجود یا عدم وجود ریشه واحد و مرتبه جمع‌بستگی متغیرها به کار رفته‌اند. در آزمون‌های لوین، لین و چوی (۲۰۰۲) (LLC) و برایتونگ (۲۰۰۰) فرض می‌شود که یک فرآیند ریشه واحد مشترک در میان مقاطع وجود دارد. فرضیه صفر این آزمون‌ها مبین وجود ریشه واحد است. اما، براساس فرضیه مقابل ریشه واحد وجود ندارد. در آزمون‌های دیگر، فرآیند ریشه واحد جداگانه‌ای (مقطعی) در میان مقاطع فرض می‌شود. فرضیه صفر این آزمون‌ها حاکی از وجود ریشه واحد است؛ در صورتی که براساس فرضیه مقابل‌شان برخی از مقاطع ریشه واحد ندارند (سادورسکی ۲۰۱۱ و ۲۰۱۲).

– آزمون‌های هم‌جمع‌بستگی پانلی

تجزیه و تحلیل‌های هم‌جمع‌بستگی پانلی، ابتدا وجود روابط بلندمدت را آزمون کرده و سپس آن را برآورد می‌نماید.

شد و علاوه بر داده‌های مدل (I) در برگیرنده متغیر تعاملی «سرمایه انسانی و مصرف انرژی اولیه» است. برای بیان تعادل بلندمدت میان متغیرها در قالب مدل (II)، معادله (4) به شکل زیر نوشته می‌شود:

$$Y_{it} = A_i K_{it}^{\alpha_{1i}} \cdot L_{it}^{\alpha_{2i}} \cdot H_{it}^{\alpha_{3i}} \cdot E_{it}^{\alpha_{4i}} \cdot (H_{it} * E_{it})^{\alpha_{5i}} \quad (7)$$

مانند روابط بالا، با خطی کردن و لگاریتم گرفتن از مدل (7)، مدل نهایی رشد (معادله (8)) یا مدل (II) به دست می‌آید:

$$y_{it} = \alpha_i + \alpha_{1i} \cdot k_{it} + \alpha_{2i} \cdot l_{it} + \alpha_{3i} \cdot h_{it} + \alpha_{4i} \cdot e_{it} + \alpha_{5i} \cdot (h_{it} * e_{it}) + u_{it} \quad (8)$$

در مدل‌های بالا؛ Y_{it} تولید ناخالص داخلی (GDP) واقعی کشور i در زمان t به قیمت‌های ثابت سال ۲۰۱۱ بر حسب میلیون دلار آمریکا برای سنجش رشد اقتصادی؛ K_{it} سرمایه فیزیکی کشور i در زمان t به قیمت‌های ثابت سال ۲۰۱۱ بر حسب میلیون دلار آمریکا؛ L_{it} نیروی کار (تعداد شاغلان) کشور i در زمان t بر حسب میلیون نفر؛ H_{it} شاخص سرمایه انسانی کشور i در زمان t براساس متوسط سال‌های آموزش و بازده آموزش؛ E_{it} مصرف انرژی اولیه کشور i در زمان t بر حسب میلیون تن معادل نفت و $(H_{it} * E_{it})$ تعامل «سرمایه‌انسانی و مصرف انرژی اولیه» است. در این جا، $i = 1, \dots, N$ مربوط به هر کشور در پانل و $t = 1, \dots, T$ بیان‌گر دوره زمانی است. پارامترهای α_i نشان‌دهنده اثرات ثابت خاص مقطعی (کشوری) است. u_{it} جمله خطای تصادفی است. $\alpha_{1i}, \alpha_{2i}, \alpha_{3i}, \alpha_{4i}, \alpha_{5i}$ به ترتیب پارامترهای کشش بلندمدت متغیرهای سرمایه فیزیکی، نیروی کار، سرمایه انسانی، مصرف انرژی اولیه و تعامل «سرمایه انسانی و مصرف انرژی اولیه» هستند. در این پژوهش، متغیرها برحسب متغیر نیروی کار سرانه و لگاریتم طبیعی (LN) آن‌ها در مدل به کار رفت. برای برآورد مدل‌ها از داده‌های ۱۲ کشور منتخب در حال توسعه غیرنفتی در طول دوره ۲۰۱۴-۱۹۷۳ و نرم‌افزار ایویوز ۱۰ استفاده شد.

– برآورد مدل

در این بخش، ابتدا آزمون‌های ریشه واحد^{۳۸} و هم‌جمع‌بستگی پانلی مناسب با زمان‌های طولانی انجام و در ادامه مدل‌ها به روش حداقل مربعات معمولی کاملاً تعدیل شده (FMOLS) بررسی و برآورد شدند.

بلندمدت هستند. معادله باقیمانده‌های برآورد شده به صورت مدل خودرگرسیون برداری $u_{it} = \rho_i u_{it-1} + \varepsilon_{it}$ است. فرضیه صفر عدم همجمعبستگی، $\rho_i = 1$ است. اگر فرضیه صفر رد شود، همجمعبستگی پانلی در میان متغیرهای وابسته و متغیرهای مستقل تایید می‌شود.

پدرونی (۲۰۰۴، ۱۹۹۹) هفت آماره مختلف برای آزمون فرضیه صفر عدم همجمعبستگی در پانل‌های ناهمگون معرفی نموده است. چهار آماره اول، آماره‌های میان‌گروهی (W.D.)^{۵۵} و سه آماره دیگر آماره‌های بین‌گروهی (B.D.)^{۵۶} هستند. پدرونی (۱۹۹۹) به تبیین این هفت آماره پرداخته است: «آماره اول، از آماره‌های ساده پانل همجمعبستگی و نوعی آماره نسبت واریانس ناپارامتری است. آماره دوم، نسخه پانلی از آماره‌های ناپارامتری است که با آماره‌های ρ فیلیپس-پرون معمول قابل قیاس است. آماره سوم، نیز ناپارامتری بوده و شبیه آماره t فیلیپس و پرون است. آماره چهارم، از آماره‌های ساده پانل همجمعبستگی یک آماره پارامتریک است که مانند آماره t دیکی فولر پیشرفته است. سه آماره دیگر پانل همجمعبستگی (۵، ۶ و ۷) براساس رویکرد بین‌گروهی (B.D.) هستند. اولین آن‌ها (آماره ۵) مانند آماره ρ فیلیپس و پرون است و دو آماره دیگر (آماره‌های ۶ و ۷) به ترتیب مانند آماره t فیلیپس و پرون (ناپارامتریک) و آماره t دیکی فولر پیشرفته (پارامتریک) هستند» (پدرونی، ۱۹۹۹).

در هر دو آزمون میان‌گروهی (W.D.) و بین‌گروهی (B.D.)، فرضیه صفر $H_0: \rho_i = 1$ بیانگر عدم وجود همجمعبستگی است. تفاوت آن‌ها، در فرضیه مقابل‌شان است. فرضیه مقابل آماره‌های میان‌گروهی (W.D.)، $H_a: \rho_i =$ ، $\rho < 1$ و فرضیه مقابل آماره‌های بین‌گروهی (B.D.)، $H_a: \rho_i < 1$ برای تمام i ها؛ $i = 1, 2, \dots, N$ است که نیاز به یک مقدار مشترک برای $\rho_i = \rho$ ندارد (نسرین و انوار ۲۰۱۴). آزمون‌های پانلی پدرونی (۱۹۹۹ و ۲۰۰۴) به سه حالت: بدون روند قطعی (با عرض از مبدأ)^{۵۷}، با عرض از مبدأ و روند قطعی^{۵۸} و بدون عرض از مبدأ و روند قطعی^{۵۹} انجام می‌شوند (کائو و جاری‌یابان ۲۰۱۲). آزمون پدرونی (۱۹۹۹ و ۲۰۰۰)، یکی از کاربردی‌ترین روش‌های همجمعبستگی پانلی است که اجازه ناهمگونی بین اجزای مقطعی پانل^{۶۰} را می‌دهد (ماهادوان و آسوف-آجایی،

آزمون‌های همجمعبستگی پانلی، دارای قدرت و اعتبار بیشتری نسبت آزمون‌های همجمعبستگی انفرادی برای هر مقطع (سری زمانی) هستند (بالتاجی ۲۰۰۵). رویکرد همجمعبستگی به پژوهشگر اجازه می‌دهد معادله‌ای را مشخص کند که ترکیب تمام جملات آن پایا باشند تا بتواند استنباط‌های آماری کلاسیک را به کار برد. هم‌چنین، اطلاعات مربوط به رابطه بلندمدت بین سطح متغیرها که به وسیله بردار همجمعبسته‌ساز (پایا) به دست آمده را حفظ نماید (هژبرکیانی، ۱۳۹۴).

