-- پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران-------
سال دهم، شماره ۳۴، بهار ۱۳۹۹، ۱۴۵-۱۱۵

Jiee.atu.ac.ir
Dol: 10.22054/Jiee. 2021.55099.1780

مقاله پژوهشی
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۰۲
ISSN: ۲۴۲۳-۵۹۵۴
eISSN: ۲۴۷۶-۶۴۳۷

تأثیر شهرنشینی بر مصرف انرژی در استان‌های ایران: رویکرد داده‌های تابلویی فضایی

زهرا دهقان‌شبانی* دانشیار بخش اقتصاد دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

احمد صدرایی جواهری دانشیار بخش اقتصاد دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

الهه عباسپور فارغ التحصیل کارشناسی ارشد اقتصاد دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

چکیده

انرژی یکی از نهاده‌های بااهمیت تولید است که مصرف آن به‌دلیل استفاده ناکارا و نامناسب از منابع، به‌طور چشم‌گیری افزایش یافته است. دراین‌خصوص شناسایی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی استان‌ها امری اجتناب‌ناپذیر است. هدف اصلی تحقیق حاضر بررسی تأثیر شهرنشینی بر مصرف انرژی در استان‌های ایران است. در این مطالعه تلاش شده است به‌همین‌منظور با استفاده از الگوی اثرات تصادفی با رگرسیون بر جمعیت، وفور منابع و تکنولوژی[1] به بررسی نقش شهرنشینی بر مصرف انرژی پرداخته شود که از مدل خطای فضایی در داده‌های تابلویی برای ۲۸ استان کشور در طی دوره زمانی ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۴ استفاده شده است. نتایج 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 است.

کلیدواژه‌ها: شهرنشینی، مصرف انرژی، مدل داده‌های تابلویی فضایی، استان‌های ایران

طبقه‌بندی JEL: P18 , C23 , R10

* نویسنده مسئول: zdehghan@shirazu.ac.ir

1. Stochastic Impact by Regression on Population, Affluence, and Technology (STIRPAT)

۱. مقدمه

امروزه انرژی در راستای رشد و توسعه اقتصادی نقش ویژه‌ای در فرایند تولید ایفا می‌کند، اما ازآنجاکه منابع انرژی محدود هستند، باید به‌صورت کارا مورد استفاده قرار گیرند. عوامل گوناگونی بر مصرف انرژی تأثیرگذار است که ازجمله آنها می‌توان به قیمت انرژی، درآمد سرانه، نرخ شهرنشینی، نرخ سرمایه‌گذاری و مانند آن اشاره کرد. یکی از مهم‌ترین این عوامل نرخ شهرنشینی است که خود معلول مهاجرت از مناطق روستایی به مناطق شهری به‌دلیل شکاف درآمدی موجود است (عیسی‌زاده و مهرانفر، ۱۳۹۱). با توجه به برنامه محیط‌زیست سازمان ملل متحد ۲۰۱۲، مناطق شهری که در حال حاضر حدود ۳ درصد از سطح زمین را اشغال می‌کنند، تقریباً ۷۵ درصد از منابع طبیعی را مصرف و ۶۰ تا ۸۰ درصد از مجموع گازهای گلخانه‌ای را تولید می‌کنند (کلداهی[1] و همکاران، ۲۰۱۳).

شهرنشینی متأثر از رابطه بین اشتغال، جمعیت، محیط انسان‌ساخت و مهاجرت است که توسعه آن در همه زمان‌ها و مکان‌ها بستگی به شرایط ملی و بین‌المللی دارد. صنعتی شدن و توسعه اقتصادی کشورها، افزایش شهرنشینی را در پی دارد. کاهش منابع تجدیدناپذیر، انتشار آلاینده‌ها، تغییر الگوی مصرف به‌طور عام و تغییر الگوی مصرف انرژی به‌صورت خاص از مهم‌ترین پیامدهای اقتصادی و اجتماعی شهرنشینی است که مصرف هرچه بیشتر منابع انرژی مانند نفت، برق و گاز را به‌دنبال دارد (الیوت[2] و همکاران، ۲۰۱۳،لیو[3] و همکاران، ۲۰۱۵،شنگ و گیو[4]، ۲۰۱۸،وانگ[5] و همکاران، ۲۰۲۰).

تأثیر شهرنشینی بر مصرف انرژی مسئله پیچیده‌ای است زیرا ازیک‌طرف، شهرنشینی مستلزم افزایش تقاضای هرچه بیشتر محصولات انرژی است، زیرا ساکنان شهری بیشتر به لوازم الکتریکی (مانند تهویه مطبوع) و حمل‌ونقل مدرن (خودرو) وابسته هستند که این امر منجر به افزایش مصرف انرژی در ازای هر فرد در مقایسه با کسانی که در مناطق روستایی زندگی می‌کنند، می‌شود. افزون‌براین، افزایش شهرنشینی موجب افزایش تولید ناخالص داخلی و درنتیجه افزایش مصرف انرژی نیز می‌شود. ازسوی‌دیگر، تمرکز تولید و مصرف

1. Colldahi
2. Eliott
3. Liu
4. Sheng and Guo
5. Wang

در یک منطقه جغرافیایی نسبتاً کوچک فرصت‌هایی را برای اقتصاد فراهم می‌کند که می‌تواند به بهبود کلی بهره‌وری انرژی و کاهش مصرف انرژی منجر شود (الیوت و همکاران، ۲۰۱۷).

طبق بررسی‌های انجام‌شده، ایران طی سال‌های اخیر با افزایش فزاینده شهرنشینی روبه‌رو بوده است، به‌صورتی‌که درحال‌حاضر ۷۴ درصد از جمعیت ایران شهرنشین هستند (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). در این راستا، موضوع مقاله حاضر بررسی اهمیت تأثیرگذاری مثبت یا منفی شهرنشینی بر مصرف انرژی در استان‌های ایران است.

برای بررسی این موضوع این مقاله در ۷ بخش سازماندهی شده است. پس از مقدمه، مروری بر مطالعات پیشین صورت گرفته است. در بخش سوم به بررسی مبانی نظری تأثیرگذاری شهرنشینی بر مصرف انرژی پرداخته شده و در بخش چهارم مروری بر مصرف انرژی و شهرنشینی در استان‌های ایران انجام شده است. در بخش پنجم مدل مطالعه حاضر تصریح و تبیین شده است و برآورد مدل و نتایج نیز در بخش ۶ ارائه شده است. درنهایت، نتیجه‌گیری و پیشنهادات پژوهش در بخش آخر مقاله آورده شده است.

۲. پیشینه پژوهش

ایران طی سال‌های گذشته شاهد رشد سریع شهرها و افزایش روزافزون جمعیت شهری بوده است. جمعیت شهری ایران که در اولین سرشماری انجام‌شده در کشور (سال ۱۳۳۵) حدود ۳۱ درصد از کل جمعیت بوده، در آخرین سرشماری (۱۳۹۵) به ۷۴ درصد افزایش یافته است. سازمان بین‌المللی انرژی نیز در گزارشی اعلام کرد که ساکنین شهرهای بزرگ جهان حدود ۶۷/۷۷ درصد از انرژی جهان را مصرف می‌کنند و به‌همین‌دلیل بررسی تأثیر شهرنشینی بر مصرف انرژی در کانون توجه قرار گرفته و مطالعات گسترده‌ای درخصوص تأثیر شهرنشینی بر مصرف انرژی صورت گرفته است که خلاصه‌ای از مطالعات داخلی و خارجی انجام‌شده در جداول (۱) و (۲) آورده شده است.

جدول (۱): خلاصه مطالعات داخلی و خارجی

مطالعات خارجی			
نویسنده	کشور یا مناطق	تکنیک	خلاصه نتایج
باکیرتاس و اکپولات[1] (۲۰۱۸)	کشورهای درحال‌توسعه	آزمون علیت گرنجری	رابطه علی از شهرنشینی به مصرف انرژی سرانه هستند.
ناواموئل[2] و همکاران (۲۰۱۸)	۱۷ منطقه کشور اسپانیا	حداقل مربعات معمولی	افزایش شهرنشینی موجب افزایش تقاضای برق است.
ژائو و ژانگ[3] (۲۰۱۸)	چین	رگرسیون سری زمانی	با افزایش جمعیت شهری مصرف انرژی افزایش یافته است.
جونگور و سایمون[4] (۲۰۱۷)	آفریقای جنوبی	روش هم‌انباشتگی یوهانسن- مدل تصحیح خطای برداری	شهرنشینی با مصرف انرژی در بلندمدت رابطه مثبت دارد.
فان[5] و همکاران (۲۰۱۷)	چین	روش میانگین لگاریتمی	شهرنشینی باعث افزایش مصرف انرژی شده است.
فرانکو[6] و همکاران (۲۰۱۷)	هند	آزمون علیت گرنجری	با افزایش شهرنشینی در هند، مصرف انرژی در حال افزایش است.
یانگ[7] و همکاران (۲۰۱۷)	۲۶۶ شهرستان چین	مدل داده‌های تابلویی	تأثیر شهرنشینی بر مصرف انرژی مثبت و معنادار است.
وانگ[8] و همکاران (۲۰۱۶)	کشورهای آسیای جنوب شرقی	مدل داده‌های تابلویی	یک ارتباط کوتاه‌مدت یک‌طرفه از شهرنشینی به مصرف انرژی وجود دارد.
لیو[9] و همکاران (۲۰۱۵)	۳۰ استان چین	مدل اقتصادسنجی فضایی	اگر سطح شهرنشینی افزایش یابد میزان مصرف انرژی کاهش خواهد یافت و با افزایش شهرنشینی در یک منطقه خاص مصرف انرژی مناطق مجاور افزایش می‌یابد.
شهباز[10] و همکاران (۲۰۱۵)	مالزی	مدل خود رگرسیون با وقفه‌های توزیعی	رابطه علی دوسویه‌ای بین شهرنشینی و مصرف انرژی وجود دارد.

