

# شهرنشینی و آلودگی هوا در ایران

محمدحسن فطرس<sup>۱</sup>، ابوذر فتحی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> - دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

fotros@basu.ac.ir

<sup>۲</sup> - کارشناسی ارشد علوم اقتصادی دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه بوعلی سینا همدان

fathi.abouzar@yahoo.com

## چکیده

نگرانی در باره افزایش گرمایش جهانی و تغییرات آب و هوایی در سال‌های اخیر جدی‌تر شده است. مشکلات آب و هوایی همراه با انباشته شدن آلودگی، بر روی اقتصاد تاثیر می‌گذارند. رشد شهر و شهرنشینی بارزترین ویژگی تحولات اجتماعی-اقتصادی در دو قرن اخیر بوده است. در حال حاضر نیز رشد شهرها، مخصوصاً در کشورهای در حال توسعه، منجر به شهرنشینی همراه با ضایعات زیست‌محیطی می‌شود. در این دوره، شهرنشینی با چنان سرعتی افزایش یافته که بسیاری از فرصت‌ها را برای ارتقاء کیفیت زندگی به شدت محدود کرده است. نرخ بالای رشد جمعیت و رشد بالای شهر و شهرنشینی و در ادامه آن، افزایش تعداد وسایل نقلیه، از مواردی هستند که باعث افزایش مصرف انرژی در این کشورها شده است. از این-روی، تحلیل پیامدهای شهری شدن جامعه ایران، از جمله تأثیرات آن بر روی آلودگی هوا- که خود عاملی در جهت کاهش کیفیت زندگی در شهرها است- از ضرورت‌های مطالعات در حوزه اقتصاد و محیط‌زیست می‌باشند. این مقاله با استفاده از روش خودرگرسیون برداری و روش هم‌انباشتگی یوهانسن- یوسیلیوس اثرات رشد شهر و شهرنشینی را در کنار متغیرهایی همچون مصرف انرژی و درآمد سرانه بر انتشار آلودگی هوا برای داده‌های دوره زمانی ۱۳۸۶-۱۳۵۰- بر گرفته از بانک مرکزی ایران، مرکز آمار ایران، و ترازنامه انرژی وزارت نیرو- بررسی و تحلیل می‌کند. نتایج نشان می‌دهند که همراه با رشد شهرها و شهرنشینی در ایران، تغییرات به سمت مصرف انرژی و آلودگی هوای بیشتر بوده است.

**واژگان کلیدی:** شهرنشینی، آلودگی هوا، درآمد سرانه، مصرف انرژی، ایران.

## مقدمه

نگرانی در باره افزایش گرمایش جهانی و تغییرات آب و هوایی در سال‌های اخیر جدی‌تر شده است. مشکلات آب و هوایی همراه با انباشته شدن آلودگی، اقتصاد را تحت تاثیر قرار داده‌اند. انتشار گزارش هشداردهنده باشگاه رم در سال ۱۹۷۵ درباره تباهی منابع تجدید ناپذیر طبیعت و تخریب محیط‌زیست به پیدایش جنبش زیست‌بوم‌گرایی یا اکولوژیسم (اعتقاد به دگرگونی شیوه زندگی اجتماعی و سیاسی در جهت حیات پایدار و شکوفایی انسان) در سطح جهانی منجر شد. انتظارات و تحولات برخاسته از این جنبش در مرحله بعد در قالب مفهوم توسعه پایدار شکل گرفت که در دهه ۱۹۸۰ از سوی کمیسیون جهانی محیط‌زیست و توسعه رسماً ارائه شد. توسعه پایدار مفهومی است که ضرورت توجه به شاخص زیست محیطی را در کنار شاخص‌های اقتصادی توسعه مطرح می‌کند و بر جایگاه محوری آن‌ها در برنامه‌ریزی توسعه تاکید دارد. از اواخر قرن ۲۰، نگرانی در مورد جمعیت شهرهای دنیا، مخصوصاً در کشورهای در حال توسعه، بیشتر شده است. در طول سه دهه اخیر، خطرات و آسیب‌های محیط‌زیست بیشتر نمایان شده است. این آسیب‌ها، ناشی از ترکیب عواملی همچون رشد جمعیت، رشد اقتصادی، مصرف انرژی و فعالیت‌های صنعتی است (دینسر<sup>۱</sup>، ۱۹۹۹).

شهرنشینی نمودی از فرآیند نوسازی اقتصادی و اجتماعی است و فرآیند انتقال ساختاری از مناطق روستایی به مناطق شهری محسوب می‌شود. در خلال این فرآیندها جمعیت شهری دنیا از ۱/۵۲ میلیارد نفر در سال ۱۹۷۵ به ۳/۲۹ میلیارد نفر در سال ۲۰۰۷ رسیده است (UNDP, 2008). پیش‌بینی شده است که جمعیت شهری تا سال ۲۰۵۰ نزدیک به دو برابر شود و به ۶/۴ میلیارد نفر برسد. در پی چنین رشدی، زیرساخت‌های شهری اضافه خواهد شد. این امکان موجب مصرف بیشتر منابع می‌شود و بر اکوسیستم فشار وارد خواهد ساخت. در سال ۲۰۰۶ شهرها حدود دو سوم انرژی مصرفی دنیا را مصرف می‌کردند و ۷۰ درصد از انتشار CO<sub>2</sub> را نیز موجب می‌شدند. این در حالی است که فقط نیمی از جمعیت دنیا در شهرها زندگی می‌کنند (IEA, 2008).

در این مقاله در نظر داریم اثرات رشد شهر و شهرنشینی در ایران را در کنار متغیرهایی همچون مصرف انرژی و درآمد-سرانه بر روی انتشار آلودگی بررسی و تحلیل کنیم. افزون بر بررسی روابط بین متغیرها، فرضیاتی آزمون می‌شود تا علیت گرنجری بین متغیرها برای ایران مشخص شود.

سازماندهی مقاله چنین است: در بخش بعدی، مبانی نظری و مطالعات تجربی مرور می‌شوند. بخش دوم، به مواد و روش‌ها و برآورد مدل می‌پردازد. در بخش سوم، نتیجه‌گیری و پیشنهادات ارائه می‌شوند.

## مبانی نظری و مطالعات تجربی

### شهرنشینی و مصرف انرژی

برای جمعیت شهری تعریف واحدی وجود ندارد. طبق ماده ۴ "قانون تعاریف و ضوابط تقسیمات کشوری ایران"، شهر، محلی (مکانی) است با حدود قانونی که در محدوده جغرافیایی مشخص واقع شده و از نظر بافت ساختمانی، اشتغال و سایر عوامل دارای سیمایی با ویژگی‌های خاص خود است، به طوری که اکثریت ساکنان دایمی آن در مشاغل کسب، تجارت، صنعت، خدمات و فعالیت‌های اداری اشتغال داشته و در زمینه خدمات شهری از خودکفایی نسبی برخوردارند. شهر قانون مبادلات اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و سیاسی حوزه نفوذ پیرامون خود بوده و حداقل دارای ده هزار نفر جمعیت است. البته بر اساس قانون مصوب اسفند ماه سال ۱۳۸۹ روستاهای مرکز بخش با هر جمعیتی و روستاهای واجد شرایط چنانچه دارای ۳۵۰۰ نفر جمعیت باشند نیز می‌توانند به شهر تبدیل شوند. اما، الحاق روستاهای مجاور به شهرها و نیز تبدیل روستاهای با جمعیت بالا به شهر باعث شده، جمعیت شهرنشین دارای تعاریف متعددی باشد (مرکز آمار ایران).

1. Dincer
2. United Nation Development Programs
3. International Energy Agency

دو دیدگاه متفاوت در مورد رابطه بین رشد جمعیت شهرنشین و آلودگی محیط‌زیست وجود دارد. دیدگاه نخست اشاره می‌کند که تأثیر افزایش جمعیت شهری بر آلودگی محیط‌زیست مثبت است؛ زیرا، با افزایش شهرنشین، استفاده از زیرساخت-ها، حمل‌ونقل و انرژی افزایش می‌یابد؛ انتقال از کشاورزی به صنعت نیز باعث افزایش آلودگی می‌گردد. دیدگاه دوم تأکید می‌کند که فرهنگ شهرنشینی باعث می‌شود که مصرف انرژی در شهرها نسبت به روستاها بهینه‌تر شود و آلودگی کاهش یابد. در نتیجه، رابطه بین رشد جمعیت شهری با آلودگی محیط‌زیست می‌تواند مثبت یا منفی باشد (علم و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۰۷).

