فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی
سال بیست و چهارم، شماره ۷۸، تابستان ۱۳۹۵، صفحات ۵۶-۳۱

ارتباط کارایی اقتصادی و کارایی زیست‌محیطی: شواهد جدید برای کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته**

سعید راسخی
استاد دانشکده علوم اقتصادی و اداری دانشگاه مازندران (نویسنده مسئول)
srasekhi@umz.ac.ir
میلاد شهرازی
دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه مازندران
milad.shahrazi@gmail.com
زهرا شیدایی
دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه مازندران
sheidaee_zahra@yahoo.com
مریم جعفری
دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد دانشگاه مازندران
maryam.ji90@yahoo.com
زهرا دهقان
دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد دانشگاه مازندران
zahra.dgn@gmail.com

چکیده

کارایی اقتصادی نشان‌دهنده توانایی یک سازمان برای تولید و توزیع محصول با کمترین هزینه ممکن است. به علاوه، کارایی زیست‌محیطی به عنوان یکی از عناصر مهم توسعه پایدار، بیانگر وضعیت تولید آلایندگی از نهاده‌های تولید است. چنانچه فعالیت‌های اقتصادی از نظر زیست‌محیطی از کارایی لازم برخوردار نباشد، دستیابی به توسعه پایدار مشکل می‌شود. ارتقای کارایی اقتصادی نیز منابع مالی لازم را برای بهبود کیفیت محیط زیست فراهم می‌کند. در این مقاله، ارتباط بین کارایی‌های زیست‌محیطی و اقتصادی بررسی شده است. برای این امر، ابتدا با به کارگیری روش تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی‌های زیست‌محیطی و اقتصادی ۵۰ کشور منتخب توسعه‌یافته و در حال توسعه، شامل ایران طی دوره زمانی ۲۰۱۲-۲۰۰۲م، برآورد و سپس، با استفاده از آزمون علیت گرنجری و نیز تشکیل دستگاه معادلات همزمان، ارتباط بین کارایی‌های زیست‌محیطی و اقتصادی بررسی شده است. نتایج محاسبه کارایی‌ها نشان می‌دهد که کشورهای توسعه‌یافته نسبت به کشورهای در حال توسعه از کارایی‌های زیست‌محیطی و اقتصادی بالاتری برخوردارند. در این راستا، میانگین کارایی‌های زیست‌محیطی و اقتصادی ایران به ترتیب ۰/۵۷۰ و ۰/۳۷۹ می‌باشد که پایین‌تر از متوسط کشورهای مورد بررسی است. همچنین، نتایج آزمون علیت گرنجری نشان می‌دهد که رابطه علیت دوطرفه‌ای بین کارایی‌های زیست‌محیطی و اقتصادی وجود دارد. براساس نتایج برآورد مدل به روش حداقل مربعات دو مرحله‌ای نیز بین کارایی اقتصادی و کارایی زیست‌محیطی در کشورهای منتخب ارتباط مثبت دوطرفه وجود دارد. بدین ترتیب، به نظر می‌رسد ارتقای یکی از این دو کارایی، افزایش کارایی دیگر را به همراه خواهد داشت.

طبقه‌بندی JEL: *C32، D57، O13،O49* .

واژه‌های کلیدی: *کارایی زیست‌محیطی، کارایی اقتصادی، تحلیل پوششی داده‌ها، معادلات همزمان.*

*** تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۲/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۴/۱۰**

** مقاله حاضر از طرح پژوهشی گرنت اخذ و با حمایت معاونت محترم پژوهشی دانشگاه مازندران انجام شده است.

۱. مقدمه

صنعتی شدن، مرحله‌ای جدایی‌ناپذیر از فرآیند رشد و توسعه اقتصادی کشورها به ویژه اقتصادهای در حال توسعه است. ولی بهره‌مندی از صنعتی شدن، می‌تواند مشکلات جدی همچون افزایش آلودگی و مشکلات زیست‌محیطی به همراه داشته باشد (راجرشی[1]، ۲۰۱۰). به عبارت دیگر، اگرچه کشورها به دنبال افزایش تولید داخلی و رشد اقتصادی خود هستند، ولی رشد اقتصادی به خصوص در سطوح پایین‌تر توسعه‌یافتگی می‌تواند کیفیت محیط زیست را کاهش دهد (هالیسی‌اوغلو[2]، ۲۰۰۹). نگرانی درباره پیامدهای زیست‌محیطی و هزینه‌های آینده موجب شده است که دولت‌ها به منظور کاهش آلودگی و استفاده بهتر از منابع طبیعی، در پی طراحی و اجرای سیاست‌های سازگار با محیط زیست و منابع کارآمد شوند و نهاد عمومی مشخصی را مسئول امر حفاظت از محیط زیست قرار دهند. به همین دلیل، امروزه شاهد تصویب قوانین سختگیرانه در زمینهٔ حفظ محیط زیست و هماهنگ کردن دیگر بخش‌های اقتصادی و اجتماعی با این بخش هستیم (عبدالهی و فریادی، ۱۳۸۹).

فعالیت‌های اقتصادی می‌تواند در مراحل مختلف استخراج، تولید، حمل‌و نقل و مصرف به محیط زیست آسیب برساند. به‌طور کلی، اثرگذاری فعالیت‌های بشر بر سیستم اکولوژیک با افزایش حجم فعالیت‌های اقتصادی در فرآیند رشد و توسعه افزایش پیدا می‌کند. رشد و توسعه اقتصادی بیشتر نیازمند استفاده بیشتر از انرژی و مواد اولیه است که خود موجب سطح بالاتری از تخریب محیطی و افت کیفیت محیط‌زیست می‌گردد (مادیسون[3]، ۲۰۰۱). از طرف دیگر، بدون حمایت سیستم‌های اکولوژیک، بشر قادر به فعالیت نمی‌باشد (پرمن و همکاران، ۱۳۷۸).

اقتصاد و محیط زیست، از طریق دو جریان با یکدیگر در ارتباط هستند. منابع تجدیدپذیر و پایان‌پذیر، از محیط زیست به سوی اقتصاد انتقال می‌یابند و از سوی دیگر، اغلب پسماندهای محصولات که به وسیله فعالیت‌های اقتصادی تولید می‌شوند، در حال حرکت از اقتصاد به محیط‌زیست هستند. هنگامی که جریانات مواد و ضایعات از ظرفیت و قابلیت واقعی محیط تجاوز می‌کند، ظرفیت منابع طبیعی و زیست‌محیطی کاهش می‌یابد. جریان سریع منابع پایان‌پذیر به درون چرخه اقتصادی این خطر را به وجود می‌آورد که ذخیره منابع پایان‌پذیر ممکن است سریع‌تر تمام شود. هنگامی که جریان منابع تجدیدپذیر نیز به سوی چرخه اقتصادی، از نرخ تجدید و احیای این منابع تجاوز می‌کند، باعث کم شدن بهره‌وری منابع[1] می‌شود و احتمال انقراض آن افزایش می‌یابد. انتشار پسماندهای اضافه بر

1. Rajarshi
2. Halici Oglu
3. Maddison

ظرفیت محیط‌زیست، احتمال فرسایش منابع طبیعی را افزایش می‌دهد. کاهش و فرسایش سریع منابع پایان‌پذیر باعث افزایش بهره‌برداری منابع تجدیدپذیر خواهد شد و، همچنین، افزایش انتشار پسماندهای مازاد بر ظرفیت محیط‌زیست، عموماً نشان‌دهندهٔ این است که اقتصاد به سوی وابستگی بیشتر به محیط‌زیست در حرکت است (بوسکین و همکاران[۲]، ۲۰۱۱).

حال سؤال مهمی که می‌توان مطرح کرد این است که آیا کارایی زیست‌محیطی می‌تواند منجر به کارایی در یک اقتصاد و بالعکس شود یا خیر. مطالعات صورت گرفته دربارهٔ کارایی‌های زیست‌محیطی و اقتصادی غالباً به اندازه‌گیری این کارایی‌ها پرداخته‌اند (رینهارد و همکاران[۳]، ۱۹۹۸؛ تاسکین و زایم[۴]، ۲۰۰۱؛ کورهونن و لوپتاسیک[۵]، ۲۰۰۴؛ یانگ و پولیت[۶]، ۲۰۰۷؛ کومار و خانا[۷]، ۲۰۰۹؛ هورواسوا[۸]، ۲۰۱۲؛ چن[۹]، ۲۰۱۴؛ رافعی، ۱۳۸۹؛ ناصرزاده، ۱۳۸۹؛ آماده و رضایی، ۱۳۹۰؛ جعفرنیا و اسماعیلی، ۱۳۹۲ و شهیکی‌تاش و همکاران، ۱۳۹۳) و درباب ارتباط بین آنها پژوهش‌های اندکی صورت گرفته است. واگنر[۱۰] (۲۰۰۵) ارتباط بین کارایی زیست‌محیطی و کارایی اقتصادی بخش‌های صنعتی کشورهای اتحادیه اروپای آلمان، ایتالیا، هلند و انگلستان را بررسی کرده است. وی نشان داد که یک ارتباط مثبت دوطرفه بین کارایی‌های زیست‌محیطی و اقتصادی وجود دارد. فوجی و همکاران[۱۱] (۲۰۱۳) نیز ارتباط کارایی اقتصادی و کارایی زیست‌محیطی در شرکت‌های تولیدی ژاپن را بررسی کرده و دریافتند که رابطه کارایی اقتصادی و کارایی زیست‌محیطی به شکل U معکوس است.

در این چارچوب، در پژوهش حاضر ارتباط بین کارایی اقتصادی و کارایی زیست‌محیطی در ۵۰ کشور منتخب توسعه‌یافته و در حال توسعه، شامل ایران در دوره ۲۰۱۲-۲۰۰۲م، بررسی می‌شود. به این

---

۱. بهره‌وری منابع استفاده بهینه از منابع طبیعی در فرآیند تولید کالاها و ارائه خدمات است.

2. Boucekkine, et al.
3. Reinhard, et al.
4. Taskin and Zaim
5. Korhonen and Luptacik
6. Yang and Pollit
7. Kumar and Khanna
8. Horváthová
9. Chen
10. Wagner
11. Fujii, et al.

منظور، ابتدا با به کارگیری روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)[1] کارایی‌های اقتصادی و زیست‌محیطی برای کشورهای منتخب برآورد می‌شود. سپس، با استفاده از آزمون علیت گرنجری و نیز تشکیل سیستم معادلات همزمان، رابطهٔ میان این دو کارایی طی دورهٔ زمانی ۲۰۱۲-۲۰۰۲م، مورد آزمون قرار می‌گیرد. این مقاله در ۵ بخش ساماندهی شده است. پس از ذکر مقدمه در بخش نخست، در بخش دوم، ادبیات موضوع و سپس در بخش سوم، روش‌شناسی تحقیق بررسی شده است. بخش چهارم به بیان نتایج تجربی اختصاص دارد و در بخش پنجم، خلاصه و نتیجه‌گیری آمده است.

۲. ادبیات موضوع

به طور معمول، کارایی در ارتباط با نحوهٔ تخصیص بهینهٔ منابع کمیاب توسط بنگاه برای رسیدن به اهداف تولید است. در حالت کلی، زمانی که صحبت از کارایی یک بنگاه به میان می‌آید، معمولاً به معنای موفقیت آن بنگاه در رسیدن به حداکثر ستانده با سطح معین نهاده است (فارل[2]، ۱۹۵۷). اندازه‌گیری کارایی در ابتدا با تلاش‌های کوپمنس[3] (۱۹۵۱) و دبرو[4] (۱۹۵۱) آغاز شد. از نظر کوپمنس یک بردار نهاده- ستاده در شرایطی کاملاً کاراست که از نظر فنی امکان افزایش مقدار هیچ ستاده‌ای، بدون کاهش مقدار حداقل یک ستادهٔ دیگر وجود نداشته باشد. هرچند کوپمنس تعریفی از کارایی فنی[5] و ویژگی آن ارائه داده، اما به صورت مشخص روشی را برای اندازه‌گیری آن معرفی ننموده است. در این زمینه، دبرو با تعریف ضریبی تحت عنوان ضریب بهره‌برداری از منابع، معیاری را برای اندازه‌گیری و تعیین درجهٔ کارایی فنی، مطرح نموده است (حکیمی‌پور و هژبر کیانی، ۱۳۸۷). به دنبال مطالعهٔ این دو، فارل (۱۹۵۷)، با ارائهٔ روشی مبتنی بر حداقل کردن نهاده‌های تولیدی و با به کارگیری منحنی تولید یکسان، اولین فردی بود که به طور تجربی به اندازه‌گیری کارایی پرداخت. فارل در اندازه‌گیری کارایی از رویکرد نهاده محور استفاده می‌کند که، در واقع، همان حداقل کردن هزینه‌ها با توجه به مقدار مشخصی از محصول است. به طور کلی، فارل (۱۹۵۷)، سه نوع کارایی برای بنگاه تعریف می‌کند که عبارتند از: کارایی فنی، کارایی تخصیصی و کارایی اقتصادی.

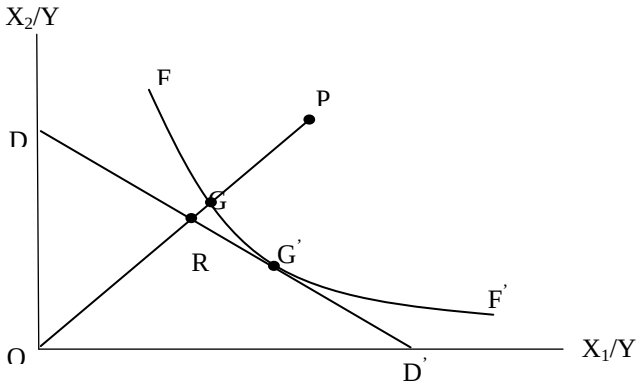
الف. کارایی فنی: تولیدکننده به لحاظ فنی کاملاً کاراست، اگر تولید او روی منحنی تولید یکسان صورت پذیرد. این مسئله بیانگر توانایی بنگاه در کسب حداکثر محصول از مجموعه عوامل تولید است.

1. Data Envelopment Analysis (DEA)
2. Farrell
3. Koopmens
4. Debrreu
5. Technical Efficiency

دیدگاه فارل در نمودار (۱) و در حالت نهاده محور برای یک بنگاه با دو نهادهٔ x_1 و x_2 و شرط بازدهی به مقیاس ثابت نشان داده شده است. 'FF منحنی هم مقداری بنگاه دارای کارایی ۱۰۰ درصد را در تولید یک واحد ستاده نشان می‌دهد. GP نیز مقدار عدم کارایی را نشان می‌دهد. به این ترتیب کارایی فنی به صورت زیر تعریف می شود:

$$TE = 1 - \frac{GP}{OP} = \frac{OG}{OP} \qquad (۱)$$

یعنی کارایی فنی عبارت خواهد بود از تولید حداکثر مقدار محصول به ازای استفاده از یک مقدار مشخص از عوامل تولیدی. به بیان دیگر، بنگاه موردنظر می‌بایست به منظور دارا بودن عملکرد کارا از دو نهاده x_1 و x_2 از وضعیت نقطه G استفاده نماید.



نمودار ۱. اندازه‌گیری کارایی در حالت نهاده محور

مأخذ: فارل (۱۹۵۷)

ب. کارایی تخصیصی: تخصیص عوامل تولید، کارایی تخصیصی نامیده می‌شود که مفهومی تغییرناپذیر است و به متغیر برون‌زای قیمت عوامل تولید بستگی دارد و با تغییر قیمت‌های نسبی تغییر می‌یابد. این حالت، با توجه به منحنی هزینه یکسان، ترکیبات هزینه‌ای مختلف برای تولید یک واحد محصول را نشان می‌دهد. کاراترین ترکیب فنی که از لحاظ تخصیصی نیز کارا می‌باشد به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{درجه کارایی تخصیصی} = \frac{OR}{OG} \qquad (۲)$$

ج. کارایی اقتصادی: همان‌گونه که ذکر شد، کارایی فنی نشانگر حداکثر میزان تولید با مقدار مشخصی نهاده و یا تولید مشخصی از محصول با استفاده از حداقل نهاده بوده و کارایی تخصیصی نیز با

در نظر گرفتن قیمت نهاده‌ها، تولید مشخصی را با حداقل هزینه یا حداکثر کردن درآمد انجام می‌دهد. برحسب تعریف فارل، کارایی اقتصادی ترکیبی از کارایی‌های فنی و تخصیصی است.

$$\text{درجه کارایی اقتصادی} = \frac{OR}{OP} \qquad (۳)$$

در حقیقت، کارایی اقتصادی حاصل ضرب درجه کارایی تخصیصی و درجه کارایی فنی است. باید توجه داشت که میزان کارایی اقتصادی از نظر روش محاسبه مشابه با کارایی فنی است، با این تفاوت که وزن‌های ورودی‌ها، قیمت خرید یا هزینه تهیه آنها و نیز وزن‌های خروجی‌ها قیمت فروش آنهاست.

کارایی زیست‌محیطی را می‌توان به عنوان نسبت حداقل استفاده بالقوه به بالفعل نهاده‌های زیانبار زیست‌محیطی تعریف کرد (رینهارد و همکاران، ۱۹۹۹). در واقع، کارایی زیست‌محیطی نشانگر وضعیت تولید آلایندگی از نهاده‌های تولید است (سوروواری و همکاران[1]، ۲۰۱۱). اساساً کارایی زیست‌محیطی جنبه‌ای از کارایی فنی است که روی نهادهٔ با پیامدهای زیست‌محیطی منفی تمرکز می‌کند. کاهش در سطح نهاده‌های آلاینده بر کارایی‌های فنی و زیست‌محیطی اثر می‌گذارد (گراهام[2]، ۲۰۰۴).

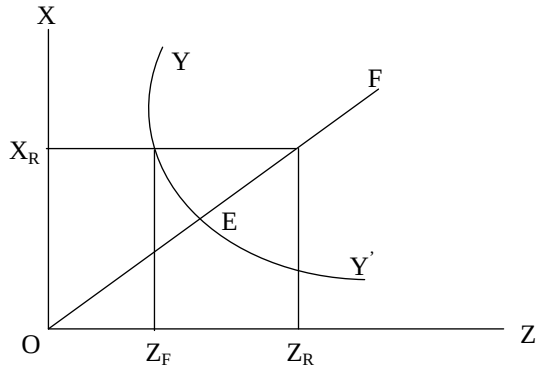
در نمودار (۲)، yy' منحنی تولید یکسان، نهاده x یک نهاده معمولی و نهاده z یک نهاده زیانبار برای محیط زیست است و:

$$EE = \frac{|OZ_F|}{|OZ_R|} \qquad (۴)$$

که در آن، EE کارایی زیست‌محیطی، OZ_F حداقل بالقوهٔ نهادهٔ زیانبار زیست‌محیطی و OZ_R مقدار بالفعل نهادهٔ زیانبار زیست‌محیطی است.

همچنان که از نمودار (۲) مشاهده می‌شود، کارایی فنی شرط لازم و کافی برای کارایی زیست‌محیطی است، اگرچه در صورت استفاده از سطوح بالایی از نهادهٔ زیانبار زیست‌محیطی، درجهٔ بالای کارایی فنی می‌تواند با سطح نسبتاً پایینی از کارایی زیست‌محیطی سازگار باشد. به همین ترتیب، در مقادیر کم نهادهٔ زیانبار زیست‌محیطی، سطح پایینی از کارایی فنی با درجهٔ بالایی از کارایی محیط زیست منطبق است (رینهارد و همکاران، ۱۹۹۹).

1. Sorvari, et al.
2. Graham



نمودار ۲. مرز تولید با نهادهٔ معمولی x و نهادهٔ زیانبار z

مأخذ: رینهارد و همکاران (۱۹۹۹)

متأسفانه دربارهٔ ارتباط میان کارایی زیست‌محیطی و کارایی اقتصادی چارچوب نظری روشنی وجود ندارد. این ارتباط بسته به نظارت رژیم‌های متفاوت در یک کشور، رفتار مشتری، نوع صنایع و اندازه شرکت، مدت زمان و غیره متفاوت است (نیشیتانی[1]، ۲۰۱۱).

ادبیات اقتصادی موجود، رابطه بهبود کارایی زیست محیطی را با توجه به معیارهای متفاوتی از کارایی بررسی نموده‌اند. برخی مطالعات از طریق کارایی مالی، برخی براساس اطلاعات حسابداری و نیز مطالعاتی از طریق ارزش بازاری و بیشتر مطالعات انجام شده از روش کارایی هزینه[2] می‌باشد. ارتباط بلندمدت بین کارایی زیست‌محیطی و کارایی اقتصادی، از نظر نسبت‌های مالی و حسابداری و اقدامات مبتنی بر بازار از بیش از یک دهه قبل مورد بررسی قرار گرفته است (واگنر، ۲۰۰۵). نتایج مطالعات صورت گرفته حاکی از آن است که مسائل زیست‌محیطی بر هزینه و درآمد شرکت‌ها مؤثر بوده و کارایی اقتصادی را به طور مستقیم و غیرمستقیم تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین، کارایی زیست‌محیطی خوب و با کیفیت نیز زمانی به دست می‌آید که کارایی اقتصادی بالا باشد.

با این حال، به نظر نمی‌رسد که در عمل، همواره این ارتباط مستقیم وجود داشته باشد تا تجزیه و تحلیل دقیق‌تری از لحاظ نظری انجام شود. از دیدگاه مدیریتی هیچ قانون طبیعی و یا مکانیکی وجود ندارد که به طور خودکار ارتباط کارایی زیست‌محیطی را با کارایی اقتصادی بیان کند. وضع برخی

1. Nishitani

۲. کارایی اقتصادی را کارایی هزینه نیز می‌گویند، چون هرگاه از لحاظ هزینه‌ای به صورت کارا عمل شود، بهترین تخصیص و بهترین شیوه تولید نیز به وجود می‌آید (امامی میبدی، ۱۳۷۹).

مقررات ممکن است ارتباط واضحی بین کارایی زیست‌محیطی و کارایی اقتصادی ایجاد کند و یا ممکن است اعمال صحیح ابزارهای نظارتی در مواردی خاص سبب ایجاد انگیزه‌های اقتصادی قوی برای تداوم بهبود در کارایی زیست‌محیطی شود (یاترهوس و اسجیکر[1]، ۱۹۹۸).

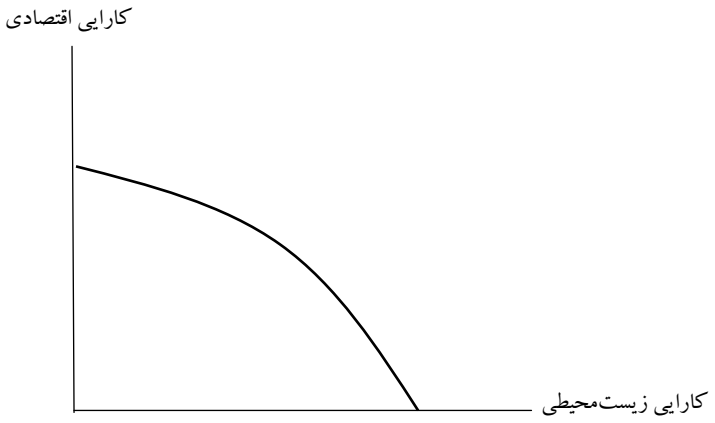
مفهوم بهبود عملکرد زیست‌محیطی به عنوان منبعی بالقوه برای مزیت رقابتی بیان شده است. فرآیندهای کارا می‌توانند منجر به بهبود بهره‌وری، کاهش هزینه‌ها و ایجاد فرصت‌های جدید بازار شوند (پورتر[2]، ۱۹۹۱؛ پورتر و وندرلیند[3]، ۱۹۹۵؛ اشمیدهینی[4]، ۱۹۹۲). زیربنای این استدلال براساس دو دلیل عمدهٔ زیر است:

اول، شرکت‌هایی که هزینه بالایی برای فعالیت‌های آلوده‌کننده متحمل می‌شوند، به دنبال فناوری و روش‌های تولیدی جدید می‌باشند که این هزینه‌ها را کاهش دهند. این نتیجه که نوآوری می‌تواند منجر به کاهش هزینه‌های تولید شود، این‌گونه است که به علت افزایش بهره‌وری منابع، هزینه‌های نهاده کاهش می‌یابد.

دوم، شرکت‌ها می‌توانند برای اولین بار مزایای فراوانی از فروش راه‌حل‌های جدید خود و نوآوری به شرکت‌های دیگر به دست آورند (استی[5] و پورتر، ۱۹۹۸). در یک چشم‌انداز پویا و بلندمدت، توانایی نوآوری و توسعه فناوری سازگار با محیط‌زیست و روش‌های جدید تولید، به احتمال زیاد، در کنار عوامل سنتی مزیت رقابتی، عامل تعیین‌کننده رقابت خواهد شد (پورتر و وندرلیند، ۱۹۹۵).

براساس این دو موضع، مشخصه‌های ارتباط بین کارایی محیط‌زیست و کارایی اقتصادی پیشنهاد شده است (واگنر، ۲۰۰۰، ۲۰۰۱). اولین مشخصه ممکن این است که ارتباط بین این دو به طور یکنواخت منفی خواهد بود که بازتاب نظریه سنتی است و از لحاظ نظری در تئوری نئوکلاسیکی ریشه دارد که در آن، اقدامات کاهش آلودگی تنها از طریق افزایش هزینه پیش‌بینی می‌شود. فرض بر این است که افزایش هزینه‌های نهایی ناشی از کاهش آلودگی و بهبود کارایی محیط‌زیست، منافع خالص نهایی را کاهش می‌دهند. این وضعیت در نمودار (۳) به تصویر نشان داده شده است، که طبق آن، کارایی زیست‌محیطی بالا به کارایی اقتصادی پایین و بالعکس می‌انجامد.

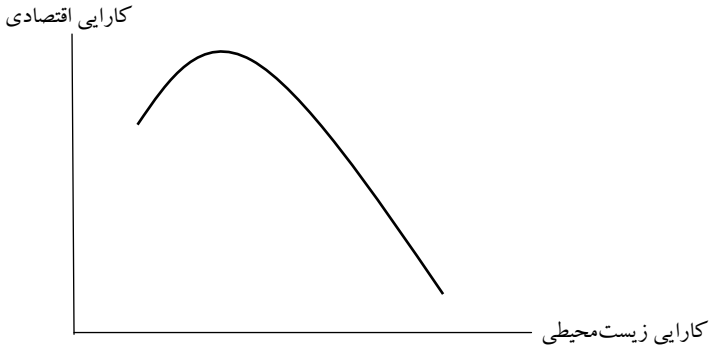
1. Ytterhus & Sjaker
2. Porter
3. Van der Linde
4. Schmidheiny
5. Esty



نمودار ۳. رابطه کارایی زیست‌محیطی و کارایی اقتصادی طبق نظریه سنتی

مأخذ: واگنر (۲۰۰۱)

برخلاف آن، تحت نظریه «تجدیدنظر طلب»، ارتباط بین کارایی‌های اقتصادی و زیست محیط یک منحنی U شکل معکوس با سطح کارایی زیست‌محیطی بهینه است که در نمودار (۴) به تصویر کشیده شده است.



نمودار ۴. رابطه بین کارایی اقتصادی و کارایی زیست‌محیطی طبق نظریه تجدید نظر طلب

مأخذ: واگنر (۲۰۰۵)

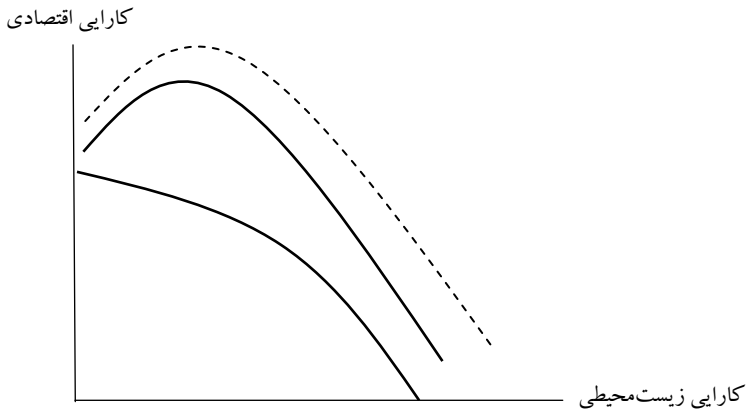
شالتگر و سینستویت[1] (۲۰۰۲) بهترین حالت ممکن ارتباط بین کارایی‌های اقتصادی و زیست‌محیطی را به شکل U معکوس می‌دانند. آنها معتقدند که با تعداد فعالیت‌های نامحدود در جهت پیشگیری از آلودگی، کارایی اقتصادی برای همیشه افزایش نمی‌یابد، بلکه دیر یا زود مزایای نهایی

1. Schaltegger and Synnestvedt

خالص حفاظت از محیط زیست کاهش و هزینه‌ها افزایش می‌یابد (پس از نقطه حداکثری در شکل). با این وجود، اگر تأثیر کارایی زیست‌محیطی در مقایسه با عوامل دیگر بر کارایی اقتصادی کوچک باشد، ممکن است ارتباط معناداری وجود نداشته باشد (واگنر، ۲۰۰۵). تنها زمانی موقعیت برد-برد ایجاد می‌شود که فعالیت‌های سودآور، همراه با بهبود کارایی زیست‌محیطی باشند. در غیر این صورت بهبود کارایی زیست‌محیطی بجز از طریق افزایش هزینه‌ها و کاهش سود برای بنگاه‌های فردی امکان‌پذیر نیست.

به طور عمده نقطه شروع و توسعه تئوری تجدیدنظرطلب از سوی پورتر بیان شده است (واگنر، ۲۰۰۲). بنابرنظر پورتر (۱۹۹۱) و پورتر و وندرلیند (۱۹۹۵)، طراحی مناسب قوانین و مقررات زیست‌محیطی می‌تواند سبب تشویق توسعه فناوری، ترویج فعالیت‌های زیست‌محیطی بنگاه‌ها و بهبود کارایی زیست‌محیطی شود. از سویی، اعتقاد بر این است که توسعه فناوری و بهبود بهره‌وری منابع می‌تواند رقابت شرکت‌ها را افزایش دهد و افزایش آنها موجب بهبود کارایی کلی اقتصادی شود. این فرضیه، به نام «فرضیه پورتر» معروف است.

به طور خلاصه، تجزیه و تحلیل ادبیات نظری در ارتباط با کارایی زیست‌محیطی و کارایی اقتصادی، منجر به امکان دو خصوصیت از نظریه تجدیدنظرطلب و سنتی در نظریه‌های اقتصادی توسعه یافته شده است. سرانجام، بهترین شکلی که می‌تواند ارتباط بین کارایی زیست‌محیطی و کارایی اقتصادی را نمایش دهد، نمودار (۵) است که در آن، امکان موجودیت شرایط برد - برد با سودآوری در بهبود کارایی زیست‌محیطی براساس نظریه تجدیدنظرطلب‌ها را فراهم آورده و، از سوی دیگر، با توجه به نظریه سنتی، یک منحنی یکنواخت منفی در حال نزول را نیز نمایش می‌دهد که در آن، بهبود کارایی زیست‌محیطی تنها با افزایش هزینه‌ها و کاهش سود برای شرکت‌های فردی می‌تواند مطابقت داشته باشد. در این وضعیت، سطح بهینه کارایی زیست‌محیطی برای یک بنگاه از طریق وضع مقررات زیست‌محیطی به وجود می‌آید [خط نقطه‌چین در نمودار (۵)]. همچنین، این نمودار امکان این ارتباط را با وجود گذشت زمان و با توجه به نظریه پورتر (۱۹۹۱) مبنی بر تکامل نوآوری، نشان می‌دهد. به این معنی که با گذشت زمان، برای سطح معینی از کارایی زیست محیطی یک سطح از حداکثر کارایی اقتصادی قابل دستیابی است.



نمودار ۵. رابطه کارایی اقتصادی و کارایی زیست‌محیطی براساس نظریه سنتی و تجدید نظر طلب
مأخذ: شالتگر و سینستویت (۲۰۰۲)

برای شرکت‌های بزرگ در یک بازار رقابتی جایی که حفاظت از محیط‌زیست حائز اهمیت است، منطقی است که فرض وجود ارتباط بین کارایی‌های اقتصاد و محیط زیست به نوع فعالیت‌های مدیریتی، استراتژی‌ها و مفاهیم و اینکه آیا آنها در وضع صحیح و درستی به کارگرفته شده‌اند، بستگی داشته باشد. فاصله ۲ نمودار در شکل، تفاوت‌های کیفی در تصمیم‌گیری مدیریتی را نشان می‌دهد، به‌طوری‌که منحنی بالاتر نشان از مدیریت زیست‌محیطی قوی‌تر و منحنی پایین‌تر نشانگر مدیریت ضعیف در حفاظت از محیط‌زیست است که هزینه‌های بیشتری برای این حفاظت صرف می‌کنند. اگر یک شرکت قادر به افزایش کارایی اقتصادی خود با محیط‌زیست پیش‌رونده باشد، این مدیریت با تعارض کمتری در ارتباط با شرکت‌های داخلی و خارجی روبه‌رو می‌شود (شالتگر و سینستویت، ۲۰۰۲).

۳. روش‌شناسی تحقیق

در این مطالعه، به منظور محاسبه کارایی اقتصادی و کارایی زیست‌محیطی برای ۵۰ کشور منتخب (۲۳ کشور در حال توسعه شامل ایران و ۲۷ کشور توسعه‌یافته) در بازهٔ زمانی ۲۰۱۲-۲۰۰۲م، از برنامه‌ریزی ریاضی و روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) استفاده شده است.

با توجه به اینکه کشورهای مورد بررسی دارای اندازه‌های اقتصادی متفاوت هستند، از بازده متغیر نسبت به مقیاس استفاده شده است. همچنین، با توجه به کمیابی منابع و عوامل تولید و بهره‌گیری از

حداقل نهادهٔ ممکن، رویکرد ورودی محور اتخاذ شده است. بدین ترتیب، با توجه به اهداف و رویکردهای پژوهش، مدل مناسب در این مطالعه، مدل BCC [1] ورودی محور و به صورت زیر است:

$$\begin{aligned} &\text{Min}\theta \\ &\text{s.t.} \\ &-\sum_{r=1}^{s} u_r Y_{ro} + \sum_{r=1}^{s} \lambda_j Y_{ij} \geq 0 \\ &\theta \sum_{r=1}^{m} v_i X_{io} - \sum_{r=1}^{m} \lambda_j X_{ij} \geq 0 \\ &NI'\lambda \leq 1 \\ &\lambda > 0 \end{aligned} \qquad (۵)$$

که در آن، r، i و j به ترتیب اندیس ورودی‌ها، خروجی‌ها و کشورها هستند، به طوری که $r=1,2,\ldots,s$، $i=1,2,\ldots,n$ و $j=1,2,\ldots,m$ می‌باشد. u_{ro} وزن‌های خروجی‌های کشور oام، v_{io} وزن‌های ورودی‌های کشور oام، X_{io} ورودی‌های کشور oام، Y_{io} خروجی‌های کشور oام، X_{ij} ورودی‌های کشورهای دیگر و Y_{rj} خروجی‌های کشورهای دیگر هستند. به علاوه، θ یک اسکالر است که مقدار کارایی را مشخص و شرط $\theta \leq ۱$ را تأمین می‌کند. همچنین λ یک بردار $N\times 1$ شامل اعداد ثابت است که وزن‌های مجموعه مرجع برای θ را نشان می‌دهد. قید $NI'\lambda \leq 1$ نیز مشخص می‌کند که بنگاه در ناحیه بازدهی صعودی نسبت به مقیاس فعالیت می‌کند یا در ناحیه بازدهی نزولی نسبت به مقیاس. به عبارت دیگر، ماهیت نوع بازده در ناکارایی مقیاس برای یک بنگاه خاص با مقایسهٔ مقدار کارایی در حالت بازدهی غیرصعودی نسبت به مقیاس با مقدار کارایی در حالت بازدهی متغیر نسبت به مقیاس تعیین می‌شود. اگر این دو با هم مساوی باشند، بنگاه مدنظر با بازدهی نزولی نسبت به مقیاس و در غیر این صورت، با شرط بازدهی صعودی نسبت به مقیاس مواجه خواهد بود (بنکر و همکاران [2]، ۱۹۸۴).

پس از به کارگیری برنامه‌ریزی ریاضی و روش تحلیل پوششی داده‌ها و محاسبه کارایی‌های اقتصادی و زیست‌محیطی، در مرحله بعد، ارتباط بین این کارایی‌ها برای ۵۰ کشور منتخب توسعه‌یافته و در حال توسعه در دوره زمانی ۲۰۱۲-۲۰۰۲م، با استفاده از آزمون علیت گرنجری و سپس، تشکیل دستگاه معادلات همزمان زیر و به تفکیک کل کشورهای منتخب، کشورهای توسعه‌یافته و کشورهای در حال توسعه برآورد شده است. شایان ذکر است که متغیرهای توضیحی مورد استفاده در معادله (۶)،

1. Banker, Charnes and Cooper (BCC)
2. Banker, et al.

با اتکا به مبانی نظری و مطالعات پیشین پیرامون عوامل مؤثر بر هر یک از کارایی‌های اقتصادی و زیست‌محیطی انتخاب شده‌اند.

$$\text{I}: \quad ENE_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 ECE_{it} + \alpha_2 OPEN_{it} + \alpha_3 FOSIL_{it} + \alpha_4 GUP_{it} + \varepsilon_{1it}$$

$$\text{II}: \quad ECE_{it} = \alpha_5 + \alpha_6 ENE_{it} + \alpha_7 (ENE_{it})^2 + \alpha_8 GK_{it} + \alpha_9 GL_{it} + \alpha_{10} GEDU_{it} + \varepsilon_{2it} \qquad (۶)$$

به طوری‌که، ENE_{it} کارایی زیست‌محیطی و ECE_{it} کارایی اقتصادی کشور i در دوره t هستند که به کمک روش تحلیل پوششی داده‌ها به دست آمده‌اند. همچنین، (ENE_{it}) مجذور کارایی زیست‌محیطی است که برای بررسی رابطه U معکوس بین کارایی زیست‌محیطی و کارایی اقتصادی وارد الگو شده است. به علاوه، $OPEN_{it}$ درجهٔ باز بودن تجاری (نسبت مجموع صادرات و واردات به تولید ناخالص داخلی)، $FOSIL_{it}$ سهم استفاده از انرژی‌های فسیلی از کل انرژی‌های مصرفی، GUP_{it} رشد جمعیت شهرنشین، GK_{it} رشد سرمایه، GL_{it} رشد نیروی کار و $GEDU_{it}$ رشد مخارج دولت روی آموزش کشور i در سال t است. داده‌های مورد استفاده از پایگاه داده‌های بانک جهانی استخراج شده است.

۴. نتایج تجربی

در پژوهش حاضر، برای محاسبهٔ کارایی‌های اقتصادی و زیست‌محیطی، با استفاده از نرم‌فزار EMS[1] از روش تحلیل پوششی داده‌ها برای کشورهای منتخب طی دورهٔ زمانی ۲۰۱۲-۲۰۰۲م استفاده شده است.

به منظور اندازه‌گیری شاخص کارایی زیست‌محیطی برای هر کشور، ارزش افزوده (ستاده مطلوب) و انتشار گاز دی‌اکسید کربن (ستاده نامطلوب) به عنوان خروجی و نهاده‌های تولید سرمایه، نیروی کار و همچنین، مصرف انرژی به عنوان ورودی در نظر گرفته شده‌اند. نتایج به دست آمده از محاسبهٔ کارایی زیست‌محیطی برای کشورهای منتخب در سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۱۲م و نیز میانگین آنها طی دورهٔ زمانی مذکور در جدول (۱) ارائه شده است. براساس این جدول، میانگین کارایی محیط زیست برای نمونه مورد بررسی از ۰,۷۰۵ در سال ۲۰۰۲ به ۰/۷۸۱ در سال ۲۰۱۲ افزایش پیدا کرده است که نشان‌دهندهٔ بهبود نسبی کارایی زیست‌محیطی کشورهای مورد مطالعه در طی این دوره است. همچنین، کشورهای نروژ، هلند و اسپانیا به ترتیب با میانگین ۰/۹۸، ۰/۹۷۹ و ۰/۹۷۸ بیشترین و کشورهای

1. Efficiency Measurement System (EMS)

تاجیکستان، هندوستان و پاکستان به ترتیب با میانگین ۰/۴۷۶، ۰/۴۸۱ و ۰/۴۹۹ کمترین مقدار متوسط کارایی در بین کشورهای منتخب را به خود اختصاص داده‌اند. به علاوه، کارایی محیط زیست ایران به طور متوسط ۰/۵۷۰ بوده است، به طوری‌که میزان آن از ۰/۶۴۷ در سال ۲۰۰۲ به ۰/۵۴۱ در سال ۲۰۱۲ کاهش یافته است. دلیل این کاهش را می‌توان در عوامل توضیح‌دهنده کارایی زیست‌محیطی جستجو نمود. همچنان‌که آمارهای کشور ایران نشان می‌دهد که طی دوره زمانی ۲۰۱۲-۲۰۰۲م، به مرور سهم استفاده از انرژی‌های فسیلی و نیز جمعیت شهرنشین ایران افزایش و درجه باز بودن تجاری کاهش یافته است که این عوامل می‌توانند تضعیف‌کننده کارایی زیست‌محیطی باشند. همان‌طور که انتظار می‌رود و از جدول (۱) نیز استنباط می‌گردد، کشورهای توسعه‌یافته در مقایسه با کشورهای در حال توسعه از کارایی زیست‌محیطی بالاتری برخوردار هستند.

جدول ۱. کارایی زیست‌محیطی کشورهای منتخب طی دورهٔ زمانی ۲۰۱۲-۲۰۰۲م

ردیف	نام کشور	سال ۲۰۰۲	سال ۲۰۱۲	میانگین دوره ۲۰۱۲-۲۰۰۲
۱	ارمنستان	۰/۵۶۸	۰/۷۶۶	۰/۶۹۳
۲	اتریش	۰/۸۶۹	۰/۹۹۷	۰/۹۱۷
۳	آذربایجان	۰/۵۶۵	۰/۷۳۵	۰/۶۸۶
۴	بلاروس	۰/۵۶۷	۰/۸۴۶	۰/۷۷۹
۵	بلژیک	۰/۵۶۲	۰/۹۴۱	۰/۷۸۸
۶	برزیل	۰/۶۷۳	۰/۵۷۸	۰/۵۸۶
۷	بلغارستان	۰/۵۷۷	۰/۸۸۴	۰/۷۷۹
۸	کلمبیا	۰/۵۵۵	۰/۵۹۵	۰/۵۶۷
۹	کاستاریکا	۰/۵۵۷	۰/۶۹۴	۰/۶۴۹
۱۰	قبرس	۰/۵۷۰	۰/۸۵۵	۰/۷۵۸
۱۱	جمهوری چک	۰/۹۰۰	۰/۹۴۳	۰/۹۳۰
۱۲	دانمارک	۰/۸۵۴	۰/۸۸۹	۰/۸۷۳
۱۳	مصر	۰/۶۱۹	۰/۶۵۹	۰/۶۲۶
۱۴	استونی	۰/۸۶۹	۰/۷۹۹	۰/۸۲۹
۱۵	فنلاند	۰/۸۴۶	۰/۸۹۳	۰/۸۶۹
۱۶	فرانسه	۰/۶۷۳	۰/۹۰۰	۰/۷۸۰
۱۷	آلمان	۰/۹۵۱	۰/۸۶۹	۰/۹۲۷
۱۸	مجارستان	۰/۷۸۹	۰/۶۸۹	۰/۷۸۹
۱۹	ایسلند	۰/۷۷۷	۰/۹۶۳	۰/۸۶۰
۲۰	هند	۰/۵۴۱	۰/۴۶۲	۰/۴۸۱
۲۱	ایران	۰/۶۴۷	۰/۵۴۱	۰/۵۷۰

۲۲	ایرلند	۰/۷۳۳	۰/۹۱۱	۰/۸۲۷
۲۳	ایتالیا	۰/۷۳۴	۰/۸۸۶	۰/۸۲۱
۲۴	ژاپن	۰/۶۳۵	۰/۷۲۵	۰/۷۰۴
۲۵	قرقیزستان	۰/۶۳۰	۰/۵۵۴	۰/۵۷۰
۲۶	لتونی	۰/۶۱۹	۰/۸۹۷	۰/۷۸۷
۲۷	لیتوانی	۰/۶۴۹	۰/۸۲۶	۰/۶۹۶
۲۸	مالزی	۰/۵۴۴	۰/۶۵۹	۰/۶۱۴
۲۹	مکزیک	۰/۶۶۸	۰/۸۹۹	۰/۶۶۹
۳۰	هلند	۰/۹۲۸	۱	۰/۹۷۹
۳۱	نیوزیلند	۰/۷۴۶	۱	۰/۸۵۷
۳۲	نروژ	۱	۰/۹۷۰	۰/۹۸۰
۳۳	پاکستان	۰/۵۷۰	۰/۴۶۹	۰/۴۹۹
۳۴	لهستان	۰/۶۹۶	۰/۹۰۰	۰/۷۲۰
۳۵	پرتقال	۰/۷۱۵	۰/۹۹۷	۰/۸۳۹
۳۶	رومانی	۰/۵۶۴	۰/۵۸۸	۰/۵۷۲
۳۷	روسیه	۰/۵۹۱	۰/۵۹۳	۰/۵۸۲
۳۸	سنگاپور	۰/۹۴۵	۰/۹۵۳	۰/۹۴۷
۳۹	اسلوواکی	۰/۸۴۱	۰/۹۰۰	۰/۸۷۸
۴۰	اسلوونی	۰/۸۹۸	۰/۸۲۱	۰/۸۳۶
۴۱	آفریقای جنوبی	۰/۵۹۴	۰/۶۶۲	۰/۶۲۰
۴۲	اسپانیا	۰/۸۹۶	۰/۹۹۷	۰/۹۷۸
۴۳	سوئد	۰/۹۰۷	۰/۹۷۰	۰/۹۵۷
۴۴	تاجیکستان	۰/۵۴۶	۰/۴۴۹	۰/۴۷۶
۴۵	تایلند	۰/۵۹۶	۰/۵۴۹	۰/۵۷۲
۴۶	ترکیه	۰/۶۸۰	۰/۶۴۶	۰/۶۶۳
۴۷	اوکراین	۰/۶۵۵	۰/۵۴۸	۰/۵۷۵
۴۸	بریتانیا	۰/۹۳۳	۰/۹۲۳	۰/۹۲۹
۴۹	ایالات متحده	۰/۶۱۷	۰/۷۷۷	۰/۷۵۱
۵۰	اروگوئه	۰/۶۱۲	۰/۵۱۷	۰/۶۰۰
	میانگین کل	۰/۷۰۲	۰/۷۷۳	۰/۷۳۶

مأخذ: محاسبات تحقیق

همچنین، برای اندازه‌گیری کارایی اقتصادی، تولید ناخالص داخلی سرانه به عنوان خروجی و مخارج تحقیق و توسعه، نرخ اشتغال، تشکیل سرمایه ناخالص، مخارج عمومی روی آموزش،

سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، شاخص توسعه انسانی، نرخ واقعی ارز و مخارج دولتی به عنوان ورودی در نظر گرفته شده‌اند. نتایج به دست آمده در جدول (۲) ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که کشورهای قبرس، سنگاپور و نروژ، به ترتیب با میانگین ۰/۹۶۳، ۰/۸۸۵ و ۰/۷۲۶ بیشترین و کشورهای هندوستان، اوکراین و قرقیزستان، به ترتیب با میانگین ۰/۰۸۲، ۰/۱۳۷ و ۰/۱۵۹ کمترین مقدار متوسط کارایی در بین کشورهای منتخب را به خود اختصاص داده‌اند. کارایی اقتصادی ایران نیز طی دوره زمانی مورد مطالعه، به طور متوسط ۰/۳۷۹ برآورد شده است، به طوری‌که از ۰/۳۱۹ در ابتدای دوره به ۰/۵۱۴ در انتهای دوره رسیده است. همچنین، به طور متوسط، کشورهای توسعه‌یافته در مقایسه با کشورهای در حال توسعه از کارایی اقتصادی بالاتری برخوردار هستند.

جدول ۲. کارایی اقتصادی کشورهای منتخب طی دوره زمانی ۲۰۱۲-۲۰۰۲ م

ردیف	نام کشور	سال ۲۰۰۲	سال ۲۰۱۲	میانگین دوره ۲۰۱۲-۲۰۰۲
۱	ارمنستان	۰/۱۸۰	۰/۲۵۵	۰/۲۸۹
۲	اتریش	۰/۴۲۵	۰/۷۳۴	۰/۵۲۲
۳	آذربایجان	۰/۲۰۹	۰/۹۴۰	۰/۶۵۵
۴	بلاروس	۰/۱۷۵	۰/۴۵۱	۰/۲۸۲
۵	بلژیک	۰/۴۳۸	۰/۸۱۹	۰/۴۹۱
۶	برزیل	۰/۱۸۲	۰/۲۷۷	۰/۲۱۸
۷	بلغارستان	۰/۲۸۱	۰/۴۴۶	۰/۳۸۲
۸	کلمبیا	۰/۶۹۲	۰/۸۵۴	۰/۶۹۰
۹	کاستاریکا	۰/۲۸۳	۰/۴۰۱	۰/۳۵۲
۱۰	قبرس	۰/۹۵۹	۰/۹۳۰	۰/۹۶۳
۱۱	جمهوری چک	۰/۲۹۸	۰/۴۴۹	۰/۳۷۵
۱۲	دانمارک	۰/۴۳۴	۰/۷۰۴	۰/۵۲۴
۱۳	مصر	۰/۳۲۷	۰/۴۵۰	۰/۴۰۲
۱۴	استونی	۰/۳۲۵	۰/۳۳۸	۰/۳۲۷
۱۵	فنلاند	۰/۳۸۰	۰/۵۸۸	۰/۴۷۶
۱۶	فرانسه	۰/۳۸۶	۰/۵۸۷	۰/۴۵۳
۱۷	آلمان	۰/۳۹۰	۰/۷۰۲	۰/۴۸۸
۱۸	مجارستان	۰/۲۹۷	۰/۳۲۶	۰/۳۶۱
۱۹	ایسلند	۰/۳۵۶	۰/۷۱۴	۰/۵۱۶
۲۰	هند	۰/۰۵۷	۰/۱۳۲	۰/۰۸۲
۲۱	ایران	۰/۳۱۹	۰/۵۰۴	۰/۳۷۹
۲۲	ایرلند	۰/۶۱۸	۰/۵۴۵	۰/۵۸۲

۲۳	ایتالیا	۰/۵۲۲	۰/۷۵۸	۰/۶۰۸
۲۴	ژاپن	۰/۳۴۷	۰/۶۷۸	۰/۴۷۱
۲۵	قرقیزستان	۰/۱۱۷	۰/۲۲۷	۰/۱۵۹
۲۶	لتونی	۰/۳۶۹	۰/۵۵۴	۰/۴۸۵
۲۷	لیتوانی	۰/۳۵۷	۰/۵۷۲	۰/۴۲۸
۲۸	مالزی	۰/۳۳۲	۰/۴۴۴	۰/۴۰۴
۲۹	مکزیک	۰/۴۴۱	۰/۶۳۵	۰/۵۲۵
۳۰	هلند	۰/۴۳۳	۰/۷۵۵	۰/۵۶۰
۳۱	نیوزیلند	۰/۳۹۸	۰/۶۰۲	۰/۴۸۸
۳۲	نروژ	۰/۶۲۳	۰/۸۲۸	۰/۷۲۶
۳۳	پاکستان	۰/۲۰۸	۰/۲۵۷	۰/۱۷۱
۳۴	لهستان	۰/۳۶۸	۰/۵۴۸	۰/۴۵۷
۳۵	پرتقال	۰/۵۰۹	۰/۴۰۱	۰/۴۴۱
۳۶	رومانی	۰/۴۳۷	۰/۷۴۵	۰/۵۴۶
۳۷	روسیه	۰/۱۹۰	۰/۴۴۵	۰/۳۱۳
۳۸	سنگاپور	۰/۶۴۵	۱	۰/۸۸۵
۳۹	اسلوواکی	۰/۳۹۴	۰/۶۹۰	۰/۶۰۸
۴۰	اسلوونی	۰/۲۶۶	۰/۴۹۰	۰/۳۶۲
۴۱	آفریقای جنوبی	۰/۲۰۳	۰/۳۴۴	۰/۲۴۹
۴۲	اسپانیا	۰/۴۹۹	۰/۶۰۳	۰/۵۱۰
۴۳	سوئد	۰/۳۹۱	۰/۶۴۸	۰/۵۰۲
۴۴	تاجیکستان	۰/۱۸۸	۰/۲۷۷	۰/۲۷۷
۴۵	تایلند	۰/۴۱۴	۰/۶۵۷	۰/۵۵۸
۴۶	ترکیه	۰/۳۵۱	۰/۴۹۵	۰/۴۱۱
۴۷	اوکراین	۰/۰۸۸	۰/۱۸۳	۰/۱۳۷
۴۸	بریتانیا	۰/۳۷۲	۰/۶۴۸	۰/۵۵۲
۴۹	ایالات متحده	۰/۴۸۰	۰/۸۱۸	۰/۶۲۷
۵۰	اروگوئه	۰/۶۰۰	۰/۶۱۲	۰/۵۳۸
	میانگین کل	۰/۳۷۱	۰/۵۶۱	۰/۴۵۶

مأخذ: محاسبات تحقیق

پس از محاسبهٔ کارایی‌های زیست‌محیطی و اقتصادی، در مرحله بعد، با استفاده از آزمون علیت گرنجری، رابطه علیت بین این دو متغیر بررسی شده است. نتایج حاصل در جدول (۳) ارائه شده است.

نتایج حاصل از انجام این آزمون نشان می‌دهد که برای هر سه گروه از کشورها، یک رابطه علیت دوطرفه بین کارایی اقتصادی و کارایی زیست‌محیطی وجود دارد.

جدول ۳. نتایج حاصل از آزمون علیت گرنجری

فرضیه صفر	کل	کشورهای توسعه‌یافته	کشورهای در حال توسعه
کارایی اقتصادی علیت گرنجری	۵/۲۲۲	۵/۱۴۶	۳/۳۹۵
کارایی زیست‌محیطی نیست.	(۰/۰۰۵۷)	(۰/۰۴۳۰)	(۰/۰۳۵۵)
کارایی زیست‌محیطی علیت گرنجری	۵/۰۴۹	۵/۵۳۰	۳/۴۴۸
کارایی اقتصادی نیست.	(۰/۰۰۶۸)	(۰/۰۱۷۴)	(۰/۰۳۷۶)

مأخذ: محاسبات تحقیق

در ادامه، برای بررسی چگونگی تأثیر متغیرهای کارایی اقتصادی و کارایی زیست‌محیطی بر یکدیگر از سیستم معادلات همزمان استفاده شده است. پیش از برآورد معادلات همزمان، باید شناسایی مدل مورد بررسی قرار گیرد. اگر هریک از معادلات در یک سیستم همزمان، دقیقاً مشخص یا بیش از حد مشخص باشند، می‌توان مدل را با روش حداقل مربعات دو مرحله‌ای (2SLS)[1] برآورد کرد. در غیر این صورت نمی‌توان ضرایب معادلات ساختاری را تخمین زد. براساس شرط درجه‌ای، اگر در هریک از معادلات، تعداد متغیرهای برون‌زای موجود در مدل ولی خارج از معادله موردنظر، بزرگ‌تر یا مساوی با تعداد متغیرهای درون‌زای موجود در آن معادله منهای یک باشد، معادله مشخص بوده و می‌توان ضرایب آن را برآورد کرد، وگرنه معادله نامشخص و غیر قابل برآورد است.

حال در معادله اول از رابطه ۹، ۲ متغیر درون‌زای کارایی زیست‌محیطی و کارایی اقتصادی و نیز ۳ متغیر برون‌زای درجه باز بودن تجاری، سهم انرژی‌های فسیلی و رشد جمعیت شهرنشین وجود دارد. همچنین، در معادله دوم از رابطه ۹، ۲ متغیر درون‌زای کارایی زیست‌محیطی و اقتصادی همراه با ۳ متغیر برون‌زای رشد سرمایه، رشد نیروی کار و رشد مخارج آموزشی دولت وجود دارد. بنابراین، در کل سیستم، ۲ متغیر درون‌زا و ۶ متغیر برون‌زا وجود دارد که متغیرهای درون‌زا در هر دو معادله مشترک‌اند.

با توجه به اینکه در معادله اول، ۳ متغیر از ۶ متغیر برون‌زای مدل حضور ندارند. بنابراین، تعداد متغیرهای برون‌زای موجود در مدل ولی خارج از معادله اول، بزرگ‌تر از تعداد متغیرهای درون‌زای موجود در معادله اول منهای یک است، یعنی ۳>۱-۲. بنابراین، شرط درجه‌ای برای شناسایی معادله اول برقرار است. به همین ترتیب در معادله دوم نیز ۳ متغیر از ۶ متغیر برون‌زای مدل، حضور ندارند. بنابراین، تعداد متغیرهای برون‌زای

1. Two-Stage Least Squares (2SLS)

موجود در مدل ولی خارج از معادله دوم، بزرگ‌تر از تعداد متغیرهای درون‌زای موجود در معادله دوم منهای یک است. بنابراین، شرط درجه‌ای برای شناسایی معادله دوم نیز برقرار می‌باشد.

بنابراین، معادلات مشخص است و می‌توان آنها را از طریق روش 2SLS برآورد کرد. نتایج حاصل در جدول‌های (۴) و (۵) ارائه شده است.

جدول ۴. نتایج حاصل از برآورد مدل (معادله کارایی زیست‌محیطی)

متغیر	کل	کشورهای توسعه‌یافته	کشورهای در حال توسعه
کارایی اقتصادی	۰/۳۶۲ (۰/۰۲۶۶)	۰/۲۶۸ (۰/۰۱۵۲)	۰/۳۷۷ (۰/۰۰۰۰)
درجه باز بودن تجاری	۰/۰۰۷ (۰/۰۰۰۰)	۰/۰۰۹ (۰/۰۰۲۳)	۰/۰۰۸ (۰/۰۰۰۰)
سهم انرژی‌های فسیلی	-/۰۰۲ (۰/۰۰۰۰)	-۰/۰۰۱ (۰/۰۰۴۲)	-۰/۰۰۱ (۰/۰۱۱۱)
رشد جمعیت شهرنشین	-۳/۶۳۳ (۰/۰۰۰۰)	۱/۵۸۴ (۰/۰۹۳۵)	-۳/۱۲۰ (۰/۰۰۰۰)

مأخذ: محاسبات تحقیق

جدول ۵. نتایج حاصل از برآورد مدل (معادله کارایی اقتصادی)

متغیر	کل	کشورهای توسعه‌یافته	کشورهای در حال توسعه
کارایی زیست‌محیطی	۰/۳۷۸ (۰/۰۱۰۴)	۰/۴۷۷ (۰/۰۷۴۰)	۰/۲۶۰ (۰/۰۱۴۷)
مجذور کارایی زیست‌محیطی	۰/۵۶۹ (۰/۶۹۳۵)	۹/۱۴۱ (۰/۳۸۳۶)	-۰/۲۰۸ (۰/۰۲۸۳)
رشد سرمایه	۰/۰۲۳ (۰/۰۰۰۶)	۰/۰۳۶ (۰/۰۰۱۰)	۰/۱۰۱ (۰/۰۹۳۷)
رشد نیروی کار	۱/۰۰۱ (۰/۰۴۵۱)	۷/۴۲۷ (۰/۰۰۷۰)	۳/۷۸۷ (۰/۰۸۰۸)
رشد مخارج آموزشی دولت	۰/۰۰۷ (۰/۰۰۲۲)	۰/۰۵۹ (۰/۰۸۱۶)	۰/۰۲۰ (۰/۰۳۴۶)

مأخذ: محاسبات تحقیق

با توجه به نتایج حاصل از برآورد معادله کارایی زیست‌محیطی که در جدول (۴) گزارش شده است، در دورهٔ زمانی ۲۰۱۲-۲۰۰۲م، ضریب کارایی اقتصادی برای هر سه دسته از کشورهای در حال توسعه، توسعه‌یافته و کل کشورهای منتخب مثبت و در فاصله اطمینان ۹۵ درصد معنادار است. می‌توان چنین نتیجه گرفت که در این دوره وضع مقررات و اعمال صحیح‌تر ابزارهای نظارتی سبب ایجاد انگیزه‌های اقتصادی قوی‌تر برای ترویج فعالیت‌های زیست‌محیطی و بهبود کارایی زیست‌محیطی شده است. مخصوصاً در مورد کشورهای در حال توسعه، با توجه به اینکه این کشورها از ظرفیت بالایی برای بهبود کارایی زیست‌محیطی برخوردارند، قرار گرفتن آنها در سطوح بالاتر رشد که همراه با افزایش اطلاعات و اجرای قوانین زیست‌محیطی در فرآیند تولید، استفاده از تکنولوژی‌های بهتر، بهبود عملکرد اقتصادی و افزایش کارایی اقتصادی شده، امکان افزایش نسبی کارایی زیست‌محیطی را فراهم کرده است.

همچنین، ضریب درجه باز بودن تجاری نیز مثبت و در فاصله اطمینان ۹۹ درصد معنادار است که نشان می‌دهد به دنبال آزادسازی بیشتر تجارت، در کشورهای با مزیت نسبی در صنایع آلاینده، تغییر در فن و شیوه تولید به سمت استفاده از فناوری‌های پاک و نیز در کشورهای با مزیت نسبی در صنایع پاک، ترکیب کالاهای تجاری منجر به بهبود کارایی محیط زیست شده است.

ضریب سهم انرژی‌های فسیلی بر کارایی زیست‌محیطی در هر ۳ گروه منفی و در فاصله اطمینان ۹۵ درصد معنادار بوده است. بدیهی است که مصرف انرژی‌های سنتی و سوخت‌های فسیلی، آلایندگی‌های بسیاری ایجاد می‌کند و اثرات مخربی همچون باران اسیدی، فرسایش لایه ازون و پدیده گرمایش جهانی را به همراه دارد. بخش عمده گازهای گلخانه‌ای منتشر شده در جهان به صورت گاز دی‌اکسیدکربن نیز ناشی از استفاده از سوخت‌های فسیلی است.

به علاوه، نتایج تحقیق نشان می‌دهد که برای کشورهای توسعه یافته، اثر رشد جمعیت شهری بر کارایی زیست‌محیطی مثبت و در فاصله اطمینان ۹۹ درصد معنادار بوده است، در حالی که این اثر برای کشورهای در حال توسعه منفی و معنادار به دست آمده است. وجود اثر مثبت و معنادار در کشورهای منتخب توسعه‌یافته می‌تواند بیانگر اثرات فرهنگی باشد، به گونه‌ای که فرهنگ بالاتر شهرنشینی همراه با مصرف بهینه انرژی موجب کاهش آلودگی این مناطق شده است. در حالی که در کشورهای در حال توسعه، افزایش شهرنشینی و، به دنبال آن، افزایش مصرف سرانه انرژی و استفاده بیشتر از زیرساخت‌ها و وسایل حمل‌ونقل، کارایی زیست‌محیطی را کاهش داده است.

با توجه به نتایج به دست آمده از برآورد معادله کارایی اقتصادی که در جدول (۵) ارائه شده است، ضریب کارایی زیست‌محیطی نیز برای هر ۳ گروه از کشورهای توسعه‌یافته، در حال توسعه و کل کشورهای منتخب مثبت و در فاصله اطمینان ۹۵ درصد معنادار است. مثبت بودن این ضریب به این معناست که با بهبود وضعیت تولید آلایندگی و افزایش کارایی زیست‌محیطی، کارایی اقتصادی نیز افزایش یافته است. همچنین، اجرای قوانین و مقررات زیست‌محیطی و، در نتیجه، افزایش کارایی محیط زیست، منجر به تشویق توسعه فناوری و بهبود بهره‌برداری از منابع و افزایش رقابت شرکت‌ها شده که نتیجه آنها بهبود کارایی کلی اقتصاد در کشورهای منتخب بوده است. با توجه به روند داده‌های کارایی‌های زیست‌محیطی و اقتصادی در طول دوره ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۲م برای هر یک از کشورهای مورد بررسی نیز در غالب کشورها ارتباطی مثبت بین روند کلی این دو متغیر استنباط می‌شود.

همچنین، براساس نتایج حاصل، وجود رابطه U معکوس در کل کشورهای منتخب و نیز کشورهای توسعه‌یافته رد می‌شود، ولی با توجه به ضریب منفی و معنادار متغیر مجذور کارایی زیست‌محیطی در معادله کارایی اقتصادی کشورهای در حال توسعه، می‌توان چنین استنباط کرد که رابطه U معکوس میان کارایی زیست‌محیطی و کارایی اقتصادی در کشورهای در حال توسعه وجود دارد. به عبارت دیگر، در این کشورها، کارایی زیست‌محیطی تا رسیدن به مقداری معین سبب افزایش کارایی اقتصادی شده، ولی پس از آن، افزایش کارایی زیست‌محیطی موجب کاهش کارایی اقتصادی شده است.

همچنین ضریب رشد سرمایه برای همه گروه کشورها مثبت و در فاصله اطمینان ۹۵ درصد معنادار است. به عبارتی، رشد سرمایه به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل رشد اقتصادی منجر به افزایش بهره‌وری سایر عوامل تولید و در نتیجه بهبود کارایی اقتصادی شده است.

اثر رشد نیروی کار نیز بر کارایی اقتصادی هر سه دسته از کشورهای توسعه‌یافته، در حال توسعه و کل کشورهای منتخب مثبت و در فاصله اطمینان ۹۵ درصد معنادار بوده است. به عبارت دیگر، رشد نیروی کار در کشورهای منتخب منجر به افزایش تولید حقیقی و بهبود کارایی اقتصادی شده است.

همچنین، رشد مخارج آموزشی دولت نیز بر کارایی اقتصادی اثر مثبت و معنادار داشته است. این امر نشان می‌دهد که آموزش، ظرفیت و بینش علمی، فنی و تکنولوژی مردم را برای انجام تحقیقات کاربردی، اختراع و اکتشاف افزایش داده و موجب شده است که نیروی کار خود را با تغییرات و

تحولات مداومی که در تکنولوژی کالاهای سرمایه ای ایجاد می شود تطبیق دهد و بتواند از ماشین آلات، تجهیزات و تکنولوژی‌های پیشرفته، بهتر استفاده نماید. در واقع، هر قدر نیروی کار از آموزش بیشتر و مفیدتر بهره جوید، باعث رشد و ارتقای بهره‌وری نیروی انسانی شده و افزایش در کارایی اقتصادی را به دنبال دارد.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

هدف اصلی پژوهش حاضر، بررسی ارتباط دوطرفه بین کارایی اقتصادی و کارایی زیست‌محیطی در چارچوب سیستم معادلات همزمان بوده است. برای این منظور، ابتدا با به کارگیری روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، کارایی‌های زیست‌محیطی و اقتصادی ۵۰ کشور منتخب شامل ۲۷ کشور توسعه‌یافته و ۲۳ کشور در حال توسعه شامل ایران، در دورهٔ زمانی ۲۰۱۲-۲۰۰۲م، محاسبه شد. سپس، با استفاده از آزمون علیت گرنجری و نیز تشکیل دستگاه معادلات همزمان و استفاده از روش حداقل مربعات دو مرحله‌ای (2SLS) ارتباط متقابل بین کارایی‌های زیست‌محیطی و اقتصادی بررسی گردید.

نتایج حاصل از اندازه‌گیری کارایی زیست‌محیطی نشان داد که میانگین کارایی محیط زیست کشورهای منتخب از ۰/۷۰۵ در سال ۲۰۰۲ به ۰/۷۸۱ در سال ۲۰۱۲م افزایش پیدا کرده است که بیانگر بهبود نسبی کارایی زیست‌محیطی در این دوره است. کارایی محیط زیست ایران در دورهٔ مورد بررسی، به طور متوسط، ۰/۵۷۰ بوده است و میزان آن از ۰/۶۴۷ در سال ۲۰۰۲ به ۰/۵۴۱ در سال ۲۰۱۲م کاهش پیدا کرده است. مطابق نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری کارایی اقتصادی، میانگین کارایی اقتصادی نمونهٔ مورد بررسی از ۰/۳۷۱ در سال ۲۰۰۲ به ۰/۵۶۱ در سال ۲۰۱۲م افزایش یافته است. متوسط کارایی اقتصادی ایران نیز ۰/۳۷۹ برآورد شده است، به طوری که میزان آن از ۰/۳۱۹ در سال ۲۰۰۲ به ۰/۵۰۴ در سال ۲۰۱۲م افزایش یافته است. براساس نتایج به دست آمده، کشورهای توسعه‌یافته نسبت به کشورهای در حال توسعه از کارایی‌های زیست‌محیطی و اقتصادی بالاتری برخوردار هستند. به علاوه، با انجام آزمون علیت گرنجری ، رابطه دوطرفه بین دو متغیر کارایی اقتصادی و کارایی زیست‌محیطی برای هر ۳ گروه از کشورهای منتخب مورد تأیید قرار گرفت. همچنین، نتایج حاصل از برآورد دستگاه معادلات همزمان نشان داد که در دورهٔ زمانی ۲۰۱۲-۲۰۰۲م، در هر ۳ دسته از کشورهای منتخب توسعه‌یافته، در حال توسعه و کل کشورهای منتخب، کارایی زیست‌محیطی بر کارایی اقتصادی اثر مثبت و معناداری داشته است، ولی وجود رابطه U معکوس بین

کارایی زیست‌محیطی و کارایی اقتصادی تنها برای کشورهای در حال توسعه مورد تأیید قرار گرفت. همچنین، کارایی اقتصادی اثر مثبت و معناداری بر کارایی زیست‌محیطی در کشورهای منتخب داشته است.

با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق، توصیه می‌شود که کشورها به ویژه کشورهای در حال توسعه از جمله ایران، به منظور بهبود کارایی زیست‌محیطی، به ساختارهای تولید و فناوری و به کارگیری هر چه بیشتر از فناوری‌های سازگار با محیط زیست به جای فناوری‌های مخرب و آلاینده روی آورند و بر جریان تولید و فعالیت صنایع مختلف جهت کاهش تولید آلایندگی نظارت دقیق‌تری کنند. با توجه به اینکه بخش قابل توجهی از مصرف انرژی مربوط به سوخت‌های سنتی و فسیلی است، بهینه‌سازی مصرف انرژی و افزایش استفاده از انرژی‌های نو و کمتر آلاینده در جهت افزایش کارایی زیست‌محیطی ضروری به نظر می‌رسد. همچنین، پیشنهاد می‌گردد که دولت‌ها به سمت آزادسازی تجاری بیشتر و تخصیص و استفاده کارآمدتر از منابع در جهت تخصص در مزیت‌های نسبی و نیز ایجاد مزیت‌های رقابتی حرکت کنند و با اجرای قوانین و استانداردهای سخت‌گیرانه‌ی زیست‌محیطی، فعالیت‌های بنگاه‌های صنعتی داخلی و نیز ورود کالاها و صنایع آلاینده را کنترل و روند انتشار آلودگی را مدیریت نمایند. به علاوه، توصیه می‌شود که به منظور بهبود کارایی اقتصادی، کالاهای زیست‌محیطی شناسایی شده و تولید به سمت این گروه محصولات گرایش بیشتری پیدا کند. می‌توان با وضع مقررات زیست‌محیطی نیز کشورها را به سمت تحقیق و توسعه و سرمایه‌گذاری‌های نوآورانه سوق داد. همچنین، کاهش ریسک سرمایه‌گذاری و جذب سرمایه‌گذاری‌های داخلی و خارجی در کنار آموزش نیروی انسانی و تربیت هر چه بیشتر نیروهای کار ماهر و متخصص می‌تواند منجر به رشد و ارتقای بهره‌وری و افزایش کارایی اقتصادی شود.

منابع

آماده، حمید و رضایی، علی (۱۳۹۰). "اندازه‌گیری کارایی زیست‌محیطی با استفاده از مدل کارایی سراسری ستانده مطلوب و نامطلوب تفکیک‌ناپذیر سراسری در بخش تولید انرژی الکتریکی شرکت‌های برق منطقه‌ای". *مجله مطالعات اقتصاد انرژی*. شماره ۳۰. صص ۱۵۴-۱۲۵.

امامی میبدی، علی (۱۳۷۹). *اصول اندازه‌گیری کارآیی و بهره‌وری (علمی و کاربردی)*. تهران: مؤسسه پژوهش‌های بازرگانی.

پرمن، راجر، یوما و جیمز مک گیل ری (۱۳۸۷). *اقتصاد محیط‌زیست و منابع طبیعی*. ترجمه حمیدرضا ارباب. تهران: انتشارات نشر نی. چاپ دوم.

جعفرنیا، مریم و اسماعیلی، عبدالکریم (۱۳۹۲). "به کارگیری اثرات زیست‌محیطی در تحلیل کارایی فنی؛ مطالعه موردی: واحدهای پرواربندی شهرستان شیراز". *مجله تحقیقات اقتصاد کشاورزی*. شماره ۲. صص ۱۶۴-۱۵۱.

حکیمی‌پور، نادر و هژبرکیانی، کامبیز (۱۳۸۷). "تحلیل مقایسه‌ای کارایی بخش صنایع بزرگ در استان‌های ایران با استفاده از روش تابع مرزی تصادفی". *مجله دانش و توسعه*. شماره ۲۴. صص ۱۳۸-۱۶۷.

رافعی، میثم (۱۳۸۹). *بررسی رابطه بین رشد اقتصادی و کارایی زیست‌محیطی در ایران و چند کشور منتخب*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه علامه طباطبایی. تابستان ۱۳۸۹.

شهیکی‌تاش، محمدنبی؛ رحیمی، غلامعلی و خواجه حسنی، مصطفی (۱۳۹۳). "استفاده از روش برنامه‌ریزی ریاضی و تابع فاصله جهت‌دار در راستای محاسبه کارایی زیست‌محیطی (مطالعه صنایع تولید فلزات اساسی ایران)". *مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن*. شماره ۱۱. صص ۱۲۵-۱۳۸.

عبدالهی، ناصر و فریادی، مسعود (۱۳۸۹). "چالش‌های حقوقی سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران". *مجله علوم محیطی*. شماره ۷. صص ۱۸۰-۱۴۳.

ناصرزاده، سمیه (۱۳۸۹). *ارزیابی زیست‌محیطی کارایی نیروگاه‌های حرارتی کشور با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علامه طباطبایی. تابستان ۱۳۸۹.

Banker, Rajiv; Charnes, Abraham & William Wager Cooper (1984). "Some Models for Estimating Technical and Scale Efficiencies in Data Envelopment Analysis". *Management Science*, Vol.30, No.2, PP.123-134.

Boucekkine, Raouf; Jacek Krawczyk & Thomas Vallée (2011). "Environmental quality versus economic performance: a dynamic game approach". *Optimal Control Applications and Methods.* Vol. 32. No.1. PP. 29–46.

Chen, Shiyi (2014). "Environmental pollution emissions, regional productivity growth and ecological economic development in China". *China Economic Review.* Vol. 35. PP. 1-12.

Esty, Daniel & Michael Porter (1998). "Industrial Ecology and Competitiveness, Strategic Implications for the Firm". *Journal of Industrial Ecology.* Vol.2. No.1. PP. 35-43.

Farrell, Michael, J. (1957). "The Measurement of Productive Efficiency". *Journal of Royal Statistical Society.* Vol. 120. No. 3. PP. 253-290.

Fujii, Hidemichi; Kazuyuki Iwata; Shinji Kaneko & Shunsuke Managi (2012). "Corporate environmental and economic performances of Japanese manufacturing firms: Empirical study for sustainable development". *Business Strategy and the Environment*. Vol. 22. No. 3. PP. 187-201.

Graham, Mary (2004). *Environmental Efficiency Meaning and Measurement and Application to Australian Dairy Farms*. Presented at the 48th Annual AARES Conference, Melbourne, Victoria. February.

Halicioglu, Ferda (2009). "An Econometric Study of CO2 Emissions, Energy Consumption, Income and Foreign Trade in Turkey". *Energy Policy*. Vol. 37. PP. 64-156.

Horváthová, Eva (2012). "The impact of environmental performance on firm performance: Short-term costs and long-term benefits?" *Ecological Economics.* Vol. 84. PP. 91–97.

Korhonen, Pekka J. & Mikulas Luptacik (2004). "Eco-efficiency analysis of power plants: Anextension of data envelopment analysis". *European Journal of Operational Research.* Vol. 154. No. 2. PP. 437-446.

Kumar, Surender & Madhu Khanna (2009). "Measurement of Environmental Efficiency and Productivity: A Cross-country Analysis". *Environment and Development Economics.* Vol. 14. PP. 473-495.

Maddison, Angus (2001). *The Word Ecnomy, a Millennial Perspective*. Development Centre Studies. OECD, Paris**.**

Nishitani, Kimitaka (2011). "An Empirical Analysis of the Effects on Firms' Economic Performance of Implementing Environmental Management Systems". *Environmental and Resource Economics.* Vol. 48. No. 4. PP. 569-586.

Nishitani, Kimitaka; Shinji Kaneko; Hidemichi Fujii & Satoru Komatsu (2011). "Effects of the reduction of pollution emissions on the economic performance of firms: an empirical analysis focusing on demand and productivity". *Journal of Cleaner Production.* Vol. 19. No. 17-18. PP. 1956-1964.

Porter, Michael (1991). "America's Green Strategy". *Scientific American.* No. 4. PP. 96.

Porter, Michael & Claas Vander Linde (1995). "Toward a New Conception of the Environmental Competitiveness Relationship". *Journal of Economic Perspectives.* Vol.9. No. 4. PP. 97-118.

Reinhard, Stijn; Knox Lovell, C.A. & Geert Thijssen (1999). "Econometric Estimation of Technical and Environmental Efficiency: An Application to Dutch Dairy Farms". *American Journal of Agricultural Economics.* Vol. 81. PP. 44-60.

Rajarshi, Majumder (2010). "Environmental Costs of Industrialisation: A Study of Durgapur Region in West Bengal". (jointly with Sk Samim Ferdows) *Rabindra Bharati University Journal of Economics.* Vol. IV. March.

Schaltegger, Stefan & Terje Synnestvedt (2002). "The Link between Green and Economic Success. Environmental Management as the Crucial Trigger between Environmental and Economic Performance". *Journal of Environmental Management.* Vol. 65. PP. 339-346.

Schmidheiny, Stephan (1992). *Changing Course: A Global Business Perspective on Development and the Environment.* MIT Press: Palatino and Cambridge.

Sorvari, Jaana; Petri Porvari & Sirkka Koskela (2011). "Survey on the Environmental Efficiency Assessment Methods and Indicators". MMEA Research Report nr D2.1.1. HELSINKI.

Wagner, Marcus (2000). *The relationship between environmental and economic performance of firms.* Paper Presented at the Second POSTI Meeting in Collaboration with the ESST Annual Scientific Conference. 27–28 May. BETA. Universite´ Louis Pasteur, Strasbourg.

——— (2001). *A review of empirical studies concerning the relationship between environmental and economic performance of firms: what does the evidence tell us*?. University of Lueneburg. Centre for Sustainability Management. Lueneburg.

——— (2005). "How to reconcile environmental and economic performance to improve corporate sustainability: corporate environmental strategies in the European paper Indus". *Journal of Environmental Management.* Vol.76. No. 2. PP. 105–118

Yang, Hongliang and Michael Pollit (2007). *Distinguish Weak and Strong Disposability among Undesirable Outputs in DEA: The Example of the Environmental Efficiency of Chinese Coal.* Fired power plants. Working Paper. No. CWPE0741 and EPRG 0717. Cambridge University. UK.

Ytterhus, B. E. & Sjaker, O. C. (1998). *The Grip Barometeret; a mapping of environmental adaptation in the manufacture of furniture, building and construction, banking and insurance, advertising, tourism and the wholesale and retail trade*. Oslo: The Norwegian School of Management and GRIP.