فصلنامه نظریه‌های کاربردی اقتصاد/ سال هفتم/ شماره ۳/ پاییز ۱۳۹۹/ صفحات ۲۴۰-۲۱۵

شهرنشینی و مصرف انرژی در ایران: کاربردی از مدل STIRPAT

حسن فرازمند

دانشیار اقتصاد دانشگاه شهید چمران اهواز، hfrazmand@scu.ac.ir

ابراهیم انواری

استادیار اقتصاد دانشگاه شهید چمران اهواز، Ebrahiman@gmail.com

بقیت اله موسوی[1]

دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه شهید چمران اهواز، bmousavi2008@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۲/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۹/۲۹

چکیده

این مقاله به بررسی نحوه اثر گذاری شهرنشینی بر تقاضای مصرف انرژی در ایران، با استفاده از مدل STIRPAT و داده های آماری سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۳ می‌پردازد. روش ARDL برای تخمین روابط بلندمدت و کوتاه مدت 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 دارند. اثر مثبت حمل و نقل برمصرف انرژی گویای انرژی بر بودن تکنولوژی به کار رفته در این صنعت است. افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه مصرف انرژی را افزایش داده است. ارتباط بین تکتولوژی 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 ۱۵/۳۹درصد تصحیح می‌شود و حدود ۱ سال و ۲ ماه برای رسیدن به مسیر تعادل بلند مدت طول خواهد کشید. براساس نتایج علیت گرنجری مصرف انرژی علت گرنجری شهرنشینی است.

واژه‌های کلیدی: شهرنشینی، تقاضای انرژی، مدل STIRPAT.

طبقه‌بندی JEL: Q41،O31،R23.

---

[1] نویسنده مسئول مکاتبات

۱- مقدمه

تئوری‌های اقتصادی نشان می‌دهند که شهرنشینی به وسیله رشد اقتصادی و نوگرایی اجتماعی ایجاد می‌شود (مارتینز-زارزوس[1]، ۲۰۰۸). مفهوم شهرنشینی انتقال نیروی کار روستایی از بخش کشاورزی به بخش صنعتی است که منجر به مهاجرت روستاییان به مناطق شهری می‌شود. این تغییر ساختاری از مناطق روستایی به مراکز شهری، مصرف انرژی را به صورت معنادار و در چند کانال متفاوت تحت تاثیر قرار می‌دهد. برای مثال، شهرنشینی مصرف انرژی را به وسیله این موارد افزایش می‌دهد: تقاضا برای مسکن، غذا، تسهیلات عمومی (آب و برق و....) حمل و نقل در مناطق شهری، وسایل الکتریکی بیشتر، افزایش تقاضا برای استفاده از جاده‌ها، جهانی شدن وغیره (پویمانی ونگ و کانئوکو[2]، ۲۰۱۰). در دهه‌های اخیر شهرنشینی به سرعت افزایش یافته است. جمعیت شهرنشین جهان ۱/۵۲ هزار میلیون در ۷۵-۱۹۷۴ بوده است و با افزایشی پیوسته به ۳/۲۹ هزار میلیون در سال ۲۰۰۷-۲۰۰۶ رسیده است و طبق پیش‌بینی در ۲۰۵۰ دو برابر می‌شود (اقتصاد جهان و بررسی‌های اجتماعی، ۲۰۱۳). این سرعت افزایش شهرنشینی فشار بیشتری روی زیربناهای موجود شهری ایجاد می‌کند. زیرا، ساکنین شهر مقدار بیشتری از منابع مصرف می‌کنند و فشار به اکوسیستم ضعیف را افزایش می‌دهند. این زیربناها عبارتنداز: مسکن، بهداشت، آموزش، نیرو، حمل و نقل و سایر تسهیلات عمومی. (شهباز و همکاران[3]، ۲۰۱۷). آژانس بین‌المللی انرژی گزارش داده است که ساکنین شهرهای بزرگ مسئول ۶۷/۷۷ درصد از انرژی مصرف شده جهان‌اند (آژانس بین المللی انرژی (IEA)، ۲۰۱۷). این نشان دهنده اثر افزایش شهرنشینی روی مصرف انرژی است. جمعیت ایران حدود ۲۹ میلیون در سال ۱۹۷۱ تخمین زده شده است و جمعیت شهری آن حدود ۴۲ درصد و تراکم جمعیت حدود ۱۷ نفر به ازای هرکیلومتر بوده است. بین ۱۹۷۱ تا ۲۰۱۴ جمعیت به حدود ۷۸ میلیون نفر افزایش یافته است. این در حالی است که جمعیت شهری به حدود ۷۲ درصد افزایش یافته و تراکم جمعیت حدود ۴۸ نفر بر کیلومتر بوده است (بانک جهانی، شاخص های توسعه

---

[1] Martínez-Zarzoso
[2] Poumanyvong and Kaneko
[3] Shahbaz et al.

جهانی (۲۰۱۷). بنابراین، جمعیت شهری در ایران از ۴۲ درصد سال ۱۹۷۱ به ۷۲ درصد در سال ۲۰۱۴ رسیده است که معادل رشد ۷۱/۴درصد در جمعیت شهری است. این افزایش در شهرنشینی بر سهم بخش مدرن (یعنی اثرات متقابل بین بخش‌های خدمات و صنعت) اثر می‌گذارد و به دلیل افزایش حمل و نقل عمومی تقاضا برای کارکنان را نیز افزایش می‌دهد (شهباز و همکاران، ۲۰۱۷). استفاده از جاده ها برای حمل و نقل مسافر در سال ۱۹۹۶ حدود ۲۴۹ میلیون نفر و برای سال ۲۰۱۴ حدود ۲۷۷ میلیون نفر بوده است (سالنامه آماری مرکز آمار ایران، ۱۳۹۳) که نشان دهنده افزایش ۱۲ درصدی استفاده از حمل و نقل در ایران است. بنابراین در این مقاله این پرسش بررسی می شود که تاثیر سرعت شهر نشینی، رشد اقتصادی، رشد تکنولوژی و رشد حمل و نقل بر تقاضای انرژی در ایران چیست؟ این پرسش با استفاده از مدل STIRPAT[1] و داده های فصلی سال های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۳ مورد بررسی قرار می‌گیرد. این مدل برای بررسی مسائل اکولوژیکی، انتشار آلودگی و مصرف انرژی در موراد متعدد و در سطح وسیعی برای درک روابط پیچیده بین سیستم‌های اجتماعی انسان و محیط غیرانسانی به کار رفته است. ضرایب به دست آمده از این مدل را می توان به عنوان کشش‌های اکولوژیکی تفسیر کرد که نشان می‌دهد به ازای یک درصد تغییر در متغیر مستقل، متغیر وابسته (شهرنشینی) چند درصد تغییر می کند. همچنین، تکنولوژی که تابعی از عوامل زیادی است، را با روش هایی به عنوان یک متغیر مستقل در مدل وارد می‌کند. این درحالی است که در بسیاری از مدل‌های موجود، تکنولوژی به عنوان باقیمانده[2] لحاظ می‌شود (مک گی و همکاران، ۲۰۱۵). لازم به ذکر است این مقاله در مقایسه با مطالعات داخلی انجام شده دارای نکاتی است. در این مقاله از روش‌شناسی جدید (مدل STIRPAT) برای مدلسازی استفاده شده است . روش تخمین و متغیرهای مورد استفاده متناسب با روش‌شناسی این مطالعه به روز رسانی شده است. از دیگر نکات این مطالعه نسبت به مطالعات مشابه، دوره زمانی متفاوت و استفاده از آخرین داده‌های موجود می‌باشد که می‌تواند در دستیابی به نتایج دقیق‌تر موثر باشد. از لحاظ ادبیات

[1] Stochastic Impact by Regression on Population, Affluence and Technology
2 Residual

موضوع، پیشینه جامع این تحقیق که روند تکاملی کشف ارتباط بین شهرنشینی و مصرف انرژی را توضیح می‌دهد، می‌تواند برای محققین مثمر ثمر باشد.

در ادامه، مروری بر مبانی نظری تقاضای انرژی با تاکید بر نقش شهرنشینی، بخش دوم مقاله را تشکیل می‌دهد که ابتدا به تفسیر ارتباط بین شهرنشینی و تقاضای انرژی می‌پردازد و سپس توضیحی مختصر از مدل‌های تقاضای انرژی ارائه می‌دهد. . در بخش سوم، پیشینه تحقیق با هدف بیان تاریخچه تکاملی نقش شهرنشینی در مصرف انرژی ارائه شده است. مدل تحقیق و روش برآورد عنوان بخش چهارم است که در واقع روش‌شناسی خاص این مقاله را توضیح می‌دهد. داده‌ها و نتایج تجربی، بر مبنای روش‌شناسی ارائه شده بخش پنجم و نتیجه‌گیری به همراه پیشنهادهای سیاستی بخش ششم این مطالعه را تشکیل می‌دهند.