1. Bakirtas and Akpolat
2. Navamuel
3. Zhao and Zhang
4. Gungor and Simon
5. Fan
6. Franco
7. Yang
8. Wang
9. Liu
10. Shahbaz

مطالعات خارجی			
نویسنده	کشور یا مناطق	تکنیک	خلاصه نتایج
لی و لین[1] (۲۰۱۵)	۷۳ کشور درحال‌توسعه	مدل داده‌های تابلویی	در گروه کم‌درآمد شهرنشینی مصرف انرژی را کاهش می‌دهد. در گروه متوسط و با درآمد بالا شهرنشینی تأثیری بر مصرف انرژی ندارد.
سادورسکی[2] (۲۰۱۴)	۱۸ کشور در حال توسعه	مدل داده‌های تابلویی	شهرنشینی باعث کاهش مصرف انرژی می‌شود.
سلیم و شفیعی[3] (۲۰۱۴)	کشورهای منتخب	مدل داده‌های تابلویی	شهرنشینی بر مصرف انرژی تجدیدناپذیر تأثیر مثبت دارد و بر مصرف انرژی تجدیدپذیر تأثیر قابل توجهی ندارد.
وانگ و همکاران (۲۰۱۴)	استان‌های چین	مدل داده‌های تابلویی	یک رابطه دوطرفه بین شهرنشینی و مصرف انرژی وجود دارد.
شهباز و لین (۲۰۱۲)	تونس	روش تصحیح خطای برداری- روش خود رگرسیون با وقفه‌های توزیعی	شهرنشینی مصرف انرژی را در بلندمدت افزایش می‌دهد.
پومانی وانگ و کانکو[4] (۲۰۱۰)	۹۹کشور در مراحل توسعه‌یافتگی متفاوت	مدل داده‌های تابلویی	تأثیر شهرنشینی بر مصرف انرژی در کشورهای کم‌درآمد منفی و در کشورهای با درآمد متوسط و بالا مثبت است.
لیو (۲۰۰۹)	چین	مدل خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی- مدل تجزیه عامل	رابطه شهرنشینی با مصرف انرژی کل در بلندمدت و کوتاه‌مدت علیت یک‌طرفه است.

1. Li and Lin
2. Sadorsky
3. Salim and Shafiei
4. Poumanyvong and Kaneko

مطالعات داخلی			
نویسنده	کشور یا مناطق	تکنیک	خلاصه نتایج
کریمی و حیدریان (۱۳۹۶)	استان‌های ایران	روش خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی – روش تصحیح خطای برداری	شهرنشینی در کوتاه‌مدت و بلندمدت بر مصرف انرژی تأثیر مثبت دارد.
عابدزاده (۱۳۹۶)	ایران	روش رگرسیون فازی	شهرنشینی بر مصرف انرژی الکتریکی اثر مثبت دارد.
سلاطین و محمدی (۱۳۹۵)	کشورهای منتخب صادرکننده نفت	مدل اثرات ثابت و گشتاور تعمیم‌یافته	شهرنشینی اثر مثبتی بر مصرف انرژی دارد.
شفیعیان و همکاران (۱۳۹۵)	کشورهای منتخب	مدل داده‌های تابلویی	شهرنشینی بر افزایش مصرف انرژی اثرگذار است.
فتاحی و همکاران (۱۳۹۵)	ایران	مدل داده‌های تابلویی	تأثیر متغیرهای شهرنشینی بر مصرف انرژی مثبت بوده است.
اله‌وردی و پورحاتمی (۱۳۹۵)، اسدی واسماعیلی (۱۳۹۲)	ایران	مدل خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی	شهرنشینی بر شدت مصرف انرژی اثر مثبتی دارد.
بیانی و همکاران (۱۳۹۱)	ایران	روش هم‌انباشتگی یوهانسن- جوسیلیوس	یک علیت یک‌سویه از شهرنشینی به مصرف انرژی وجود دارد.
عیسی‌زاده و مهرانفر (۱۳۹۱)	ایران	الگوی تصحیح خطای برداری و روش تجزیه عوامل	یک ارتباط دوطرفه میان شهرنشینی و مصرف انرژی وجود دارد.
فطرس و قربان‌سرشت (۱۳۹۱)	۱۸کشررها منتخب از منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا	مدل داده‌های تابلویی	اثر شهرنشینی بر میزان مصرف انرژی مثبت است.
قنبری و همکاران (۱۳۹۱)	ایران	روش خود رگرسیون با وقفه‌های توزیعی- روش الگوی تصحیح خطا	بین مصرف انرژی و شهرنشینی در کوتاه‌مدت و بلندمدت رابطه مثبتی وجود دارد.
ابراهیمی و آل مراد (۱۳۸۸)	کشورهای عضو گروه D_8	مدل داده‌های تابلویی	شهرنشینی اثر معنادار و مثبتی بر مصرف انرژی دارد.

مطالعات خارجی انجام‌شده در زمینه بررسی تأثیر شهرنشینی بر مصرف انرژی اغلب در سطح ملی و برخی در سطح استانی بوده است. این مطالعات به این نتیجه رسیده‌اند که با افزایش شهرنشینی، مصرف انرژی در برخی مناطق افزایش و در مناطق دیگری نیز کاهش می‌یابد.

در مطالعات صورت‌گرفته در ایران طی دوره‌های زمانی متفاوت، مشاهده می‌شود که مطالعاتی که به بررسی رابطه شهرنشینی و مصرف انرژی پرداخته‌اند اغلب در سطح ملی

بوده است و به این نتیجه رسیده‌اند که با افزایش شهرنشینی، مصرف انرژی در ایران افزایش یافته است. مطالعه کریمی و حیدریان (۱۳۹۶) و فناحی و همکاران (۱۳۹۵) تنها مطالعاتی است که در سطح استانی انجام شده است. در هیچ یک از این مطالعات ارتباطات فضایی بین استان‌ها در نظر گرفته نشده است. درصورتی‌که چنانچه با داده‌هایی روبه‌رو باشیم که دارای جزء مکانی هستند (مانند داده‌های استانی) باید وابستگی و ارتباطات فضائی در نظر گرفته شود و چنانچه ارتباطات فضائی در نظر گرفته نشود نتایج تورش‌دار است.

۳. کانال‌های تأثیرگذاری شهرنشینی بر مصرف انرژی

ارتباط بین شهرنشینی و مصرف انرژی را می‌توان از ۶ کانال توضیح داد. اولین کانال شامل محیط ساخته‌شده است که می‌تواند بر مصرف انرژی تأثیرگذار باشد. توسعه شهری باعث رشد میزان ساخت‌وساز و بهره‌برداری از ساختمان‌ها، جاده‌ها و تأسیسات و درنتیجه افزایش گسترده مصرف انرژی می‌شود (ژائو و ژانگ[1]، ۲۰۱۸).

شهرنشینی شامل فرایندهای اقتصادی، اجتماعی، فضائی و فناوری است. دومین کانال، تأثیر فرایندهای اقتصادی بر مصرف انرژی است. از نظر فرایندهای اقتصادی شهرنشینی به‌معنای تغییر جهت از یک جامعه کشاورزی کم‌مصرف به سمت جامعه شهری با مصرف انرژی زیاد است. فعالیت‌های تولیدی، تجاری و صنعتی در شهرها افزایش می‌یابند و در کنار هم باعث افزایش مصرف انرژی می‌شوند (جونز، ۱۹۸۹و۱۹۹۱). به‌طور خاص، تولیدات صنعتی، که به مجموعه متنوع و پیچیده‌تری از نهاده‌ها و فرایندهای تولید احتیاج دارند، تا حد زیادی به استفاده گسترده از انرژی متکی هستند (سادوراسکی، ۲۰۱۴).

برای مثال، صنایعی مانند فلزات اولیه، سیمان، فولاد، مواد شیمیایی و کاغذ در مقایسه با بخش کشاورزی یا صنایع نساجی از انرژی بیشتری استفاده می‌کنند. با افزایش مقیاس تولید، تراکم بالای جمعیت، صنعتی شدن جوامع و بهبود زیرساخت‌های عمومی کشورها، می‌توان شاهد افزایش تقاضا برای حمل‌ونقل شهری بود (جونز[2]، ۱۹۸۹). افزایش حجم تولیدات شهری و نیاز به مواد اولیه در روند تولید ایجاب می‌کند که نهاده‌ها از مناطق دورافتاده به محل تولید یا کارخانه منتقل و از آنجا به محل مورد استفاده حمل شوند (الیوت و همکاران، ۲۰۱۴). همچنین تراکم بالای جمعیت موجب تخصصحاتی شدن نیروی

1. Zhao and Zhang
2. Jones

کار می‌شود. با این تراکم بالای جمعیت، رسیدن نیروی کار به بازارهای کار در مسافت‌های طولانی باعث مصرف بالای انرژی در بخش حمل‌ونقل نیروی کار می‌شود (ابراهیمی و آل‌مراد، ۱۳۸۸). افزون‌براین، انتقال جمعیت روستایی به مناطق شهری نیاز به حمل‌ونقل مواد غذایی را نیز در پی دارد. درحالی‌که این نیاز در گذشته یا اصلاً وجود نداشته یا خیلی اندک بوده است (عیسی‌زاده و مهرانفر، ۱۳۹۱). انتقال مواد خام و مواد غذایی به مناطق شهری و حمل کالاهای تولیدشده به مقاصد دیگر تقاضا برای انرژی را افزایش می‌دهد (سادورسکی، ۲۰۱۴).

دومین کانال فرایندهای اجتماعی است. در فرایندهای اجتماعی شهرنشینی به‌معنای تغییر سبک زندگی روستایی به سبک زندگی شهری است. سبک زندگی شهری یکی از عوامل اصلی تأثیرگذار در الگوهای مصرف انرژی فردی است (سادورسکی، ۲۰۱۴) که با افزایش مصرف محصولات پرانرژی (جونز، ۱۹۸۹و۱۹۹۱) همراه است. شهرنشینی باعث ثروتمندتر شدن مردم و تغییر الگوهای مصرفی و استفاده از محصولات پرانرژی می‌شود (الیوت و همکاران، ۲۰۱۳). مهاجرت از روستاها به شهرها بنا به اقتضای محیط زندگی جدید با تحول در الگوها و سلیقه‌های مصرفی افراد مقارن است. بنابراین انرژی در تابع مطلوبیت افراد اهمیت بیشتری می‌یابد و باعث می‌شود تأمین انرژی در سبد کالای افراد اهمیت بیشتری پیدا کند و تمایل افراد به سمت مصرف انرژی افزایش یابد (ابراهیمی و آل‌مراد، ۱۳۸۸). بنابراین تغییر در تابع مطلوبیت افراد سبب می‌شود تقاضای انفرادی افراد و به‌تبع آن تقاضای انرژی جامعه افزایش یابد. برای مثال، با افزایش شهرنشینی تقاضا برای استفاده از یخچال‌فریزر، مایکروویو، سیستم‌های تهویه هوا، روشنایی و مانند آن که نیاز به انرژی بیشتری دارد افزایش می‌یابد (الیوت و همکاران، ۲۰۱۳). افزون‌براین، خانواده‌های شهری ازیک‌سو زندگی در خانه‌های بزرگ و استفاده از وسایل نقلیه پر مصرف و ازسوی‌دیگر زندگی تک‌نفری را بیشتر ترجیح می‌دهند که این باعث افزایش مصرف انرژی می‌شود (ژائو[1] و ژانگ[2]، ۲۰۱۷).

همچنین، افراد شهری در مقایسه با روستاییان به دلیل فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی متفاوت مسافرت‌های بیشتری دارند و مسافت بیشتری را می‌پیمایند. این امر منجر به افزایش استفاده از اتومبیل می‌شود (جونز، ۲۰۱۱،هینونن و جونیلا[3]، ۱۹۸۹،کای و جیانگ[4]، ۲۰۰۸).