اولین مجموعه از پرسش‌ها بر ارتباط بین مصرف انرژی و شهرنشینی متمرکز دارد. یک پرسش این است که آیا شهرنشینی علت گرنجری مصرف انرژی است. هولتدهال و یوتس<sup>۵</sup> (۲۰۰۴)، استدلال می‌کنند که شهرنشینی مصرف انرژی مسکونی را به دو دلیل افزایش می‌دهد. اول، حرکت به سمت شهرها، دسترسی خانوارها را به برق بیشتر می‌کند. دوم، مصرف انرژی خانوارهایی که از مناطق روستایی به مناطق شهری می‌آیند افزایش می‌یابد زیرا از لوازم الکتریکی بیشتری استفاده می‌کنند. اما، لاریویر و لافارنس<sup>۶</sup> (۱۹۹۹)، در مطالعه‌ای برای کشور کانادا به این نتیجه رسیدند که مناطق شهری، مصرف سرانه انرژی کمتری دارند. یک توضیح می‌تواند این باشد که شدت شهرهای با تراکم بالا نسبت به شهرهای با تراکم پایین‌تر سوخت کمتری مصرف می‌کنند. زیرا، فاصله مسافت‌ها کمتر است و افراد عادت می‌کنند بیشتر از حمل و نقل عمومی استفاده کنند. فرضیه مقابل این است که مصرف انرژی منجر به رشد بالاتر شهرنشینی می‌شود.

دومین مجموعه از پرسش‌ها درباره ارتباط بین شهرنشینی و درآمد سرانه است. یک پرسش این است که درآمد سرانه علت گرنجری شهرنشینی است. توسعه اقتصادی می‌تواند شامل گذار یک کشور از اقتصاد روستایی مبتنی بر کشاورزی به یک اقتصاد مبتنی بر صنعت و خدمات باشد (میشرا و همکاران<sup>۷</sup>، ۲۰۰۹). پرسش دیگر این است که درآمد سرانه علت گرنجری شهرنشینی است.

### شهرنشینی و انتشار آلودگی

در ادبیات اقتصاد محیط‌زیست، رشد جمعیت یکی از عوامل آلوده‌کننده محیط‌زیست به شمار می‌رود (صادقی و سعادت، ۱۳۸۳). نرخ بالای رشد جمعیت و رشد بالای شهر و شهرنشینی و در نتیجه آن افزایش تعداد وسایل نقلیه از مواردی هستند که باعث افزایش مصرف انرژی در کشورهای درحال توسعه می‌شوند. اعتقاد بر این است که اتومبیل شخصی یکی از عوامل اولیه توسعه شهرها است. هر چند اتومبیل را دلیل حاشیه‌نشینی نمی‌دانند. ولی حاشیه‌نشینی را پیامد تغییرات مشابه در ساختار اقتصادی-اجتماعی زندگی شهری می‌دانند که آن را واکنشی در جهت تملک اتومبیل دانسته‌اند (ونگر<sup>۸</sup>، ۱۹۹۶).

کول و نومایر<sup>۹</sup> در مطالعه خود به بررسی تأثیر عوامل جمعیتی بر آلودگی هوا در ۸۶ کشور منتخب برای سال‌های ۱۹۹۸-۱۹۷۵ پرداخته‌اند. در این مطالعه از تکنیک داده‌های پانل برای بررسی تأثیر عوامل جمعیتی بر آلودگی هوا استفاده شده است. در این تحقیق از متغیرهای نرخ رشد جمعیت شهرنشینی، متوسط اندازه خانوار و مصرف انرژی برای بررسی عوامل مؤثر بر آلودگی هوا استفاده شده است. نتایج مطالعه حاکی است که با افزایش جمعیت، آلودگی محیط‌زیست افزایش یافته است و با افزایش جمعیت شهرنشین و کاهش اندازه خانوار آلودگی محیط‌زیست افزایش داشته است. یعنی، افزایش سطح تولید باعث افزایش استفاده از انرژی شده و آلودگی را افزایش داده است.

عالم و همکاران (۲۰۰۷) به بررسی تأثیر عوامل تعیین‌کننده آلودگی محیط‌زیست از جمله رشد جمعیت کل، رشد اقتصادی، شدت انرژی و رشد جمعیت شهرنشینی بر آلودگی محیط‌زیست در پاکستان برای سال‌های ۲۰۰۵-۱۹۷۱ پرداخته‌اند. هم‌چنین، به طور هم‌زمان تأثیر رشد جمعیت کل، رشد جمعیت شهرنشین، مصرف انرژی و آلودگی محیط‌زیست بر رشد اقتصادی بررسی شده است. نتایج تخمین مدل به روش یوهانسون-یوسیلیوس گویای این است که ضرایب شدت انرژی و

4. Alam et al
5. Holtedhal and Jouts
6. Lariviere and Lafarance
7. Mishra et al
8. Wenger
9. Cole & Neumayer

انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در مدلی که رشد اقتصادی به عنوان متغیر وابسته می‌باشد مثبت می‌باشد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که رشد جمعیت کل و رشد جمعیت شهرنشین دارای تأثیر مثبت بر آلودگی محیط‌زیست بوده است؛ اما در بلندمدت، همین متغیرها دارای تأثیر منفی و معناداری بر رشد اقتصادی بوده‌اند.

بعضی از تأثیرات ممکن شهرنشینی بر محیط‌زیست، بخشی و به‌طور جداگانه در قالب سه نظریه مورد بحث قرار گرفته است: نظریه نوسازی بوم‌شناختی (اکولوژیکی)<sup>۱۰</sup>، نظریه گذار زیست محیطی شهری<sup>۱۱</sup> و نظریه شهر فشرده (متراکم)<sup>۱۲</sup>. نظریه اول، درباره اثرات در سطح ملی بحث می‌کند. درحالی‌که دو نظریه دیگر در سطح شهرها بحث می‌کنند. نظریه نوسازی بوم‌شناختی فقط بر بازسازی و نوسازی اقتصاد تأکید ندارد بلکه تحولات اجتماعی و نهادی حاصل از نوسازی را در زمینه بوم‌شناسی نیز توضیح می‌دهد. این نظریه، شهرنشینی را فرآیند تحول اجتماعی در نظر می‌گیرد که مهم‌ترین شاخص نوسازی محسوب می‌شود. بنا بر این نظریه، مشکلات زیست محیطی در سطوح پایین توسعه - و تا مراحل متوسط توسعه - ممکن است افزایش یابند. وقتی جوامع به تحقق محیط‌زیست پایدار اهمیت دهند و از طریق نوآوری‌های فناوری، تراکم شهری و تغییر جهت به سمت خدمات و صنایع دانش بنیان به دنبال کاهش تأثیر رشد اقتصادی بر محیط‌زیست باشند، آنگاه نوسازی می‌تواند این مشکلات را به حداقل برساند (مول و اسپارگان<sup>۱۳</sup>، ۲۰۰۰).

نظریه گذار زیست محیطی شهری عمدتاً روی انواع مسائل زیست محیطی شهری و تحول آن‌ها بحث می‌کند. این نظریه بیان می‌کند که مسائل زیست محیطی شهری با توجه به مراحل توسعه اقتصادی متفاوتند (گرناهانان و همکاران<sup>۱۴</sup>، ۲۰۰۱). محدودیت منابع و مراحل پایین توسعه اغلب موجب می‌شود که با مشکلات زیست محیطی مواجه شویم. با این حال، وقتی سطح درآمد افزایش می‌یابد، این مشکلات به تدریج کاهش می‌یابند. افزایش ثروت شهرها اغلب با افزایش در فعالیت‌های اقتصادی همراه است که منجر به آلودگی‌های صنعتی مانند آلودگی هوا و آب می‌شود. هر چند این مشکلات در شهرهای ثروتمند در نتیجه بهبود قوانین زیست محیطی، فرآیند فناوری و تغییر ساختاری در اقتصاد کاهش می‌یابند. با این حال، شهرهای ثروتمند با مسائل زیست محیطی که در نتیجه مصرف وجود می‌آید روبرو هستند. الگوهای مصرف و شیوه زندگی در شهرهای بزرگ موجب می‌شود که شدت استفاده از منابع، بیشتر از شهرهای فقیرتر و مناطق دیگر شود. وقتی شهرها ثروتمند می‌شوند و توسعه می‌یابند تقاضا برای زیرساخت‌های شهری، حمل و نقل و مصرف منابع فردی افزایش می‌یابد. در نتیجه مسائل مربوط به مصرف مانند مصرف انرژی و انتشار آلودگی برجسته‌تر می‌شوند.

