فصلنامه علوم محیطی، دوره نوزدهم، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰

۱۰۳-۱۲۴

عامل‌های تعیین‌کننده ردپای بوم‌شناختی در منطقه منا: کاربرد روش تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود (EBA)

نیکتا لطافت و محمدحسن طرازکار*

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

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۲۰

لطافت، ن. و م.ح. طرازکار، ۱۴۰۰. عامل‌های تعیین‌کننده ردپای بوم‌شناختی در منطقه منا: کاربرد روش تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود (EBA). فصلنامه علوم محیطی. ۱۹(۱): ۱۰۳-۱۲۴.

سابقه و هدف: در بیشتر مطالعات محیط زیستی، از انتشار گازهای گلخانه‌ای ازجمله دی اکسید کربن (CO_2) به‌عنوان یکی از سنجه‌های تخریب محیط زیست استفاده شده است. در مقابل، در این مطالعه از ردپای بوم‌شناختی که بیانگر سنجه جامع از فشارهای انسانی بر محیط زیست است، استفاده شد. ردپای بوم شناختی شامل زمین‌های زراعی، مرتع‌ها، منطقه‌های ماهیگیری، جنگل‌ها، زمین‌های جذب کربن و زمین‌های ساختمانی است. بنابراین در این مطالعه مجموعه‌ای از متغیرهای پایدار مؤثر بر ردپای بوم شناختی به‌عنوان سنجه جامع تخریب محیط زیست در منطقه منا تعیین شدند.

مواد و روش‌ها: برای دست‌یابی به هدف‌های مطالعه از روش تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود (EBA)[1] به‌منظور شناسایی مجموعه‌ای قوی از متغیرهای کنترل استفاده شده است. روش تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود یک ابزار آماری است، برای بررسی اینکه آیا متغیرهای پیشنهاد شده در مطالعات قبلی، ارتباط قوی با ردپای بوم شناختی دارند؟ همچنین در این مطالعه از سنجه KOF به‌عنوان معیار جهانی شدن استفاده شده است. افزون بر این، KOF شامل جهانی شدن اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و کلی است که در تجزیه و تحلیل مورد استفاده قرار گرفته است. تجزیه و تحلیل‌ها ۱۱ کشور منطقه منا را برای دوره ۱۹۹۵ الی ۲۰۱۴ میلادی پوشش می‌دهد.

نتایج و بحث: نتایج روش تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود نشان داد که متغیرهای مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی سرانه، جمعیت شهرنشین، جهانی‌شدن اقتصادی، اجتماعی و سیاسی متغییرهای تأثیرگذارند. همچنین تولید ناخالص داخلی سرانه، مصرف انرژی، جمعیت شهری تأثیر مثبتی بر ردپای بوم شناختی دارد و میانگین اثر مصرف انرژی نیز بر ردپای بوم شناختی ۰/۰۰۱ است، به این معنی که، با افزایش ۱۰ واحدی مصرف انرژی، ردپای بوم شناختی به میزان کمابیش ۰/۰۱ واحد افزایش می‌یابد. همچنین، افزایش جمعیت شهری، سرانه ردپای بوم شناختی را به‌طور مداوم افزایش می‌دهد. افزایش ۱۰ واحدی جمعیت شهرنشینی، ردپای بوم‌شناختی را ۰/۲ هکتار جهانی افزایش می‌دهد. نتایج نشان داد که با افزایش ۱۰ واحدی جهانی شدن اقتصادی و اجتماعی، ردپای بوم شناختی به‌ترتیب با ۰/۲۹ و ۰/۴۹ واحد تقویت می‌شود. بنابر نتایج روش تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود، افزایش ۱۰ واحدی در جهانی شدن سیاسی، ردپای بوم شناختی را ۰/۱۶ واحد کاهش می‌دهد. یافته‌ها نشان می‌دهد که جهانی شدن ممکن است اثرهای متفاوتی بر ردپای بوم شناختی داشته باشد.

* Corresponding Author: *Email Address*.Tarazkar@shirazu.ac.ir
http://dx.doi.org/10.52547/envs.30265

نتیجه‌گیری: یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که جهانی شدن اقتصادی و اجتماعی با ردپای بوم شناختی ارتباط مثبت دارد. در مقابل، جهانی شدن سیاسی با ردپای بوم شناختی رابطه منفی دارد. با توجه به نتایج تجربی، همبستگی منفی بین جهانی شدن سیاسی و ردپای بوم شناختی وجود دارد که فرضیه "مدیریت جهانی محیط زیست" را پشتیبانی می‌کند.

واژه‌های کلیدی: ردپای بوم شناختی، روش تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود، منطقه منا، کسری بوم‌شناختی، ظرفیت بیولوژیکی.

مقدمه

در دهه‌های گذشته، رشد روز افزون جمعیت و افزایش مصرف سرانه بشر سبب کاهش شدید انواع منبع‌های طبیعی و خدمات اکوسیستم در مقیاس جهانی شده است (Oosthoek and Gills, 2005). براساس اطلس ردپای بوم‌شناختی[۲]، از دهه ۱۹۷۰ بشر با کسری بوم‌شناختی[۳] مواجه بوده است، به این معنی که تقاضای محیط زیستی بشر از ظرفیت بیولوژیکی[۴] زمین فراتر رفته است (Ewing *et al.*, 2010). بنابراین از اوایل دهه ۱۹۹۰، سنجه‌های مختلفی برای ارزیابی تعادل بین تقاضای بشر از منابع طبیعی و محیط زیست و ظرفیت عرضه طبیعت ایجاد شده است (Ragas *et al.*, 1995; Gilbert, 1996).

یکی از سنجه‌های مورد استفاده در زمینه بررسی تعادل عرضه و تقاضای محیط زیستی، سنجه ردپای بوم‌شناختی[۵] است (Erb, 2004; Blomqvist *et al.*, 2013). اصطلاح ردپای بوم‌شناختی، نخستین بار توسط Wackernagel and Ress (1997)مطرح شد و بر این فرض استوار است که فعالیت‌های هر فرد بر زمین تأثیر می‌گذارد، زیرا از تولیدها و خدمات طبیعت استفاده می‌کند. در تعریف ردپای بوم‌شناختی تأثیر هر فرد بر محیط زیست برابر با مقداری از منابع طبیعی و محیط زیست می‌باشد که برای تداوم زندگی اشغال کرده است (Wackernagel and Ress, 1998). به‌طور کلی ردپایی که انسان‌ها بر محیط زیست می‌گذارند، شامل تخریب جنگل‌ها و مرتع‌ها، آلودگی هوا، کشتار حیات وحش و غیره است. ردپای بوم‌شناختی یک سنجه ترکیبی است و استفاده از آن در فرآیند تصمیم-گیری‌های محیط زیستی ضروری است (Fiala, 2008; Kitzes *et al.*, 2009). بویژه آنکه بیش از ۸۰ درصد از جمعیت جهان در کشورهایی زندگی می‌کنند که با کسری بوم‌شناختی مواجه هستند و منبع‌های بیشتری را صرف استفاده از اکوسیستم می‌نمایند (Juffe-Bignoli *et al.*, 2014). در حال حاضر، از معادل ۱.۷۵ سیاره زمین برای تأمین منابع لازم و جذب زباله استفاده می‌شود. این بدان معناست که این سیاره در حدود یک سال و هشت ماه زمان نیاز دارد تا آنچه در یک سال استفاده می‌شود را دوباره تولید و بازیافت کند. این مسئله نشان می‌دهد که منابع و خدمات محیط زیستی بیش از آنچه طبیعت قادر به بازسازی است، استفاده می‌شود (Zambrano-Monserrate *et al.*, 2020).

ردپای بوم‌شناختی به‌عنوان یک ابزار حسابداری پایدار، دارای نقاط قوت بسیاری است. مهمترین مزیت سنجه ردپای بوم‌شناختی در مقایسه با سنجه‌های دیگر، مشهود و شفاف بودن آن است (Liu and Hao, 2018; Chen *et al.*, 2012). سنجه ردپای بوم‌شناختی معیاری برای تقاضای انسانی از منابع تجدیدپذیر و ظرفیت جذب کربن و در مجموع ارزیابی برخورد بشر با طبیعت و برقراری ارتباط با مردم می‌باشد (Borucke *et al.*, 2013). واحد اندازه‌گیری ردپای بوم‌شناختی هکتار جهانی (gha)[۶] است که نشان‌دهنده یک هکتار زمین با بهره‌وری معادل متوسط جهانی است (Borucke *et al.*, 2013).

