Determinants of Green Productivity Growth in Iran

Samaneh Abedi[1], Arian Daneshmand[2], Shima Noryan[*3]

1. Assistant Professor, Faculty of Economics, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran, s.abedi@atu.ac.ir

2. Assistant Professor, Economic Research Institute, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran, daneshmand@atu.ac.ir

3. M.Sc. in Environmental Economics, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran, sh.noryan@yahoo.com

Received: 2018/08/26 Accepted: 2019/04/30

Abstract

Enhancing green productivity is an important way of achieving environmental objectives. The main objective of this paper is to investigate the determinants of green productivity growth measured by Malmquist and Malmquist-Luenberger indices in Iran during 1975-2014. According to the calculations, green productivity growth has an increasing trend while total factor productivity has a decreasing trend with means of 0.976 and 0.990, respectively. We use the autoregressive distributed lag approach to cointegration as the estimation method. The estimated long-run elasticities of green productivity growth with respect to urbanization rate and fossil fuel consumption are -0.338 and -0.050, respectively.

JEL Classification: D_{24} ،F_{43} ،F_{15}

Keywords: Green productivity, Green economy, Data Envelopment Analysis and Economic growth

*. Corresponding Author, Tel: 09029585580

تحقیقات اقتصادی / دوره ۵۴، شمارهٔ ۳، پاییز ۹۸/ ص ۶۵۸-۶۳۳

بررسی عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری سبز در اقتصاد ایران

سمانه عابدی[۱]، آرین دانشمند[۲]، شیما نوریان[۳*]

۱. استادیار دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران، s.abedi@atu.ac.ir

۲. استادیار پژوهشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران، daneshmand@atu.ac.ir

۳. دانش آموخته ارشد، اقتصاد محیط زیست، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران، sh.noryan@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۶/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۱۰

چکیده

بهره‌وری سبز، به‌عنوان مهم‌ترین هدف برای افزایش بهره‌وری در کنار حفاظت از محیط‌زیست که پایه و اساس توسعه پایدار است، حائز اهمیت می‌باشد. هدف اصلی این پژوهش بررسی عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری سبز در اقتصاد ایران می‌باشد، لذا در این مطالعه از شاخص مالم‌کوئیست و مالم‌کوئیست- لیونبرگر به‌ترتیب برای اندازه‌گیری بهره‌وری و بهره‌وری سبز استفاده شده است. هم‌چنین عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری سبز در اقتصاد ایران طی سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۵۳ با استفاده از داده‌های سری‌زمانی و روش ARDL مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که رشد بهره‌وری سبز و بهره‌وری متداول به ترتیب با میانگین ۰/۹۷۶ و ۰/۹۹۰روند نزولی و صعودی در طی دوره مورد مطالعه را داشته‌اند. نتایج حاصل از برآورد مدل بهره‌وری سبز حاکی از آن است که عواملی مانند شهرنشینی، تکنولوژی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و سهم سوخت‌های فسیلی از کل مصرف انرژی، توانسته‌اند روند رشد بهره‌وری سبز در طول سال‌های مورد مطالعه را توضیح دهند. هم‌چنین بهره‌وری سبز در اقتصاد ایران نسبت به نرخ شهرنشینی و سهم سوخت‌های فسیلی به ترتیب با ضرایب ۰/۳۳۸- و ۰/۰۵۰- دارای بیشترین کشش می‌باشد.

طبقه‌بندی JEL: F_{15}, F_{43}, D_{24}

واژه‌های کلیدی: رشد اقتصادی، بهره‌وری سبز، اقتصاد سبز، تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)

*. نویسنده مسئول، شماره تماس: ۰۹۰۲۹۵۸۵۵۸۰

۱- مقدمه

امروزه تضمین توسعه پایدار هر کشور منوط به اقداماتی جهت حفظ و استفاده بهینه از منابع محدود و غیرقابل جایگزین، توسعه پایدار اجتماعی و اقتصادی در آن کشور شده است (فلاح و همکاران، ۱۳۹۴). در این میان، یک درک کلی از علم اقتصاد، استفاده مطلوب از منابع کمیاب است و بهره‌وری نیز همین مفهوم را در بردارد (جهانگرد و همکاران، ۱۳۹۱). هم‌چنین رشد اقتصادی همواره مرتبط با افزایش مصرف انرژی بوده، در حالی که یکی از منابع اصلی انتشار آلودگی، بخش انرژی است (جافی و استیونس[1]، ۱۹۹۵ و کوهلر[2] و همکاران، ۲۰۰۶). بر این اساس، طی فرآیند رشد اقتصادی استفاده از نهاده‌های تولیدی منجر به تولید ستانده‌های نامطلوب در کنار ستانده‌های مطلوب می‌شود. ستانده‌های نامطلوب به‌عنوان آلاینده وارد محیط‌زیست شده و اثرات نامطلوبی بر آن می‌گذارند (پارسا و همکاران، ۱۳۹۴). طبق گزارش ترازنامه انرژی، کشور ایران در میان گازهای آلاینده و گلخانه‌ای انتشار یافته از کل بخش انرژی از نظر دی‌اکسیدکربن (CO_2)، در طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۰ بالاترین رتبه و از نظر مصرف انرژی رتبه پنجم را دارا می‌باشد (مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۱۳۹۵). هم‌چنین بر اساس آخرین گزارش منتشر شده از مرکز تحلیل اطلاعات دی‌اکسیدکربن (CDIAC[3]) در سال ۲۰۱۶ میلادی، ایران رتبه هشتم را در میان ۲۱۵ کشور جهان از نظر میزان انتشار دی‌اکسیدکربن داشته است (پارسا و همکاران،۱۳۹۴). بر همین اساس طی چند سال اخیر مفهومی جدید با عنوان "اقتصاد سبز"، مورد توجه جدی همگان قرار گرفته است. عبارت "اقتصاد سبز"، به گونه‌ای از اقتصاد اشاره دارد که با تأکید بر استفاده کارآمد از منابع، جهت کاهش اثرات منفی وارد بر طبیعت (اعم از هوا، آب، تنوع‌زیستی و اقلیم) تلاش می‌کند (مولگان و سالم، ۲۰۰۸). در این میان بهره‌وری سبز یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های اقتصاد سبز می‌باشد، بنابراین بهره‌وری سبز، یکی از روش‌هایی است که برخلاف روش‌های بهبود شناخته شده برای بنگاه‌های اقتصادی، علاوه بر مسائل زیست‌محیطی، بر بهره‌وری نیز تأکید دارد (حاج حسینی مهریزی و همکاران، ۱۳۹۰). در این راستا، از ملزومات بهبود بهره‌وری، شناسایی اصلی‌ترین عوامل تأثیرگذار بر آن است، لذا با توجه به اهمیت موضوع، در مطالعه حاضر، ضمن اندازه‌گیری

1. Jaffe and Stavins
2. Köhler
3. Carbon Dioxide Information Analysis Center

رشد بهره‌وری سبز به تجزیه و تحلیل عوامل اثرگذار بر رشد بهره‌وری سبز در اقتصاد ایران پرداخته می‌شود. برای این منظور علاوه بر تجزیه و تحلیل رشد بهره‌وری کل عوامل تولید، در اقتصاد ایران، با در نظر گرفتن ملاحظات زیست‌محیطی در طول زمان، به مقایسه میزان بهره‌وری کل عوامل تولید با و بدون ملاحظات زیست‌محیطی در اقتصاد ایران پرداخته خواهد شد. بر این اساس این مطالعه درپی پاسخگویی به این سوالات است که آیا تفاوتی میان بهره‌وری کل عوامل تولید با و بدون در نظر گرفتن ملاحظات زیست‌محیطی وجود دارد؟ روند تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید در طول زمان چگونه است؟ و هم‌چنین عوامل مؤثر بر بهره‌وری سبز در اقتصاد ایران کدامند؟

چارچوب کلی مطالعه برای دستیابی به اهداف و پاسخگویی به سؤالات پژوهش به این صورت است که در ادامه، مبانی نظری و مطالعات انجام گرفته در زمینه بهره‌وری سبز و عوامل مؤثر بر آن، بیان و سپس، روش تحقیق مطرح و در نهایت در بخش چهارم، نتایج و پیشنهادها حاصل از تحقیق تشریح می‌شود.

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

در یک بخش اقتصادی دو رویکرد اصلی برای افزایش تولید وجود دارد ۱- افزایش نهاده‌های تولید از جمله نیروی کار و سرمایه ۲- افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید یا عوامل کیفی تولید از طریق اصلاح و نوسازی ساختارها و مدیریت‌ها (نصراله‌نیا و همکاران، ۱۳۹۳). بهره‌وری یکی از مهم‌ترین مفاهیم اقتصادی می‌باشد که رابطه بین استفاده از نهاده‌ها و محصول تولید شده را نشان می‌دهد (ولی‌زاده‌زنور، ۱۳۸۴). در سال ۱۷۶۶، دکتر کنه[1]، اولین بار مفهوم بهره‌وری را مطرح کرده است. از آغاز قرن بیستم، موضوع بهره‌وری مورد توجه محافل اقتصادی و اجتماعی قرار گرفته است. در آن هنگام، بهره‌وری به‌عنوان رابطه بین ستانده و نهاده‌های به کار رفته در تولید تعریف می‌شود. آژانس بهره‌وری اروپا[2] دو تعریف از بهره‌وری ارائه داده است. در تعریف اول، بهره‌وری به‌عنوان استفاده مطلوب از عوامل تولید اعلام شده است. بر اساس تعریف دوم، بهره‌وری نگاهی اساسی و محوری برای سامان بخشیدن به وضعیت فعلی می‌باشد، که این تعریف در حقیقت به دیدگاهی فراگیر و راهبردی اشاره دارد (مؤمنی و همکاران، ۱۳۸۸). بدین

1. Quesnay
2. Organization for European Economic Cooperation

ترتیب فارغ از این که کدام یک از دیدگاه‌ها، برای بهبود سطح کیفیت و زندگی و توسعه اقتصادی مورد توجه است در تمام تعاریف صورت گرفته، برای بهره‌وری، نکات مشترکی قابل توجه بوده است که عبارت از فرآیند بودن بهره‌وری، نقش بارز فرهنگ‌ها و باورها، علمی بودن بهره‌وری، منطقی بودن فرآیندها، هدفدار بودن بهره‌وری که همان توسعه پایدار و افزایش سطح رفاه جامعه، ایجاد ارزش افزوده برای جامعه و مردم، افزایش سطح تولید، کاهش به‌کارگیری عوامل تولید و مدت زمان مورد نظر، می‌باشد (نصراله‌نیا و همکاران، ۱۳۹۳). با نگاهی به تجربیات سایر کشورها مشخص می‌شود که در بیشتر فرآیندهای تولیدی، بهره‌وری عوامل تولید نسبت به ذخیره و سرمایه‌گذاری منابع و عوامل تولید در رشد اقتصادی سهم بسیار بیشتری داشته است و اصولا با توجه به کمبود منابع و عوامل تولید، افزایش روزافزون نیازها و هم‌چنین کاهش وابستگی اقتصادی و توسعه تجارت و افزایش سطح رفاه اجتماعی، باید از منابع موجود، استفاده مطلوب به عمل آورد. لذا پیشرفت پایدار هر کشور، به توانایی آن برای افزایش بهره‌وری وابسته است، اما این در حالی است که استفاده از نهاده‌های تولیدی در طی فرآیند رشد اقتصادی منجر به تولید ستانده‌های نامطلوب در کنار ستانده‌های مطلوب می‌شود. ستانده‌های نامطلوب به‌عنوان آلاینده وارد محیط‌زیست شده و اثرات مخربی بر آن می‌گذارد. بر این اساس، توجه همزمان به حفاظت محیطی و مؤلفه‌های توسعه پایدار، لازم و ضروری می‌باشد.

چرا که شاخص‌های متداول بهره‌وری، آن را بدون در نظر گرفتن خسارات زیست‌محیطی اندازه‌گیری می‌کنند، این در حالی است که یکی از منابع مصرف شده در فرآیند تولید، محیط‌زیست می‌باشد (میرزایی، ۱۳۹۰). بر این اساس، در بهره‌وری سبز علاوه بر بهره‌وری، استفاده مطلوب از محیط‌زیست و منابع نیز مورد توجه قرار می‌گیرد. در این میان، مفهوم بهره‌وری سبز به‌عنوان یک استراتژی که می‌تواند بهره‌وری و عملکرد محیط زیستی را به طور همزمان افزایش دهد، از اهمیت خاصی برخودار است. به عبارت دیگر، ضمن افزایش بهره‌وری و توسعه اقتصادی – اجتماعی، موجبات حفاظت و ایمنی محیطی را نیز فراهم کند. بنابراین، بهره‌وری سبز نوعی استراتژی برای ارتقای بهره‌وری از محیط‌زیست برای توسعه کلان اقتصادی- اجتماعی می‌باشد. لازم به ذکر است، بهره‌وری سبز در تمام بخش‌های اقتصادی اعم از خدماتی، کشاورزی، صنعتی و تولیدی با بهره‌گیری از ابزارهای مختلف و فناوری‌های مدیریت محیط‌زیست، منجر به کاهش تأثیر فعالیت سازمان‌ها، کالاها و خدمات آن‌ها بر محیط‌زیست می‌شود.

مفهوم بهره‌وری سبز در سال ۱۹۹۴ برای اولین بار توسط سازمان بهره‌وری آسیایی به‌عنوان یک مفهوم مطرح شده است. سازمان بهره‌وری آسیایی (APO[1])، به‌منظور حمایت از دولت ژاپن، بهره وری سبز (GP[2])، را به‌عنوان راهکار عملی برای پاسخ به چالش توسعه پایدار معرفی کرده است (ووان و همکاران[3]، ۲۰۱۵). در سال ۱۹۹۶ نیز اولین کنفرانس بهره‌وری سبز در مانیل برگزار و کشورهای عضو متعهد شده‌اند تا در راستای توسعه بهره‌وری سبز حرکات داوطلبانه، انتقال تجربیات به دیگر کشورها و ترغیب و تشویق دیگران به این امر خطیر کوشا بوده و برای بالا بردن کیفیت زندگی، همکاری متقابل داشته باشند (APO، ۲۰۰۳)، چرا که بهره‌وری سبز برای پاسخگویی به نیازهای جامعه برای بهبود کیفیت زندگی با افزایش بهره‌وری از طریق شیوه‌های سازگار با محیط‌زیست و فعالیت‌های مدیریتی تلاش می‌کند.

در این زمینه شناسایی مهم‌ترین مؤلفه‌های اثرگذار بر رشد این شاخص حائز اهمیت می‌باشد. طبق ادبیات موضوع، افزایش شهرنشینی با تخریب منابع طبیعی و محیط‌زیست، می‌تواند یک از تهدیدات بهره‌وری سبز محسوب شود. هم‌چنین در ادبیات موضوع بر نقش مهم و مؤثر تکنولوژی بر بهره‌وری سبز تأکید شده است. به عبارت دیگر پیشرفت تکنولوژی موجبات بهبود شیوه‌های تولید را فراهم می‌کند و این بهبود سبب افزایش بهره‌وری می‌شود، لذا اگر تکنولوژی در برگیرنده تکنولوژی‌های سبز و دوست‌دار محیط‌زیست باشد، تأثیر تکنولوژی بر بهره‌وری سبز مثبت است.

سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نیز از دیگر عوامل مؤثر بر بهره‌وری سبز می‌باشد، به طوری که جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، یک سیاست و راهکار مهم برای دستیابی به رشد اقتصادی و پیشرفت، به ویژه در کشورهای در حال توسعه بوده است (امینی و همکاران، ۱۳۸۹). لازم به ذکر است طبق ادبیات موضوع، جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی می‌تواند اثردوگانه‌ای بر بهره‌وری سبز داشته باشد. اگر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، با انتقال تکنولوژی‌های دوست‌دار محیط‌زیست و سبز، بتواند روش‌های نوین مدیریت را ارتقا بخشد، ممکن است تأثیر مثبت بر بهره‌وری سبز داشته باشد. در مقابل، اگر کشور میزبان را به یک پناهگاه آلودگی برای کشورهای دارای صنایع آلاینده تبدیل کند، می‌تواند دارای تأثیر منفی بر بهره‌وری سبز باشد. انرژی فسیلی نیز از دیگر

1. Asian Productivity Organization
2. Green Productivity
3. Wawan Rusiawan, Prijono Tjiptoherijanto, Emirhadi Suganda, Linda Darmajanti

عوامل مؤثر بر بهره‌وری سبز است. با توجه به اینکه رشد اقتصادی با افزایش مصرف انرژی همراه می‌باشد، لذا استفاده از آنها به‌عنوان منبع اصلی انرژی، سبب افزایش انتشار آلاینده‌ها و در نتیجه تخریب محیط‌زیست می‌شود، از این رو، اثر سوخت‌های فسیلی بر بهره‌وری سبز، منفی می‌باشد. با وجود انجام مطالعات گسترده در زمینه تعیین و بررسی عوامل مؤثر بر بهره وری سبز در مطالعات خارجی، تحقیقات اندکی در مورد بهره‌وری سبز و عوامل مؤثر بر آن در ایران انجام شده است. از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به مطالعه پارسا و همکاران (۱۳۹۴)، اشاره کرد که به اندازه‌گیری رشد بهره‌وری زیست‌محیطی کل عوامل تولید از طریق دو مؤلفه "تغییر در فناوری و تغییر در کارایی فنی زیست‌محیطی" بر اساس توابع فاصله‌ای هذلولی پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که بهره‌وری زیست‌محیطی کل عوامل تولید به طور متوسط ۸/۴۷ درصد کاهش یافته و این موضوع به علت کاهش شدید در کارایی فنی و هم‌چنین افزایش انتشار آلاینده CO_2 می‌باشد. هم‌چنین فلاح و همکاران (۱۳۹۴)، به شناسایی مؤلفه‌های استراتژی بهره‌وری سبز و رتبه‌بندی آن در سازمان مترو تهران، پرداخته‌اند. اسدی و همکاران (۱۳۹۵)، نیز مؤلفه‌های زنجیره تأمین سبز و تأثیر آن بر بهره‌وری را مورد بررسی و تحلیل قرار داده‌اند. نتیجه تحقیق بیانگر آن است که تمامی مؤلفه‌های به کار گرفته شده در این مطالعه شامل (طراحی سبز، خرید سبز، تولید سبز، بازاریابی سبز، بسته‌بندی و حمل و نقل سبز و بازیافت سبز)، رابطه مستقیمی با بهره‌وری دارند. هم‌چنین نتایج مطالعه رائو[1] (۲۰۰۴)، نشان می‌دهد که سبز کردن صنعت به طور عمده به سبز کردن تولید بستگی دارد، زیرا آلاینده‌ها به طور عمده در حین مراحل تولید کالا و خدمات تولید می‌شوند. فالاوینا و همکاران[2] (۲۰۱۳)، نیز در مطالعه‌ای از تابع فاصله‌ای خروجی جهت‌دار (DODF[3]) و روش DEA[4] برای تعریف دوباره بهره‌وری و شاخص کارایی استفاده کرده‌اند. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که در میان نواحی مختلف ایتالیا، تفاوت قابل‌توجهی از عملکرد محیط‌زیست و برآورد بهره‌وری در زمان انتشار آلاینده‌ها وجود دارد. ووان و همکاران[5] (۲۰۱۵)، نیز در مطالعه‌ای مفهوم بهره‌وری سبز را برای توسعه اقتصادی کم‌کربن در اندونزی مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج بیانگر آن است که ارزیابی

1. Rao
2. Falavigna et .al
3. Directional Output Distance Function
4. Data Envelopment Analysis (DEA)
5. Wawan et. al

اثر شدت CO_2 بر بهره‌وری کل عوامل تولید، می‌تواند در سیاست‌های مداخله دولت برای افزایش رشد بهره‌وری و کاهش میزان انتشار CO_2 مورد استفاده قرار گیرد. ژانگ و یه[1] (۲۰۱۵)، نیز از توابع هذلولی برای تجزیه و تحلیل کارایی زیست‌محیطی و انرژی برای ۲۹ استان از کشور چین بر اساس داده‌های تابلویی استفاده کرده‌اند، تا رشد بهره‌وری زیست‌محیطی عوامل تولید را از طریق دو مؤلفه "تغییرات فنی زیست‌محیطی" و "تغییرات کارایی زیست‌محیطی" تجزیه کنند. نتایج حاکی از آن است که میان کارایی زیست‌محیطی استان‌های چین اختلاف زیادی وجود دارد و رشد بهره‌وری زیست‌محیطی، بیشتر به علت تغییرات فنی زیست‌محیطی است. علاوه بر آن شن و همکاران[2] (۲۰۱۵)، به اندازه‌گیری تکامل بهره‌وری سبز با استفاده از داده‌های پانل، دی‌اکسیدکربن بر اساس شاخص لیونبرگر، برای یک گروه از ۳۰ کشور OECD، برای دوره (۱۹۷۱-۲۰۱۱) پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد شاخص‌های سنتی (TFP)، رشد سبز که توسط سیاست‌های زیست‌محیطی مؤثر و کارآمد OECD تحریک می‌شوند را نادیده می‌گیرند. هم‌چنین رشد بهره‌وری سبز به‌طور عمده توسط پیشرفت تکنولوژی ایجاد می‌شود، بنابراین مروری بر پژوهش‌ها حاکی از آن است که رشد بهره‌وری سبز بیشتر توسط پیشرفت تکنولوژی، ایجاد می‌شود، و شاخص‌های سنتی بهره‌وری، رشد سبز را نادیده می‌گیرند. لازم به ذکر است اگرچه بهره‌وری سبز، ابزار مفیدی برای اندازه‌گیری تغییرات بهره‌وری از نظر فن‌آوری زیست‌محیطی یا مدیریت است، اما این روش نباید جایگزین روش معمولی اندازه‌گیری (TFP) شود، تنها می‌تواند مکمل روش حسابداری سبز باشد.

۳- روش تحقیق

۳-۱- روش‌های اندازه‌گیری بهره‌وری و بهره‌وری سبز

ادبیات موجود در زمینه اندازه‌گیری بهره‌وری کل عوامل تولید شامل دو رویکرد مرزی[3] و غیرمرزی[4] است که هر کدام از این رویکردها نیز دارای دو زیر شاخه از روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک هستند (گراسکوپف، ۱۹۹۳). منظور از رویکردهای

1. Zibin Zhang, Jianliang Ye
2. Shen et al
3. Frontire
4. Non- Frontire

مرزی آن دسته از شاخص‌هایی هستند که برای اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری از یک مرز کارا استفاده می‌کنند. رویکردهای غیرمرزی شامل آن دسته از روش‌هایی است که فرض می‌کنند در هر حالت محصول تولیدی بنگاه برابر با محصول متناظر با این سطح از نهاده و تکنولوژی بر روی مرز کارا است، به عبارت دیگر بنگاه همواره بر روی مرز کارا قرار دارد. از جمله شاخص‌های رویکرد غیرمرزی مبتنی بر روش‌های ناپارامتریک برای محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید حسابداری رشد،[1] شاخص دیویژیا[2] و شاخص تورنکوئیست[3] می‌باشند. اما در روش‌های مرزی ناپارامتریک، با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و تکنیک‌های برنامه‌ریزی خطی مرز کارا تعیین می‌شود. مدیران و تصمیم‌گیران تحلیل پوششی، داده‌ها را به‌عنوان روشی کارآمد برای ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیرنده مورد استفاده قرار می‌دهند. تحمیل نکردن فرم تابعی مشخص بر داده‌ها، فراهم آوردن امکان ارزیابی کارایی بنگاه‌ها در حالت چند نهاده و چند ستانده و حساس نبودن به واحد اندازه‌گیری از مزیت‌های مهم این روش می‌باشد (جایدری، ۱۳۹۰). در تحلیل پوششی داده‌ها، دانستن "تابع تولید" و تعیین "اهمیت داده‌ها و ستاده‌ها" ضروری نمی‌باشد. بنابراین هنگامی که وزن‌دهی به داده‌ها و ستاده‌ها امری دشوار و اختلاف برانگیز است، DEA چاره‌ی خوبی می‌باشد (مومنی، ۱۳۸۷، ص ۱۷۴). از جمله شاخص‌های روش DEA شاخص مالم‌کوئیست است که توسط کاوس و همکاران (۱۹۸۲) مطرح شده و به واسطه‌ی فار و همکاران (۱۹۹۴) گسترش یافته است. در مطالعه حاضر نیز جهت اندازه‌گیری بهره‌وری متداول از روش DEA با به‌کارگیری شاخص مالم‌کوئیست استفاده شده است. شاخص مالم‌کوئیست به‌عنوان یک نسبت از توابع فاصله‌ی ورودی (یا خروجی) برای ارزیابی تغییرات بهره‌وری در طول زمان تعریف می‌شود. که از پرکاربردترین روش‌ها برای ارزیابی تغییرات بهره‌وری در طول زمان است (فار و همکاران، ۱۹۹۴)، لذا جهت محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید مرسوم از شاخص مذکور باستفاده خواهد شد (رابطه ۱).

$$MPI^{t.\ t+1} = \left(\frac{D_0^t\left(x_i^{t+1}.y_i^{t+1}\right)}{D_0^t\left(x_i^t.y_i^t\right)} \times \frac{D_0^{t+1}\left(x_i^{t+1}.y_i^{t+1}\right)}{D_0^{t+1}\left(x_i^t.y_i^t\right)}\right)^{\frac{1}{2}} \qquad (1)$$

$$= \frac{D_0^{t+1}\left(x_i^{t+1}.y_i^{t+1}\right)}{D_0^t\left(x_i^t.y_i^t\right)} \left(\frac{D_0^t\left(x_i^{t+1}.y_i^{t+1}\right)}{D_0^{t+1}\left(x_i^{t+1}.y_i^{t+1}\right)} \times \frac{D_0^t\left(x_i^t.y_i^t\right)}{D_0^{t+1}\left(x_i^t.y_i^t\right)}\right)^{\frac{1}{2}}$$

1. Growth Accountin
2. Divisia Index
3. Tornqvis

که در آن x نهاده‌ها شامل (موجودی سرمایه، نیروی کار و مصرف انرژی) و y نیز ستانده (تولید ناخالص داخلی) می‌باشد. فار و همکاران (۱۹۹۴)، چگونگی تجزیه‌ی شاخص مالم‌کوئیست به دو مقیاس را نشان داده‌اند، به طوری که اولین مؤلفه آن، بیانگر تغییرات کارایی میان زمان t و t+1 (MEC) و مؤلفه دوم انتقال تکنولوژی میان دو زمان t و t+1 (MTC) می‌باشد. به عبارت دیگر شاخص مالم‌کوئیست تغییرات کارایی و فنی را نشان می‌دهد (چن و گولای، ۲۰۱۴).

$$MPI^{t.t+1} = MEC^{t,\,t+1}.\ MTC^{t,\,t+1} \qquad (۲)$$

لازم به ذکر است با افزایش نگرانی‌ها در مورد مسائل زیست‌محیطی ناشی از فعالیت‌های اقتصادی، لحاظ کردن آسیب‌های زیست‌محیطی در محاسبه کارایی و بهره‌وری بنگاه‌های اقتصادی در سطح خرد و کشورها در سطح کلان حائز اهمیت است، لذا در این مطالعه به‌منظور بررسی بهره‌وری سبز از شاخص مالم‌کوئیست - لیونبرگر استفاده شده است. چونگ و همکاران (۱۹۹۷)، شاخص مالم‌کوئیست - لیونبرگر را با هدف تعریف یک شاخص بهره‌وری ارائه کرده‌اند که قادر به سوق دادن یک سازمان به‌سوی کاهش خروجی‌های نامطلوب بدون نیاز به تغییر در مقیاس ارزیابی اصلی باشد. شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست- لیونبرگر بین دو بازه زمانی t و t+1 به صورت رابطه (۳)، تعریف می‌شود(چن و گولای، ۲۰۱۴).

$$\begin{aligned} MLPI^{t.t+1} &= \left[\frac{1+\vec{D}_0^t\left(x_i^t.y_i^t.b_i^t.y_i^t-b_i^t\right)}{1+\vec{D}_0^t\left(x_i^{t+1}.y_i^{t+1}.b_i^{t+1}.y_i^{t+1}-b_i^{t+1}\right)}\right. \\ &\left.\times\frac{1+\vec{D}_0^{t+1}\left(x_i^t.y_i^t.b_i^t.y_i^t-b_i^t\right)}{1+\vec{D}_0^{t+1}\left(x_i^{t+1}.y_i^{t+1}.b_i^{t+1}.y_i^{t+1}-b_i^{t+1}\right)}\right]^{\frac{1}{2}} \\ &= MLEC^{t.t+1}\times MLTC^{t.t+1} \end{aligned} \qquad (۳)$$

بر اساس شاخص مذکور که در رابطه (۳) بیان شده است، اگر $1 < MLPI^{t.t+1}$ و $1 > MLPI^{t.t+1}$ باشد، به ترتیب بیانگر آن است که در فرآیند تولید، ستانده‌های مطلوب، افزایش (کاهش) و ستانده‌های نامطلوب کاهش (افزایش) یافته است (اه، ۲۰۱۰ و رضائی و همکاران، ۱۳۹۱). لازم به ذکر است به‌منظور محاسبه شاخص بهره‌وری مالم-

کوئیست- لیونبرگر باید مسئله برنامه‌ریزی خطی (حداکثرسازی)، رابطه (۴) حل شود (لی و لین، ۲۰۱۷):

$$\vec{D_0}\left(x_k^t . y_k^t . C_k^t ; g_{y.k}^t - g_{c.k}^t\right) = \max\left[\beta : \left(y_k^t + \beta g_{y.k}^t . C_k^t - \beta g_{c.k}^t\right) \in p\left(x_k^t\right)\right]$$

$$\sum_{j=1}^{n} z_j^t . y_j^t \geq (1+\beta) . y_k^t$$

$$\sum_{j=1}^{n} z_j^t . C_j^t \geq (1-\beta) . C_k^t$$

$$\sum_{j=1}^{n} z_j^t . x_j^t \geq x_k^t$$

$$x = (L . K . E) \in R_3^+ ; z_j^t \geq 0 . A_j \qquad (۴)$$

که در آن، L نیروی‌کار، K موجودی سرمایه، E میزان مصرف انرژی، y تولید و C به‌عنوان ستاده نامطلوب (انتشار آلاینده دی‌اکسیدکربن) می‌باشد. از جمله متغیرهای مورد استفاده در مطالعه حاضر جهت محاسبه بهره‌وری سبز شامل موجودی سرمایه (میلیون دلار)، نیروی کار (در هزار نفر)، مصرف انرژی (کیلو تن معادل نفت)، میزان انتشار دی اکسیدکربن (کیلوتن CO_2)، تولید ناخالص داخلی (دلار) می‌باشد. لازم به‌ذکر است، از تولید ناخالص داخلی و انتشار دی اکسید کربن به ترتیب به‌عنوان ستانده مطلوب و نامطلوب در مدل استفاده می‌شود. اطلاعات مورد نیاز از مجموعه داده‌های WDI، سایت (TCBTED[1]) و سایر پایگاه‌های اطلاعاتی، گزارشات و مستندات جمع‌آوری شده است.

۳-۲- الگوی خود رگرسیونی با وقفه توزیعی با رویکرد آزمون کرانه‌ها (ARDL[2])

علاوه بر آن جهت تعیین عوامل مؤثر بر بهره‌وری سبز کل عوامل تولید در ایران طی دوره ۱۳۹۳-۱۳۵۳ از روش اقتصادسنجی خودتوضیح‌برداری با وقفه‌های توزیعی (ARDL) نرم‌افزار MICROFIT استفاده شده است. روش ARDL شامل دو مرحله است: در مرحله اول، وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها در معادله از طریق آزمون F

1. The Conference Board Total Economy Database

2. Autoregressive Distributed Lag

بررسی می‌شود. به این ترتیب، فرضیه صفر بـه صـورت $H_0: \lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \lambda_4 = \lambda_5$ می‌باشد، در مقابل فرضیه جـایگزین $H_1: \lambda_1 \neq 0 . \lambda_2 \neq 0. \lambda_3 \neq 0. \lambda_4 \neq 0. \lambda_5 \neq 0$ است. از این رو، پسران و پسران (۲۰۰۹) و پسران، شین و اسمیت (۲۰۰۱) دو مجموعـه مقادیر بحرانی را برای یک سطح معنی‌داری مشـخص مـی‌کننـد. یـک مجموعـه فـرض می‌کند که تمام متغیرها I(0) هستند و در مجموعه دیگر فرض می‌شود کـه همـه آنهـا I(1) هستند. اگر آماره F محاسبه شده، بالاتر از سطح بالایی کرانه (محدوده) قرار گیـرد، فرضیه صفر رد می‌شود، در حالی‌که اگر آماره F محاسبه شده، زیر ارزش بحرانی پایینی کرانه (محدوده) باشد، فرضیه صفر نمی‌تواند رد شود. در نهایـت، اگـر آمـاره F محاسـبه شده، بین کرانه‌ها (محدوده) باشد، نتـایج از قاطعیـت برخـوردار نمـی‌باشـند (یعنـی بـا قاطعیت نمی‌توان گفت که فرضـیه صـفر رد یـا پذیرفتـه خواهـد شـد). در مرحلـه دوم، ترتیب وقفه[1] متغیرهـا بـا اسـتفاده از معیـار AIC[2] انتخـاب و مـدل‌هـای کوتـاه‌مـدت و بلندمدت بر اساس مدل ARDL انتخاب شده بـرآورد مـی‌شـود. مزیـت اصـلی تکنیـک ARDL این واقعیت است که نیاز به طبقه‌بندی متغیرها به صورت I(0) و I(1) را از بـین می‌برد و در مقایسه با سایر تکنیک‌ها، نیازی به پیش آزمون ریشه واحد ندارد (پسـران و همکاران، ۲۰۰۱). یکی دیگر از مزایای مهم روش ARDL در مقایسه بـا دیگـر روش‌هـا این است که متغیرهای بلندمدت و کوتـاه‌مـدت بـه طـور همزمـان بـرآورد مـی‌شـوند و مشکلات مربوط به متغیرهـای حـذف شـده و خـود همبسـتگی در ایـن روش برطـرف می‌شود. این روش حتی برای نمونه‌هایی کـه حجـم آن‌هـا کوچـک اسـت نیـز مناسـب می‌باشد (کومار و پاچکو، ۲۰۱۲). با توجه بـه دلایـل ذکـر شـده، در ایـن مطالعـه روش ARDL برای بررسی عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری سبز در اقتصاد ایـران مـورد اسـتفاده قـرار خواهـد گرفـت. از جملـه متغیـرهـای مـورد اسـتفاده شـامل نـرخ شهرنشـینی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، تکنولوژی و سهم سـوخت‌هـای فسـیلی از کـل مصـرف انرژی می‌باشند. الگوی مورد استفاده، در رابطه (۵)، ارایه شده است.

$$\Delta \ln GTFP_t = \lambda_1 \ln GTFP_{t-1} + \lambda_2 \ln ur_{t-1} + \lambda_3 \ln ict_{t-1} + \lambda_4 fdi_{t-1} \quad (۵)$$
$$+ \lambda_5 \ln fec_{t-1} + \sum_{j=1}^{n} \beta_{1j} \Delta \ln GTFP_{t-j} + \sum_{j=1}^{n} \beta_{2j} \Delta \ln ur_{t-j}$$

1. Lag
2. Kaike Information Criterion

$$+\sum_{j=1}^{n}\beta_{3j}\Delta lnict_{t-j}+\sum_{j=1}^{n}\beta_{4j}\,\Delta fdi_{t-j}+\sum_{j=1}^{n}\beta_{5j}\Delta lnfec_{t-j}+\ \mu_t$$

که درآن GTFP: رشد بهره‌وری سبز، lnur: نرخ رشد شهرنشینی، lnict: نماینده تکنولوژی، FDI: سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، lnfec: سهم سوخت‌های فسیلی از کل مصرف انرژی و ضرایب λ_1 تا λ_5 نشان‌دهنده روابط بلندمدت می‌باشد.

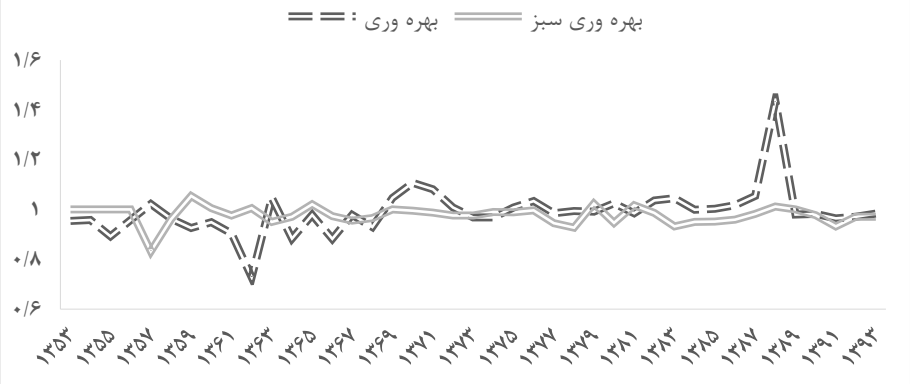
۴- نتایج تحقیق و پیشنهادات

در این قسمت ابتدا به شرح نتایج حاصل از اندازه‌گیری بهره‌وری و بهره‌وری سبز پرداخته می‌شود و سپس یافته‌های حاصل از بررسی عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری سبز در اقتصاد ایران مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۴-۱- نتایج حاصل از مقایسه میزان بهره‌وری مرسوم و بهره‌وری سبز در ایران

همان‌طور که در بخش‌های دوم و سوم نیز اشاره شد، با استفاده از شاخص مالم کوئیست-لیونبرگر و انتشار دی اکسید کربن به‌عنوان ستانده نامطلوب، بهره‌وری سبز مورد محاسبه قرار گرفته است. شاخص مالم‌کوئیست- لیونبرگر، به تنهایی می‌تواند چگونگی روند بهره‌وری سبز (بهبود یا پسرفت) را در طی زمان، نشان دهد. بدین صورت که اگر بزرگ‌تر از یک باشد، بهبود بهره‌وری سبز و اگر کمتر از یک باشد پسرفت بهره‌وری سبز و اگر برابر یک باشد نشان‌دهنده این است که شرایط ثابت است. همان‌طور که در نمودار (۱)، ملاحظه می‌شود شاخص مالم‌کوئیست- لیونبرگر برای ایران طی سال‌های ۱۳۵۶-۱۳۵۱ عدد یک را نشان می‌دهد که نشان می‌دهد که طی این دوره، پیشرفت یا پسرفتی در زمینه بهره‌وری سبز صورت نپذیرفته است، این در حالی است که در سال‌های بعدی مورد مطالعه، این شاخص عدد بیشتر یا کمتر از یک را نشان می‌دهد. لازم به ذکر است که تنها در سال‌های محدودی، شاخص بهره‌وری سبز عدد بزرگ‌تر از یک را تجربه کرده است، به‌طوری‌که این شاخص در زمینه بهره‌وری سبز روند نزولی داشته است. عدم دستیابی به سطح مناسبی از بهره‌وری سبز طی دوره مورد مطالعه می‌تواند ناشی از دلایل گوناگونی باشد. که از جمله، آنها می‌توان، به نداشتن رویکرد سیستمی در حوزه اقتصاد اشاره کرد، چرا که هر بخش اقتصادی، بدون توجه به اثراتی که فعالیت‌ها بر محیط‌زیست و بخش‌های مختلف آن می‌گذارد، به دنبال دستیابی به اهداف تعیین شده بخش می‌باشد. بنابراین، توجه به ملاحظات محیط‌زیستی در

فعالیت‌های اقتصادی کشور، آن طور که باید مورد نظر قرار نمی‌گیرد، این در حالی است که لازم است، همه حوزه‌ها از جمله اقتصاد و محیط‌زیست دارای یک ارتباط متقابل و تنگاتنگ با یکدیگر باشند، بنابراین نتایج روند نزولی بهره‌وری سبز، حاکی از عدم توجه کافی به رعایت ملاحظات محیط زیستی در تصمیم‌گیری و فعالیت‌های اقتصادی است. از جمله دلایل این بی‌توجهی می‌توان از فقدان برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌های کارآمدی یاد کرد، تا عملکرد مناسبی را در بلندمدت در حوزه محیط زیست تضمین کند، به‌طوری‌که سیاست‌گذاری‌ها اکثرا مقطعی و گذرا می‌باشند. بدین صورت است که یک دولت، محیط‌زیست را عامل اصلی توسعه پایدار تلقی می‌کند و توجه به آن را مقدم بر سایر مسایل دیگر می‌داند. و در مقابل، دولت دیگر، محیط‌زیست را مانع توسعه در نظر می‌گیرد، لذا عدم مدیریت اصولی، کارا و هم‌چنین سلیقه‌ای عمل کردن دولت، می‌تواند دلیل دیگری برای عدم بهبود در بهره‌وری سبز، باشد. همچنین، برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران از دانش کافی در حوزه محیط زیست برخوردار نیستند. همین امر منجر می‌شود، با وجود پشتوانه‌های قانونی، صدمه زدن به محیط‌زیست و منابع طبیعی جرم تلقی نشود و با افرادی که به محیط‌زیست آسیب می‌زنند، برخورد جدی صورت نگیرد. بر این اساس، تخریب محیط‌زیست بدون ایجاد هزینه‌ی اضافی برای متخلف، منجر به افزایش آلودگی محیط‌زیست و در نتیجه کاهش بهره‌وری می‌شود. علاوه بر آن، عدم توجه به بحث‌های زیست‌محیطی در اقتصاد، فقدان آموزش، ترویج حفاظت از محیط‌زیست، می‌تواند از دیگر دلایل روند نزولی بهره‌وری سبز در اقتصاد ایران باشد.



منبع: یافته‌های تحقیق

نمودار ۱. مقایسه شاخص بهره‌وری و بهره‌وری سبز در ایران

همان‌طور که در نمودار (۱) ملاحظه می‌شود، شاخص مالم‌کوئیست برای ایران طی سال‌های مورد مطالعه با نوساناتی همراه است، به‌عبارت دیگر در زمینه بهبود بهره‌وری، اقتصاد ایران در برخی از سال‌ها شاهد پیشرفت بوده و در مقابل در سال‌هایی ضعف در این شاخص را تجربه کرده‌است. طبق یافته‌های این پژوهش تعداد سال‌هایی که شاخص مالم‌کوئیست برای ایران عدد بزرگ‌تر از یک را نشان می‌دهد، کم‌تر از تعداد سال‌هایی است که عدم پیشرفت در بهره‌وری متداول، صورت پذیرفته، اما در مجموع بهره‌وری متداول در ایران روند صعودی داشته است. طبق نمودار (۱)، بهره‌وری در سال ۱۳۶۱ کاهش یافته است که این می‌تواند به دلایل شرایط بعد از انقلاب و هم‌چنین دوران جنگ تحمیلی باشد، هم‌چنین بهره‌وری در سال‌های ۱۳۶۹ و ۱۳۸۷ به شدت افزایش یافته است که در سال ۱۳۶۹ می‌توان دلیل آن را فعالیت‌های عمرانی بعد از جنگ عنوان کرد. در سال ۱۳۸۷ نیز به‌دلیل افزایش استفاده از ظرفیت‌های تولیدی که کارایی استفاده از منابع را تحت تأثیر قرار می‌دهند، این شاخص رشد یافته است. که همین امر موجب افزایش بهره‌وری در سال ۱۳۸۷شده است. در این زمینه مطالعه شجری و همکاران، (۱۳۹۳) نیز، نتایج را تأیید می‌کند. بر اساس نمودار (۱)، طی سال‌های بعدی مورد مطالعه در زمینه بهره‌وری متداول و بهره‌وری سبز، بهبودی مشاهده نمی‌شود و هر دو شاخص عدد پایین‌تر از یک را نشان می‌دهند. همان‌طور که از نمودار واضح است، این دو شاخص تفاوت قابل ملاحظه‌ای با هم ندارند و حتی در سال‌های پایانی مورد مطالعه بر هم منطبق بوده‌اند. هم‌چنین طبق نتایج، روند بهره‌وری سبز و بهره‌وری متداول در بازه‌ای از زمان هم جهت و در یک راستا بوده و در بازه‌های دیگر این روند در خلاف جهت هم بوده است. برای نمونه در بازه زمانی ۱۳۵۸-۱۳۵۵حرکت این دو در خلاف جهت هم بوده است و همان‌طور که ملاحظه می‌شود در این بازه بهره‌وری سبز از بهره‌وری متداول بیشتر بوده است، که دلیل آن می‌تواند پایین بودن سطح تولید و رشد اقتصادی و به‌دنبال آن پایین بودن آلودگی و سطح آلاینده‌ها در این بازه زمانی باشد. در سایر بازه‌های زمانی روند این دو متغیر هم راستا بوده، اما در این بازه‌های زمانی بهره‌وری متداول بالاتر از بهره‌وری سبز است. افزون بر این، نتایج مطالعه حاکی از آن است که در سال‌های ابتدایی مورد مطالعه، به‌دلیل پایین بودن میزان رشد اقتصادی و اینکه رقابت شدیدی بین کشورها برای افزایش تولید و رشد اقتصادی وجود نداشته، در نتیجه مصرف انرژی و استفاده از سوخت‌های فسیلی به فراوانی دوره‌های اخیر نبوده است، لذا انتشار آلاینده‌ها نیز پایین بوده و بهره‌وری سبز از بهره‌وری متداول بیشتر است، اما هرچه که به جلوتر حرکت می‌کنیم، با توجه به عدم وجود استانداردهای

محیط‌زیستی قوی در زمینه صنعتی شدن جوامع و تلاش‌های زیاد برای افزایش رشد اقتصادی و تولید، پایین بودن بهره‌وری سبز از بهره‌وری متداول دور از انتظار نمی‌باشد.

مقایسه روند بهره‌وری متداول و بهره‌وری سبز طی برنامه‌های توسعه نیز نشان می‌دهد که بهره‌وری، طی برنامه اول توسعه بهبود یافته است. دلیل آن می‌تواند ناشی از این امر باشد که برنامه پنج ساله اول به دنبال آن بوده که با سرمایه‌گذاری دولت در زمینه بازسازی خسارت‌های جنگ تحمیلی و بهره‌برداری حداکثری از ظرفیت‌های موجود، روند منفی اقتصادی حاکم را به نفع ایجاد رشد اقتصادی در کشور تغییر دهد و بستر تداوم رشد در آینده را فراهم کند.

جدول ۱. روند بهره‌وری و بهره‌وری سبز در ایران طی برنامه‌های توسعه

سال	برنامه‌های توسعه	بهره‌وری متداول	بهره‌وری سبز	درصد اختلاف بهره‌وری سبز و متداول
۱۳۶۸-۱۳۷۲	برنامه اول	۱/۰۴۲	۰/۹۸۶	۰/۰۵۳
۱۳۷۴-۱۳۷۸	برنامه دوم	۱/۰۰۲	۰/۹۷۵	۰/۰۲۶
۱۳۷۹-۱۳۸۳	برنامه سوم	۱/۰۱۸	۰/۹۶۵	۰/۰۵۲
۱۳۸۴-۱۳۸۸	برنامه چهارم	۱/۰۹۷	۰/۹۸۰	۰/۱۰۶
۱۳۸۹-۱۳۹۳	برنامه پنجم	۰/۹۷۵	۰/۹۶۲	۰/۰۱۳
میانگین	-	۱/۰۲۶	۰/۹۷۳	۰/۰۵۱

منبع: یافته‌های تحقیق

مطابق جدول (۱)، بهره‌وری متداول، طی برنامه‌های دوم، سوم و چهارم توسعه نیز بالاتر از یک بوده است. چرا که در برنامه دوم توسعه رشد و توسعه اقتصادی از اصلی‌ترین اهداف این برنامه بوده و بر پایداری آن نیز تأکید خاصی داشته است. هم‌چنین یکی دیگر از اهداف برنامه توسعه دوم، افزایش بهره‌وری، حفظ محیط‌زیست و استفاده بهینه از منابع کشور بوده است. لازم به ذکر است، با توجه به تأکید بر حفظ محیط‌زیست و استفاده بهینه از منابع کشور به‌عنوان یکی از اهداف برنامه پنج ساله دوم، بهبودی در روند بهره‌وری سبز مشاهده نشده است. این در حالی است که طبق نتایج جدول (۱)، طی برنامه سوم و چهارم توسعه، بهره‌وری، روند صعودی را تجربه کرده است. این بهبود، ممکن است ناشی از آن باشد که طی برنامه‌های سوم و چهارم توسعه، بر پایداری توسعه و بسترسازی برای رشد سریع اقتصادی تأکید شده است. در مقابل با وجود تأکیدی که در برنامه چهارم توسعه بر حفظ محیط‌زیست شده، نتایج

حاکی از آن است که بهبود چشمگیری در زمینه بهره‌وری سبز محقق نشده است. افزون بر آن، در طی برنامه پنج ساله پنجم توسعه، نه تنها تأکیدی بر رشد اقتصادی و افـزایش بهره‌وری و هم‌چنین حفـظ و حراسـت از محـیط‌زیسـت نشـده، بلکـه بهـره‌وری سـبز و بهره‌وری مرسوم نیز کاهش پیدا کرده است.

در مجموع، بررسی برنامه‌های توسعه، حاکی از آن است که اگر چه اقتصـاد ایـران در زمینه بهره‌وری، بهبودهایی را تجربه کرده، اما در زمینـه بهـره‌وری سـبز هـیچ گونـه بهبودی مشاهده نشده است. اگرچه درصد اختلاف میان بهره‌وری و بهره‌وری سـبز قابـل ملاحظه نمی‌باشد[1]، اما نتایج مندرج در جدول (۱)، اقتصاد ایران طـی برنامـه‌هـای پـنج ساله توسعه، به طور میانگین در زمینه بهـره‌وری متـداول و بهـره‌وری سـبز بـه ترتیـب پیشرفت و عدم پیشرفت را تجربه کرده است. به عبارت دیگر نتایج حاکی از آن است که رشد اقتصادی در ایران بدون توجه به ملاحظات زیست‌محیطـی و اسـتفاده نـامطلوب از منابع صورت گرفته، چرا که با اعمال ملاحظات زیست‌محیطی در فعالیت‌های اقتصـادی، شاخص بهره‌وری ایران طی سال‌های مختلف عددی کمتر از یک را تجربه کرده است.

۴-۲- عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری سبز در اقتصاد ایران: نتایج اقتصادسـنجی آزمون کرانه‌ها

برای تخمین مدل ابتدا وجود رابطه بلندمدت بـین متغیرهـا بـا اسـتفاده از آزمـون کرانه‌ها بررسی شده است. نتایج آزمون کرانه‌ها در جدول (۲)، ارائه شده است که رابطـه بلندمدت بین متغیرها را تأیید می‌کند. زیرا مقـدار آمـاره F محاسـبه شـده از بیشـترین مقدار کران بالا هم بیشتر می‌باشد که به معنای رد فرضـیه H_0 اسـت، بنـابراین وجـود رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرها در الگوی ARDL مورد تأیید قرار می‌گیرد.

جدول ۲. نتایج آزمون کرانه‌ها

آماره F	کرانه پایین ۹۵٪	کرانه بالا ۹۵٪	کرانه پایین ۹۰٪	کرانه بالا ۹۰٪
۱۰/۶۸۱	۲/۵۷۱	۳/۹۰۰	۲/۰۹۰	۳/۲۷۴

منبع: یافته‌های تحقیق

۱. با توجه به اینکه شاخص‌های مورد استفاده در محاسبه بهره‌وری متداول و بهره‌وری سبز بر اساس اینکه بیشتر، کمتر و یا مساوی یک باشند به‌ترتیب بهبود، پسرفت و عدم تغییر این دو شاخص را نشان می‌دهند.

۴-۲-۱- آزمون ریشه واحد

به‌منظور بررسی عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری سبز در اقتصاد ایران از الگوی ARDL استفاده شده است. ضروری است که پیش از برآورد مدل، به بررسی مانایی متغیرها جهت انتخاب الگوی مناسب برای تخمین، جهت اجتناب از مشکل رگرسیون کاذب پرداخته شود. در این پژوهش از آزمون دیکی‌فولر تعمیم‌یافته جهت تست مانایی متغیرها استفاده شده است که نتایج آن در جدول (۳) ارایه شده است.

جدول ۳. نتایج آزمون دیکی فولر تعمیم یافته

متغیر	آماره t	احتمال	نتیجه	متغیر	آماره t	احتمال	نتیجه
lnGTFP	-۴/۵۷۹	۰/۰۰۰	مانا	lnGTFP	-۴/۵۷۹	۰/۰۰۰	مانا
lnur	-۲/۸۲۷	۰/۰۰۵	مانا	lnur	-۲/۸۲۷	۰/۰۰۵	مانا
lnict	۱/۲۱۶	۰/۹۴۰	نامانا	Δlnict	۱۱/۲۰۳	۰/۰۰۰	مانا
FDI	-۲/۶۲۲	۰/۰۱۲	مانا	FDI	-۲/۶۲۲	۰/۰۱۲	مانا
lnfec	۰/۹۹۶	۰/۹۱۳	نامانا	Δlnfec	-۷/۲۷۹	۰/۰۰۰	مانا

منبع: یافته‌های تحقیق

طبق جدول (۳)، نتایج حاکی از آن است که متغیرهای لگاریتم تکنولوژی (lnict) و لگاریتم سهم سوخت‌های فسیلی از کل مصرف انرژی (lnfec)، در سطح نامانا بوده و تفاضل مرتبه اول آن‌ها مانا می‌باشد، بنابراین انباشته از مرتبه یک یا I(1) می‌باشند. متغیرهای لگاریتم بهره‌وری سبز (lnGTFP)، لگاریتم نرخ شهرنشینی (lnur) و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI)، در سطح مانا هستند. بنابراین با توجه به اینکه بعضی از متغیرها در سطح مانا هستند و بعضی از متغیرها با یک بار تفاضل‌گیری مانا شده‌اند می‌توان جهت تخمین مدل از الگوی ARDL بهره برد.

۴-۲-۲- بررسی نتایج آزمون‌های تشخیصی[1]

در جدول (۴)، نتایج آزمون‌های تشخیصی مدل ARDL ارائه شده است. به طور کلی آزمون‌هایی که برای بررسی ثبات مدل از نظر ساختاری مورد استفاده قرار می‌گیرند، آزمون‌های ثبات و تشخیص نامیده می‌شوند. آزمون LM برای تشخیص همبستگی سریالی جمله پسماند به کار رفته است. فرضیه صفر این آزمون عدم وجود خودهمبستگی سریالی را بیان می‌کند. با توجه به نتایج جدول (۴)، ملاحظه می‌شود که

1.Test Statistics

نمی‌توان فرضیه صفر را رد کرد. لذا همبستگی سریالی بین جملات پسماند مدل وجود ندارد. آزمون نرمال بودن داده‌ها که برای تشخیص نرمال بودن جملات پسماند استفاده می‌شود و فرضیه صفر آن نرمال بودن توزیع است، که با توجه به نتایج جدول، ملاحظه نمی‌شود که نمی‌توان فرضیه صفر را رد کرد، بنابراین جملات پسماند، نرمال می‌باشند. هم‌چنین نتایج آزمون ناهمسانی واریانس با فرضیه صفر، همسان بودن واریانس جملات پسماند نیز پذیرفته می‌شود. بنابراین واریانس جملات پسماند همسان می‌باشد.

جدول ۴. آزمون‌های تشخیصی

آزمون‌های تشخیصی	LM version	p-value	F-version	p-value
همبستگی[1] سریالی	χ^2(۱)=۰/۳۵۵	۰/۵۵۱	F(۱و۲۳)=۰/۲۹۷	۰/۵۹۰
فرم تابعی[2]	χ^2(۱)=۲/۷۴۳	۰/۰۹۸	F(۱و۲۹)=۲/۴۶۶	۰/۱۲۷
نرمال بودن[3]	χ^2(۲)=۰/۵۷۰	۰/۷۵۲	غیر قابل اجرا	
ناهمسانی واریانس[4]	χ^2(۱)=۰/۲۲۷	۰/۶۳۳	F(۱و۳۳)=۰/۲۱۶	۰/۶۴۵
آماره آزمون وقفه ARDL				
R2	۰/۵۷۴	$\overline{R}^2$	۰/۳۷۰	
خطای استاندارد متغیر وابسته[5]	۰/۰۲۳	آماره F (۲۳و۱۱)	۲/۸۱۹	۰/۰۱۷
میانگین متغیر وابسته[6]	-۰/۰۲۱	انحراف معیار متغیر وابسته[7]	۰/۰۲۹	
مجموع مربعات اجزا اخلال[8]	۰/۰۱۲	معادله لگاریتمی راستنمایی[9]	۸۹/۰۹۸	
معیار مطالعات آکائیک[10]	۷۷/۰۹۸	معیار مطالعات شوارتز[11]	۶۷/۷۶۶	
آماره دوربین- واتسون[12] ۲/۲۹۹		ARDL (۲و۲و۲و۰و۲)		

منبع: یافته‌های تحقیق

1 .Serial Correlation
2. Functional Form
3. Normality
4. Heteroscedasticity
5. S.E. of Regression
6. Mean of Dependent Variable
7. S.D. of Dependent Variable
8. Residual Sum of Squares
9. Equation Log-likelihood
10. Akaike Info. Criterion
11. Schwarz Bayesian Criterion
12. DW-Statistic

با تشخیص روابط بلندمدت بین متغیرهای مورد بررسی، می‌توان به مرحلـه دوم در برآورد الگوی ARDL، یعنی تخمین ضرایب بلندمدت، گام نهاد. وقفه بهینه متغیرهـا بـر اساس معیار آکائیک، برابر با (۲، ۲، ۲، ۰، ۲) به دسـت آمـده اسـت. جـدول (۵)، نتـایج حاصل از تخمین بلندمدت الگو را نشان می‌دهد.

جدول ۵. نتایج تخمینی روش ARDL برای عوامل مؤثر بر بهره‌وری سبز در ایران

متغیرها	ضرایب	خطای استاندارد	آماره t	احتمال
lnur	-۰/۳۳۸*	۰/۱۰۶	-۳/۱۸۹	۰/۰۰۴
lnict	۰/۰۲۳**	۰/۰۰۸	۲/۷۳۵	۰/۰۱۲
FDI	-۰/۰۱۳***	۰/۰۰۷	-۱/۸۴۸	۰/۰۷۷
lnfec	-۰/۰۵۰*	۰/۰۱۴	-۳/۴۵۳	۰/۰۰۲

*، ** و *** به ترتیب سطح معنی‌داری ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪. منبع: یافته‌های تحقیق

براساس نتایج جدول (۵)، تمامی ضرایب در بلنـدمـدت معنـادار بـوده‌انـد و علائـم ضرایب متغیرها در الگوی منتخب در بلندمدت در تمام موارد با انتظارات نظری سـازگار می‌باشد. ضرایب نرخ شهرنشینی، سرمایه‌گذاری مستقیم خـارجی و سـهم سـوخت‌هـای فسیلی از کل مصرف انرژی منفی هستند. هم‌چنین ضریب تکنولوژی مثبـت مـی‌باشـد. نتایج نشان داده است که با افزایش یک درصد در نـرخ شهرنشـینی بـه شـرط ثبـات در تأثیرگذاری سایر متغیرها، میزان بهره‌وری سبز به اندازه ۰/۳۳۸ درصد کاهش مـی‌یابـد، که با نتایج مطالعه کومار و کوبر،[1] (۲۰۱۲) سازگار است. به طوری که یکی از مهـم‌تـرین اثرات شهرنشینی بر محیط‌زیست مربوط به آلودگی‌های زیسـت‌محیطـی مـی‌باشـد، لـذا گسترش آن با بهره‌وری سبز رابطه عکس دارد. با توجه به اینکه جمعیت شهرنشـین روز به روز به دلایل مختلف مهاجرتی افزایش پیدا مـی‌کنـد، همـین امـر موجـب شـده کـه فشاری مضاعف بر روی محیط‌زیست شهری وارد شـود و مشـکلات زیـادی را بـه وجـود آورد، لذا با توجه به حجم زیاد جمعیت در کلان شهرها، این شـهرهـا بـیش از پـیش در معرض انواع آلودگی‌ها و تخریب شـدید محـیط‌زیسـت قـرار مـی‌گیرنـد. ضـریب مثبـت تکنولوژی گویای آن است که با افزایش تکنولوژی، بهره‌وری سبز افزایش پیدا مـی‌کنـد، به‌طوری‌که با افزایش یک درصـد در تکنولـوژی، بـا شـرط ثابـت در نظـر گـرفتن سـایر

1. Kumar and Kober, 2012

متغیرها، میزان بهره‌وری سبز به اندازه ۰/۰۲۳ درصد افزایش خواهد یافت. اهمیت تکنولوژی در فرآیند رشد و توسعه ملی منجر شده است که کاربرد فن‌آوری در کشورهای توسعه‌یافته ارتقای چشمگیری را در سطح زندگی مردم این کشورها سبب شود. روشن است با کارگیری تکنولوژی‌های مناسب و تکنیک‌های مدیریتی درست در راستای تولید کالاها و خدمات سازگار با محیط زیست، می‌توان به سطح بالاتری از بهره‌وری سبز، دست یافت. لازم به ذکر است این نتایج با یافته‌های مطالعه چن و گولای (۲۰۱۴) و ژو و زیا[1] (۲۰۱۱)، سازگار می‌باشد. هم‌چنین نتایج بیانگر تأثیر منفی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر بهره‌وری سبز می‌باشد، که مطالعات هانگ و سان[2]، (۲۰۱۱) و تیان و همکاران[3]، (۲۰۰۹) نتایج به دست آمده را تأیید می‌کند. طبق نتایج، با افزایش یک درصد در سرمایه‌گذاری مستقیم‌خارجی با شرط ثابت در نظر گرفتن تأثیر سایر متغیرها میزان بهره‌وری سبز به اندازه ۰/۰۱۳ کاهش خواهد یافت. در این زمینه لازم به ذکر است اگر چه سرمایه‌گذاری مستقیم‌خارجی، یک سیاست و راهکار مهم برای دستیابی به رشد اقتصادی و پیشرفت به ویژه در کشورهای درحال‌توسعه بوده است، اما تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر کیفیت محیط‌زیست کشورهای درحال‌توسعه متفاوت می‌باشد. براساس فرضیه پناهگاه آلودگی، ورود سرمایه‌گذاری مستقیم‌خارجی به کشورهای درحال‌توسعه، موجب افزایش آلودگی و تخریب محیط‌زیست می‌شود، چرا که فرضیه پناهگاه آلودگی به این وضعیت اشاره دارد که کشورهای توسعه‌یافته، به ویژه آن‌ها که صنایع آلاینده دارند به‌طورعمده مایل هستند به صنایع آلاینده خود را در قالب تجارت و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، به کشورهایی با سطح استانداردهای محیط‌زیستی ضعیف‌تر منتقل کنند، لذا با توجه به اینکه ایران یکی از کشورهای درحال‌توسعه آسیایی است که بیشترین سهم ورود سرمایه‌گذاری مستقیم‌خارجی در دو دهه اخیر را دارا بوده است و با توجه به استانداردهای ضعیف زیست‌محیطی در ایران، امکان اینکه ایران یک پناهگاه آلودگی برای صنایع آلاینده کشورهای پیشرفته باشد و اینکه ورود FDI موجب تخریب محیط‌زیست و پایین آمدن سطح کیفیت آن شود، دور از انتظار نمی‌باشد، لذا FDI می‌تواند دارای تأثیر منفی بر بهره‌وری سبز باشد، همان‌طور که نتایج هم تأثیر منفی و معنادار FDI بر بهره‌وری سبز را نشان می‌دهد. هم‌چنین

1. Zhou and xia, 2011
2. Hong and Sun, 2011
3. Tuan et al., 2009

نتایج بیانگر آن است که با افزایش یک درصد در سهم سوخت‌های فسیلی از کل مصرف انرژی، با شرط ثابت در نظر گرفتن تأثیر سایر متغیرها، میزان بهره‌وری سبز به اندازه ۰/۰۵۰ درصد کاهش خواهد یافت که با نتایج مطالعه رضائی و همکاران، (۱۳۹۱) سازگار می‌باشد. در این خصوص، اگرچه مصرف سوخت‌های فسیلی می‌تواند موجب افزایش بهره‌وری و رشد اقتصادی شود، اما با توجه به مسائل مربوط به آلودگی و افزایش انتشار آلاینده‌ها، انتظار می‌رود که افزایش سهم مصرف سوخت‌های فسیلی بر بهره‌وری سبز تأثیر منفی داشته باشد، چنان‌چه نتایج هم این انتظار را به خوبی نشان می‌دهند.

۴-۲-۳- مدل تصحیح خطای غیرمقید (UECM[1])

در جدول (۶)، پویایی مدل در کوتاه‌مدت ارائه شده، لذا از مدل تصحیح خطای غیرمقید استفاده گردیده است.

جدول ۶. مدل تصحیح خطای غیرمقید (UECM)، برای بهره‌وری سبز

متغیرها	ضرایب	خطای استاندارد	آماره t محاسباتی	احتمال
ΔlnGTFP(-1)	۰/۳۱۸	۰/۱۲۰	۲/۶۴	۰/۰۱۵
Δlnur	۳/۶۶۰	۴/۴۱۱	۰/۸۳	۰/۴۱۶
Δlnur(-1)	-۳/۹۴۳	۴/۳۱۰	-۰/۹۱	۰/۳۷۱
Δlnict	-۰/۰۰۸	۰/۱۰۲	-۰/۰۸	۰/۹۳۴
Δlnict(-1)	۰/۱۹۱	۰/۱۲۰	۱/۵۸	۰/۱۲۸
ΔFDI	۰/۰۰۳	۰/۰۱۱	۰/۳۰	۰/۷۶۸
ΔFDI(-1)	۰/۰۱۱	۰/۰۰۹	۱/۱۴	۰/۲۶۶
Δlnfec	۱/۰۴۹	۲/۸۳۶	۰/۳۷	۰/۷۱۵
Δlnfec(-1)	۳/۸۴۹	۲/۲۶۸	۱/۷۰	۰/۱۰۴
lnGTFP(-1)	-۱/۶۵۷	۰/۲۳۹	-۶/۹۳	۰/۰۰۰
lnur(-1)	-۰/۵۴۷	۰/۲۰۲	-۲/۷۱	۰/۰۱۳
lnict(-1)	۰/۰۳۸	۰/۰۱۵	۲/۴۶	۰/۰۲۳
FDI(-1)	-۰/۰۲۲	۰/۰۱۳	-۱/۷۰	۰/۱۰۴
lnfec(-1)	-۰/۰۸۲	۰/۰۲۸	-۲/۹۳	۰/۰۰۸

منبع: یافته‌های تحقیق

1. Unrestricted error-correction model

جدول (۶)، گویای آن است که عوامل مؤثر بر بهره‌وری سبز در مطالعه مورد نظر در کوتاه‌مدت تأثیرگذار نمی‌باشند، لذا سیاست‌های مؤثر بر بهره‌وری سبز باید دارای افق بلندمدت باشند.

۴-۳- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با بروز برخی از پیامدهای مخرب زیست‌محیطی، توجه به مسائل زیست‌محیطی ناشی از فعالیت‌های اقتصادی، افزایش قابل‌توجهی داشته است. از این رو لازم است تا این اثرات بر مبنای تئوری‌های اقتصادی زیست‌محیطی مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند. در این پژوهش با در نظر گرفتن اثرات زیست‌محیطی در سطح کلان اقتصادی تلاش شده است تا در ابتدا شاخصی ارائه گردد که بتوان با استفاده از آن علاوه بر جنبه‌ی اقتصادی فعالیت‌های اقتصادی، بعد زیست‌محیطی آن‌ها را نیز مورد توجه قرار داد. از این رو برای نشان دادن همزمان ابعاد اقتصادی و زیست‌محیطی تولید، شاخص بهره‌وری زیست‌محیطی مورد استفاده قرار گرفته است، لذا هدف این پژوهش بررسی عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری سبز در اقتصاد ایران می‌باشد. برای این هدف از شاخص مالم‌کوئیست – لیونبرگر و شاخص مالم‌کوئیست به‌ترتیب برای محاسبه بهره‌وری سبز و بهره‌وری متداول استفاده شده است، هم‌چنین برای تعیین عوامل مؤثر بر بهره‌وری سبز در اقتصاد ایران روش ARDL مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج بیانگر آن است که ایران در زمینه بهره‌وری سبز با میانگین ۰/۹۷۶ در طول دوره مورد برررسی روند نزولی داشته است. علاوه بر آن، طبق شاخص مالم‌کوئیست، بهره‌وری در ایران طی سال‌های مورد مطالعه، نوسانات گوناگونی را تجربه کرده است. لازم به ذکر است با وجود اینکه بهره‌وری در ایران روند صعودی دارد، تنها در سال‌های محدودی این شاخص عدد بزرگ‌تر از یک را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج به دست آمده از مقایسه بهره‌وری و بهره‌وری سبز طی برنامه‌های توسعه، بهره‌وری طی برنامه‌های توسعه به استثنای برنامه پنجم بهبود یافته است، این در حالی است که هیچ گونه بهبودی در زمینه بهره‌وری سبز طی برنامه‌های توسعه مشاهده نشده است. نتایج حاکی از آن است که رشد اقتصادی در ایران بدون توجه به ملاحظات زیست‌محیطی و استفاده نامطلوب از منابع صورت گرفته است، چرا که با در نظر گرفتن ملاحظات زیست‌محیطی نتایج حاکی از آن است که شاخص بهره‌وری ایران طی سال‌های مختلف عددی کمتر از یک را تجربه نموده است. هم‌چنین نتایج نشان می‌دهد که ضرایب نرخ شهرنشینی، سرمایه‌گذاری

مستقیم خارجی و سهم سوخت‌های فسیلی از کل مصرف انرژی دارای رابطه منفی با بهره‌وری سبز می‌باشند. علاوه بر آن نتایج گویای تأثیر مثبت و معنادار تکنولوژی بر بهره‌وری سبز می‌باشد. طبق نتایج بهره‌وری سبز در اقتصاد ایران نسبت به نرخ شهرنشینی و سهم سوخت‌های فسیلی به‌ترتیب با ضرایب ۰/۳۳۸- و ۰/۰۵۰- دارای بیشترین کشش می‌باشد، لذا با توجه به رابطه معکوس شهرنشینی و بهره‌وری سبز دولت می‌تواند با بهبود زیر ساخت‌ها، ایجاد امکانات رفاهی بیشتر و توجه به نیازهای مردم شهرهای کوچک و روستاها، مانع از مهاجرت مردم به کلان شهرها شود. هم‌چنین از طریق خوشه‌بندی و تمرکز صنایع مشابه و مرتبط با هم می‌تواند بر میزان انتشار آلاینده‌ها نظارت کافی به عمل آورده و در جهت کاهش و درونی کردن اثرات این آلاینده‌ها تلاش کند. بر اساس رابطه منفی بین سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و بهره‌وری سبز، لازم است دولت بر سرمایه‌های وارد شده به کشور نظارت کافی داشته تا از ورود هر نوع سرمایه و تکنولوژی مخرب محیط‌زیست که آن را یک پناهگاه برای آلودگی کشورهای دیگر تبدیل می‌کند، جلوگیری نماید. افزون بر آن اقدامات حمایتی در جذب FDI، دانش و تکنولوژی‌های سبز به کشور در این زمینه لازم و ضروری است. در خصوص رابطه معکوس میان بهره‌وری سبز و مصرف سوخت‌های فسیلی، لازم است ضمن تغییر سبد مصرفی انرژی و استفاده بیشتر از منابع تجدیدپذیر کارایی استفاده از سوخت‌های فسیلی از طریق بهبودهای تکنولوژیکی افزایش یابد. در نهایت با توجه به رابطه مثبت بین تکنولوژی و بهره‌وری سبز استفاده از فناوری نوین هم‌چون نانو فیلترها (برای تصفیه پساب‌های صنعتی)، نانو پودرها (برای تصفیه گازهای آلاینده خروجی از خودروها و واحدهای صنعتی) و نانو لوله‌ها (برای ذخیره‌سازی سوخت کاملا تمیز هیدروژن)، در حفظ و حراست از محیط‌زیست و منابع طبیعی، بسیار می‌تواند راه‌گشا باشد. افزون بر آن، استفاده از تجارب کشورهای موفق از جمله، آلمان، هلند و لهستان در زمینه تکنولوژی‌های سبز و دوستدار محیط‌زیست می‌تواند کمک شایانی برای کشور ما باشد.

منابع

۱. اسدی، شهرزاد، رمضانیان، محمدرحیم و اسماعیل‌پور، رضا (۱۳۹۵)، بررسی ارتباط بین زنجیره تأمین سبز و بهره‌وری، مورد مطالعه: شرکت چوکای تالش، *نخستین کنفرانس بین‌المللی پارادایم‌های ملی نوین مدیریت هوش تجاری و سازمانی*.

۲. امینی، علیرضا، ریسمانچی، هستی و فرهادی‌کیا، علیرضا (۱۳۸۹). تحلیل نقش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) در ارتقای بهره‌وری کل عوامل (TFP)، یک تحلیل داده‌های تابلویی، بین‌کشوری، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، سال چهاردهم، ۴۳، ۵۵-۸۰.

۳. پارسا، پریا، صادقی، زین‌العابدین و جلائی اسفندآبادی، سیدعبدالمجید (۱۳۹۴). تجزیه رشد بهره‌وری زیست‌محیطی عوامل تولید با استفاده از تابع فاصله‌ای در استان‌های ایران، *فصلنامه علمی – پژوهشی مطالعات اقتصادی کاربردی ایران*، سال چهارم، ۱۶، ۲۴-۱.

۴. جایدری، فرزانه (۱۳۹۰). ارزیابی زیست کارایی پالایشگاه‌های نفت ایران با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*، دانشگاه علامه طباطبائی.

۵. جهانگرد، اسفندیار، طائی، حسن و نادری، مژگان (۱۳۹۱). تحلیل عوامل مؤثر بر بهره‌وری عوامل تولید در اقتصاد ایران، *فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی*، ۶۳، ۸۵-۵۱.

۶. حاج حسینی مهریزی، کاظم، محترم‌نژاد، ناصر، سالاری، امیرحسین و سالاری، شبنم (۱۳۹۰). ارائه مدل اجرائی مدیریت بهره‌وری سبز در صنایع نساجی، *سومین همایش ملی نساجی و پوشاک*.

۷. رضائی، علی، آماده، حمید و محمدی، تیمور (۱۳۹۱). تحلیل بهره‌وری و کارایی زیست‌محیطی در کشورهای منتخب واردکننده و صادرکننده منابع انرژی فسیلی: رویکرد تابع مسافت جهت دار، *فصلنامه اقتصاد محیط‌زیست و انرژی*، سال اول، ۲، ۱۲۶-۹۳.

۸. شجری، هوشنگ، استادی، حسین و شیخی، ثریا (۱۳۹۳). تحلیل عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل تولید: (مطالعه موردی صنایع تولید مواد شیمیایی اساسی ایران)، *فصلنامه علوم اقتصادی*، سال ۸، ۲۷.

۹. فلاح، صابر، رضوی، سید حمیدرضا، ایمانی، عبدالمجید و امامقلی‌زاده، سعید (۱۳۹۴). شناسایی و رتبه‌بندی مؤلفه‌های استراتژی بهره‌وری سبز با رویکرد FAHP (سازمان مترو تهران)، *پژوهش‌های مدیریت عمومی*، سال هشتم، بیست و هشتم، ۱۹۱-۱۶۷.

۱۰. مؤمنی، فرشاد، یوسفی، محمدقلی و مبارک، اصغر (۱۳۸۸). بررسی عوامل تولیدکننده رشد بهره‌وری و فقر در مناطق روستایی، *پژوهش‌های روستایی*، سال اول، ۱.

۱۱. میرزایی، حمزه، ۱۳۹۰، "تأثیر مقررات زیست‌محیطی بر بهره‌وری کل عوامل تولید: مطالعه موردی مجتمع فولاد مبارکه اصفهان"، پایان‌نامه ارشد دانشگاه اصفهان.

۱۲. نصراله‌نیا، محمد، مداحی، محمدابراهیم و رحمانی‌زاده، فرزانه (۱۳۹۳). بررسی عملکرد بهره‌وری در رشد اقتصادی ایران و برخی کشورهای عضو سازمان بهره‌وری آسیایی، *فصلنامه علمی پژوهشی دانش مالی تحلیل اوراق بهادار*، سال هفتم، بیست و سوم.

۱۳. ولی‌زاده‌زنور، پروین (۱۳۸۴). بررسی بهره‌وری در اقتصاد ایران، *اداره بررسی‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، ۲۴.

14. Apo (2003, 2006), http://www.apo-tokyou.org Asia Productivity Organization.
15. Chung, Y. H., Färe, R., & Grosskopf, S. (1997). Productivity and undesirable outputs: a directional distance function approach. Journal of Environmental Management, 51(3), 229-240.
16. Chen, S., & Golley, J. (2014). Green productivity growth in China's industrial economy, *Energy Economics*, 44, 89-98.
17. Caves, D. W., Christensen, L. R., & Diewert, E. (1982). The Economic Theory of Index Number and the Measurement of Input, Output and productivity, *Econometrica*, 501, 1393-1414.
18. Falavigna, G., Manello, A., & Pavone, S. (2013). Environmental efficiency, productivity and public funds: The case of the Italian agricultural industry.*Agricultural Systems*, 121, 73-80.
19. Grosskopf, S. (1993). Efficiency and Productivity, in the Measurement Productive Efficiency: Techniques and Applications, Fried, H. O, Knox, C. L. L and Shelton, S. S., *New York: Oxford University press*, 160-194.
20. Hong, E., & Sun, L. (2011). Foreign direct investment and total factor productivity in china: a spatial dynamic panel analysis. Oxf. Bull. Econ. Stat. 73(6), 771-791.

21. Jaffe, A., & Stavins, R. (1995). Dynamic Incentives of Environmental Regulations: The Effect of Alternative Policy Instruments on Technology Diffusion. *Journal of Environmental Economics and Management*, 29: 543-63.
22. Komar, S., & Pacheco, G. (2012). What determines the long run growth rate in Kenya? *Journal of policy modling* 34(2012), 705-718.
23. Kumar, A., & Kober, B. (2012). Urbanization, Human capital, and cross country productivity Differences, *Economics Letters*, 2012, Elsevier.
24. Köhler, J., Barker, T., Anderson, D., & Pan, H. (2006). Combining energy technology dynamics and macroeconometrics: the E3MG model. *The Energy Journal*, 113-133.
25. Li, K., & Lin, B. (2017). Economic growth model, structural transformation, and green productivity in China. Applied Energy, 187, 489-500.
26. Mulgan, G., & Salem, O. (2008). The Green Economy: Background, Current Position and Rospects, in Overview Paper for the Shantou Dialoguse, Prepared by the Young Foundation.
27. Oh, D. H. (2010). A global Malmquist-Luenberger productivity index. *Journal of Productivity*.
28. Pesaran, M. H., & Pesaran, B. (2009). Working with Microfit 5.0: Interactive Econometric Analysis. *Oxford University Press*.
29. Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds Testing Approaches to the Analysis of level Relationships. *Journal of Applied Econometrics* 16 (3): 289-326. Doi: 10. 1002/jae.616.
30. Rao, P. (2004). Greening production: a South-East Asian experience. *International Journal of Operations & Production Management*, *24*(3), 289-320.
31. Shen, Z., Boussemart, J. P., & Leleu, H. (2015). *Aggregate green productivity growth in OECD's countries* (No. 2016-EQM-03).
32. Tuan, C., Ng, L.F.Y., Zhao, B., (2009). Chinas post- economic reform growth: the role of FDI and productivity progress. J. Asian Econ.20 (3), 280-293.
33. Wawan, R., Tjiptoherijanto, P., Suganda, E., & Darmajanti, L. (2015). Assessment of green total factor productivity impact on sustainable Indonesia productivity growth, *procedia Environmental sciences* 28 (2015), 493-501.
34. Zhang, Z., & Ye, J. (2015). Decomposition of environmental total factor productivity growth using hyperbolic distance functions: A panel data analysis for China. Energy Economics, 47, 87-97