1. Zhao
2. Zhang
3. Heinonen and Junnila
4. Cai and Jiang

افزایش سفرهای موتوری در شهرها نیز منجر به افزایش تقاضا برای انرژی می‌شود (پومنی وانگ و همکاران[1]، ۲۰۱۲).

چهارمین کانال فرایندهای فناوری است. از نظر فرایند فناوری، شهرنشینی با پیشرفت‌های فنی همراه است که می‌تواند بهره‌وری انرژی را بهبود بخشد (وای[2] و همکاران، ۲۰۱۳). از نظر لی[3] و لین[4] (۲۰۱۵) و ژائو و ژانگ (۲۰۱۷) شهرنشینی با پیشرفت تکنولوژی و صنعت همراه است. بخش صنعت می‌تواند معرف فناوری‌های جدید باشد. صنعت باعث استفاده مناسب از منابع سوختی شده و بخش عمده‌ای از انرژی مصرفی خانگی به تولید و صنعت منتقل می‌شود که هردوی اینها برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی مفید است. افزون‌براین، صنعت باعث بهبود بهره‌وری کارآمد از زیرساخت‌های عمومی می‌شود. تمرکز منابع بزرگ انرژی مصرفی ساکنین شهری باعث کاهش هدررفت انرژی در طول فرایند ذخیره‌سازی و حمل‌ونقل می‌شود (فان و همکاران، ۲۰۱۷). عالم[5] و همکاران (۲۰۰۷)، ویدنهوفر[6] و همکاران (۲۰۱۴)، لیو وهمکاران (۲۰۱۶) و پانایوتو (۲۰۰۰) بیان می‌کنند که با افزایش توسعه‌یافتگی مناطق در نتیجه افزایش نرخ شهرنشینی، آگاهی در خصوص ابعاد صرفه‌جویی در انرژی و افزایش کیفیت محیط‌زیست بالاتر رفته و موجب وضع قوانینی برای بهبود محیط‌زیست شده و آن هم به‌نوبه‌خود باعث استفاده از تکنولوژی‌های بهتر و به‌روزتر و صرف هزینه‌های بیشتر برای کاهش مصرف انرژی و بهبود محیط‌زیست می‌شود.

کانال پنجم فرایندهای فضایی است. فرایندهای فضایی یعنی آنکه شهرنشینی در یک استان نیز می‌تواند بر مصرف انرژی استان‌های مجاور تأثیر بگذارد. به‌این‌صورت که شهرنشینی یک استان می‌تواند بر مصرف انرژی در استان مجاور تأثیر منفی داشته باشد. از علل این امر می‌توان به افزایش کارخانه‌ها و مراکز تولیدی به‌تبع افزایش جمعیت در استان مذکور و در پی آن مهاجرت جمعیت استان‌های مجاور به استان مذکور برای یافتن کار یا بالا بردن کیفیت زندگی و برخورداری از امکانات آن استان اشاره کرد. بدیهی است این امر باعث کاهش جمعیت استان‌های مجاور و به‌تبع‌آن کاهش مصرف انرژی آنها می‌شود. از طرف دیگر، تمرکز کارخانجات و مراکز تولیدی در استان مذکور و تأمین نیازهای مصرف‌کنندگان، استان‌های مجاور را از اقلام و کالاهای مزبور بی‌نیاز می‌کند، درنتیجه

1. Poumanyvong
2. Ye
3. Li
4. Lin
5. Alam
6. Wiedenhofer

استان‌های مجاور از انرژی کمتری استفاده می‌کنند. ازطرفی، زمانی که در یک منطقه خاص شهرنشینی افزایش پیدا می‌کند، رفت‌وآمد به مناطق مجاور برای استفاده از منابع و ظرفیت‌های آنها به‌ناچار استفاده از حمل‌ونقل را نیز افزایش می‌دهد. افزون‌براین، برای بهره‌برداری از منابع مناطق مجاور باید در همان نواحی از تکنولوژی‌ها و ماشین‌آلات انرژی‌بر فراوانی استفاده شود، درنتیجه استفاده از حمل‌ونقل و وسایل و امکانات انرژی‌بر باعث افزایش مصرف انرژی در مناطق مجاور می‌شود.

کانال ششم مداخلات سیاست‌های شهری در روند شهرنشینی است که می‌تواند مسیر استفاده از انرژی را تغییر دهد (برناردین و گالی[1]، ۱۹۹۳). این سیاست‌های شهری شامل سیاست‌های شهرهای فشرده[2]، شهرسازی جدید[3]، رشد هوشمند[4] و استراتژی‌های شهر ترانزیت[5] است و نقش مهمی در صرفه‌جویی در انرژی دارند (پومن وانگ، ۲۰۱۲).

در بیشتر مناطق شهری به‌طور معمول قوانین و مقررات و نظارت بهتری برای اجرای فناوری‌های صرفه‌جویی در انرژی و استانداردها وجود دارد. استفاده از استانداردهای ساختمانی مانند عایق، سیستم تهویه، سیستم انرژی‌های خورشیدی و مانند آن باعث بهبود انرژی می‌شود (ژائو و ژانگ، ۲۰۱۷).

گفتنی است که ممکن است رابطه بین شهرنشینی و استفاده از انرژی غیرخطی باشد. مالنبوم[6](۱۹۷۸) استدلال کرد که با افزایش متوسط درآمد و شهرنشینی در ابتدا مصرف انرژی افزایش یافته و درنهایت به حداکثر می‌رسد و پس از آن با افزایش بیشتر در متوسط درآمد و شهرنشینی کاهش می‌یابد. لین و اویانگ (۲۰۱۴) بین مصرف انرژی و شهرنشینی در بلندمدت رابطه U معکوس پیدا کردند،به‌این‌صورت که با افزایش شهرنشینی در مراحل اولیه مصرف انرژی افزایش یافته و پس از رسیدن به نقطه حداکثر، افزایش شهرنشینی منجر به کاهش مصرف انرژی خواهد شد (ژائو و ژانگ، ۲۰۱۸).

٤. مروری بر شهرنشینی و مصرف انرژی در استان‌های ایران

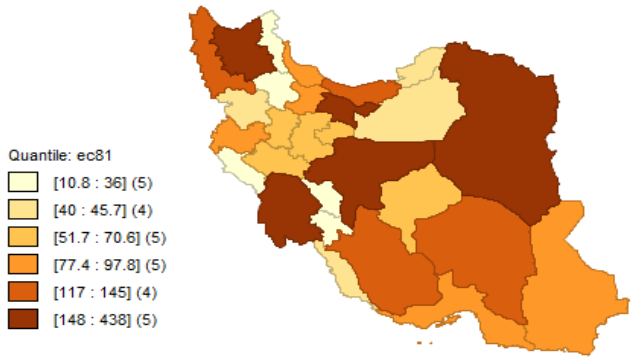
جدول (۲) وضعیت شهرنشینی و مصرف انرژی در استان‌های ایران برای سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۹۴ را نشان می‌دهد.

1. Bernardin and Galli
2. Compact city policy
3. New urbanism
4. Smart growth
5. Transit city strategies
6. Malenbaum

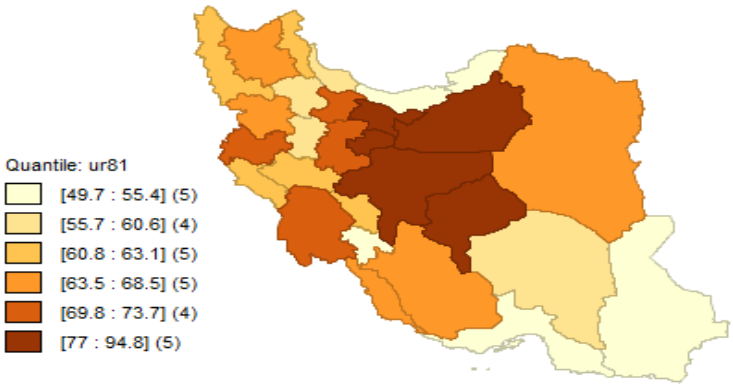
جدول (۲): شهرنشینی (درصد) و مصرف انرژی (پتا ژول) در استان‌های ایران

سال	۱۳۸۱		۱۳۹۴	
نام استان	نرخ شهرنشینی	مصرف انرژی	نرخ شهرنشینی	مصرف انرژی
آذربایجان شرقی	۶۷/۷۶	۱۵۳/۵۸	۷۱/۸۴	۱۱۳/۵۷
آذربایجان غربی	۶۱/۰۷	۱۱۸/۲۳	۶۵/۴۱	۱۰۸/۸۳
اردبیل	۶۱/۳۳	۳۶/۰۰	۶۸/۱۶	۳۷/۰۲
اصفهان	۸۶/۱۷	۲۶۸/۷۹	۸۸/۰۱	۲۲۰/۹۱
ایلام	۶۳/۱۰	۱۵/۲۹	۶۸/۰۸	۱۷/۹۹
بوشهر	۶۸/۵۰	۴۴/۸۶	۷۱/۸۵	۸۸/۱۲
تهران	۹۳/۱۲	۴۳۷/۸۵	۹۳/۶۴	۴۳۷/۱۳
چهارمحال و بختیاری	۶۰/۷۵	۲۱/۳۰	۶۴/۰۴	۲۳/۰۶
خراسان	۶۷/۶۶	۲۳۲/۱۶	۶۹/۹۰	۲۵۱/۷۱
خوزستان	۷۳/۷۴	۱۴۷/۷۶	۷۵/۴۴	۲۳۸/۲۰
زنجان	۶۰/۰۶	۲۸/۲۳	۶۷/۲۳	۳۸/۳۶
سمنان	۷۷/۰۰	۴۳/۵۹	۷۹/۸۷	۳۹/۰۵
سیستان و بلوچستان	۵۰/۷۶	۹۱/۳۹	۴۸/۵۰	۱۵۶/۸۴
فارس	۶۷/۱۶	۱۴۵/۴۲	۷۰/۱۲	۱۷۴/۳۵
قزوین	۷۱/۷۱	۹۷/۸۲	۷۴/۷۳	۸۹/۷۴
قم	۹۴/۷۸	۶۰/۱۴	۹۵/۱۸	۵۱/۰۱
کردستان	۶۳/۴۶	۴۵/۶۶	۷۰/۷۴	۴۶/۴۶
کرمان	۶۰/۶۲	۱۱۷/۲۶	۵۸/۷۴	۱۳۱/۱۸
کرمانشاه	۶۹/۷۹	۷۹/۲۴	۷۵/۲۳	۱۰۰/۴۹
کهگیلویه و بویراحمد	۴۹/۷۰	۱۰/۸۱	۵۵/۶۷	۱۵/۱۱
گلستان	۵۱/۴۸	۴۰/۰۰	۵۳/۲۹	۴۱/۳۱
گیلان	۵۵/۷۲	۷۷/۴۱	۶۳/۳۴	۹۴/۲۸
لرستان	۶۱/۳۰	۵۱/۷۱	۶۴/۴۶	۴۴/۰۳
مازندران	۵۵/۴۳	۱۲۶/۸۷	۵۷/۷۷	۱۶۵/۵۴
مرکزی	۷۲/۱۷	۶۴/۴۸	۷۶/۹۵	۶۱/۶۹
هرمزگان	۵۱/۲۴	۸۹/۱۱	۵۴/۷۱	۳۰۵/۰۲
همدان	۵۸/۳۱	۷۰/۵۹	۶۳/۱۱	۷۳/۸۱
یزد	۸۳/۱۳	۶۷/۸۸	۸۵/۲۸	۷۴/۴۲