۲- مبانی نظری

در جهان امروزی انرژی از عوامل مهم رشد و توسعه اقتصادی است. به دلیل اهمیت نقش آن در هزینه‌های تولیدی و خدماتی و همچنین مسائل زیست محیطی به بهبود وضعیت مصرف و کارایی هر چه بیشتر در استفاده از آن توجه زیادی می‌شود (خیابانی[1]، ۱۳۸۷). شهرنشینی از طریق تغییر در ساختار اقتصادی بر تقاضای مصرف انرژی تأثیرگذار است. این اثرگذاری از طریق ساز و کار اثر درآمدی، تغییر در کشاورزی و نیاز به زیرساختها صورت می‌گیرد و در طول زمان، سبب انتقال منحنی تقاضا می‌گردد (جونز[2]، ۲۰۰۴). در واقع شهرنشینی به عنوان یکی از شاخص‌های مهم توسعه اقتصادی، که موجب تغییرات ساختاری در اقتصاد می‌شود، پیام‌های مهمی را در زمینه مصرف انرژی به همراه دارد. شهرنشینی موجب متمرکز شدن جمعیت و فعالیت‌های اقتصادی می‌شود که شامل انتقال نیروی کار از بخش کشاورزی به بخش صنعت و خدمات، انتقال از صنعتی به صنعت دیگر، انتقال از بخش مواد اولیه با شدت انرژی پایین به بخش فلزات و تولیدات شیمیایی با شدت انرژی بالا می باشد. از سوی دیگر، رشد فعالیت‌های صنعتی و شهری با انتقال نیروی کار از بخش کشاورزی، به بخش صنعتی همراه است. این امر کاهش نسبت تولیدکنندگان محصولات کشاورزی به مصرف کنندگان آن را به

[1] Khiabani (2009)
[2] Jones

دنبال دارد که موجب می‌گردد واردات مواد غذایی در اولویت برنامه‌ها قرار می‌گیرند. جایگزینی واردات مواد غذایی با بهبود فناوری‌های کشاورزی امکان‌پذیر است. این تغییرات فنی در زمینه کشاورزی سبب می‌شود کشاورزان، مزارع را رها کرده و به فعالیت‌های شهری روی آورند. این تغییرات، افزایش مستقیم و غیرمستقیم مصرف انرژی از طریق تجهیزات مکانیزه و استفاده فراوان از کودهای شیمیای را دنبال دارد (جونز، ۱۹۸۹). به دلیل اهمیت شهرنشینی در توسعه اقتصادی روابط بین شهرنشینی و مصرف انرژی یا انتشار دی اکسید کربن ناشی از مصرف انرژی، به صورت گسترده با استفاده از داده‌های مقطعی، سری زمانی و یا داده‌های تابلویی بررسی شده است (جینگ-لی فان و همکاران[1]، ۲۰۱۷). البته لازم به ذکر است که نقش شهرنشینی در تقاضای انرژی در مطالعات تجربی در نقاط مختلف دنیا یکسان نبوده است. به طوری که برخی رابطه U شکلی را برای ارتباط بین شهرنشینی و تقاضای انرژی کشف نموده‌اند و در ارتباط با سطح توسعه یافتگی کشورهاست (کولی و نیومایر[2]، ۲۰۰۴). برخی از مطالعات انجام شده در سطح بین المللی، نشان می‌دهند در اقتصادهای در حال توسعه شهرنشینی تقاضای انرژی را کاهش می‌دهد. زیرا تقاضای انرژی از سوخت‌های انرژی ناکارا و سنتی به سوخت‌های انرژی کارا و مدرن تغییر می‌کند و اثر مثبت شهرنشینی روی مصرف انرژی در کشورهای با درآمد بالا بزرگتر از کشورهای با درآمد متوسط است (پویمانی ونگ و کانئوکو[3]، ۲۰۱۰). مطالعاتی نیز وجود دارد که عکس این نتیجه را نشان می‌دهد و رابطه U شکل معکوسی را بین شهرنشینی و مصرف انرژی نشان می‌دهند. به طوری که افزایش شهرنشینی تا سطح خاصی منجر به افزایش مصرف انرژی می‌شود و با افزایش سطح شهرنشینی از این نقطه خاص به بعد، مصرف انرژی کاهش می‌یابد (دون و همکاران[4]، ۲۰۰۸). در واقع نتیجه بسیاری از مطالعات نشان

[1] Jing-Li Fan et al.
[2] Cole & Neumayer
[3] Poumanyvong & Kaneko
[4] Duan et al.

می‌دهد که شهرنشینی منجر به تغییرات ساختاری در اقتصاد می‌شود که می‌تواند بر مصرف انرژی اثر مثبت یا منفی داشته باشد.

علاوه بر تاثیر متغیرهای مختلف بر مصرف یا تقاضای انرژی (که در این مطالعه تاکید بر متغیر شهرنشینی است)، مدل‌های مورد استفاده محققین برای بررسی ارتباط بین مصرف انرژی و متغیرهای مختلف نیز متنوع است. یک تقسیم بندی کلی و جامع از مدل‌های تقاضای انرژی در دسترس نیست. این مدل‌ها را می‌توان با در نظر گرفتن معیارهایی از قبیل اهداف، فروض، درجه توجه به تغییرات فناوری، درجه درونزایی و دامنه توصیف اجزاء بخش‌های غیر انرژی اقتصاد تقسیم‌بندی نمود. روش‌های فنی-اقتصادی، اقتصاد سنجی، اقتصاد کلان، تحلیل روند، تعادل اقتصادی، کلان‌سنجی و صفحه گسترده عمده‌ترین روش‌های بررسی تقاضای انرژی هستند. مدل‌های مورد استفاده در پیش‌بینی و تخمین تقاضای انرژی در یک تقسیم‌بندی کلی به دو دسته ساختاری و غیر ساختاری تقسیم می‌شوند. مدل‌های ساختاری با تکیه بر تئوری‌های اقتصادی و با توجه به روابط تئوریک بین متغیرهای وابسته با متغیرهای توضیحی یا کنترل طراحی می‌شوند. مدل‌های غیرساختاری با توجه به رابطه علیت بین متغیرهای کلان اقتصادی بنا نهاده شده‌اند. کاربرد این مدل‌ها بیشتر در مواقعی است که نظریه اقتصادی خاصی برای بهره‌گیری از مدل‌های ساختاری وجود نداشته باشد (سهیلی[1]، ۱۳۸۷). همان طور که از مطالب بیان شده در بخش اول مبانی نظری پیداست، ارتباط بین شهرنشینی و مصرف انرژی را نمی‌توان به عنوان یک نظریه اقتصادی خاص مطرح کرد. بنابراین بررسی ارتباط بین مصرف انرژی و شهرنشینی را می‌توان در دسته مدل‌های غیرساختاری قرار داد.

۳- پیشینه تحقیق

به عنوان یکی از اولین مقالات در این مورد، جونز[2] (۱۹۸۹) نشان داد که شهرنشینی تقاضای انرژی را افزایش می‌دهد. در مناطق شهری، افزایش در حمل و نقل خصوصی همراه با افزایش در درآمد سرانه، تقاضای انرژی را افزایش می‌دهند. سپس، مطالعات زیادی در کشورهای مختلف به بررسی ارتباط بین شهرنشینی و مصرف انرژی پرداختند.

[1] Sohili (2009)
[2] Jones

دال و اردوگان[1] (۱۹۹۴) روابط بین جمعیت شهری و مصرف انرژی را آزمون کردند. آنها گزارش دادند که افزایش در شهر نشینی پیوند مثبت با صنعتی شدن دارد که مصرف نفت را افزایش می‌دهد. بارنی[2] (۱۹۹۵) گزارش می‌دهد که ویژگی‌های اقتصادی و اجتماعی بر مصرف انرژی اثر گذارند. او متوجه شد که شهرنشینی تقاضای انرژی را افزایش می‌دهد ولی میان کشورهای مختلف با ثابت نگه داشتن درآمد سرانه و صنعتی شدن، متفاوت است. تودا و یاماموتو[3] (۱۹۹۵) روش علیت گرنجری را برای بررسی اثر شهرنشینی بر مصرف زغال سنگ درطی دوره ۲۰۰۹-۱۹۷۱ بررسی کردند. نتایج تجربی آن‌ها علیت یک سویه از شهرنشینی به مصرف الکتریسیته و مصرف زغال سنگ را نشان داد. دولادو و لوتکیپو[4] (۱۹۹۶) از داده‌های ۸۵ کشور با درآمد بالا، متوسط و کم درآمد استفاده کردند. شواهد تجربی آنها روی هم رفته نشان داد که شهرنشینی و مصرف انرژی از هم مستقل‌اند. ایمی[5] (۱۹۹۷) در مطالعه‌ای نشان داد که جمعیت و شهرنشینی اثر مثبت بر مصرف انرژی دارند ولی تحلیل‌های علیت نشان داد که شهرنشینی علت جمعیت و مصرف انرژی است. بعدها، کولی و نیومایر (۲۰۰۴) گزارش داده‌اند که شهرنشینی با تقاضای انرژی پیوند دارد، دلیل آن نیز افزایش تقاضای مسکن، تسهیلات عمومی، حمل و نقل دولتی، تمرکز شهری و تحریک فعالیت‌های اقتصادی در بخش‌های صنعت و خدمات است. آنها فهمیدند که رابطه U شکل بین شهرنشینی و مصرف انرژی وجود دارد و اندازه خانوارهای کوچک تقاضای انرژی را بیشتر افزایش می‌دهد. کلنی و کال[6] (۲۰۰۵) نشان دادند که شهرنشینی فشار بر بخش کشاورزی را جهت تولید غذای بیشتر افزایش می‌دهد و در نتیجه استفاده از زمین و به همان شدت تقاضای انرژی بخش کشاورزی افزایش یافته است. دون و همکاران (۲۰۰۸) داده‌های ۴۵ کشور را برای بررسی اثرشهرنشینی بر مصرف انرژی به وسیله به کارگیری مدل ECUGA[7] مورد

