



اثر فضایی شهرنشینی بر مصرف انرژی در کشورهای منتخب عضو اوپک

با استفاده از رهیافت فضایی STIRPAT

پروانه کمالی دهکردی^۱زینب ممبینی^۲فرشته عبدالهی^۳عبدالخالق غبیشاوی^۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۱۴

چکیده

مطالعه حاضر اثرات شهرنشینی بر مصرف انرژی را با استفاده از اثرات تصادفی رگرسیون بر جمعیت، ثروت و فناوری^۵ (STIRPAT) در منتخبی از کشورهای عضو اوپک تحلیل می‌کند. در این راستا از الگوی پانل فضایی و داده‌های سری زمانی طی دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ برای تجزیه و تحلیل استفاده شده است. متغیرهای تجارت، جمعیت، تولید ناخالص داخلی، فناوری، کل مصرف انرژی و شهرنشینی نیز از پایگاه داده بانک جهانی استخراج شده‌اند. بر اساس یافته‌ها، در اثرات مستقیم بلندمدت متغیرهای صنعتی شدن، تجارت و رشد اقتصادی تاثیر مثبت و شهرنشینی و مخارج دولت تاثیر منفی بر مصرف انرژی دارد. نتایج اثرات غیر مستقیم حاکی از تاثیر مثبت شهرنشینی، تجارت و مخارج دولت و تاثیر منفی صنعتی شدن و رشد اقتصادی بر مصرف انرژی است. در نهایت اثرات کل، تاثیر شهرنشینی، صنعتی شدن و تجارت مثبت و رشد اقتصادی و مخارج دولتی بر مصرف انرژی منفی می‌باشد. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود در کشورهای عضو اوپک، از اثرات سرریز فضایی مصرف انرژی بین مناطق به عنوان ابزاری مؤثر برای کنترل مصرف انرژی استفاده شود.

واژگان کلیدی: مصرف انرژی، شهرنشینی، الگو STIRPAT، رهیافت فضایی، کشورهای عضو اوپک.

Keywords: Energy Consumption, Urbanization, STIRPAT Model, Spatial Approach, OPEC Member Countries.

JEL Classification: P25, Q43, C21.

parvanehkamali@gmail.com

^۱ عضو هیات علمی دانشگاه پیام نور (نویسنده مسئول)

zinab.mombini61@gmail.com

^۲ کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی و توسعه اقتصادی

Fereshteh_abdollahi_64@yahoo.com

^۳ کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی و توسعه اقتصادی

ghobeyshavik@yahoo.com

^۴ کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی و توسعه اقتصادی^۵ Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence, and Technology

۱- مقدمه

انرژی عامل اصلی رشد اقتصادی است و تأثیر چشمگیری بر محیط زیست دارد. قبلاً اقتصاد انرژی تنها رابطه میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی را مورد بررسی قرار می‌داد. شهرنشینی، که ارتباط نزدیکی با توسعه اقتصادی و صنعتی شدن دارد، به یکی از نیروهای محرک تقاضای انرژی تبدیل شده است. با تحولات رخ داده، در مطالعات انجام شده پیرامون انرژی از سال ۲۰۱۰ متغیرهای جدیدی اضافه شده‌اند که از جمله این متغیرها می‌توان به شهرنشینی اشاره نمود (توپکو و جیرجین^۱، ۲۰۱۶: ۲۵). در دوران معاصر، شهرنشینی معمولاً به عنوان فرآیند جابجایی جمعیت از مناطق روستایی به شهرها تعریف می‌شود (جدواب و همکاران^۲، ۲۰۱۷: ۹). شهرنشینی یک فرآیند پیچیده است که شامل رشد جمعیت، تشدید فعالیت‌های اجتماعی-اقتصادی، گسترش فضایی مناطق ساخته شده شهری و زیرساخت‌ها است (ناوار و همکاران^۳، ۲۰۲۰: ۱۰). بارزترین ویژگی شهرنشینی رشد فیزیکی مناطق شهری است. با این حال، شهرنشینی به یک فرآیند اجتماعی مهم در قرن ۲۱ به ویژه در بسیاری از کشورهای در حال توسعه مانند کشورهای عضو اوپک تبدیل شده است. شتاب شهرنشینی به تضاد فزاینده بین رشد اقتصادی و توسعه زیست‌محیطی می‌انجامد. فرآیند شهری شدن نه تنها شامل تعداد زیادی از روستاییان منتقل شده به شهرها، بلکه شامل تحول اقتصادی و بهسازی ساختار صنعتی نیز می‌باشد که به ناچار منجر به ایجاد زیرساخت‌های شهری با سرمایه‌گذاری‌های کلان و در نتیجه افزایش مصرف انرژی می‌شود (لیو و پنگ^۴، ۲۰۱۸: ۲۲۲۵).

اگرچه پیرامون رابطه میان شهرنشینی و مصرف انرژی مطالعات مشابه دیگری نیز وجود دارد لیکن تعداد مطالعاتی که در کشورهای عضو اوپک صورت گرفته است بسیار محدود و اندک می‌باشد. به علاوه در پژوهش‌های تجربی برای مدل‌های مکانی نمی‌توان یک منطقه را مستقل از مناطق دیگر در نظر گرفت، زیرا بر اساس قانون جغرافیایی توپلر^۵ موقعیت‌های جغرافیایی و مکان‌ها با یکدیگر وابسته هستند و مکان‌های نزدیک نسبت به مکان‌های دور از هم بیشترین تأثیر را می‌پذیرند. در ادبیات اقتصاد سنجی نیز نادیده گرفتن بُعد فضا در مدل‌سازی سبب ایجاد خطا در تخمین و استنتاج نادرست آماری می‌گردد (سیف و حمیدی زری، ۲۰۱۷: ۹۲). علاوه بر این اگرچه مصرف انرژی در بین کشورهای عضو اوپک متنوع است، اما ممکن است به دلیل نزدیکی

1. Topcu & Girgin (2016)

2. Jedwab (2017)

3. Navarr (2020)

4. Liu & Peng (2018)

5. Tobler

جغرافیایی، فعل و انفعالات اجتماعی و اقتصادی و شوک‌های متداول، مانند فناوری تولید، الگوی مصرف انرژی، از نظر مکانی وابسته باشند. این مطالعه تأثیرات مستقیم و غیر مستقیم شهرنشینی بر مصرف انرژی را بررسی می‌کند. شهرنشینی ممکن است بر مصرف انرژی در مناطق حاشیه تأثیر بگذارد که این تاثیر از جمله آثار بالقوه فضایی (یا غیر مستقیم) مصرف انرژی در مناطق شهری را نشان می‌دهد. برای بررسی و تجزیه اثرات مستقیم و غیر مستقیم شهرنشینی، مدل‌های پانل فضایی در این مطالعه ترجیح داده می‌شود. یک روند متوازن شهرنشینی در کشورهای با تعاملات پیچیده اجتماعی-اقتصادی یا وابستگی متقابل تعیین می‌شود که ممکن است شوک‌ها، فرصت‌ها، چالش‌ها و محدودیت‌های مشترکی را به دنبال داشته باشد که تاثیر فعالیت‌های اقتصادی مانند تجارت بین منطقه‌ای، سرریز فناوری، رقابت منطقه‌ای و سیاست‌های بین کشوری در مورد محدودیت‌های مصرف انرژی را نمی‌توان نادیده گرفت. برخی از این فرآیندها ممکن است اثرات نمایشی و قابل توجهی را از نظر مکانی و زمانی نشان دهند، به این معنی که یک پروژه موفق یا یک سیاست خوب نه تنها کشور مورد نظر را متاثر می‌کند بلکه در حال یا آینده نزدیک تأثیر بسزایی بر کشورهای همسایه خواهد داشت. بنابراین، فرض وابستگی فضایی در بین کشورها منطقی است، که با استفاده از تجزیه و تحلیل فضایی قابل بررسی است. در ادامه مبانی نظری جهت ارتباط میان شهرنشینی و مصرف انرژی بررسی، پس از آن پیشینه موضوع ارائه خواهد شد. در ادامه به معرفی الگو و آزمون‌های مربوطه پرداخته می‌شود و آخرین قسمت مقاله در بر گیرنده جمع‌بندی و نتیجه‌گیری است.

۲- مبانی نظری

بسیاری از مطالعات نشان داده‌اند که شهرنشینی می‌تواند بر مصرف انرژی یا شدت انرژی از طریق چندین کانال تأثیر بگذارد (سadorsky^۱، ۲۰۱۳: ۵۳؛ Ma^۲، ۲۰۱۵: ۳۹۴). اول، زیرساخت‌های شهری باید از طریق گسترش فعالیت‌های اقتصادی، انرژی بیشتری مصرف کنند. چراکه شهرنشینی به تغییر تولید از کشاورزی سنتی که انرژی کمتری صرف می‌کند به صنایع تولیدی، که انرژی بیشتری مصرف می‌کنند منتهی می‌شود. دوم، ساختمان‌های مدرن با تجهیزات مصرف انرژی بیشتری (مانند تهویه مطبوع، آسانسور و ریموت‌های پارکینگ) کار می‌کنند. ثالثاً، در شهرها، تردد و شلوغی با وسایل نقلیه موتوری بیشتر، منجر به مصرف بیشتر انرژی می‌شود.