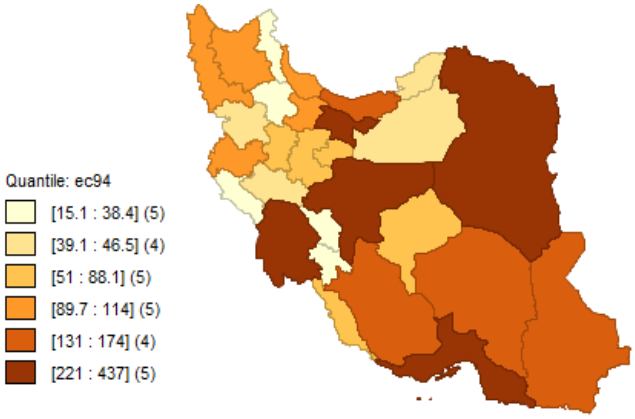
منبع: آمارسالنامه‌های آماری استان‌ها و ترازنامه انرژی ایران



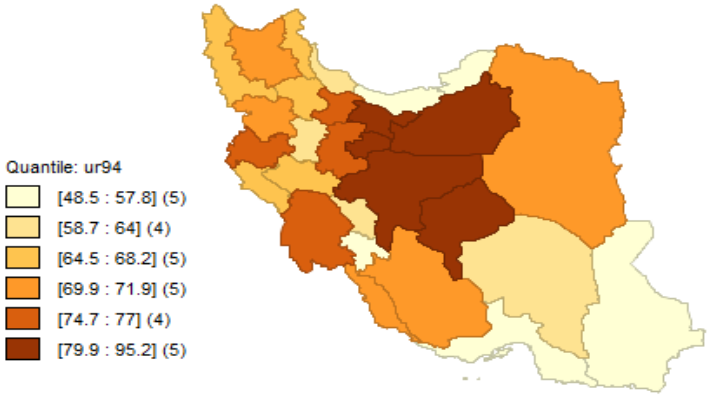
شکل (۱): مصرف انرژی در استان‌های ایران در سال ۱۳۸۱



شکل (۲): شهرنشینی در استان‌های ایران در سال ۱۳۸۱



شکل (۳): مصرف انرژی در استان‌های ایران در سال ۱۳۹٤



شکل (٤): شهرنشینی در استان‌های ایران در سال ١٣٩٤

شکل‌های (۱) تا (۴) وضعیت شهرنشینی و مصرف انرژی را در دو سال ۱۳۸۱ و ۱۳۹۴ به‌خوبی نشان می‌دهد. براساس شکل‌های مذکور می‌توان گفت که استان‌های تهران، اصفهان، خراسان و آذربایجان شرقی، که دارای بیشترین مصرف انرژی در سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۹۴ هستند، از شهرنشینی بسیار بالایی هم برخوردارند و همچنین، استان‌های کهگیلویه و بویراحمد و چهارمحال و بختیاری که دارای کمترین میزان مصرف انرژی در سال‌های مذکور بوده‌اند دارای کمترین میزان شهرنشینی نیز هستند.

۵. تصریح مدل

اریچ[1] و هولدرن[2] (۱۹۷۱) یک الگوی حسابداری تأثیر، جمعیت، وفور و تکنولوژی[3] برای توصیف اثرات زیست‌محیطی فعالیت‌های انسانی[4] ارائه دادند (اریچ و هولدرن،۱۹۷۱). در این الگو اثرات زیست‌محیطی فعالیت‌های انسانی به‌وسیله مصرف انرژی یا انتشار آلودگی بیان شده که تحت تأثیر سه فاکتور اندازه جمعیت، وفور و تکنولوژی است. الگوی تأثیر، جمعیت، وفور و تکنولوژی یک چارچوب ساده و قابل استفاده است که بسیار مورد توجه واقع شده است. اما این الگو یک اتحاد ریاضی است و قابلیت آزمون فرضیه را ندارد (لای و لین[5]، ۲۰۱۵). افزون‌براین، در این مدل مهم‌ترین محرک‌های شناسایی‌شده تأثیرات زیست‌محیطی فعالیت‌های انسانی کنار گذاشته شده است (ژانگ و لین[6]، ۲۰۱۲).

1. Ehrlich
2. Holdren
3. Impact, Population, Affluence, Technology (IPAT)
4. Environmental impact of human activity
5. Li and Lin
6. Zhang and Lin

دیتز[1] و روزا[2] (۱۹۹۷) برای غلبه بر این محدودیت‌ها و ممکن ساختن آزمون فرضیه‌های آماری مدل تأثیر، جمعیت، وفور و تکنولوژی را به فرم تصادفی ارتقا دادند که به‌عنوان الگوی اثرات تصادفی با رگرسیون بر جمعیت، وفور منابع و تکنولوژی [3] معروف شده است که به‌صورت زیر فرمولبندی شده است:

$$I_t = ap_t^b A_t^c T_t^d \varepsilon_t \qquad I\ (۱)$$

به‌طوری‌که، I_t اثرات زیست‌محیطی فعالیت‌های انسانی[4]، a عبارت ثابت، P_t جمعیت، A_t وفور منابع (ثروت)، T_t تکنولوژی و ε_t جمله خطا است.

در این مقاله از الگوی اثرات تصادفی با رگرسیون بر جمعیت، وفور منابع و تکنولوژی برای بررسی تأثیرات شهرنشینی و سایر عوامل بالقوه و مؤثر دیگر بر مصرف انرژی استفاده می‌شود. در این مطالعه براساس مطالعه لیو و همکاران (۲۰۱۵)، شنگ و گیو (۲۰۱۸)، وانگ و همکاران (۲۰۲۰) و جی و چن (۲۰۱۷) متغیر جایگزین برای اثرات زیست‌محیطی فعالیت‌های انسانی مصرف انرژی در نظر گرفته شده است. همچنین، براساس مطالعه لیو و همکاران (۲۰۱۵)، سرانه تولید ناخالص داخلی واقعی با نفت پرکسی برای وفور منابع، شهرنشینی پرکسی از جمعیت و سهم صنایع با انرژی‌بری بالا و پایین نماینده‌های تکنولوژی در نظر گرفته شده است.

بنابراین، مدل اقتصادسنجی زیر برای تحلیل کانال‌های اثرگذاری این متغیر بر مصرف انرژی استفاده شده است:

$$Lnec_{it} = \beta_1 Lnur_{it} + \beta_2 Lnur_{it}^2 + \beta_3 Lnpe_{it} + \beta_4 Lnsep_{it} + \beta_5 Lntep_{it} + \beta_6 Lnrgdpo_{it} + \eta_i + \gamma_t + \upsilon_{it} \qquad (۲)$$

$$\upsilon_{it} = \sum_{j=1}^{n} W_{ij}\upsilon_{it} + \varepsilon_{it} \qquad (۳)$$

که در آن $Lnec_{it}$، لگاریتم مصرف حامل‌های انرژی (شامل: فرآورده‌های نفتی، برق و گاز طبیعی)، $Lnur_{it}$، لگاریتم نرخ شهرنشینی، $Lnur_{it}^2$، لگاریتم توان دوم نرخ شهرنشینی، $Lnpe_{it}$، لگاریتم قیمت انرژی، $Lnsep_{it}$، لگاریتم سهم صنایع ثانویه، $Lntep_{it}$، لگاریتم سهم صنایع عالی، $Lnrgdpo_{it}$، لگاریتم تولید ناخالص داخلی واقعی

1. Dietz
2. Rosa
3. Stochastic Impact by Regression on Population, Affluence, and Technology (STIRPAT)
4. Environmental effects

با نفت، υ_{it}، جمله اخلال استان i است و $\sum_{j=1}^{n} W_{ij}\upsilon_{it}$، جمله اخلال همسایگان است. η_i، یک متغیر عرض از مبدأ است که تأثیر متغیرهای حذف‌شده هریک از واحدهای فضایی را در نظر می‌گیرد و دلیل به‌کارگیری آن این است که در مدل استفاده‌شده تأثیرات ناهمسانی فضایی هم لحاظ شود. γ_t، یک متغیر عرض از مبدأ است که اثرات ثابت زمانی در مدل را در نظر می‌گیرد.

زیرنویس i بیانگر استان‌های کشور که ۲۸, ... ,۱ :i و زیرنویس t نشان‌دهنده ۱۳۹۴... ۱۳۸۱ :t است.

۱-۵. داده‌های آماری

مصرف انرژی، که شامل فرآورده‌های نفتی (بنزین، نفت سفید، نفت گاز و نفت کوره) و برق و گاز طبیعی می‌شود، به‌این‌دلیل که دارای واحدهای یکسان نبوده‌اند، ابتدا برای یکسان‌سازی واحدها همه به پتاژول تبدیل و سپس با یکدیگر جمع شده و مصرف کل انرژی محاسبه شده است. آمارهای مربوط به مصرف انرژی در سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۴ از ترازنامه انرژی گرفته شده است.

کلیه آمار مربوط به قیمت انرژی از ترازنامه انرژی گرفته شده است. ازآنجاکه آمار قیمت حامل‌های انرژی‌های گوناگون موجود بوده برای محاسبه قیمت انرژی از میانگین وزنی استفاده شده است،به‌این‌صورت که مصرف گاز طبیعی در هر سال را بر کل مصرف انرژی تقسیم و در قیمت گاز طبیعی ضرب کرده و مصرف فرآورده‌های نفتی را بر مصرف کل انرژی تقسیم و بر قیمت فرآورده‌های نفتی ضرب و همچنین مصرف برق را بر مصرف کل انرژی تقسیم و در قیمت برق ضرب کرده و سپس حاصل آنها با هم جمع شده است.

آمار مربوط به تولید ناخالص داخلی با استفاده از آمار حساب‌های منطقه‌ای مرکز آمار ایران گرفته شده و سپس با توجه به شاخص قیمت مصرف‌کننده واقعی شده است. گفتنی است که آمار مربوط به شاخص قیمت‌ها از آمار وزارت اقتصاد و دارایی گرفته شده است.