[1] Dhal & Erdogan
[2] Burney
[3] Toda & Yamamoto
[4] Dolado & Lütkepohl
[5] Imai
[6] Kalnay & Cal
[7] Energy Consumption Unit Geometric Average

آزمون قرار دادند. آن‌ها یک رابطه U شکل معکوس بین شهرنشینی و مصرف انـرژی بـه دست آوردند. میشل و همکاران[1] (۲۰۰۹) وابستگی بین شهرنشینی و مصرف انرژی را به وسیله جا دادن رشد اقتصادی در تابع تقاضای انرژی کشورهای ایسـلند شـمالی بررسـی کردند. مطالعه آنها نشان داد که شهرنشینی منجـر بـه تمرکـز قابـل توجـه جمعیـت در فعالیت‌های اقتصادی مولد می‌شـود و بنـابراین تقاضـای انـرژی افـزایش می‌یابـد. لـوی[2] (۲۰۰۹) روابط بین رشد جمعیت، شهرنشینی و مصرف انرژی را بـرای اقتصـاد چـین بـا استفاده از مدل ARDL و مدل تجزیـه عوامـل بررسـی کـرد. تحلیل‌هـای علیـت نشـان می‌دهد که رشد اقتصادی و جمعیت اثر خنثی بر مصرف انرژی دارند ولـی مصـرف کـل انرژی به علت شهرنشینی است. پویمانی ونگ و کانئوکو (۲۰۱۰) روابط بین شهرنشینی و تقاضای انرژی را با ورود متغیرهای دیگر مانند رشد اقتصادی، توسـعه صـنعتی و رشـد جمعیت در تابع تقاضای انرژی مشاهده کردند. نتایج آنها ادعـای رابطـه U شـکل بـودن مصرف انرژی و شهرنشینی را تایید می‌کند. مادلنر و سانک[3] (۲۰۱۱) اثـر شهرنشـینی و ساختار شهری را بر مصرف انرژی با استفاده از داده‌های ۱۰۰ اقتصاد توسـعه یافتـه و در حال توسعه آزمون کرده‌اند. آنها تشخیص دادند که شهرنشـینی بـر تقاضـای انـرژی بـه وسـیله تغییـرات سـاختار شـهری اثرگـذار اسـت. شـهباز و لـین[4] (۲۰۱۲) روابـط بـین شهرنشینی و مصرف انرژی را با ورود توسعه مـالی و صـنعتی شـدن در تقاضـای انـرژی بررسی کردند. آنها متوجه شدند که توسعه مالی، صنعتی شدن و شهرنشینی اثـر مثبـت بر مصرف انرژی در تونس دارنـد. مـا و دی[5] (۲۰۱۲) روابـط بـین شهرنشـینی، صـنعتی شـدن، قیمت‌هـای انـرژی و مصـرف انـرژی را بـا اسـتفاده از داده‌هـای اقتصـاد چـین بررسی‌کردند. آنها فهمیدندکه صنعتی شدن منجر به شهرنشینی و شهرنشینی اثر مثبت روی تقاضای انرژی دارد زیرا تراکم شهری افزایش می‌یابـد. ژانـگ و لـین[6] (۲۰۱۲) اثـر شهرنشینی بر مصرف انرژی را با داده‌های منطقه‌ای، استانی و ملی به وسیله به کارگیری مدل STIRPAT برای کشور چین تحلیـل کردنـد. شـواهد تجربـی آنهـا نشـان داد کـه

[1] Mishra et al.
[2] Lui
[3] Madlener & Sunk
[4] Shahbaz & Lean
[5] Ma & Du
[6] Zhang & Lin

شهرنشینی اثر مثبت روی مصرف انرژی دارد ولی در میان مناطق متفاوت است. پویمانی ونگ و همکاران[1] (۲۰۱۲) اثر شهرنشینی را روی حمل و نقل ملی و انرژی مصرف شده جاده‌ای با استفاده از داده‌های کشورهای در حال توسعه با درآمد متوسط و با درآمد بالا، بررسی کردند. نتایج نشان می‌دهد که شهرنشینی تقاضای بیشتر برای حمل و نقل را افزایش می‌دهد و در نتیجه تقاضای انرژی در کشورهای با درآمد بالا نسبت به کشورهای کم درآمد افزایش می‌یابد. اُ نیل و همکاران[2] (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای مدل IPETS[3] را به منظور بررسی اثر شهرنشینی بر انرژی استفاده شده در چین و هند به کاربردند. مطالعه آن‌ها نشان می‌دهدکه شهرنشینی بر انرژی مورد استفاده اثرگذار است. شیا و هوی[4] (۲۰۱۲) مشخص کردند که شهرنشینی گرایش به افزایش مهاجرت نیروی کار از روستا به شهر را به دلیل صنعتی شدن چین دارد. ایسلام و همکاران[5] (۲۰۱۳) فهمیدند که جمعیت پیوند مثبت با تقاضای انرژی دارد ولی رابطه علیت دو سویه بین جمعیت و مصرف انرژی در مورد مالزی به دست آمده است. لیدلی و لونگ[6] (۲۰۱۳) داده‌های ۱۰۵کشور را استفاده کردند و هدفشان آزمون جهت علیت بین شهرنشینی و انرژی الکتریکی بود و از روش پانل آزمون علیت گرنجری استفاده کردند. آنها یک رابطه علیت یک طرفه از مصرف الکتریسیته به سوی شهرنشینی، را به دست آوردند. سادوراسکای[7] (۲۰۱۳) داده‌های ۷۵ کشور در حال توسعه را برای آزمون اثر شهرنشینی بر شدت انرژی با استفاده از به کارگیری مدل MGE[8] جمع‌آوری کرد. او نشان داد که اثر درآمدی بر شدت انرژی منفی است. به علاوه صنعتی شدن شدت انرژی را افزایش می‌دهد و اثر شهرنشینی روی شدت انرژی در مناطق مختلف متفاوت است.

[1] Poumanyvong et al.
[2] O'Neill et al.
[3] Integrated Population, Economy, Technology, Science
[4] Xia & Hu
[5] Islam et al
[6] Lidlle & Lung
[7] Sadorsky
[8] Mean Group Estimator

ونگ و همکاران[1] (۲۰۱۳) اثر عوامل جمعیت، سطح اقتصادی، سطح تکنولوژی، سطح شهرنشینی، سطح صنعتی شدن، سطح خدمات، ساختار، مصرف انرژی و درجه تجارت خارجی را بر انتشار Co_2 مرتبط با انرژی در ایالات گانگدونگ[2] چین از ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۰ با استفاده از یک مدل STIRPAT توسعه یافته آزمون کردند. نتیجه تجربی نشان می‌دهد که عواملی مانند جمعیت، سطح شهرنشینی، تولید ناخالص داخلی سرانه، سطح صنعتی شدن و سطح خدمات می‌توانند علت افزایش Co_2 باشند. برنت[3] (۲۰۱۳) معتقد است که شهرنشینی با صنعتی شدن، پیشرفت تکنولوژی، جهانی شدن و مهاجرت ارتباط دارد. همه این عوامل تقاضای انرژی را افزایش می‌دهند. همچنین عرضه منابع یعنی سیمان، فولاد، آلومینیوم، زغال سنگ و تقاضای چوب فرایند شهرنشینی را افزایش می‌دهند و در نتیجه تقاضای انرژی افزایش می‌یابد. ونگ[4] (۲۰۱۴) اثر شهرنشینی را روی مصرف انرژی مسکونی و تولید انرژی در مورد چین آزمون کرده است. نتایج نشان می‌دهد شهرنشینی، صنعتی شدن را تقویت می‌کند و رشد اقتصادی را توسعه می‌دهد، در نتیجه تقاضای انرژی افزایش می‌یابد. شهباز و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای به بررسی ارتباط بین شهرنشینی و مصرف انرژی در کشور پاکستان پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که شهرنشینی باعث افزایش مصرف انرژی می‌شود و رشد اقتصادی تقاضای انرژی را افزایش می‌دهد. تحلیل علیت نشان می‌دهد که علیت یک طرفه‌ای از شهرنشینی به مصرف انرژی وجود دارد.

