

مسیری سبز به سمت توسعه پایدار: بررسی تاثیر استراتژی شهر کم کربن بر تغییر منابع

## انرژی<sup>۱</sup> در یک نمونه آزمایشی

### چکیده

با توجه روزافرون بر موضوعات مرتبط با توسعه پایدار مانند تضمین امنیت انرژی، پرداختن به تغییرات آب و هوایی و حفاظت از محیط زیست، کشورهای سراسر جهان به یک اجماع کلی برای تسريع تغییر منابع انرژی (ET) خود رسیده‌اند. در واقع، چین در سال 2010 یک سیاست شهر کم کربن<sup>۲</sup> (LCCP) را برای بررسی راهکارهای توسعه سبز و ET با کاهش انتشار دی اکسید کربن (CO<sub>2</sub>) و بهبود کیفیت محیط زیست اجرا نمود. این مقاله با استفاده از داده‌های حاصل برای 253 شهر در سطح یک استان، ابعاد مختلف ET را به صورت خلاقانه به مصرف انرژی<sup>۳</sup> (EC)، ساختار انرژی<sup>۴</sup> (ES) و شدت انرژی<sup>۵</sup> (EI) تقسیم نموده و موضوع را از دیدگاه معیارهای سمت عرضه و تقاضا و اثرات محلی و ملی LCCP بر ET با استفاده از مدل تفاوت-در-تفاوت‌ها<sup>۶</sup> (DID) و مدل تفاوت-در-تفاوت‌های فضایی<sup>۷</sup> (SDID) تقسیم می‌نماید. نتایج نشان می‌دهد که LCCP، ET را تسريع می‌نماید و نتیجه‌گیری‌ها پس از آزمون‌های استواری همچنان پابرجا هستند. علاوه بر این، نتایج تأیید مکانیسم نشان می‌دهد که LCCP به طور غیرمستقیم از طریق بهره‌وری کل عوامل<sup>۸</sup> (TFP) بر ET تأثیر می‌گذارد و تأثیر آن به زیرساخت حمل و نقل

<sup>1</sup> Energy transition (ET)

<sup>2</sup> low-carbon city pilot (LCCP)

<sup>3</sup> Energy consumption (EC)

<sup>4</sup> Energy structure (ES)

<sup>5</sup> Energy intensity (EI)

<sup>6</sup> Difference-In-differences (DID)

<sup>7</sup> Spatial difference-in-differences (SDID)

<sup>8</sup> Total factor productivity (TFP)

LCCP عمومی<sup>۹</sup> (PT) بستگی دارد. تجزیه و تحلیل ناهمگونی مکان، اندازه و ویژگی‌های شهر نشان می‌دهد که برای ET در شهرهای جنوبی، شهرهای بزرگ، شهرهای بدون منابع و شهرهای صنعتی قدیمی مفید است. همچنین مشخص شد که LCCP اثرات مثبتی بر EC و EI و اثرات منفی بر ES در شهرهای خارج از حوزه‌ی بررسی آزمایشی ایجاد می‌کند.

## نتیجه‌گیری

این پژوهش با استفاده از داده‌های حاصل از بررسی 253 شهر در سطح استانی از سال 2006 تا 2019 و با کمک مدل‌های DID و SDID، اثرات محلی و اثرات ملی LCCP بر ET را ارائه می‌نماید. سه نتیجه مشخص زیر از نتایج استخراج شده است. اول، سیاست LCCP با کاهش EC، بهینه‌سازی ES و کاهش EI بر ET به صورت محلی تأثیر می‌گذارد. تأثیرات EC، EI، و ES به ترتیب نزولی هستند. دوم، TFP یک اثر میانجی بر شتاب رشد سیاست ET دارد و PT اثر تعديلی خواهد داشت. علاوه بر این، ناهمگونی در تأثیر سیاست بر ET از نظر موقعیت شهر، اندازه شهر و ویژگی‌های شهر وجود دارد. به طور خاص، این سیاست برای تسهیل ET در شهرهای جنوبی، شهرهای بزرگ، شهرهای بدون منابع و شهرهایی با صنعت قدیمی مفید است. در نهایت، LCCP یک اثر خارجی بر ET دارد و جهت و اندازه اثر خارجی متفاوت است. به طور خاص، اثر خارجی روی EC بیشتر از EI و ES است. یک اثر خارجی مثبت بر ES شهرهای غیر آزمایشی و یک اثر خارجی منفی بر EC و EI وجود دارد. بر اساس یافته‌های فوق، سه بسته‌ی سیاستی به شرح زیر پیشنهاد می‌شود:

<sup>۹</sup> Public transportation (PT)

اول، نقش واسطه‌ای TFP و نقش تعديل‌کننده‌ی PT برای ترویج و گسترش LCCP مورد استفاده قرار می‌گیرد. این بررسی ثابت می‌کند که LCCP به طور قابل توجهی به ET در شهرهای مورد بررسی کمک می‌کند و بنابراین ترویج مداوم LCCP برای دستیابی به صرفه‌جویی در انرژی و کاهش انتشار کربن، تسريع ET و ترویج توسعه پایدار بسیار مهم است. از آنجایی که فناوری کمکربن و نوآوری در فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر، کلیدی برای افزایش TFP هستند، از یک سو سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه‌ی فناوری‌های کمکربن و فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر باید همزمان با ساخت شهرهای کمکربن افزایش یابد. از سوی دیگر، پلتفرم‌های تبادل فناوری درون منطقه‌ای و مکانیسم‌های همکاری باید برای گسترش اثر خارجی فناوری به منظور پیشرفت فناوری کمکربن و فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر در کل منطقه ایجاد شود. برنامه‌ریزی شبکه حمل و نقل معقول، مصالح ساختمانی سازگار با محیط زیست و یارانه‌های مالی برای زندگی سبز به ویژه برای نشان دادن اثرات خارجی مثبت PT مهم هستند.

دوم، اجرای سیاست LCCP از محلی به جهانی بر اساس ناهمگونی شهر در نظر گرفته می‌شود. از آنجایی که تأثیر ET برای LCCP با موقعیت شهر، اندازه شهر و ویژگی‌های شهر متفاوت است، استراتژی پیاده‌سازی و توسعه‌ی سیاست LCCP نیز بر این اساس متفاوت است. به طور خاص، شهرهای شمالی، شهرهای کوچک، شهرهای دارای منابع و شهرهای صنعتی غیر قدیمی به ترتیب باید از شهرهای جنوبی، شهرهای بزرگ، شهرهای بدون منابع و شهرهای صنعتی قدیمی بیاموزند. در عین حال، در پس زمینه روابط اقتصادی منطقه‌ای نزدیک‌تر، گفت و گوهای سطح بالا بین مناطق باید ترویج شود تا به تدریج یک شبکه شهری کمکربن و یک خوش شهری کمکربن از شهرهای کمکربن تشکیل شود تا به تحقق تعهدات کاهش CO<sub>2</sub> در چین کمک کند.

سوم، بر اساس اثرات ملی LCCP در شهرهای غیر آزمایشی، نیاز به کاهش EC، کاهش EI و بهینه‌سازی ES برای ترویج ET وجود دارد. برای صنایعی که مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌های بالا دارند، دولت‌های محلی باید یارانه‌های

فنی و حمایت مالی برای کاهش اثرات خارجی منفی مقررات محیط زیستی بر تولید شرکت‌ها ارائه نمایند. در عین حال، مقررات و حاکمیت محیط زیستی در شهرهای غیر آزمایشی باید تقویت شود تا از انتقال منابع آلودگی از شهرهای آزمایشی جلوگیری شود. بر اساس نوآوری فناوری، منابع انرژی جدید مانند انرژی خورشیدی، انرژی باد، زیست توده، انرژی زمین گرمایی و انرژی هیدروژن باید برای افزایش نسبت مصرف انرژی غیرفسیلی بهمنظور کاهش انتشار کربن و کاهش EI به کار گرفته و ترویج شوند. در نهایت، با توجه به منابع منطقه‌ای و ویژگی‌های صنعتی، صنایع کم‌کربن و صنایع با صرفه‌جویی بالا در مصرف انرژی را می‌توان در راستای مزیت‌های هر یک توسعه داد و ET را با بهینه‌سازی ساختار صنعتی ارتقا داد.

کلیدواژه‌ها: شهر کم‌کربن آزمایشی، انتقال انرژی؛ مصرف انرژی؛ ساختار انرژی؛ شدت انرژی؛ مدل تفاوت-در-تفاوت‌ها.

Ref: Lee, C.; Feng, Y.; Peng, D. A green path towards sustainable development: The impact of low-carbon city pilot on energy transition. Energy Economics. 2022, 115, 106343.

DOI: 10.1016/j.eneco.2022.106343