آزمون همجمعبستگی انگل-گرنجر^{۴۹} (۱۹۸۷) بر مبنای آزمون پایایی باقیمانده‌های یک رگرسیون، هنگامی که متغیرهای معادله رگرسیون، جمع‌بسته از درجه یک یا $I(1)$ باشند، صورت می‌گیرد. انگل و گرنجر (۱۹۸۷) نشان دادند که یک ترکیب خطی از دو یا چند متغیر می‌تواند پایا باشد. اگر چنین ترکیب خطی وجود داشته باشد، گفته می‌شود که این متغیرهای ناپایا همجمعبسته‌اند. این ترکیب خطی پایا معادله همجمعبستگی نامیده می‌شود و ممکن است به عنوان یک رابطه تعادلی بلندمدت میان متغیرها تفسیر شود (کائو و جاری‌یابان ۲۰۱۲).^{۵۰}

پدرونی^{۵۱} (۲۰۰۴ و ۱۹۹۹) و کائو^{۵۲} (۱۹۹۹) آزمون انگل-گرنجر (۱۹۸۷) را برای داده‌های پانلی توسعه دادند. انتظار می‌رود که آزمون‌های پانل همجمعبستگی پیشرفته توان بالاتری نسبت به آزمون‌های سنتی داشته باشند. همجمعبستگی پانلی پدرونی با فرض وجود اثرات ثابت خاص-مقطعی (کشوری)^{۵۳} و روندهای قطعی^{۵۴} به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$\begin{aligned} \ln Y_{it} = & \alpha_i + \delta_i t + \alpha_{1i} \ln K_{it} + \\ & \alpha_{2i} \ln L_{it} + \alpha_{3i} \ln H_{it} + \alpha_{4i} \ln E_{it} + \\ & u_{it} \end{aligned} \quad (9)$$

در این معادله؛ برای هر مقطع پانل (کشور)، $i = 1, \dots, N$ است. داده‌های مدل، لگاریتم تولید ناخالص داخلی، $\ln Y_{it}$ ؛ لگاریتم سرمایه فیزیکی، $\ln K_{it}$ ؛ لگاریتم نیروی کار، $\ln L_{it}$ ؛ لگاریتم سرمایه انسانی، $\ln H_{it}$ و لگاریتم مصرف انرژی، $\ln E_{it}$ هستند. پارامترهای α_i و δ_i به ترتیب نشان‌دهنده احتمال اثرات ثابت خاص-مقطعی (کشوری) و روندهای قطعی هستند. u_{it} باقیمانده‌های برآورد شده از رابطه پانلی بلندمدت و مبین انحراف از رابطه

نمی‌توانند ضرایب بلندمدت و یا کوتاه‌مدت را در مدل‌های پانلی برآورد کنند. در مدل‌های پانلی، روش‌هایی مانند: حداقل مربعات معمولی (OLS)، حداقل مربعات معمولی کاملاً تعدیل شده (FMOLS)، حداقل مربعات معمولی پویا (DOLS) و ... برای برآورد بردارهای همجمع‌بستگی استفاده می‌شوند. برآورد رابطه بلندمدت با روش حداقل مربعات معمولی (OLS) در مدل‌های پانلی همجمع‌بسته به دلیل درون‌زایی^{۶۲} و همبستگی سریالی^{۶۳} در رگرسیون نتایج تورش‌داری خواهد داشت. برای رفع مشکل تورش از برآوردکننده‌های دیگری مانند: حداقل مربعات معمولی کاملاً تعدیل شده (FMOLS) استفاده می‌شود (سادورسکی، ۲۰۱۱).

پدرونی (۲۰۰۱) با هدف رفع مشکل درون‌زایی متغیرهای توضیحی^{۶۴}، روش حداقل مربعات معمولی کاملاً تعدیل شده (FMOLS) را برای برآورد مدل‌های همجمع‌بسته پانلی پیشنهاد نمود و مدل رگرسیون پانلی ساده زیر را در نظر گرفت:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_i x_{it} + \varepsilon_{it} \quad \forall \quad t = 1, \dots, T \quad i = 1, \dots, N \quad (14)$$

که در آن، فرض شده y_{it} و x_{it} با شیب β_i همجمع‌بسته هستند و β_i ممکن است در میان مقاطع مختلف i همگن باشد یا نباشد. به فرض این‌که $\xi_{it} = (\hat{\varepsilon}_{it}, \Delta x_{it})'$ یک بردار پایا شامل باقیمانده‌های برآوردشده از رگرسیون همجمع‌بستگی و تفاضل متغیر توضیحی باشد، و با فرض این‌که؛

$$\Omega_i \equiv \lim_{T \rightarrow \infty} E \left[T^{-1} \left(\sum_{t=1}^T \xi_{it} \right) \left(\sum_{t=1}^T \xi_{it}' \right) \right] \quad (15)$$

Ω_i ؛ ماتریس کوواریانس بلندمدت این فرآیند برداری است. معمولاً این ماتریس کوواریانس بلندمدت به کمک هر یک از چند برآوردکننده حثان‌کوین^{۶۵}، مانند برآوردکننده نیویی-وست^{۶۶} برآورد می‌شود و می‌توان آن را به صورت: $\Omega_i^0 = \Omega_i + \Gamma_i + \Gamma_i'$ تجزیه کرد. در این معادله، Ω_i^0 ؛ کوواریانس همزمان Γ_i ؛ یک مجموع وزنی از اتوکوواریانس‌ها هستند. ضریب برآوردکننده حداقل مربعات معمولی کاملاً تعدیل شده (FMOLS) در این مدل برابر است با:

۲۰۰۷^{۶۱}. بنابراین، در مقایسه با آزمون‌های همجمع‌بستگی دیگر اعتبار بیشتری دارد.

کائو (۱۹۹۹) آزمون‌های DF و ADF مبتنی بر باقیمانده را به منظور انجام آزمون همجمع‌بستگی پانلی پیشنهاد داد. بدین منظور مدل رگرسیون پانلی زیر را در نظر گرفت:

$$y_{it} = x'_{it} \beta + z'_{it} \gamma + e_{it} \quad (10)$$

که در آن y_{it} و x_{it} متغیرهای $I(1)$ بوده و جمع‌بسته نیستند. کائو (۱۹۹۹) برای $z_{it} = \{\mu_i\}$ آزمون‌های ریشه واحد نوع DF و ADF را برای e_{it} به عنوان آزمون فرضیه صفر عدم وجود همجمع‌بستگی پیشنهاد کرد. آماره آزمون‌های نوع DF را می‌توان با استفاده از باقیمانده‌های اثرات ثابت محاسبه نمود:

$$\hat{e}_{it} = \rho \hat{e}_{it-1} + v_{it} \quad (11)$$

که در آن $\hat{e}_{it} = \tilde{y}_{it} - \tilde{x}_{it} \hat{\beta}$ و $\tilde{y}_{it} = y_{it} - \hat{e}_{it}$ به منظور آزمون فرضیه صفر عدم وجود همجمع‌بستگی، فرضیه صفر به صورت $H_0: \rho = 1$ بیان می‌شود. کائو برای آزمون ADF نیز رگرسیون زیر را در نظر گرفت:

$$\hat{e}_{it} = \rho \hat{e}_{it-1} + \sum_{j=1}^p \theta_j \Delta \hat{e}_{it-j} + v_{itp} \quad (12)$$

با فرضیه صفر عدم وجود همجمع‌بستگی، آماره آزمون ADF می‌تواند به صورت زیر باشد:

$$ADF = \frac{t_{ADF} + \frac{\sqrt{6N} \sigma_v}{2 \sigma_{0v}}}{\sqrt{\frac{\sigma_{0v}^2}{2} + \frac{3 \sigma_v^2}{10 \sigma_{0v}^2}}} \quad (13)$$

که t_{ADF} آماره t_{ρ} در رابطه (12) است. توزیع مجانبی ADF براساس نظریه حد پیوسته حرکت می‌کند و به سمت یک توزیع نرمال استاندارد $N(0, 1)$ همگرا می‌شود (بالتاجی، ۲۰۰۵). آزمون کائو از روش اصلی آزمون‌های پدرونی تبعیت می‌کند، با این تفاوت که عرض از مبدأهای خاص مقطعی و ضرایب همگون در مرحله اول تعیین می‌شوند (کائو و جاری‌یابان، ۲۰۱۲).

- برآورد مدل همجمع‌بستگی پانلی FMOLS

در صورت وجود همجمع‌بستگی بین متغیرهای مدل، می‌توان روابط بلندمدت بین متغیرها را بررسی نمود. اگرچه آزمون‌های پدرونی و کائو برای بررسی وجود یا عدم وجود رابطه همجمع‌بستگی بین متغیرها استفاده می‌شوند؛ اما

(MW (ADF)) و فیشر- PP (PP (ADF)) برای کشورهای منتخب در حال توسعه غیرنفتی برای متغیرهای سرانه لگاریتمی در جدول (۲) آورده شده است. احتمال این آزمون‌ها در دو حالت: عرض از مبدأ و روند^{۶۷} و بدون عرض از مبدأ و روند^{۶۸} در سطح و تفاضل متغیرها بررسی و مقادیر آماره‌های t و احتمال مربوط به آن نیز در جدول ارائه شده است.

نتایج آزمون‌های ریشه واحد گویای آن است که فرضیه صفر وجود ریشه واحد (ناپایایی) نمی‌تواند در هیچ یک از حالت‌ها برای تمام متغیرها (لگاریتم طبیعی متغیرهای تولید ناخالص داخلی سرانه $(LN Y_{it}/L_{it})$ ، سرمایه فیزیکی سرانه $(LN K_{it}/L_{it})$ ، مصرف انرژی اولیه سرانه $(LN H_{it}/L_{it})$ و مصرف انرژی اولیه سرانه $(LN E_{it}/L_{it})$) در سطح رد شود. بنابراین، باید آزمون پایداری برای تفاضل مرتبه اول متغیرها انجام شود. اما، تفاضل مرتبه اول کلیه متغیرها در تمامی حالت‌های آزمون‌های ریشه واحد پایا شدند. این امر بدین معنا است که همه متغیرها جمع‌بسته از درجه یک یا I(1) هستند.

$$\hat{\beta}_{FMOLS}^* = N^{-1} \sum_{i=1}^N \left[\left(\sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)^2 \right)^{-1} \times \left(\sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i) y_{it}^* - T \hat{\gamma}_i \right) \right] \quad (16)$$

که در این معادله؛

$$\hat{\gamma}_i \equiv y_{it}^* = (y_{it} - \bar{y}_i) - \frac{\hat{\Omega}_{21i}}{\hat{\Omega}_{22i}} \Delta x_{it}$$

$$\hat{\Gamma}_{21i} + \hat{\Omega}_{21i} - \frac{\hat{\Omega}_{21i}}{\hat{\Omega}_{22i}} \left(\hat{\Gamma}_{22i} + \hat{\Omega}_{22i} \right)$$

(پدرونی ۲۰۰۱).

برآوردکننده حداقل مربعات معمولی کاملاً تعدیل شده (FMOLS)، با استفاده از یک روش ناپارامتریک مشکل درون‌زایی و همبستگی سریالی را تصحیح می‌کند (سادورسکی ۲۰۱۱).

نتایج تحقیق

نتایج آزمون‌های ریشه واحد پانلی

در تحلیل‌های هم‌جمع‌بستگی پانلی، ابتدا پایداری متغیرهای مدل با کمک چند آزمون ریشه واحد بررسی می‌شود. نتایج آزمون‌های ریشه واحد پانلی: لوین، لین و چوی (LLC)؛ برایتونگ؛ ایم، پسران و شین (IPS)؛ فیشر- ADF

جدول ۲- نتایج آزمون‌های ریشه واحد پانلی برای کشورهای در حال توسعه غیرنفتی در مدل (I) (۲۰۱۴-۱۹۷۳)

تفاضل مرتبه اول				سطح				آزمون‌ها و متغیرها
احتمال	بدون عرض از مبدأ و روند	احتمال	عرض از مبدأ و روند	احتمال	بدون عرض از مبدأ و روند	احتمال	عرض از مبدأ و روند	
فرضیه صفر: ریشه واحد (فرآیند دارای ریشه واحد مشترک)								آزمون LLC
۰/۰۰۰۰	-۷/۶۲۷۸۵	۰/۰۰۰۰	-۷/۲۴۴۷۹	۱/۰۰۰۰	۷/۶۸۰۹۳	۰/۹۹۵۹	۲/۶۴۱۳۱	لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه
۰/۰۰۰۰	-۳/۹۳۹۱۱	۰/۰۰۰۰	-۵/۹۸۵۳۴	۱/۰۰۰۰	۵/۸۰۸۴۱	۰/۸۳۵۳	۰/۹۷۵۳۱	لگاریتم سرمایه فیزیکی سرانه
۰/۰۰۰۰	-۸/۵۵۹۲۷	۰/۰۰۰۰	-۷/۸۹۳۸۱	۰/۸۵۸۰	۱/۰۷۱۵۹	۰/۱۱۵۴	-۱/۱۹۸۳۶	لگاریتم سرمایه انسانی سرانه
۰/۰۰۰۰	-۹/۲۴۵۳۳	۰/۰۰۰۰	-۶/۳۹۵۷۷	۱/۰۰۰۰	۴/۵۰۹۲۶	۰/۹۴۲۰	۱/۵۷۱۵۸	لگاریتم مصرف انرژی اولیه سرانه
فرضیه صفر: ریشه واحد (فرآیند دارای ریشه واحد مشترک)								آزمون برایتونگ
-	-	۰/۰۰۰۰	-۸/۱۸۳۳۲	-	-	۰/۹۹۴۳	۲/۵۲۸۱۹	لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه
-	-	۰/۰۰۰۰	-۴/۲۷۰۵۳	-	-	۰/۹۹۷۶	۲/۸۲۳۲۸	لگاریتم سرمایه فیزیکی سرانه
-	-	۰/۰۰۰۰	-۷/۶۹۳۷۴	-	-	۰/۸۷۱۳	۱/۱۳۲۷۵	لگاریتم سرمایه انسانی سرانه
-	-	۰/۰۰۰۰	-۶/۱۵۸۱۵	-	-	۰/۹۸۷۱	۲/۲۲۷۹۹	لگاریتم مصرف انرژی اولیه سرانه
فرضیه صفر: ریشه واحد (فرآیند دارای ریشه واحد جداگانه)								آزمون IPS
-	-	۰/۰۰۰۰	-۹/۴۷۶۳۵	-	-	۰/۹۹۹۷	۳/۴۱۸۴۰	لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه
-	-	۰/۰۰۰۰	-۴/۹۴۸۱۴	-	-	۱/۰۰۰۰	۴/۳۰۲۱۸	لگاریتم سرمایه فیزیکی سرانه
-	-	۰/۰۰۰۰	-۷/۸۸۵۳۲	-	-	۰/۴۶۷۷	-۰/۰۸۱۰۹	لگاریتم سرمایه انسانی سرانه
-	-	۰/۰۰۰۰	-۸/۸۱۹۹۵	-	-	۰/۹۹۳۹	۲/۵۰۵۵۴	لگاریتم مصرف انرژی اولیه سرانه

فرضیه صفر: ریشه واحد (فرآیند دارای ریشه واحد جداگانه)								آزمون $MW (ADF)$
۰/۰۰۰۰	۱۲۱/۱۴۱	۰/۰۰۰۰	۱۲۸/۷۸۹	۱/۰۰۰۰	۲/۰۸۳۰۹	۰/۹۹۴۳	۱۰/۰۵۸۵	لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه
۰/۰۰۰۰	۷۶/۰۳۷۴	۰/۰۰۰۰	۶۷/۰۸۸۷	۱/۰۰۰۰	۱/۰۲۶۴۳	۰/۹۱۷۹	۱۵/۰۹۵۲	لگاریتم سرمایه فیزیکی سرانه
۰/۰۰۰۰	۱۴۱/۱۸۴	۰/۰۰۰۰	۱۰۳/۷۵۹	۰/۸۹۱۲	۱۵/۹۱۳۴	۰/۶۴۶۰	۲۰/۸۷۶۶	لگاریتم سرمایه انسانی سرانه
۰/۰۰۰۰	۱۵۳/۲۸۶	۰/۰۰۰۰	۱۱۹/۴۱۵	۱/۰۰۰۰	۴/۱۴۰۳۰	۰/۹۴۷۳	۱۳/۹۷۱۶	لگاریتم مصرف انرژی اولیه سرانه
فرضیه صفر: ریشه واحد (فرآیند دارای ریشه واحد جداگانه)								آزمون $PP (ADF)$
۰/۰۰۰۰	۲۳۴/۰۱۴	۰/۰۰۰۰	۲۳۹/۳۲۸	۱/۰۰۰۰	۱/۵۱۸۷۶	۰/۹۸۲۲	۱۱/۷۸۶۸	لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه
۰/۰۰۰۰	۱۱۴/۷۷۱	۰/۰۰۰۰	۱۱۲/۹۷۳	۱/۰۰۰۰	۰/۲۰۷۰۳	۰/۹۷۹۳	۱۲/۰۵۴۱	لگاریتم سرمایه فیزیکی سرانه
۰/۰۰۰۰	۳۵۷/۲۰۵	۰/۰۰۰۰	۲۹۱/۳۶۶	۰/۶۱۶۱	۲۱/۳۸۱۵	۰/۸۰۲۶	۱۸/۰۰۷۹	لگاریتم سرمایه انسانی سرانه
۰/۰۰۰۰	۲۷۳/۸۲۷	۰/۰۰۰۰	۲۸۳/۰۹۷	۱/۰۰۰۰	۲/۷۷۵۱۷	۰/۹۸۴۹	۱۱/۵۱۱۰	لگاریتم مصرف انرژی اولیه سرانه

همجمعبستگی پدرونی ارایه شده است. نتایج آزمون همجمعبستگی پدرونی در دو حالت بدون عرض از مبدأ و روند زمانی و با عرض از مبدأ و روند زمانی با استفاده از چهار آزمون میان گروهی ($W.D.$) و سه آزمون بین گروهی ($B.D.$) برای تشخیص وجود یا عدم وجود رابطه بلندمدت با فرضیه صفر (H_0) مبنی بر عدم وجود همجمعبستگی پانلی برای کشورهای منتخب در حال توسعه غیرنفتی برای متغیرهای سرانه انجام شده است.

نتایج حاکی از آن است که در حالت بدون عرض از مبدأ و روند زمانی، چهار مورد از هفت آماره در سطح ۱۰ و ۵ درصد و در حالت با عرض از مبدأ و روند زمانی، فقط دو مورد از هفت آماره در سطح ۱۰ درصد فرضیه صفر عدم وجود همجمعبستگی در کشورهای در حال توسعه غیرنفتی را رد نموده و بیانگر همجمعبستگی بودند. بنابراین، براساس روش پدرونی رابطه بلندمدت میان متغیرهای تحقیق (تولید ناخالص داخلی سرانه، سرمایه فیزیکی سرانه، سرمایه انسانی سرانه و مصرف انرژی اولیه سرانه) در کشورهای در حال توسعه غیرنفتی طی دوره ۲۰۱۴-۱۹۷۳ وجود دارد.

توجه: احتمالات محاسبه شده برای آزمون‌های فیشر براساس توزیع احتمال مجانبی کای- دو و برای سایر آزمون‌ها براساس توزیع احتمال نرمال مجانبی است. طول وقفه براساس معیار اطلاعاتی شوارتز برای آزمون‌های ریشه واحد انتخاب شده، برآورد طیفی از مینای بارتلت استفاده نموده و پهنای باند به وسیله نیوئی- وست انتخاب شده است.

ماخذ: یافته‌های پژوهشگر

- نتایج آزمون‌های همجمعبستگی پانلی

در مطالعه حاضر به منظور بررسی وجود یا عدم وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای تحقیق از دو آزمون همجمعبستگی پدرونی (۲۰۰۴ و ۱۹۹۹) و کائو (۱۹۹۹) استفاده شده است. نتایج آزمون‌های همجمعبستگی در کشورهای منتخب در حال توسعه غیرنفتی برای متغیرهای سرانه لگاریتمی در قالب جداول (۳) و (۴) آورده شده است. با توجه به نتایج آزمون‌های ریشه واحد و اطمینان از جمع‌بستگی مرتبه اول (یا $I(1)$ بودن) کلیه متغیرها؛ وجود تعادل بلندمدت بین متغیرها مورد بررسی قرار می‌گیرد. در جدول (۳) نتایج آزمون‌های

جدول ۳- نتایج آزمون‌های همجمعبستگی پانلی پدرونی برای کشورهای در حال توسعه غیرنفتی در مدل (I) (۲۰۱۴-۱۹۷۳)

فرضیه صفر: عدم وجود همجمعبستگی پانلی							
فرضیه مقابل: ضرایب خودرگرسیو مشترک ($W.D.$)							
آماره‌های پانل میان گروهی ($W.D.$)							
بدون عرض از مبدأ و روند زمانی				با عرض از مبدأ و روند زمانی			
پدرونی ۲۰۰۴ (آماره وزنی)		پدرونی ۱۹۹۹		پدرونی ۲۰۰۴ (آماره وزنی)		پدرونی ۱۹۹۹	
احتمال	آماره	احتمال	آماره	احتمال	آماره	احتمال	آماره

۰/۱۵۶۶	۰/۴۳۷۸	۰/۱۱۲۰	۰/۴۵۵۴	۰/۱۶۲۱	۰/۴۳۵۶	-۰/۰۳۰۹	۰/۵۱۲۳	Panel v-Statistics
۱/۱۷۶۳	۰/۸۸۰۳	۰/۸۰۱۰	۰/۷۸۸۴	-۰/۴۰۱۳	۰/۳۴۴۱	-۰/۵۸۰۶	۰/۲۸۰۸	Panel ρ-Statistics
-۰/۱۹۴۱	۰/۴۲۳۱	-۰/۷۳۹۱	۰/۲۲۹۹	-۱/۵۴۲۹	۰/۰۶۱۴	-۱/۶۴۱۷	۰/۰۵۰۳	Panel pp-Statistics
-۰/۶۳۱۰	۰/۲۶۴۰	-۱/۴۷۴۴	۰/۰۷۰۲	-۱/۵۷۰۴	۰/۰۵۸۲	-۱/۵۷۶۶	۰/۰۵۷۴	Panel adf-Statistics
فرضیه صفر: عدم وجود همجمعبستگی پانلی فرضیه مقابل: ضرایب خودرگرسیو فردی (B.D.)								
آماره‌های پانل بین گروهی (آماره‌های فردی) (B.D.)								
آماره		احتمال		آماره		احتمال		
۱/۷۲۳۳		۰/۹۵۷۶		۰/۷۴۴۶		۰/۷۷۱۷		Group ρ-Statistics
-۰/۲۸۵۲		۰/۳۸۷۷		-۱/۴۶۷۴		۰/۰۷۱۱		Group pp-Statistics
-۱/۵۸۹۵		۰/۰۵۶۰		-۱/۹۰۶۴		۰/۰۲۸۳		Group adf-Statistics

باقیمانده کائو وجود تعادل بلندمدت در سطح اطمینان یک درصد در مدل پذیرفته می‌شود. یعنی، فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود همجمعبستگی رد می‌شود. بنابراین، یک رابطه همجمعبستگی بلندمدت بین متغیر وابسته رشد اقتصادی (تغییرات تولید ناخالص داخلی سرانه) و متغیرهای مستقل (سرمایه فیزیکی سرانه، سرمایه انسانی سرانه و مصرف انرژی سرانه) در کشورهای در حال توسعه غیرنفتی وجود دارد.

توجه: طول وقفه به طور خودکار براساس معیار اطلاعاتی شوارتز (SIC) با حداکثر ۹ وقفه انتخاب شده، برآورد طیفی از مبنای بارتلت استفاده نموده و پهنای باند به وسیله نیوئی-وست انتخاب شده است. نتایج آزمون همجمعبستگی کائو برای متغیرهای سرانه در کشورهای در حال توسعه غیرنفتی در جدول (۴) نشان داده شده است. با توجه به آماره ADF و احتمال مربوطه براساس نتایج آزمون همجمعبستگی

جدول ۴- نتایج آزمون‌های همجمعبستگی پانلی کائو برای کشورهای در حال توسعه غیرنفتی در مدل (I) (۲۰۱۴-۱۹۷۳)

فرضیه صفر: عدم وجود همجمعبستگی پانلی			
$LN Y_{it}/L_{it}$	$LN K_{it}/L_{it}$	$LN H_{it}/L_{it}$	$LN E_{it}/L_{it}$
			مدل
			آماره دیکی - فولر پیشرفته (ADF)
			احتمال
			-۶/۶۴۱۰
			۰/۰۰۰۰

حداقل مربعات معمولی کاملاً تعدیل شده (FMOLS) برآورد شد. هنگامی که مدل به صورت لگاریتمی برآورد می‌شود، ضرایب آن نشان‌دهنده کشش متغیر وابسته رشد اقتصادی نسبت متغیرهای مستقل است. این مطالعه، درستی نتایج برآورد مدل را با استفاده از معیارهای اعتبارسنجی مدل هم‌چون: R^2 و \bar{R}^2 و میزان احتمال ضرایب مدل تجزیه و تحلیل می‌کند.

پس از انجام آزمون‌های پانلی، مدل‌های (I) و (II) (برای متغیرهای سرانه لگاریتمی در پانل کشورهای در حال توسعه غیرنفتی به روش FMOL برآورد شدند.

توجه: طول وقفه به طور خودکار براساس معیار اطلاعاتی شوارتز (SIC) با حداکثر نه وقفه انتخاب شده، برآورد طیفی از مبنای بارتلت استفاده نموده و پهنای باند به وسیله نیوئی-وست انتخاب شده است. آماره دیکی-فولر پیشرفته (ADF) در این آزمون براساس اجزای باقیمانده است.

ماخذ: یافته‌های پژوهشگر

- نتایج برآورد مدل همجمعبستگی پانلی FMOLS ضرایب بلندمدت متغیرهای مدل، بعد از تایید وجود رابطه همجمعبستگی میان متغیرهای تحقیق، به روش

سرانه اثری بسیار قوی تر از سایر نهاده‌ها بر رشد اقتصادی ایفا نموده است. سرمایه انسانی و مصرف انرژی اولیه تاثیر یکسانی بر رشد اقتصادی کشورهای منتخب در حال توسعه غیرنفتی داشته‌اند. نیروی کار نیز تاثیر مثبت ۰/۰۳ درصدی بر رشد اقتصادی داشته که به معنای اثر بسیار ناچیز نیروی کار بر رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه غیرنفتی است. تاثیر نسبتاً یکسان سرمایه انسانی سرانه و مصرف انرژی اولیه سرانه بر تولید و رشد اقتصادی کشورهای غیرنفتی در روش FMOLS را در نگاه اول می‌توان این طور تفسیر نمود که اثر انرژی بر رشد اقتصادی قابل ملاحظه، مثبت و معنادار بوده؛ چرا که از لحاظ اندازه با اثر سرمایه انسانی بسیار بالا و عملکرد قوی آن برابری کرده است. از آنجا که انرژی مصرفی این کشورها عمدتاً وارداتی بوده و منبع داخلی ندارد؛ به نظر می‌رسد این میزان تاثیر مبین وابستگی این کشورها به مصرف انرژی در فرآیند تولید در بلندمدت باشد. بنابراین، نتایج برآورد مدل و ضرایب متغیرها فرضیه‌های اول و دوم تحقیق مبنی بر اثرات مثبت متغیرهای مصرف انرژی اولیه و سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه غیرنفتی در بلندمدت را تایید نمود.

نتایج برآورد منتخب از مدل (II) با متغیرهای سرانه لگاریتمی به روش FMOLS، برای بررسی اثر تعامل سرمایه انسانی و مصرف انرژی اولیه بر رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه غیرنفتی انجام شد؛ اما به دلیل بروز مشکل هم‌خطی شدید ضرایب قابل قبولی به دست نیامد. بنابراین، فرضیه سوم که تاثیر متغیر تعاملی «سرمایه انسانی و مصرف انرژی اولیه» بر رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه غیرنفتی در بلندمدت را بررسی می‌نمود، تایید نشد و مدل (II) کنار گذاشته شد.

برآورد منتخب از مدل (I) با روش FMOLS ضرایب قابل قبولی به دست داد. ضریب متغیر حذف شده نیروی کار (L) نیز با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس تابع تولید، از روی سایر ضرایب محاسبه شد. نتایج برآورد رابطه بلندمدت میان متغیرها به روش FMOLS برای کشورهای منتخب در حال توسعه غیرنفتی در مدل (I) در جدول (۵) ارائه شده است. ضریب تعیین \bar{R}^2 و R^2 بسیار بالا و نزدیک به عدد یک نشان می‌دهند که متغیرهای مستقل مناسبی برای مدل انتخاب شده است، زیرا توانسته‌اند تغییرات متغیر وابسته رشد اقتصادی را به خوبی توضیح دهند.

نتایج برآورد منتخب از مدل (I) با متغیرهای سرانه لگاریتمی و برآوردکننده حداقل مربعات معمولی کاملاً تعدیل شده (FMOLS) در کشورهای منتخب در حال توسعه غیرنفتی در طی سال‌های ۲۰۱۴-۱۹۷۳ نشان داد که بیشتر ضرایب مدل علامت مورد انتظار تئوری را داشته و از لحاظ آماری معنادار بوده‌اند. متغیر سرمایه فیزیکی سرانه (تعمیق سرمایه) مهم‌ترین تاثیر را در رشد اقتصادی داشته؛ به گونه‌ای که یک درصد افزایش در سرمایه فیزیکی سرانه منجر به ۰/۶۴ درصد افزایش در رشد اقتصادی کشورهای منتخب در حال توسعه غیرنفتی شده است. متغیرهای اثرگذار بعدی مصرف انرژی اولیه سرانه و سرمایه انسانی سرانه هستند. کشش تولید نسبت به مصرف انرژی اولیه سرانه و سرمایه انسانی سرانه مثبت، معنادار و به ترتیب برابر با ۰/۱۷ و ۰/۱۶ درصد است. این ارقام بیانگر اثر نسبتاً یکسان متغیرهای فوق بر رشد اقتصادی در روش FMOLS هستند. کشش تولید نسبت به متغیر نیروی کار نیز ۰/۰۳ درصد بوده است. نکته جالب در برآورد مدل FMOLS آن است که سرمایه فیزیکی

جدول ۵- نتایج برآورد پانل برای کشورهای در حال توسعه غیرنفتی در مدل (I) (۲۰۱۴-۱۹۷۳)

FMOLS			علامت اختصاری	متغیر
احتمال	آماره t	ضریب		
۰/۰۰۰۰	۱۷/۸۰۵	۰/۶۳۹	$LN K_{it}/L_{it}$	لگاریتم سرمایه فیزیکی سرانه
۰/۰۰۱۹	۳/۱۲۷	۰/۱۶۳	$LN H_{it}/L_{it}$	لگاریتم سرمایه انسانی سرانه
۰/۰۰۰۲	۳/۷۳۴	۰/۱۶۸	$LN E_{it}/L_{it}$	لگاریتم مصرف انرژی اولیه سرانه
$R^2 \approx ۰/۹۹$	$\bar{R}^2 \approx ۰/۹۱$			

ماخذ: یافته‌های پژوهشگر

نتایج و بحث

در بخش مقایسه تحقیقات گذشته «انرژی-رشد» در کشورهای در حال توسعه با این پژوهش می‌توان موارد را برشمرد: مطالعات داخلی طی سه دهه قبل بیشتر به مطالعه روابط علی بین دو متغیر مصرف انرژی و رشد اقتصادی با روش‌های سری زمانی پرداخته‌اند. اخیراً در دهه ۹۰، بررسی‌های بسیار کمی در خصوص مبحث «انرژی-رشد» با روش داده‌های پانلی انجام شده که عمدتاً اثر علی بین رشد ارزش افزوده و مصرف انرژی را به تفکیک حامل‌های انرژی در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران مطالعه نموده‌اند و مطالعات پانل کشوری کمتر مورد بررسی قرار گرفته است.

با توجه به اهمیت مبحث رشد اقتصادی و شناسایی عوامل موثر بر آن برای تمام کشورها و به ویژه کشورهای در حال توسعه، این تحقیق در یک مدل رشد چند متغیره با لحاظ تمامی نهاده‌های اثرگذار بر رشد و تولید، به طور ویژه اثر مستقیم و غیرمستقیم (تعاملی) سرمایه انسانی و مصرف انرژی اولیه را با جدیدترین روش‌های همجمع‌بستگی پانلی در کشورهای منتخب در حال توسعه غیرنفتی ارزیابی نموده است. وجود تعادل بلندمدت بین متغیرهای مدل بر طبق نتایج آزمون‌های ریشه واحد و همجمع‌بستگی پانلی تایید شد. همچنین، نتایج برآورد مدل پانلی FMOLS با متغیرهای سرانه تاثیر مثبت و معنادار سرمایه فیزیکی، مصرف انرژی اولیه و سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی را تایید نمود. نتایج مدل FMOLS نشان داد که متغیر سرمایه فیزیکی تاثیرگذارترین نهاده بر رشد اقتصادی در کشورهای منتخب در حال توسعه غیرنفتی بوده است. در مرحله بعد، مصرف انرژی اولیه و سرمایه انسانی با تاثیرگذاری نسبتاً یکسان بر رشد اقتصادی قرار گرفته‌اند.

تحقیقات کمی مشابه این تحقیق به لحاظ انتخاب متغیرها، مبانی نظری و روش اقتصادسنجی انجام شده و این مسأله امکان مقایسه بین تحقیقات گذشته و پژوهش حاضر را کمتر و تا حدودی دشوار می‌کند. مقایسه نتایج این پژوهش با بیشتر تحقیقات پیشین گویای آن است که سرمایه فیزیکی و مصرف انرژی، همواره دو عامل تاثیرگذار بر رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه بوده‌اند. در میان مطالعات گذشته تنها وره‌رامی و سرفراز (۲۰۱۷) و فانگ و چانگ (۲۰۱۶) ضمن لحاظ متغیرهای موثر بر تولید و رشد از متغیرهای

مصرف انرژی و سرمایه انسانی در پانل‌های کشوری استفاده کرده و اثر مثبت این دو متغیر بر روند تولید و رشد اقتصادی را در نتایج خود گزارش نموده‌اند که این نتایج در بررسی حاضر نیز مورد تایید قرار گرفته است. این در حالی که سایر تحقیقات نیز یا از یکی از دو متغیر فوق استفاده کرده‌اند و یا از مبانی نظری، روش اقتصادسنجی و قلمرو متفاوتی با این بررسی استفاده نموده‌اند.

تمايز این تحقیق با مطالعات معدود داخلی که اخیراً انجام شده این است که آن‌ها یا فقط رابطه علی بین دو متغیر مصرف انرژی و رشد اقتصادی را در پانلی از کشورهای صادرکننده نفت و یا اوپک با روش اقتصادسنجی دیگری (علیزاده و گل‌خندان، ۱۳۹۵) در طی دوره زمانی بسیار کوتاه‌تری بررسی نموده‌اند؛ یا از متغیرها، مبانی اقتصادی و روش اقتصادسنجی متفاوتی (حسینی و همکاران، ۱۳۹۷) نسبت به این تحقیق استفاده کرده‌اند. همچنین، تفاوت بررسی حاضر با مطالعاتی مانند: صدراوی و همکاران (۲۰۱۹)، فانگ و چانگ (۲۰۱۶)، ریزیستس و احمد (۲۰۱۵)، نسرین و انوار (۲۰۱۴) و ... که پانلی از کشورهای در حال توسعه را بررسی نموده‌اند این است که آن‌ها یا فقط روابط علی بین دو متغیر مصرف انرژی و رشد اقتصادی را در پانل‌های کشوری از مناطق خاص جغرافیایی و عمدتاً آسیایی در دوره زمانی کوتاه مورد توجه قرار داده و از تاثیر سایر عوامل اثرگذار بر رشد اقتصادی یا در یک مدل چند متغیره غفلت نموده‌اند؛ و یا بدون استناد به مبانی نظری اثر یک یا چند متغیر را بر رشد با روش‌های اقتصادسنجی دیگری آزمون کرده‌اند.

در مجموع، یافته‌های پژوهش حاضر تا حدودی با نتایج مطالعات صدراوی و همکاران (۲۰۱۹)، وره‌رامی و سرفراز (۲۰۱۷)، فانگ و چانگ (۲۰۱۶)، ریزیستس و احمد (۲۰۱۵)، نسرین و انوار (۲۰۱۴) و علیزاده و گل‌خندان (۱۳۹۵) همسو و هماهنگ است و اثرات مثبت مصرف انرژی و رشد اقتصادی و سایر عوامل مشترک موثر بر رشد تایید شده است. اما، نور و صیدیقی (۲۰۱۰) و حسینی و همکاران (۱۳۹۷) از اثرات منفی متغیرهای مصرف انرژی و رشد اقتصادی بر یکدیگر گزارش کرده‌اند.

بنابراین در یک جمع‌بندی، می‌توان گفت جنبه نوآوری پژوهش حاضر نسبت به تحقیقات قبلی در آن است که نتایج بیشتر تحقیقات گذشته حاکی از وجود یک رابطه علی یا

غیرنفتی در طول سال‌های ۲۰۱۴-۱۹۷۳ مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور، با روش حداقل مربعات معمولی کاملاً تعدیل شده (FMOLS) مدل برآورد و ضرایب آن تجزیه و تحلیل شده است. برای پاسخ به سوالات پژوهش، ضمن بیان نظریات رشد اقتصادی و رابطه آن با سرمایه انسانی و انرژی دو نوع مدل با استفاده از داده‌های سرمایه فیزیکی، نیروی کار، سرمایه انسانی، مصرف انرژی اولیه و تعامل «سرمایه انسانی و مصرف انرژی اولیه» در قالب تابع تولید تعریف و صحت فرضیه‌های ذیل آزمون شد:

- مصرف انرژی اولیه در بلندمدت بر روی رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه غیرنفتی اثر دارد.
- سرمایه انسانی در بلندمدت بر روی رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه غیرنفتی اثر دارد.
- متغیر تعاملی «سرمایه انسانی و مصرف انرژی اولیه» در بلندمدت بر روی رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه غیرنفتی اثر دارد.

نتایج برآورد مدل (I)، فرضیه‌های اول و دوم مبنی بر اثر مثبت مصرف انرژی و سرمایه انسانی بر روی رشد اقتصادی کشورهای منتخب در حال توسعه غیرنفتی در بلندمدت را تایید نمود. اما، همان‌طور که در بخش‌های قبل توضیح داده شد به دلیل بروز مشکل هم‌خطی شدید از برآورد مدل (II) و بررسی اثرات تعاملی و غیرمستقیم دو متغیر «سرمایه انسانی و مصرف انرژی اولیه» ضرایب معتبر و معناداری حاصل نشد و فرضیه سوم که علاوه بر اثر سایر متغیرها، تعامل «مصرف انرژی اولیه و سرمایه انسانی» بر رشد اقتصادی را تحقیق می‌نمود، تایید نشد.

براساس نتایج مدل می‌توان گفت مطابق با مبانی نظری پژوهش متغیرهای مصرف انرژی اولیه و سرمایه انسانی، بعد از سرمایه فیزیکی اثرات مثبت نسبتاً یکسان (حدود ۱۷ درصد)، قابل ملاحظه و معناداری بر رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه غیرنفتی در بلندمدت داشته‌اند؛ در حالی که سرمایه فیزیکی به تنهایی سهم ۶۴ درصدی از تغییرات رشد اقتصادی را به خود اختصاص داده است. به نظر می‌رسد که با انتخاب صحیح متغیرهای اثرگذار، در مجموع این سه متغیر سهم بالای ۹۷ درصدی از رشد را توضیح داده‌اند. بنابراین، براساس مبانی نظری و نتایج مدل‌های برآوردی می‌توان این‌گونه جمع‌بندی نمود که عملکرد اقتصادی واقعی این

همجمع‌بستگی بلندمدت بین دو متغیر تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی بین کشورهای در حال توسعه منتخب بوده است. در حالی که پژوهش حاضر با اتکا به پشتوانه نظری قوی، وجود رابطه بلندمدت همجمع‌بستگی میان تمام متغیرهای اثرگذار بر رشد (سرمایه فیزیکی، نیروی کار، سرمایه انسانی و مصرف انرژی اولیه و اثر مستقیم و غیرمستقیم (تعاملی) سرمایه انسانی و مصرف انرژی اولیه بر رشد اقتصادی) را در چارچوب تابع تولید کاب-داگلاس چندمتغیره و مدل‌های رشد درون‌زا در دوره‌های بسیار طولانی‌تر از تمام مطالعات پیشین آزمون و تایید نموده است. همچنین، ضرایب بلندمدت متغیرها را نیز با کمک جدیدترین روش‌های پویای همجمع‌بستگی پانلی که مناسبت و سنخیت بیشتری با زمان‌های بسیار طولانی دارند، برای دوره‌های بیش از چهار دهه (۱۹۷۳-۲۰۱۴) در پانل کشورهای در حال توسعه غیرنفتی ارزیابی و تحلیل نموده است. علاوه بر این، قلمرو بررسی این پژوهش بر کشورهای در حال توسعه‌ای متمرکز نموده که برای تامین و دستیابی به انرژی در فرآیند تولید با چالش‌هایی مواجه هستند؛ اما بالاترین رشد اقتصادی را در طی دهه‌های اخیر به خود اختصاص داده‌اند. در این تحقیق اثر غیرمستقیم و تعاملی دو متغیر «سرمایه انسانی و مصرف انرژی اولیه» $(H_{it} * E_{it})$ بر رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه غیرنفتی در مدل (II) نیز آزمون شد. اما به دلیل مشکل هم‌خطی شدید، از برآورد مدل پانلی FMOLS ضرایب معتبری حاصل نشد و فرضیه اثر تعاملی دو متغیر سرمایه انسانی و مصرف انرژی اولیه بر رشد اقتصادی مورد تایید قرار نگرفت. بنابراین، هم‌زمان نظریات رشد و تولید، نهاده‌های اثرگذار در یک تابع تولید برای کشورهای منتخب در حال توسعه غیرنفتی لحاظ شدند تا اثر بلندمدت مستقیم و غیرمستقیم عوامل موثر بر رشد اقتصادی بالا و پایدار برای این کشورها و راهبردهای آن برای دیگر کشورهای در حال توسعه از جمله ایران شناسایی شود.

جمع‌بندی پژوهش و پیشنهادات

در این مطالعه رابطه تعادلی بلندمدت میان رشد اقتصادی، سرمایه فیزیکی، نیروی کار، سرمایه انسانی و مصرف انرژی اولیه در یک تابع تولید و با استفاده از روش‌های جدید همجمع‌بستگی پانلی برای کشورهای در حال توسعه

تولید انرژی، توسعه منابع جدید و ملاحظات کارایی انرژی) و تعامل منطقه‌ای و بین‌المللی (انطباق با فن‌آوری‌های پیشرفته) همراه نموده‌اند. بنابراین، عملکرد هر یک از این عوامل و تعامل سیستمی بین بخش‌ها و کشورها توانسته حداکثر استفاده از نهاده‌ها را برای اثرگذاری بر رشد اقتصادی برای آنان به ارمغان آورد.

راهبردها و درس‌های حاصل از این تحقیق گویای آن است که نقاط قوت، موفقیت‌ها و پیشرفت‌های اقتصادی کشورهای در حال توسعه غیرنفتی منتخب می‌تواند الگوی مناسبی برای ایران به عنوان یک کشور در حال توسعه و دارای منابع فراوان انرژی باشد. در این راستا، ضروری است مدیریت و تخصیص بهینه سرمایه‌های فیزیکی، استعدادها و سرمایه انسانی، منابع غنی انرژی، تعامل و همکاری سازنده با سایر کشورهای جهان به ویژه کشورهای در حال توسعه موفق برای تحقق رشد اقتصادی پایدار مدنظر قرار گیرد. پیشنهاد می‌شود ایران از یک سو ضمن تقویت، تجهیز و ارتقای سهم سرمایه فیزیکی سرانه در رشد اقتصادی، توجه به ارتقا و استفاده بهینه از سرمایه انسانی قوی و آموزش دیده را در جهت تسهیل امر تولید و رشد اقتصادی در مرکز توجه قرار دهد. از سوی دیگر، با توجه به ضریب تاثیر مثبت و قابل توجه مصرف انرژی اولیه بر رشد اقتصادی کشورهای منتخب در حال توسعه غیرنفتی در برآورد مدل، مصرف فزاینده و وابستگی اقتصاد این کشورها به منابع انرژی و مزیت نسبی ایران در دسترسی به منابع غنی انرژی، این کشورها می‌توانند طرف‌های مناسبی برای تعاملات اقتصادی و تجاری با ایران باشند. از این‌رو، بایستی سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی برای ایجاد و گسترش ارتباطات منطقه‌ای بیشتر با آن‌ها به عنوان طرف‌های تجاری مدنظر قرار گیرد. یعنی، همزمان با اعمال سیاست‌های بهبود رشد اقتصادی و تولید، توسعه ارتباط با کشورهای در حال توسعه موفق غیرنفتی در دستور کار قرار گیرد تا از ظرفیت‌های موجود داخلی، منطقه‌ای و بین‌المللی برای ارتقای تولید به بهترین وجه ممکن استفاده شود.

منابع

آقایی، مجید، مهدیه رضاقلی‌زاده و فریده باقری (۱۳۹۲). بررسی تاثیر سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی در استان‌های ایران، فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی. سال ۲۲.

کشورها مبین درستی نظریات اقتصادی حاکم بر رشد اقتصادی و تولید در کشورهای در حال توسعه منتخب غیرنفتی بوده است. نهاده‌های سرمایه فیزیکی سرانه، سرمایه انسانی سرانه و مصرف انرژی اولیه سرانه توانسته‌اند درصد بالایی از رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه منتخب را توضیح دهند؛ اگرچه اثر رشدی مصرف انرژی سرانه در این کشورها قابل تامل است. سرمایه فیزیکی سرانه نقش بسیار تعیین‌کننده‌ای در رشد اقتصادی این کشورها داشته و حدود دو سوم از تغییرات تولید ناخالص داخلی را توضیح داده است. متغیرهای مصرف انرژی اولیه سرانه و سرمایه انسانی سرانه، بعد از سرمایه فیزیکی سرانه اثرات مثبت قابل ملاحظه و معناداری بر رشد اقتصادی این کشورها در بلندمدت داشته و در مجموع حدود یک سوم از تغییرات رشد اقتصادی را توضیح داده‌اند. این امر نشان از اثر بسیار قوی تعمیق سرمایه، وجود زیرساخت‌های فیزیکی بسیار پیشرفته، ثبات و امنیت اقتصادی ناشی از فضای رقابتی کسب و کار و قوانین منعطف در داخل و همکاری و تعامل بین کشورها و مناطق ناشی شده است. نکته قابل تامل در این پانل کشوری آن است که تاثیر مصرف انرژی اولیه سرانه بر رشد اقتصادی بیشتر یا برابر با سرمایه انسانی سرانه بوده است. به نظر می‌رسد این امر از یک سو ناشی از وابستگی و تاثیرپذیری ساختار تولید و اقتصاد این کشورها از مصرف انرژی باشد و از سوی دیگر نقش موثر آموزش و استفاده بهینه از سرمایه انسانی قوی برای ارتقای رشد اقتصادی در این کشورها را نمایان می‌کند.

شواهد تجربی از عملکرد واقعی نیز موید تاثیر تمامی نهاده‌ها و به ویژه «سرمایه فیزیکی» بر رشد اقتصادی کشورهای منتخب در مدل برآوردی پژوهش حاضر بود. به گونه‌ای که این مطالعات نیز دستاوردهای قابل تحسین این کشورها در بخش‌های مختلف اقتصادی را از دلایل اصلی موفقیت اقتصادی و عملکرد بالای آن‌ها در راستای رشد و توسعه اقتصادی دانسته و از ویژگی‌های بارز و نقاط قوت این کشورها به ثبات اقتصاد کلان، وجود زیرساخت‌ها و ارتباطات فیزیکی و دیجیتال پیشرفته، سرمایه انسانی قوی (آموزش، مهارت و بهداشت و امید به زندگی سالم) و ... اشاره نموده‌اند. هم‌چنین، این کشورها روند فزاینده مصرف انرژی را با اتخاذ سیاست‌های صرفه‌جویانه با هدف کاهش مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری با استفاده از ظرفیت‌های داخلی (زیرساخت

Panel Data Analysis of Asian Countries, Energy Policy.

Noor, S, Siddiqi, M.W (2010). Energy Consumption and Economic Growth in South Asian Countries: A Co-integrated Panel Analysis, International Scholarly and Scientific Research & Innovation.

Pedroni, P (1999), Critical Values for Cointegration Tests in Heterogenous Panels with Multiple Regressors, Oxford Bulletin of Economics and Statistics, Special Issue.

Pedroni, P (2000). Fully Modified OLS for Heterogeneous Cointegrated Panels, in: Baltagi B. (Ed.), Nonstationary Panels, Panel Cointegration, and Dynamic Panels, Advances in Econometrics.

Pedroni, P (2001). Purchasing Power Parity Tests in Cointegrated Panels, Review of Economics and Statistics.

Pedroni, P (2004). Panel Cointegration: Asymptotic and Finite Samples Properties of Pooled Time Series Tests with an Application to the PPP Hypothesis, Econometric Theory.

Pedroni, P (2015). Fully Modified OLS for Heterogenous Cointegrated Panels in Non Stationary Panels, Panel Cointegration, and Dynamic Panels, Published Online.

Rezitis, A.N, Ahammad, S.M (2015). Energy Consumption and Economic Growth in South and Southeast Asian Countries: Evidence from a Dynamic Panel Data Approach, International Energy Journal.

Romer, D (2012). Advanced Macroeconomics, Fourth Edition, University of California, Berkeley, New York: McGraw-Hill Irwin.

Sadorsky, P (2012). Energy Consumption, Output and Trade in South America, Energy Economics.

Sadorsky, P, Chang, Y (2011). Trade and Energy Consumption in the Middle East, Energy Economics.

Sadraoui, T, Hamlaoui, H, Youness, Z, Sadok, I.B (2019). A Dynamic Panel Data Analysis for Relationship between Energy Consumption, Financial Development and Economic Growth, International Journal of Econometrics and Financial Management.

Stern, D. I (1993). Energy and Economic Growth in the USA- A Multivariate Approach, Energy Economics.

Stern, D (2004). Economic Growth and

تفضلی، فریدون (۱۳۹۵). اقتصاد کلان: نظریه‌ها و

سیاست‌های اقتصادی، چاپ ۱۷، تهران: نشر نی.

حسینی، سیده مریم، سعید دائی‌کریم‌زاده و صادق بختیاری (۱۳۹۷). ارتباط بین توسعه مالی، رشد اقتصادی و مصرف انرژی در منتخبی از کشورهای در حال توسعه، فصلنامه اقتصاد مالی، سال ۱۲، شماره ۵۴.

علیزاده، محمد و ابوالقاسم گل‌خندان (۱۳۹۵). مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کشورهای عضو اوپک: شواهد تجربی جدید از هم‌انباشتگی پانلی با وابستگی مقطعی، فصلنامه پژوهش‌های سیاستگذاری و برنامه‌ریزی انرژی، سال ۲، شماره ۵.

نادری، الهام (۱۳۹۲). رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشکده اقتصاد. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی.

نوفرستی، محمد (۱۳۹۱). ریشه واحد و هم‌جمع‌بستگی در اقتصادسنجی، تهران: موسسه خدمات فرهنگی رسا. هژبرکیانی، کامبیز (۱۳۹۴). اقتصادسنجی و کاربرد آن. چاپ اول، تهران: نشر نورعلم.

Baltagi B.H (2005). Econometric Analysis of Panel Data, Third edition, Londen: John Wiley & Sons Ltd.

Cao, X, Jariyapan, P (2012). Foreign Direct Investment, Human Capital and Economic Growth of People's Republic of China Using Panel Data Approach, CMU. Journal of Economics.

Fang, Z, Chang, Y (2016). Energy, Human Capital and Economic Growth in Asia Pacific Countries – Evidence from a Panel Cointegration and Causality Analysis, Energy Economics.

Feenstra, Robert C (2016). Robert Inklaar and Marcel P. Timmer (2015), The Next Generation of the Penn World Table, American Economic Review.

Mahadevan, R, Asufa-Adjaye, J (2007). Energy Consumption, Economic Growth and Prices: A Reassessment Using Panel VECM for Developed and Developing Countries, Energy Policy.

Nasreen, S, Anwar, S (2014). Causal Relationship between Trade Openness, Economic Growth and Energy Consumption: A

Candidate Developed Countries and Developing Countries, Iran. Econ. Rev.

Yildirim, E, Aslan A, Ozturk, I (2014). Energy Consumption and GDP in ASEAN Countries: Bootstrap-Corrected Panel and Time Series Causality Tests, The Singapore Economic Review.

Energy, Encyclopedia of Energy.

Teixeira, A.A.C, Queirós, A.S.S (2016). Economic Growth, Human Capital and Structural Change: A Dynamic Panel Data Analysis, Res.Policy.

Varahrami, V, Sarfaraz, M (2017). The Effects of Foreign Trade, Energy consumption and Human Capital on GDP in Several

یادداشت‌ها

- ¹ The global competitiveness report 2018
- ² World economic forum
- ³ Yildirim et al.
- ⁴ Panel Cointegration
- ⁵ Gross domestic product
- ⁶ Gross national product
- ⁷ Stern
- ⁸ Romer
- ⁹ Physical capital
- ¹⁰ Labor Ougmenting
- ¹¹ Human capital
- ¹² Fang and Chang
- ¹³ Eggoh et al.
- ¹⁴ Ozturk and Mulali
- ¹⁵ Kraft and Kraft
- ¹⁶ Sadraoui et al.
- ¹⁷ Vector error correction model
- ¹⁸ Generalized Method of Mmoments (GMM)
- ¹⁹ Varahrami and Sarfaraz
- ²⁰ Dynamic ordinary least square
- ²¹ Fully modified ordinary least square
- ²² Teixeira and Queirós
- ²³ High-tech
- ²⁴ Rezitis and Ahammad
- ²⁵ Nasreen and Anwar
- ²⁶ Noor and Siddiqi
- ²⁷ Continuously Updated Fully Modified
- ²⁸ Primary Energy Consumption
- ²⁹ Barro and Lee
- ³⁰ Psacharopoulos
- ³¹ Peen World Table 9.0 (2016)
- ³² Feenstra et al.
- ³³ BP Statistical review of world energy(2017)
- ³⁴ World economic situation and prospects(2014)
- ³⁵ سوخت شامل: زغال‌سنگ، نفت و گاز طبیعی است.

- ³⁶ Fuel-exporting
- ³⁷ Sadorsky
- ³⁸ Panel Unit Root Test
- ³⁹ Stationarity
- ⁴⁰ Quah
- ⁴¹ Breitung
- ⁴² Lin, Levin and Chu
- ⁴³ Im, Pesaran and Shin
- ⁴⁴ Harris and Tzavalis
- ⁴⁵ Maddala and Wu
- ⁴⁶ Choi
- ⁴⁷ Hadri
- ⁴⁸ Baltagi
- ⁴⁹ Engle-Granger
- ⁵⁰ Cao and Jariyapan
- ⁵¹ Pedroni
- ⁵² Kao
- ⁵³ Individual - specific fixed effects
- ⁵⁴ Deterministic trends
- ⁵⁵ Within-dimension
- ⁵⁶ Between-dimension
- ⁵⁷ No deterministic trend
- ⁵⁸ Deterministic intercept and trend
- ⁵⁹ No deterministic intercept and trend
- ⁶⁰ Heterogeneity among individual members
- ⁶¹ Mahadevan and Asufa-Adjaye
- ⁶² Exogeniety of regressors
- ⁶³ Serial correlation
- ⁶⁴ Regressors
- ⁶⁵ HAC estimators
- ⁶⁶ Newey-West
- ⁶⁷ Individual intercept and trend
- ⁶⁸ None

Analyzing the Impact of Energy Consumption and Human Capital on Economic Growth of Selected Developing Countries

Batul Yavary¹, Kambiz Hozhabr Kiani², Bamdad Partovi³, Farzaneh Khalili⁴

Abstractc

High and sustainable economic growth, due to its many advantages, has always been one of the main goals of each economy. Identifying the policies and factors affecting growth and development has been very important for developing countries. In the last few decades, some developing countries have been able to achieve the highest level of economic growth among the countries of the world despite challenges in accessing energy resources. The present paper is the latest study based on the theoretical foundations of production and economic growth and with help of the most advanced and appropriate dynamic panel methods, have estimated and analyzed the direct and indirect (interactive) effect of human capital, primary energy consumption, the interaction between “human capital and primary energy consumption”, physical capital, stock labor input on economic growth in selected non-oil developing countries over a very long period 1973-2014. For this purpose, panel unit root tests, panel cointegration and Fully Modified Ordinary Least Squares estimation (FMOLS) have been used. The results of panel unit root tests and panel cointegration tests showed that there is a long-term relationship between the research variables. The results of the FMOLS estimator model also indicated that per capita physical capital (deepening capital) had a very significant (0.64) role in economic growth in these countries. Per capita human capital and per capita primary energy consumption have also had a fairly similar, positive and significant effect (about 0.17) on the economic growth of non-oil developing countries in the long run. But, the interaction effect of “primary energy consumption and human capital” variable on economic growth was not confirmed in the model.

Keywords: Economic Growth, Primary Energy, Human Capital, Panel Cointegration, Non-oil Developing Countries.

JEL classification: O40, O11, E23, O13, O50, C23.

Ph.D. Student in Economics, Department of Economics, Abhar Branch, Islamic Azad University, Abhar, Iran. byavary@yahoo.com.

² Professor of Economics, Department of Economics, Economics and Political Science Faculty, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran (Corresponding Author). kianikh@yahoo.com

³ Assistant Professor of Economics, Department of Economics, Abhar Branch, Islamic Azad University, Abhar, Iran. bamdad.partovi@yahoo.com.

⁴ Assistant Professor of Economics, Department of Economics, Abhar Branch, Islamic Azad University, Abhar, Iran. farzaneh_khalili2001@yahoo.com