نظریه شهر فشرده روی مزایای تراکم شهری بحث می‌کند. این نظریه بیان می‌دارد که تراکم بالای شهری به شهرها امکان می‌دهد از زیرساخت‌های عمومی مانند حمل‌ونقل عمومی، مدارس و عرضه آب، به طور اقتصادی بهره‌برداری کنند. به طوری که افراد از اتومبیل‌های شخصی کمتر استفاده کنند و سیستم حمل و نقل عمومی را بکار گیرند. نتیجه چنین اقداماتی کاهش مصرف انرژی و انتشار آلودگی است (بورتون<sup>۱۵</sup>، ۲۰۰۰).

بعضی از منتقدان استدلال می‌کنند که افزایش شدت شهرنشینی به ترافیک متراکم‌تر، ازدحام بیش از حد و آلودگی بیشتر هوا منجر می‌شود و ادعا می‌کنند هزینه آن بیشتر از مزایای شهرهای فشرده است (برهنی<sup>۱۶</sup>، ۲۰۰۱). در عوض، ممکن است مصرف انرژی و انتشار آلودگی افزایش یابند. بدون حمایت و پشتیبانی مناسب از زیرساخت‌های شهری، تراکم شهری بیشتر می‌تواند باعث مسائل اساسی در محیط زیست شهری شود (بارجس<sup>۱۷</sup>، ۲۰۰۰).

10. Ecological modernization theory
11. Urban environmental transition theory
12. Compact city theory
13. Mol and Spaargarn,
14. Granahanet et al
15. Burton
16. Breheny
17. Bargess

در سال‌های اخیر در ادبیات مربوط به ارتباط بین شهرنشینی و مسائل زیست محیطی، محققان بسیاری به مطالعه مصرف انرژی و انتشار آلودگی پرداخته‌اند. بسیاری از محققان نشان داده‌اند که شهرنشینی موجب افزایش تقاضای انرژی و انتشار آلودگی بیشتر می‌شود (از جمله پارخ و شوکلا<sup>۱۸</sup> (۱۹۹۵)، نومایر<sup>۱۹</sup> (۲۰۰۴) و یورک<sup>۲۰</sup> (۲۰۰۷)). برعکس، مطالعات دیگری مانند چن و همکاران<sup>۲۱</sup> (۲۰۰۸) استدلال می‌کنند که شهرنشینی و شدت شهرنشینی استفاده از زیرساخت‌های عمومی را بهبود می‌بخشد و موجب مصرف انرژی پایین‌تر و آلودگی کمتر می‌شود. لیو<sup>۲۲</sup> (۲۰۰۹)، در مطالعه‌ای به این نتیجه رسید که شهرنشینی دارای اثر مثبت روی مصرف انرژی است اما تاثیر آن کاهش‌یابنده است. وی این کاهش در تاثیرگذاری شهرنشینی روی مصرف انرژی را به بهبود ساختار صنعتی و فناوری و استفاده کارا تر از منابع نسبت می‌دهد.

### شهرنشینی عامل تغییرات ساختاری

شناسایی عوامل تعیین‌کننده رشد اقتصادی مورد توجه پژوهشگران علوم اقتصادی، برای طراحی الگوهای عملی توسعه اقتصادی بوده است. در کنار عوامل سنتی تعیین‌کننده رشد مانند نیروی کار، سرمایه و فناوری تغییر ساختار نیز عامل بالقوه رشد در نظر گرفته شده است (مشیری و التجائی؛ ۱۳۸۷).

اقتصاددانان تغییر در گروهی از اجزای مهم شاخص‌های اقتصاد کلان را تغییرات ساختاری محسوب می‌کنند. مهم‌ترین گروه متغیرهای ساختاری که اکثر اقتصاددانان مانند چنری<sup>۲۳</sup> و کوزنتس و همچنین برانسون (۱۹۹۸) مورد بررسی و تحلیل قرار داده‌اند عبارتند از ترکیب تقاضای کل، ساختار تولید، تخصص نیروی کار، ساختار بازرگانی و متغیرهای جمعیتی. این مطالعه نرخ شهرنشینی را برای ایران در نظر گرفته است و تاثیرات آن را در کنار متغیرهای دیگری همچون رشد اقتصادی و مصرف انرژی روی انتشار آلودگی بررسی می‌کند.

از مهم‌ترین پایه‌های فرضیه تاثیرگذاری تغییرات ساختاری بر رشد و توسعه اقتصادی این است که در غیاب هم‌شکلی و هم‌نوایی در بازدهی میان بخش‌ها، تخصیص دوباره منابع به بخش‌های دارای بهره‌وری بالاتر به رشد کمک می‌کند. در واقع تغییرات ساختاری زمانی یک منبع رشد محسوب می‌شود که به بهره‌برداری کامل‌تر و بهتر از منابع منجر شود. از این‌روی، اقتصاددانان تغییرات ساختاری را به عنوان منبع رشد معرفی می‌کنند (مشیری و التجائی؛ ۱۳۸۷).

بر مبنای قانون انگل، با افزایش درآمد، معمولاً تقاضا برای کالاهایی مانند غذا و پوشاک به نسبت کمتری افزایش می‌یابد. در حالی که تقاضا برای کالاهای مصرفی بادوام، سرگرمی و تفریح و کالاهای لوکس سریع‌تر رشد می‌کند. بنابراین، تفاوت در کشش‌های درآمدی از دلایل تغییر الگوی مصرف است که خود می‌تواند موجب تغییرات ساختاری اقتصاد شود. کوزنتس در تایید قاعده تجربی بیان شده توسط قانون انگل، نشان داد که افزایش درآمد سرانه، انتقال در ساختار تقاضای مصرف‌کننده را شکل می‌دهد. سونیلسون<sup>۲۴</sup> (۱۹۵۴)، ضمن تایید بستگی میان رشد بلندمدت و تغییر ساختاری تاکید کرد که انتقال در تقاضای مصرف‌کننده از طریق ارتباط داده - ستانده به تغییر در بهره‌وری نیروی کار در میان صنایع و حتی تغییرات در الگوی توزیع جمعیت و شهرنشینی منجر می‌شود.

### ساختارهای شهری

برای درک تاثیر شهرنشینی بر مصرف انرژی و انتشار آلودگی ناشی از آن، بخش‌های شهری و نحوه ارتباط آنها با مصرف انرژی را به اجمال بررسی می‌کنیم.

- 
18. Parikh and Shukla
  19. Neumayer
  20. York
  21. Chen et al
  22. Liu
  23. Chenery
  24. Svehnilson

## تولید شهری

شهرنشینی یکی از بعدهای اصلی توسعه اقتصادی است و شامل بسیاری از تغییرات ساختاری است که پیامدهای مهمی برای استفاده از انرژی به دنبال دارد. شهرنشینی تغییر در استفاده از انرژی را در پی دارد. شهرنشینی نتیجه فعالیت‌های اقتصادی و جمعیتی است که انتقال نیروی کار از بخش کشاورزی به بخش‌های خدمات، صنعت و همچنین انتقال از فرآیندهای تولید با شدت انرژی کمتر به فرآیندهای تولید با شدت انرژی بیشتر را شامل می‌شود. خانوارهای روستایی به طور کلی در فعالیت‌های تولیدی درگیرتر از خانوارهای شهری هستند. خانوارهای شهری سهم بیشتری از کالاها و خدمات را نسبت به خانوارهای روستایی خریداری می‌کنند و تولیدکننده‌های این کالاها و خدمات انرژی بیشتری را مصرف می‌کنند. بنابراین، مهاجرت از روستا به شهر با تغییر ساختاری همراه است. زیرا ساختار تولید از تولیدات کشاورزی با شدت انرژی کمتر به تولیدات صنعتی و شیمیایی با شدت انرژی بالاتر تغییر می‌کند. در نتیجه، این عوامل منجر به افزایش تقاضای انرژی می‌شود. افزایش عرضه انرژی ناشی از افزایش جمعیت شهری، فشار ناشی از توسعه اقتصادی بر منابع و همچنین افزایش کمیابی زمین‌های در دسترس نیاز به نوآوری در تولید و در کنار آن جایگزینی منابع سنتی انرژی با منابع انرژی جدید، انعطاف پذیر و قابل اطمینان دارد. (جونز، ۱۹۹۸).