برای به‌دست آوردن آمار مربوط به صنایع ثانویه که شامل: تولید محصولات غذایی، تولید انواع آشامیدنی‌ها، تولید منسوجات، تولید چوب و محصولات چوبی به‌جز مبلمان،

حصیر و مواد حصیربافی، تولید کاغذ و فرآورده‌های کاغذی، تولید کک، فرآورده‌های حاصل از پالایش نفت و تولید سایر فرآورده‌های معدنی غیرفلزی است، ارزش افزوده آنها با هم جمع و سپس تقسیم بر ارزش افزوده کل صنعت شده است. گفتنی است که برای صنایع ثانویه صنایعی در نظر گرفته شده است که دارای انرژی‌بری بالایی هستند. یعنی شدت مصرف انرژی آنها بالاتر از متوسط کل صنایع است.

برای به‌دست آوردن آمار مربوط به صنایع عالی که شامل: تولید فرآورده‌های توتون و تنباکو، تولید پوشاک، تولید چرم و فرآورده‌های وابسته، چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط‌شده، تولید مواد شیمیایی و فرآورده‌های شیمیایی، تولید داروها و فرآورده‌های دارویی و شیمیایی و گیاهی و تولید فرآورده‌های لاستیکی و پلاستکی است، ارزش افزوده آنها را با هم جمع و سپس تقسیم بر ارزش افزوده کل صنعت شده است. گفتنی است که برای صنایع عالی صنایعی در نظر گرفته شده است که دارای انرژی‌بری پایینی هستند. به‌طوری‌که آن دسته صنایعی که شدت انرژی آنها از متوسط صنایع پایین‌تر بوده با انرژی‌بری پایین در نظر گرفته شده‌اند.

کلیه اطلاعات آماری مربوط به شهرنشینی از سالنامه آماری گرفته شده است. گفتنی است که دو شاخص برای شهرنشینی استفاده شده است. یک شاخص که از تقسیم جمعیت شهری به کل جمعیت و شاخص دوم که از تقسیم جمعیت شهری به GDP به‌دست آمده است. برای نرخ شهرنشینی از دو شاخص الف) جمعیت شهری به کل جمعیت (لیو و همکاران، ۲۰۱۷،ژائو و ژانگ، ۲۰۱۷،شهباز و همکاران، ۲۰۱۵) و ب) جمعیت شهری به تولید ناخالص داخلی استفاده شده است.

٦. نتایج برآورد معادله مصرف انرژی در استان‌های ایران

۱-٦. نتایج آزمون وابستگی مقطعی پسران

شیوه برآورد در این رساله روش داده‌های تابلویی فضایی است. در اقتصادسنجی داده‌های تابلویی فرض بر این است که داده‌های مورد استفاده در حالت کلی استقلال مقطعی دارند. این فرض همانند فرض‌های دیگر ممکن است برقرار نباشد، پس اولین مرحله در اقتصادسنجی داده‌های پانلی قبل از انجام هرگونه آزمونی، تشخیص وابستگی یا استقلال مقطعی است که در این پژوهش از آزمون وابستگی مقطعی پسران (۲۰۲۱) بدین جهت استفاده شده است و نتایج آن در جدول (۳) آمده است.

جدول (۳): نتایج آزمون وابستگی مقطعی برای متغیرهای مورد پژوهش طی سال‌های ۱۳۹٤-۱۳۸۱

آزمون وابستگی مقطعی پسران (۲۰۲۱)		
متغیر	مقدار آماره آزمون پسران	P - Value
لگاریتم مصرف انرژی	۲۷/۹۶	۰/۰۰۰
لگاریتم تولید ناخالص داخلی واقعی با نفت	۵۶/۸۷	۰/۰۰۰
لگاریتم نرخ شهرنشینی (جمعیت شهری به کل جمعیت)	۵۱/۹۱	۰/۰۰۰
لگاریتم نرخ شهرنشینی (جمعیت شهری به تولید ناخالص داخلی)	۵۴/۱۹	۰/۰۰۰
لگاریتم سهم صنایع ثانویه	۷/۶۲	۰/۰۰۰
لگاریتم سهم صنایع عالی	۱۰/۰۴	۰/۰۰۰
لگاریتم قیمت انرژی	۷۲/۶۰	۰/۰۰۰

منبع: محاسبات پژوهش با استفاده از نرم‌افزار استتا ۱۳

در این آزمون فرضیه صفر بیانگر نبود وابستگی مقطعی در متغیرهای مورد آزمون است. همان‌گونه که نتایج جدول (۴-۳) نشان می‌دهد مقدار احتمال آماره آزمون پسران کمتر از ۰/۰۵ است، بنابراین فرضیه صفر آزمون پسران رد می‌شود و وابستگی مقطعی در متغیرهای ذکرشده وجود دارد.

۲-٦. نتایج آزمون ریشه واحد

آزمون ریشه واحد در داده‌های تابلویی به دو دسته آزمون ریشه واحد نسل اول[1] و دوم[2] تقسیم می‌شود. آزمون ریشه واحد نسل اول مانند آزمون هادری[3] (۲۰۰۰)، لوین و لین و چو[4] (۲۰۰۲)، ایم، پسران و شین[5] (۲۰۰۳) است که در این آزمون‌ها وابستگی مقطعی در نظر گرفته نمی‌شود و آزمون‌های ریشه واحد نسل دوم شامل آزمون دیکی فولی تعمیم‌یافته با لحاظ وابستگی مقطعی[6]، آزمون ایم، پسران و شین با در نظر گرفتن وابستگی مقطعی[7] و آزمون هادری و رائو[8] (۲۰۰۸) است که در این آزمون‌ها وابستگی مقطعی در متغیرها در نظر گرفته می‌شود. افزون‌بر وابستگی مقطعی، مسئله شکست ساختاری در سطح و روند متغیرها در ادبیات از زمانی که پرون[9] (۱۹۸۹) مطرح کرد که باید شکست ساختاری در ریشه واحد در نظر گرفته شود مورد

1. First-generation
2. Second-generation
3. Hadri
4. Levin, Lin and Chu
5. Im, Pesaran and shin
6. cross-sectionally augmented Dickey-Fuller
7. cross-sectionally augmented Im, Pesaran, and Shin
8. Hadri and Rao
9. Peron

بررسی قرار گرفت. آمسلر و لی (۱۹۹۵) دریافتند که با وجود شکست ساختاری نتیجه آزمون ریشه واحد به سمت پذیرش وجود ریشه واحد تورش خواهد داشت. بنابراین، باید در آزمون ریشه واحد شکست ساختاری در نظر گرفته شود (هلمز[1] و همکاران، ۲۰۱۱).

در این مطالعه به‌دلیل اینکه وابستگی مقطعی در متغیرها وجود دارد باید از آزمون‌های ریشه واحد نسل دوم استفاده شود و ازآنجاکه دوره مورد بررسی ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۴ است و هدفمندی یارانه‌ها در این دوره اتفاق افتاده است، احتمال وجود شکست ساختاری است. بنابراین، در این مطالعه از آزمون ریشه واحد هادری و رائو (۲۰۰۸) استفاده شده است۲. این آزمون وابستگی مقطعی و شکست ساختاری را همزمان در نظر می‌گیرد. فرضیه صفر در این آزمون ایستایی متغیر مورد آزمون است. درصورتی‌که مقادیر بحرانی در سطح‌های ۹۹، ۹۷,۵، ۹۵ و ۹۰ درصد بیشتر از آماره ایستایی باشد فرضیه صفر رد نمی‌شود، درنتیجه متغیر موردنظر ایستا است. با توجه به نتایج جدول (۴)، مقادیر بحرانی کلیه متغیرهای موردنظر بیشتر از آماره ایستایی است، پس فرضیه صفر رد نمی‌شود و کلیه متغیرها ایستا هستند.

جدول (٤): نتایج آزمون ریشه واحد هادری و رائو (۲۰۰۸) برای متغیرهای مورد بررسی

متغیر	مقادیر بحرانی در سطوح اطمینان مختلف				P - Value	آماره ایستایی	نتیجه
	٪۹۹	٪۹۷/۵	٪۹۵	٪۹۰		HR	
لگاریتم مصرف انرژی	۵۰/۲۹۸	۳۸/۰۹۵	۲۹/۷۴۴	۲۱/۲۸۹	۰/۹۹۰	۱/۰۴۳	ایستا
لگاریتم تولید ناخالص داخلی واقعی با نفت	۹۹/۷۱۸	۷۶/۲۳۴	۶۰/۴۰۷	۴۶/۴۷۵	۰/۹۸۳	۲/۹۰۱	ایستا
لگاریتم نرخ شهرنشینی (جمعیت شهری به کل جمعیت)	۴۴/۹۷۱	۳۶/۸۰۳	۳۰/۲۱۳	۲۲/۹۷۹	۰/۹۸۳	۱/۲۶۹	ایستا
لگاریتم نرخ شهرنشینی (جمعیت شهری به تولید ناخالص داخلی)	۱۶/۵۱۷	۱۲/۹۵۹	۱۰/۴۲۵	۷/۸۹۵	۰/۹۹۷	۰/۵۳۵	ایستا
لگاریتم سهم صنایع ثانویه	۴۱/۶۹۰	۳۳/۹۷۶	۲۸/۴۶۴	۲۲/۴۹۳	۱/۰۰۰	۱/۲۱۳	ایستا
لگاریتم سهم صنایع عالی	۳۱/۴۵۸	۲۵/۸۸۵	۲۱/۱۹۹	۱۶/۷۲۹	۱/۰۰۰	۰/۶۶۸	ایستا
لگاریتم قیمت انرژی	۸۳/۷۹۱	۶۷/۷۱۳	۵۵/۴۱۷	۴۴/۱۸۱	۱/۰۰۰	۱/۹۹۳	ایستا

منبع: محاسبات پژوهش با استفاده از نرم‌افزار گاوس ۱۰

1. Holmes

۲. نتایج آزمون ریشه واحد پسران با در نظر گرفتن وابستگی مقطعی در پیوست مقاله آورده شده است.

۳-٦. نتایج برآورد آزمون وابستگی فضایی (آماره موران)

داده‌های استفاده‌شده داده‌های استانی (منطقه‌ای) است،ازاین‌رو، در تحلیل‌های منطقه‌ای امکان وابستگی فضایی بین متغیرها وجود دارد و باید از تکنیک اقتصادسنجی فضایی استفاده شود ولی پیش از به‌کارگیری تکنیک‌های سنجی فضایی بایستی اطمینان حاصل کرد که بین متغیرهای وابسته، که بعد مکان دارند، خودهمبستگی فضایی وجود دارد. برای اطمینان از این مسئله آزمون موران مورد استفاده قرار خواهد گرفت که نتایج آن در جدول زیر آمده است.