در ایران نیز مطالعاتی در این زمینه صورت گرفته است. موارد زیر از این جمله‌اند:

ابراهیمی و آل مراد[5] (۱۳۸۸) رابطه بین شهرنشینی و مصرف انرژی را طی بازه زمانی ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۶ برای کشورهای عضو گروه D ۸ بررسی کردند. نتایج نشان داد که شهرنشینی، صنعتی شدن، درآمد ملی و توسعه بازارهای مالی اثر مثبت بر مصرف انرژی دارند و تورم اثر منفی بر مصرف انرژی دارد. عیسی زاده و مهرانفر[6] (۱۳۹۱) ارتباط میان مصرف انرژی و سطح شهرنشینی طی سال‌های ۱۳۵۲ تا ۱۳۸۵ را بررسی کردند. نتایج

[1] Wang et al
[2] Guangdong
[3] Brant
[4] Wang
[5] Ebrahimi and Alemorad (2010)
[6] Eisazadeh & Mehranfar (2013)

نشان می‌دهد در کوتاه مدت یک رابطه یک سو از مصرف انرژی به شهرنشینی وجود دارد. این رابطه در بلندمدت دو سویه است. قنبری و همکاران[1] (۱۳۹۱) رابطه بین مصرف انرژی و شهرنشینی را طی سال‌های ۱۳۵۰ تا ۱۳۸۷ بررسی کردند. نتایج گویای روابط بلندمدت و کوتاه مدت مثبت بین مصرف انرژی و شهرنشینی است. اله وردی و پورحاتمی[2] (۲۰۱۶) اثر شهرنشینی و صنعتی شدن را بر شدت مصرف انرژی در ایران بررسی کردند. نتایج نشان می‌دهد که شاخص شهرنشینی، صنعتی شدن و درآمد سرانه بر شدت مصرف انرژی در کوتاه مدت و بلندمدت تاثیر مثبت و معناداری دارند. سلاطین و محمدی[3] (۱۳۹۵) تاثیر شهرنشینی بر مصرف انرژی را در گروه کشورهای منتخب مطالعه کردند. نتایج حاصل از برآورد مدل به روش اثرات ثابت و گشتاور تعمیم یافته درگروه کشورهای منتخب در دوره زمانی۲۰۱۲-۲۰۰۰ نشان می‌دهد شهرنشینی تاثیر مثبت و معناداری بر میزان مصرف انرژی درگروه کشورهای منتخب دارد.

۴- مدل تحقیق و روش برآورد

این که رشد اقتصادی منجر به شهرنشینی و نوگرایی اجتماعی می‌شود یک حقیقت محرز است (مارتینز-زارزوس[4]، ۲۰۰۸). شهرنشینی نیز تعدیل جمعیت روستایی به جمعیت شهری است: یعنی تبدیل مناطق روستایی به شهری (پویمانی ونگ و همکاران، ۲۰۱۰). انتظار می‌رود شهرنشینی منجر به صنعتی شدن شود و مصرف انرژی را افزایش دهد (جونز، ۱۹۸۹). شهرنشینی استفاده از جاده‌ها را به دلیل فعالیت‌های صنعتی افزایش می‌دهد (لیدلی[5]، ۲۰۰۴). بخش کشاورزی جهت تولید خوراک بیشتر برای جمعیت شهر و روستا تحت فشار قرار می‌گیرد (کلنی و کال، ۲۰۰۵). از این رو، تجارت افزایش یافته، ساختار شهری تغییر کرده و توسعه مالی جهت افزایش فعالیت سرمایه‌گذاری و صنعتی شدن تحریک می‌شود. به دنبال آن، تقاضا برای مواد اولیه افزایش یافته و مهاجرت نیروی کار از روستا به شهر افزایش می‌یابد و فعالیت اقتصادی

[1] Ghanbari et al. (2013)
[2] Alahverdi & Pourhatami
[3] Salatin & Mohammadi (2017)
[4] Martínez-Zarzoso
[5] Liddle

گسترش خواهد یافت (سادوراسکای، ۲۰۱۳). این عوامل شهرنشینی را گسترش و بر مصرف انرژی نیز اثر گذارند. معرفی این فرآیند ما را برای به کارگیری مدل IPAT[1] راهنمایی می‌کند. زیرا این مدل منطبق بر مصرف انرژی است و متغیرهایی که در مطلب فوق اشاره شد را مورد استفاده قرار می دهد هر چند تاکید آن بر جمعیت و تکنولوژی است، ولی محدودیت‌هایی دارد. با تعدیل مدل IPAT، و استفاده از مدل STIRPAT برخی عوامل مؤثر در شهرنشینی و مصرف انرژی مانند حمل و نقل نیز به مدل اضافه می‌شود. بر این اساس، مدل عمومی STIRPAT به شرح ذیل ارایه می‌شود (شهباز و همکاران، ۲۰۱۷):

$$EC_t = aP_t^b A_t^c TEC_t^d \varepsilon_t \quad (۱)$$

که در آن؛ EC_t مصرف انرژی، P_t جمعیت، A_t ثروت، TEC_t تکنولوژی و ε جمله خطا است. با لگاریتم گیری از مدل عمومی، جایگزینی جمعیت شهرنشین به جای کل جمعیت و اضافه کردن متغیر حمل و نقل مسافر، مدلی که باید در این مطالعه تخمین زده شود به دست می‌آید:

$$LnEc_t = j_0 + j_1 LnU_t + j_2 LnU_t^2 + j_3 LnA_t + j_4 LnTEC_t + j_5 LnTP + \varepsilon_t \quad (۲)$$

$LnEC_t$: لگاریتم طبیعی مصرف انرژی سرانه (معادل کیلوگرم نفت خام)، LnU_t: لگاریتم طبیعی جمعیت شهرنشین سرانه (در واقع جمعیت شهرنشینی به کل جمعیت تقسیم شده است و از حاصل آن لگاریتم گرفته شده است. این شاخص نشان می دهد که طی دوره مطالعاتی چه نسبتی از کل جمعیت کشور را شهرنشینان تشکیل می‌دهند.)، LnA_t: لگاریتم طبیعی ثروت که GDP سرانه به عنوان شاخص آن می‌باشد، $LnTEC_t$: لگاریتم طبیعی تکنولوژی سرانه (که به وسیله نسبت ارزش افزوده بخش‌های خدمات و صنعت نمایش داده می‌شود) ، $LnTP_t$: لگاریتم طبیعی حمل و نقل مسافر و ε_t: جمله خطا است. این مدل با استفاده از روش ARDL برای کوتاه مدت و بلندمدت تخمین زده می‌شود و با استفاده از روش علیت گرنجری VECM رابطه علی بین متغیرها بررسی می‌شود.

[1] Integrated Population, Affluence & Technology

برای داده‌های شهرنشینی، جمعیت، ارزش افزوده صنعت و ارزش افزوده خدمات و مصرف انرژی از شاخص‌های WDI[1] استفاده شده است. داده‌های مربوط به GDP و حمل و نقل مسافر از بانک مرکزی ایران جمع آوری شده است. دوره زمانی با توجه به داده های در دسترس، سال های ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۳ می‌باشد. در ادامه روش های ARDL و علیت گرنجری VECM به اختصار توضیح داده می‌شوند.

۴-۱- روش ARDL

وقتی مرتبه منحصر به فرد از همگرایی متغیرها مشخص است، می‌توان روش همجمعی حداکثر راست نمایی جوهانسون- جوسیلیوس را برای آزمون هم جمعی بین متغیرها استفاده کرد. این تکنیک هم جمعی بر پایه تک معادله، روابط بلند مدت بین متغیرها را به وسیله ارائه نمایش چند بردار در مدل ارائه می‌کند (جوهانسن و جوسلیوس[2]، ۱۹۹۰). کاربرد تجربی برای بررسی هم جمعی بین متغیرها با روش جوهانسون- جوسیلیوس، در صورتی که مرتبه همگرایی متغیرها با یکدیگر متفاوت باشد، صحیح نیست (پسران و همکاران[3]، ۲۰۰۱). تخمین مدل به روش ARDL برای همجمعی وقتی که نمونه کوچک است، از روش‌های مرسوم همجمعی بهتر است و روابط بلند مدت را به خوبی روابط کوتاه مدت ارائه می‌کند (لورنسون و چای[4]، ۲۰۰۳). این روش یک فرایند دو مرحله‌ای است. ابتدا طول وقفه مناسب متغیرها به وسیله روش VAR نامقید تعیین می‌شود. در این مطالعه از معیار آکائیک (AIC) برای انتخاب اندازه وقفه مناسب استفاده شده است، زیرا این معیار قدرت توضیح دهندگی بالایی دارد.