با افزایش تعداد خانوارهای شهری انتشار آلودگی از دو جهت رشد می‌یابد؛ مستقیم و غیرمستقیم. انتشار مستقیم در نتیجه مصرف انرژی‌هایی همچون برق، سوخت‌های گرمایشی، گازوئیل و بنزین می‌باشد. انتشار غیر مستقیم از ناحیه تولیدات صنعتی است. خانوارها مصرف کننده نهایی آنها محسوب می‌شوند مانند لباس، لوازم خانگی و همچنین خدمات و غذاهای مورد استفاده خانوارها (مانکسگارد و همکاران، ۲۰۰۰<sup>۲۵</sup>). بنابراین، تولید شهری از سه راه تمرکز بر نیروی کار، تغییر ساختاری و جایگزین کردن انرژی‌های سنتی با انرژی‌های نو روی تقاضای انرژی و مصرف آن تاثیر می‌گذارد.

## تحرك و حمل و نقل

تراکم جمعیت و فعالیت‌های اقتصادی تقاضاهای جدیدی را برای خدمات حمل و نقل و منابع ایجاد می‌کند (شهرها به عنوان محلی که بیشتر تولیدات در آنها انجام می‌شود بر حمل‌ونقل از راه‌های دور دلالت دارند). افزایش تراکم جمعیت و نیروی کار در مناطق شهری نیازهای سیستم حمل و نقل را افزایش می‌دهد. یک عامل مهم تاثیرگذار روی تقاضای انرژی در شهرها- هم در کشورهای توسعه یافته و هم در حال توسعه- تحرك و جابجایی با اتومبیل و ماشینهای موتوری شخصی است. اگر رشد شهرها و مهاجرت روستا به شهر ادامه یابد، حمل و نقل شخصی به طور اساسی افزایش خواهد یافت. حمل و نقل در ادامه افزایش شهرنشینی، به خاطر رفت‌وآمد در فواصل افزایش خواهد یافت (جونز<sup>۲۶</sup>، ۲۰۰۴). این امر به افزایش حمل و نقل خصوصی منجر می‌شود که بر افزایش مصرف انرژی و انتشار آلودگی دلالت دارد.

## زیرساخت و تراکم شهری

رشد شهرها تقاضا برای تولیدات با شدت انرژی را افزایش می‌دهد. در کل، ساخت و توسعه زیرساخت شهری شامل ساخت جاده‌ها، پل‌ها، ساختمان ادارات، شبکه‌های فاضلاب، نیروگاه‌ها و مانند آن‌ها انرژی زیادی لازم دارند (جونز، ۲۰۰۴). از ویژگی‌های جذاب شهرهای فشرده (متراکم)، اثر جزیره حرارتی شهری<sup>۲۷</sup> است. سطوح ساخته شده مانند جاده‌ها و ساختمان‌ها و ... پرتوهای خورشید را جذب و در خود نگه می‌دارند. قطع درختان و جابجایی آن‌ها اثرات خنک‌کننده طبیعی را کاهش می‌دهد و موجب انتشار گازهای آلاینده بیشتری می‌شود. به‌عنوان یک پیامد، اثر جزیره حرارتی شهری، دمای هوا در شهرها را ۱ تا ۲ درجه نسبت به مناطق اطراف افزایش می‌دهد (مادلنر و سوناک<sup>۲۸</sup>، ۲۰۱۱).

25. Munksgaard et al

26. Jonse

27. Urban Heat Island(UHI)

28. Madlener and Sunak

## خانوارهای خصوصی

شهرنشینی نیازهای مصرف‌کننده و شیوه زندگی خانوارها را تغییر می‌دهد. مخصوصاً تغییر در نیازهای مصرف‌کننده و رفتار او بر تقاضای انرژی شهری تأثیر می‌گذارد. به‌طور کلی، خانوارهای شهری نسبت به جمعیت روستایی، به کالاها و خدمات شهری وابسته‌ترند. خانوارهای روستایی قادرند مقداری از نیازهای مصرفی خود را تولید کنند. پس، تولید تجاری نسبت به تولید خانگی انرژی بیشتری مصرف می‌کند (جونز، ۱۹۸۹).

به موازات شهرنشینی، توسعه اقتصادی اساساً روی رفتار مصرف‌کننده اثر می‌گذارد. رشد جمعیت فقط محرک افزایش مصرف انرژی نیست، بلکه موجب افزایش مصرف سرانه و تغییر رفتار و نیازها و شیوه زندگی افراد می‌شود. شهرنشینی همراه با افزایش درآمد به تغییر در نیازهای مصرف‌کننده منجر می‌شود که در نتیجه آن مصرف انرژی افزایش می‌یابد. به منظور کاهش در روند مصرف انرژی خانوار سیاست‌گذاران سعی کرده‌اند که کارایی انرژی (به عنوان مثال در لوازم الکتریکی) را بهبود بخشند (مادلر و سوناک، ۲۰۱۱). با افزایش کارایی انرژی و کاهش هزینه‌های انرژی، افراد به مصرف بیشتر کالاها و انرژی متمایل می‌شوند که در نتیجه افزایش درآمد قابل تصرف است.

### - مواد و روش‌ها

مدل این مطالعه برگرفته از فرضیه زیست محیطی کوزنتس می‌باشد. با توجه به روند متغیرها و مطالعات پیشین برای کشورهای در حال توسعه از جمله ایران، از رابطه درجه دوم مرتبط با فرضیه EKC استفاده نمی‌شود. لذا، از مدل درجه اول فرضیه زیست محیطی کوزنتس با اضافه کردن متغیر سرانه مصرف انرژی و رشد شهرنشینی استفاده شده است. با استفاده از روش هم‌انباشتگی یوهانسن - یوسیلیوس تأثیر مصرف انرژی، رشد اقتصادی و شهرنشینی بر آلودگی محیط زیست بررسی می‌شود. بنابراین، مدل مورد نظر به صورت زیر است:

$$CO_2 = f(GDPP, EUP, RUP) \quad (1)$$

$$LNCO_2t = \beta_0t + \beta_1tLNGDPP + \beta_2tLNEUP + \beta_3tLNRUP + \varepsilon_t \quad (2)$$

CO<sub>2</sub>: انتشار سرانه دی‌اکسید کربن (متریک تن).

GDPP: تولید ناخالص داخلی سرانه به قیمت ثابت سال پایه ۱۳۷۶ (میلیارد ریال).

EUP: سرانه مصرف انرژی (بشکه نفت خام به ازای هر نفر).

RUP: رشد جمعیت شهرنشینی.

آزمون‌های ریشه واحد که در این مقاله استفاده شده‌اند، عبارتند از آزمون دیکی - فولر تعمیم‌یافته (ADF) و آزمون فیلیپس - پرون (PP).

در این مطالعه از رویکرد اقتصاد سنجی خود رگرسیون برداری و هم‌جمعی یوهانسن - یوسیلیوس استفاده شده است. برای تعیین مرتبه بهینه الگوی خود توضیح برداری (VAR)<sup>۲۹</sup> و نیز وجود یا عدم وجود بردار بلندمدت بین متغیرها از روش هم‌جمعی یوهانسن - یوسیلیوس استفاده می‌شود. برای استخراج بردارهای هم‌جمعی، از روش یوهانسن - یوسیلیوس استفاده می‌شود. در این روش برای بدست آوردن رابطه بلندمدت متغیرها، ابتدا با استفاده از دو آماره مقدار ویژه و آزمون اثر، وجود هم‌جمعی و تعداد بردارهای هم‌جمعی مورد بررسی قرار می‌گیرند. در آزمون حداکثر مقدار ویژه به ترتیب "فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود رابطه هم‌جمعی در مقابل وجود یک رابطه هم‌جمعی" و "وجود یک یا کمتر از یک رابطه هم‌جمعی در مقابل یک یا بیشتر از یک رابطه هم‌جمعی" آزمون می‌شود.