جدول (۵): نتیجه آزمون موران بر متغیر وابسته مدل

مدل	آماره آزمون	مقدار برآورد	P - Value
مدل (۱)	موران	۰/۰۴۷	۰/۰۰۲
مدل (۲)	موران	۰/۱۱۸	۰/۰۰۰۰

منبع: محاسبات پژوهش

فرضیه صفر آماره موران این است که در متغیر وابسته خودهمبستگی (وابستگی) فضایی وجود ندارد. با توجه به نتایج جدول فوق فرضیه صفر رد می‌شود، پس وابستگی فضایی (خودهمبستگی فضایی) بین مصرف انرژی استان‌ها وجود دارد و ازآنجاکه مقدار آماره موران مثبت است یعنی وابستگی مثبت بین مصرف انرژی استان‌ها وجود دارد.

٤-٦. نتایج آزمون‌های تشخیص مدل فضایی

هنگامی‌که وابستگی فضایی (خودهمبستگی فضایی) وجود دارد، به دو شیوه می‌توان آن را لحاظ کرد:

- مدل وقفه فضایی[1]: در این مدل متغیر جدیدی به نام متغیر وقفه فضایی متغیر وابسته وارد مدل می‌شود. این متغیر که نام دیگر آن متغیر هموارکننده فضایی است، از حاصل‌ضرب ماتریس وزنی فضایی در بردار متغیر وابسته حاصل می‌شود.
- مدل خطای فضایی[2]: در این حالت وابستگی فضایی بین جملات خطا وجود دارد،به‌عبارت‌دیگر، جمله خطای یک مشاهده وابسته به جملات خطای مشاهدات مجاور است.

چون که آزمون موران وابستگی فضایی را نشان می‌دهد اما این آماره روشن نمی‌سازد که مدل بایستی به شکل خطای فضایی یا وقفه فضایی باشد، نیازمند استفاده از آزمونی است که بتوان برمبنای آن مدل مناسب را جهت برآورد شناسایی کرد. بدین‌منظور

1. Spatial Autoregressive Model (SAR)
2. Spatial Error Model (SEM)

آزمون‌های ضریب لاگرانژ[1] به کار گرفته می‌شود که به دو دسته آزمون‌های ضریب لاگرانژ برای خطای فضایی و آزمون‌های ضریب لاگرانژ برای وقفه فضایی تقسیم می‌شود. فرضیه صفر آزمون ضریب لاگرانژ برای وقفه فضایی تصریح می‌کند که مدل وقفه فضایی نیست و فرضیه صفر آزمون ضریب لاگرانژ برای خطای فضایی تصریح می‌کند که مدل خطای فضایی است. نتایج این آزمون‌ها در جدول (۶) بیان شده است.

جدول (٦): **آزمون‌های تشخیص مدل فضایی**

مدل	آماره آزمون	مقدار آزمون	معناداری (Prob)
مدل (۱)	LM (lag)	۰/۲۰۲	۰/۶۵۲
	LM lag (Robust)	۰/۵۹۹	۰/۴۳۹
	LM (Error)	۷/۶۷۰	۰/۰۰۵
	LM Error (Robust)	۸/۰۶۶	۰/۰۰۴
مدل (۲)	LM (lag)	۰/۰۲۱	۰/۸۸۲
	LM lag (Robust)	۰/۷۲۷	۰/۳۹۳
	LM (Error)	۴۷/۴۸۷	۰/۰۰۰
	LM Error (Robust)	۴۸/۱۹۳	۰/۰۰۰

منبع: محاسبات پژوهش

با ملاحظه مقدار احتمال آزمون ضریب لاگرانژ در مدل وقفه فضایی که بیش از ۵ درصد است فرضیه صفر این آزمون تأیید می‌شود و برمبنای آن مدل وقفه فضایی نامناسب است. همچنین، چون مقدار احتمال آزمون ضریب لاگرانژ در مدل خطای فضایی کمتر از ۵ درصد است فرضیه صفر این آزمون رد می‌شود و برمبنای آن مدل خطای فضایی انتخاب می‌شود که به‌صورت ذیل تصریح می‌شود:

$$Lnec_{it} = \beta_1 Lnur_{it} + \beta_2 Lnur_{it}^2 + \beta_3 Lnpe_{it} + \beta_4 Lnsep_{it} + \beta_5 Lntep_{it} + \beta_6 Lnrgdpo_{it} + \eta_i + \gamma_t + \upsilon_{it}$$

این معادله رگرسیونی را می‌توان به شکل مدل با اثرات تصادفی یا ثابت برآورد کرد.

نتایج برآورد اثر شهرنشینی بر مصرف انرژی در جدول (۶) آمده است. با توجه به اینکه در مدل‌های استانی فرضیه ثابت بودن عرض از مبدأ غیرواقعی است (چون ویژگی‌های خاص استان‌های کشور هم از یک استان به استان دیگر و هم در طول زمان

1. Lagrangae Multiplier (LM)

تغییر می‌کند، به‌این‌معنی که ویژگی‌های مشابه ندارند)، پس به‌منظور در نظر گرفتن ناهمسانی فضایی در داده‌های پانلی، مدل خطای فضایی با توجه به اثرات ثابت مکانی و زمانی برآورد می‌شود که نتایج به‌دست‌آمده از آن در جدول زیر آورده شده است.

در مدل (۱) لگاریتم نرخ شهرنشینی و توان دوم لگاریتم نرخ شهرنشینی در سطح اهمیت یک درصد معنادار و به‌ترتیب مثبت و منفی است که این نشان‌دهنده این است که تأثیر شهرنشینی بر مصرف انرژی به شکل U معکوس است. به‌عبارت‌دیگر، با افزایش شهرنشینی مصرف انرژی نیز افزایش می‌یابد و این تأثیر بدین‌نحو است که با مهاجرت و انتقال نیروی کار از نواحی روستایی به مناطق شهری و ورود کشاورزان در روستا به بخش‌های صنعتی در شهرها، به‌دلیل اینکه بخش صنعت شدت مصرف انرژی بالاتری در مقایسه با بخش کشاورزی دارد، این انتقال و مهاجرت باعث افزایش مصرف انرژی می‌شود. از طرف دیگر، در شهرها به‌دنبال افزایش فعالیت‌های اقتصادی، حمل‌ونقل درون‌شهری و انتقال مسافران در پی افزایش تقاضا برای وسایل نقلیه موتوری به‌ویژه حمل‌ونقل شخصی افزایش می‌یابد که این خود باعث بالا رفتن میزان مصرف انرژی نیز می‌شود. افزون‌براینها، مواردی مانند ایجاد شبکه‌های جاده‌ای، شبکه‌های ارتباطی، افزایش ساختمان‌ها و همچنین تغییر در سبک زندگی خانواده‌ها و تغییر الگوهای مصرفی که ناشی از زندگی در مناطق شهری و افزایش درآمد است و استفاده زیاد از خدمات و محصولات تجاری که تولیدات تجاری را افزایش می‌دهد موجب می‌شوند تا مصرف انرژی در شهرها افزایش زیادی داشته باشد. اما افزایش نرخ شهرنشینی باعث پیشرفت تکنولوژی و صنعت می‌شود. صنعت باعث می‌شود از منابع سوختی مناسب استفاده شود و بخش مصرف انرژی اصلی خود را از مصرف خانگی به تولید صنعت منتقل می‌کند که هردو برای صرفه‌جویی در مصرف انرژی مفید است. افزون‌براین، صنعت سبب بهبود بهره‌وری کارآمد از زیرساخت‌های عمومی می‌شود. در بیشتر مناطق شهری به‌طور معمول قوانین و مقررات و نظارت بهتر برای اجرای فناوری‌های صرفه‌جویی در انرژی و استانداردها دارند. استفاده از استانداردهای ساختمانی همانند عایق، سیستم تهویه، سیستم انرژی‌های خورشیدی و مانند آن موجب بهبود انرژی می‌شود. تمرکز منابع بزرگ انرژی برای ساکنین شهری سبب کاهش هدررفت انرژی در طول فرایند ذخیره‌سازی و حمل‌ونقل می‌شود. با افزایش توسعه‌یافتگی مناطق درنتیجه افزایش نرخ شهرنشینی، آگاهی درخصوص مسائل صرفه‌جویی انرژی و کیفیت محیط‌زیست بالا رفته و موجب وضع قوانین بهبود محیط‌زیست می‌شود که آن هم باعث استفاده از تکنولوژی‌های بهتر و به‌روز و صرف مخارج بیشتری برای کاهش مصرف انرژی شده است. نتایج مدل (۲) نیز رابطه U معکوس

بین شهرنشینی و مصرف انرژی را نشان می‌دهد. همچنین طبق نتایج برآورد مدل، لگاریتم قیمت انرژی منفی است، یعنی هرچقدر قیمت انرژی افزایش یابد مصرف انرژی نیز کاهش می‌یابد. با افزایش یک درصد قیمت انرژی در مدل ۱ و ۲ به‌ترتیب مصرف انرژی ۰/۰۲ و ۰/۰۳۶ درصد کاهش می‌یابد. با افزایش قیمت انرژی صنایع نیز اقدام به افزایش سطح کارایی و بهره‌وری خود کرده و محصولات را با سطح مصرف انرژی پایین‌تری تولید می‌کنند، درنتیجه مصرف انرژی کاهش پیدا می‌کند.

جدول(۷): نتایج برآورد معادله مصرف انرژی در استان‌های ایران

	مدل (۱)	مدل (۲)
متغیرها	مدل خطای فضایی (با لحاظ اثرات مکانی و زمانی ثابت)	مدل خطای فضایی (با لحاظ اثرات مکانی و زمانی ثابت)
لگاریتم نرخ شهرنشینی (جمعیت شهری به کل جمعیت)	۳۸/۶۹۵ (۰/۰۰۰)	ـــــ
لگاریتم توان دوم نرخ شهرنشینی (جمعیت شهری به کل جمعیت)	-۴/۶۱۴ (۰/۰۰۰)	ـــــ
لگاریتم نرخ شهرنشینی (جمعیت شهری به تولید ناخالص داخلی)	ـــــ	-۰/۳۸۳ (۰/۳۷۰)
لگاریتم توان دوم نرخ شهرنشینی (جمعیت شهری به تولید ناخالص داخلی)	ـــــ	-۰/۰۶۸ (۰/۰۱۸)
لگاریتم قیمت انرژی	-۰/۰۲۲ (۰/۰۲۲)	-۰/۰۳۶ (۰/۰۰۰)
لگاریتم صنایع ثانویه	۰/۱۲۷ (۰/۰۰۰)	۰/۱۰۱ (۰/۰۰۰)
لگاریتم صنایع عالی	۰/۰۷۱ (۰/۰۰۲)	۰/۰۷۳ (۰/۰۰۱)
لگاریتم تولید ناخالص واقعی با نفت	۰/۴۶۴ (۰/۰۰۰)	۰/۹۲۹ (۰/۰۰۰)
درون گروهی R^2	۰/۳۸۸	۰/۳۷۷
بین گروهی R^2	۰/۶۶۸	۰/۸۵۷
کل R^2	۰/۶۵۶	۰/۸۴۳
ضریب وابستگی فضایی بین جملات اخلال	۰/۴۵۲ (۰/۰۰۷)	۰/۵۵۸ (۰/۰۰۱)
آزمون هاسمن	۳/۲۳ (۰/۷۷۹)	۷/۷۲ (۰/۲۵۹)

مقادیر ردیف اول هر متغیر ضریب متغیر در مدل و مقادیر در پرانتز مقدار احتمال است.