۴-۲- روش علیت گرنجری بر مبنای VECM

---

[1]. Word Development Indicator
[2] Johansen & Juselies
[3] Pesaran et al.
[4] Laurenceson & Chai

مرحله بعد تعیین جهت رابطه علی بعد از تصدیق همجمعی بین متغیرها است. اگر متغیرها همجمع باشند و مرتبه مانایی متغیرها I(1) است، حداقل یک علیت یک طرفه باید وجود داشته باشد. حضور همجمعی بین سری‌ها ما را برای تعیین روابطی علّی کوتاه‌مدت به خوبی روابط علّی بلندمدت، هدایت می‌کند (گرنجر[1]، ۱۹۶۹). مفهوم علیت گرنجر آشکار می‌کند که علیت گرنجر از X به Y فقط زمانی است که تغییر در Y به وسیله ارزش‌های گذشته X پیش‌بینی شده باشد و به طور مشابه Y علت گرنجری X است. اگر و فقط اگر ارزش‌های گذشته Y انحرافات X را پیش‌بینی کند. گرنجر پیشنهاد می‌کند اگر متغیرها در I(1) مانا هستند، VECM به کار برده شود (گرنجر، ۱۹۶۹). معادله تجربی علیت گرنجری VECM به صورت زیر مدل سازی شده است:

$$(1-L)\begin{bmatrix} LnX_t \\ LnY_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \varphi_1 \\ \varphi_2 \end{bmatrix} + \sum_{i=1}^{p}(1-L)\begin{bmatrix} a_{1\,1i} & a_{2\,1i} \\ b_{2\,1i} & b_{2\,2i} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \theta \\ \chi \end{bmatrix} ECM_{t-1} + \begin{bmatrix} \eta_{1t} \\ \eta_{2t} \end{bmatrix} \quad (۳)$$

عملگر تفاضلی به وسیله (1-L) نشان داده شده است، وقفه جمله تصحیح خطا یعنی ECM_{t-1} با استفاده از OLS ایجاد شده است و η_{1t} و η_{2t} جملات خطا هستند که فرض شده است به صورت نرمال با میانگین صفر و واریانس ثابت توزیع شده‌اند. وجود علیت بلند مدت به وسیله معناداری آماره t محاسباتی مربوط به ECM_{t-1} تایید می‌شود. معناداری آماری اولین تفاضل سری‌ها، ماهیت روابط علی کوتاه‌مدت را تصدیق می‌کند (گرنجر، ۱۹۶۹).

۵- داده ها و نتایج تجربی

نتایج پایایی متغیرهای مدل در جدول (۱) آمده است. نتایج نشان می‌دهد که مصرف انرژی، رشد اقتصادی، تکنولوژی و حمل و نقل در سطح با عرض از مبدا و روند مانا نیستند. این متغیرها در I(1) مانا هستند که توسط هر دو آزمون ADF و PP این نتیجه تایید شده است. نتایج ارائه شده به وسیله آزمون ریشه واحد NP نیز در جدول (۱) نشان داده شده است. این آزمون نیز نشان می‌دهد که همه متغیرها در I(1) مانا هستند.

[1] Granger

جدول (۱): آزمون پایایی متغیرها

متغیر	آزمون دیکی فولر تعمیم یافته (ADF)		آزمون فیلیپس- پرون (PP)		آزمون NP	
	آماره t	P-Value	آماره t	P-Value	آماره t	P-Value
Ln EC_t	-۰/۵۳۳۷۹۹	۰/۵۹۵۶	-۱/۸۶۶۶۵۴	۰/۳۴۶۱	-۳/۲۱۲۶۵	۰/۵۵۹۷
Ln U_t	-۲/۰۹۴۱۴۹	۰/۰۳۹۸**	-۲۲/۷۴۲۸۶	۰/۰۰۰۱***	-۶/۳۵۲۴۸	۰/۰۱
Ln Y_t	-۰/۹۶۵۰۱۴	۰/۳۳۷۸	-۰/۸۳۹۲۱۴	۰/۸۰۱۸	-۲/۹۴۹۰۱۸	۰/۷۱۳۴
Ln TEC_t	۱/۰۹۶۶۴۶	۰/۲۷۷۴	-۰/۳۸۸۸۰۰	۰/۹۰۵۰	-۱/۸۱۴۰۷۸	۰/۹۹
Ln TP_t	-۱/۲۹۷۱۷۷	۰/۱۹۹۳	-۰/۶۰۳۸۲۶	۰/۸۶۲۷	-۲/۰۲۳۹۸۰	۰/۹۸۱۲
ΔLn EC_t	۷/۶۸۱۲۵۸	۰/۰۰۰۰***	-۵/۱۱۹۰۹۸	۰/۰۰۰۱***	-۴/۴۳۰۱۴۲	۰/۰۵۲۰
ΔLn U_t	۱۵/۶۵۸۲۴	۰/۰۰۰۰***	-۱/۲۲۲۷۹۵	۰/۶۶۰۶	-۵/۹۲۸۵۵۴	۰/۰۱
ΔLn Y_t	-۳/۵۰۰۰۵۷	۰/۰۱۰۶**	-۳/۶۲۰۷۵۷	۰/۰۰۷۵***	-۵/۴۹۹۵۴۹	۰/۰۱
ΔLn TEC_t	۴/۷۰۵۱۴۵	۰/۰۰۰۰***	-۴/۲۱۰۸۴۲	۰/۰۰۱۲***	-۵/۷۲۸۴۸۴	۰/۰۱
ΔLn TP_t	۶/۵۰۹۲۲۶	۰/۰۰۰۰***	-۳/۰۳۰۵۹۷	۰/۰۳۶۶**	-۴/۳۳۶۶۴۷	۰/۰۶۸۰

منبع: یافته‌های تحقیق (* و ** و *** به ترتیب مانایی در سطح ۹۰ درصد، ۹۵ درصد و ۹۹ درصد اطمینان را نشان می دهند.

بعد از اثبات مرتبه واحد مانایی متغیرها، مرحله بعد بررسی وجود همجمعی به وسیله به کارگیری روش آزمون کرانه ای ARDL است. این روش یک فرایند دو مرحله‌ای است. ابتدا طول وقفه مناسب متغیرها به وسیله روش VAR نامقید تعیین می شود. در این مطالعه از معیار آکائیک (AIC) برای انتخاب اندازه وقفه مناسب استفاده شده است، زیرا این معیار قدرت توضیح دهندگی بالایی دارد. نتایج بر حسب معیار AIC و برخی معیارهای دیگر در جدول (۲) گزارش شده است.

جدول (۲): انتخاب طول وقفه بهینه با استفاده از مدل VAR

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	۱۳۶/۰۱۰۹	-	۰/۰۰۱۳۱۴	-۳/۷۹۷۴۱۷	-۳/۶۳۵۵۲۵	-۳/۷۳۳۱۸۹
1	۱۹۵/۶۳۲۰	۱۰۸/۸۷۳۴	۰/۰۰۰۲۴۰	-۵/۴۹۶۵۸۰	-۵/۳۰۲۳۱۰	-۵/۴۱۹۵۰۷
2	۲۰۳/۵۰۴۳	۱۴/۱۴۷۲۲	۰/۰۰۰۱۹۷	-۵/۶۹۵۷۷۶	-۵/۴۶۹۱۲۷	-۵/۶۰۵۸۵۷
3	۲۰۴/۱۶۱۲	۱/۶۱۵۵۰	۰/۰۰۰۱۹۹	-۵/۶۸۵۸۳۲	-۵/۴۲۶۸۰۵	-۵/۵۸۳۰۶۸
4	۲۰۴/۲۳۴۸	۰/۱۲۸۰۳۵	۰/۰۰۰۲۰۴	-۵/۶۵۸۹۸۱	-۵/۳۶۷۵۷۵	-۵/۵۴۳۳۷۰
5	۲۲۱/۱۱۹۷	۲۸/۸۷۵۵۲	۰/۰۰۰۱۲۹	-۶/۱۱۹۴۱۱	-۵/۷۹۵۶۲۷	-۵/۹۹۰۹۵۵
6	۲۲۶/۳۶۵۴	۸/۸۱۸۹۱*	۰/۰۰۰۱۱۴*	-۶/۲۴۲۴۷۵*	-۵/۸۸۶۳۱۳*	-۶/۱۰۱۱۷۴*
7	۲۲۶/۵۱۷۸	۰/۲۵۱۸۵۷	۰/۰۰۰۱۱۷	-۶/۲۱۷۹۰۸	-۵/۸۲۹۳۶۸	-۶/۰۶۳۷۶۲

منبع: یافته های تحقیق (علامت * نشان دهنده وقفه مناسب انتخاب شده با استفاده از نقاط بحرانی است.)

نتایج نشان می‌دهد که طول وقفه ۶ طبق معیار AIC مناسب است. نظر به پایا نبودن بعضی از متغیرها در سطح اکنون همجمعی متغیرهای مدل با استفاده از آزمون ARDL و محاسبه آماره F مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج تخمین الگوی پویای مدل مقادیر F محاسباتی و F بحرانی به دست آمده در جدول (۳) نشان داده شده است. نتایج، همجمعی بین متغیرهای مدل را رد نمی‌کند. جدول (۳) وجود پنج بردار همجمعی را برای روابط بلند مدت بین مصرف انرژی، شهرنشینی، رشد اقتصادی، تکنولوژی و حمل و نقل در ایران تایید می‌کند. بردار اول جدول (۳) اثرات بلند مدت شهرنشینی، ثروت، تکنولوژی و حمل و نقل بر مصرف انرژی را در سطح خطای ۲/۵ درصد تایید می‌کند. در جدول (۴) نتایج تخمین بلندمدت این بردار نشان داده شده است.