1. Sadorsky (2013)

2. Ma (2015)

در عین حال، فناوری‌های تکنولوژیکی (به عنوان مثال، ساختمان‌هایی با صرفه‌جویی در انرژی، لوازم خانگی کارآمد، سیستم‌های گرمایش مرکزی، حمل و نقل کم مصرف و غیره) منجر به کاهش مصرف انرژی در ساختمان‌ها و حمل و نقل در شهرهای بزرگ می‌شود. از طرفی تراکم شهری گسترش نقلیه عمومی را اجتناب ناپذیر نموده که در این مناطق منجر به استفاده کمتر از خودروهای شخصی و کاهش مصرف انرژی می‌شود. همچنین، شهرنشینی و تراکم جمعیت در مناطق شهری زمینه بروز صرفه‌های اقتصادی ناشی از مقیاس در کاهش مصرف انرژی بویژه بخش خدمات عمومی (مانند بهداشت و آموزش ابتدایی) فراهم نموده که آن را اثر صرفه‌جویی در انرژی می‌نامند (ما، ۲۰۱۵: ۳۹۴).

در سطح جهانی، تأثیر شهرنشینی بر مصرف انرژی یا شدت انرژی می‌تواند مثبت یا منفی باشد زیرا شهرنشینی از طریق تمرکز بیشتر مصرف و تولید منجر به گسترش فعالیت‌های اقتصادی و صنعتی می‌شود، اما به اقتصاد مقیاس نیز منجر می‌شود و فرصتی برای افزایش بهره‌وری انرژی ایجاد می‌کند. صنعتی شدن به طور کلی منجر به افزایش مصرف انرژی می‌شود زیرا فعالیت‌های صنعتی (مانند پالایش نفت، فلزات اولیه، مواد شیمیایی، کاغذ و محصولات وابسته، و تولید) نسبت به فعالیت‌های کشاورزی سنتی یا صنایع نساجی انرژی بیشتری مصرف می‌کنند (سادروسکی، ۲۰۱۳: ۵۳).

همچنین نشان داده شده است که با افزایش درآمد، شدت مصرف انرژی کاهش می‌یابد (برناردینی و گالی^۱، ۱۹۹۳: ۱۰۲). این امر با تغییر ساختاری اقتصاد از مراحل قبل از صنعتی شدن به مراحل پس از صنعتی شدن مبتنی بر خدمات (کم انرژی بر) توضیح داده می‌شود و پیشرفت فناوری منجر به افزایش بهره‌وری انرژی و استفاده از روش‌های جایگزین که انرژی کمتری مصرف می‌کنند، می‌شود. شهرنشینی سریع و صنعتی شدن در بسیاری از مناطق جهان، انتقال انرژی را تسهیل و تسریع می‌کند، که منجر به مصرف بیشتر انرژی و در نتیجه مشکلات بیشتر تخریب محیط زیست می‌شود. (پومانینگ و کانکو^۲، ۲۰۱۰: ۴۴۱).

۲-۱- وضعیت شهرنشینی و مصرف انرژی در ایران و کشورهای عضو اوپک

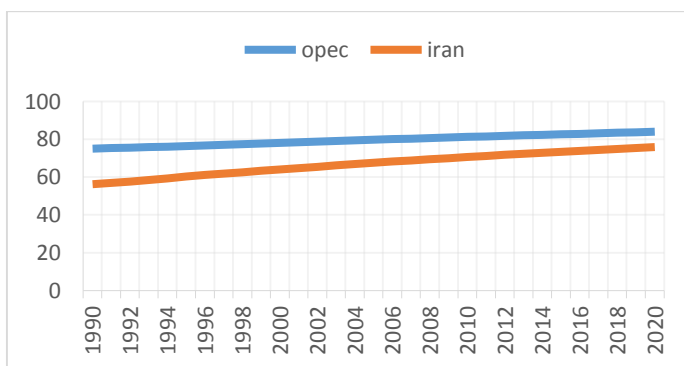
شهرنشینی پدیده فرهنگی اجتماعی است که از پیوند بین نظام‌های اجتماعی-اقتصادی و فرهنگی-سیاسی در هر کشور نشأت می‌گیرد. شهرنشینی به عنوان یک الگوی شهرک‌سازی و سیستم

1. Bernardini & Galli (1993)

2. Poumanyong & Kaneko (2010)

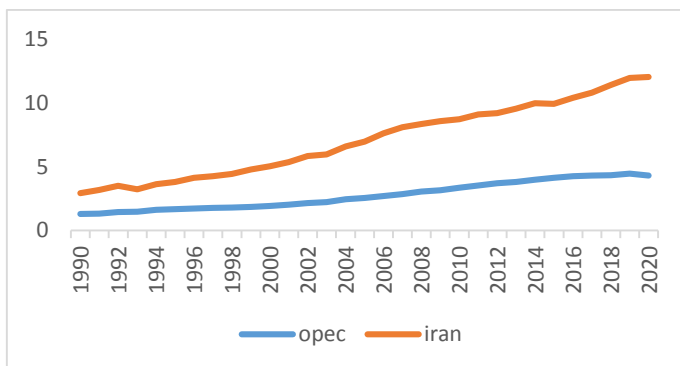
حکمرانی در نظر گرفته می‌شود که دولت‌ها نقش عمده‌ای در تغییرات این پدیده ایفا می‌کنند. شهرنشینی معاصر در کشورهای کمتر توسعه یافته و در حال توسعه همانند کشورهای عضو اوپک نتیجه جهانی شدن، نوسازی و گذار از جوامع کشاورزی به جوامع صنعتی و فوق صنعتی بوده است. علیرغم تفاوت سیستم‌های اقتصادی و اجتماعی آن‌ها، روند شهرنشینی در این کشورها مسیر یکنواختی را دنبال کرده است، اما شکل منطقه‌ای خاص خود را با توزیع مجدد جمعیت در این کشورها به نفع جوامع شهری به قیمت رها شدن روستاها، حفظ کرده است (پبله‌ور، ۲۰۲۱: ۶). رشد جمعیت شهری در کشورهای عضو اوپک و ایران در نمودار (۱) نشان داده شده است. بر اساس گزارش توسعه انسانی منتشر شده توسط سازمان ملل متحد، درصد شهرنشینی ایران در سال ۲۰۰۰ میلادی ۶۴٫۲۰ درصد بوده است که در سال ۲۰۱۹ به ۷۵٫۹۴ درصد افزایش یافته است و انتظار می‌رود در سال ۲۰۵۰ به ۸۵٫۸۲ درصد برسد (سازمان ملل، ۲۰۱۸).

افزایش جمعیت شهری، فشار رقابتی در راستای توسعه اقتصادی و کمبود منابع موجود، منجر به معرفی منابع انرژی مدرن شده است. افزایش مصرف انرژی مربوط به افزایش جمعیت و همچنین سرانه مصرف و تغییر نیازها، رفتار و شیوه زندگی مصرف‌کننده است. روند مصرف انرژی در ایران با میانگین کشورهای عضو اوپک در نمودار (۲) قابل مشاهده است. بر این اساس در ایران طی سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۹۰ مصرف انرژی بالاتر از متوسط کشورهای عضو اوپک بوده و روندی صعودی را طی کرده است. علاوه بر این مقایسه روند شهرنشینی و مصرف انرژی در کشورهای عضو اوپک نیز نشان دهنده روند همسو و صعودی این دو در کشورهای مورد مطالعه است.