افزون بر این، روش ردپای بوم‌شناختی نه تنها مختصر و آسان برای درک و استفاده است، بلکه به‌طور فزاینده-ای بازسازی و جایگزینی منابع طبیعی و حفاظت از

تنوع زیستی را نشان می‌دهد (Wackernagel and Ress, 1997). ردپای بوم‌شناختی، به‌عنوان یکی از روش‌های کاربردی، به‌طور گسترده‌ای شناخته شده و توسط سازمان‌های بین المللی، ادارات دولتی و مؤسسات تحقیقاتی مورد استفاده قرار گرفته است (Monfreda *et al.*, 2004) و حتی به‌عنوان نقطه شروع برای ارزیابی پایداری محلی، اکوسیستم‌های منطقه‌ای یا ملی مطرح است (Galli *et al.*, 2012). همچنین سنجه ردپای بوم‌شناختی سنجه‌ای از پایداری محیط زیستی است و موفق‌ترین سنجه ارزیابی توسعه‌ی پایدار ـ به‌مفهوم دست‌یابی به نیازهای فعلی بدون کاهش ظرفیت محیط‌زیست ـ برای نسل‌های آینده‌ی یک منطقه است(Liu and Hao, 2018; Danish *et al.*, 2019). بویژه آنکه یکی از مهمترین مسئله‌ها در زمینه‌ی محیط‌زیست، افزایش پایداری در اکوسیستم‌ها است (Uddin *et al.*, 2017).

برای محاسبه‌ی ردپای بوم‌شناختی، منابع‌طبیعی تجدیدپذیر به مجموعه‌ای از شش نوع کاربری زمین تقسیم‌بندی می‌شوند: زمین کشاورزی، زمین‌های جنگلی، زمین‌های مرتعی، دریاها و رودخانه‌ها، زمین-های مسکونی و زمین‌های جذب کربن (Zambrano-Monserrate *et al.*, 2020).

اگرچه در مطالعات مختلفی از سنجه ردپای بوم‌شناختی استفاده شده است، اما مروری بر این مطالعات گویای آن است که عامل‌های مؤثر و به‌عبارتی متغیرهای مستقل مورد استفاده در این پژوهش‌ها در بیشتر موارد متفاوت هستند. ازجمله Asici and Acar (2016), Dietz *et al.* (2007) , Uddin *et al.* (2017) به بررسی عامل‌های مؤثر بر ردپای بوم‌شناختی پرداخته‌اند. نتایج حاصل از مطالعه (Dietz *et al.*, 2007) نشان می‌دهد که اندازه‌ی جمعیت و ثروت، دو متغیر اصلی اثرگذار بر تخریب محیط‌زیست هستند، درحالی‌که دیگر متغیرها مانند شهرنشینی، ساختار اقتصادی و توزیع سن تأثیر اندکی بر محیط‌زیست دارند. نتایج حاصل از Asici and Acar (2016) نشان می‌دهد که باز بودن تجاری، ظرفیت بیولوژیکی، تراکم جمعیت، سهم صنعت، مصرف انرژی سرانه و رعایت مقررات محیط زیستی بر ردپای بوم‌شناختی مؤثر است. نتایج مطالعه‌ی Al-mulali *et al.* (2015) ، گویای آن است که مصرف انرژی، شهرنشینی، باز بودن تجاری و توسعه‌ی مالی در تمام گروه‌های درآمدی بر ردپای بوم‌شناختی مؤثر است. همچنین Charfeddine and Mrabet (2017) نشان دادند که امید به زندگی، نرخ باروری، مصرف انرژی و متغیرهای سیاسی به‌عنوان عامل‌های تعیین‌کننده‌ی سنجه تخریب محیط‌زیست شناخته می‌شوند. (Uddin *et al.*, 2017) نشان دادند که درآمد واقعی، توسعه‌ی مالی و باز بودن تجاری به‌عنوان عامل‌های تعیین‌کننده‌ی سنجه تخریب محیط‌زیست هستند.

مطالعات زیادی، عامل‌های مؤثر بر ردپای بوم‌شناختی در کشورهای مختلف را بررسی کردند از جمله (Charfeddine and Mrabet, 2017) برای ۱۵ کشور در خاورمیانه و آفریقای شمالی (MENA)[۶] ، Galli *et al.* (2020) برای کشور پرتقال، Danish *et al.* (2019) برای کشور پاکستان، Ahmed *et al.* (2020) برای کشورهای (G7)، Destek and Sinha (2020) برای کشورهای OECD که هر کدام یک سری متغیرها را بررسی کردند و نتایج متفاوتی به‌دست آوردند.

مطالعات مختلف، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را به‌عنوان سنجه‌ای از جهانی‌شدن بر متغیرهای محیط‌زیستی در نظر گرفته‌اند. ازجمله Baek (2016) و Rafindadi *et al.* (2018) نشان دادند که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، میزان انتشار آلاینده CO_2 را افزایش می‌دهد و تأثیر منفی بر محیط‌زیست دارد، اما اندک مطالعه‌ای است که سنجه KOF را به‌عنوان معیار جهانی‌شدن در نظر گرفته‌اند. ازجمله می‌توان به مطالعات(2011) Rao and Vadlamannati و Figge and Martens (2014) و Rudolph and Figge (2017)،

اشاره نمود. بررسی پیشینه‌ی تحقیق، گویای آن است که اثرهای جهانی‌شدن بر محیط‌زیست کمتر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است (Potrafke, 2015). بررسی پیشینه تحقیق گویای آن است که عامل‌های مختلفی به‌عنوان متغیرهای مؤثر بر ردپای بوم شناختی درنظر گرفته شده است. بنابراین مطالعه حاضر به‌دنبال پاسخ به این سؤال است که از میان عوامل زیادی که در پژوهش‌های گذشته به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شده‌اند، کدام عامل‌ها، تعیین‌کننده قوی ردپای بوم شناختی در منطقه منا هستند. از اینرو در مطالعه حاضر برای شناسایی متغیرهای اصلی و معنی‌دار مؤثر بر ردپای بوم شناختی از روش تجزیه و تحلیل کرانه-های نامحدود (EBA) بهره گرفته می‌شود که در هیچ مطالعه داخلی از آن استفاده نشده و در اندک مطالعات خارجی از این روش استفاده شده است.

به‌طور کلی مقاله حاضر در چهار بخش مشخص سازمان‌دهی شد. در ابتدا مقدمه‌ای مختصر درباره تعاریف و محاسبه ردپای بوم‌شناختی بیان شد. مرور اجمالی بر فضای پژوهش خارجی درباره سنجه ردپای بوم‌شناختی در بخش دوم آورده شد. بخش سوم مقاله به روش تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود پرداخته است. یافته‌ها و تحلیل عوامل مؤثر بر ردپای بوم-شناختی، مطالب بخش چهارم را تشکیل می‌دهد. در پایان نیز به نتیجه‌گیری و مطرح کردن چند پیشنهاد اساسی پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود (EBA) برای شناسایی متغیرهای اصلی به‌منظور تجزیه و تحلیل رابطه بین متغیرهای مستقل و متغیر وابسته (ردپای بوم شناختی) است. EBA یک ابزار آماری است تا آزمون کند که آیا متغیرهای مستقل پیشنهاد شده به‌طور پیوسته با متغیر وابسته، مرتبط هستند (Hlavac, 2016). از تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود (EBA) براساس مدل‌های Leamer (1983)، Levine and Renelt (1992)، Sala-i-Martin (1997) و Sturm and De Haan. (2005) استفاده می‌شود تا یک مجموعه قوی از متغیرهای کنترل شناسایی شود. به این معنی که بررسی شود کدام یک از متغیرهای توضیحی تعیین-کننده قوی از ردپای بوم شناختی هستند (Rudolph and Figge, 2017). بنابراین تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود به دنبال پاسخ به این سؤال است که "آیا تغییرات جزئی در لیست متغیرهای مورد بررسی می-تواند نتیجه‌گیری مطالعات تجربی را تغییر دهد؟" (Hlavac, 2016). در حقیقت، تجزیه و تحلیل کرانه-های نامحدود به‌دنبال پاسخ به این سؤال‌ها است:

کدام یک از متغیرهای مستقل مدل، بیشترین تأثیر را بر متغیر وابسته دارند؟

محققان می‌توانند از EBA برای نشان دادن "استنباط پایداری[۷]" نتایج خود استفاده کنند. به‌عبارت دیگر پایداری برای پذیرفتن یا رد کردن انواع متغیرهای توضیحی است. افزون بر این، تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود می‌تواند به محققان برای پیدا کردن عدم قطعیت مدل در تجزیه و تحلیل رگرسیون کمک کند. حتی در مواردی که فرم تابع صحیح (به‌عنوان نمونه خطی یا درجه دوم) باشد، ممکن است مشخص نباشد که کدام متغیر متعلق به رگرسیون واقعی است، بنابراین برای انتخاب متغیر مناسب، EBA می‌تواند متغیرهای توضیحی را که به‌شدت با متغیر وابسته مرتبط هستند را شناسایی کند(Sala-i-Martin, 1997).

البته، تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود، تنها روشی نیست که می‌تواند در برخورد با عدم قطعیت مدل و انتخاب رگرسیونی مفید باشد. روش‌های جایگزین شامل انواع روش‌ها از جمله مدل بیزین (Clyde and George, 1994) و برآورد میانگین کلاسیکی بیزین می‌باشند. با این وجود، EBA ممکن است برای محققان

جذاب باشد زیرا درک آن به‌طور مستقیم آسان بوده، برآورد آن به‌نسبت ساده و نتایج آن به سهولت قابل تفسیر است (Hlavac, 2016).

ایده اساسی تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود بسیار ساده است و نشان می‌دهد کدام متغیرها از مجموعه X به شدت با متغیر وابسته y ارتباط دارند. برای انجام این کار، باید تعداد زیادی از مدل‌های رگرسیون را اجرا نمود. بنابراین تعداد کل مدل‌های رگرسیون (r) با فرمول زیر به‌دست می‌آید (Chanegriha *et al*., 2017).

$$r = \frac{n!}{m!\,(n-m)!} \qquad (۱)$$

در رابطه بالا n تعداد کل مشاهدات و m تعداد متغیرهای مشکوک است.

کاربرد اولیه این روش بررسی ضریب اطمینان است که با نظریه رشد به‌کار می‌رود که توسط Leamer (1983) انجام شد برای اجرای EBA از معادله زیر استفاده می‌شود که مجموعه ای از مدل‌های رگرسیون به فرم زیر تخمین زده می‌شود (Rudolph and Figge, 2017):

$$Y_{i,t} = \beta_M M_{i,t-1} + \beta_F F_{i,t-1} + \beta_Z Z_{i,t-1} + \vartheta_t + \tau_i + v_{i,t} \qquad (۲)$$

متغیر $Y_{i,t}$ که در آن $t = 1, \ldots, T$ و $i = 1, \ldots, N$ که Y متغیر ردپای بوم شناختی است، M مجموعه‌ای از متغیرهایی است که همیشه در مدل وجود دارند که به متغیرهای آزاد[۸] معروف هستند. متغیر آزاد متغیری است که بدون توجه به مشخصات مدل در هر مدل رگرسیونی قرار دارد. F شامل متغیرهای کانون یا متمرکز[۹] است که زیرمجموعه‌ای از متغیرهای آزاد بوده و دارای اثرهای آنی هستند که به‌شدت به تست آن پرداخته می‌شود و Z دربرگیرنده متغیرهای مشکوک[۱۰] است که تئوری‌ها در تلاش هستند تا نشان دهند این متغیرها مهم هستند Levine and Renelt, 1992 متغیرهای مشکوک که ضرایب رگرسیونی آن‌ها به اندازه کافی از لحاظ آماری معنی‌دار هستند، اعتماد و پایدار، واگر ضرایب معنی دار نباشند، ضعیف و شکننده هستند. همه متغیرها با یک سال وقفه بوده که اثرگذاری ثابت زمان (ϑ_t)، اثرگذاری ثابت مکان (τ_i) و همچنین یک خطای استاندارد ($v_{i,t}$) در آن گنجانده شده است (Rudolph and Figge, 2017).

برای جداسازی روابط قوی از دو روش استفاده می‌شود که توسط Leamer (1983) و Sala-I-Martin (1997) پیشنهاد شده است (Chanegriha *et al*., 2017).

برای تعیین قوی یا شکننده بودن متغیرهای توضیحی، تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود Leamer (1983) تنها بر محدوده‌ی ضرایب رگرسیون متمرکز است.در مدل‌های رگرسیون برای هر متغیر متمرکز، حد بالا و حد پایین همانند مقادیر بیشترین و کمترین تعداد ضرایب برآورد می‌شوند. اگر حد بالا و حد پایین هم علامت باشند، متغیر متمرکز قوی است اما اگر حد بالا و حد پایین هم علامت نباشند، متغیر متمرکز شکننده است. پارامتر β_F برآوردشده در رابطه (۳-۷) که با آزمون t مشخص می‌شود، می‌تواند معادل مقادیر بین حد بالا و حد پایین نباشد. تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود Leamer (1983)، تعداد زیادی از مشخصات مدل را برای پایین‌ترین و بالاترین حد بررسی می‌کند و در این بررسی پارامتر β_F می‌تواند در سطح اطمینان موردنظر قابل‌اعتماد باشد. سپس، متغیرهای قوی و شکننده را بر مبنای علائم مشابه یا مخالف این کرانه‌ها (حدها)، برچسب‌گذاری می‌کنند.

تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود Leamer (1983) معتقد به معیاری سخت‌گیرانه برای استحکام قوی بودن متغیرهاست، یعنی حتی اگر ضرایب رگرسیون یک علامت مخالف داشته باشد، آن متغیر متمرکز شکننده است. در مقابل، تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود Sala-I-Martin (1997) معتقد است در صورتیکه توزیع ضرایب رگرسیون دارای علامت مثبت و منفی باشد، لازم است رگرسیونی را بیابیم که بر مبنای آن علامت ضرایب مشخص شود. مطالعاتی که برای تست پایدار بودن عوامل تعیین‌کننده بر مبنای تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود(1983) Leamer

صورت پذیرفته‌اند، به‌طور عموم به این نتیجه‌گیری رسیده‌اند که بیشتر متغیرهای مورد بررسی شکننده هستند (Levine and Renelt, 1992; Levine and Zervos, 1993; Sala-I-Martin 1997).

در پاسخ به شدت سختگیری تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود Leamer (1983)، Sala-I-Martin (1997) روشی جایگزین برای تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود پیشنهاد کرد که نه‌تنها بر کرانه‌ها (حدها)، بلکه بر کل توزیع ضرایب رگرسیون متمرکز است، به‌جای استفاده از یک برچسب قوی یا شکننده، Sala-I-Martin (1997)، تعدادی سطوح اطمینان را برای پایداری هر یک از متغیرها تعیین می‌کند. به‌طور خاص، Sala-I-Martin (1997) مقدار تابع چگالی تجمعی[12]را در نظر می‌گیرد، یعنی کسری از توزیع تجمعی متغیرها که بر طرف مثبت یا منفی صفر قرار دارند. مقدار تابع چگالی تجمعی نشان می‌دهد که در سطح ۹۵ درصد چه درصدی از توزیع روی طرف مثبت یا منفی صفر قرار دارد. به‌طور خلاصه، تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود به روش Sala-I-Martin (1997)، یک متغیر را قوی در نظر می‌گیرد، اگر نسبت بیشتری از ضرایب برآوردشده در یک سمت صفر باشد (یعنی هر دو ضریب مثبت یا منفی باشند) بنابراین به‌شدت پذیرفته می‌شود.

به‌همین دلیل، Sala-I-Martin (1997) دو نوع از تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود را نشان می‌دهد:۱) مدل نرمال، که در آن، ضرایب رگرسیون برآوردشده از توزیع نرمال در مدل‌ها پیروی می‌کنند. ۲) مدل عمومی، که هیچ توزیع خاصی از ضرایب رگرسیونی به‌دست نمی‌آورند و لازم به برقراری فرض نرمال بودن نیست. برای برآورد مدل نرمال، Sala-I-Martin (1997) ابتدا باید میانگین وزنی ضرایب رگرسیون β_F و واریانس σ_F^2 را محاسبه نمود.

$$\beta = \sum_{j=1}^{M} w_F \, \hat{\beta_F} \qquad (۳)$$

$$\sigma^2 = \sum_{F=1}^{M} w_F \, \hat{\delta_F^2} \qquad (۴)$$

w_F نشان‌دهنده‌ی ضریب وزنی است که برای هر اندازه‌گیری برآورد می‌شود. Sturm and De Hann (2005), Hegre and Sambanis (2006) و Gassebner *et al.* (2013). از وزن‌های برابر برای هر مدل رگرسیون استفاده کردند.

مطالعات، اغلب تجزیه و تحلیل خود را به تعدادی از متغیرها محدود می‌کنند و اثرهای اریب متغیر حذف‌شده را نادیده می‌گیرند (Chanegriha *et al.*, 2017). حال آن‌که شواهدی از عامل‌های تعیین‌کننده‌ی ردپای بوم‌شناختی تاکنون در پژوهش‌های گذشته از جمله Gassebner *et al.* (2010) و Dreher *et al.* (2012) یافت شده است. بر این اساس، مطالعه‌ی حاضر به بررسی همه‌ی عامل‌های تعیین‌کننده‌ی ردپای بوم‌شناختی می‌پردازد تا از طریق روش تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود، مجموعه‌ای قوی از متغیرهای کنترل را شناسایی کند.

در این مطالعه از نرم افزار R و R - STUDIO برای انجام روش تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود استفاده شد. مزیت این نرم‌افزار آن است که هر دو روش تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود Leamer (1983) و تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود Sala-I-Martin (1997) را برآورد می‌کند (Rudolph and Figge, 2017). بسته تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود، کاربران را با تعداد زیادی از ویژگی‌های مهم EBA که آن را از بقیه متمایز می‌سازد، آشنا می‌کند. به‌طور خاص، بسته تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود می‌تواند مدل‌های مختلفی از جمله مدل‌های رگرسیون حداقل مربعات معمولی (OLS)[13] ، مدل‌های غیر خطی و مدل‌های رگرسیونی حداقل مربعات وزنی[14] (GLS) را برآورد کنند. روش تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود Leamer (1983) بر حد بالا و حد پایین برآوردهای رگرسیون متمرکز است، ولی روش تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود Sala-I-Martin (1997) نسخه انعطاف پذیری را پیشنهاد نموده که همه توزیع ضرایب رگرسیون را در نظر می‌گیرد. به

عبارت دیگر، از هر مدل رگرسیونی که تخمین زده می شود، فقط حد بالا و حد پایین را در نظر نمی‌گیرد. مدل تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود Sala-i-Martin (1997)، مدل نرمال را تخمین می‌زند که در آن ضرایب رگرسیون به‌طور نرمال در بین مدل‌ها توزیع می‌شود و همچنین مدل عمومی را تخمین می‌زند که فرض نرمال بودن در آن برقرار نیست.

جامعه آماری در این پژوهش، کشورهای منتخب منطقه منا است و شامل ۱۱ کشور ایران، الجزایر، مصر، عراق، اردن، لبنان، مراکش، تونس، یمن، مالت، امارات در محدوده زمانی سال‌های ۲۰۱۴ - ۱۹۹۵ میلادی است. توجه به این نکته دارای اهمیت است که به‌دلیل عدم دسترسی به داده‌ها و نقض آن‌ها، کشورهای دیگر منطقه منا حذف شدند و از بین کل کشورهای منطقه منا، ۱۱ کشور انتخاب شدند. در این پژوهش، داده‌ها به‌صورت پنل بوده و این داده‌ها از سه منبع به شرح زیر استخراج شدند.

- داده‌های ردپای بوم شناختی از Global Footprint Network
- داده‌های KOF از سایت
http: //globalization.kof.ethz
- سایر داده‌های مورد نیاز از بانک جهانی[15]گردآوری شد.

نتایج و بحث

به‌منظور انتخاب متغیرهای مستقل از میان متغیرهای مورد استفاده در مطالعات پیشین، روش تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود به‌کار گرفته شد. ابتدا برای مشخص کردن متغیر آزاد و متغیرهای متمرکز تمام متغیرهایی که در مطالعات گذشته به‌عنوان متغییر مستقل منظور شده‌اند وارد مدل شده و برآوردها براساس ترکیب‌های مختلف این متغیرها با استفاده از نرم افزار R صورت گرفت. به‌عبارت دیگر با بررسی اجمالی مطالعات پیشین در زمینه عامل‌های مؤثر بر ردپای بوم‌شناختی، متغیرهای زیادی را می‌توان به‌عنوان متغییر مستقل مدنظر قرار داد. اما اگر تمام متغیرهای استفاده شده در مطالعات پیشین به‌عنوان متغیر توضیحی وارد مدل شوند، اصل پارسیمونی (استفاده از حداقل متغیر توضیحی) در اقتصاد سنجی رعایت نشده است. بنابراین، روش جدید EBA در مقاله به‌کار گرفته شد که بتوان معنی‌دارترین و پایدارترین متغیرها توضیحی را انتخاب نمود. بدین ترتیب ردپای بوم‌شناختی سرانه به‌عنوان متغیر وابسته و بقیه متغیرها شامل تولید ناخالص داخلی سرانه، توان دوم تولید ناخالص داخلی سرانه، زمین زراعی، مصرف انرژی، ارزش افزوده بخش کشاورزی، رشد سالانه تولید ناخالص داخلی، سهم مخارج نظامی از تولید ناخالص داخلی، ارزش افزوده بخش صنعت، درصد کل جمعیت شهرنشینی، درصد جمعیت فعال (۱۵ - ۶۴ سال)، ظرفیت بیولوژیکی، جهانی‌شدن اقتصادی، جهانی‌شدن اجتماعی و جهانی‌شدن سیاسی به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شدند. در جدول (۱)، خلاصه‌ای از نتایج برآوردهای EBA آورده شده است.

جدول (۱) نشان می‌دهد که تعداد کل ترکیبات رگرسیون تخمین زده شده با توجه به رابطه (۱) برابر با ۱۴۹۱۲ است. بنابراین عرض از مبدأ در تمام ۱۴۹۱۲ مدل رگرسیونی گزارش شده‌اند، ولی بقیه متغیرها که جزء متغیرهای مستقل هستند فقط در ۷۰۹۹ مدل رگرسیونی گزارش شده‌اند. زیرا مدل آن‌ها را به‌عنوان متغیر مشکوک در نظر می‌گیرد. نمودار (۱) گزارش کاملی از تخمین تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود را نشان می‌دهد که ردپای بوم‌شناختی به‌عنوان متغیر وابسته و بقیه متغیرها به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شده است. براساس نتایج نمودار (۱) می‌توان از بین متغیرهای بیان شده، متغیرهای پایدار و معنی‌دار را انتخاب نمود.

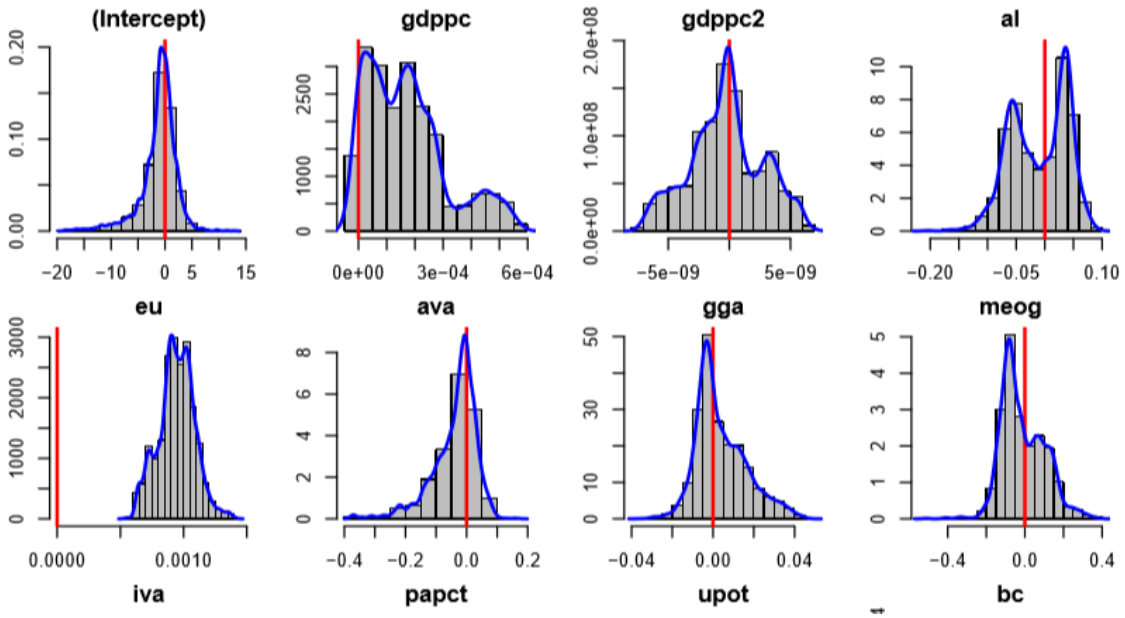
جدول ۱ - تعداد رگرسیون‌های تخمین زده شده با هر متغیر

Table 1. Number of estimated regressions by each variable

متغیر Variable	تعداد رگرسیون تخمینی Number of estimated regressions	متغیر Variable	تعداد رگرسیون تخمینی Number of estimated regressions
عرض از مبدأ Intercept	14912	زمین زراعی Arable land	7099
مصرف انرژی Energy/GDP	7099	ارزش افزوده بخش صنعت Industrial value added	7099
تولید ناخالص داخلی سرانه GDP per capita	7099	سهم مخارج نظامی از تولید ناخالص داخلی Military expenditure/GDP	7099
توان دوم تولید ناخالص داخلی سرانه GDP per capita square	7099	رشد سالانه تولید ناخالص داخلی GDP growth	7099
جمعیت فعال (۱۵ تا ۶۴ سال) Working population (15–65 years old)	7099	جهانی شدن اقتصادی Economic globalization	7099
جمعیت شهرنشینی Urban population	7099	جهانی شدن اجتماعی Social globalization	7099
ظرفیت بیولوژیکی Biocapacity	7099	جهانی شدن سیاسی Political globalization	7099
ارزش افزوده بخش کشاورزی Agricultural value added	7099		

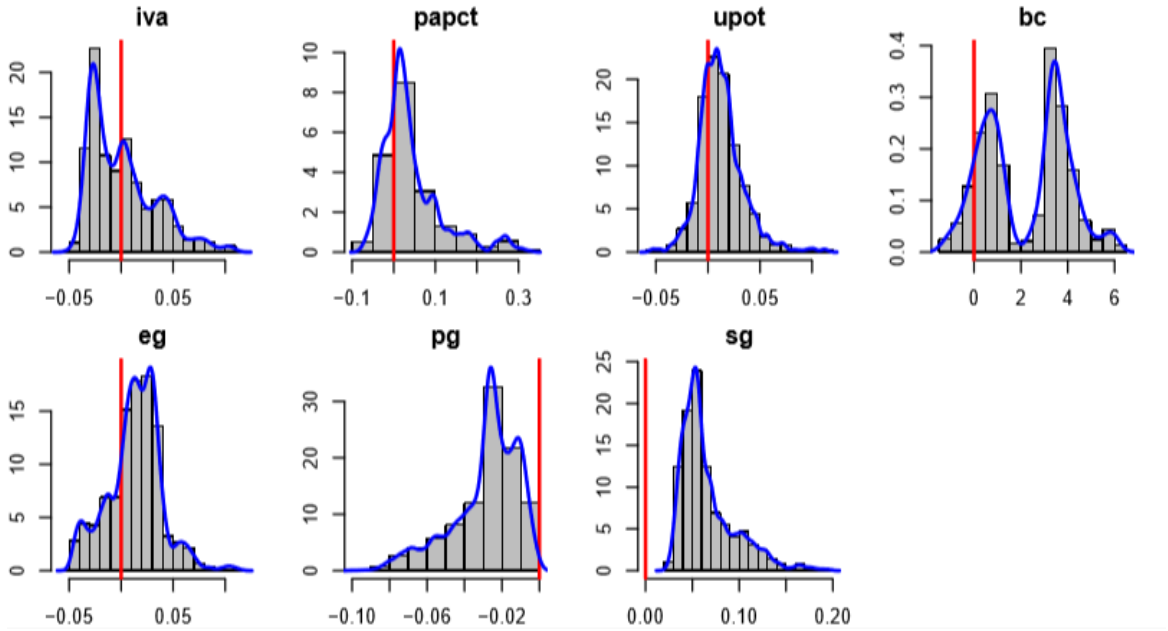
مأخذ: یافته‌های تحقیق

Reference: Research findings



شکل ۱- نتایج روش تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود ساده

Fig. 1- The results of the naive EBA



ادامه شکل ۱- نتایج روش تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود ساده

Fig. 1- The results of the naive EBA

در نمودار (۱)، مقادیر ضرایب رگرسیون در محور افقی قرار دارند و محور عمودی نشان دهنده توزیع ضرایب رگرسیون است. نمودارهای جعبه‌ای نیز نشان دهنده ضرایب برآورد شده به روش حداقل مربعات معمولی (OLS) می‌باشد. همچنین منحنی ضخیمی که بر هیستوگرام‌ها قرار دارد، نشان دهنده توزیع تجمعی ضرایب رگرسیون می‌باشد و خط عمودی همان خط نرمال می‌باشد. اگر بیشتر جعبه-های هیستوگرام سمت راست صفر قرار داشته باشند، بیشتر ضرایب رگرسیون تخمین زده شده بر متغیر مربوطه مثبت برآورد شده است و برعکس. بنابراین تولید ناخالص داخلی سرانه، ارزش افزوده بخش صنعت، درصد جمعیت فعال (۱۵ - ۶۴ سال)، درصد کل جمعیت شهرنشینی، ظرفیت بیولوژیکی، جهانی‌شدن اقتصادی و جهانی‌شدن اجتماعی در بیشتر موارد دارای ضریب مثبت هستند و اثر مثبتی بر ردپای بوم‌شناختی دارند. برعکس، اگر بیشتر جعبه‌های هیستوگرام سمت چپ صفر قرار داشته باشند، بیشتر ضرایب رگرسیون تخمین زده شده بر متغیر مربوطه دارای علامت منفی هستند. براین اساس با فرض ثابت بودن شرایط، زمین زراعی، ارزش افزوده بخش کشاورزی، سهم مخارج نظامی از تولید ناخالص داخلی و جهانی‌شدن سیاسی در بیشتر موارد دارای ضریب منفی هستند و اثر منفی بر ردپای بوم‌شناختی دارند. همچنین مصرف انرژی و جهانی‌شدن اجتماعی به‌طور پیوسته با ردپای بوم‌شناختی مرتبط است و تنها متغیرهایی هستند که برای همه ضرایب رگرسیونی برآورد شده، دارای علامت مثبت هستند و به‌عنوان متغیر آزاد شناخته می‌شوند. لازم به بیان است با توجه به محدودیت نرم افزارهای موجود در انتخاب متغیر آزاد (تنها قادر به معرفی یک متغیر آزاد هستند)، متغیر مصرف انرژی به‌عنوان تنها متغیر آزاد وارد مدل شد. جدول (۲)، خلاصه‌ای از توزیع ضرایب برآورد شده را نشان می‌دهد. این نسبت‌ها افزون بر معنی‌داری و عدم معنی‌داری ضرایب، درصدی از ضرایب رگرسیون تخمینی که مثبت یا منفی بوده‌اند را گزارش می‌دهد.

جدول ۲- توزیع ضرایب برآورد شده β

Table 2. Distribution of beta coefficients

متغیرها Variables	درصد (معنی‌داری و $\beta \neq 0$) Pct (sig and beta ≠ 0)	درصد (معنی‌داری و $\beta < 0$) Pct (sig and beta < 0)	درصد (معنی‌داری و $\beta > 0$) Pct (sig and beta > 0)
عرض از مبدأ Intercept	58.946	38.472	20.473
مصرف انرژی Energy/GDP	100.000	0.000	100.000
تولید ناخالص داخلی سرانه GDP per capita	82.336	1.113	81.223
توان دوم تولید ناخالص داخلی سرانه GDP per capita square	73.489	39.555	33.934
جمعیت فعال (۱۵ تا ۶۴) سال Working population (15–65 years old)	59.459	12.931	46.528
جمعیت شهرنشینی Urban population	55.726	8.100	47.626
ظرفیت بیولوژیکی Biocapacity	81.068	3.662	77.405
ارزش افزوده بخش کشاورزی Agricultural value added	48.331	37.794	10.537
زمین زراعی Arable land	83.575	42.245	41.330
ارزش افزوده بخش صنعت Industrial value added	73.278	29.751	6.360
مخارج نظامی از تولید ناخالص داخلی Military expenditure/GDP	64.248	41.259	22.989
رشد سالانه تولید ناخالص داخلی GDP growth	6.663	0.775	5.888
جهانی شدن اقتصادی Economic globalization	77.264	15.819	61.445
جهانی شدن اجتماعی Social globalization	100.000	0.000	100.000
جهانی شدن سیاسی Political globalization	92.492	92.492	0.000

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Reference: Research findings

نتایج جدول (۲) نشان می‌دهد که تنها در مورد متغیر آزاد مصرف انرژی و جهانی شدن اجتماعی ۱۰۰ درصد ضرایب برآوردی از نظر آماری معنی‌دار است. به بیان دیگر از مجموع رگرسیون‌های برآوردی (۷۰۹۹)، در تمام موارد ضرایب معنی‌دار می‌باشند. لازم به بیان است در ۱۰۰ درصد موارد، ضرایب برآورد شده مثبت به‌دست آمده است. پس لازم است این دو متغیر را به‌عنوان متغیر اصلی در رگرسیون نهایی درنظر گرفت. همچنین در ۹۲/۵ درصد از رگرسیون‌های برآوردی، ضریب برآورد شده جهانی شدن سیاسی از نظر آماری معنی‌دار می‌باشد. همچنین از میان ضرایب برآوردی معنی‌دار شده این متغیر، در تمام موارد ضریب برآوردی منفی می‌باشد. همچنین ۸۲/۳ درصد از ضریب برآورد شده تولید ناخالص داخلی سرانه از نظر آماری معنی‌دار است. همچنین ۳۹ درصد از ضرایب برآوردی منفی و حدود ۳۴ درصد دیگر مثبت برآورد شده‌اند. در مقابل تنها ۷۳/۵ درصد از ضریب توان دوم تولید ناخالص داخلی سرانه و ۸۳/۶ درصد از ضریب زمین زراعی و ۸۱/۱ درصد از ضریب ظرفیت بیولوژیکی از نظر آماری معنی‌دار است.

بیشترین درصد ضریب برآورد شده منفی معنی‌دار مربوط به متغیر جهانی شدن سیاسی با مقدار ۹۲/۵ درصد است. کمترین درصد ضریب برآورد شده مثبت

معنی‌دار مربوط به متغیرهای رشد سالانه تولید ناخالص داخلی و ارزش افزوده بخش صنعت و به‌ترتیب برابر با ۵/۸۸۸ و ۶/۳۶۰ درصد هستند. در جدول (۳) نتایج مربوط به تابع توزیع تجمعی (CDF) مبتنی بر روش تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود سالی آی مارتین آورده شده است. تفسیر کلی در مورد ضریب‌های این جدول آن است که چند درصد احتمال دارد که متغیرها در رگرسیون نهایی وجود داشته باشند. آن متغیرهایی که تابع توزیع تجمعی آن‌ها از ۹۰ درصد پایین‌تر است، ضرورتی ندارند به‌عنوان متغیر مستقل مد نظر قرار گیرند. ولی متغیرهایی که دارای تابع توزیع تجمعی بیشتر از ۹۰ درصد باشند، به‌عنوان متغیر متمرکز در نرم افزار R شناسایی می‌شود. همچنین متغیری که درصد احتمال آن ۱۰۰ درصد است، به‌عنوان متغیر آزاد شناسایی می‌شود. براساس نتایج این جدول می‌توان از میان متغیرهای مشکوک که در مرحله قبل وارد ترکیب-های مختلف مدل‌های برآوردی شده‌اند، متغیرهای متمرکز را انتخاب نمود.

جدول ۳- تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود سالا – آی - مارتین
Table 3. Sala-i-Martin's Extreme Bounds Analysis (EBA)

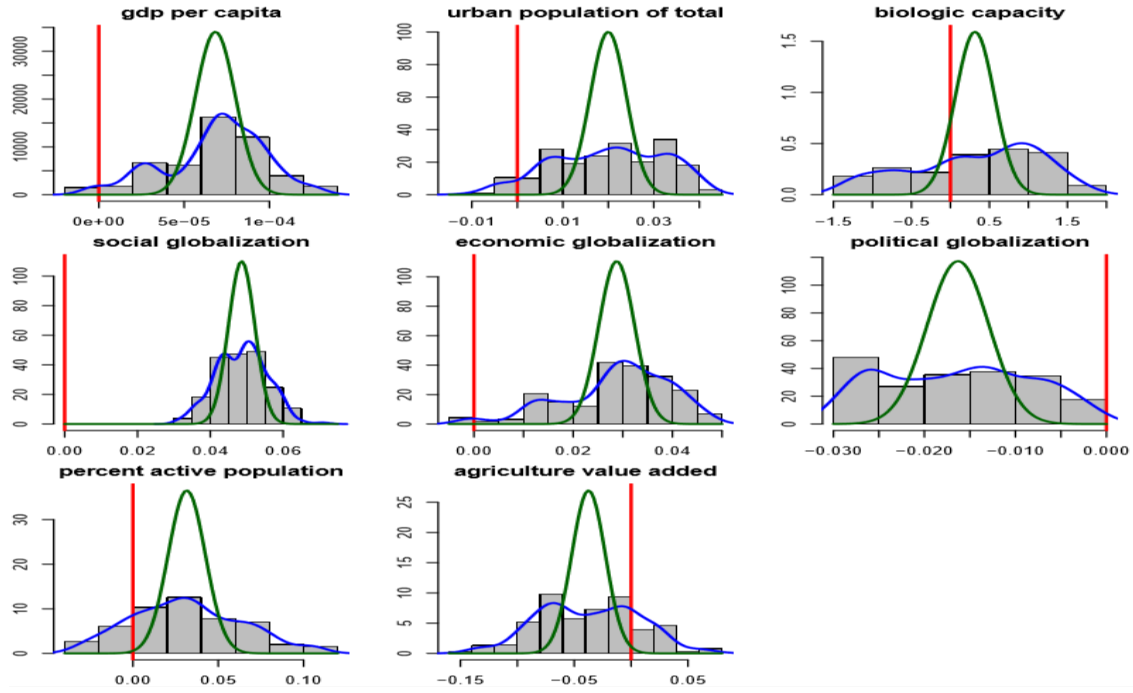
CDF (β>0)	CDF (β<=0)	نوع Type	متغیرها Variables
7.713	92.287	آزاد Free	عرض از مبدأ Intercept
100.000	0.000	آزاد Free	مصرف انرژی Energy/GDP
100.000	0.000	متمرکز Focus	تولید ناخالص داخلی سرانه GDP per capita
30.509	69/491	متمرکز Focus	توان دوم تولید ناخالص داخلی سرانه GDP per capita square
99.606	0.394	متمرکز Focus	جمعیت فعال (۱۵ تا ۶۴) سال Working population (15–65 years old)
96.446	3.554	متمرکز Focus	جمعیت شهرنشینی Urban population
100.000	0.000	متمرکز Focus	ظرفیت بیولوژیکی Biocapacity
4.782	95.218	متمرکز Focus	ارزش افزوده بخش کشاورزی Agricultural value added
17.609	82.391	متمرکز Focus	زمین زراعی Arable land
56.767	43.233	متمرکز Focus	ارزش افزوده بخش صنعت Industrial value added
38.791	61.209	متمرکز Focus	مخارج نظامی از تولید ناخالص داخلی Military expenditure/GDP
62.802	37.198	متمرکز Focus	رشد سالانه تولید ناخالص داخلی GDP growth
99.010	0.990	متمرکز Focus	جهانی شدن اقتصادی Economic globalization
100.000	0.000	متمرکز Focus	جهانی شدن اجتماعی Social globalization
0.000	100.000	متمرکز Focus	جهانی شدن سیاسی Political globalization

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Reference: Research findings

جدول (۳) نشان می‌دهد که براساس تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود سالا – آی - مارتین، متغیرهای مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی سرانه، جمعیت فعال، جمعیت شهرنشینی، ظرفیت بیولوژیکی، جهانی شدن اقتصادی، جهانی شدن اجتماعی، جهانی شدن سیاسی و ارزش افزوده بخش کشاورزی در مدل نرمال در سطح اطمینان ۰/۹۵ معنی‌دار هستند و باید به‌عنوان متغیر متمرکز در مدل قرار گیرند.

پس از اینکه متغیر آزاد و متغیرهای متمرکز انتخاب شدند، مرحله دوم روش تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود تحت عنوان تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود پیشرفته انجام می شود. براساس نتایج قسمت قبل مصرف انرژی به‌عنوان متغیر آزاد و متغیرهای تولید ناخالص داخلی سرانه، درصد جمعیت فعال (۱۵ - ۶۴ سال)، درصد کل جمعیت شهرنشینی، ظرفیت بیولوژیکی، جهانی شدن اقتصادی، جهانی شدن اجتماعی، جهانی شدن سیاسی و ارزش افزوده بخش کشاورزی به‌عنوان متغیر متمرکز در نظر گرفته شدند. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که تعداد ترکیبات رگرسیون تخمین زده شده در سطح اطمینان ۰/۹۵ برابر با ۱۴۱۴ است. در ادامه نتایج EBA پیشرفته به دو صورت جدول و نمودار آورده شده است.



نمودار ۲- نتایج تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود پیشرفته

Fig. 2- The results of the sophisticated EBA

نمودار (۲)، نتیجه برآورد تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود پیشرفته را نشان می‌دهد. مقادیر ضرایب رگرسیون در محور افقی قرار دارند. محور عمودی نشان دهنده توزیع ضرایب رگرسیون است. نمودارهای جعبه‌ای نشان دهنده ضرایب حداقل مربعات معمولی (OLS) بر متغیر مورد بررسی در مدل رگرسیونی می‌باشد. منحنی ضخیمی که بر هیستوگرام‌ها قرار دارد، نشان دهنده توزیع تجمعی ضرایب رگرسیون و منحنی کمرنگ، منحنی توزیع تقریبی نرمال و خط عمودی همان خط نرمال می‌باشد. همانطور که نمودار (۲) نشان می‌دهد، تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود پیشرفته منجر به پیش‌بینی‌های واضح‌تر در مورد علامت ضرایب رگرسیون نسبت به برآورد EBA ساده است. نتایج

EBA پیشرفته از طریق خروجی متنی به‌منظور بیان اطلاعات دقیق در مورد نتایج تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود لامر و سالا – آی - مارتین در جدول (۴) توزیع ضرایب برآورد شده، آمده است.

جدول ۴- توزیع و درصد معنی‌داری ضرایب برآورد شده

Table 4. Distribution and significant percentages of estimated coefficient

متغیرها Variables	نوع Type	درصد (β<۰) Pct (beta < 0)	درصد (β>۰) Pct (beta > 0)	درصد معنی‌داری β≠۰ Pct (sig and beta ≠ 0)	درصد معنی‌داری β<۰ و Pct (sig and beta < 0)	درصد معنی‌داری β>۰ و Pct (sig and beta > 0)
عرض از مبدأ Intercept	آزاد Free	55.799	44.201	70.721	37.694	33.027
مصرف انرژی Energy/GDP	آزاد Free	0.000	100.000	100.000	0.000	100.000
تولید ناخالص داخلی سرانه GDP per capita	متمرکز Focus	2.956	97.044	93.596	0.000	93.596
جمعیت شهرنشینی Urban population	متمرکز Focus	6.085	93.915	79.365	0.794	78.571
ظرفیت بیولوژیکی Biocapacity	متمرکز Focus	33.069	66.931	71.164	21.693	49.471
جمعیت فعال (۱۵ تا ۶۴) سال Working population	متمرکز Focus	17.460	82.540	64.815	5.291	59.524
ارزش افزوده بخش کشاورزی Agricultural value added	متمرکز Focus	80.688	19.312	61.640	56.349	5.291
جهانی شدن اقتصادی Economic globalization	متمرکز Focus	2.116	97.884	96.561	0.000	96.561
جهانی شدن اجتماعی Social globalization	متمرکز Focus	0.000	100.000	100.000	0.000	100.000
جهانی شدن سیاسی Political globalization	متمرکز Focus	100.000	0.000	82.540	82.540	0.000

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Reference: Research findings

نتایج جدول (۴) نشان می‌دهد که هر دو متغیر آزاد، مصرف انرژی و متغیر جهانی شدن اجتماعی، در تمام موارد از نظر آماری معنی‌دار هستند. بنابراین این دو متغیر ارتباط مستقیم و معنی‌داری با ردپای بوم شناختی دارد. ضرایب برآورد شده متغیرهای تولید ناخالص داخلی سرانه و جهانی شدن اقتصادی به‌ترتیب ۹۳/۶ و ۹۶/۶ درصد از نظر آماری معنی‌دار است و رابطه مستقیمی با ردپای بوم شناختی دارد. در جدول (۵) تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود لامر آورده شده است.

جدول (۵) حد بالا و حد پایین و شکننده یا پایدار بودن متغیرها را نشان می‌دهد. از جدول (۵) می‌توان نتیجه‌گیری نمود که تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود لامر خیلی سختگیرانه عمل می‌کند و تنها دو متغیر مصرف انرژی و جهانی‌شدن اجتماعی به‌عنوان متغیرهای اثر گذار و پایدار بر ردپای بوم‌شناختی در نظر گرفته شده است. چون حد بالا و حد پایین دارای علامت مخالف هستند، بقیه متغیرها شکننده می‌باشند. بنابراین برای انتخاب متغیرهای پایدار بیشتر، از روش پیشرفته تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود سالا – آی - مارتین استفاده شد که نتایج آن در جدول (۶) آورده شده است.

جدول ۵- تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود لامر

Table 5. Leamer's Extreme Bounds Analysis (EBA)

متغیرها Variables	نوع Type	حد پایین Lower extreme bound	حد بالا Upper extreme bound	پایدار یا شکننده بودن Robust/Fragile
عرض از مبدأ Intercept	آزاد Free	7.162-	5.964	شکننده Fragile
مصرف انرژی Energy/GDP	آزاد Free	0.001	0.001	پایدار Robust
تولید ناخالص داخلی سرانه GDP per capita	متمرکز Focus	0.000	0.000	شکننده Fragile
جمعیت شهرنشینی Urban population	متمرکز Focus	0.021-	0.051	شکننده Fragile
ظرفیت بیولوژیکی Biocapacity	متمرکز Focus	1.881-	2.345	شکننده Fragile
جمعیت فعال (۱۵ تا ۶۴سال) Working population (15-64 years old)	متمرکز Focus	0.056-	0.133	شکننده Fragile
ارزش افزوده بخش کشاورزی Agricultural value added	متمرکز Focus	0.172-	0.110	شکننده Fragile
جهانی شدن اقتصادی Economic globalization	متمرکز Focus	0.008-	0.055	شکننده Fragile
جهانی شدن اجتماعی Social globalization	متمرکز Focus	0.020	0.081	پایدار Robust
جهانی شدن سیاسی Political globalization	متمرکز Focus	0.038-	0.005	شکننده Fragile

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Reference: Research findings

جدول ۶- تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود سالی آی مارتین

Table 6. Sala-i-Martin's Extreme Bounds Analysis (EBA)