آزمون والد در مدل (۱) برای اثرات ثابت مکانی و زمانی دارای مقدار ۱۲۹/۶۰ و احتمال ۰/۰۰۰ است.

آزمون والد در مدل (۲) برای اثرات ثابت مکانی و زمانی دارای مقدار ۹۳/۹۱ و احتمال ۰/۰۰۰ است.

منبع: محاسبات پژوهش

طبق نتایج تخمین مدل لگاریتم سهم صنایع ثانویه مثبت و معنادار است،با افزایش یک درصد سهم صنایع ثانویه در مدل اول و دوم به‌ترتیب ۰/۱۲ درصد و۰/۱۰ درصد مصرف انرژی افزایش می‌یابد. علت تأثیر مثبت صنایع ثانویه بر مصرف انرژی این است که زیربخش‌های صنایع ثانویه مانند چوب، کاغذ، کانی غیرفلزی و مانند آن انرژی‌بر هستند و باعث افزایش مصرف انرژی می‌شوند. لگاریتم تولید ناخالص داخلی واقعی با نفت مثبت و معنادار است. با افزایش یک درصدی در تولید ناخالص داخلی در مدل اول و دوم به‌ترتیب ۰/۴۶ درصد و ۰/۹۲ درصد مصرف انرژی افزایش می‌یابد که این نشان‌دهنده این است که با افزایش تولید در ایران مصرف انرژی نیز افزایش می‌یابد. همچنین در این بخش استفاده ناکارا از منابع انرژی، استفاده از انرژی و تکنولوژی‌های آلاینده و ناکارا و مانند آن، افزایش مصرف انرژی را به‌دنبال دارد. درحقیقت نحوه مصرف انرژی و سنتی یا مدرن بودن ابزار مورد استفاده برروی مصرف انرژی تأثیر می‌گذارد، به‌طوری‌که در جریان تولیدات اگر از تکنولوژی‌های سنتی و انرژی‌های تجدیدناپذیر استفاده شود در مقایسه با زمانی که از فناوری‌های تخصصحاتی‌تر و قوی‌تر بهره می‌برند و با استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر به تولید می‌پردازند، مصرف انرژی بالاتری دارند. طبق نتایج جدول (۷) افزایش سهم صنایع عالی نیز باعث افزایش مصرف انرژی می‌شود، به‌گونه‌ای‌که با افزایش یک درصدی در سهم صنایع عالی مصرف انرژی در هر دو مدل ۰/۰۷ درصد افزایش می‌یابد. طبق نتایج ضرایب برآوردشده سهم صنایع عالی و ثانویه بر مصرف انرژی دیده می‌شود که تأثیر افزایش سهم صنایع عالی بر میزان افزایش مصرف انرژی در مقایسه با افزایش سهم صنایع ثانویه کمتر است.

برای گزینش میان تکنیک اثرات تصادفی یا ثابت در مدل وقفه فضایی آزمون هاسمن به کار گرفته می‌شود، که نتایج این آزمون در جدول (۷) بیان شده است. در آزمون هاسمن فرضیه صفر اثرات تصادفی است که چنان‌چه مقدار احتمال که بیشتر از ۵ درصد است، فرضیه صفر رد نمی‌شود و مدل به‌صورت خطای فضایی با اثرات تصادفی برآورد می‌شود.

مقدار ضریب تعیین مدل به ترتیب ۶۵ و ۸۴ درصد است که نشان می‌دهد در هر دو مدل متغیرهای توضیحی توانسته‌اند به‌خوبی مصرف انرژی در استان‌های ایران را توضیح دهند.

۷. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

این تحقیق کوششی برای شناسایی تأثیر شهرنشینی بر مصرف انرژی در استان‌های ایران است. برای بررسی این موضوع در چارچوب مدل اثرات تصادفی با رگرسیون بر جمعیت، وفور منابع و تکنولوژی، الگوی اقتصادسنجی طراحی شده که با استفاده از داده‌های تابلویی فضایی برآورد شده است. قبل از برآورد مدل آزمون وابستگی مقطعی و ریشه واحد انجام شد سپس به بررسی خودهمبستگی فضایی بین مصرف انرژی استان‌های ایران به‌وسیله آماره موران پرداخته شده است. سپس با به‌کارگیری آزمون‌های ضریب لاگرانژ مدل خطای فضایی جهت بررسی رابطه شهرنشینی و مصرف انرژی در استان‌های ایران انتخاب شد و سپس مدل خطای فضایی با اثرات ثابت مکانی و زمانی برای بررسی تأثیر شهرنشینی بر مصرف انرژی انتخاب شده است. نتایج حاصل از برآورد دو مدل با شاخص‌های مختلف شهرنشینی نشان می‌دهد که شهرنشینی دارای تأثیر U معکوس بر مصرف انرژی استان‌های ایران است. به‌این‌صورت که در سطح پایین شهرنشینی هرچه میزان شهرنشینی افزایش یابد در پی آن انتقال نیروی کار از بخش کشاورزی به بخش صنعتی، مهاجرت، حمل‌ونقل، استفاده از صنایع انرژی‌بر و مانند آن افزایش می‌یابد که این خود نیز باعث افزایش مصرف انرژی می‌شود. همچنین، شهرنشینی باعث افزایش درآمد می‌شود که این باعث خرید و استفاده از وسایل و امکانات انرژی‌بر و درنهایت موجب افزایش مصرف انرژی می‌شود. اما در سطوح بالای شهرنشینی به‌دلیل افزایش فرهنگ شهرنشینی مانند استفاده از حمل‌ونقل عمومی مصرف انرژی کاهش می‌یابد. این کاهش می‌تواند دلایل دیگری نیز داشته باشد. برای نمونه، در سطوح بالاتر توسعه تغییرات ساختاری به طرف صنایع و خدمات اطلاع‌بر پیش می‌رود و با افزایش توسعه‌یافتگی مناطق، آگاهی در مورد مسائل صرفه‌جویی انرژی بالا رفته و باعث وضع قوانین و مقررات درخصوص مصرف بهینه انرژی می‌شود که درنتیجه موجب استفاده از تکنولوژی‌های بهتر و به‌روز و صرف مخارج بیشتر برای کاهش مصرف انرژی می‌شود.

بر مبنای نتایج حاصل از این تحقیق، که بیان‌گر تأثیر U معکوس شهرنشینی بر مصرف انرژی در استان‌های ایران است، می‌توان توصیه زیر را ارائه داد:

- با توجه به نتایج پژوهش، فرهنگ‌سازی به‌کارگیری حمل‌ونقل عمومی در شهرها و مصرف بهینه انرژی در منازل،زیرا اگر اشخاص جامعه در استفاده مناسب و بهینه از

خودروها و منابع نفتی توجه لازم را نداشته باشند، حتی درصورت اجرای سیاست‌های قیمتی و غیرقیمتی انرژی، نتایج اثربخش و مطلوبی به‌دنبال نخواهد داشت.

• با توجه به یافته‌های پژوهش، پیشنهاد می‌شود نسبت به برنامه‌ریزی دقیق و جامع جمعیت شهری و حدود بهینه و مناسب آن اهتمام ویژه‌ای شود و متناسب با افزایش شهرنشینی به نیازهای جمعیتی پاسخ داده شود.

• طبق این پژوهش، توصیه می‌شود که سیاست‌گذاران به توسعه عمودی شهرها توجه کنند تا به توسعه افقی،چراکه گسترش حاشیه شهرها مصرف برق و سوخت را به‌علت نیاز به حمل‌ونقل در فاصله‌های دورتر و روشنایی در خیابان‌ها به‌شکل وسیع‌تری تحت تأثیر قرار می‌دهد. به‌همین‌دلیل، گسترش نیافتن حاشیه‌نشینی به روش در اختیار قرار ندادن امکانات به مناطق حاشیه شهرها مهمترین نکته‌ای است که باید مورد توجه سیاست‌گذاران قرار گیرد.

۸. تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

۹. منابع

ابراهیمی، محسن و آل‌مراد، محمود (۱۳۸۸). «شهرنشینی و مصرف انرژی در کشورهای عضو گروه D_8»، *مجله مشهدپژوهی*، شماره ۳، صفحات ۱۷-۱.

اسدی، علی واسماعیلی، میثم و بخشور، فرجاد و صادق‌پور، عسل (۱۳۹۷). «بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی در ایران (با تاکید بر متغیر توسعه مالی) »، *فصلنامه سیاست‌های مالی و اقتصادی*، شماره ۲۵، صفحات ۱۷۷-۱۵۱.

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

شفیعیان، سارا و بهنامه، مهدی و ابراهیمی‌سالاری، تقی (۱۳۹۵). «بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی در کشورهای منتخب OECD»، *سومین کنفرانس بین‌المللی پژوهش‌های نوین در مدیریت، اقتصاد و علوم انسانی*.

عابدزاده، کاظم (۱۳۹۶). *بررسی تأثیر شهرنشینی و نوآوری بر مصرف انرژی الکتریکی در ایران، رویکرد رگرسیون فازی*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز.

عیسی‌زاده، سعید و مهرانفر، جهانبخش (۱۳۹۱). «بررسی ارتباط میان مصرف انرژی و سطح شهرنشینی در ایران»، *فصلنامه راهبرد اقتصادی*، شماره ۲، صفحات ۷۰-۴۷.

فرج‌زاده، زکریا (۱۳۹۴). «شدت انرژی در اقتصاد ایران: اجزا و عوامل تعیین‌کننده»، *اقتصاد انرژی ایران (اقتصاد محیط زیست و انرژی)*، شماره ۴، صفحات ۸۶-۴۳.

فطرس، محمدحسن و قربان‌سرشت، مرتضی (۱۳۹۱). «اثر رشد شهرنشینی بر مصرف انرژی و انتشار دی اکسید کربن»، شماره *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*،شماره ۳۵،صفحات ۱۴۷-۱۶۸.

قنبری، علی و لگوانی، امین و جوادنژاد، فرشید (۱۳۹۱). «بررسی رابطه بین مصرف انرژی و شهرنشینی در ایران با به‌کارگیری روش ARDL»، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، شماره ۳۵، صفحات ۱۱۹-۱۰۱.

کریمی، محمدشریف و حیدریان، مریم (۱۳۹۶). «بررسی ارتباط بین شهرنشینی و مصرف انرژی در استان‌های ایران با به‌کارگیری الگوی STIRPAT تعمیم‌یافته»، *فصلنامه اقتصاد و الگوسازی*، شماره ۳۱، صفحات ۵۴-۲۷.