جدول (۳): نتایج آزمون همجمعی با استفاده از آزمون کرانه ای ARDL

معناداری	آماره F	مدل تخمین
معنادار در سطح خطای ۲/۵ ٪	۳/۸۴۴۹۴۱	$F_{EC}(EC/U,Y,TP,TEC)$
معنادار در سطح خطای ۱ ٪	۷/۰۱۷۳۳۱	$F_{Y}(Y/U,EC,TP,TEC)$
معنادار در سطح خطای ۱ ٪	۴/۵۹۳۸۵۹	$F_{U}(U/Y,EC,TP,TEC)$
معنادار در سطح خطای ۱۰ ٪	۳/۴۶۴۰۵۲	$F_{TP}(TP/Y,EC,U,TEC)$
معنادار در سطح خطای ۲/۵ ٪	۴/۱۱۴۳۱۸	$F_{TEC}(TEC/Y,EC,U,TP)$

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج جدول (۴) نشان می‌دهد که متغیرهای لگاریتم شهرنشینی و لگاریتم مجذور شهرنشینی به شکل مثبت و معناداری در سطح خطای یک درصد بر مصرف انرژی مؤثر است. این نتیجه نشان می‌دهد که با فرض ثبات سایر شرایط، یک درصد افزایش در جملات خطی یا غیرخطی شهرنشینی، تقاضای انرژی را در بلندمدت به ترتیب ۶/۰۸۲ درصد و ۱/۱۵درصد افزایش می‌دهند. نتایج این پژوهش با مطالعات صورت گرفته در ایران همخوانی دارد. البته این نتیجه در برخی کشورها گویای یک رابطه U شکل بین مصرف انرژی و شهرنشینی است. یعنی جمله غیرخطی شهرنشینی دارای علامت منفی است (مانند مطالعه کولی و نیومایر (۲۰۰۴)). جدول (۴) نشان می‌دهد که حمل و نقل اثر مثبت و معناداری برمصرف انرژی در ایران دارد. این نتیجه در سطح خطای ۱۰درصد، نشان می‌دهد که با افزایش یک درصدی در حمل و نقل مصرف انرژی حدود ۰/۱۴ درصد در ایران افزایش می‌یابد. در واقع این یافته به این معنی است که توسعه حمل و نقل در ایران مبتنی بر تکنولوژی‌هایی است که در زمینه مصرف انرژی بهینه عمل نمی‌کنند. اثر تولید ناخالص داخلی سرانه بر مصرف انرژی در سطح خطای ۵ درصد مثبت است و اگر همه شرایط ثابت باشد، یک درصد افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه ۰/۰۵۵ درصد مصرف انرژی را افزایش می‌دهد. این نتیجه نیز با نتایج مطالعات صورت گرفته در ایران همخوانی دارد (مانند مطالعه اله وردی و پورحاتمی (۲۰۱۶) و سلاطین و محمدی (۱۳۹۵)). ارتباط بین تکتولوژی(انعکاس بین بخش‌های صنعت و خدمات) و مصرف انرژی منفی است ولی از نظر آماری در سطوح پذیرفته شده معنادار نیست. این ضریب نشان می‌دهد که اثرات برگشتی[1] در ایران عمل می‌کند. اثرات برگشتی بیان می‌کند که توسعه تکنولوژی کارایی انرژی را افزایش می‌دهد و تقاضا برای منابع انرژی را کاهش می‌دهد (کپلر و همکاران[2]، ۲۰۰۷).

نتایج کوتاه‌مدت در جدول (۵) نشان داده شده است. جملات خطی و غیرخطی شهرنشینی به صورت مثبت و به ترتیب در سطح معناداری یک درصد و ۵ درصد بر تقاضای انرژی اثر می‌گذارد. روابط بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی مثبت و در سطح

[1] Rebound Effect
[2] Keppler et al.

۱۰درصد معنادار است. اثر تکنولوژی منفی است. حمل و نقل در سطح معناداری یک درصد به صورت مثبت بر مصرف انرژی اثرگذار است. علامت منفی با معناداری آماری ECM_{t-1} تشخیص ما از وجود روابط بلند مدت بین متغیرها را تایید می‌کند. تخمین ضریب ECM_{t-1} در سطح یک درصد معنادار است. نتایج تجربی ما نشان می‌دهد که انحراف کوتاه مدت تابع تقاضای انرژی در هر فصل معادل ۱۵/۳۹درصد تصحیح می‌شود و حدود ۱ سال و ۲ ماه برای رسیدن به مسیر تعادل بلند مدت پایدار طول خواهد کشید. مدل کوتاه مدت همه فروض مدل رگرسیون خطی کلاسیک را برآورده می‌کند. نتایج تجربی در جدول (۵) ارائه شده است. توزیع نرمال جمله خطا به وسیله آزمون نرمال بودن جاک- برا تصدیق شده است. همبستگی سریالی و ناهمسانی واریانس در مدل کوتاه مدت وجود ندارد و مدل کوتاه مدت وجود همسانی واریانس را نشان می‌دهند.

جدول (۴): نتایج بلندمدت

متغیرها	ضرایب	انحراف معیار	آماره t	احتمال خطا
LNY**	۰/۰۵۵۶۹۳	۰/۰۲۱۳۱۲	۲/۶۱۳۲۳۹	۰/۰۱۱۳
LNTEC	-۰/۲۳۹۷۶۶	۰/۱۴۷۲۱۵	-۱/۶۲۸۴۸۰	۰/۱۰۸۷
LNU***	۶/۰۸۲۸۷۶	۰/۲۲۳۹۱۱	۲۷/۱۶۶۵۱۹	۰/۰۰۰۰
LNU2***	۱/۱۵۲۱۳۴	۰/۱۸۵۸۳۹	۶/۱۹۹۶۵۱	۰/۰۰۰۰
LNTP*	۰/۱۴۲۶۵۴	۰/۲۲۶۸۵۳	۲/۶۲۹۵۹۰	۰/۰۵۳۱۴

منبع: یافته های تحقیق (* و ** و *** به ترتیب مانایی در سطح ۹۰ درصد، ۹۵ درصد و ۹۹ درصد اطمینان را نشان می دهند.)

جدول (۵): نتایج کوتاه مدت

متغیرها	ضرایب	انحراف معیار	آماره t	احتمال خطا
ΔLNY*	۰/۰۰۵۷۳۳	۰/۰۰۳۲۰۶	۱/۷۸۸۱۶۱	۰/۰۷۸۸
ΔLNTEC***	-۰/۴۳۸۴۱۱	۰/۰۸۳۹۹۷	-۵/۲۱۹۳۸۴	۰/۰۰۰۰
ΔLNU***	۰/۹۳۶۴۷۷	۰/۲۸۸۵۸۵	۳/۲۴۵۰۶۸	۰/۰۰۱۹
ΔLNU2**	۰/۱۷۷۳۷۴	۰/۰۶۸۹۹۰	۲/۵۷۱۰۰۶	۰/۰۱۲۶
ΔLNTP***	۰/۵۲۱۸۹۴	۰/۱۲۵۵۸۱	۴/۱۵۵۸۳۸	۰/۰۰۰۱
ΔECM_{t-1}***	-۰/۱۵۳۹۵۳	۰/۰۴۸۳۱۱	-۳/۱۸۶۷۰۳	۰/۰۰۲۳

منبع: یافته های تحقیق (* و ** و *** به ترتیب مانایی در سطح ۹۰ درصد، ۹۵ درصد و ۹۹ درصد اطمینان را نشان می دهند.)

آزمون علیت گرنجری VECM برای کشف رابطه علیت بین شهرنشینی، رشد اقتصادی، تکنولوژی، حمل و نقل و مصرف انرژی انجام شده است. نتایج در جدول (۶) گزارش شده است.

نتایج نشان می‌دهد که مصرف انرژی علت گرنجری شهرنشینی است. رشد اقتصادی نیز علت گرنجری مصرف انرژی می‌باشد و نشان دهنده این نکته است که رشد اقتصادی همراه با افزایش مصرف انرژی در ایران است. وابستگی علی بین تکنولوژی و تقاضای انرژی دو سویه است. این نشان می‌دهد که هزینه‌های تحقیق و توسعه برای نوآوری در تکنولوژی‌های با مصرف انرژی کارا، باید افزایش یابد . زیرا نه تنها شدت انرژی را کاهش می‌دهند، بلکه تولید داخلی را نیز ارتقاء می‌دهند. حمل و نقل علت گرنجری مصرف انرژی است. شهر نشینی علت گرنجری رشد اقتصادی، تکنولوژی و حمل و نقل است. تکنولوژی علت گرنجری رشد اقتصادی و شهرنشینی علت گرنجری حمل و نقل است. روابط علی بین تکنولوژی و حمل و نقل دو سویه است.