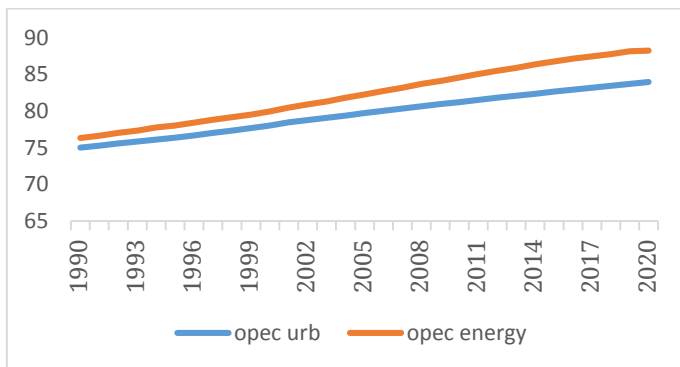
منبع: آژانس بین‌المللی انرژی

نمودار ۱: روند شهرنشینی در ایران و میانگین کشورهای عضو اوپک



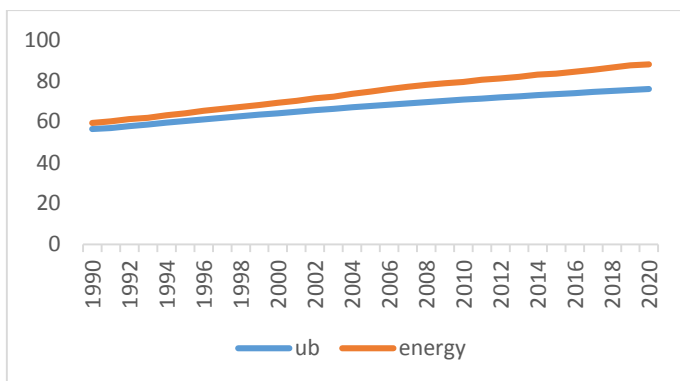
منبع: آژانس بین‌المللی انرژی

نمودار ۲: روند مصرف انرژی در ایران و میانگین کشورهای عضو اوپک



منبع: آژانس بین‌المللی انرژی

نمودار ۳: روند مصرف انرژی و شهرنشینی در کشورهای عضو اوپک



منبع: آژانس بین‌المللی انرژی

نمودار ۴: روند مصرف انرژی و شهرنشینی در ایران

۳- پیشینه تحقیق

شهرنشینی و تجمع مردم در مناطق شهری منجر به افزایش تقاضا برای کالاها و خدمات می‌شود که شامل تقاضای انرژی نیز می‌باشد. ادبیات گسترده‌ای پیرامون ارتباط بین شهرنشینی و مصرف انرژی انجام شده است. بیشتر این مطالعات رابطه بلند مدت بین شهرنشینی و مصرف انرژی برقرار کردند (لین^۱، ۲۰۰۹: ۲۲۲۵؛ لیدل^۲، ۲۰۱۴: ۲۹۲؛ حسین^۳، ۲۰۱۱: ۶۹۹۴؛ المالی و همکاران^۴، ۲۰۱۵: ۶۳۲؛ کاسمان و دومان^۵، ۲۰۱۵: ۱۰۲؛ سولارین و همکاران^۶، ۲۰۱۶: ۵۰۸؛ شهباز و همکاران^۷، ۲۰۱۷: ۱۳۵؛ سبیا و همکاران^۸، ۲۰۱۷: ۵۴۲؛ گنگور و سیمون^۹، ۲۰۱۷: ۲۷۲). در ادامه مطالعات جدید در این حوزه مرور می‌شود.

اوکر و همکاران^{۱۰} (۲۰۲۱) در پژوهش خود به بررسی تأثیر و رابطه علی مستقیم بین مصرف انرژی و متغیرهای منتخب در سیستم اقتصادی نیجریه پرداخته‌اند. یافته‌های آنان با استفاده از الگوی ARDL-VECM در دوره ۲۰۱۴-۱۹۷۲ نشان می‌دهد که توسعه مالی تأثیر منفی و قابل توجهی بر مصرف انرژی دارد. باز بودن تجارت و شهرنشینی تأثیر مثبت و معناداری بر مصرف انرژی در کوتاه مدت و بلند مدت دارد، جمعیت سنین فعالیت (۱۵ تا ۶۴ سال) اثر مثبت و کهنسالی (۶۵ سال و بالاتر) تأثیرات منفی بر مصرف انرژی دارند. به علاوه (۱) علیت یک طرفه از جمعیت شاغل به سمت مصرف انرژی وجود دارد، (۲) علیت یک سویه از مصرف انرژی به طرف اعتبار به بخش خصوصی وجود دارد، (۳) وجود علیت یک طرفه از باز بودن تجارت به تولید ناخالص داخلی واقعی سرانه مشهود است، (۴) رابطه علی دو طرفه بین شهرنشینی و مصرف انرژی و همچنین رابطه دو سویه بین باز بودن تجارت و مصرف انرژی وجود دارد.

علی^{۱۱} (۲۰۲۱) در پژوهش خود به بررسی تأثیر شهرنشینی بر مصرف کل انرژی و مصرف برق در جنوب صحرای آفریقا می‌پردازد. این مطالعه اثر شهرنشینی بر مصرف انرژی را با استفاده از داده‌های تابلویی برای ۴۹ کشور جنوب صحرای آفریقا طی دوره ۲۰۱۴-۱۹۸۰ برآورد می‌کند. در

1. Lin (2009)

2. Liddle (2014)

3. Hossain (2011)

4. Al-Mulali (2015)

5. Kasman and Duman (2015)

6. Solarin (2016)

7. Shahbaz (2017)

8. Sbia (2017)

9. Gungor and Simon (2017)

10. Okere (2021)

11. Ali (2021)

پژوهش وی دو یافته اصلی وجود دارد: ۱- شهرنشینی تأثیر مثبت و معناداری بر مصرف کل انرژی دارد، اندازه و اهمیت این اثر در گروه‌های درآمدی کشور متفاوت است. ۲- شهرنشینی تأثیر منفی بر مصرف کل برق و مصرف سرانه برق دارد که اندازه و اهمیت آن در گروه‌های درآمدی کشور متفاوت است.

هو و همکاران^۱ (۲۰۲۱) در پژوهش خود به بررسی اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت شهرنشینی بر مصرف انرژی‌های فسیلی مانند زغال سنگ، گاز و نفت می‌پردازند. در این مطالعه از الگوی خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی (ARDL) بر روی پنج کشور نوظهور آسیا در دوره ۲۰۱۸-۱۹۸۵ استفاده شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که شهرنشینی در اندونزی، مالزی و تایلند با افزایش مصرف زغال سنگ در کوتاه‌مدت همراه است. در ویتنام، مصرف گاز با شهرنشینی افزایش خواهد یافت. با این حال، در بلندمدت، شهرنشینی در تایلند و ویتنام با افزایش مصرف نفت مرتبط است. شهرنشینی در اندونزی، مالزی و فیلیپین منجر به کاهش مصرف زغال سنگ در بلندمدت می‌شود.

لو و همکاران^۲ (۲۰۲۱) در پژوهش خود اثر رده سنی (سن جوانی، سالمندی و سن کلی) و شهرنشینی را بر مصرف انرژی تجدیدپذیر و غیر قابل تجدید در برزیل، هند، چین و آفریقای جنوبی، با در نظر گرفتن داده‌های پانل از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹ بررسی می‌کنند. آن‌ها رشد اقتصادی و جریان‌های ورودی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را به عنوان عوامل کلیدی در تابع تقاضای انرژی با استفاده از رویکرد رگرسیون تأثیرات تصادفی بر جمعیت، ثروت و فناوری برآورد کرده‌اند. بر اساس یافته‌های آنان مشاهده شده است که وابستگی سن جوان، وابستگی کلی سن، و شهرنشینی بر تقاضای انرژی تجدیدپذیر و غیر قابل تجدید تأثیر منفی می‌گذارد. برعکس، وابستگی سالمندان و رشد اقتصادی به طور مثبتی با تقاضای انرژی تجدیدپذیر و غیر قابل تجدید مرتبط است. اثرات مختلط جریان‌های ورودی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر الگوهای تقاضای انرژی تجدیدپذیر و غیر قابل تجدید نیز یافت می‌شود.

دهقان شبانی و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهش خود به بررسی تأثیر شهرنشینی بر مصرف انرژی در استان‌های ایران پرداخته‌اند. به همین منظور در این مطالعه تلاش شده است با استفاده از الگوی STIRPAT به بررسی نقش شهرنشینی بر مصرف انرژی پرداخته شود که از مدل خطای فضایی

1. Ho (2021)

2. Lu (2021)

در داده‌های تابلویی برای ۲۸ استان کشور طی دوره زمانی ۱۳۹۴-۱۳۸۱ استفاده شده است. نتایج برآوردها حاکی از وجود رابطه U معکوس میان شهرنشینی و مصرف انرژی است و می‌توان گفت تأثیر شهرنشینی بر مصرف انرژی در سطوح پایین شهرنشینی مثبت و در سطوح بالا منفی می‌باشد. فرازمند و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهش خود به بررسی نحوه اثرگذاری شهرنشینی بر تقاضای مصرف انرژی در ایران، با استفاده از مدل STIRPAT و داده‌های آماری سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۳ می‌پردازند. روش ARDL برای تخمین روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت و علیت گرنجری VECM به منظور تعیین جهت رابطه بین متغیرها استفاده شده است. لگاریتم طبیعی متغیرهای مصرف انرژی سرانه، جمعیت شهرنشین، GDP سرانه، تکنولوژی سرانه و حمل و نقل مسافر در این مطالعه استفاده شده‌اند. نتایج بلندمدت نشان می‌دهد که لگاریتم شهرنشینی و مجذور آن اثر مثبت بر مصرف انرژی دارد. اثر مثبت حمل و نقل بر مصرف انرژی گویای انرژی‌بر بودن تکنولوژی به کار رفته در این صنعت است. افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه مصرف انرژی را افزایش داده است. ارتباط بین تکنولوژی و مصرف انرژی گویای کارکرد اثرات برگشتی است. نتایج کوتاه مدت نیز اثر مثبت شهرنشینی را تایید می‌کند. روابط کوتاه مدت بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی مثبت است. تکنولوژی به صورت منفی و حمل و نقل به صورت مثبت در کوتاه مدت بر مصرف انرژی اثرگذارند. انحراف کوتاه مدت تابع تقاضای انرژی در هر فصل معادل ۱۵/۳۹ درصد تصحیح می‌شود و حدود ۱ سال و ۶ ماه برای رسیدن به مسیر تعادل بلند مدت طول خواهد کشید. بر اساس نتایج علیت گرنجری مصرف انرژی علت شهرنشینی است.