یاوری، کاظم و احمدزاده، خالد (۱۳۸۹). «بررسی رابطه مصرف انرژی و ساختار جمعیت (مطالعه موردی: کشورهای آسیای جنوب غربی)«، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، شماره ۲۵، صفحات ۶۲-۳۳.

References

Alam, S., Fatima, A., and Butt, M. S. (2007). "Sustainable development in Pakistan in the context of energy consumption demand and environmental degradation", *Journal of Asian Economics*, No. 18(5), pp. 825-837.

Bakirtas, T. & Akpolat, A. G. (2018). "The relationship between energy consumption, urbanization, and economic growth in new emerging-market countries", *Energy*, No.147, pp. 110-121.

Bernardini, O., & Galli, R. (1993). "Dematerialization: long-term trends in the intensity of use of materials and energy", *Futures*, No. 25(4), pp. 431-448.

Colldahl, C., Frey, S., & Kelemen, J. E. (2013). *Smart cities: Strategic sustainable development for an urban world*.

Dietz, T. & Rosa, E. A. (1997). "Effects of population and affluence on CO2 emissions", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, No. 94(1), pp.175-179.

Ehrlich, P. R. & Holdren, J. P. (1971). "Impact of population growth", *Science*, No.171(3977), pp.1212-1217.

Elliott, R. J., Sun, P. & Zhu, T. (2017). "The direct and indirect effect of urbanization on energy intensity: A province-level study for China", *Energy*, No.123, pp. 677-692.

Ewing, R. & Rong, F. (2008). "The impact of urban form on US residential energy use", *Housing policy debate*, No. 19(1), pp.1-30.

Fan, J. L., Zhang, Y. J. & Wang, B. (2017). "The impact of urbanization on residential energy consumption in China: An aggregated and disaggregated analysis", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, No.75, pp. 220-233.

Franco, S., Mandla, V. R. & Rao, K. R. M. (2017). "Urbanization, energy consumption and emissions in the Indian context A review", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, No. 71, pp. 898-907.

Gungor, H. & Simon, A. U. (2017). "Energy consumption, finance and growth: the role of urbanization and industrialization in South Africa", *International Journal of Energy Economics and Policy*, No. 7(3), pp. 268-276.

Hadri, K. & Rao, Y. (2008). "Panel stationarity test with structural breaks", *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, No.70(2), pp. 245-269.

Heinonen, J. & Junnila, S. (2011). "A carbon consumption comparison of rural and urban lifestyles", *Sustainability*, No. 3(8), pp.1234-1249.

Holmes, M. J., Otero, J. & Panagiotidis, T. (2011). " Real interest parity: A note on Asian countries using panel stationarity tests", *Journal of Asian Economics*, No. 22(6), pp. 550-557.

IEA, E. B. (2009). *International Energy Agency*, Paris, France.

Imai, H. (1997). "The effect of urbanization on energy consumption", *Journal of Population Problems*, No. 53(2), pp.43-49.

Ji, X., & Chen, B. (2017). "Assessing the energy-saving effect of urbanization in China based on stochastic impacts by regression on population, affluence and technology (STIRPAT) model", *Journal of Cleaner Production*, No.163, pp. S306-S314.

Jones, D. W. (1989). "Urbanization and energy use in economic development", *The Energy Journal*, No.10(4).

Li, K., & Lin, B. (2015). "Impacts of urbanization and industrialization on energy consumption/CO2 emissions: does the level of development matter?", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, No.52, pp. 1107-1122.

Liu, Y. (2009). "Exploring the relationship between urbanization and energy consumption in China using ARDL (autoregressive distributed lag) and FDM (factor decomposition model)", *Energy*, No. 34(11), pp. 1846-1854.

Liu, Y., Xiao, H., Lv, Y., & Zhang, N. (2017). "The effect of new-type urbanization on energy consumption in China: a spatial econometric analysis", *Journal of Cleaner Production*, No.163, pp. S299-S305.

Navamuel, E. L., Morollón, F. R. & Cuartas, B. M. (2018)."Energy consumption and urban sprawl: Evidence for the Spanish case", *Journal of cleaner production*, No. 172, pp.3479-3486.

O'Neill, B. C., Ren, X., Jiang, L. & Dalton, M. (2012). "The effect of urbanization on energy use in India and China in the iPETS model", *Energy Economics*, No. 34, pp. S339-S345.

Pesaran, M. H. (2021). "General diagnostic tests for cross-sectional dependence in panels", *Empirical Economics*, No. 60, pp 13-50.

Poumanyvong, P. & Kaneko, S. (2010). "Does urbanization lead to less energy use and lower CO2 emissions? A cross-country analysis", *Ecological Economics*, No.70(2), pp.434-444.

Poumanyvong, P., Kaneko, S. & Dhakal, S. (2012). "Impacts of urbanization on national transport and road energy use: Evidence from low, middle and high income countries*", Energy Policy*, No.46, pp. 268-277.

Sadorsky, P. (2013). "Do urbanization and industrialization affect energy intensity in developing countries?", *Energy Economics*, No.37, pp. 52-59.

Salim, R. A. & Shafiei, S. (2014). "Urbanization and renewable and non-renewable energy consumption in OECD countries: An empirical analysis", *Economic Modelling*, No. 38, pp. 581-591.

Shahbaz, M. & Lean, H. H. (2012). "Does financial development increase energy consumption? The role of industrialization and urbanization in Tunisia", *Energy policy*, No. 40, pp. 473-479.

Shahbaz, M., Loganathan, N., Sbia, R. & Afza, T. (2015). "The effect of urbanization, affluence and trade openness on energy consumption: A time series analysis in Malaysia", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, No. 47, pp. 683-693.

Shahbaz, M., Sbia, R.; Hamdi, H.& Ozturk, I. (2014). "Economic growth, electricity consumption, urbanization and environmental degradation relationship in United Arab Emirates", *Ecological Indicators*, No. 45, pp. 622–631.

Sheng, P. & Guo, X. (2018). "Energy consumption associated with urbanization in China: Efficient-and inefficient-use", *Energy*, No. 165, pp.118-125.

Wang, Q., Lin, J., Zhou, K., Fan, J. & Kwan, M. P. (2020)." Does urbanization lead to less residential energy consumption? A comparative study of 136 countries", *Energy*, No. 202, pp.117765.

Wang, S., Fang, C., Guan, X., Pang, B. & Ma, H. (2014). "Urbanization, energy consumption, and carbon dioxide emissions in China: A panel data analysis of China's provinces", *Applied Energy*, No.136, pp.738-749.

Wang, Y., Chen, L. & Kubota, J. (2016). "The relationship between urbanization, energy use and carbon emissions: evidence from a panel of Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) countries", *Journal of Cleaner Production*, No. 112, pp. 1368-1374.

Wei, T. (2011). "What STIRPAT tells about effects of population and affluence on the environment?", *Ecological Economics*, No. 72, pp. 70-74.

Yang, Y., Liu, J. & Zhang, Y. (2017). "An analysis of the implications of China's urbanization policy for economic growth and energy consumption", *Journal of cleaner production*, No. 161, pp. 1251-1262.

Ye, L., Cheng, Z., Wang, Q., Lin, W. & Ren, F. (2013). "Overview on green building label in China", Renewable Energy, No. 53, pp. 220-229.

York, R., Rosa, E. A. & Dietz, T. (2003). "Footprints on the earth: The environmental consequences of modernity", *American sociological review*, No. 68(2), pp. 279-300.

Zhang, C. & Lin, Y. (2012). "Panel estimation for urbanization, energy consumption and CO2 emissions: A regional analysis in China", *Energy policy*, No. 49, pp. 488-498.

Zhao, P. & Zhang, M. (2018). "The impact of urbanisation on energy consumption: A 30-year review in China", *Urban climate*, No. 24, pp. 940-953.

پیوست

نتایج آزمون ریشه واحد پسران با در نظر گرفتن وابستگی مقطعی برای متغیرهای مورد بررسی

متغیر	وقفه صفر		وقفه یک	
	مقدار آماره	p-value	مقدار آماره	p-value
لگاریتم مصرف انرژی	-۲/۲۵۸	۰/۰۱۲	۰/۵۱۹	۰/۳۰۲
لگاریتم تولید ناخالص داخلی واقعی با نفت	-۱/۹۱۳	۰/۰۲۸	-۱/۲۰۱	۰/۱۱۵
لگاریتم نرخ شهرنشینی (جمعیت شهری به کل جمعیت)	۱۸/۹۵۵	۱/۰۰۰	۱۰/۸۷۳	۱/۰۰۰
لگاریتم نرخ شهرنشینی (جمعیت شهری به تولید ناخالص داخلی)	۱۳/۵۲۵	۱/۰۰۰	۸/۳۶۸	۱/۰۰۰
لگاریتم سهم صنایع ثانویه	۱/۶۵۲	۰/۹۵۱	۲/۴۴۷	۰/۹۹۳
لگاریتم سهم صنایع عالی	۰/۵۲۰	۰/۶۹۸	۲/۶۷۳	۰/۹۹۶
لگاریتم قیمت انرژی	-۵/۳۴۹	۰/۰۰۰	۱/۱۲۹	۰/۸۷۱

منبع: محاسبات پژوهش با استفاده از نرم‌افزار استتا ۱۵

فرضیه صفر آزمون: سری نامانا ($I(1)$) است.

-- Iranian Energy Economics ------
10(34), 5
Jiee.atu.ac.ir
Dol: 10.22054/Jiee.2021.55099.1780

ATU PRESS

Original Reserch
Accepted: 23/June/2021
Received: 9/Seb/2020
ISSN: 2423-5954
eISSN: 2476-6437

The Effect of Urbanization on Energy Consumption in Iranian Provinces: Spatial Panel Data Approach

Zahra Dehghan Shabani* Associate Professor of Economics, Shiraz University, Shiraz, Iran

Ahmad Sadraei Javaheri Associate Professor of Economics, Shiraz University, Shiraz, Iran

Elaheh Abbaspour M.A. in Economics, Shiraz University, Shiraz, Iran

Abstract

Energy is one of the essential inputs in production that due to inefficient and inappropriate use of its resources, its consumption has increased significantly. In this regard, the identification of factors affecting energy consumption in the provinces is important. This study aims to investigate the effect of urbanization on energy consumption in Iranian provinces. To do so, we used the STIRPAT model to design the econometric model. The spatial error econometric model in panel data was used to estimate the effect of urbanization on energy consumption in 28 Iranian provinces from 2002 to 2015. The results show that the relationship between urbanization and energy consumption is inverted U-shaped. This finding indicates that an increase in urbanization first causes to increase and then decreases energy consumption.

Keywords: Urbanization, Energy Consumption, Spatial panel data, Iranian provinces

JEL Classification: R10, C23, P18

* zdehghan@shirazu.ac.ir