فصلنامه علوم محیطی، دوره نوزدهم، شماره ۳، پائیز ۱۴۰۰

۱۷۷-۱۹۲

پایداری بهره‌وری عامل های تولید در کشورهای منطقه منا با تأکید بر ردپای اکولوژیکی

فاطمه فتحی * و عفت قربانیان

گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۰۹

فتحی، ف. و ع. قربانیان. ۱۴۰۰. پایداری بهره‌وری عامل های تولید در کشورهای منطقه منا با تأکید بر ردپای اکولوژیکی. فصلنامه علوم محیطی. ۱۹(۳):۱۷۷-۱۹۲

سابقه و هدف: توسعه پایدار، توسعه منابع، محیط زیست و اقتصاد را در بر می‌گیرد ولی در قرن حاضر تخریب گسترده محیط‌زیست و کاهش سریع منابع طبیعی بر رشد اقتصادی، رفاه اجتماعی و بهبود سلامت انسان تأثیر گذاشته است. جهت بررسی اثر این منابع بر توسعه پایدار در مطالعات مختلف، تولید ناخالص داخلی را به‌عنوان خروجی بهره‌وری کل عامل‌های تولید سنتی درنظر گرفته‌اند اما توسعه پایدار نه تنها به رشد تولید ناخالص داخلی بلکه به بهبود رفاه انسانی نیز وابسته است. از این رو سنجه توسعه انسانی از نظر مفهومی و معنایی منعکس‌کننده سنجه کاملی برای توسعه پایدار است و مزیت‌های بیشتری در مقایسه با تولید ناخالص داخلی دارد. سنجه ردپای اکولوژیکی نیز میزان فشار بر محیط‌زیست را اندازه گیری می‌کند که به‌عنوان عامل اثرگذار بر توسعه پایدار نقش دارد. این مقاله در تلاش است تا محدودیت‌های تولید ناخالص داخلی به‌عنوان خروجی و انرژی به‌عنوان ورودی توسعه پایدار را رفع نماید. از این‌رو، با درنظر گرفتن ردپای اکولوژیکی به‌عنوان سنجه ارزیابی محیط‌زیست و سنجه توسعه انسانی به‌عنوان سنجه خروجی در بهره‌وری کل عامل‌های تولید، سنجه جدید برای بازتاب توسعه پایدار با نام بهره‌وری کل عامل‌های تولید پایدار ارائه گردید.

مواد و روش‌ها: در این مقاله، سنجه‌های ردپای اکولوژیکی و توسعه انسانی با بهره‌وری کل عامل‌های تولید ترکیب و در چارچوب جدید بهره‌وری کل عامل‌های تولید پایدار مورد استفاده قرار گرفت. از روش مالم کوئیست[۵] برای محاسبه تغییرات بهره‌وری کل عامل‌های تولید پایدار در کشورهای منطقه منا طی سال‌های ۱۹۹۵ - ۲۰۱۶ استفاده شد و جهت بررسی روند همگرایی از آزمون همگرایی سیگما استفاده شد. سنجه مالم کوئست پایدار، به تغییر کارایی و فنی پایدار تجزیه شد. اگر بازده متغیر نسبت به مقیاس فرض شود، کارایی فنی پایدار نیز به تغییر کارایی خالص و تغییر مقیاس پایدار تفکیک شد.

نتایج و بحث: به‌طور کلی، متوسط بهره‌وری کل عامل‌های تولید سالانه در کشورهای منطقه منا ۰/۹۸ است که ناشی از ردپای اکولوژیکی، نیروی‌کار و سرمایه به‌عنوان فاکتورهای ورودی و سنجه توسعه انسانی به‌عنوان خروجی است. به غیر از بحرین و ترکیه، همه کشورها تأکید بسیار کمتری بر توسعه پایدار دارند. بحرین با داشتن بالاترین میانگین مالم کوئیست پایدار در رتبه اول و ترکیه در رده دوم قرار دارد. دلیل این امر را به افزایش ۷۵ درصدی سرمایه در کشور بحرین می‌توان نسبت داد. با تجزیه میانگین مالم کوئیست پایدار به میانگین مقدار کارایی

* Corresponding Author: *Email Address*: f.fathi@shirazu.ac.ir
http://dx.doi.org/10.52547/ENVS.2021.36910

فنی پایدار نشان داد که تغییر فناوری پایدار رشد نداشته است. کارایی فنی خالص و مقیاس نشان داد که کارایی فنی خالص پایدار بهبود داشته ولی کارایی مقیاس بهبود نیافته باشد. کشورهای گروه با سنجه توسعه انسانی بسیار بالا و متوسط، کارایی فنی پایدار بالاتر از کشورهای گروه با سنجه توسعه انسانی بالا و پایین را دارند، که نشان می‌دهد کشورهای توسعه یافته‌تر از نظر کارایی فنی پایدار وضعیت بهتری دارند. کشورهای گروه با سنجه توسعه انسانی بسیار بالا، دارای مقدار کارایی فنی خالص متوسط ۱ هستند و کشورهای در حال توسعه شکاف توسعه پایدار بیشتری دارند. همگرایی سیگما کشورهای گروه با سنجه توسعه انسانی بالا شامل ایران، کمترین و حداقل نوسان را نشان می‌دهد که بیانگر شکاف متعادل در توسعه پایدار بین کشورهای کم و به‌نسبت توسعه‌یافته می‌باشد. اما در گروه کشورهای با سنجه توسعه انسانی بسیار بالا و متوسط همگرایی سیگما به‌طور گسترده‌ای در نوسان است که بیانگر عدم پایداری توسعه در این گروه کشورها می‌باشد.

نتیجه گیری: انواع مختلف کشورها باید مسیرهای مختلفی را برای دست‌یابی به توسعه پایدار مثبت انتخاب کنند. بهره‌وری کل عامل‌های تولید پایدار کشورهای منا با توجه به سطح‌های مختلف اقتصادی و سطح حفاظت از محیط زیست متفاوت است، بنابراین تدوین سیاست‌های متمایز جهت توسعه پایدار یک ضرورت است. برای دست‌یابی به توسعه پایدار باید کارایی فنی را ارتقاء داد. ترویج فناوری پایدار نقشی اساسی در توسعه پایدار دارد. سیاست‌گذاران باید به تحقیق و توسعه فناوری‌های پایدار و افزایش آگاهی کارآفرینان درباره حفاظت از محیط زیست بپردازند.

واژه‌های کلیدی: توسعه پایدار، ردپای اکولوژیکی، سنجه مالم کوئیست، سنجه توسعه انسانی

مقدمه

امروزه دست‌یابی به رشد و توسعه پایدار از مبحث‌های عمده کشورها، بویژه کشورهای در حال توسعه است، این در حالی است که طی سال‌های اخیر جهت دست‌یابی به توسعه پایدار، تخریب محیط زیست رخ داده است. تخریب محیط‌زیست و تسریع در کاهش منابع طبیعی بر رشد اقتصادی، رفاه اجتماعی و سلامت انسان‌ها نیز اثرهای منفی جدی به جا گذاشته است. توسعه اقتصادی به بهای تخریب محیط‌زیست نه تنها نمی‌تواند موجب بهبود مؤلفه‌های اقتصادی توسعه پایدار مانند رفاه اجتماعی، سلامت و غیره شود بلکه موجب افول آن‌ها نیز خواهد شد (Mirshogaeian Hoseini, 2011). روند تخریب محیط‌زیست در بستر رشد اقتصادی، به تهدید جدی برای توسعه پایدار کشورها تبدیل شده است به نحوی که بسیاری از کشورها به دنبال ارتقای سیاست‌ها برای دست‌یابی به توسعه پایدار هستند و انتظار می‌رود در آینده‌ای نه‌چندان دور اقتصاد پایدار به‌عنوان الگوی جدید برای اقتصاد جهانی مطرح شود. نمونه‌ای از این تلاش‌ها "توافق‌نامه جدید سبز"[۱] در ایالات متحده و "استراتژی توسعه پایدار"[۲] در ژاپن است که با هدف رشد اقتصادی در بستر حفظ محیط‌زیست تدوین شده است (Yue *et al*., 2019).

برای ارزیابی سیاست‌های توسعه پایدار سنجه‌های مختلفی مانند سنجه رشد اقتصادی، نرخ تورم، نرخ بیکاری و ضریب نابرابری درآمد معرفی شده است اما هیچ یک به تنهایی نمی‌توانند توسعه پایدار را نشان دهند و تلاش‌های علمی برای طراحی سنجه‌های جامع‌تر ادامه دارد. یکی از سنجه‌های نوین معرفی شده "سنجه بهره‌وری عامل‌های تولید"[۳] (TFP) است که با محاسبه آن می‌توان به واقعیت‌های نظام اقتصادی پی برد و با استفاده از آن نحوه تغییر در تکنولوژی یا کارایی استفاده از عامل‌های تولید در کل اقتصاد را شناسایی کرد تا حرکت در جهت توسعه پایدار مشخص شود. بهره‌وری کلی عامل‌ها را هر ساله کشورها و سازمان‌های ملی و بین‌المللی در سطح‌های مختلف اقتصاد جهت بررسی رشد پایدار مورد سنجش قرار می‌دهند (Yue *et al*., 2017) که به‌طور عموم عامل‌های اثر گذار بر رشد اقتصادی را سرمایه فیزیکی و سرمایه انسانی درنظر می‌گیرند. هرچند محققان انرژی را به‌عنوان سرمایه طبیعی در کنار سرمایه فیزیکی و سرمایه انسانی (نیروی‌کار)، به‌عنوان عامل اثرگذار بر رشد اقتصادی در نظر گرفته و سپس به محاسبه TFP پرداخته‌اند (Du *et al*., 2014; Li and Lin, 2015; Liu *et al*., 2018; Noroozi *et al*., 2018; Song *et al*.,

(2018;Yazdani *et al*., 2018; Song *et al*., 2019). همچنین فاکتورهای محیط زیستی چون سنجه آلودگی CO_2، NO_X و SO_X را در چارچوب TFP برای محاسبه بهره‌وری در کشورهای مختلف از جمله ایران استفاده شده است (Du *et al*., 2014; Rusiawan *et al*., 2015; Kargar and Esmaeili, 2017; Shahbazi, 2019) اما تأثیر این عامل‌ها بر رشد تولید ناخالص ملی به تنهایی پاسخگوی بررسی توسعه پایدار نخواهد بود و اگر چه این مطالعات، توسعه پایدار را تا حدی تبیین نموده‌اند، اما استفاده از این سنجه‌ها همچنان کاستی‌هایی دارد، از جمله اینکه انرژی به تنهایی برای متغیر منابع طبیعی درنظر گرفته شده است. این در حالی است که منابع طبیعی فراتر بوده و منابعی مانند آب، زمین و جنگل‌ها می‌باشد (Yue *et al*., 2017; Hu *et al*., 2018)، بنابراین لازم است از سنجه جامع‌تری مانند ردپای اکولوژیک (EF)[۴] استفاده کرد.

سنجه ردپای اکولوژیک به‌عنوان یک متغیر محیط زیستی، سنجه جامعی محسوب می‌شود که می‌تواند فشار بر منابع طبیعی را اندازه‌گیری نماید و فهرست کاملی از چگونگی مصرف منابع طبیعی همچون آب، زمین‌های زیرکشت، جنگل‌ها، چمنزارها، مرتع‌ها و زمین‌ها را برای هر کشور به‌خوبی نشان می‌دهد. در سال‌های اخیر از این سنجه جهت ارزیابی پایداری محیط زیستی و کارایی اکولوژیکی استفاده شده است (Fu *et al*., 2015; Fakher and Shaygani, 2018; Fakher, 2019; Naqvi *et al*., 2021). مطالعاتی از جمله He *et al*. (2016) بهره‌وری عامل‌های تولید در چین را با استفاده از ردپای اکولوژیکی به‌عنوان ورودی در چارچوب آنالیز DEA[۵] مورد مطالعه قرار دادند و Molaei and Besharat (2015) نیز اثر ردپای اکولوژیکی را با رشد اقتصادی ایران و Fakher and Abedi, (2017) برای کشورهای درحال توسعه را مورد آزمون قرار دادند و این اثر را مثبت ارزیابی کردند.

تولید ناخالص داخلی (GDP)[۶] یا درآمد سرانه نیز جهت بررسی توسعه پایدار کافی نخواهد بود (Molaei and Hu and Wang, 2006; Fu *et al*., Besharart, 2015; 2015) چرا که توسعه پایدار نه تنها به رشد تولید ناخالص داخلی بلکه به عامل‌های دیگری از جمله بهبود رفاه اجتماعی نیز وابسته است که در این زمینه نیاز به استفاده از سنجه کامل و جامع‌تری است که همه ابعاد توسعه را در برداشته باشد. سنجه توسعه انسانی[۷] (HDI) به‌عنوان یک سنجه کامل و جامع قابل استناد خواهد بود. این سنجه یک استاندارد آماری برای اندازه‌گیری میزان پیشرفت اجتماعی و اقتصادی کشورهاست و در آن کشورها از نظر سنجه‌های آموزشی، بهداشتی، اقتصادی، اجتماعی، محیط زیستی، سیاسی و غیره مورد مقایسه قرار می‌گیرند. بنابراین این سنجه جهت مطالعه توسعه پایدار، اطلاعات کامل‌تری نسبت به تولید ناخالص ملی ارائه می‌کند (Klugman *et al*., 2011).

با توجه به مطالب بالا، در نظر گرفتن دو سنجه ردپای اکولوژیکی (ورودی) و سنجه توسعه انسانی (خروجی) در بهره‌وری کل عوامل تولید می‌تواند، مطالعه جامع‌تری از روند پایداری رشد یک کشور ارائه نماید که بکارگیری این دو عامل در بهره‌وری عوامل تولید با عنوان "بهره‌وری عوامل تولید پایدار" (STFP)[۸] اولین بار توسط Yue *et al*. (2019) ارائه شد. جهت قیاس بهره‌وری عامل‌های تولید پایدار، کشورهای حاضر در منطقه منا انتخاب شدند، چرا که کشورهای منطقه منا در منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا جای گرفته‌اند و ذخیره‌های انرژی و جایگاه ژئوپلیتیک این منطقه به‌عنوان ارتباط دهنده قاره آسیا با دو قاره اروپا و آفریقا، این منطقه را مورد توجه جهان قرار داده است. از سوی دیگر، کشورهای این منطقه به‌لحاظ اقتصادی نیروی کار، سرمایه و منابع طبیعی یا به عبارت دیگر سرمایه متفاوت می‌باشند. توسعه اقتصادی برخی از این کشورهای منطقه نیز وابسته به استخراج منابع طبیعی و یا کشاورزی است (Mirshogaeian Hoseini, 2011). بنابراین ارزیابی وضعیت توسعه پایدار کشورهای این

منطقه می‌تواند از جهت‌های مختلف چون تنظیم سیاست‌های بلند مدت جهت کسب رشد و توسعه پایدار مناسب باشد. از این‌رو هدف مطالعه کنونی تعیین وضعیت کشورهای منطقه منا در زمینه توسعه پایدار با استفاده از STFP است تا ضمن تعیین جایگاه هر کشور در توسعه پایدار به اهمیت هر یک از فاکتورهای اثرگذار بر بهره‌وری از جمله پیشرفت تکنولوژی و کارایی عامل‌های تولید در این کشورها پرداخته شود و به این سؤال نیز پاسخ دهد که آیا بهره‌وری پایدار کل عامل‌های تولید در منطقه منا به سمت همگرایی پیش خواهند رفت یا خیر.

مواد و روش‌ها

برای محاسبه و اندازه‌گیری STFP که معیاری برای سنجش درجه توسعه پایدار کشورهای مورد مطالعه است، از سنجه مالم‌کوئیست[9] استفاده شد. این سنجه در ابتدا توسط اقتصاددان سوئدی Malmquist در سال ۱۹۵۳ برای مطالعه تغییرات مصرف برای دوره‌های مختلف پیشنهاد شد. در ادامه Caves *et al*. (1982) و Fare *et al*. (1994) سنجه بهره‌وری پیشنهادی وی را با DEA برای اندازه‌گیری تغییرات TFP پیشنهاد کردند. به تبعیت از روش Fare *et al*. (1994)، در این مطالعه مجموعه امکانات تولید به‌صورت زیر تعریف شد:

$$S^t = \{(x^t, h^t)\} \qquad (۱)$$

در رابطه بالا x، متغیر ورودی است که در این مطالعه شامل نیروی کار، سرمایه و ردپای اکولوژیکی (EF) است. همچنین h نشان‌دهنده‌ی خروجی است که سنجه توسعه انسانی (HDI) به‌عنوان h در نظر گرفته شد. سنجه مالم‌کوئیست پایدار (SM[10]) براساس نسبت تغییرات کارایی در دوره‌های مختلف، به‌عنوان معیار تغییر در STFP درنظر گرفته شد.(Malmquist, 1953) :

$$SM_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \left[\left(\frac{SD_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{SD_0^t(x^t, y^t)}\right) \times \left(\frac{SD_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{SD_0^{t+1}(x^t, y^t)}\right)\right]^{1/2} \qquad (۲)$$

در رابطه (۲)، عبارت $SM_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t)$ نشان دهنده STFP در نقطه تولید (x^{t+1}, y^{t+1}) در زمان t+1 نسبت به نقطه تولید (x^t, y^t) در زمان t است. مقدار بزرگتر از یک برای SM_0 نشان دهنده روند افزایشیSTFP از دوره t به دوره تولیدی t+1 است و برعکس مقدار کوچکتر از یک SM_0 بیان‌کننده روند کاهشی STFP است. SM_0 در رابطه (۲) در حقیقت یک میانگین هندسی از دو سنجه است که سنجه اول نماینده تکنولوژی استفاده شده در دوره t و سنجه دوم نیز نماینده تکنولوژی مورد استفاده در دوره t+1 است. دو عبارتِ $SD_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})$ و $SD_0^t(x^t, y^t)$، توابع فاصله از سطح توسعه پایدار[8] در دوره زمانی t+1 و t با توجه به تکنولوژی تولید مرزی در زمان t است. به‌طور مشابه عبارتِ $SD_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$ و $SD_0^{t+1}(x^t, y^t)$، توابع فاصله از سطح توسعه پایدار به‌ترتیب در دوره t+1 و t با توجه به تکنولوژی تولید مرزی استفاده شده در زمان t+1 است.

براساس نظر Fare *et al*. (1994) سنجه مالم‌کوئیست را می‌توان به دو گروه تغییر کارائی فنی پایدار[11] (SEC) و تغییر تکنولوژی پایدار[12](STC) تقسیم کرد. SEC در حقیقت سنجه کارائی فنی از دوره t نسبت به دوره t+1 در شرایط بازده ثابت نسبت به مقیاس[13] (CRS) است. این سنجه فاصله تولید واقعی از حداکثر تولید پتانسیل را نشان می‌دهد. این سنجه را می‌توان به دو زیر سنجه تغییر کارائی فنی محض پایدار[14] (SPEC) و تغییر کارائی فنی مقیاس پایدار[15] (SSEC) تجزیه کرد. STC سنجه‌ای است که تغییر در تکنولوژی تولید مرزی از دوره t به دوره t+1 را با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس مشخص می‌کند. مقادیر کمتر از یک نشان‌دهنده کاهش کارایی است، بنابراین توسعه پایدار در رابطه (۳) را می‌توان براساس رابطه کارایی فنی محض، کارایی فنی مقیاس و تغییر تکنولوژی نوشت:

$$SM_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = \text{SEC} \times STC = SPEC \times SSEC \times STC \qquad (۳)$$

چهار مسئله برنامه‌ریزی خطی برای حل چهار SD مورد استفاده در رابطه (۲) استفاده می‌شود (Yue *et al*., 2019):

$$(SD_0^t(x^{k,t}, y^{k,t}))^{-1} = max\theta^k \quad (۴)$$

$$\text{St. } \theta^k h^{k,t} \leq \sum_{k=1}^{k} z^{k,t} h^{k,t} \; ; \; x_n^{k,t} \geq \sum_{k=1}^{k} z^{k,t} x_n^{k,t}; z^{k,t} \geq 0$$

$$(SD_0^{t+1}(x^{k,t}, y^{k,t}))^{-1} = max\theta^k \quad (۵)$$

$$\text{St. } \theta^k h^{k,t} \leq \sum_{k=1}^{k} z^{k,t} h^{k+1,t+1} \; ; \; x_n^{k,t} \geq \sum_{k=1}^{k} z^{k,t+1} x_n^{k,t+1}; z^{k,t+1} \geq 0$$

$$(SD_0^{t}(x^{k,t+1}, y^{k,t+1}))^{-1} = max\theta^k \quad (۶)$$

$$\text{St. } \theta^k h^{k,t+1} \leq \sum_{k=1}^{k} z^{k,t} h^{k,t} \; ; \; x_n^{k,t+1} \geq \sum_{k=1}^{k} z^{k,t} x_n^{k,t}; z^{k,t} \geq 0$$

$$(SD_0^{t+1}(x^{k,t+1}, y^{k,t+1}))^{-1} = max\theta^k \quad (۷)$$

St.

$$\theta^k h^{k,t+1} \leq \sum_{k=1}^{k} z^{k,t+1} h^{k,t+1} \; ; \; x_n^{k,t+1} \geq \sum_{k=1}^{k} z^{k,t+1} x_n^{k,t+1}; z^{k,t+1} \geq 0$$

اندیس‌ها در این روابط عبارتند از K=1, … , 17، کشورهای منطقه‌ی منا و n=1,2,3، متغیر ورودی که سرمایه، نیروی کار و ردپای اکولوژیکی را شامل می‌شود و t=1, … , 22 دوره زمانی از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۶ است. کشورهای اردن، الجزایر، مصر، بحرین، ایران، رژیم صهیونیستی، لبنان، مالاوی، مالزی، مراکش، عمان، قطر، تونس، امارات، عربستان، ترکیه و مالت در مطالعه درنظر گرفته شده اند. θ یک عدد است و نشان‌دهنده بهره‌وری فنی پایدار است. $z^{k,t}$ نشان‌دهنده وزن کشور kام در دوره t است. سنجه تحلیل پوششی - مالم‌کوئیست تغییر در STFP و همچنین تحلیل توسعه پایدار در کشورهای مختلف است و زمینه واقعی‌تر را برای تحلیل توسعه پایدار فراهم می‌کند. داده‌های مورد نیاز شامل نهاده ورودی نیروی کار و سرمایه از سایت بانک جهانی برای ۱۷ کشور مورد مطالعه، استفاده و اطلاعات ردپای اکولوژیکی و توان زیستی این کشورها از سایت شبکه جهانی ردپای اکولوژیکی[۱۶] (GFN) دریافت شد. اطلاعات سنجه توسعه انسانی (HDI) نیز براساس گزارش توسعه انسانی جمع‌آوری شد.

نرخ توسعه STFP از لحاظ وضعیت و روند برای کشورهای مختلف یکسان نخواهد بود و در این حالت این سؤال مطرح است که این تفاوت و فاصله در طی زمان تغییر خواهد کرد و آیا گرایش به همگرایی وجود دارد. برای تحلیل همگرایی از آزمون‌های مختلفی می‌توان استفاده کرد که در این مطالعه از آزمون همگرایی سیگما استفاده شد (Yue *et al*., 2019):

$$\sigma_t = \left\{ (N-1)^{-1} \sum_{i=1}^{N} \left[STFP(t)_i - \left(N^{-1} \sum_{i=1}^{N} STFP_i(t) \right) \right]^2 \right\}^{1/2} \quad (۸)$$

در رابطه‌ی بالا $STFP_i(t)$ مقدار این فاکتور در سال tام برای کشور iام را نشان می‌دهد و N تعداد نمونه است. اگر مقدار سیگما در رابطه (۸)، در طی زمان کاهش یابد، شواهدی از همگرایی تقویت و در غیر این صورت همگرایی ضعیف خواهد بود.

نتایج و بحث

آمار توصیفی مربوط به داده‌های جمع‌آوری شده ۱۷ کشور منطقه منا برای دوره زمانی ۱۹۹۵ - ۲۰۱۶ در جدول نشان داده شده است. متغیر خروجی (سنجه توسعه انسانی) با کمترین مقـدار ۰/۳۶ و بیشترین ۰/۹ مـی‌باشد. متغیرهای ورودی برای تعیین بهره‌وری عامل‌های تولید پایدار شامل ردپای اکولوژیکی، سرمایه و نیروی کار است. ردپای اکولوژیکی با میانگین ۴/۷ و دارای حداقل ۰/۶۲ و حداکثر ۱۶/۹۶ هکتار می‌باشد. بیشترین مقدار سرمایه ۳۲۶۴/۱۲ و کمترین آن ۲/۰۱ صد میلیون دلار و بیشترین مقدار نیروی-کار ۳۰۸۶/۰۵ و کمترین آن ۱۴/۴۸ده‌هزار نفر می‌باشد.

جدول ۱- آمار توصیفی متغیرهای ورودی و خروجی در تحلیل کارایی
Table 1. The descriptive statistics of variables

شاخص Index	متغیر Variable	واحد Units	تعداد مشاهده Observation	میانگین Mean	انحراف معیار Std. Dev	حداقل Min	حداکثر Max
خروجی Output	سنجه توسعه انسانی Human Development Index	بدون واحد Null	374	0.72	0.11	0.36	0.90
ورودی Input	ردپای اکولوژیکی Ecological Footprint	هکتار جهانی Global hectare	374	4.7	3.7	0.62	16.96
	سرمایه Capital	۱۰۰ میلیون دلار 100 million US dollar	374	397.17	510.15	2.01	3264.12
	نیروی کار Labor force	۱۰هزار نفر 10,000 Employees	374	777.98	821.86	14.48	3086.05

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جهت مقایسه، کشورهای منطقه منا براساس سنجه HDI به چهار دسته تقسیم شدند که شامل کشورهایی با سنجه توسعه انسانی بسیار بالا، بالا، متوسط و پایین می‌باشند که در جدول ۲ کشورهای هر دسته ارائه شده است. کشور ایران، الجزایر، تونس، لبنان و اردن در دسته دوم جای گرفته‌اند که سنجه توسعه انسانی بین ۰/۷ و ۰/۸ می‌باشد.

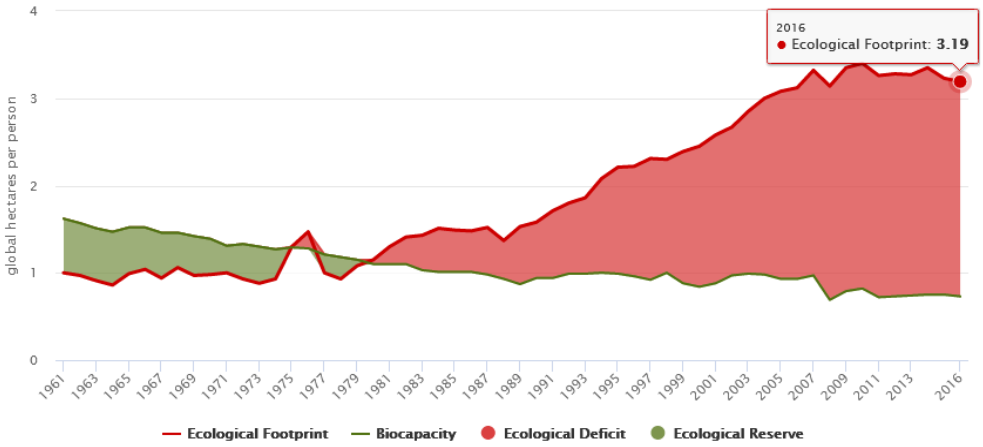
جدول ۲-طبقه‌بندی کشورهای منطقه منا براساس سنجه توسعه انسانی در سال ۲۰۱۸
Table 2. Classification of MENA countries based on human development index in 2018

دسته Group	وضعیتHDI HDI condition		کشورها (اعداد داخل پرانتز: رتبه جهانی) Countries (number in braces: global rank)
اول First	سنجه توسعه انسانی بسیار بالا Very high human development index	HDI≥ 0.8	رژیم صهیونیستی (۲۲)، مالت (۲۸)، امارات (۳۵)، عربستان (۳۶)، قطر (۴۱)، بحرین (۴۵)، عمان (۴۷)، ترکیه (۵۹)، مالزی (۶۱). Israeli (22), Malt (28), Emarat (35), Saudi Arabia (36), Qatar (41), Bahrain (45), Oman (47), Turkey (59), Malaysia (۶۱)
دوم Second	سنجه توسعه انسانی بالا High human development index	$0.7 < HDI \leq 0.8$	ایران (۶۵)، الجزایر (۸۲)، تونس (۹۱)، لبنان (۹۳)، اردن (۱۰۲) Iran (65), Algeria (82), Tunisia (91), Lebanon (93), Jordan (102)
سوم Third	سنجه توسعه انسانی متوسط Medium human development index	$0.7 \leq HDI < 0.55$	مصر (۱۱۶)، مراکش (۱۲۱) Egypt (116), Morocco (121)
چهارم Fourth	سنجه توسعه انسانی پایین Low human development index	$HDI \geq 0.55$	مالاوی (۱۷۲) Malawi (172)

مأخذ: طبقه‌بندی محققان براساس گزارش سازمان ملل متحد

Source: Classification of researchers based on UN report

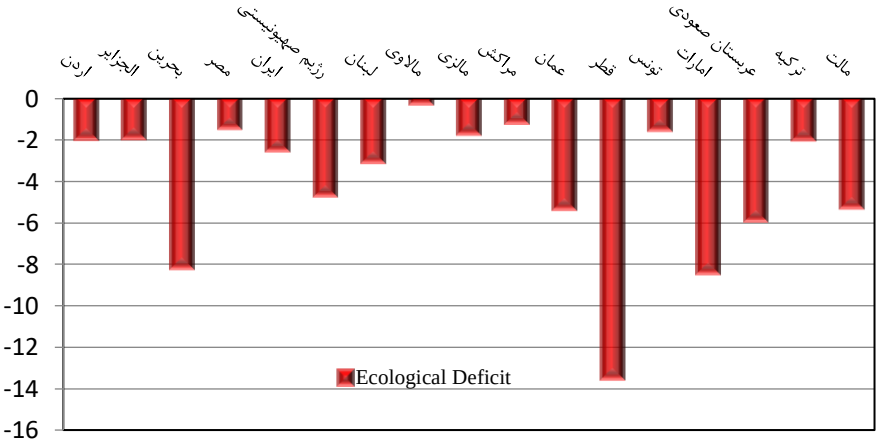
در بین کشورها، وضعیت ردپای اکولوژیکی و توان زیستی ایران به‌عنوان یک نمونه از کشورهای منا در شکل۱ نشان داده شده است. براساس نمودار، استفاده کشور ایران از توان زیستی خود در ابتدا روند مطلوبی داشته به‌طوریکه در دو دهه اول ۶۰ و ۷۰ میلادی ردپای اکولوژیکی مثبت بوده و از ابتدای دهه ۸۰ روند به‌گونه‌ای است که ردپای اکولوژیکی سرانه از توان زیستی پیشی گرفته است و از آن به بعد ایران با کسری ردپای اکولوژیکی یا ردپای اکولوژیکی منفی مسیر را طی می‌کند و براساس آخرین آمار این میزان در سال ۲۰۱۶ به ۳/۱۹- می‌رسد.



شکل ۱- روند تغییر در ردپای اکولوژیکی و توان زیستی سرانه در ایران طی سال‌های ۱۹۶۱ تا ۲۰۱۶.

Fig. 1-The trends of ecological footprint and biocapacity in Iran from 1961 to 2016

شکل ۲ وضعیت کشورهای منطقه منا در سال ۲۰۱۶ را به لحاظ توان اکولوژیکی نشان می‌دهد. با توجه به منفی بودن عددها، تمامی کشورها طبق آخرین آمار با کسری اکولوژیکی مواجه‌اند حتی کشورهای موجود در دسته با سنجه توسعه انسانی بسیار بالا از جمله قطر، بحرین، عربستان صعودی و عمان دارای کسری اکولوژیکی بالاتری می‌باشند که بیانگر این مفهوم است که این کشورها باوجود داشتن منابع طبیعی غنی، از منابع طبیعی خود به شکل صحیح استفاده نمی‌کنند.



شکل ۲- مقایسه ظرفیت اکولوژیکی کشورهای منطقه منا با در نظر گرفتن توان زیستی در سال ۲۰۱۶

Fig. 2- Comparison of the ecological capacity of the countries of the MENA region with regard to biodiversity in 2016

نتایج متوسط برآورد بهره‌وری کل عوامل تولید پایدار و رتبه-بندی کشورها با استفاده از سنجه مالم‌کوئیست برای دوره زمانی ۱۹۹۵ - ۲۰۱۶ در جدول۳ گزارش شده است. SM به دو جز کارایی تکنولوژی (STC) و فنی (SEC) تقسیم می‌شود و کارایی فنی به دو جز کارایی فنی محض (SPEC) و کارایی فنی مقیاس (SSEC) تفکیک شده است. براساس نتایج، متوسط کشورهای منطقه منا عدم پایداری و بهبود تغییر در تکنولورژی و کارای مقیاس را نشان می‌دهد و تنها کارایی فنی محض پایدار است و برآیند سه اثر نشان می‌دهد که به‌طور متوسط کشورهای منطقه منا توسعه پایداری ندارند. مقایسه کشورها نشان می‌دهد که دو کشور بحرین و ترکیه به توسعه پایدار دست یافته‌اند چرا که مقدار SM برای این دو کشور بالاتر از یک می‌باشد. سایر کشورها از جمله ایران توسعه پایدار را نداشته‌اند. کشور بحرین SM بالاتر خود را از توسعه مثبت تغییر تکنولوژی دارد اما از جهت کارایی مقیاس و کارایی محض نبود پایداری را نشان می‌دهد. سنجه

توسعه انسانی طی دوره مورد بررسی از ۰/۷۷۹ به ۰/۸۳۹ افزایش یافته و نیروی‌کار در این کشور از ۲۵۸ هزار نفر به ۸۱۶ هزار نفر افزایش یافته و سرمایه از ۲/۰۵ در سال ۱۹۹۵ به ۸/۰۷ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۶، ۷۵٪ رشد داشته است. بنابراین افزایش سرمایه می‌تواند دلیلی بر بهبود اثر تغییر تکنولوژی در این کشور را توجیه نماید. این در حالی است که ردپای اکولوژیکی از ۹/۲ به ۸/۶ هکتار با کاهش٪ ۶/۸ مواجه بوده است. این امر نشان از رشد بهره‌وری و استفاده مناسب از منابع طبیعی برای این کشور وجود دارد که در نتیجه توسعه پایدار را ایجاد خواهد نمود. در کشور ترکیه سنجه توسعه انسانی، نیروی‌کار، سرمایه و ردپای اکولوژیکی به ترتیب با رشد۱۲/۲۴، ۳۲/۱۳، ۷۵/۴۹ و ۲۰/۱۹ درصد مواجه بوده‌اند. مقایسه این دو کشور نشان می‌دهد که اگرچه سرمایه هر دو کشور افزایش را نشان می‌دهد اما رشد سنجه توسعه انسانی برای ترکیه بالاتر بوده است اما در عین حال ردپای اکولوژیکی از بحرین بیشتر می‌باشد که درصورت بهبود ردپای اکولوژیکی می‌تواند در جایگاه اول در توسعه پایدار کشورهای منا نیز قرار گیرد. این نتیجه با مطالعه and Fakhr Abedi (2017) و Fakhr *et al.* (2017) بر وجود رابطه مثبت سنجه توسعه انسانی با ردپای اکولوژیکی همسو می‌باشد. مقایسه کارایی فنی محض، مقیاس و تکنولوژی برای کشور ترکیه و بحرین نیز نشان می‌دهد که پایداری رشد اقتصادی در ترکیه به‌دلیل داشتن بهبود در کارایی فنی محض و تکنولوژی می‌باشد این درحالی است که کشور بحرین با رشد سرمایه‌ای که داشته است توسعه پایدار خود را از بهره‌وری ناشی از تغییر تکنولوژی به‌دست آورده است. در جدول ۴ متوسط سالانه کارایی همه کشورهای منا طی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۶ برآورد شده است و شکل ۳ روند تغییر در مقدار توسعه پایداری کشورهای منا درنظر گرفته شده است.

جدول۳- رتبه‌بندی کشورهای منطقه منا براساس مقادیر متوسط کارایی و بهره وری طی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۶

Table 3. Ranking of MENA countries based on average productivity and efficiency values from 1995 to 2016

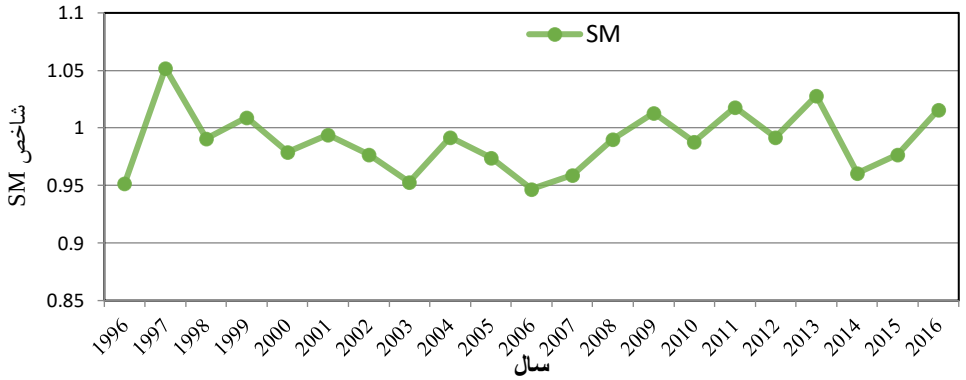
Rank رتبه	SM	SSEC	SPEC	STC		کشور
1	1.003	0.992	0.998	1.014	Bahrain	بحرین
2	1.002	0.985	1.008	1.010	Turkey	ترکیه
3	0.999	1.000	1.002	0.997	Malaysia	مالزی
4	0.998	0.985	1.001	1.012	Egypt	مصر
5	0.997	0.992	1.002	1.003	Morocco	مراکش
6	0.994	1.011	1.000	0.983	Israel	رژیم صهیونیستی
7	0.993	0.997	1.001	0.994	Tunisia	تونس
8	0.990	0.981	1.004	1.005	Iran	ایران
9	0.989	1.005	0.998	0.986	Lebanon	لبنان
10	0.988	0.988	1.000	1.000	Algeria	الجزایر
11	0.986	1.000	1.000	0.986	Malta	مالت
12	0.985	0.994	1.000	0.990	Emirates	امارات
13	0.983	1.000	1.000	0.983	Jordan	اردن
14	0.980	0.973	0.998	1.010	Qatar	قطر
15	0.975	0.981	0.999	0.994	Saudi Arabia	عربستان
16	0.972	0.978	0.997	0.996	Oman	عمان
17	0.970	1.000	1.000	0.970	Malawi	مالاوی
)3(	0.988	0.990	1.000	0.998	First category	دسته اول
)2(	0.989	0.994	1.001	0.994	Second category	دسته دوم
)1(	0.997	0.988	1.015	1.007	Third category	دسته سوم
)4(	0.970	1.000	1.000	0.970	Fourth category	دسته چهارم
-	0.988	0.992	1.000	0.996	The average area of MENA	متوسط منطقه منا

Source: Research findings

مأخذ: یافته‌های تحقیق

براساس شکل ۳، SM در بیشتر سال‌ها کمتر از یک است که نشان می‌دهد کشورهای منا در بیشتر سال‌ها نتوانسته‌اند به سطح توسعه پایدار برسند. براساس نمودار میزان نوسان مثبت است. بیشترین میزان SM مربوط به ابتدای دوره در سال ۱۹۹۷ (۱/۰۵) است. در سال‌های بعد این رقم کمتر از یک می‌باشد و توسعه پایدار در این سال-ها محقق نشده است. در ادامه روند، تنها در سال‌های ۲۰۰۹، ۲۰۱۱، ۲۰۱۳ و ۲۰۱۶ کشورهای منا به توسعه پایدار دست یافته‌اند.

در این سال‌ها بجز سال ۱۹۹۷ در کارایی فنی مقیاس توسعه پایدار وجود داشته است. در سال ۲۰۱۶ و ۲۰۱۳ متوسط همه کشورهای منا توسعه پایدار در کارائی فنی محض و مقیاس را داشته‌اند اما در تغییر تکنولوژی توسعه پایدار وجود نداشته است.



شکل ۳- روند تغییر در مقدار سنجه SM کشورهای منا طی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۶

Fig. 3-The trends of SM in MENA countries from 1995 to 2016

جدول۴- مقادیر متوسط سالانه کارایی STC, SPEC, SSEC و SM کشورهای منا طی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۶

Table 4. Annual mean value of STC, SPEC, SSEC, and SM of MENA countries 1995-2016

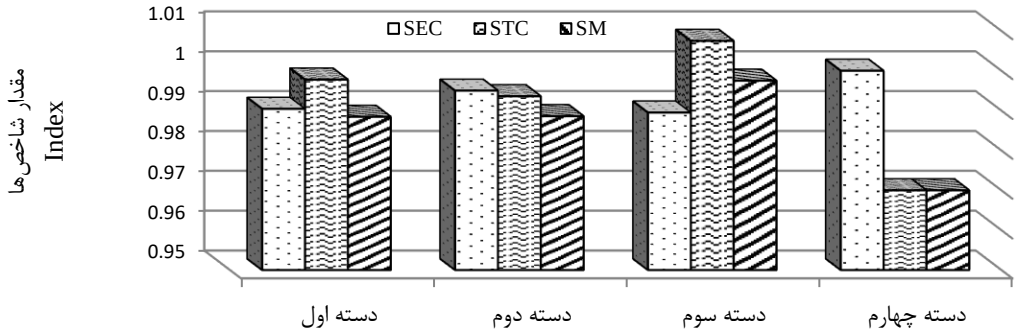
SM	SSEC	SPEC	STC	SEC	Year
0.952	1.018	0.983	0.951	1.001	1996
1.052	**0.966**	**1.010**	**1.078**	**0.976**	**1997**
0.991	1.044	0.999	0.950	1.043	1998
1.009	**1.027**	**0.998**	**0.985**	**1.025**	**1999**
0.951	0.950	1.009	1.021	0.958	2000
0.994	1.002	1.002	0.990	1.004	2001
0.977	0.974	1.001	1.001	0.976	2002
0.953	0.954	0.996	1.003	0.950	2003
0.992	0.980	1.005	1.007	0.984	2004
0.974	0.978	0.994	1.001	0.972	2005
0.947	1.008	0.997	0.942	1.005	2006
0.959	0.980	0.999	0.979	0.979	2007
0.990	0.975	0.997	1.019	0.972	2008
1.013	**1.001**	**0.994**	**1.019**	**0.995**	**2009**
0.988	0.963	0.999	1.027	0.962	2010
1.018	0.983	1.008	1.028	0.991	2011
0.992	1.018	1.010	0.965	1.028	2012
1.028	**1.003**	**0.998**	**1.026**	**1.001**	**2013**
0.961	0.978	0.993	0.990	0.971	2014
0.977	0.982	1.014	0.982	0.996	2015
1.016	**1.051**	**1.003**	**0.963**	**1.055**	**2016**

Source: Research findings

مأخذ: یافته‌های تحقیق

مقایسه دسته‌بندی کشورها از نظر سنجه توسعه انسانی در شکل ۴ نشان می‌دهد که درگروه کشورهای دسته اول سنجه تغییر تکنولوژی سهم بیشتری را نسبت به کارایی فنی نشان می‌دهد. متوسط سرمایه در این گروه به نسبت بالاتر از سایر گروه‌ها می‌باشد که می‌توان دلیل بالاتر بودن سهم تغییر تکنولوژی نسبت به کارایی فنی را در این مورد

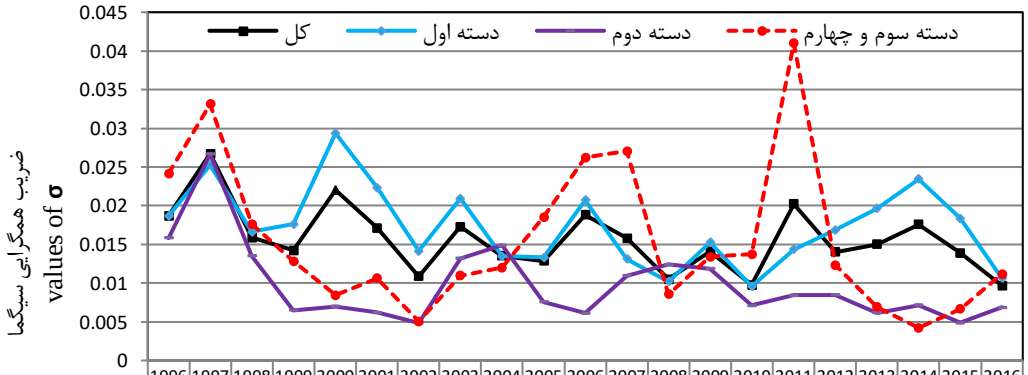
یافت. در گروه دسته دوم این کشورها، سهم هر دو سنجه تغییر تکنولوژی و کارایی تکنیکی برای توسعه پایدار کمابیش یکسان می‌باشد. در کشورهای گروه دسته سوم تغییر تکنولوژی نسبت به سنجه تغییر کارایی بیشتر می-باشد اما در گروه چهارم سهم کارایی فنی به مراتب بیشتر می‌باشد.



شکل ۴- ترکیب سنجه SM برای چهار دسته کشور مختلف

Fig. 4- The composition of SM in countries of different types

روند همگرایی در شکل ۵ نشان داده شده است. براساس نتایج همگرایی توسعه پایدار کشورهای منطقه منا، شکاف پایدار میان مناطق زیاد است و به همگرایی منجر نمی‌شود. ضریب همگرایی با عدد بزرگتر در کشورهای دسته اول و چهارم نوسان‌های زیاد را نشان می‌دهد که دال بر شکاف زیاد بین توسعه پایدار این دسته ازکشورها است. در بلندمدت این کشورها به همگرایی دست نخواهند یافت. از بین دسته‌بندی کشورها از نظر سنجه توسعه انسانی دسته دوم که ایران نیز در این گروه قرار دارد یک سیر نزولی وجود دارد که کمترین مقدار عدد سیگما را نیز دارا می‌باشد. این نتیجه گویای آن است که شکاف توسعه پایدار بین این کشورها برخلاف سایر گروه‌ها در حال کاهش می‌باشد.



	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
کل	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
دسته اول	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
دسته دوم	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0.01
دسته سوم و چهارم	0.02	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.04	0.01	0.01	0	0.01	0.01

شکل ۵- روندتغییر ضریب همگرایی سیگماσ

Fig. 5- The trends of σ values over time

نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر ارزیابی توسعه پایدار کشورهای منطقه منا در چارچوب "بهره‌وری کل عامل‌های تولید پایدار" را مورد توجه قرار داده است. این مطالعه متفاوت از سایر مطالعاتی است که تنها به منبع انرژی، انتشار آلاینده‌های محیط زیستی و رشد اقتصادی توجه نموده‌اند. به این

جهت که سنجه جامع "ردپای اکولوژیکی" به‌عنوان سنجه محیط زیستی ورودی و سنجه "توسعه انسانی" به‌عنوان سنجه خروجی رشد درنظر گرفته شده است. ردپای اکولوژیکی، چگونگی استفاده از منابع طبیعی را با نگاهی جامع نمایان می‌سازد و سنجه توسعه انسانی نیز درجه بهبود رفاه اجتماعی نیروی انسانی در هر کشور را مشخص می‌کند. استفاده از ردپای اکوژیکی به‌عنوان ورودی به این جهت پیشنهاد می‌شود که این سنجه جدا از اینکه به میزان مصرف منابع طبیعی اشاره دارد، اثرهای فعالیت‌های انسانی بر محیط‌زیست را نشان می‌دهد. بنابراین جهت بررسی وضعیت کشورها، پیشنهاد می‌شود سنجه توسعه انسانی که سنجه کامل‌تری است، جایگزین GDP شود تا وضعیت افراد هر کشور از نظر اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی به خوبی لحاظ شود. بنابراین لحاظ کردن توأمان دو سنجه بیان شده گسترش رفاه انسانی در بستر حفظ محیط‌زیست را قابل ارزیابی می‌کند.

نتایج مطالعه نشان داد که بهره‌وری عوامل تولید پایدار (STFP)کشورهای منطقه منا در دوره مورد مطالعه روند نزولی داشته است که گویای این است که بیشتر این کشورها به توسعه پایدار توجه کمتری داشته و به‌عنوان هدف جدی آن را دنبال نکرده‌اند. باوجود اینکه بیشتر کشورهای این منطقه به لحاظ منابع طبیعی (بحرین، کویت، لیبی، عمان، قطر، عربستان سعودی و امارات)، منابع انسانی (مصر، اردن، لبنان و تونس) و هر دو سرمایه طبیعی و انسانی (الجزایر، ایران و سوریه) وضعیت مناسبی دارند اما تنها دو کشور بحرین و ترکیه در متوسط طول دوره مورد بررسی (سال‌های ۱۹۹۵ - ۲۰۱۶) توانسته‌اند توسعه پایدار را تجربه نمایند و در مقابل سایر کشورها از جمله ایران موفق به دست‌یابی به توسعه پایدار نشده است. از نظر همگرایی، نتایج نشان داد که بین کشورهای مورد مطالعه از نظر توسعه پایدار همگرایی وجود ندارد و شکاف توسعه پایدار بین کشورها با وجود سنجه توسعه انسانی متفاوت نیز مشهود است. در کشورهای گروه دوم با سنجه توسعه انسانی بین ۰/۷ تا ۰/۸ اندکی وضعیت متفاوت بود و پایین بودن ضریب همگرایی نسبت به سایر گروه‌ها در این دسته، به توسعه پایدار بیشتری در آینده اشاره دارد.

نتایج مطالعه، تنگنای توسعه پایدار را با عقب ماندن کارایی فنی در برخی از کشورها (مصر و مراکش) نشان داد که بر این اساس لازم است کارایی فنی جهت دست‌یابی به توسعه پایدار ارتقا یابد و به‌عنوان هدف جدی سیاست‌گذاران مورد توجه قرار گیرد. براساس نتایج، ترویج تکنولوژی پایدار نقش اساسی در توسعه پایدار برخی کشورها از جمله ایران، اردن، الجزایر و تونس دارد که پیشنهاد می‌شود در ایران و سایر این کشورها ارتقای بهبود تکنولوژی سازگار با محیط زیست به‌عنوان هدف جدی دنبال شود. در این راستا، از منظر خرد،پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاران در ایران باید شرکت‌ها را به تحقیق و توسعه فناوری و تکنولوژی پاک ترغیب کنند و آگاهی کارآفرینان برای حفاظت از محیط‌زیست را نیز افزایش دهند به‌طور همزمان، دولت‌های هم‌گروه با ایران نیز باید تبلیغات در جهت استفاده از محصول‌های سازگار با محیط‌زیست را افزایش دهند و مصرف‌کنندگان را به خریداری این محصول‌ها ترغیب کنند. از منظر کلان، دولت‌ها می‌توانند با افزایش یارانه‌هایی در جهت بهبود سنجه ردپای اکولوژیکی، توسعه پایدار را ارتقا بخشند. برای این منظور نیز پیشنهاد می¬شود که بهره‌وری عوامل تولید پایدار در کشورهای موفق در زمینه بهبود سنجه ردپای اکولوژیکی در مطالعات آینده مورد بررسی قرار گیرد تا این تجربه‌ها به کشورهای با وضعیت منابع طبیعی مشابه منتقل گردد. همچنین از آنجایی که سنجه ردپای اکولوژیکی امکان بررسی همه جانبه و نه تفکیکی اثرهای محیط زیستی را ایجاد می¬نماید، وارد کردن متغیرهای مکمل محیط زیستی در بررسی بهره‌وری عامل‌های تولید پایدار پیشنهاد می¬گردد تا نتایج جزیی¬تری از فاکتورهای محیط زیستی بر توسعه پایدار تعیین شود.

همگرا نبودن کشورها نشان داد مسیر رسیدن هر کشور به توسعه پایدار متفاوت است و در راستای رسیدن به پایداری در بلند مدت نمی‌باشند. بنابراین لازم است کشورها بر مبنای عقب ماندگی در هر یک از ابعاد کارایی فنی و محیط زیستی، به تقویت هر یک از این ابعاد پرداخته تا بتوانند جهت دست‌یابی به توسعه پایدار در بلند مدت گام بردارند. بررسی بهره‌وری عامل‌های تولید پایدار برای کشورهای توسعه یافته و درحال توسعه به تفکیک جهت مقایسه برای مطالعات آینده پیشنهاد می-گردد تا کشورها به نقاط قوت و ضعف خود در جهت توسعه پایدار پی برده تا بتوانند سیاست¬های متناسب را در بلند مدت داشته باشند.

پی نوشت‌ها:

[1] Green New Deal
[2] Sustainable Development Strategy
[3] Traditional Total Factor Productivity
[4] Ecological Footprint
[5] Data Envelopment Analysis
[6] Gross Domestic products
[7] Human Development Index
[8] Sustainable Total Factor
[9] Malmquist
[10] Sustainable Malmquist
[11] Sustainable Efficiency Change
[12] Sustainable Technical Change
[13] Constant Returns to Scale
[14] Sustainable Pure Efficiency Change
[15] Sustainable Scale Efficiency Change
[16] Global Footprint Network

منابع

Caves, D.W., Christensen, L.R., and Diewert, W.E., 1982. The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity. Econometrica: Journal of the Econometric Society. 1393-1414.

Du, M., Wang, B. and Wu, Y., 2014. Sources of China's economic growth: An empirical analysis based on the BML index with green growth accounting. Sustainability. 6(9), 5983-6004.

Fakhr, H.A., Abedi, Z., Ahmadian, M. and Shaygani, B., 2017. A comparative study of the impact of financial development (based on money market and capital market) on the impact of economic growth on environmental performance. Bi-Quarterly Journal of Environmental Research. 9(17), 133-146.

Fakher, A. and Shaygani, B., 2018. Investigating the relationship between commercial and financial openness and ecological footprint. Journal of Economic Modeling. 11 (40), 49-67.

Fakher, H.A. and Abedi, Z., 2017. Relationship between environmental quality and economic growth in developing countries (based on environmental performance index). Environmental Energy and Economic Research. 1(3), 299-310.

Fakher, H.A., 2019. Investigating the determinant factors of environmental quality (based on ecological carbon footprint index). Environmental Science and Pollution Research. 26(10), 10276-10291.

Färe, R., Grosskopf, S., Norris, M. and Zhang, Z., 1994. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. The American Economic Review. 66-83.

Fu, W., Turner, J.C., Zhao, J. and Du, G., 2015. Ecological footprint (EF): An expanded role in calculating resource productivity (RP) using China and the G20 member countries as examples. Ecological Indicators. 48, 464-471.

Hu, J.L., Chang, M.C. and Tsay, H.W., 2018. Disaggregate energy efficiency of regions in Taiwan. Management of Environmental Quality: An International Journal. 29 (1), 34–48.

Hu, J.L., Wang, S. C. and Yeh, F. Y., 2006. Total-factor water efficiency of regions in China. Resources Policy. 31(4), 217-230.

Kargar, D.N. and Esmaeili, A., 2017. The effects

of economic growth, energy consumption, trade openness and urbanization on environmental pollution in the MENA region during the period 1995-2012. Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research. 47, 815-824. (In Persian with English abstract).

Khalilian, P., 2000. sustainable development and optimization of generations. Journal of Agricultural Economics and Development. 27, 205-226. (In Persian with English abstract).

Klugman, J., Rodríguez, F. and Choi, H.J., 2011. The HDI 2010: new controversies, old critiques. The Journal of Economic Inequality. 9(2), 249-288.

Liu, W., Zhan, J., Wang, C., Li, S. and Zhang, F., 2018. Environmentally sensitive productivity growth of industrial sectors in the Pearl River Delta. Resources. Conservation and Recycling. 139, 50-63.

Li, K. and Lin, B., 2015. Measuring green productivity growth of Chinese industrial sectors during 1998–2011. China Economic Review. 36, 279-295.

Malmquist, S., 1953. Index numbers and indifference surfaces. Trabajos de Estadística. 4(2), 209-242.

Mirshogaeian Hoseini, H., 2011. Investigating the causal relationship between the components of sustainable development in the Middle East and North Africa (MENA). Journal of Energy Economics Studies. 25(7), 63-88.

Molaei, M. and Besharat, H., 2015. Investigation of relationship between GDP and ecological footprint an indicator of environmental degradation. Economic Research. 50(4), 1017-1033. (In Persian with English abstract).

Naqvi, S.A.A., Shah, S.A.R., Anwar, S. and Raza, H., 2021. Renewable energy, economic development, and ecological footprint nexus: fresh evidence of renewable energy environment Kuznets curve (RKC) from income groups. Environmental Science and Pollution Research. 28(2), 2031-2051.

Noroozi, H., Hossein, S.S. and Ansari, V., 2018. Investigating the effects of macroeconomic variables and support policy on the growth of the agricultural sector in Iran. Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research. 49, 587-605. (In Persian with English abstract).

Rusiawan, W., Tjiptoherijanto, P., Suganda, E. and Darmajanti, L., 2015. Assessment of green total factor productivity impact on sustainable Indonesia productivity growth. Procedia Environmental Sciences. 28, 493-501.

Shahbazi, H., 2019. Green Productivity of Iranian Economy with Environmental Approach, Sustainability, Development and the Environment. 2(2), 69-82. (In Persian with English abstract).

Song, M., Wang, S., Lei, L. and Zhou, L., 2019. Environmental efficiency and policy change in China: A new meta-frontier non-radial angle efficiency evaluation approach. Process Safety and Environmental Protection. 121, 281-289.

Song, M., Du, J. and Tan, K.H., 2018. Impact of fiscal decentralization on green total factor productivity. International Journal of Production Economics, 205, 359-367.

Yazdani, S., Mohammadian, F. and Noroozi, H., 2018. Diversity of activity, a strategy to promote energy productivity in agriculture (Causality analytical approaches Toda-Yamamoto and Bounds test). Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research, 48, 547-556 (In Persian with English abstract).

Yue, S., Yang, Y. and Pu, Z., 2017. Total-factor ecology efficiency of regions in China. Ecological Indicators. 73, 284-292.

Yue, S., Shen, Y. and Yuan, J., 2019. Sustainable total factor productivity growth for 55 states: An application of the new Malmquist index considering ecological footprint and human development index. Resources, Conservation and Recycling. 146, 475-483.

Environmental Sciences Vol.19 / No.3 / Autumn 2021

177-192

Sustainable total factor productivity in the countries of the MENA region with an emphasis on ecological footprint

Fatemeh Fathi[*] and Effat Ghorbanian

Department of Agricultural economics, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

Received: 2021.01.07 Accepted: 2021.04.29

Fathi, F. and Ghorbanian, E., 2021. Sustainable total factor productivity in the countries of the MENA region with an emphasis on ecological footprint. Environmental Sciences. 19(3): 177-192

Introduction: Sustainable growth takes into account resource development, the environment, and the economy. In this century, enormous ecological destruction and the accelerated depletion of natural resources have affected global economic growth, social welfare, and improvements in human health. In some studies, traditional total factor productivity has used the gross domestic product as desirable outputs, and energy, capital, and labor as inputs. Gross domestic products as desirable outputs are biased against sustainable growth because sustainable growth requires not only gross domestic product growth but also human well-being improvements. Hence the human development index has more advantages compared to gross domestic product. The ecological footprint is an index that measures the degree of sustainable development. In an attempt to overcome the limitations of the gross domestic product as output and energy as inputs, this paper took ecological footprint as the index of comprehensive ecological inputs and used the human development index as the output index. It used a new index, Sustainable Total Factor Productivity (STFP), to reflect sustainable growth levels.

Material and methods: This paper combines the ecological footprint and human development index with Total Factor Productivity (TFP) to use a new framework for STFP. We used a DEA-Malmquist index method to calculate STFP changes in MENA countries during the years 1995–2016 and a σ-convergence test method to test the STFP convergence trends for them. We defined the Sustainable Malmquist (SM) index, as a measure of STFP change. SM can be decomposed into sustainable efficiency change and sustainable technical change.

[*] Corresponding Author: *Email Address*: f.fathi@shirazu.ac.ir
http://dx.doi.org/10.52547/ENVS.2021.36910

Results and discussion: Overall, the average annual STFP in MENA countries was 0.98, indicating that from the perspective of ecological footprint, K, and L were input factors, and the human development index (HDI) was the output. All states emphasize a little on sustainable growth except Bahrain and Turkey. Bahrain ranked first, having the highest average Sustainable Malmquist index, and then Turkey. Bahrain's capital increased by 75 %. After decomposing SM into Sustainable Technical Change (STC), Sustainable Pure Technological Efficiency Change (SPEC), and Sustainable Scale Efficiency Change (SSEC), the average STC value was 0.996 meaning that sustainable technology change was stagnant. SPEC had an average value of 1.00, showing that sustainable efficiency has improved. On average, the SSEC was 0.98, indicating that industry structure and scale effects may have not improved. Countries in the category of very high and medium HDI states had higher STC than that high and low HDI states, suggesting that developed states are superior in terms of STC. Category of high HDI, developed nations with human development index more than 0.8, had an average SPEC value of 1.00. The sustainable growth gap between developing states was the greatest. The σ value of medium HDI states containing Iran was the smallest and showed minimal volatility. This indicates that the sustainable growth gap between developed states was small and relatively balanced. The σ values of very high and medium HDI categories fluctuated widely. This indicates that growth in developing states and developed states was not stable.

Conclusion: Different types of nations should choose different paths to achieve positive sustainable growth. The STFPs of the MENA nations present different features according to different economic levels and environmental protection levels, so formulating distinguished policies of sustainable growth is a necessity. Technical progress should be promoted to achieve sustainable growth. Promoting sustainable technology plays a crucial role in sustainable growth. Policymakers should encourage research, develop sustainable technologies, and raise entrepreneur awareness of eco-environmental protection.

Keywords: Sustainable growth, Ecological footprint, Malmquist method, Human Development Index.