جدول (۶): رابطه علیت کوتاه مدت و بلندمدت

متغیرهای وابسته	کوتاه مدت					بلندمدت
	$\Delta Ln\ EC_{t-1}$	$\Delta Ln\ U_{t-1}$	$\Delta Ln\ Y_{t-1}$	$\Delta Ln\ TEC_{t-1}$	$\Delta Ln\ TP_{t-1}$	ECM_{t-1}
$\Delta Ln\ ECt$	-	۰/۰۹۸۸۷۶ [۰/۰۰۹۷۴]	۰/۰۰۴۴۵۸ [۱/۱۱۱۹۳]	-۰/۱۰۶۵۸۲ [-۱/۱۲۹۶۳]	۰/۱۶۴۰۷۹ [۱/۱۰۶۷۵]	-۰/۰۴۵۳۰۲ [-۱/۸۹۲۱۶]
$\Delta Ln\ Ut$	۰/۰۰۰۸۳۹ [۱/۰۵۹۸۰]	-	۰/۰۰۰۰۲۲۲ [۰/۸۲۹۹۸]	۰/۰۰۰۵۵۱ [۰/۸۷۴۸۳]	-۰/۰۰۰۵۲۳ [-۰/۵۲۸۳۳]	-۰/۰۰۰۴۶۲ [-۲/۸۹۱۴۸]
$\Delta Ln\ Y_t$	۰/۲۹۸۹۸۵ [۰/۰۷۸۹۰]	۵/۲۹۷۶۱۷ [۱/۸۱۶۳۵]	-	۰/۹۸۴۹۴ [۰/۳۲۷۰۰]	۲/۵۶۵۱۳۶ [۰/۵۴۲۰۰]	-۰/۱۵۶۶۴۱ [-۰/۲۰۴۹۴]
$\Delta LnTECt$	-۰/۲۰۱۱۲۷ [-۱/۴۵۰۵۵]	۵/۵۳۴۱۸ [۱/۴۶۶۸۲]	۰/۰۰۲۸۵۵ [۰/۶۰۹۵۹]	-	۰/۰۱۵۹۴۷ [۰/۵۹۲۰۹]	-۰/۰۵۷۶۹۳ [-۲/۰۶۳۰۸]
$\Delta Ln\ TPt$	۰/۰۶۶۶۸۳ [۰/۸۹۲۸۱]	۱۲/۵۱۸ [۱/۹۶۰۲۴]	۰/۰۰۲۸۴۴ [۱/۱۲۷۵۵]	۰/۳۶۲۱۶ [۰/۶۱۰۰۷]	-	-۰/۰۰۹۸۱۳ [-۰/۶۵۱۴۳]

منبع: یافته های تحقیق

۶- نتیجه‌گیری

این مطالعه با بررسی اثر شهرنشینی برمصرف انرژی در ایران ارتباط دارد و برای این منظور از متغیرهای دیگری مانند رشد اقتصادی، تکنولوژی و حمل و نقل در تابع مصرف انرژی استفاده شده است. نتایج تجربی وجود همجمعی بین متغیرها را تایید می‌کند. یک افزایش در حمل و نقل مصرف انرژی را ارتقا می‌دهد. تحلیل‌های علیت نشان می‌دهد که مصرف انرژی علت گرنجری شهرنشینی است، شهرنشینی علت گرنجری رشد اقتصادی، تکنولوژی و حمل و نقل است. اثر مثبت شهرنشینی بر مصرف انرژی به عنوان یک نیاز مهم، سیاست‌گذاران را برای رویارویی با بحث افزایش تقاضای انرژی به علت افزایش شهرنشینی فراخوانی می‌کند. تقاضای انرژی روز به روز افزایش می‌یابد زیرا درآمد سرانه و شهرنشینی افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد، کاهش شهرنشینی روش ممکن برای کاهش تقاضای انرژی است. ولی کاهش در شهرنشینی اثرات مضر روی رشد اقتصادی دارد. برای حمایت شهرنشینی و در نتیجه رشد اقتصادی و صنعتی شدن، سیاست‌های شهری برای توسعه زیربنای شهری و به کارگیری سایر منابع ممکن انرژی لازم است. در این مورد، فرصت‌های سرمایه‌گذاری در منابع تجدید پذیر باید مورد کاوش قرارگیرند و سیاست‌ها در جهت تشویق چنین فرصت‌هایی توسعه یابند. دولت باید زیربنای شهری با انرژی کارا ایجادکند و پروژه‌هایی که مصرف انرژی را کاهش می‌دهند را به کار گیرد (مانند استفاده از متروها و اتوبوس ها و قطارهای تندرو که باعث کاهش استفاده از وسایل موتوری شخصی می شوند، الزام پروژه های جدید ساخت و ساز به استفاده از سیستم های گرمایشی و سرمایشی کم مصرف و ...) که مصرف انرژی نه فقط به صورت جزئی در سطح شهرها بلکه به صورت عمومی در سطح ملی کاهش یابد. در مجموع، سیاست انرژی کارا باید در مناطق شهری جهت تسریع تعویض شدت انرژی بالای خانوار به شدت انرژی پایین، انجام شود.

نتایج نشان داد که رشد اقتصادی و تکنولوژی بر تقاضای انرژی اثر مثبت دارند. سرانجام، رابطه بین حمل و نقل و مصرف انرژی طبق انتظار مثبت است. بنابراین، باید سیستم حمل و نقل اتوبوس‌های تندرو در مناطق شهری برای رویارویی با افزایش تقاضا برای حمل و نقل به علت افزایش جمعیت شهری به کار گرفته شود و سیستم حمل و نقل قطارهای تندرو برای ارتباط شهرهای کشور مورد استفاده قرار گیرد.

مطالعات مشابه‌ای که در کشورهای دیگر انجام شده است (مانند مطالعه لیدلی و لونگ (۲۰۱۳)، شهباز و همکاران (۲۰۱۷))، به کارگیری سیستم اتوبوس‌های برقی را در مناطق شهری به منظور کاهش استفاده از سوخت‌های فسیلی پیشنهاد می‌کنند که از منابع قوه محرکه برق[1] برای این منظور می‌توان استفاده کرد. این مطالعات سه دلیل برای این پیشنهاد ارائه کرده‌اند: ۱- قوه محرکه مولد برق می‌تواند در نرخ‌های ارزانتر به وسیله کاهش نرخ تعرفه‌ها تولید شود ۲- انرژی پاک تولید می‌کنند. ۳- روش‌های غیرموتوری مانند اتوبوس برقی یا متروباس شدت انرژی کمتری دارند. در بسیاری از این مطالعات تاکید می‌شود که کیفیت خدمات برای جذب مردم به منظور استفاده از حمل و نقل عمومی باید حفظ شود در غیر این صورت تخصیص وجوه عمومی بدون شناخت منبع، استراتژی مناسبی نیست.

تضاد منافع

نویسندگان نبود تضاد منافع را اعلام می‌دارند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[1] Hydro Power

فهرست منابع

۱. ابراهیمی، محسن و آل مراد محمود (۱۳۸۸). شهرنشینی و مصرف انرژی در کشورهای عضو گروه D8. *مشهد پژوهی*، ۲(۳)، ۱۹-۱.

۲. اله وردی، عاطفه، و پورحاتمی، زهره (۲۰۱۶). بررسی تاثیر شهرنشینی و صنعتی شدن بر شدت مصرف انرژی در ایران. *کنفرانس بین المللی تحقیقات مدرن در مدیریت*، اقتصاد و حسابداری، مالزی، ۱۲-۱.

۳. خیابانی، ناصر (۱۳۸۷). یک الگوی تعادل عمومی قابل محاسبه برای ارزیابی افزایش قیمت تمامی حامل های انرژی در اقتصاد ایران. ف*صل نامه مطالعات اقتصاد انرژی*، ۱۶(۱)، ۱-۳۷.

۴. سلاطین، پروانه، و محمدی، سمانه. (۱۳۹۵). تأثیر شهرنشینی بر مصرف انرژی در گروه کشورهای منتخب. *فصلنامه مطالعات مدیریت شهری*، ۲۶(۲)، ۸۰-۷۱.

۵. سهیلی، کیومرث (۱۳۸۷). *تقاضای انرژی «نظریه‌ها، مدل‌ها و الگوهای کاربردی برای ایران»* دانشگاه رازی، کرمانشاه.

۶. عیسی زاده، سعید، و مهرانفر، جهانبخش (۱۳۹۱). بررسی ارتباط میان مصرف انرژی و سطح شهرنشینی در ایران (کاربردی از روش الگوی تصحیح خطای برداری و تجزیه عوامل). *فصلنامه راهبرد اقتصادی*، ۲(۳)، ۷۰-۴۷.

۷. قنبری، علی، وگلوانی، امین، وجواد نژاد، فرشید (۱۳۹۱). بررسی رابطه بین مصرف انرژی و شهرنشینی در ایران با به کارگیری روش ARDL. *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، ۳۵(۴)، ۱۱۹-۱۰۱.