برای تجزیه و تحلیل آثار پویای تکانه‌های ایجاد شده در الگو، از روش تجزیه واریانس<sup>۳۰</sup> استفاده می‌شود. روش تجزیه واریانس، قدرت نسبی زنجیره علیت گرنجر یا درجه برونزایی متغیرها را ماورای دوره نمونه اندازه‌گیری می‌کند. پس، آن را می‌توان آزمون علیت گرنجر خارج از دوره نامید. در این روش سهم تکانه‌های وارد شده به متغیرهای مختلف الگو در واریانس

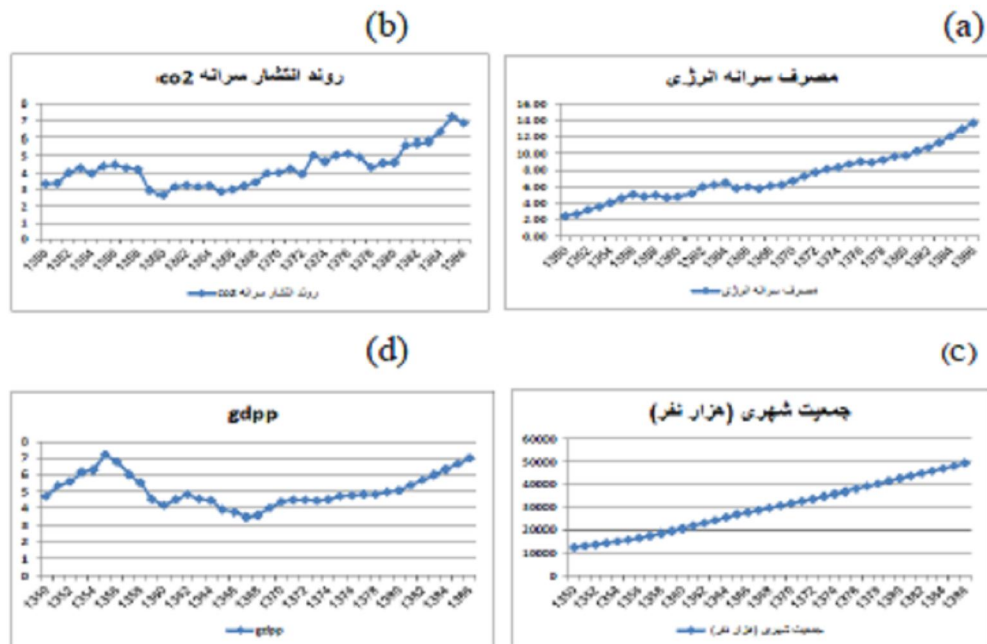
29. Vector AutoRegression

30. Variance Decomposition

خطای پیش‌بینی یک متغیر در کوتاه مدت و بلند مدت مشخص می‌شود. به‌طور مثال، اگر متغیری تنها مبتنی بر مقادیر با وقفه خود، به‌طور بهینه، قابل پیش‌بینی باشد، آنگاه واریانس خطای پیش‌بینی تنها بر اساس تکانه‌های آن متغیر شرح داده می‌شود. با تجزیه واریانس خطای پیش‌بینی، سهم نوسانات هر متغیر در واکنش به تکانه‌های وارد شده به الگو تقسیم می‌شود. به این ترتیب قادر خواهیم بود سهم هر متغیر را بر روی تغییرات متغیرها در طول زمان اندازه‌گیری کنیم. برای بررسی روابط علی بین متغیرها از آزمون علیت گرنجر استفاده می‌شود.

بر اساس الگوی VAR، تاثیر رشد شهرنشینی، مصرف انرژی و درآمد سرانه بر انتشار آلودگی در ایران طی دوره ۱۳۸۶-۱۳۵۰ بررسی می‌شود. داده‌های مربوط به مصرف انرژی، GDP، انتشار CO2 از ترازنامه انرژی وزارت نیرو و داده‌های مربوط به رشد شهرنشینی از مرکز آمار ایران به‌دست آمده‌اند. به منظور استفاده بهتر و جلوگیری از مشکلات آماری، داده‌ها به صورت لگاریتم مورد استفاده قرار می‌گیرند. پیش از تخمین مدل و انجام آزمون‌های مربوطه، مروری توصیفی و کلی بر رفتار متغیرهای مورد استفاده یعنی، تولید ناخالص داخلی سرانه، سرانه مصرف انرژی، شهرنشینی و انتشار سرانه گاز دی‌اکسیدکربن ارائه می‌شود. روند حرکت آنها در دوره ۱۳۸۶-۱۳۵۰ در نمودارهای ۳-a تا ۳-d نشان داده شده است. در دوره مورد بررسی و به‌ویژه سال‌های بعد از انقلاب، نرخ رشد مصرف انرژی فراتر از نرخ رشد اقتصادی است. متوسط کارایی نیروگاه‌های کشور در سال‌های اخیر حدود ۳۷ درصد و تلفات برق در شبکه انتقال برق و توزیع فراتر از ۲۰ درصد می‌باشد. همچنین، حدود ۱/۳ درصد از انتشار گاز آلاینده دی‌اکسیدکربن جهان مربوط به ایران است. در حالی که سهم آن از تولید و نیز سرزمین در دنیا ۱ درصد و سهم آن در تجارت جهانی کم‌تر از نیم درصد است (بهبودی و همکاران، ۱۳۸۹).

واقعیت‌های بالا نشانگر این است که با وجود رشد نوسانی تولید ناخالص داخلی سرانه، استفاده از انرژی و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن افزایش قابل توجهی داشته است (نمودارهای ۳-a، ۳-b و ۳-c). به طوری که مقدار انتشار گاز دی‌اکسیدکربن از تمامی بخش‌های مصرف‌کننده انرژی در سال ۸۶، از ۴۹۲ میلیون تن فراتر رفته و سهم بخش‌ها به ترتیب خانگی، تجاری و عمومی ۲۸/۹۱ درصد، حمل و نقل ۲۳/۴۶ درصد، نیروگاه‌ها ۲۴/۴۱ درصد، صنایع ۱۶/۱۳ درصد و کشاورزی ۲/۴۸ درصد بوده است (ترازنامه انرژی، ۱۳۸۶). همانطور که از نمودار ۳-c نیز مشاهده می‌شود، جمعیت شهری در طی دهه‌های اخیر روندی کاملاً افزایشی داشته است.



ماخذ: بانک مرکزی و ترازنامه انرژی



## بررسی ایستایی متغیرها و تعیین مرتبه بهینه مدل VAR

بررسی ریشه واحد متغیرهای مدل در جدول (۱) زیر نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهند که همه متغیرهای مدل در سطح نامانا هستند و با یک بار تفاضل گیری مانا می‌شوند.

جدول ۱- آزمون‌های ایستایی توسط دو آماره ADF و PP

آماره آزمون PP		آماره آزمون ADF		نام متغیر
یک مرتبه تفاضل‌گیری و با عرض از مبدأ	سطح و با عرض از مبدأ و روند زمانی	یک مرتبه تفاضل‌گیری و با عرض از مبدأ	در سطح و با عرض از مبدأ و روند زمانی	
-۶/۴۸*	-۱/۶۱	-۶/۴۸*	-۱/۵۷	LNCO2
-۷/۲۸*	-۲/۹۴	-۷/۳۳۶*	-۳/۰۷۱	LNEUP
-۳/۴۵***	-۰/۶۸	-۳/۶۹***	-۰/۹۲۶	LNGDPP
-۵/۷۵*	-۲/۱۷	-۵/۷۵*	-۲/۱۷	LNRUP

\* معنادار در سطح احتمال ۱٪. \*\* معنادار در سطح احتمال ۵٪

منبع: محاسبات تحقیق

در ادامه، ابتدا درجه یا مرتبه بهینه الگوی VAR تعیین و سپس وجود یا عدم وجود بردار بلند مدت بین متغیرها با روش هم‌جمعی یوهانسون- یوسیلیوس بررسی می‌شود. با توجه به این که حجم نمونه در این مطالعه ۳۸ سال است لذا، برای تعیین مرتبه بهینه مدل VAR از معیار شوارتز - بیزین استفاده شده است. با توجه به این معیار مرتبه بهینه مدل VAR، یک تعیین شد. جدول (۲)، مرتبه تعیین شده الگوی VAR را با توجه به معیار شوارتز - بیزین نشان می‌دهد.

جدول ۲- تعیین تعداد وقفه‌های بهینه مدل VAR

تعداد وقفه	مقدار شوارتز - بیزین (SBC)
۰	-۳/۴
۱	-۹/۵۴*
۲	-۸/۹۶
۳	-۸/۰۷

منبع: محاسبات تحقیق

## بررسی بردار هم‌گرایی

همه متغیرها در سطح نامانا هستند و با یکبار تفاضل‌گیری مانا می‌شوند. برای استخراج بردارهای هم‌جمعی، از روش یوهانسن- یوسیلیوس استفاده می‌شود. در این روش برای بدست آوردن رابطه بلندمدت متغیرها، ابتدا با استفاده از دو آماره مقدار ویژه و آزمون اثر، وجود هم‌جمعی و تعداد بردارهای هم‌جمعی مورد بررسی قرار می‌گیرند. در آزمون حداکثر مقدار ویژه به ترتیب "فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود رابطه هم‌جمعی در مقابل وجود یک رابطه هم‌جمعی" و "وجود یک یا کمتر از یک رابطه هم‌جمعی در مقابل یک یا بیشتر از یک رابطه هم‌جمعی" آزمون می‌شود. اگر آماره‌های آزمون از مقادیر بحرانی در سطح ۵ درصد بیشتر باشند، فرضیه مقابل پذیرفته می‌شود و بر این اساس تعداد بردارهای هم‌جمعی بدست می‌آید:

جدول ۳- آزمون ماتریس اثر ( $\lambda trace$ )

ارزش احتمال در سطح	مقدار بحرانی در سطح	آماره	فرضیه	فرضیه
%۹۵	%۹۵	آزمون	مقابل	صفر
۰/۰۰۵	۴۷/۸۵	۵۹/۲۱	$r \geq 1$	$r=0$
۰/۴۷	۲۹/۷۹	۱۹/۱۹	$r \geq 2$	$r \leq 1$
۰/۶۲	۱۵/۴۹	۶/۵۹	$r \geq 3$	$r \leq 2$

منبع: محاسبات تحقیق

جدول ۴- آزمون حداکثر مقادیر ویژه ( $\lambda_{max}$ )

ارزش احتمال در سطح	مقدار بحرانی در سطح	آماره	فرضیه	فرضیه
%۹۵	%۹۵	آزمون	مقابل	صفر
۰/۰۰۰۸	۲۷/۵۸	۴۰/۰۱	$r=1$	$r=0$
۰/۴۸	۲۱/۱۳	۱۲/۶	$r=2$	$r=1$
۰/۹	۱۴/۲۶	۶/۵۸	$r=3$	$r=2$

منبع: محاسبات تحقیق

با توجه به جدول‌های (۳) و (۴)، آماره آزمون اثر ماتریس و حداکثر مقادیر ویژه وجود یک بردار هم‌انباشتگی بین متغیرهای مدل را برای ایران تأیید می‌کنند. به عبارت دیگر، بر اساس آماره‌های فوق فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود بردار هم‌انباشتگی یا رابطه بلند مدت بین متغیرهای مدل در سطح معنادار ۵٪ رد شد و فرضیه مقابل، یا وجود یک بردار هم‌انباشتگی بین متغیرها رد نشد. در مرحله بعد، رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل تخمین زده شده و بردار نرمال شده نسبت به متغیر درون‌زای اول انتخاب می‌شود. بردار بهینه انتخاب شده در این مطالعه در جدول (۵) گزارش شده است.

جدول ۵- تخمین بردار هم‌انباشتگی

مقدار آماره آزمون	انحراف معیار	ضریب	نام متغیر
---	----	۱	LnCO2
-۹/۰۶	۰/۱۵	-۰/۷۱	LNEUP
-۸/۷۹	۰/۱۱	-۱/۰۲	LNGDPP
-۹/۰۶	۰/۱۵	-۱/۳۷	LNRUP

بردار هم‌انباشتگی نسبت به LnCO2 نرمالیزه شده است.

منبع: محاسبات تحقیق

با توجه به نتایج جدول (۵)، می‌توان بیان کرد که تولید ناخالص داخلی سرانه، مصرف انرژی و رشد شهرنشینی دارای اثر مثبت بر انتشار سرانه دی‌اکسیدکربن است و تمام آن‌ها از نظر آماری معنی دارند. فرم ریاضی بردار هم‌انباشتگی را می‌توان به صورت رابطه زیر نوشت:

$$LCO2 = 1/0.2 LGDPP + 0/71 LEUP + 1/37 LRUP$$

### علیت گرنجر

بنابر جدول‌های ۳ و ۴، حداقل یک رابطه همجمعی وجود دارد البته آزمون بالا جهت علیت را مشخص نمی‌کند. بنابراین، برای بررسی روابط علی بین متغیرها از آزمون علیت گرنجر استفاده شده است. جدول (۶)، آماره F مربوط به این آزمون را در سطوح مختلف معنی‌داری نشان می‌دهد.

جدول ۶- نتایج آزمون علیت گرنجر

متغیرهای مستقل	LNCO2	LNGDPP	LNRUP	LNEU
LNCO2	-	۱/۵۲	۰/۵۴	۱/۱۴
LNGDPP	۱/۴۳	-	۳/۹۴ <sup>c</sup>	۴/۰۶ <sup>c</sup>
LNRUP	۲/۵۷ <sup>c</sup>	۵/۰۱ <sup>b</sup>	-	۸/۲۸ <sup>a</sup>
LNEUP	۵/۷۲ <sup>b</sup>	۲/۶۲	۰/۸۷	-

a, b و c به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد را نشان می‌دهد.

منبع: محاسبات تحقیق

### تجزیه تحلیل واریانس تعمیم یافته

تجزیه و تحلیل آثار پویا از تکانه‌های ایجاد شده در الگو، با استفاده از روش تجزیه واریانس<sup>۳۱</sup> انجام می‌گیرد. روش تجزیه واریانس، قدرت نسبی زنجیره علیت گرنجر یا درجه برونزایی متغیرها را ماورای دوره نمونه اندازه‌گیری می‌کند. پس، آن را می‌توان آزمون علیت گرنجر خارج از دوره نامید. در این روش سهم تکانه‌های وارد شده به متغیرهای مختلف الگو در واریانس خطای پیش‌بینی یک متغیر در کوتاه‌مدت و بلندمدت مشخص می‌شود. به‌طور مثال، اگر متغیری تنها مبتنی بر مقادیر با وقفه خود، به‌طور بهینه، قابل پیش‌بینی باشد، آنگاه واریانس خطای پیش‌بینی تنها بر اساس تکانه‌های آن متغیر شرح داده می‌شود. با تجزیه واریانس خطای پیش‌بینی، سهم نوسانات هر متغیر در واکنش به تکانه‌های وارد شده به الگو تقسیم می‌شود. به این ترتیب قادر خواهیم بود سهم هر متغیر را بر روی تغییرات متغیرها در طول زمان اندازه‌گیری کنیم.

جدول ۷- نتایج تجزیه واریانس تعمیم یافته برای متغیر انتشار دی‌اکسیدکربن

متغیر دوره	LNCO2	LNGDPP	LNRUP	LNEU
۱	۱۰۰	۰	۰	۰
۲	۸۹/۳۴	۱/۰۲	۴/۳۱	۳/۳۱
۵	۷۵/۱۱	۴/۱۲	۱۴/۶	۱۰/۱۲
۱۰	۶۹/۲۱	۱/۳۹	۱۹/۵۳	۱۰/۰۷

منبع: محاسبات تحقیق

جدول ۷ تجزیه واریانس را برای CO<sub>2</sub> در کوتاه مدت (سال اول) میان مدت (سال دوم) و بلند مدت (سال پنجم و دهم) نشان می‌دهد. تجزیه واریانس به گونه‌ای تعریف شده‌اند که در دوره اول معمولاً نوسانات هرمتغیر توسط تکانه‌های خود آن توضیح داده می‌شود. اما در افق زمانی بلند مدت سهم سایر متغیرها به ترتیب اهمیت افزایش می‌یابد.

## بحث و نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر به بررسی ارتباط بین مصرف انرژی، درآمد سرانه و انتشار آلودگی هوا با تاکید بر نقش شهرنشینی در ایران پرداخته است. برای این منظور از رویکرد اقتصادسنجی خود رگرسیون برداری و همجمعی یوهانسن - یوسیلیوس استفاده شده است. با به‌کارگیری الگوی تصحیح خطای برداری<sup>32</sup> (VECM) و تجزیه واریانس در یک دستگاه چند متغیره، شامل شهرنشینی، بررسی روابط بین متغیرها انجام گرفت. نتایج رگرسیونی نشان می‌دهند که کشش انتشار آلودگی نسبت به شهرنشینی مثبت و بیشتر از یک است، یعنی با رشد شهرنشینی انتشار آلودگی بیشتر شده است. به عبارت دیگر، با توجه به نتایج بدست آمده اگر شهرنشینی یک درصد افزایش یابد، انتشار آلودگی ۱/۳۷ درصد افزایش می‌یابد. کشش انتشار آلودگی نسبت به مصرف انرژی مثبت و کمتر از یک است. بنابراین، طی این دوره، افزایش مصرف انرژی موجب افزایش انتشار آلودگی شده است. با توجه به نتایج حاصل از تخمین بردار هم‌انباشتگی، اگر مصرف انرژی یک درصد افزایش یابد، انتشار آلودگی ۰/۷۱ درصد افزایش می‌یابد. کشش انتشار آلودگی نسبت به درآمد سرانه مثبت و کمتر از واحد است. یعنی، افزایش درآمد سرانه انتشار آلودگی را بیشتر می‌کند. بنابراین، با افزایش یک درصد درآمد سرانه آلودگی ۱/۰۲ درصد افزایش خواهد یافت.

نتایج حاصل از آزمون علیت گرنجر، بیانگر وجود رابطه علی از مصرف انرژی به انتشار دی‌اکسیدکربن است. از سویی، رابطه علی بین انتشار دی‌اکسیدکربن و درآمد وجود ندارد که با یافته‌های شرزهای و حقانی(۱۳۸۸)، در مورد ایران منطبق است. پس درآمد ملی نمی‌تواند راه حلی برای جلوگیری از انتشار آلودگی باشد. انتشار دی‌اکسید کربن با هیچ کدام از متغیرها رابطه ندارد. از سوی دیگر، مصرف انرژی و شهرنشینی با انتشار دی‌اکسیدکربن رابطه علی دارند. نتایج نشان می‌دهند که از مصرف انرژی و شهرنشینی یک رابطه علی یک طرفه به انتشار دی‌اکسیدکربن وجود دارد. همچنین، نتایج حاکی از وجود یک رابطه علی یک‌طرفه از رشد شهرنشینی به مصرف انرژی و رابطه علی دوطرفه بین شهرنشینی و درآمد سرانه می‌باشد. اما رابطه علی بین انتشار دی‌اکسیدکربن و درآمد سرانه وجود ندارد. به بیان دیگر، افزایش درآمد ملی نمی‌تواند علت انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران باشد. از طرف دیگر هیچ رابطه علی از انتشار دی‌اکسیدکربن به درآمد سرانه وجود ندارد.

از آنجا که روابط علی نشان دادند که مصرف انرژی یک محرک برای توسعه اقتصادی نیست بنابراین سیاست‌گذاران می‌توانند بدون نگرانی در مورد کاهش رشد اقتصادی سیاست‌های لازم جهت حفاظت انرژی و کاهش مصرف آن را اعمال کنند. به‌طور خلاصه، کاهش تقاضای انرژی، سرمایه‌گذاری در طرف عرضه انرژی و کارایی انرژی می‌تواند سرآغازی باشد که رشد اقتصادی را افزایش و انتشار آلودگی را کم کند. شهرنشینی با انتشار آلودگی رابطه مثبت دارد و همچنین یک رابطه علی از رشد شهرنشینی به انتشار آلودگی وجود دارد. یعنی، با افزایش شهرنشینی استفاده از زیرساخت‌ها، حمل و نقل و انرژی افزایش یافته است. بدین معنی می‌تواند باشد که در شهرها انرژی به طور بهینه مصرف نمی‌شود. با توجه به نظریه شهر فشرده باید از زیرساخت‌های عمومی مانند حمل و نقل و مدارس و ... به طور اقتصادی بهره‌برداری کرد. این امر در صورتی میسر است که بتوان مردم را با مزایای آن آشنا کرد و با اطلاع رسانی منظم و مستمر خطرات زیست محیطی را نیز به آنها هشدار داد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان می‌دهد، در کوتاه مدت بیش از ۸۹ درصد، در میان مدت بیش از ۷۵ درصد و در بلند مدت بیش از ۶۹ درصد از انتشار سرانه دی‌اکسیدکربن، توسط خود متغیر توضیح داده می‌شود. بیشترین سهم را در توضیح تغییرات انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران رشد شهرنشینی دارد به‌طوری‌که در کوتاه مدت ۴/۳۱ درصد، در میان مدت ۱۴/۶ درصد و در بلند مدت بیش از ۱۹/۵ درصد از تغییرات انتشار سرانه دی‌اکسیدکربن را توضیح می‌دهد. همچنین، سرانه مصرف انرژی ۱۰/۰۷ درصد تغییرات انتشار دی‌اکسیدکربن ایران را در بلند مدت توضیح می‌دهد. تولید ناخالص داخلی سرانه نقش کمی (کم‌تر از یک و نیم درصد) در نوسانات انتشار سرانه دی‌اکسیدکربن ایفا می‌کند.

در بلند مدت، عامل اصلی انتشار دی‌اکسیدکربن رشد شهرنشینی است. یعنی، بیشترین آسیب‌پذیری محیط‌زیست نسبت به تغییرات شهرنشینی است. در ایران طی دهه‌های اخیر شاهد مهاجرت زیاد افراد از روستا به شهر بوده‌ایم. این مسئله

<sup>32</sup> Vector Error Correction Model (VECM)

می‌تواند از طریق تغییر در الگوی مصرف خانوار، ساختار تولید شهری، تحرک و حمل و نقل و زیرساخت‌های شهری، تقاضای انرژی شهری را تحت تاثیر قرار دهد و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن افزایش دهد.

شهرنشینی عامل مهمی در انتشار آلودگی است. و همان‌گونه که در تحلیل‌های تجزیه واریانس دیده شد، شهرنشینی بیشترین سهم را در توضیح نوسانات مربوط به انتشار آلودگی هوا دارد. بنابراین، توجه خاص به ساختارهای شهرنشینی مخصوصاً در بخش حمل و نقل - که بیشترین آلودگی را در پی دارد- می‌تواند راهکار قابل قبولی برای کنترل آلودگی شهرها و انتشار گازهای آلاینده باشد. همچنین، می‌توان تحلیل کرد که ساختارهای شهری بر روابط احتمالی رشد اقتصادی و مصرف انرژی تاثیرگذار است. در اثر رشد اقتصادی ساختارهای شهری به سمت استفاده بیشتر انرژی و بکارگیری وسایل با شدت انرژی بیشتر سوق پیدا می‌کند. بنابراین، شهرنشینی در بلندمدت از طریق تغییراتی که در تقاضای انرژی مربوط به ساختارهای شهری بوجود می‌آورد، می‌تواند انتشار آلودگی را توضیح دهد.

با توجه به مبانی نظری مطرح شده، تغییرات ساختاری می‌تواند روی رشد اقتصادی تاثیر بگذارد. از طرفی، رشد اقتصادی روی انتشار آلودگی مؤثر است. از طرف دیگر، شهرنشینی به‌عنوان متغیری که از عوامل ایجاد کننده تغییرات ساختاری است روی انتشار آلودگی مؤثر است. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که تغییرات ساختاری به‌طور غیرمستقیم و از مجراهای متفاوت مانند رشد اقتصادی و عوامل جمعیتی، روی انتشار آلودگی تاثیرگذار است.

بیشترین شاغلان در ساختار اقتصاد ایران به بخش کشاورزی تعلق دارد. لذا، برای ساماندهی مهاجرت روستاییان به شهرها و انتقال شاغلان بخش کشاورزی به بخش‌های دیگر و در نتیجه تعدیل جمعیت شهری و رشد بی‌برنامه شهرها، با توسعه روستایی لازم است زیرساخت‌های بخش کشاورزی بهبود یابند. تقویت شهرهای کوچک و متوسط موجب خواهد شد که مسیر حرکت مهاجرین روستایی به جای شهرهای بزرگ و رشد بی‌رویه شهرها در اثر مهاجرت‌های روستایی، به سمت شهرهای کوچک و متوسط تغییر جهت یابد.

## منابع

- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۸۶). گزارش اقتصادی و ترازنامه سال ۱۳۸۴ بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، معاونت اقتصادی، تهران.
- برنامه توسعه سازمان ملل (۱۳۹۰). مبارزه با تغییرات آب‌وهوایی، گزارش توسعه انسانی ۲۰۰۷-۲۰۰۸، ترجمه فطرس و براتی، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا همدان.
- پژویان، ج. و مرادحاصل، م. (۱۳۸۶). "بررسی اثر رشد اقتصادی بر آلودگی هوا"، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال هفتم، شماره ۴، صص ۱۴۱-۱۶۰.
- صادقی، ح. و سعادت، ر. (۱۳۸۳). "رشد جمعیت، رشد اقتصادی و اثرات زیست محیطی در ایران (یک تحلیل علی)"، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۶۴، ۸۰-۱۶۳.
- فطرس، م.ح. و معبودی، ر. (۱۳۸۹). "رابطه‌ی علی مصرف انرژی، جمعیت شهرنشین و آلودگی محیط‌زیست در ایران"، ۱۳۸۵-۱۳۵۰، فصل‌نامه مطالعات اقتصادانرژی، سال هفتم، شماره ۲۷، زمستان ۱۳۸۹، صص ۱-۱۷.
- کوزنتس، س. (۱۳۷۲). رشد نوین اقتصادی، ترجمه قره‌باغیان، موسسه خدمات فرهنگی رسا، تهران.
- مشیری، س. و التجائی، ا. (۱۳۸۷). "اثر تغییرات ساختاری بر رشد اقتصادی کشورهای تازه صنعتی شده"، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال دوازدهم، شماره ۳۶، صص ۸۵-۱۱۳.
- مهرگان، ن. و رضایی، ر. (۱۳۸۸). راهنمای ایوبوز ۶ در اقتصاد سنجی، انتشارات نور علم.
- نوفروستی، م. (۱۳۷۸). ریشه واحد و همجمعی در اقتصاد سنجی، انتشارات رسا، تهران.
- وزارت نیرو- معاونت امور انرژی، ترازنامه انرژی ایران سال ۱۳۸۶.

- Alam, S., Fatima, A., Butt. (2007). "Sustainable Development in Pakistan in the Context of Energy Consumption Demand and Environmental Degradation", *Journal of Asian Economics*, 18, pp. 825-837.
- Bargess, D.F. Krutilla, K. Hyde, W.F.( 2005). "The Urban Household Energy Transition: Social and Environmental Impacts in the Developing World". *Resources for the Future*, Washington, DC.
- Breheny, M.,( 2001)."Densities and Sustainable Cities: the UK Experience". In: Echenique,M., Saint, A. *Cities for the New Millennium*. Spon Press, London, pp. 39-51.
- Burgess, R.,( 2000)." The compact city debate: a global perspective". In: Micheal Jenks, Mike Jenks, and Rod Burgess(2000). *Compact cities: Sustainable Urban Forms for Developing Countries*. Taylor & Francis, pp. 9-24.
- Burton, E.,( 2000)." The Compact City: Just or Just Compact? A Preliminary Analysis". *Urban Studies*, 37 (11), pp. 1969-2001.
- Chen, H., Jia, B., Lau, S.S.Y. (2008). "Sustainable Urban Form for Chinese Compact Cities: Challenges of a Rapid Urbanized Economy". *Habitat International*, 32, pp. 28-40.
- Dincer, I. (1999)," Environmental Impact of Energy", *Energy Policy*, vol. 27, pp. 84-852.
- Holtedahal, p. Jouts, F. (2004)." Residential Electricity Demand in Taiwan", *Energy Economics*, 26, pp. 201-224.
- International Energy Agency (IEA).(2008). *World Energy Outlook 2008*.
- Jones, D. W. (1991). "How Urbanization Affects Energy-use in Developing Countries". *Energy Policy*, 19(7), pp. 621-630.
- Jones, D. W. (2004). "Urbanization and Energy". *Encyclopedia of Energy*. Amsterdam: Elsevier Science. pp. 329-335.
- Lariviere, I., Lafrance, G., (1999). "Modeling the Electricity Consumption of Cities: Effect of Urban Density". *Energy Economics*, 21, pp. 53-66.
- Liu, Y. (2009). "Exploring the Relationship between Urbanization and Energy Consumption in China, Using ARDL and FDM", *Energy*, 34, pp. 1846-1854.

- Madlener, R. Sunak, Y. (2011). "Impacts of Urbanization on Urban Structures and Energy Demand: What Can we Learn from Urban Energy Planning and Urbanization Management?" *Sustainable Cities and Society*, 1, pp. 45-53.
- McGranahan, G., Jacobi, P., Songsore, J., Surjadi, C., Kjellen, M. (2001). "The Citizen at Risk: From Urban Sanitation to Sustainable Cities". Earthscan, London.
- Mishra, V. Smyth, R. Sharma, S. (2009). "The energy-GDP Nexus: Evidence from a Panel of Pacific Island Countries". *Resource and Energy Economics*, 31, pp. 210-220.
- Mol, A.P.J., Spaargaren, G. (2000). "Ecological Modernization Theory in Debate: a Review". *Environmental Politics*, 9 (1), pp. 17-49.
- Munksgaard, J., Jones, D. W. (1989). "Urbanization and Energy Use in Economic Development". *The Energy Journal*, 10(4), pp. 29-44.
- Munksgaard, J., Pedersen, K. (2000). "Impact of Household Consumption on CO2 Emissions". *Energy Economics*, 22, pp. 423-440.
- Neumayer, E., Cole, M. (2004). "Examining the Impact of Demographic Factors on Air Pollution", *Population and Environment*, vol. 26(1), pp.5-21.
- Parikh, J. Shukla, V. (1995). "Urbanization, Energy use and Greenhouse Effects in Economic Development", *Global Environment Change*, 5, pp. 87-103.
- Pedersen, K. Wien, Mette., (2000). "Impact of Household Consumption on CO2 Emissions", *Energy Economics*, 22, pp. 423-440.
- Wenger, M. (1993). "Reduction of CO2 Emissions of Transport by Reorganization of Urban Activities". Paper presented at the seminar of the Special Interest Group Transport and Spatial Development of the World Conference on Transport Research (WCTRS) in Black heath, Australia, December 1993. Published in: Hayashi, Y., Roy, J., eds. (1996): *Transport, Land-Use and the Environment*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 103-124.
- York, R., (2007). "Demographic Trends and Energy Consumption in European Union Nations, 1960-2025". *Social Science Research*, 36 (3), pp. 855-872.

## **Urbanization and Air Pollution in Iran**

**Mohammad Hassan FOTROS**

Associate professor, department of economics, faculty of economy and social sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, I.R. of Iran. (Corresponding author). [fotros@basu.ac.ir](mailto:fotros@basu.ac.ir)

**Abouzar FATHI**

MS student of economics in department of economics, faculty of economy and social sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, I.R. of Iran. [fathi.abouzar@yahoo.com](mailto:fathi.abouzar@yahoo.com)

### **Abstract**

Worrying about global warming and climate change is become more serious in recent years. Climate problems issuing from accumulation of pollutions affect the economy. Growth of urban areas and urbanization, exerting influences on energy-use, are the outstanding features of socio-economic evolution of the past two centuries in the world. At the present time, urban growth conducting to rapid urbanization, particularly in developing countries, causes damages to natural resources. In this arena, the urbanization grows so quickly that limits the opportunity of the environment to enhance the quality of life and could degenerate the environment. High rate of growth of population and urbanization and consequently the proliferation of motorized transportation means, especially automobile, augment the consumption of various kinds of energy. So, analyzing the Iranian urbanization outcomes in these subjects seems indispensable in the fields of economy and environment.

This paper, using data of the period of 1971-2007 sourcing from official Iranian data bases, studies mechanism whereby urbanization affects energy consumption, modifies economic structure, and causes air pollution in Iran. Results indicate that along with urban and urbanization growth, the changes had been in direction of more energy consumption and more air pollution.

**Keywords:** Urbanization; air pollution; percapita income; energy consumption; Iran.