خسروی و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهش خود به مقایسه اثرات رشد شهرنشینی بر مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن بر اساس سه نظریه‌ی، تغییر محیط زیست به فضای شهری، تراکم شهری و نظریه‌ی نوسازی بوم‌شناختی میان دو گروه از کشورهای منتخب - نفتی و غیر نفتی، از الگو پانل متوازن برای ۲۰ کشور و دوره‌ی زمانی ۲۰۱۱-۱۹۹۵ پرداخته‌اند. نتایج بیان‌گر ارتباط مثبت و معنی‌دار اثر رشد شهرنشینی بر مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن در هر دو گروه از کشورها بوده و برای گروه کشورهای صادرکننده‌ی نفت بیشتر است.

اسدی و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهش خود عوامل موثر بر مصرف انرژی در ایران طی سال‌های ۲۰۱۶-۱۹۷۰ را با استفاده از روش خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی بررسی کردند. یافته‌ها تاثیر مثبت توسعه مالی، رشد اقتصادی و شهرنشینی و تاثیر منفی قیمت نفت بر مصرف انرژی را نشان داد.

کریمی و حیدریان (۲۰۱۷) ارتباط بین شهرنشینی و مصرف انرژی در استان‌های ۳۰ گانه ایران را با بکارگیری الگوی STIRPAT تعمیم‌یافته مطالعه و با بررسی نقش ساز و کارهای مختلف اثرگذار بر مصرف انرژی، به برآورد اثرات در کوتاه و بلندمدت از طریق روش خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی داده‌های ترکیبی طی دوره زمانی ۱۳۹۴-۱۳۸۳ پرداختند. آنان به رابطه علی دو سویه میان شهرنشینی با مصرف انرژی و تایید فرضیه کوزنتس دست یافتند.

لطیفی و حافظی (۲۰۱۷) در پژوهش خود تاثیر شهرنشینی بر مصرف انرژی در کشورهای خاورمیانه طی دوره ۲۰۱۲-۱۹۹۰ را با استفاده از تکنیک وابستگی فضایی بررسی کردند. نتایج بیان‌گر رابطه مثبت میان شهرنشینی و مصرف انرژی است.

سلاطین و محمدی (۲۰۱۶) در پژوهش خود تاثیر شهرنشینی بر مصرف انرژی در کشورهای منتخب طی سال‌های ۲۰۱۲-۲۰۰۰ را با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته بررسی کردند. نتایج بیان‌گر تاثیر مثبت شهرنشینی بر مصرف انرژی است.

اگرچه مطالعات فوق فرصت‌های خوبی برای درک تأثیر شهرنشینی بر مصرف انرژی ارائه می‌دهند، اما فعل و انفعالات فضایی بین شهرنشینی و مصرف انرژی برای کشورهای عضو اوپک را در نظر نگرفته‌اند. علاوه بر این، مطالعات بین تأثیر مستقیم و غیر مستقیم شهرنشینی بر مصرف انرژی تمایزی قائل نشده‌اند. لذا، در این‌جا از الگوهای اقتصادسنجی فضایی برای اندازه‌گیری میزان شهرنشینی بر مصرف انرژی با توجه به ارتباط فضایی و ترکیب سایر متغیرهای کنترلی استفاده و تأثیرات مستقیم و غیر مستقیم بررسی خواهد شد.

فطرس و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه‌ای به بررسی و مقایسه‌ی اثرات رشد شهرنشینی بر میزان مصرف انرژی و میزان انتشار دی‌اکسیدکربن با در نظر گرفتن سه نظریه‌ی تغییر محیط زیست به فضای شهری، تراکم شهری نظریه‌ی نوسازی بوم‌شناختی بین دو گروه کشورهای منتخب (کشورهای با صادرات نفتی و بدون صادرات نفتی) از منطقه‌ی خاورمیانه و شمال آفریقا می‌پردازند. در این مطالعه با استفاده از مدل اثرات تصادفی با رگرسیون بر روی جمعیت، منابع و تکنولوژی و مجموعه‌ای از داده‌های پانل متوازن برای ۴۱ کشور به برآورد مدل‌ها اقدام شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که اثر رشد شهرنشینی بر میزان مصرف انرژی و میزان انتشار دی‌اکسیدکربن در هر دو گروه کشورهای منتخب مثبت و معنادار است. میزان این اثر برای کشورهای صادرکننده‌ی نفت در مقایسه با کشورهای بدون صادرات نفتی، بزرگ‌تر است.

۴- روش تحقیق

۴-۱- الگو STIRPAT

ارلیش و هولدرن^۱ (۱۹۷۱) با ارائه یک چارچوب مفهومی، الگوی IPAT، تاثیر فعاليت‌های انسانی بر محیط زیست را محصول سه عامل جمعیت (P)، ثروت (A) و فناوری (T) می‌داند. اگرچه الگوی IPAT تأثیر فعاليت‌های مختلف انسان بر محیط را روشن می‌سازد، اما دیتز و رزا^۲ (۱۹۹۴) به دلیل اتکا به یک فرضیه تأیید نشده، الگو را نقد کردند: آن‌ها معتقد بودند که کشش‌های انتشار دی اکسید کربن به ثروت و فناوری ثابت است. برای پرداختن به این موضوع، (دیتز و رزا، ۱۹۹۷: ۱۷۴) یک الگوی IPAT تصادفی (STRIPAT) را با معرفی یک عامل مقیاس و یک متغیر نوز سفید برای آزمایش فرضیه توسعه می‌دهند. مشخصات الگو STRIPAT به شرح زیر است.

$$I_{it} = C \times P_{it}^{\alpha} \times A_{it}^{\beta} \times T_{it}^{\delta} \times \varepsilon_{it} \quad (1)$$

که i کشور، t سال، C عامل مقیاس و ε عبارت خطا است. با گرفتن لگاریتم طبیعی در هر دو طرف معادله (۱)، معادله (۲) بدست می‌آید:

$$\ln(I_{it}) = \ln(C) + \alpha \ln P_{it} + \beta \ln A_{it} + \delta \ln T_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

از آن‌جا که مصرف انرژی فعاليت‌های انسانی بیشترین تأثیر را بر محیط دارد، اثرات زیست محیطی انسان (I) را با مصرف واقعی انرژی $E^{(b)}$ در معادله (۲) جایگزین می‌کنیم، از تعداد ساکنان به عنوان جمعیت (P) و تولید ناخالص داخلی سرانه (g) به عنوان ثروت (A) استفاده می‌شود. با توجه به این‌که شاخص شدت انرژی ممکن است شامل عوامل مخدوش‌کننده‌ای غیر از فناوری باشد، از شاخص ساختار صنعتی به عنوان فناوری (T) استفاده می‌کنیم. شاخص ساختار صنعتی، نسبت ارزش افزوده صنعتی به تولید ناخالص داخلی است. شاخص‌های ساختار صنعتی در کشورهای مختلف مقایسه می‌شود تا بتواند تفاوت مقطعی در فناوری انرژی را توضیح دهد. تغییرات در تولید ناخالص داخلی سرانه (g) و جمعیت (P) ناشی از شهرنشینی است. در نتیجه، متغیر (U) اضافه می‌شود که میزان شهرنشینی را نشان می‌دهد. قصد بر این است که اثر شهرنشینی (U)، کنترل جمعیت (P)، تولید ناخالص داخلی سرانه (g) و فناوری (T) بر مصرف انرژی (E) بررسی شود:

1. Ehrlich and Holdren (1971)

2. Dietz and Rosa (1994)

$$\ln(E_{it}) = \ln(C) + \alpha \ln(P_{it}) + \beta \ln(g_{it}) + \delta \ln(T_{it}) + \tau \ln(U_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (۳)$$

برای جلوگیری از هم‌خطی بین شهرنشینی و تولید ناخالص داخلی سرانه، GDP به صورت تولید ناخالص داخلی (G) در معادله (۳) جایگزین می‌شود. سپس معادله (۴) را برای الگوی پایه STIRPAT برای مصرف واقعی انرژی خواهیم داشت.

$$\ln(E_{it}) = \ln(C) + \alpha \ln(P_{it}) + \beta \ln(G_{it}) + \delta \ln(T_{it}) + \tau \ln(U_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (۴)$$

که ضریب شهرنشینی، τ ، تأثیر شهرنشینی بر مصرف انرژی را نشان می‌دهد.

۴-۲- مدل اقتصاد سنجی فضایی

اثرات متقابل فضایی، محور این پژوهش است. به دلیل تعامل فضایی بین شهرنشینی و مصرف انرژی، یک مدل اقتصاد سنجی ساده نمی‌تواند تأثیر عوامل فضایی بر مصرف انرژی را پاسخ‌گو باشد. لذا الگوی تحقیق برگرفته از مطالعه (شنگ و همکاران^۱، ۲۰۱۸: ۶۸۱) با اضافه نمودن متغیرهای تجارت و مخارج دولت و با استفاده از روش پانل فضایی برآورد می‌شود. در این راستا مدل SDM به صورت رابطه (۵) در نظر گرفته می‌شود:

$$EN_{it} = \delta \sum_{j=1}^N w_{ij} \times EN_{jt} + \beta_1 UR_{it} + \beta^c X_{it}^c + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (۵)$$

در این رابطه EN نشان دهنده مصرف انرژی می‌باشد و از کل مصرف انرژی بعنوان شاخص مصرف انرژی استفاده می‌شود. UR نشان دهنده شهرنشینی است که از نسبت جمعیت شهری به کل جمعیت بدست آمده و نقش غیر مستقیم اما مهمی در مصرف انرژی دارد. X برداری از متغیرهای کنترلی و شامل: (GDP) رشد اقتصادی و نماگری از سطح توسعه اقتصادی در منطقه می‌باشد. (IND) نشان دهنده صنعتی شدن است و با نسبت ارزش افزوده صنعتی به تولید ناخالص داخلی بدست می‌آید. (TR) تجارت است که از مجموع صادرات و واردات بر تولید ناخالص داخلی بدست می‌آید. (GO) نشان دهنده مخارج دولت است. همچنین اثر ویژه فضایی μ_i ممکن است به عنوان یک اثر تصادفی یا ثابت در نظر گرفته شود که با آزمون هاسمن آزمایش می‌شود. ε

نیز جمله اخلاص می‌باشد. الگو به صورت لگاریتمی و منتخبی از کشورهای عضو اوپک (الجزایر، ایران، عراق، کویت، لیبی، قطر، عربستان و امارات) برای دوره ۲۰۲۰-۱۹۹۲ انتخاب شد. در نهایت، برای به دست آوردن یک برآوردگر دقیق از اثر سرریز فضایی، تکنیک تجزیه فضایی پیشنهاد شده توسط لسیج و پیس^۱ (۲۰۰۹) جهت محاسبه اثرات مستقیم، غیر مستقیم و کل استفاده می‌شود. اثر مستقیم، میانگین میزان تغییر متغیر وابسته در یک منطقه را زمانی که یک متغیر مستقل در همان منطقه تغییر می‌کند، اندازه گیری می‌کند. اثرات غیر مستقیم نشان دهنده میانگین پاسخ متغیر وابسته به تغییر یک متغیر مستقل در همسایگی است. اثر کل مجموع اثرات مستقیم و غیر مستقیم است (ال وی و همکاران^۲، ۲۰۱۹: ۴۵).

۴-۳- ایجاد ماتریس مجاورت فضایی

روش‌های مختلفی را جهت بررسی رابطه مکانی در الگوهای فضایی مورد استفاده قرار می‌دهند که از آن جمله می‌توان به مجاورت، فاصله مکانی، فاصله اقتصادی و استفاده از شبکه‌های اجتماعی اشاره نمود. ارتباط فضایی متغیر مربوط به کشور i و کشور j را با W_{ij} و ارتباط فضایی متغیرها را با ماتریس $N \times N$ که به ماتریس وزنی فضایی معروف است، نشان می‌دهند. از اصولی‌ترین روش‌هایی که برای احصاء عناصر ماتریس وزنی در نظر می‌گیرند، ماتریس مجاورت می‌باشد که بر اساس روش صفر و یک است. لذا کشورهایی که فاقد مرز مشترک می‌باشند عدد صفر و کشورهایی با مرز مشترک عدد یک را به خود اختصاص می‌دهند (ممی پور و رضایی، ۲۰۱۸). در این پژوهش نیز از ماتریس مجاورت جهت بررسی سرریز فضایی در نمونه استفاده شده است.

$$W = \begin{bmatrix} 0 & W_{21} & \dots & W_{N1} \\ W_{12} & 0 & \dots & W_{N2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ W_{1N} & W_{2N} & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

¹. Lesage & Pace (2009)

². Lv (2019)

۵- برآورد الگو

۵-۱- آزمون مانایی

آزمون ریشه واحد به طور گسترده‌ای برای بررسی وجود مانایی متغیرها استفاده می‌شود. در مطالعات مختلف اشاره شده که آزمون‌های ریشه واحد پانل در مقایسه با سری‌های زمانی قدرتمندتر هستند. انواع مختلفی از آزمون ریشه واحد برای داده‌های تابلویی وجود دارد که عبارتند از آزمون‌های برینگتون^۱، هادری^۲، لوین، لین و چو^۳، ایم-پسران و شین^۴ و فیشر^۵. در این مطالعه، از آزمون ریشه واحد پانل توسعه‌یافته توسط لوین و چو برای بررسی مانایی متغیرها استفاده می‌شود. آزمون لوین و چو فرض می‌کند که یک فرآیند ریشه واحد مشترک در سراسر مقاطع وجود دارد. در این آزمون فرضیه صفر وجود یک ریشه واحد و فرضیه جایگزین این است که ریشه واحد وجود ندارد. مشخصه اصلی آزمون لوین و چو این است که یک ریشه خودرگرسیون همگن را تحت فرضیه جایگزین پیشنهاد می‌کند. نتایج آزمون ریشه واحد لوین-لین-چو در جدول (۱)، مانایی تمام متغیرها را بدون تفاضل‌گیری تایید می‌کند.

جدول ۱: نتایج آزمون مانایی

متغیرها	نماد	آماره	احتمال
مصرف انرژی	CE	-۵	۰,۰۰۰۰
صنعتی شدن	IND	-۷,۱۰	۰,۰۰۰۰
شهرنشینی	UR	-8.42	۰,۰۰۰۰
رشد اقتصادی	GDP	-۳,۰۱	۰,۰۰۱۳
تجارت	TR	-۱۱,۴۱	۰,۰۰۰۰
مخارج دولت	GO	-۲,۵۹	۰,۰۰۴۹

منبع: یافته‌های تحقیق

۵-۲- آزمون‌های تشخیص خودهمبستگی فضایی

جهت تعیین آن‌که آیا منابع با سطوح توزیع مشابه به صورت فضایی و یا به صورت تصادفی خوشه‌بندی شده‌اند از آزمون‌های موران^۶، گری^۷ و گتیس^۸ استفاده می‌شود. آماره I موران آزمونی

1. Brington

2. Hadri

3. Levin, Lin and Chu

4. Im, Pesaran and Shin

5. Fisher

6. Moran I

7. Geary

8. Getis

از همبستگی فضایی میان مشاهداتی است که توسط ماتریس وزنی همسایه شناخته شده‌اند و هر جفت را از طریق توابع فاصله‌ای وزن‌دهی می‌کند. در حالت کلی تر می‌توان گفت برای n مکان از متغیر X_i آماره I موران به صورت رابطه (۶) تعریف می‌شود:

$$I = \frac{R \sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_i \sum_j w_{ij} \sum_i (x_i - \bar{x})^2} \quad (۶)$$

که X_i ارزش مشاهده شده در محل i ، \bar{x} میانگین X_i بین n مکان و w_{ij} نیز ماتریس وزنی فضایی است. این ماتریس جهت اندازه‌گیری رابطه فضایی میان مشاهدات استفاده می‌شود. استفاده از واژه همسایه در این جا به این منظور است که هر دو واحد دارای روابط فضایی غیر صفر هستند. یعنی درایه‌های ماتریس وزنی فضایی نشان دهنده پتانسیل تعاملات میان واحد i و j می‌باشد. بر این اساس مجموع درایه‌های هر سطر یا ستون برابر با یک است (رضایی و همکاران، ۲۰۱۷: ۱۷).

لذا توسط آزمون موران، گری و گتیس وجود همبستگی فضایی مورد آزمون قرار می‌گیرد. در صورت رد فرضیه صفر، خودهمبستگی فضایی در الگو وجود دارد و می‌توان از الگوهای فضایی جهت تخمین استفاده نمود. با توجه به سطح احتمال آزمون موران، گری و گتیس کمتر از ۰,۰۵، فرضیه صفر رد می‌شود و وجود خودهمبستگی فضایی مورد تایید قرار می‌گیرد و از اثرات فضایی می‌توان استفاده نمود.

جدول ۲: آزمون خودهمبستگی فضایی

سطح احتمال	آزمون
۰,۰۰۰	آزمون موران
۰,۰۰۰۰	آزمون گری
۰,۰۰۰	آزمون گتیس

منبع: یافته‌های تحقیق، نرم افزار استاتا ۱۶

۵-۳- آزمون‌های تشخیص الگو

تجزیه و تحلیل فضایی شناسایی، اندازه‌گیری و تعیین کمیت ویژگی‌های مکان داده‌ها است. ویژگی‌های مکان داده‌ها در دو جنبه تجسم می‌یابد: وابستگی فضایی و ناهمسانی. دلیل مهم وابستگی فضایی، نزدیکی موقعیت جغرافیایی و تأثیر متقابل فعالیت‌های رفتاری انسان است. ناهمسانی فضایی نیز معمولاً تغییرات در روابط فضایی را توصیف می‌کند که به طور کلی می‌تواند با نمودارهای پراکندگی نشان داده شود. اشکال رایج الگوی فضایی عمدتاً شامل مدل

خودرگرسیون فضایی (SAR)، که در اصل مدل تأخیر فضایی نامیده می‌شود، مدل خطای فضایی (SEM) و مدل دوربین فضایی (SDM) است. لذا برای تشخیص نوع الگو، محققان الگوی دوربین فضایی (SDM) را به عنوان مبنایی کلی در نظر گرفته و دیگر الگوها را با آن مقایسه می‌نمایند (الهورث^۱، ۲۰۱۶: ۱۶۴۵).

در ابتدا با استفاده از آزمون والد از میان الگوهای دوربین فضایی (SDM) و خودرگرسیون فضایی (SAR) یک الگو ترجیح داده می‌شود. نتایج این آزمون در جدول (۳) حاکی از تایید الگوی دوربین فضایی می‌باشد.

جدول ۳: نتایج آزمون والد

نتیجه	احتمال	آماره آزمون	آزمون
الگوی دوربین فضایی	۰,۰۰۰۰	۸۶,۳۱	آزمون والد

منبع: یافته‌های تحقیق، نرم افزار استاتا ۱۶

انتخاب میان الگوی دوربین فضایی (SDM) و الگوی خطای فضایی (SEM) بوسیله آزمون والد چندگانه صورت می‌گیرد که نتایج این آزمون در جدول (۴) آمده است و بر اساس نتایج، الگوی دوربین فضایی ترجیح داده می‌شود.

جدول ۴: نتایج آزمون والد چندگانه

نتیجه	احتمال	آماره آزمون	آزمون
الگوی دوربین فضایی	۰,۰۰۰۰	۱۰۹,۵۹	آزمون والد چندگانه

منبع: یافته‌های تحقیق، نرم افزار استاتا ۱۶

الهورث (۲۰۱۶) پیشنهاد می‌دهد که با استفاده از معیارهای آکائیک و شوارتز نیز می‌توان از میان الگوی دوربین فضایی (SDM) و الگوی خودهمبستگی فضایی (SAC) یکی را ترجیح داد. برای انجام این آزمون یک بار الگو به روش دوربین فضایی تخمین زده می‌شود و معیارهای آکائیک و شوارتز آن استخراج و بار دیگر از روش خودهمبستگی فضایی الگو برآورد می‌شود و معیارهای آکائیک و شوارتز استخراج می‌شوند. بر اساس نتایج موجود در جدول (۵) معیار آکائیک مربوط به الگوی دوربین فضایی کمتر از الگوی خودهمبستگی فضایی است. لذا با توجه به آن که هر سه الگو تخمین به روش دوربین فضایی را مورد تایید قرار دادند، از روش دوربین فضایی استفاده می‌شود.

^۱. Elhorst (2016)

جدول ۵: مقایسه معیار آکائیک و شوارتز در دو الگو SAC, SDM

نتیجه	معیار شوارتز	معیار آکائیک	الگو
الگوی دوربین فضایی	-۴۲۰,۵۳۵۷	-۴۶۲,۶۹۶۸	الگوی دوربین فضایی
	-۳۹۵,۹۲۳	-۴۲۴,۰۳۰۵	الگوی خودهمسنگی فضایی

منبع: یافته‌های تحقیق، نرم افزار استاتا ۱۶

۴-۵- آزمون هاسمن

آزمون هاسمن در انتخاب میان روش ثابت و روش تصادفی برای تخمین الگو به کار می‌رود. فرضیه صفر این آزمون استفاده از روش اثرات تصادفی می‌باشد و در صورتی که احتمال آزمون هاسمن کمتر از ۰,۰۵ شود با رد فرضیه صفر می‌توان الگو را به روش اثرات ثابت تخمین زد. نتایج آزمون هاسمن در جدول (۶) قابل مشاهده است. بر اساس نتایج، تخمین الگو با استفاده از روش اثرات تصادفی انجام می‌گیرد.

جدول ۶: نتایج آزمون هاسمن

احتمال	آماره آزمون	آزمون
۰,۹۹	۲,۵۲	آزمون هاسمن

منبع: یافته‌های تحقیق، نرم افزار استاتا ۱۶

۶- نتایج تخمین الگو

جهت بررسی تاثیر شهرنشینی بر مصرف انرژی در هشت کشور عضو اوپک طی دوره زمانی ۲۰۲۰-۱۹۹۲ از الگوی دوربین فضایی و روش اثرات تصادفی استفاده می‌شود. در الگوی دوربین فضایی اثرات فضایی در قالب وقفه فضایی و هم‌چنین در ترکیب با متغیرهای مستقل الگو لحاظ می‌شود. از جمله مزایای الگوی دوربین فضایی تفکیک آثار کل به آثار مستقیم و غیر مستقیم می‌باشد. در واقع اثرات مستقیم مشتق جزئی متغیر وابسته هر کشور نسبت به متغیر توضیحی همان کشور و کل اثر، مشتق جزئی متغیر وابسته نسبت به میانگین وزنی متغیر توضیحی است و اثر غیر مستقیم از تفاضل اثرات کل و مستقیم بدست می‌آید که نشان دهنده اثرات سرریز متغیرهای توضیحی سایر کشورها است (عسکری و کاخکی، ۲۰۱۷: ۱۶۵). نتایج تخمین الگو در جدول (۷) نشان داده شده است. بر اساس نتایج، صنعتی شدن دارای اثر مثبت مستقیم بر مصرف انرژی در کشورهای عضو اوپک است ولی اثر غیر مستقیم بلندمدت معنادار نبوده و در نهایت، اثر کل نیز منفی می‌باشد. صنعتی شدن، بهره‌وری انرژی را افزایش و وابستگی مردم و صنایع به منابع انرژی و تهدیدات امنیت انرژی را کاهش می‌دهد.

شهرنشینی دارای اثر مثبت مستقیم و غیر مستقیم و اثر کل مثبت بر مصرف انرژی است. رشد اقتصادی نیز اثرات مستقیم، غیر مستقیم و کل آن سبب افزایش مصرف انرژی شده است. به عبارتی در مراحل اولیه رشد با بهبود سطح زندگی مردم و مکانیزه شدن تولید در جهت ارتقاء سطح بهره‌وری کار، مصرف انرژی افزایش می‌یابد. ولی در مراحل بعدی رشد با آشکار شدن آثار سوء زیست محیطی و ارتقاء آگاهی‌های عمومی روند افزایش مصرف انرژی به علت استفاده بهینه کاهش می‌یابد.

تجارت نیز رابطه منفی و معناداری با مصرف انرژی دارد. در مراحل اولیه رشد، تقاضای انرژی به دلیل فعالیت‌های اقتصادی بالاتر، یعنی مصرف، تولید و یا هزینه‌های دولتی که به عنوان اثر مقیاس نامیده می‌شود، افزایش می‌یابد. در مرحله بعدی رشد اقتصادی، ممکن است کشورها به اندازه کافی رشد کنند تا فناوری‌های کم مصرف را استفاده کرده و یا فرآیند تولید خود را از صنایع پرا انرژی به بخش خدمات تبدیل کنند که به ترتیب به عنوان تکنیک و اثرات ترکیب نامیده می‌شوند. بنابراین، ممکن است تقاضای انرژی در مراحل بعدی رشد اقتصادی کاهش یابد.

یافته‌ها نشان می‌دهد که مخارج دولت تاثیر مثبت مستقیم بلندمدت بر مصرف انرژی داشته ولی تاثیر غیر مستقیم و تاثیر کل آن منفی می‌باشد. (اگرتسون و کروگمن، ۲۰۱۵: ۱۴۷۵) نشان دادند بدهی اقتصادی بالاتر سبب محدودیت در عملکرد می‌شود، به عنوان نمونه با افزایش مخارج، دولت نمی‌تواند یارانه انرژی را به صورت کامل به مردم پرداخت کند و تنها یک یارانه کلی به مردم پرداخت می‌کند و در نتیجه قیمت انرژی افزایش می‌یابد و مصرف انرژی کاهش پیدا می‌کند.

در نهایت بر اساس نتایج تاثیر سرریز مصرف انرژی از طریق مجاورت مثبت و معنادار و ضریب آن برابر با ۰,۱ می‌باشد که در صورت مجاورت کشورها، با افزایش ده درصدی در مصرف انرژی کشور مجاور، مصرف انرژی در کشور هدف ۰,۲۸ درصد افزایش می‌یابد. بنابراین ارتباط تنگاتنگ بین کشورهای عضو اوپک به دلیل توسعه سریع اقتصادی و ایجاد زیرساخت‌های کامل ناشی از شهرنشینی تأیید می‌شود.

جدول ۷: نتایج تخمین الگو

متغیرها	نماد	ضریب	$p > z $
اثرات مستقیم بلندمدت			
صنعتی شدن	IND	۰,۲۲۹۲۶۹۳	۰,۰۸۸
شهرنشینی	UR	۰,۴۶۰۲۱۵۷	۰,۰۰۰
رشد اقتصادی	GDP	۰,۱۱۰۳۶۵۱	۰,۰۰۰
تجارت	TR	-۰,۰۵۱۶۵۰۳	۰,۰۰۲
مخارج دولت	GO	۰,۱۵۱۷۲۵۱	۰,۰۰۳
اثرات غیر مستقیم بلندمدت			
صنعتی شدن	IND	-۰,۰۷۶۹۰۸۱	۰,۱۱۵
شهرنشینی	UR	۰,۱۵۰۵۶۵۷	۰,۰۰۰
رشد اقتصادی	GDP	۰,۰۳۵۷۱۵	۰,۰۰۰
تجارت	TR	-۰,۰۱۶۹۲۷۳	۰,۰۰۸
مخارج دولت	GO	-۰,۰۴۰۴۴۳۴۸	۰,۰۰۰
اثرات کل			
صنعتی شدن	IND	-۰,۰۳۰۶۱۷۷۳	۰,۰۹۱
شهرنشینی	UR	۰,۶۱۰۷۸۱۴	۰,۰۰۰
رشد اقتصادی	GDP	۰,۱۴۶۰۸۰۲	۰,۰۰۰
تجارت	TR	-۰,۰۶۸۵۷۷۶	۰,۰۰۲
مخارج دولت	GO	-۰,۰۲۵۲۷۰۹۸	۰,۰۲۹
ضریب فضایی	Rho	۰,۲۸۱۱۹۶۶	۰,۰۰۰
خطای واریانس	σ^2	۰,۰۰۹	۰,۰۰۱
R-within		۰,۷۳	
R-between		۰,۶۱	
R-overall		۰,۶۳	

منبع: یافته‌های تحقیق، نرم افزار استاتا ۱۶

۷- نتیجه‌گیری

شهرنشینی به طرق مختلفی می‌تواند سبب افزایش مصرف انرژی گردد: توسعه شهرنشینی سبب تغییر در شیوه زندگی و الگوی مصرف آحاد جامعه می‌شود، به گونه‌ای که استفاده از وسایل گرمایشی و سرمایشی و همچنین خودرو افزایش و منجر به افزایش مصرف انرژی می‌شود. همچنین افزایش شهرنشینی با ایجاد صنایع بزرگ که مصرف‌کننده انرژی هستند همراه است. به علاوه رابطه مثبت میان شهرنشینی و مصرف انرژی به ایجاد زیرساخت‌ها مانند احداث جاده‌ها، نقلیه مدرن، پل‌ها، ساختمان‌ها و غیره بر می‌گردد، که همگی سبب افزایش مصرف انرژی می‌شوند. این یافته با مطالعه (شنگ و همکاران، ۲۰۱۸: ۶۸۲) مطابقت دارد.

بر اساس نتایج برآورد الگو رابطه میان تجارت و مصرف انرژی در کشورهای عضو اوپک منفی و معنادار می‌باشد. باز بودن تجارت به اقتصادهای در حال توسعه این امکان را می‌دهد تا فناوری‌های پیشرفته را از اقتصادهای توسعه‌یافته وارد کنند. استفاده از فناوری پیشرفته شدت انرژی را کاهش می‌دهد که این فرآیند اثر تکنیکی نامیده می‌شود. این یافته با نتایج (شهباز و همکاران، ۲۰۱۴: ۱۳۵) مطابقت دارد.

مخارج دولت نیز اثرگذاری منفی و معنادار بر مصرف انرژی دارد. در دهه‌های گذشته تخصیص یارانه‌ی انرژی سبب مصرف بی‌رویه آن در کشورهای عضو اوپک شده است. ولی اخیراً با افزایش مخارج دولت و کسری بودجه‌های مکرر دولت‌ها سیاست‌های مالی انقباضی را اتخاذ کردند. حذف یارانه‌های حامل‌های انرژی از جمله برنامه‌های دولت جهت بهبود بودجه است که سبب افزایش قیمت انرژی و کاهش تقاضا شده است.

در نهایت، صنعتی شدن با مصرف انرژی در کشورهای عضو اوپک رابطه مثبت و معنادار دارد. با توجه به نقش و اهمیت انرژی در تولیدات صنایع مختلف می‌توان گفت در مسیر صنعتی شدن، انرژی سهم بسیار زیادی دارد. افزایش فعالیت‌های صنعتی، مانند تولیدات با تکنولوژی بالا، بیشتر از تولیدات کشاورزی انرژی مصرف می‌کنند. نتایج این تحقیق همراستا با مطالعه (شفیعیان و همکاران، ۲۰۱۵: ۷) می‌باشد.

References

- Ali, M. (2021). "Urbanisation and Energy Consumption in Sub-Saharan Africa". The Electricity Journal **34**(10): December 2021, 107045.
- Al-Mulali, U. Ozturk, I. & Lean, H. (2015). "The Influence of Economic Growth, Urbanization, Trade Openness, Financial Development, and Renewable Energy on Pollution in Europe". Natural Hazards **79**(1): 621-644.
- Armen, A. & Barzegar, S. (2012). "The Effect of Trade Liberalization on Energy Consumption in Developing Countries". The First National Conference on Environmental Protection and Planning.
- Asadi, A. & Ismaili, M. (2018). "Study of Factors Affecting Energy Consumption in Iran (with Emphasis on the Variable of financial Development)". Fiscal and Economic Policies **6**: 81-107.
- Askari, B. & Kakhki, M. (2017). "Eco Union Trade Potential: An Application of Dynamic Spatial Regression Considering the Effects of Spatial Overflow". Journal of Regional Economics and Development **23**(New Issue): 153-182.
- Bernardini, O. & Galli, R. (1993). "Dematerialization: Long Term Trends in the Intensity of Use of Materials and Energy". Futures **25**: 431-448.
- Dehghan, Sh. & Zahra, S. (2020). "The Impact of Urbanization on Energy Consumption in Iranian Provinces: A Spatial Panel Data Approach". Iranian Journal of Energy Economics doi: 10.22054 / jiee.2021.55099.1780.
- Dietz, T. & Rosa, E. (1994). "Rethinking the Environmental Impacts of Population, Affluence and Technology". Hum Ecol Rev **1**: 277-300.
- Dietz, T. & Rosa, E. (1997). "Effects of Population and Affluence on CO2 Emissions". Proc Natl Acad Sci **94**: 175-179.
- Eggertson, G. & Krugman, P. (2015). "Debt, Deleveraging, and the liquidity Trap: a Fisher-Minsky-Koo Approach". Federal Reserve Bank of New York PP: 1469-1513.
- Elhorst, J. P. (2014). *Handbook of Regional Science*, (M. M. Fischer and P. Nijkamp, Eds.), Handbook of Regional Science, Berlin, and Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. PP: 1637-1652.
- Farahmand, Sh. & Faraj, Gh. (2017). "Spatial Analysis of the Effect of Urban Size Distribution on Economic Growth in Iran (2006-2009)". Economic Research **52**: 687-710.
- Farazmand, H. & Anwari, I. (2020). "Urbanization and Energy Consumption in Iran: An Application of the STIRPAT Model". Journal of Applied Theories of Economics **7**(3): 215-240. doi: 10.22034 / ecoj.2020.12233.
- Fattahi, S. & Baharipour, S. (2016). "Assessing the Effect of Population Structure on Electricity Consumption (A Case Study Comparing Electricity Consumption in the Western and Eastern Provinces of the

- Country)". Journal of Quality and Productivity of Iran Electricity Industry **5**: 1-13.
- Fitras, M. & Ghorban Serasht, M. (2013). "The Effect of Urban Growth on Energy Consumption and Carbon Dioxide Emissions: A Comparison of Three Theories". Quantitative Economics **9**(35): 147-168.
- Goli, Y. & Mohantfar, Y. (2020). "Study of the Effect of Industrialization and Urbanization on Energy Efficiency in the Provinces of Iran". Economic Policy **23**: 190-167.
- Gungor, G. & Simon, U. (2017). "Energy Consumption, Finance and Growth: The Role of Urbanization and Industrialization in South Africa". International Journal of Energy Economics and Policy **7**(3): 268-276.
- Ho, Ch. Luong, T. Anh & Vo, D. (2021). "Urbanization and the Consumption of Fossil Energy Sources in the Emerging Southeast Asian Countries". Asian Journal of Environment and Urban Planning **12**(1): 90-103. <https://doi.org/10.1177/0975425321990378>.
- Hossain, M. (2011). "Panel Estimation for CO₂ Emissions, Energy Consumption, Economic Growth, Trade Openness and Urbanization of Newly Industrialized Countries". Energy Policy **39**(11): 6991-6999.
- Jedwab, L. & Christiaensen, M. (2017). "Demography, Urbanization and Development: Rural Push, Urban Pull and Urban Push?". J. Urban Econ. **98** (2017): 6-16. 10.1016/j.jue.2015.09.002.
- Kasman, A. & Duman, S. (2015). "CO₂ Emissions, Economic Growth, Energy Consumption, Trade and Urbanization in New EU Member and Candidate Countries: A Panel Data Analysis". Economic Modelling **44**: 97-103.
- Khosravi, H. & Qasemi, R. (2019). "Study of the Impact of Urban Development on Energy Consumption and Environmental Sustainability (Comparative Study of Selected Oil and Non-Oil Countries)". Economic Development Policy **7**: 1-25.
- Lesage, J.P. & Pace, R.K. (2009). *Introduction to Spatial Econometrics*, CRC Press Taylor & Francis Group: Boca Raton, FL, USA.
- Li Hu, J. & Wang, Sh. (2006). "Total-factor Energy Efficiency of Regions in China". Energy Policy **34**: 3206-3217.
- Liddle, B. (2014). "Impact of Population, Age Structure, and Urbanization on Carbon Emissions/Energy Consumption: Evidence from Macro-Level, Cross-Country Analyses". Population and Environment **35**(3): 286-304.
- Liddle, B. (2015). "The Energy, Economic Growth, Urbanization Nexus across Development: Evidence from Heterogeneous Panel Estimates Robust to Cross-Sectional Dependence". Energy J. **34**: 223–244.
- Liu, X. & Peng, D. (2018). "Study on the Threshold Effect of Urbanization on Energy Consumption". Theoretical Economics Letters **8**: 2220-2232. doi: 10.4236/tel.2018.811145.

- Lu Zhou, M. Padhan, H. Gupta, M. & Gozgor, G. (2021). "Effects of Age Dependency and Urbanization on Energy Demand in BRICS: Evidence from the Machine Learning Estimator". Frontiers in Energy Research **9** <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fenrg.2021.749065>. DOI: 10.3389/fenrg.2021.749065.
- Lv, Y. Chen, W. & Cheng, J. (2019). "Direct and Indirect Effects of Urbanization on Energy Intensity in Chinese Cities: A Regional Heterogeneity Analysis". Sustainability: 31-67; doi: 10.3390/su11113167.
- Ma, B. (2015). "Does Urbanization Affect Energy Intensities across Provinces in China? Long-run Elasticities Estimation using Dynamic Panels with Heterogeneous Slopes". Energy Econ **49**: 390-401.
- Mamipour, S. & Rezaei, A. (2018). "Economic Growth and the Development of a Regional Labor Market in the Provinces of Iran: Okun Law in the Spatial Concept". Economic Growth and Development Research **8**: 122-107.
- Navarr, A. & D'Agostino, L. (2020). "The Effect of Urbanization on Subjective Well-being: Explaining Cross-regional Differences". Socio-Econ. Plan. Sci **71** (2020): Article 100824, 10.1016/j.seps.2020.100824.
- Okere, K. I. Ogbulu, O. M. Onuoha, F. C. & Ogbodo, I. (2021). "What Drives Energy Consumption Mix in Nigeria? The Role of Financial Development, Population Age Groups, Urbanization and International Trade: Insight from ARDL Analysis". OPEC Energy Review doi:10.1111/opec.12193.
- Paul, R. & Ehrlich, J. (1971). "Impact of Population Growth". Science is Currently Published by American Association for the Advancement of Science, Science, New Series, **171**(3977): 1212-1217.
- Pilehva, A. (2021). "Spatial-geographical Analysis of Urbanization in Iran". Humanit Soc Sci Commun **863**: 1-12. <https://doi.org/10.1057/s41599-021-00741>.
- Poumanyong, P. & Kaneko, S. (2010). "Does Urbanization Lead to Less Energy Use and Lower CO2 Emissions? A Cross-Country Analysis". Ecol. Econ **70**: 434-444.
- Rezaei, H. & Alizadeh, M. (2017). "Factors Affecting Per Capita Health Expenditure: A Comparison of Spatial Patterns in a Selection of Developing Countries". Applied Theories of Economics **4**: 1-26.
- Sadorsky, P. (2013). "Do Urbanization and Industrialization Affect Energy Intensity in Developing Countries?". Energy Econ **37**: 52-59.
- Sbia, R. Shahbaz, M. & Ozturk, I. (2017). "Economic Growth, Financial Development, Urbanisation and Electricity Consumption Nexus in UAE". Economic Research **30**(1): 527-549.

- Seif Allah, M. & Hamid, R. (2017). "Factors Affecting the Energy Intensity Index of the Provinces of the Country: the Approach of Dynamic Spatial Panel Data". Energy Economics Studies **53**: 103-61.
- Shafieian, S. & Behnameh, M. (2015). "Study of Factors Affecting Energy Consumption in Selected Countries". Third Conference on New Research in Management, Economics and Humanities. pp: 1-12.
- Shahbaz, M. Chaudhary, A. & Ozturk, I. (2017). "Does Urbanization Cause Increasing Energy Demand in Pakistan? Empirical Evidence from STIRPAT Model". Energy **122**: 83-93.
- Shahbaz, M. Nasreen, S. Ling, C. & Sbia, R. (2014). "Causality between Trade Openness and Energy Consumption: What Causes What in High, Middle and Low Income Countries". Energy Policy **70**: 126-143. doi:10.1016/j.enpol.2014.03.029.
- Shaojian, W. & Guangdong, Chuanglin, F. (2018). "Urbanization, Economic Growth, Energy Consumption, and CO₂ Emissions: Empirical Evidence from Countries with Different Income Levels". Renewable and Sustainable Energy Reviews, Elsevier **81**(P2): 2144-2159.
- Sheng, P. & Yaping, H. X. G. (2018). "The Impact of Urbanization on Energy Consumption and Efficiency". Energy & Environment **28**(7): 673-686.
- Solarin, S. Shahbaz, M. & Shahzad, S. (2016). "Revisiting the Electricity Consumption-Economic Growth Nexus in Angola: The Role of Exports, Imports and Urbanization". International Journal of Energy Economics and Policy **6**(3): 501-512.
- Sultans, P. & Mohammadi, S. (2016). "The Effect of Urbanization on Energy Consumption in the Group of Selected Countries". Urban Management Studies **8**: 71-80.
- Topcu, M. & Girgin, S. (2016). "The Impact of Urbanization on Energy Demand in the Middle East". Journal of International and Global Economic Studies **9**(1): 21-28.

Original Research Article

The spatial impact of urbanization on energy consumption in selected OPEC countriesParvaneh Kamali Dehkordi^{1*}Zenab Mombeny²Fereshteh Abdollahi³Abdolkhalegh Ghobeysavi⁴

Received: 06-10-2021

Accepted: 01-01-2022

Introduction: Nowadays, urbanization, which is closely related to economic development and industrialization, has become one of the driving forces of energy demand. The most prominent feature of urbanization is the physical growth of urban areas. This phenomenon has become an important social process in the 21st century, especially in many developing countries such as OPEC. The acceleration of urbanization leads to an increasing contradiction between economic growth and environmental development. The process of urbanization not only involves a large number of rural people moving to cities but also involves economic transformation and improvement of the industrial structure, which inevitably leads to the creation of urban infrastructures with large investments. Thus, it increases energy consumption (Liu and Peng, 2018). Although extensive research has been carried out on the relationship between urbanization and energy consumption, there are few studies about the OPEC countries.

Methodology: Many studies have shown that urbanization can affect energy consumption or energy intensity through several channels. First, urban infrastructure must consume more energy through the expansion of economic activities. This is because urbanization leads to a shift from traditional agriculture with little energy consumption to industrial manufacturing with more consumption. Second, modern buildings need more energy (such as for air conditioners and elevators). Third, in cities, motor vehicles consume a large value of energy (Bloomi and Al-Shari, 2017).

At the same time, new technologies (for example, energy-saving urban buildings, efficient household appliances, district heating systems, and energy-efficient transportation) reduce energy consumption in buildings and transportation in large cities.

In addition, according to Tubler's law of geography, geographical locations are interdependent, and nearby places are more affected than distant places.

¹. Assistant Professor, Department of Economics Payame Noor University

Email: parvanehkamali@gmail.com

². Master of Economic Planning and Development

³. Master of Economic Planning and Development

⁴. Master of Economic Planning and Development

So, according to the econometric literature, ignoring the space dimension in modeling causes errors in estimation and statistical inference (Seif and Hamidi Zari, 2017). In other words, although energy consumption varies among OPEC member countries, they may be spatially dependent due to geographical proximity, socio-economic interactions and common shocks, such as production technology and energy consumption patterns. This study examines the direct and indirect effects of urbanization on energy consumption.

Since spatial interactions are the focus of this research and there are spatial interactions between urbanization and energy consumption, a simple econometric model cannot account for the impacts of spatial factors on energy consumption. Therefore, the research model is taken from the study of Sheng et al. (2018) and business variables, government expenditures and the space panel method are added to it.

Urbanization may also affect energy consumption in suburban areas, which involves potential spatial (or indirect) effects of energy consumption on urban areas. The present study examines the effects of urbanization on energy consumption using random regression of effects on population, wealth and technology (STIRPAT) in a selection of OPEC member countries. In this regard, the space panel model and time series data during the period 1990-2020 have been used. The variables of trade, population, GDP, technology, total energy consumption and urbanization are extracted from the World Bank database.

Results and Discussion: Based on the results of model estimation, the relationship between trade and energy consumption in OPEC member countries is negative and significant. Open trade allows developing economies to import advanced technologies from developed economies. The use of advanced technology reduces energy intensity. This process is called technical effect.

Government spending also has a significant negative impact on energy consumption. Over the past decades, the allocation of energy subsidies has led to its excessive consumption in OPEC member countries. But recently, with increasing government spending and budget deficit problems, governments have adopted contractionary fiscal policies. The elimination of energy carrier subsidies is one of the plans to improve the budget, which has led to higher energy prices and lower demand.

Industrialization has a positive and significant relationship with energy consumption in OPEC member countries. Given the role and importance of energy in the production of various industries, it can be said that energy has a very large share in industrialization. Industrial activities, such as high-tech production, consume more energy than agricultural production.

Conclusion: According to the findings, with the long-term direct effects of industrialization variables, trade and economic growth have positive effects, whereas urbanization and government spending have negative effects on energy consumption. The results of indirect effects indicate the positive impacts of urbanization, trade and government spending and the negative impacts of industrialization and economic growth on energy consumption. The total effects of urbanization, industrialization and trade on energy

consumption are positive, and economic growth and government spending have negative effects on energy consumption. Accordingly, it is suggested for in the OPEC member countries, to consider the effects of the spatial spillover of energy consumption to control it.

Keywords Energy consumption, Urbanization, STIRPAT model, Spatial approach, OPEC member countries.

JEL Classification: P25, Q43, C21.