1- Allahverdi, A., & Pourhatami, Z. (2016). Investigating the impact of urbanization and industrialization on Iran's energy Consumption. *International conference on modern research in management, economics and Accounting*, 1-12 (In Persian).

2- Asian Development Bank (ADB). Key indicators, (2005)

3- Brant, L. (2013). The energy, economic growth, and urbanization nexus across development: evidence from heterogeneous panel estimates robust to cross-sectional dependence. *The Energy Journal*, 34(2), 223-244

4- Burney, NA. (1995). Socioeconomic determinants of electricity consumption: a cross-country analysis using coefficient method. *Energy Econ*, 17(1), 185-195.

5- Clemente, J., & Montanes, A., & Reyes, M. (1998). Testing for a unit root in variables with a double change in the mean. *Econ Lett*, 59(3), 175-82.
6- Cole, M., & Neumayer, E. (2004). Examining the impact of demographic factors on air pollution. *Popul Environ*, 26(2), 5-21.
7- Dejong, DN., & Nankervis, JC., & Savin, NE. (1992). Integration versus trend stationarity in time series. *Econometrica*, 60(4), 423-433.
8- Dhal, C., & Erdogan, M. (1994).Oil demand in the developing world: lessons from the۱۹۸۰s applied to the 1990s. *Energy J*, 15(3), 69-78.
9- Dolado, JJ., & Lütkepohl, H. (1996). Making Wald tests work for cointegrated VAR systems. *Econ Rev*, 15(3), 369-386.
10- Duan, J., & Yan, Y., & Zheng, B., & Zhao, J. (2008). Analysis of the relationship between urbanization and energy consumption in China. *Int J Sustain Dev World Eco*, 15(3), 309-317.
11- Ebrahimi, M., & Alemorad, M. (2010). Urbanization and energy consumption in D8 countries. *Mashhad Pajohi*, 2(3), 1-19 (In Persian).
12- Elliot, G., & Rothenberg, TJ,. & Stock, JH. (1996). Efficient tests for an autoregressive unit root. *Econometrica*, 64(4), 813-836.
13- Esazadeh, S., & Mehranfar, j. (2013). Investigating the Relationship between Energy Consumption and the Urbanization Level in Iran (Applied to the Vector Error Correction and Factor Analysis Model). *Journal of Economic Strategy*, 2(3), 47-70 (In Persian).
14- Ghanbari, A., & Gelvani, A., & Javadnejad, F. (2013). Investigating the relationship between energy consumption and urbanization in Iran using ARDL method. *Quarterly Energy Economics Review*, 35(4), 101-119 (In Persian)
15- Granger, CWJ. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross spectral methods. *Econometrica*, 37(1), 424-438.
16- Imai, H. (1997). The effect of urbanisation on energy consumption. *J Popul Problem*, 53(3), 43-49.
17- Islam, F., & Shahbaz, M., & Ashraf, MU., & Alam MM. (2013). Financial development and energy consumption Nexus in Malaysia: a multivariate time series analysis. *Econ Model*, 30(2), 435-441.
18- Jing-Li, Fan., & Yue-Jun, Zhang., & Bing, Wang. (2017). The impact of urbanization on residential energy consumption in China: An aggregated and disaggregated analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75(3), 220-233
19- Johansen, S., & Juselies, K. (1990). Maximum likelihood estimation and inferences on Cointegration. *Oxf Bull Econ Stat*, 52(3), 169-210.

20- Jones, DW. (1989). How urbanization affects energy-use in developing countries. *Energy Policy*, 12(1), 621-630.

21- Jones, DW. (2004). *Urbanization and Energy, RCF economic and financial consulting Inc*. United State, Chicago.

22- Kalnay, E., & Cal, M. (2005). Impact of urbanisation and land-use change on climate. *Lett Nat*, 423(10), 28-31.

23- Keppler, JH., & Bourbannouis, R., & Girod, J. (2007). *The econometrics of energy systems*. New York: Palgrave Macmillan.

24- Khiabani, N. (2009). A computable general equilibrium model for assessing the price increase of all energy carriers in the Iranian economy. *Quarterly Energy Economics Review*, 16(1), 1-37 (In Persian).

25- Laurenceson, J., & Chai, JCH. (2003). *Financial reform and economic development in China*. Cheltenham, Edward Elgar.

26- Lidlle, B., & Lung, S. (2013). Might electricity consumption cause urbanization instead? Evidence from heterogeneous panel long-run causality tests. *Glob Clim Change*, 24(4), 42-51.

27- Liddle, B. (2004). Demographic dynamics and per capita environmental impact: using panel regressions and household decompositions to examine population and transport. *Popul Environ*, 26(2), 23-39.

28- Lui, T. (2009). Exploring the relationship between urbanisation and energy consumption in China using ARDL (autoregressive distributed lag) and FDM (factor decomposition model). *Energy*, 34(2), 1846-1854.

29- Ma, H,. &Du, J. (2012). *Influence of Industrialization and urbanization CCCCaa' e rer gccannmmmtion*. Hawthorn, Adv Mater Res

30- McGee, H., & Clement, M., & Besk, J. (2015). The impacts of technology: a re-evaluation of the STIRPAT model. Environmental Sociology, 1(2), 81-91

31- Madlener, R., & Sunk, A. (2011). Impact of urbanisation on urban structure and energy demand: what can we learn for urban planning and urbanisation management? *Sustain Cities Soc*, 1(1), 45-53.

32- Martínez-Zarzoso, I. (2008). The impact of urbanization on CO2 emissions: evidence from developing countries. *CESifo Working Paper Series*, 22(1), 1-32.

33- Masih, A., & Masih, RA. (1997). Comparative analysis of the propagation of stock market fluctuations in alternative models of dynamic causal linkages. *Appl Financ Econ*, 7(3), 59-74.

34- Mickieka, NM., & Fletcher, JJ. (2012). An investigation of the role of China's urban population on coal consumption. *Energy Policy*, 48(2), 668-676.

35- Mishra, V. &Smyth, R. &Sharma, S. (2009). The energy-GDP nexus: evidence from a panel of pacific Island countries. *Resour Energy Econ*, 2009(31), 210-220.

36- Narayan, PK., & Popp, S. (2010).A new unit root test with two structural breaks in the level and slope at unknown time. *J Appl Stat*, 37(1), 1425-1438.

37- Narayan, PK. (2005). The saving and investment nexus for China: evidence from cointegration tests. *Appl Econ*, 37(1), 1979-1990.

38- O'Neill, BC., & Ren, X., & Jiang, L., & Dalton, M. (2012). The effect of urbanization on energy use in India and China in the iPETS model. *Energy Econ*, 34(2), 339-345.

39- Pesaran, MH., & Shin, Y., & Smith, R. (2001).Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *J Appl Econ*, 16(4), 289-326.

40- Poumanyvong, P., & Kaneko, S. (2010). Does urbanisation lead to less energy use and lower CO2 Emissions? A cross-country analysis. *Ecol Econ*, 70(2), 434-444.

41- Poumanyvong, P., & Kaneko, S., & Dhakal, S. (2012). Impact of urbanisation on national transport and road energy use: evidence from low, middle and high income countries. *Energy Policy*, 46(2), 208-277.

42- Sadorsky, P. (2013). Do urbanization and industrialization affect energy intensity in developing countries? *Energy Econ*, 37(1), 52-59.

43- Salatin, P., & Mohammadi, S. (2017). The impact of urbanization on energy consumption in selected countries. *Urban Management Study*, 26(2), 71-80 (In Persian).

44- Shahbaz, M., & Lean, HH. (2012). Does financial development increase energy consumption? The role of industrialization and urbanization in Tunisia. *Energy Policy*, 40(2), 373-479.

45- Shen, L., & Cheng, S., & Gunson, JA., & Wan, H. (2005). Urbanization, sustainability and the utilization of energy and mineral resources in China. *Cities*, 22(2), 287-302.

46- Sohili, K.(2009). *Energy demand "Theories, Models and Applied Models for Iran"*, Kermanshah, Razi University (In Persian).

47- Toda, HY., & Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregression with possible integrated process. *J Econ*, 66(3), 225-250.

48- Wang, Q. (2014). Effects of urbanization on energy consumption in China. *Energy Policy*, 65(1), 332-339.

49- Wang, P., & Vu, W., & Zhu, B., & Wei, Y. (2013). Examining the impact factors of energy-related CO2 emissions using the STIRPAT model in Guangdong Province, China. *Appl Energy*, 106(4), 65-71.

50- World Development Indicators, World Bank, (2013).

51- World Economic and Social Survey (WESS). World economic and social affairs. (2013).

52- International Energy Agency (IEA), 2012. www.iea.org.

53- Xia, XH., & Hu, Y. (2009). Determinants of electricity consumption intensity in China: analysis of cities at sub-province and prefecture levels in 2009. *Sci World J*, 12(4), 1-12.

54- Zhang, C., & Lin, Y. (2012). Panel estimation for urbanisation, energy consumption and CO2 emissions: a regional analysis in China. *Energy Policy*, 40(4), 488-498.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی