فصلنامهٔ سیاست‌گذاری پیشرفت اقتصادی دانشگاه الزهرا(س)
سال پنجم، شمارهٔ سوم، پاییز ۱۳۹۶ (پیاپی ۱۶)

بررسی اثر گروه‌های سنی جمعیت بر مصرف انرژی درکشورهای عضو اوپک[1]

علی فریدزاد[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۳/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۶/۲۸

چکیده

بررسی رفتار مصرفی گروه‌های سنی مختلف از جمعیت یک کشور بر مصرف انرژی، کمتر در پژوهش‌های داخلی مورد توجه قرار گرفته است. هدف از مطالعه حاضر، بررسی رفتار سه گروه سنی مصرفی در کشورهای عضو اوپک بر مصرف انرژی سرانه در دوره زمانی ۲۰۱۴-۱۹۹۰ می‌باشد. این گروه‌های سنی شامل گروه سنی ۲۰ تا ۳۴ سال، ۳۵ تا ۶۴ سال و ۶۵ تا ۷۹ سال می‌باشند. برآورد سه الگوی تجربی که با استفاده از روش پانل خودرگرسیونی با وقفه‌های توزیعی صورت گرفته است، نشان می‌دهد که افزایش سهم هر سه گروه سنی، منجر به افزایش معنی‌دار مصرف انرژی می‌شوند؛ به طوری که با افزایش سن جمعیت در این کشورها و همچنین کاهش سهم نیروی کار فعال، میزان اثرگذاری کمتر خواهد بود. در این میان، بیشترین اثرگذاری مربوط به گروه سنی ۲۰ تا ۳۴ سال و کمترین آن مربوط به گروه ۶۵ تا ۷۹ سال است. همچنین متغیرهای تولیدناخالص داخلی سرانه اثر مثبت و معنی‌دار بر مصرف انرژی سرانه داشته و اثر سبد قیمت جهانی نفت خام بر مصرف انرژی سرانه گروه کشورهای مورد مطالعه، منفی است. همچنین ضرایب تصحیح خطای سه الگوی تجربی برآورد شده نشان می‌دهد که میزان انحراف از تعادل

---

۱. شناسه دیجیتال (DOI): 10.22051/edp.2018.18368.1129

۲. استادیار گروه اقتصاد انرژی دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی؛ afaridzad@yahoo.com

بلندمدت برای گروه سنی ۲۰ تا ۳۴ سال به میزان ۰/۳۲- و معنی‌دار بوده و در پایان دوره سوم، هرگونه شوک وارده به مصرف انرژی به تعادل بلندمدت باز می‌گردد. میزان سرعت تصحیح خطا در گروه سنی دوم، دو دوره بوده و انحراف از تعادل در گروه سوم، در کمتر از یک دوره ناپدید می‌گردد.

واژگان کلیدی: مصرف انرژی، گروه‌های سنی، جمعیت، مدل STIRPAT، Panel ARDL
طبقه‌بندی JEL: J11, Q43, C23

۱. مقدمه

کیفیت زندگی ارتباط مستقیمی با دسترسی به انرژی بویژه در کشورهای در حال توسعه دارد. بیش از یک و نیم میلیارد نفر در سراسر جهان با فقر انرژی همراه هستند و قادر به بهره‌برداری از منابع انرژی پاک نیستند (بهاتاچاریا[1]، ۲۰۱۱) و بنابراین، انرژی می‌تواند تحت تأثیر عوامل مستقیم و غیرمستقیم بر کیفیت زندگی آحاد جامعه تأثیر بگذارد. یکی از این عوامل، آثار گروه‌های سنی جمعیتی بر مصرف انرژی است. این موضوع بویژه در کشورهای در حال توسعه و به طور خاص کشورهای دارنده ذخایر بزرگ نفت و گاز، مانند کشورهای عضو اوپک، اهمیت زیادی دارد؛ چرا که در این کشورها، بخش عمده‌ای از رشد اقتصادی و تأمین درآمد از طریق فروش نفت خام حاصل می‌شود و به طور معمول قیمت انرژی کمتر از ارزش جهانی آن در این کشورها عرضه می‌شود. کمتر نگهداشتن قیمت انرژی و وابستگی اقتصادی به درآمدهای بادآورده نفتی، می‌تواند بر رفتار مصرفی انرژی در این کشورها اثرگذار باشد.

این موضوع بسیار جالب توجه است که در کشورهایی که انرژی به شکل ارزان در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌گیرد، مصرف‌کنندگان بر اساس گروه سنی که در آن قرار دارند، چگونه انرژی را مصرف می‌کنند. به عنوان نمونه آیا جمعیت جوان جامعه در مصرف انرژی صرفه‌جویی می‌کنند یا گروه‌های سنی مسن‌تر به این موضوع بیشتر توجه نموده و مصرف انرژی کمتری را حتی با وجود ارزان بودن انرژی در کشورهای دارنده ذخایر نفت و گاز دارا هستند؟ بنابراین، با تجزیه و تحلیل فوق، می‌توان رفتار مصرفی گروه‌های مختلف سنی در یک کشور را مطالعه نمود. به طور مشخص، بخش عمده‌ای از گروه‌های سنی هر کشور، نیروی کار فعال آن کشور هستند. نیروی کار، یکی از نهاده‌های اصلی تولید بوده و بویژه در بسیاری از کشورهایی که تولیدات عمدتاً کاربر هستند، رشد و توسعه اقتصادی آن کشورها، به عملکرد و رفتار این گروه وابسته خواهد بود. بر این اساس، مشخصاً این بخش از جمعیت کشور، می‌توانند با افزایش مصرف انرژی به رشد و توسعه اقتصادی آن کشور کمک شایانی نمایند. کشورهای دارنده ذخایر

1. Bhattacharyya

نفت و گاز، عمدتاً در مسیر رشد اقتصادی قرار دارند و لذا با توجه به رشد سریع اقتصادی برخی از این کشورها، این موضوع برای سیاست‌گذاران حائز اهمیت است که گروه‌های مختلف سنی و میزان رشد اقتصادی هرکدام چه سهم و اثری در مصرف انرژی این کشورها دارا هستند. این موضوع نشان خواهد داد که تا چه میزان گروه‌های مختلف سنی در یک کشور یا گروه کشورهای مورد بررسی در رشد اقتصادی سهیم بوده و به عنوان نیروی کار همچنان اثرگذار بوده و مصرف انرژی را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

در این مطالعه، با استفاده از مبانی نظری مدل‌های رگرسیونی آثار تصادفی جمعیت، تولید و تکنولوژی (STIRPAT)[1]، اثر گروه‌های مختلف سنی در قالب الگوهای تجربی بر مصرف انرژی گروه کشورهای عضو اوپک مورد تحلیل و بررسی قرار خواهند گرفت.

در ادامه، برای پاسخ به پرسش‌های یادشده، مقاله در چند بخش سازماندهی شده است: پس از مقدمه در بخش دوم، مطالعات تجربی در این زمینه ارائه شده، در بخش سوم، مبانی نظری به بررسی مدل انرژی-زیست‌محیطی آثار تصادفی جمعیت، تولید و تکنولوژی (STIRPAT) و مدل‌های IPAT[2] پرداخته، در بخش چهارم، به روش پژوهش و نحوه کاربست الگوسازی داده‌های پانل خودرگرسیونی با وقفه‌های توزیعی اشاره داشته، و مبانی نظری مراحل برآورد مدل و آزمون‌های لازم ارائه، و در بخش پنجم، داده‌ها و متغیرهای اقتصادی و اجتماعی پژوهش مرور شده است. در بخش ششم، الگوی تجربی و نتایج حاصل از برآورد مدل مورد تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت. در نهایت بخش هفتم، به جمع‌بندی و توصیه‌های سیاستی اختصاص دارد.

۲. مروری بر مطالعات تجربی

مطالعات مختلفی که در زمینه آثار اقتصادی و اجتماعی مصرف انرژی صورت گرفته است، دارای ابعاد وسیعی است و عمدتاً در دو حوزه کلان قابل طبقه‌بندی هستند. حوزه‌هایی که صرفاً اقتصادی بوده و در نهایت ارتباط میان انرژی و رشد اقتصادی را مدنظر قرار می‌دهند و حوزه‌هایی که علاوه بر جنبه‌های اقتصادی، ابعاد اجتماعی و جمعیتی را نیز مورد توجه قرار می‌دهد. اگر چه به نظر می‌رسد گروه دوم تا حدی در سطح بین‌المللی نیز کمتر مورد توجه قرار گرفته است.[3]

---

1. Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence and Technology
2. Impacts by Population, Affluence and Technology

۳. مطالعاتی که مرتبط با موضوع این پژوهش به لحاظ متغیرهای مورد بررسی قرار دارند، به سه گروه کلی قابل طبقه‌بندی هستند. گروهی از مطالعات به رابطه میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی پرداخته‌اند. گروه دوم رابطه مصرف انرژی و جمعیت را مورد بررسی قرار داده‌اند و در گروه سوم هر سه متغیر رشد اقتصادی، مصرف انرژی و متغیرهای جمعیتی به چشم می‌خورد. در این پژوهش بمنظور ممانعت از افزایش حجم مقاله و ارائه نکات کلیدی، از ارائه مطالعات دو گروه اول خودداری شده است.

عمده مطالعاتی که در زمینه بررسی ابعاد جمعیتی صورت گرفته است، در دهه ۱۹۹۰ و اوایل دهه ۲۰۰۰ میلادی، مبتنی بر مدل‌های رگرسیونی آثار تصادفی جمعیت، تولید و تکنولوژی (STIRPAT) در چارچوب مدل‌های IPAT توسعه یافته‌اند. یکی از امتیازات این رویکرد مدل‌سازی، تجمیع آثار اقتصادی و جمعیتی بر مصرف انرژی و تغییرات زیست‌محیطی است (حسنوف و همکاران[1]، ۲۰۱۶: ۸۲).

در ادامه به توضیح و ارجاع چند مطالعه پرداخته خواهد شد. در این میان در سطح بین‌المللی، می‌توان به مطالعات یورک و همکاران[2] (۲۰۰۳) ، لیدل و لانگ[3] (۲۰۱۰) ، پومانی وونگ و همکاران[4] (۲۰۱۲) و سلیم و شفیعی[5] (۲۰۱۴) اشاره نمود. به عنوان نمونه کرونبرگ[6] (۲۰۰۹) برای اقتصاد آلمان، اثر تغییرات جمعیتی را بر مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای مورد توجه و سنجش قرار داده است. با افزایش جمعیت سالخورده، میزان مصرف انرژی و آلایندگی در آلمان بر اساس پژوهش یادشده بیشتر شده است. لیدل و لانگ (۲۰۱۰) به برآورد آثار زیست‌محیطی انتشار کربن ناشی از مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی کشورهای توسعه‌یافته پرداخته است. نویسندگان نشان داده‌اند که اثرگذاری سه گروه سنی ۲۰ تا ۳۴ سال، ۳۵ تا ۴۹ سال و ۵۰ تا ۶۴ سال از سایر متغیرها مشهودتر، و هر چه میزان سالخوردگی بیشتر شده است، آلایندگی محیط‌زیست نیز افزایش یافته است.

همچنین سلیم و شفیعی (۲۰۱۴) به بررسی اثر شهرنشینی بر مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در گروه کشورهای OECD پرداخته است. در این مطالعه، گروه‌های سنی مختلف مانند مطالعه لیدل و لانگ (۲۰۱۰) مورد توجه قرار نگرفته است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که متغیرهای جمعیتی از جمله شهرنشینی، میزان جمعیت و چگالی جمعیتی بر مصرف انرژی تجدیدناپذیر اثرگذار و معنی‌دار می‌باشند؛ در حالی که مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر تنها تحت تأثیر متغیر جمعیت کل است.

حسنوف و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه خود به بررسی آثار گروه‌های سنی جمعیت بر مصرف انرژی در سه کشور عضو CIS یعنی روسیه، قزاقستان و آذربایجان پرداخته‌اند. تقسیم‌بندی گروه سنی این مطالعه مشابه مطالعه لیدل و لانگ (۲۰۱۰) است، هرچند روش برآورد اثرگذاری، مدل کرانه‌ای خودرگرسیونی با وقفه‌های توزیعی می‌باشد. نویسندگان نتیجه می‌گیرند که گروه‌های سنی ۳۵ تا ۴۹ سال و ۵۰ تا ۶۴ سال با اثر بزرگ و معنی‌داری بر مصرف انرژی برای هر سه کشور همراه بوده، در حالی که گروه‌های سنی دیگر، با آثار متفاوتی در هرکدام از کشورها همراه هستند.

---

1. Hasanov *et al.*
2. York *et al.*
3. Liddle & Lung
4. Poumanyvong *et al.*
5. Salim and Shafiei
6. Kronenberg

در حوزه مطالعات داخلی نیز می‌توان به مطالعات محدودی اشاره نمود. یاوری و احمدزاده (۱۳۸۹) به بررسی رابطه میان مصرف انرژی، رشد اقتصادی و ساختار جمعیت پرداخته، و گروه کشورهای آسیای جنوب غربی را مورد توجه قرار داده، و از متغیرهای تولیدناخالص داخلی سرانه، اندازه جمعیت کل کشورها، نسبت جامعه شهری و درصد جمعیت ۱۵ تا ۶۴ سال و صفر تا ۱۴ سال به منظور برآورد آثار آن بر مصرف انرژی بهره برده است. نتایج نشان می‌دهد که متغیرهای تولیدناخالص داخلی سرانه، اندازه جمعیت کل کشورها، نسبت جامعه شهری اثر بسیار مثبتی بر مصرف انرژی دارند و متغیرهای سنی جمعیت نیز در طبقه‌بندی یادشده در قالب رگرسیون‌های برآوردی مختلف نتایج معنی‌داری داشته‌اند.

فطرس و معبودی (۱۳۸۹) نیز در مطالعه خود به بررسی رابطه علی میان مصرف انرژی، جمعیت شهرنشین، رشد اقتصادی و آلودگی پرداخته اند. نتایج مطالعه برای ایران نشان می‌دهد که کشش نشر انتشار دی اکسید کربن نسبت به جمعیت شهرنشین مثبت و کمتر از واحد، و کشش انتشار دی اکسید کربن به مصرف انرژی نیز مثبت و بزرگتر از واحد است.

در مطالعه دل‌انگیزان و همکاران (۱۳۹۴)، برای ۲۲ استان کشور، ساختار سنی و اثر آن بر مصرف انرژی بخش خانگی ایران مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. در این مطالعه ۱۴ گروه سنی به تفکیک حامل‌های انرژی مختلف مورد توجه قرار گرفته است. هرچند با توجه به تضاد نتایج در برخی حامل‌های انرژی در مقایسه گروه‌های سنی مختلف، به‌علت تعدد بیش از حد این گروه‌های سنی، نتایج عمدتاً قابل اعتماد نیستند. لذا، تعدد گروه‌های سنی نیز در برآورد مدل تجربی حائز اهمیت است. در این پژوهش، برای اولین بار برای گروه کشورهای صادرکننده نفت (اوپک)، اثر گروه‌های مختلف سنی (سه گروه سنی) بر مصرف انرژی مورد توجه قرار خواهد گرفت.

فتاحی و همکاران (۱۳۹۵) به ارزیابی ساختار جمعیتی بر مصرف برق و مقایسه استان‌های غربی و شرقی کشور پرداخته است. نتایج مطالعه ایشان برای دوره زمانی ۱۳۹۰-۱۳۸۰ برای ۱۲ استان کشور نشان می‌دهد که متغیر جمعیت کل و شهرنشین اثر مثبتی بر مصرف برق در سطح استان‌ها دارد و این اثرگذاری برای استان های شرقی بیش از استان های غربی بوده است.

صادقی و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی اثر متغیرهای جمعیتی بر کیفیت محیط زیست بر مبنای مدل STIRPAT پرداخته‌اند. نتایج مطالعه ایشان که جمعیت فعال ۱۵ تا ۶۴ سال را بعنوان متغیر جمعیتی در نظر گرفته است، نشان می‌دهد که این گروه سنی سهم بالایی در رشد اقتصادی و مصرف انرژی دارند. در این پژوهش، استفاده از متغیر جمعیتی فوق به دلیل تمرکز توزیع سنی جمعیت در این دامنه سنی است. بنابراین، مروری بر مطالعات خارجی و داخلی نشان می‌دهد که به منظور ادامه بررسی و ارائه الگوی تجربی و تحلیل نتایج در مقاله حاضر نیاز است تا به چند نکته توجه گردد:

الف) نتایج بررسی مطالعات خارجی نشان می‌دهد که تفکیک گروه‌های سنی جمعیتی نسبت به عدم تفکیک آنها فارغ از نوع مدل‌سازی اقتصادسنجی، نتایج با اهمیتی بویژه در زمینه برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری در اختیار کشورها قرار می‌دهد، لذا مشاهده می‌شود اکثر مطالعات تلاش نموده‌اند، تقسیم‌بندی با جزئیات بیشتری از گروه‌های سنی و تحلیل آنها ارائه دهند. اما این موضوع در مطالعات داخلی نادیده گرفته شده است. در مطالعه حاضر، گروه‌های مختلف سنی وارد مدل‌سازی نماید.

ب) وجوه مشترک تمامی مطالعات داخلی که رابطه میان مصرف انرژی، رشد اقتصادی، انتشار آلودگی و متغیرهای جمعیتی را مورد توجه قرار داده‌اند، فاقد بررسی و تحلیل اثرگذاری گروه‌های مختلف سنی جمعیتی ایران یا کشورهای صادرکننده نفت بر مصرف انرژی است. تنها در این مطالعات شاخص جمعیت، جمعیت فعال کشور بین ۱۵ تا ۶۴ سال هستند، در حالی که اثر سایر گروه‌های سنی در این تحلیل نادیده گرفته شده است.(جیانگ و هاردی[1]، ۲۰۰۹).

متغیر اندازه جمعیت در بسیاری از مطالعات به عنوان تنها متغیر جمعیتی بر مصرف انرژی مورد توجه قرار گرفته است، در حالی که در نظر گرفتن صرف این متغیر می‌تواند به نتایج گمراه‌کننده منجر شود. از این رو آنها معتقدند که الگوی مصرف و تولید حتی با فرض آنکه افراد جامعه رفتار یکسانی در تولید و مصرف داشته باشند، نیازمند بررسی رفتار افراد در گروه‌های مختلف سنی می‌باشد.

ج) در این پژوهش، برای اولین بار از الگوی پانل خود رگرسیون با وقفه‌های توزیعی (Panel ARDL) استفاده خواهد شد. این مدل قادر به ارائه همزمان الگوی بلندمدت تجربی و ارائه بردار تصحیح خطا و ارائه میزان و سرعت بازگشت به تعادل بلندمدت است.

۳. مبانی نظری: معرفی مدل STIRPAT

مدل STIRPAT در ابتدا توسط دایتز و روزا[2] (۱۹۹۴ و ۱۹۹۷) مبتنی بر الگوی IPAT توسعه داده شد. مدل IPAT در اصل حاصل مطالعه ارلیش و هولدرن[3] (۱۹۷۱) است. مدل مذکور آثار مصرف انرژی و زیست‌محیطی ناشی از آن را ناشی از ضرب سه عامل جمعیت (P)، ثروت یا تولید (A) و تکنولوژی (T) می‌داند و به صورت رابطه (۱) تعریف می‌شود:

$$I = PAT \qquad (۱)$$

این مدل، یک رابطه حسابداری است و بنابراین رابطه‌ای از نسبت‌ها است و در نتیجه قابلیت آزمون فرضیه ندارد. به عبارت دیگر میزان اثرگذاری سه متغیر یادشده در این رویکرد به یک اندازه بوده، اما مصرف انرژی و ویژگی‌های جمعیتی و اقتصادی کشورها با یکدیگر متفاوت است.

1. Jiang & Hardee
2. Dietz & Rosa
3. Ehrlich & Holdren

بنابراین رویکرد IPAT نمی‌تواند در مطالعات تجربی به کار گرفته شوند. از این رو، دایتز و روزا (۱۹۹۴ و ۱۹۹۷) با اضافه کردن جزء تصادفی به این رابطه حسابداری، مدل STIRPAT را توسعه دادند. در نهایت مدل STIRPAT به صورت رابطه (۲) فرمول‌بندی و نوشته می‌شود:

$$I = aP^b A^c T^d e \qquad (۲)$$

که در آن، a، b، c و d ضرایبی هستند که از طریق روش‌های اقتصادسنجی قابل برآورد اند. جزء e نیز جزء تصادفی این مدل است. به منظور برآورد تجربی الگوی STIRPAT می‌توان رابطه (۲) را بصورت یک لگاریتم طبیعی ارائه نمود:

$$Ln(I) = q + b * Ln(P) + c * Ln(A) + d * Ln(T) + w \qquad (۳)$$

بر این اساس، جمعیت بر مبنای کل افراد در یک منطقه تعیین می‌شود و عاملی برای افزایش مصرف انرژی خواهد بود. از طرف دیگر، ساختار سنی جمعیت می‌تواند بر شکل‌گیری مصرف انرژی اثرگذار باشد. بسیاری از پژوهشگران معتقدند که الگوی مصرف و تولید بین گروه‌های مختلف سنی متفاوت بوده، و سن بالاتر و طول عمر بیشتر از چند کانال بر مصرف انرژی اثرگذار است. کانال اصلی، وابستگی سرانه فعالیت‌های اقتصادی به ساختار سنی است، به طوری که می‌توان بیان نمود که هر چه تعداد کمتری از جمعیت در سن فعالیت باشند، درآمد سرانه کاهش یافته و این امر مصرف انرژی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین ساختار سنی می‌تواند بر الگوی مصرف اثرگذار باشد. تغییر ترکیب سنی می‌تواند الگوی تقاضا را تغییر داده و ترکیب تولیدات را به نفع تولیدات صنعتی و یا برعکس حرکت دهد و در نهایت، مصرف انرژی افزایش یابد. همچنین گروه‌های سنی هر چه به سمت پیرشدن حرکت می‌کنند، تنهاتر شده و فضای بیشتری را به طور سرانه برای زندگی اشغال کرده که موجبات مصرف انرژی را فراهم می‌آورد. اما از طرفی ممکن است به‌دلیل کاهش تولید این گروه، مصرف انرژی با کاهش تولید سرانه، کاهش یابد (صادقی و همکاران، ۱۳۹۵: ۲۶۰). همچنین تولیدناخالص داخلی به‌عنوان شاخص رفاه بر مصرف انرژی اثر مثبت دارد و فناوری عاملی برای کاهش مصرف انرژی و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی خواهد بود.

دیگر متغیرهای توضیحی نیز می‌توانند در چارچوب مدل‌سازی یادشده برای درنظر گرفتن برخی دیگر از آثار، در تحلیل تجربی مورد استفاده قرار گیرند. این مدل‌ها در چارچوب مدل‌های سری زمانی یا مدل‌های ترکیبی و یا مدل‌های تلفیقی قابل برآورد هستند و بسته به نوع آمار و اطلاعات و هدف پژوهش، انعطاف‌پذیری بالایی دارند. لذا در ادامه پیش از ارائه الگوی تجربی، روش پژوهش و فرایند برآورد مدل تشریح خواهد شد.

۴. روش تحقیق: فرایند برآورد مدل با استفاده از الگوی Panel ARDL

در این فرایند چندین مرحله صورت می‌پذیرد. ابتدا نیاز است در خصوص ایستایی متغیرهای توضیحی و وابسته در مدل‌سازی اطمینان حاصل نمود تا مشکل رگرسیون کاذب در برآورد

مدل تجربی وجود نداشته باشد. همان‌طور که در مقدمه اشاره گردید، الگوی تجربی برای گروه کشورهای عضو اوپک برآورد خواهد شد. بنابراین یا با داده‌های ترکیبی (Panel) یا با داده‌های تلفیقی (Pooled) مواجه خواهیم بود. با توجه به آنکه در الگوی خودرگرسیونی با وقفه‌های توزیعی (ARDL) ایستایی متغیرها تنها به‌منظور شناسایی متغیرهای با درجه انباشتگی ۲ به بالا مد نظر هستند، در صورتی که داده‌های گروهی یادشده در سطح یا یک بار تفاضل‌گیری ایستا باشند، آنگاه می‌توان از الگوی یادشده بهره برد. مزیت روش مذکور آن است که در صورتی که متغیرها در سطح ایستا نباشند، می‌توان بدون تفاضل‌گیری از آنها و عدم کاهش درجه آزادی و حفظ اطلاعات متغیرهای با وقفه در مدل‌سازی، به الگوی تجربی با درجه اطمینان بالاتری دست پیدا کرد. بنابراین استفاده از الگوی خودرگرسیونی با وقفه‌های توزیعی (ARDL) توصیه می‌شود.

همچنین به‌منظور کنترل صحت و کاذب نبودن آزمون ریشه واحد از آزمون همبستگی میان مقاطع (CD) استفاده می‌شود. در صورت عدم وابستگی میان مقاطع می‌توان برآورد را به طور معمول از طریق مدل PMG ارائه نمود. اما پس از این مرحله، نیاز است تا الگوی مورد نظر در چارچوب آزمون F لیمر مورد بررسی قرار گیرد. آزمون F لیمر[1] امکان تشخیص انتخاب میان مدل داده‌های ترکیبی (Panel) یا تلفیقی(Pool) را می‌دهد. در صورتی که داده‌ها تأییدکننده الگوی ترکیبی باشند، به طور خودکار می‌توان الگوی تجربی را با استفاده از روش پنل ARDL یا به عبارت دیگر، روش میانگین گروهی تلفیقی (PMG)[2] که توسط پسران و همکاران[3] (۱۹۹۹) ارائه شده است، برآورد نمود. روش مذکور قادر به ارائه الگوی بلندمدت است و به طور همزمان می‌تواند بردار تصحیح خطای کوتاه‌مدت را نیز همزمان با مدل کوتاه‌مدت ارائه نماید. در ادامه به منظور تأیید مدل بلندمدت، کافی است که مقادیر پسماند رابطه برآورد شده، در سطح ایستا باشند، در این صورت مدل مذکور مؤید رابطه تجربی نهایی خواهد بود.

بنابراین می‌توان الگوی میانگین گروهی تلفیقی را نسبت به سایر الگوهای اقتصادسنجی در برآورد مدل تجربی این مقاله به دلایل زیر حائز اولویت دانست:

الف) الگوی مذکور قادر به تولید مدل تصحیح خطا (ECM) می‌باشد که خاصیت متغیرهای مانند رشد اقتصادی و مصرف انرژی است که همواره متأثر از وقفه‌های خود می‌باشند. این الگو

---

۱. آزمون F لیمر، آزمونی است که اگر مقاطع همگن باشند، با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی صورت می‌پذیرد. آماره آزمون برای این آزمون فرضیه به‌صورت زیر است (یاوری و احمدزاده، ۱۳۸۹):

$$F = \frac{\left(RSS_R - RSS_{UR}\right)/\left(N-1\right)}{\left(RSS_{UR}\right)/\left(NT-N-K\right)} \qquad (۵)$$

اگر مقدار F محاسباتی از F جدول بزرگتر باشد، آنگاه فرضیه صفر مبنی بر رابطه تلفیقی میان متغیرها (در مقاطع یا زمان یا هردو) رد شده و فرضیه مقابل، یعنی به کارگیری الگوی پنل پذیرفته می‌شود.

2. Pooled Mean Group

3. Pesaran *et al.*

در قالب روش PMG قادر است شکل تصحیح خطا را بدون بازگرداندن مدل به شکل ARDL، به آسانی ضرایب تعادلی بلندمدت را برآورد نماید.

ب) این روش قادر است به طور همزمان، ضرایب بلندمدت، کوتاه‌مدت و تصحیح خطا را به تفکیک ارائه نماید. این قابلیت بویژه زمانی که برخی متغیرها اثری کوتاه‌مدت و برخی اثری بلندمدت دارند، بیشتر به عنوان مزیت تلقی می‌شود.

ج) مدل PMG میانگینی از دو روش حدی یادشده است. این دو روش شامل برآوردگر میانگین گروهی (MG)[1] و برآوردگر اثرات ثابت پویا (DFE)[2] می‌باشد. برآوردگر DFE، در خصوص مقاطع، فرض همگنی قوی را تحمیل می‌کند، در این صورت، تمامی ضرایب کوتاه‌مدت، بلندمدت و واریانس خطاها در میان مقاطع یکسان در نظر گرفته خواهد شد. در حد دیگر یعنی MG، ضرایب کوتاه‌مدت و بلندمدت برای هر مقطع به طور جداگانه برآورد می‌شود و توزیع برآوردهای کشورها معمولاً متوسط آنها را مورد بررسی قرار می‌دهد. اما در روش PMG، میانه این دو حالت حدی در نظر گرفته می‌شود، به طوری که ضرایب بلندمدت میان مقاطع مشابه است، اما ضرایب کوتاه‌مدت و واریانس خطاها میان کشورها متفاوت است (آکوستا- اورمیچی و همکاران،[3] ۲۰۱۲: ۱۲).

د) برآوردگرهای PMG برآوردهای کاراتری ارائه می‌نمایند. فرض همگنی مقاطع نیز در پویایی‌های کوتاه‌مدت برداشته خواهد شد.

در ادامه، داده‌ها و متغیرهای پژوهش ارائه شده و ضمن تشریح وضعیت کشورهای عضو اوپک از نظر نسبت‌های جمعیتی و گروه‌های سنی، الگوی تجربی معرفی خواهد شد.

۵. معرفی داده‌ها، ارائه الگوی تجربی و تشریح متغیرهای پژوهش

در این پژوهش، با توجه به الگوی STIRPAT متغیرهای ارائه شده در جدول زیر در قالب یک رابطه رگرسیونی جهت برآورد ارائه خواهند شد. داده‌ها و آمار و اطلاعات ارائه مربوط به ۱۱ کشور عضو اوپک بر اساس دسترسی به اطلاعات بوده است که در دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۴ عمدتاً از مرکز شاخص‌های توسعه جهانی (WDI) بانک جهانی و گزارش چشم‌انداز جهانی انرژی (WEO) استخراج شده‌اند. کشورهای ایران، الجزایر، نیجریه، اندونزی، عراق، عربستان سعودی، امارات متحده عربی، ونزوئلا، اکوادور، آنگولا و گابن از مجموع ۱۴ کشور عضو اوپک انتخاب شده‌اند. آمار و اطلاعات کشورهای لیبی، قطر و کویت به دلیل فقدان دسترسی به اطلاعات این کشورها از فهرست داده‌ها حذف شده‌اند. در جدول (۱) متغیرهای توضیحی و وابسته الگوی رگرسیونی معرفی شده‌اند.

1. Mean Group
2. Dynamic Fixed Effect Estimator
3. Acosta- Ormaechea & Yoo

جدول ۱. معرفی متغیرهای مورد استفاده در پژوهش طی دوره ۲۰۱۴-۱۹۹۰ میلادی

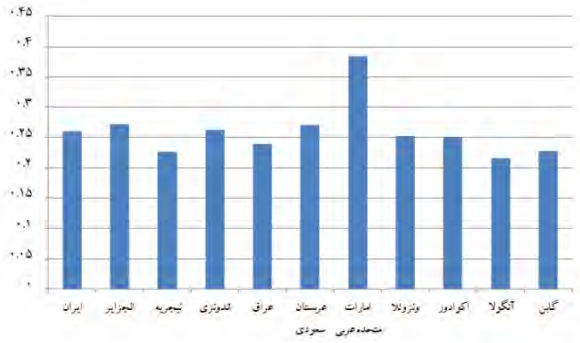
متغیر	تعریف	واحد	توضیحات
Enuse	میزان مصرف انرژی سرانه	کیلوگرم معادل نفت خام سرانه	میزان مصرف انرژی در اینجا همان انرژی اولیه پیش از تبدیل به سوخت نهایی است که بعنوان متغیر توضیحی مستقل در این پژوهش در برآورد ارائه شده است.
GDPPC	تولید ناخالص داخلی حقیقی سرانه	سرانه بر اساس دلار ثابت ۲۰۱۱	این متغیر بر اساس شاخص برابری قدرت خرید استخراج شده است.
Oilp	شاخص قیمت حقیقی نفت	به قیمت ثابت سال ۲۰۰۵	شاخص وزنی از قیمت اسپات (آنی) سبد نفت خام وست تگزاس، برنت و دوبی
Pop۲۰۳۴	سهم جمعیت بین ۲۰ تا ۳۴ سال	درصد	این شاخص برای کشورهای مختلف بصورت گروه‌های سنی با فاصله ۵ ساله و از گروه سنی ۲۰-۲۴، ۲۵-۲۹، ۳۰-۳۴ سال ارائه شده است که نویسندگان آن را محاسبه نموده‌اند. البته محاسبات این شاخص برای ایران در بانک جهانی موجود نبود و از داده‌های مرکز آمار ایران و آمار جمعیت سازمان ملل متحد استفاده شده است.
Pop۳۵۶۴	سهم جمعیت بین ۳۵ تا ۶۴ سال	درصد	این شاخص برای کشورهای مختلف بصورت گروه‌های سنی با فاصله ۵ ساله و از گروه سنی ۳۵-۳۹، ۴۰-۴۴، ۴۵-۴۹، ۵۰-۵۴، ۵۵-۵۹ و ۶۰-۶۴ سال ارائه شده است که نویسندگان آن را محاسبه نموده‌اند. البته محاسبات این شاخص برای ایران در بانک جهانی موجود نبود و از داده‌های مرکز آمار ایران و آمار جمعیت سازمان ملل متحد استفاده شده است.
Pop۶۵۷۹	سهم جمعیت بین ۶۵ تا ۷۹ سال	درصد	این شاخص برای کشورهای مختلف بصورت گروه‌های سنی با فاصله ۵ ساله و از گروه سنی ۶۵-۶۹، ۷۰-۷۴، ۷۵-۷۹ سال ارائه شده است که نویسندگان آن را محاسبه نموده‌اند. البته محاسبات این شاخص برای ایران در بانک جهانی موجود نبود و از داده‌های مرکز آمار ایران و آمار جمعیت سازمان ملل متحد استفاده شده است.

مأخذ: یافته‌های پژوهش با استفاده از پایگاه‌های آماری

World Development Indicators و *World Energy Outlook*

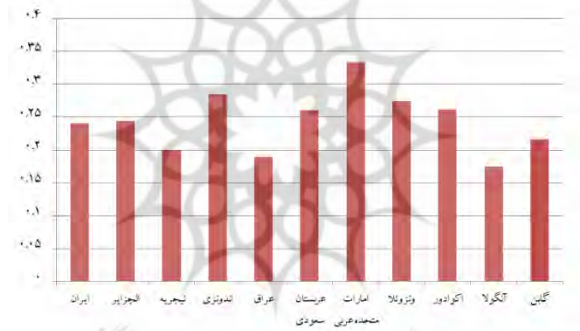
بر اساس آمار و اطلاعات، متوسط سهم گروه‌های سنی جمعیتی کشورهای عضو اوپک، در نمودارهای (۱)، (۲) و (۳) ارائه شده است. بررسی سهم گروه سنی در کشورهای اوپک نشان می‌دهد که این گروه سنی بیشترین سهم را به طور متوسط نسبت به سایر گروه‌های سنی دارا می‌باشد که نشان‌دهنده جوامع جوان کشورهای عضو اوپک است. با افزایش سن جمعیت، سهم گروه‌های سنی کمتر می‌شود، به طوری که کمترین سهم در اختیار گروه سنی ۶۵ تا ۷۹ سال است. در این میان، امارات متحده عربی با بیشترین جمعیت گروه سنی ۲۰ تا ۳۴ سال و آنگولا با کمترین سهم از جمعیت در این گروه سنی همراه است. همچنین پیرترین کشور در میان سه

گروه سنی مورد بررسی، اکوادور می‌باشد و امارات متحده عربی کمترین میزان جمعیت ۶۵ تـا ۷۹ سال را در خود جای داده است.



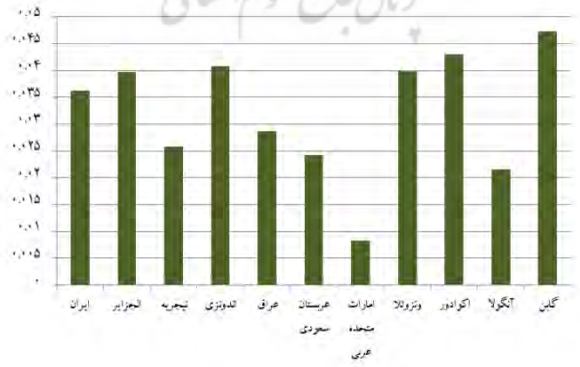
نمودار ۱. متوسط سهم گروه سنی ۳۴-۲۰ سال در کشورهای عضو اوپک

منبع: یافته‌های پژوهش، بانک جهانی و مرکز آمار ایران



نمودار ۲. متوسط سهم گروه سنی ۶۴-۳۵ سال در کشورهای عضو اوپک

منبع: یافته‌های پژوهش، بانک جهانی و مرکز آمار ایران



نمودار ۳. متوسط سهم گروه سنی ۷۹-۶۵ سال در کشورهای عضو اوپک

منبع: یافته‌های پژوهش، بانک جهانی و مرکز آمار ایران

بر این اساس، می‌توان الگوی تجربی را به صورت روابط رگرسیونی زیر در قالب سه گروه سنی ارائه نمود:

الگوی تجربی رابطه گروه سنی ۲۰ تا ۳۴ سال با مصرف انرژی سرانه در کشورهای عضو اوپک:

$$Enuse_{it} = c + \alpha_1 GDPPC_{it} + \alpha_2 Oilp_{it} + \alpha_3 Pop_{۲۰۳۴_{it}} + U_{it} \quad (۶)$$

الگوی تجربی رابطه گروه سنی ۳۵ تا ۶۴ سال با مصرف انرژی سرانه در کشورهای عضو اوپک:

$$Enuse_{it} = \kappa + \beta_1 GDPPC_{it} + \beta_2 Oilp_{it} + \beta_3 Pop_{۳۵۶۴_{it}} + U'_{it} \quad (۷)$$

الگوی تجربی رابطه گروه سنی ۶۵ تا ۷۹ سال با مصرف انرژی سرانه در کشورهای عضو اوپک:

$$Enuse_{it} = \phi + \gamma_1 GDPPC_{it} + \gamma_2 Oilp_{it} + \gamma_3 Pop_{۶۵۷۹_{it}} + U''_{it} \quad (۸)$$

بر اساس مبانی نظری[۱] مدل STIRPAT فرضیه اولیه آن است که عامل درآمد یا تولیدناخالص داخلی سرانه، با مصرف انرژی سرانه رابطه مثبت داشته باشد، چرا که با تولید بیشتر، بویژه در کشورهای در حال توسعه، مصرف انرژی افزایش خواهد یافت. همچنین رابطه قیمت نفت شاخص با مصرف انرژی سرانه نیز مشخص نیست. در صورتی که این رابطه مثبت باشد، به معنی آن است که با افزایش قیمت نفت، درآمد کشورهای صادرکننده نفت افزایش خواهد یافت و در نهایت، می‌تواند منجر به مصرف انرژی شود. اما اگر این رابطه منفی باشد، به این معنی است که نفت به عنوان منبع اصلی انرژی در کشورهای منتخب بوده و افزایش قیمت نفت، در نهایت منجر به افزایش قیمت دیگر انواع انرژی شده است (مانند گاز طبیعی یا برق) و لذا منجر به کاهش مصرف انرژی سرانه در کل اقتصاد می‌شود. این نتیجه، بستگی به شرایط اقتصادی کشورهای منتخب دارد. اما در مورد گروه‌های سنی مختلف، نتیجه مورد انتظار قابل پیش‌بینی نمی‌باشد، اما به طور معمول مطابق نتایج مطالعات تجربی صورت گرفته بویژه در کشورهای توسعه‌یافته مانند اسکارو[۲] (۲۰۱۰) و نوری و همکاران[۳] (۲۰۱۲) انتظار می‌رود، گروه‌های جوان‌تر به دلیل آگاهی بالاتر مصرف انرژی سرانه را کاهش دهند، در حالی که انتظار می‌رود در گروه‌های سنی تشکیل‌دهنده اصلی نیروی کار بویژه سنین ۳۵ تا ۶۴ سال، مصرف انرژی سرانه افزایش یابد. در مورد گروه‌های سنی مسن‌تر که دیگر از گروه‌های شغلی کناره‌گیری می‌کنند، با وجود آنکه این گروه‌ها بیشتر به فعالیت‌هایی از جمله رانندگی، استفاده از وسایل الکترونیکی مانند کامپیوتر و تلویزیون در دوران بازنشستگی اشتغال خواهند داشت، نتیجه در کشورهای در حال توسعه یا توسعه‌یافته مشخص نیست و بسته به اینکه این گروه قبلاً چگونه انرژی مصرف می‌نموده‌اند و میزان وزن آن در کل جامعه چه میزان است، به صورت

---

۱. بر اساس مطالعه یورک و همکاران (۲۰۰۳) استدلال می‌شود که عبارت پسماند مدل STIRPAT پیشنهادی دایتز و روزا (۱۹۹۴ و ۱۹۹۷) به مثابه نماینده تکنولوژی تلقی می‌شود، زیرا عبارت پسماند در برگیرنده همه عوامل غیر از جمعیت و منابع طبیعی می‌باشد.

2. Scarrow
3. Nouri *et al.*

رابطه مثبت یا منفی بر مصرف انرژی تأثیرگذار است. با این وجود، نتایج تجربی از جمله شفیعی[1] (۲۰۱۳) و نوری و همکاران (۲۰۱۲) نشان می‌دهد، این نتیجه برای کشورهای توسعه‌یافته که از وسایر انرژی‌بر بیشتری به دلیل امکانات بیشتر استفاده می‌کنند، افزایش مصرف انرژی و برقراری رابطه مثبت محتمل‌تر است. ذکر این نکته ضروری است که با توجه به تعداد محدود مشاهدات، به منظور ممانعت از اریب در برآورد و حفظ درجه آزادی، در این تحلیل تجربی، رابطه میان هرگروه سنی با مصرف انرژی سرانه بصورت جداگانه برآورد می‌گردد.

۶. برآورد الگوی تجربی و تجزیه و تحلیل نتایج

در ادامه پیش از ارائه نتایج برآورد، به منظور ممانعت از برآورد رگرسیون کاذب و تعیین روش برآورد، نیاز است تا از درجه انباشتگی پانل متغیرهای این الگوی تجربی اطمینان حاصل نمود. بر این اساس به منظور بررسی ایستایی متغیرها از نظر ریشه واحد متشرک و ریشه واحد در مقاطع از آزمون‌های LLC، IPS، ADF-Fisher و PP-Fisher استفاده شده است. نتایج این آزمون در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول ۲. نتایج آزمون ایستایی متغیرهای مدل

متغیر	آزمون Levin, Lin & Chun		آزمون Im, Pesaran, Shin		آزمون ADF-Fisher		آزمون PP-Fisher	
	سطح	یکبار تفاضل‌گیری	سطح	یکبار تفاضل‌گیری	سطح	یکبار تفاضل‌گیری	سطح	یکبار تفاضل‌گیری
Enuse	-۰/۳۲۳ (۰/۳۷۳۱)	* -۴/۷۳۹ (۰/۰۰۰)	۲/۰۹۹ (۰/۹۸۲۱)	* -۷/۴۳۲ (۰/۰۰۰)	۱۳/۲۶۳ (۰/۹۲۵۵)	* ۹۵/۳۰ (۰/۰۰۰)	۲۴/۴۶۶ (۰/۱۶۰۷)	* ۲۱۴/۷ (۰/۰۰۰)
gdppc	۱/۳۱۴ (۰/۹۰۵۶)	* -۵/۲۴۱ (۰/۰۰۰)	۲/۸۰۷ (۰/۹۹۷۵)	* -۵/۷۳۵ (۰/۰۰۰)	۸/۵۴۹ (۰/۹۹۵۴)	* ۷۴/۸۰ (۰/۰۰۰)	۶/۴۰۹ (۰/۹۹۹۵)	* ۱۲۴/۳۰ (۰/۰۰۰)
Oilp	۱/۶۲ (۰/۹۴۷۸)	* -۹/۷۹۷ (۰/۰۰۰)	۴/۱۵۸ (۱/۰۰۰)	* -۹/۹۷۷ (۰/۰۰۰)	۲/۲۰۳ (۱/۰۰۰)	* ۱۳۰/۱۳ (۰/۰۰۰)	۱/۷۳۳ (۱/۰۰۰)	* ۱۶۶/۲۰ (۰/۰۰۰)
Pop۲۰۳۴	*۸/۶۱ (۰/۰۰۰)		*۵/۷۷۱ (۰/۰۰۰)		*۹۰/۵۲ (۰/۰۰۰)		۲۸/۰۲ *(۰/۱۷۵۰)	
Pop۳۵۶۴	*-۸/۲۸ (۰/۰۰۰)		-۱/۱۰۷ (۰/۱۳۴۱)		*۶۰/۲۵ (۰/۰۰۰)		۲۳/۱۴ (۰/۳۹۳۹)	
Pop۶۵۷۹	*-۲/۳۹ (۰/۰۰۸۲)		-۱/۰۰۵ (۰/۱۵۷۴)		۲۶/۶۱ (۰/۲۲۶۲)		*۵۹/۵۹ (۰/۰۰۰)	

نکاتی در مورد جدول:

الف- تمامی ارقام داخل پرانتز احتمالات هستند که علامت * و ** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح ۵ درصد و ۱۰ درصد هستند.

ب- آزمون Levin, Lin & Chun فرض می‌کند که یک ریشه واحد مشترک وجود دارد به طوری که ضریب ϕ_i در رابطه $Y_{it} = \phi_i Y_{it-1} + \alpha_i + \beta_i X_{it} + \gamma_i t + u_{it}$ بین همه مقاطع یکسان است.

ج- آزمون‌های Im, Pesaran, Shin ،ADF-Fisher و PP-Fisher نیز مربوط به آزمون‌های ریشه واحد مقطعی هستند که امکان وجود ریشه واحد را برای هر یک از مقاطع در نظر می‌گیرد به طوری که ضریب ϕ_i می‌تواند برای هر یک از مقاطع متفاوت باشد.

مأخذ: محاسبات پژوهش و بر مبنای نرم‌افزار Eviews 9

نتایج ارائه شده در جدول (۲) نشان می‌دهد که متغیرهای پژوهش یا در سطح ایستا هستند یا با یک بار تفاضل‌گیری ایستا خواهند شد. بنابراین می‌توان بدون توجه به انباشتگی از

1. Shafiei

درجه صفر یا یک[1] متغیرهای مورد استفاده در مدل، الگوی تجربی را با استفاده از روش پنل ARDL یا به عبارت دیگر روش میانگین گروهی تلفیقی (PMG) برآورد نمود. با این وجود به منظور ممانعت از تشخیص ریشه واحد کاذب در فرایند برآورد مدل‌های اصلی لازم است تا وضعیت همبستگی میان مقاطع نیز کنترل گردد. در صورتی که همبستگی میان مقاطع وجود نداشته باشد، می‌توان به از صحت آزمون ریشه واحد میان متغیرهای مورد بررسی در سه مدل اطمینان حاصل نمود در غیرانصورت باید از آزمون ریشه واحد تعمیم یافته مقطعی (CADF) به منظور بررسی ریشه واحد استفاده نمود. برای این منظور نتایج حاصل از آزمون همبستگی میان مقاطع (CD)[2] به شرح جداول (۳)، (۴) و (۵) ارائه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود در هیچ کدام از آزمون‌ها، همبستگی میان مقاطع پذیرفته نشده است و فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود همبستگی میان مقاطع در سطح ۵ درصد رد نشده است. بر این اساس، همبستگی میان مقاطع در الگوهای تجربی وجود ندارد و در نتیجه نتایج ریشه واحد ارائه شده در جدول (۲) کاذب نخواهند بود.

جدول ۳. نتایج آزمون CD برای الگوی تجربی
گروه سنی ۲۰ تا ۳۴ سال

Cross-Section Dependent Test			
آزمون	مقدار آماره	درجه آزادی	احتمال
Breusch-Pagan LM	۶۷/۶۱	۵۵	۰/۱۱۸۳
Pesaran Scaled LM	۱/۲۰		۰/۲۲۹۲
Bias-Correlated Scaled LM	۰/۹۲		۰/۳۵۳۷
Pesaran CD	۱/۱۸		۰/۲۳۵۴

مأخذ: محاسبات پژوهش و بر مبنای نرم‌افزار Eviews 9

جدول ۴. نتایج آزمون CD برای الگوی تجربی
گروه سنی ۳۵ تا ۶۴ سال

Cross-Section Dependent Test			
آزمون	مقدار آماره	درجه آزادی	احتمال
Breusch-Pagan LM	۶۰/۲۹	۵۵	۰/۲۹۰۴
Pesaran Scaled LM	۰/۵۰		۰/۶۱۳۹
Bias-Correlated Scaled LM	۰/۲۲		۰/۸۱۸۵
Pesaran CD	۱/۷۲		۰/۰۸۳۸

مأخذ: محاسبات پژوهش و بر مبنای نرم‌افزار Eviews 9

جدول ۵. نتایج آزمون CD برای الگوی تجربی
گروه سنی ۶۵ تا ۷۹ سال

Cross-Section Dependent Test			
آزمون	مقدار آماره	درجه آزادی	احتمال
Breusch-Pagan LM	۶۶/۵۴	۵۵	۰/۱۳۶۸
Pesaran Scaled LM	۱/۱۰		۰/۲۷۰۹
Bias-Correlated Scaled LM	۰/۸۲		۰/۴۰۸۸
Pesaran CD	۰/۹۴		۰/۳۴۲۳

مأخذ: محاسبات پژوهش و بر مبنای نرم‌افزار Eviews 9

در ادامه سه الگوی تجربی بر اساس گروه‌های سنی مختلف برآورد خواهند شد. اما برای این منظور نیاز است نسبت به ترکیبی بودن (Panel) یا تلفیقی بود (Pool) بودن رابطه میان

۱. ترکیب سری‌های انباشته از درجه صفر یا یک نشان می‌دهد که می‌توان به یک برآورد از مدل بلندمدت در قالب الگوی بلندمدت میانگین گروهی تلفیقی دست یافت. در ادامه نشان خواهیم داد که فقدان ریشه واحد بر اساس آزمون ایستایی باقیمانده‌ها در الگوهای تجربی برآورد شده نشان از عدم ارائه رگرسیون کاذب در بلندمدت خواهد بود.

2. Cross-Section Dependent Test

متغیرها اطمینان حاصل نمود. برای این منظور از آزمون F لیمر استفاده می‌شود. این آزمون برای سه الگوی تجربی (سه گروه سنی) در قالب جداول (۶)، (۷) و (۸) ارائه شده است.

جدول ۶. نتایج آزمون F لیمر
الگوی تجربی گروه سنی ۲۰ تا ۳۴ سال
Redundant Fixed Effects Tests
Test Cross-Section Fixed Effects

آزمون اثرات	مقدار آماره	احتمال
F	۸۰/۲۸*	۰/۰۰۰۰
Chi-square	۳۸۶/۴۲*	۰/۰۰۰۰

مأخذ: محاسبات پژوهش
*ضریب در سطح ۵ درصد معنی‌دار است.

جدول ۷. نتایج آزمون F لیمر
الگوی تجربی گروه سنی ۳۵ تا ۶۴ سال
Redundant Fixed Effects Tests
Test Cross-Section Fixed Effects

آزمون اثرات	مقدار آماره	احتمال
F	۷۹/۱۱*	۰/۰۰۰۰
Chi-square	۳۸۳/۳۶*	۰/۰۰۰۰

مأخذ: محاسبات پژوهش
*ضریب در سطح ۵ درصد معنی‌دار است.

جدول ۸. نتایج آزمون F لیمر
الگوی تجربی گروه سنی ۶۵ تا ۷۹ سال
Redundant Fixed Effects Tests
Test Cross-Section Fixed Effects

آزمون اثرات	مقدار آماره	احتمال
F	۸۰/۲۸*	۰/۰۰۰۰
Chi-square	۳۸۶/۴۲*	۰/۰۰۰۰

مأخذ: محاسبات پژوهش
*ضریب در سطح ۵ درصد معنی‌دار است.

فرضیه H_0 در این آزمون بیانگر فقدان اثرات ثابت و الگوی پنل است که طبق آن عرض از مبداء ثابت بوده و بیانگر یک رگرسیون مقید می‌باشد. بعنوان نمونه مقدار آماره F و کای-دو برای آزمون اثرات ثابت مقطعی در جدول (۶) به ترتیب برابر ۸۵/۳۴ و ۳۹۹/۱۷ می‌باشد که در ناحیه بحرانی قرار دارند (مقادیر احتمال در آن کوچکتر از ۰/۰۵ است) لذا فرضیه صفر پذیرفته نمی‌شود و بدان معنی است که در مدل اثرات ثابت مقطعی وجود دارد و مدل باید بصورت پانل برآورد گردد. این نتایج در جداول (۷) و (۸) برای الگوی تجربی گروه سنی ۳۵ تا ۶۴ سال و ۶۵ تا ۷۹ سال نیز برقرار است.

بر این اساس می‌توان الگوهای تجربی یادشده را از طریق پنل ARDL برآورد نمود. مدل مذکور قادر به ارائه رگرسیون بلندمدت به همراه بردار تصحیح خطا می‌باشد. در صورت معنی‌دار بودن ضرایب متغیرهای مدل و ضریب مدل تصحیح خطا، آزمون سری زمانی جزء اخلال سه الگوی تجربی برآورد شده از نظر ایستایی آزمون خواهد شد. در صورت ایستا بودن این سری زمانی، می‌توان اعتبار مدل را تأیید نمود.

در جداول (۹)، (۱۰) و (۱۱) الگوی تجربی برآورد شده ارائه شده است و تمامی ضرایب در سطح ۵ درصد یا ۱۰ درصد معنی‌دار هستند. همانطور که از نتایج جدول (۹) مشاهده می‌شود، برای گروه سنی جوان جامعه یعنی گروه سنی ۲۰ تا ۳۴ سال، اثر تولید سرانه حقیقی بر مصرف انرژی مطابق انتظار مثبت است. همچنین اثر قیمت نفت بر مصرف انرژی منفی است. این موضوع نشان می‌دهد که با افزایش قیمت نفت، سایر جانشین‌های نفت مانند گاز طبیعی و برق که در سبد مصرفی سهم کمتری داشته، جانشین شده و به طور نسبی گرانتر از گذشته شده و در نهایت مصرف انرژی کاهش می‌یابد. در بسیاری از کشورهای عضو اوپک، با افزایش قیمت نفت، حجم واردات افزایش یافته و در نتیجه به جای بهره‌برداری از درآمدهای نفتی در تولید داخل، واردات رونق بیشتری می‌یابد؛ ورود این نوع کالاها که عمدتاً متعلق به صنایع انرژی‌بر هستند (مانند صنایع غذایی و آشامیدنی) می‌تواند مصرف انرژی را به طور سرانه در این کشورها کاهش دهد. اما در خصوص گروه سنی ۲۰ تا ۳۴ سال مشاهده می‌شود که سهم این

گروه اثر مثبتی بر مصرف انرژی سرانه دارد. این گروه که بالاتر از ۱۵ سال هستند جزء جمعیت فعال نیروی کار بوده و مطابق انتظار، با افزایش سهم این جمعیت در جامعه مصرف انرژی سرانه افزایش می‌یابند. ضریب گروه سنی یادشده نشان می‌دهد با افزایش ۱ درصد در سهم این گروه سنی، مصرف انرژی سرانه ۰/۶۹ درصد افزایش می‌یابد. در مورد جدول (۱۰) نیز نتایج ضرایب با آثار مشابهی همراه است، به طوری که رابطه تولید سرانه حقیقی با مصرف انرژی سرانه مثبت بوده و رابطه قیمت نفت با مصرف انرژی مجدداً منفی است. در خصوص گروه سنی ۳۵ تا ۶۴ سال که بالاترین سهم را در میان جمعیت فعال و نیروی کار ایفا می‌کند، همچنان اثر این گروه سنی بر مصرف انرژی سرانه مثبت است و نشان می‌دهد با افزایش سهم نیروی کار فعال ضریب اثرگذاری بر مصرف انرژی سرانه نیز مقدار کمتری خواهد بود. به طوری که با افزایش ۱ درصدی سهم گروه سنی ۳۵ تا ۶۴ سال، مصرف انرژی سرانه، ۰/۱۹ درصد کمتر ازضریب اثرگذاری گروه سنی ۲۰ تا ۳۴ ساله منجر به افزایش مصرف انرژی می‌گردد.

جدول ۹. نتایج برآورد الگوی تجربی بلندمدت برای گروه سنی ۲۰ تا ۳۴ سال کشورهای عضو اوپک

متغیر وابسته: *Emuse*			
متغیرهای توضیحی	ضرایب	آماره t	احتمال
gdppc	۰/۸۸۷۲**	۳۴۶/۴۳	۰/۰۰۰
Oilp	-۰/۰۵۴**	-۶/۳۴	۰/۰۰۰
Pop۲۰۳۴	۰/۶۹۳۹**	۲۵/۴۱	۰/۰۰۰
بخش تصحیح خطای با وقفه بر اساس برآورد مدل کوتاه‌مدت به صورت ARDL(4, 4, 4, 4)			
$ECT_{(t-1)}$	-۰/۳۲**	-۱/۹۵	۰/۰۵۴۱

مأخذ: محاسبات پژوهش و بر مبنای نرم‌افزار Eviews 9.5

*ضریب در سطح ۵ درصد معنی‌دار است.

**ضریب در سطح ۱۰ درصد معنی‌دار است.

جدول ۱۰. نتایج برآورد الگوی تجربی بلندمدت برای گروه سنی ۳۵ تا ۶۴ سال کشورهای عضو اوپک

متغیر وابسته: *Emuse*			
متغیرهای توضیحی	ضرایب	آماره t	احتمال
gdppc	۰/۸۸۱۸*	۴۶۷/۵۴	۰/۰۰۰
Oilp	-۰/۰۶۷*	-۶/۸۸	۰/۰۰۰
Pop۳۵۶۴	۰/۵۰۷۷*	۲۳/۹۰	۰/۰۰۰
بخش تصحیح خطای با وقفه بر اساس برآورد مدل کوتاه‌مدت به صورت ARDL(4, 4, 4, 4)			
$ECT_{(t-1)}$	-۰/۴۵*	-۲/۳۰	۰/۰۲۳۲

مأخذ: محاسبات پژوهش و بر مبنای نرم‌افزار Eviews 9.5

*ضریب در سطح ۵ درصد معنی‌دار است.

**ضریب در سطح ۱۰ درصد معنی‌دار است.

جدول ۱۱. نتایج برآورد الگوی تجربی بلندمدت برای گروه سنی ۶۵ تا ۷۹ سال کشورهای عضو اوپک

متغیر وابسته: *Emuse*			
متغیرهای توضیحی	ضرایب	آماره t	احتمال
gdppc	۰/۵۵۵۰*	۱۳/۳۹	۰/۰۰۰
Oilp	-۰/۰۵۴*	-۹/۱۳	۰/۰۰۰
Pop۶۵۷۹	۰/۳۹۹۰*	۲/۸۴	۰/۰۰۵۵
بخش تصحیح خطای با وقفه بر اساس برآورد مدل کوتاه‌مدت به صورت ARDL(4, 4, 4, 4)			
$ECT_{(t-1)}$	-۰/۶۲**	-۲/۶۸	۰/۰۰۸۶

مأخذ: محاسبات پژوهش و بر مبنای نرم‌افزار Eviews 9.5

*ضریب در سطح ۵ درصد معنی‌دار است.

**ضریب در سطح ۱۰ درصد معنی‌دار است.

در مورد الگوی تجربی وضعیت گروه سنی ۶۵ تا ۷۹ سال بر اساس جدول (۱۱) ضرایب تأثیرگذاری آن بر مصرف انرژی همچنان مثبت است. مطابق انتظار اثر تولید ناخالص داخلی سرانه حقیقی بر مصرف انرژی سرانه مثبت و معنی‌دار است و اثر قیمت نفت بر مصرف انرژی سرانه مشابه الگوهای قبلی، منفی است. در مقایسه ضرایب اثرگذاری دو متغیر یادشده بر مصرف انرژی سرانه، میزان اثرگذاری در سه الگوی تجربی تقریباً مشابه است. در مورد گروه سنی ۶۵ تا ۷۹ سال، که از جمعیت فعال خارج شده‌اند، با افزایش سهم این گروه سنی، مصرف انرژی سرانه به طور معنی‌دار افزایش یافته است به طوری که با افزایش هر یک درصد در سهم گروه سنی ۶۵ تا ۷۹ سال، ۰/۳۹ درصد مصرف انرژی سرانه در کشورهای عضو اوپک افزایش می‌یابد. نتایج این سه الگو نشان می‌دهد که با افزایش رشد اقتصادی و همزمان با کاهش قیمت نفت، سه گروه سنی مورد بررسی بر مصرف انرژی سرانه اثر مثبت دارند. بر این اساس مشاهده می‌شود کشورهای عضو اوپک بر اساس آمار و اطلاعات ارائه شده در خصوص متوسط سهم گروه‌های سنی مختلف در نمودار (۱)، (۲) و (۳) دارای جمعیت فعال بسیار بالایی هستند که تقریبا در بسیاری از کشورها بیش از نیمی از جمعیت کل کشور را تشکیل می‌دهند. بعنوان نمونه در مورد امارات متحده عربی، جمعیت فعال در حدود ۸۰ درصد از کل جمعیت این کشور را تشکیل می‌دهند. بر این اساس، انتظار می‌رود با افزایش سهم این دو گروه و با توجه به آنکه کشورهای یادشده در پی رشد و توسعه اقتصادی هستند، با مصرف بالاتر انرژی همراه شوند. افزایش سهم گروه سنی ۶۵ تا ۷۹ سال نیز با توجه به شرایط خاص این کشورها منجر به مصرف انرژی بالاتر می‌شوند. یکی از این دلایل وجود فرهنگ مصرف‌گرایی در افراد مختلف جامعه است که در سنین بالاتر نمود بیشتری در این کشورها پیدا می‌کنند. همچنین در برخی از کشورهای عضو اوپک نیز با وجود درآمدهای نفتی، همچنان درآمد افراد در سنین بالا بویژه در دوران بازنشستگی تأمین‌کننده معیشت این گروه سنی نبوده و لذا بخشی از این گروه مجدداً به گروه جمعیت فعال جامعه و به بازار کار باز می‌گردند و در نهایت مصرف انرژی سرانه را افزایش می‌دهند.

در ادامه نتایج، بر اساس بخش دوم جداول (۹)، (۱۰) و (۱۱) ضرایب تصحیح خطا که سرعت تعدیل انحراف تعادل کوتاه‌مدت از تعادل بلندمدت را نشان می‌دهد، عددی منفی کمتر از واحد بوده و معنی‌دار هستند. در الگوی تجربی گروه سنی ۲۰ تا ۳۴ سال، سرعت تعدیل انحراف تعادل کوتاه‌مدت برای رسیدن به تعادل بلندمدت معادل ۰/۳۲- است. بعبارت دیگر، به طور تقریبی، عدم تعادل کوتاه‌مدت نزدیک به سه دوره طول می‌کشد تا مسیر خود را برای رسیدن به تعادل بلندمدت تصحیح نماید. به عبارت دیگر، متغیرهای مؤثر بر مصرف انرژی سرانه در هر دوره ۳۲ درصد از انحراف خود از تعادل بلندمدت را تصحیح می‌کنند و در نهایت در انتهای دوره سوم، به تعادل بلندمدت می‌رسند. این ضرایب برای گروه‌های سنی ۳۵ تا ۶۴

سال و ۶۵ تا ۷۹ سال به ترتیب معادل ۰/۴۵- و ۰/۶۳- می‌باشد. در گروه سنی ۳۵ تا ۶۴ سال در پایان دوره دوم می‌توان انتظار داشت که انحراف از تعادل بلندمدت از میان برود در حالی که گروه سوم سنی یعنی گروه ۶۵ تا ۷۹ سال با یک بیش تصحیح (Overcorrection) مواجه بوده و لذا پیش از پایان یک دوره (یکسال) هرگونه شوک وارده به انرژی، قبل از پایان یک دوره با افزایش سهم این گروه سنی، انحراف از تعادل بلندمدت به سرعت از بین می‌برد.

جدول ۱۲. نتایج آزمون ایستایی باقیمانده الگوی گروه ۲۰ تا ۳۴ سال

آزمون Levin, Lin & Chun	آزمون ADF-Fisher	آزمون PP-Fisher
-۱۱/۵۵ * (۰/۰۰۰)	*۱۵۶/۹۰ (۰/۰۰۰)	*۲۳۴/۴۷ (۰/۰۰۰)

مأخذ: محاسبات پژوهش
*ضریب در سطح ۵ درصد معنی‌دار است.

جدول ۱۳. نتایج آزمون ایستایی باقیمانده الگوی گروه ۳۵ تا ۶۴ سال

آزمون Levin, Lin & Chun	آزمون ADF-Fisher	آزمون PP-Fisher
-۱۱/۲۱ * (۰/۰۰۰)	*۱۴۳/۹۱ (۰/۰۰۰)	*۲۳۸/۶۸ (۰/۰۰۰)

مأخذ: محاسبات پژوهش
*ضریب در سطح ۵ درصد معنی‌دار است.

جدول ۱۴. نتایج آزمون ایستایی باقیمانده الگوی گروه ۶۵ تا ۷۹ سال

آزمون Levin, Lin & Chun	آزمون ADF-Fisher	آزمون PP-Fisher
-۱۲/۳۶ * (۰/۰۰۰)	*۱۵۵/۵۹ (۰/۰۰۰)	*۲۵۳/۰۲ (۰/۰۰۰)

مأخذ: محاسبات پژوهش
*ضریب در سطح ۵ درصد معنی‌دار است.

در جداول (۱۲)، (۱۳) و (۱۴) نیز به ترتیب آزمون ریشه واحد مشترک و گروهی برای اجزاء باقیمانده الگوهای تجربی برآورد شده ارائه شده است. نتایج این آزمون نشان می‌دهد در هر سه الگو، هیچگونه انباشتگی در اجزاء باقیمانده وجود ندارد و الگوی رگرسیونی برآورد شده در تمامی گروه‌های سنی رابطه بلندمدت را تأیید می‌کنند.

۷. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این مطالعه برخلاف مطالعات گذشته که به بررسی صرف متغیر جمعیت فعال بر مصرف انرژی پرداخته‌اند، اثر گروه‌های مختلف سنی بر میزان مصرف انرژی سرانه در گروه کشورهای عضو اوپک مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است. برآورد الگوهای تجربی بلندمدت در قالب سه الگوی مجزا ارائه شده است که با استفاده از روش برآورد پانل ARDL، تمامی ضرایب از معنی‌داری آماری برخوردار بوده و علامت این ضرایب مطابق انتظار و مبانی نظری پژوهش هستند. نتایج نشان می‌دهد که با افزایش سهم تمامی گروه‌های سنی، مصرف انرژی سرانه افزایش می‌یابد؛ اما هر چه سهم گروه‌های جوان‌تر کمتر می‌شود، مصرف انرژی سرانه کمتر افزایش می‌یابد.

با وجود آنکه سهم افراد سالخورده در این گروه کشورها، که عمدتاً کشورهای در حال توسعه می‌باشند، نسبت به کشورهای توسعه یافته پایین است، اما مشاهده می‌شود که در گروه کشورهای عضو اوپک، با افزایش سن جمعیت، مصرف انرژی همچنان مثبت بوده و لذا این موضوع باید مورد توجه سیاست‌گذاران قرار گیرد. این نتایج با یافته‌های مطالعه دل انگیزان و همکاران (۱۳۹۴) برای ایران بعنوان یکی از کشورهای عضو اوپک، همسو می‌باشد.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که الگوی مصرفی در کشورهای عضو اوپک مشابه الگوی مصرفی در کشورهای توسعه یافته، با افزایش سن همچنان انرژی‌بر است. در کشورهای توسعه یافته مطابق مطالعات تجربی، جمعیت جوان‌تر اعتقاد بیشتری به صرفه‌جویی انرژی دارند و افراد با افزایش سن بیشترین میزان مصرف انرژی را تجربه می‌کنند. در کشورهای عضو اوپک، نیز این روند مشاهده می‌شود. گروه‌های سنی ۲۰ تا ۳۴ سال و ۳۵ تا ۶۴ سال بخش اعظم جمعیت فعال کشورهای عضو اوپک را تشکیل می‌دهند، و سهم بالایی از جمعیت را به خود اختصاص داده‌اند. این دو گروه سنی با رشد اقتصاد، مصرف انرژی را افزایش می‌دهند چرا که به عنوان نیروی کار در بخش عمده‌ای از فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی مشارکت دارند. گروه سنی ۶۵ تا ۷۹ سال نیز با توجه به اینکه مجدداً برای تأمین معاش در برخی از کشورها به بازار کار باز می گردند (مانند ایران یا عراق) یا اینکه در برخی از کشورهای عضو اوپک بویژه کشورهای عربی، بدلیل رفتار مصرفی اسراف‌گرایانه به مصرف بالای وسایل انرژی‌بر در ایام بازنشستگی می پردازند، مصرف انرژی سرانه با افزایش سهم این گروه سنی افزایش می یابد. همچنین ضرایب تصحیح خطا نشان می‌دهند که هرگونه شوک وارده به مصرف انرژی در این کشورها، بیش از دو سال طول می‌کشد تا آثار آن ناپدید گردید و مجدداً اقتصاد به تعادل بازگردد.

منابع

- دل‌انگیزان، سهراب؛ سهیلی، کیومرث و بهاری‌پور، سحر. (۱۳۹۴). ارزیابی تأثیر ساختار سنی جمعیت بر مصرف انرژی بخش خانگی در ایران. *فصلنامه اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق)*، دوره ۱۲، شماره ۲، صص ۱۳۵-۱۰۵.
- صادقی، کمال؛ سجودی، سکینه و احمدزاده دلجوان، فهیمه. (۱۳۹۵). بررسی تأثیر متغیرهای جمعیتی بر کیفیت محیط‌زیست بر مبنای مدل STIRPAT. *علوم و تکنولوژی محیط‌زیست*، دوره هجدهم، ویژه‌نامه شماره ۳، صص ۲۷۵-۲۵۸.
- فتاحی، شهرام؛ بهاری‌پور، سحر و رضائی، الهام. (۱۳۹۵). ارزیابی تأثیر ساختار جمعیت بر مصرف برق (مطالعه موردی مقایسه مصرف انرژی برق استانهای غرب و شرق کشور). *فصلنامه کیفیت و بهره‌وری صنعت برق ایران*، سال پنجم، شماره ۱۰، صص ۱۳-۱.
- فطرس، محمد حسن و معبودی، رضا. (۱۳۸۹). رابطه علی مصرف انرژی، جمعیت شهرنشین و آلودگی محیط‌زیست در ایران. *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، سال هفتم، شماره ۲۷، صص ۱۷-۱.
- یاوری، کاظم و احمدزاده، خالد. (۱۳۸۹). بررسی رابطه‌ی مصرف انرژی و ساختار جمعیت (مطالعه موردی: کشورهای آسیای جنوب غربی). *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، سال هفتم، شماره ۲۵، صص ۶۲-۳۳.
- Acosta Ormaechea, S., Sola, S., & Yoo, J. (2012). Tax composition and growth: a broad cross-country perspective. IMF Working Paper, WP/12/257.

- Bhattacharyya, S. C. (2011). *Energy economics: concepts, issues, markets and governance*. Springer Science & Business Media.
- Dietz, T., & Rosa, E. A. (1994). Rethinking the environmental impacts of population, affluence and technology. *Human Ecology Review*, *1*(2), 277-300.
- Dietz, T., & Rosa, E. A. (1997). Effects of population and affluence on CO2 emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *94*(1), 175-179.
- Ehrlich, P. R., & Holdren, J. P. (1971). Impact of population growth. *Science*, *171*(3977), 1212-1217.
- Hasanov, F. J., Bulut, C., & Suleymanov, E. (2016). Do population age groups matter in the energy use of the oil-exporting countries?. *Economic Modelling*, *54*, 82-99.
- Jiang, L., & Hardee, K. (2009). How do recent population trends matter to climate change?. *Population Research and Policy Review*, *30*(2), 287-312.
- Kronenberg, T. (2009). The impact of demographic change on energy use and greenhouse gas emissions in Germany. *Ecological Economics*, *68*(10), 2637-2645.
- Liddle, B., & Lung, S. (2010). Age-structure, urbanization, and climate change in developed countries: revisiting STIRPAT for disaggregated population and consumption-related environmental impacts. *Population and Environment*, *31*(5), 317-343.
- Nouri, M., Azizi, A., & Kazemipour, S. (2013). Future trends of energy consumption in ECO region, 2013-2030. *From Editor-in-Chief...*, 16. (www.ecosecretariat.org/…/Future%20Trends%20of%20Energy%
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. P. (1999). Pooled mean group estimation of dynamic heterogeneous panels. *Journal of the American Statistical Association*, *94*(446), 621-634.
- Poumanyvong P., Kaneko, Sh. and Dhakal, Sh. (2012). Impacts of urbanization on national transport and road energy use: Evidence from low, middle and high-income countries. *Energy Policy, 46* (3), 268-277.
- Salim, R. A., & Shafiei, S. (2014). Urbanization and renewable and non-renewable energy consumption in OECD countries: An empirical analysis. *Economic Modelling*, *38*, 581-591.
- Scarrow, R. M. (2010). *Uncovering the energy efficiency of the post-industrial world: an analysis of ecological factors in energy use across nations, 1960-2007* (Doctoral dissertation, The Ohio State University).
- Shafiei, S. (2013). *Economic growth, energy consumption, and environment: assessing evidence from OECD countries* (Doctoral dissertation, Curtin University).
- York, R., Rosa, E. A., & Dietz, T. (2003). A rift in modernity? Assessing the anthropogenic sources of global climate change with the STIRPAT model. *International Journal of Sociology and Social Policy*, *23*(10), 31-51.
- York, R., Rosa, E. A., & Dietz, T. (2003). STIRPAT, IPAT and ImPACT: analytic tools for unpacking the driving forces of environmental impacts. *Ecological Economics*, *46*(3), 351-365.