متغیرها Variables	نوع Type	مدل (β<=0) CDF CDF (beta <= 0)	مدل (β>0) CDF CDF (beta > 0)
عرض از مبدأ Intercept	آزاد Free	55.067	44.933
مصرف انرژی Energy/GDP	آزاد Free	0.000	100.000
تولید ناخالص داخلی سرانه GDP per capita	متمرکز Focus	2.216	97.784
جمعیت شهرنشینی Urban population	متمرکز Focus	6.675	93.325
ظرفیت بیولوژیکی Biocapacity	متمرکز Focus	34.221	65.779
جمعیت فعال (۱۵ تا ۶۴) سال Working Population (15–65 years old)	متمرکز Focus	18.900	81.100
ارزش افزوده بخش کشاورزی Agricultural value added	متمرکز Focus	77.353	22.647
جهانی شدن اقتصادی Economic globalization	متمرکز Focus	1.573	98.427
جهانی شدن اجتماعی Social globalization	متمرکز Focus	0.000	100.000
جهانی شدن سیاسی Political globalization	متمرکز Focus	97.615	2.385

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Reference: Research findings

جدول (۶) نشان می‌دهد که براساس تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود سالا – آی - مارتین پیشرفته، متغیرهای مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی سرانه، جمعیت شهرنشینی، جهانی‌شدن اقتصادی، جهانی‌شدن اجتماعی و جهانی‌شدن سیاسی در سطح اطمینان ۰/۹۵ معنی‌دار هستند و باید در مدل رگرسیونی وارد شوند. در جدول (۷) میانگین و خطای معیار ضرایب برآورده شده متغیرها آورده شده است.

جدول ۷- میانگین و خطای معیار ضرایب برآورد شده متغیر

Table 7. Mean and standard error of the estimated coefficients of variables

متغیرها Variables	نوع Type	میانگین ضرایب برآورد شده Coef (Wgt Mean)	میانگین خطای معیار SE (Wgt Mean)	کوچکترین ضریب Min Coef	خطای معیار کوچکترین ضریب SE (Min Coef)	بزرگترین ضریب Max Coef	خطای معیار بزرگترین ضریب SE (Max Coef)
عرض از مبدأ Intercept	آزاد Free	0.072-	0.375	5.773-	0.599	5.327	0.325
مصرف انرژی Energy/GDP	آزاد Free	**0.001	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000
تولید ناخالص داخلی سرانه GDP per capita	متمرکز Focus	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
جمعیت شهرنشینی Urban population	متمرکز Focus	*0.020	0.004	0.012-	0.005	0.041	0.004
جهانی شدن اقتصادی Economic globalization	متمرکز Focus	*0.029	0.004	0.002-	0.003	0.048	0.004
جهانی شدن اجتماعی Social globalization	متمرکز Focus	*0.049	0.004	0.031	0.005	.072	0.004
جهانی شدن سیاسی Political globalization	متمرکز Focus	*0.016-	0.003	0.030-	0.004	0.001-	0.003

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Reference: Research findings

* و ** به‌ترتیب بیانگر سطح معنی‌داری ۵ و ۱ درصد

* and ** indicate a significant level of 5 and 1%, respectively

براساس نتایج جدول (۷)، از میان ۱۴۱۴ رگرسیون برآوردی، کوچکترین و بزرگترین ضریب برآوردی به‌ترتیب مربوط به متغیرهای جهانی شدن سیاسی با (۰/۰۳۰-) و جهانی شدن اقتصادی با (۰/۰۴۸) است. همچنین براساس نتایج میانگین ضریب برآوردی مصرف انرژی (۰/۰۰۱)، می‌توان گفت با افزایش ۱۰ واحدی مصرف انرژی در منطقه مورد بررسی، ردپای بوم‌شناختی ۰/۰۱ هکتار جهانی (واحد اندازه‌گیری ردپای بوم‌شناختی) افزایش می‌یابد. میانگین ضریب برآورد شده جمعیت شهرنشینی ۰/۰۲۰ است، به این معنی که با افزایش ۱۰ واحدی جمعیت شهرنشینی، ردپای بوم‌شناختی ۰/۲ هکتار جهانی افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش ۱۰ واحدی جهانی شدن اقتصادی و جهانی شدن اجتماعی، ردپای بوم‌شناختی به‌ترتیب ۰/۲۹ و ۰/۴۹ هکتار جهانی افزایش می‌یابد. اما میانگین ضریب برآورد شده جهانی شدن سیاسی ۰/۰۱۶- است، به این معنی که با افزایش ۱۰ واحدی جهانی شدن سیاسی، ردپای بوم‌شناختی ۰/۱۶ هکتار جهانی کاهش می‌یابد. میانگین ضریب برآوردی تولید ناخالص داخلی سرانه (0.000) است که می‌توان گفت با افزایش یک واحدی تولید ناخالص داخلی سرانه، ردپای بوم‌شناختی هیچ تغییری نمی‌کند.

با مقایسه نتایج این مقاله با مقاله‌های پیشین می‌توان دریافت، مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی سرانه رابطه مثبت و مستقیمی بر ردپای بوم‌شناختی دارد که با نتایج Zambrano-Monserrate *et al.* (2020)، Rudolph and Figge (2020) همخوانی دارد. همچنین جهانی شدن اقتصادی و اجتماعی نیز رابطه مثبت و مستقیمی بر ردپای بوم‌شناختی دارد که با نتایج Rudolph and Figge (2017) و Amegavi (2020) and Langnel سازگار است. جهانی شدن سیاسی، رابطه منفی و وارون بر ردپای بوم‌شناختی دارد که با نتایج به‌دست آمده از مطالعه(2020) Amegavi and Langnel تطابق دارد. جمعیت شهرنشینی رابطه مثبت و مستقیمی بر ردپای بوم‌شناختی دارد که با نتایج مطالعه Rudolph and Figge (2017) موافق است.

نتیجه‌گیری

در بیشتر مطالعات، انتشار یکی از انواع گازهای گلخانه‌ای مانند CO_2 به‌عنوان سنجه تخریب محیط‌زیست در نظر گرفته شده است و این امر بخش کوچکی از تخریب را نشان می‌دهد. بنابراین، مهمترین نقش این مطالعه، استفاده از ردپای بوم‌شناختی به‌عنوان معیاری از تخریب محیط‌زیست است. ردپای بوم‌شناختی، سنجه بهتری از تخریب محیط‌زیست ارائه می‌کند، زیرا می‌تواند تأثیر یک کشور بر محیط‌زیست را از منظر هوا، خاک و آب نشان دهد. همچنین در این مطالعه از سنجه KOF و زیرگروه‌های آن به‌عنوان معیار جهانی‌شدن استفاده شده که کمتر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است.

همچنین در این پژوهش، با استفاده از تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود (EBA) متغیرهای پایدار و معنی‌دار تعیین‌کننده ردپای بوم‌شناختی در منطقه منا انتخاب شدند. نتایج گویای آن است که براساس تجزیه و تحلیل کرانه‌های نامحدود Sala-I-Martin (1997)، متغیرهای مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی سرانه، جمعیت شهرنشینی، جهانی شدن اقتصادی، جهانی شدن اجتماعی و جهانی شدن سیاسی به‌عنوان عامل‌های تعیین کننده بر ردپای بوم شناختی در منطقه منا هستند. نتایج به‌دست آمده گویای رابطه مستقیم و معنی‌دار میان مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی سرانه، جمعیت شهرنشینی، جهانی شدن اقتصادی و جهانی شدن اجتماعی با ردپای بوم شناختی است. همچنین، ده واحد افزایش در متغیرهای مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی سرانه، جمعیت شهرنشینی، جهانی شدن اقتصادی و جهانی شدن اجتماعی به‌ترتیب ۰/۰۱، ۰/۰۰۰، ۰/۲، ۰/۲۹ و ۰/۴۹ واحد ردپای بوم شناختی را افزایش می‌دهد. بنابراین فرضیه آگاهی جهانی محیط‌زیست تأیید نمی‌شود و نشان می‌دهد جهانی‌شدن اجتماعی، تقاضای محیط زیستی بشر را کاهش نمی‌دهد. در مقابل ده واحد افزایش در جهانی شدن سیاسی ۰/۱۶ واحد ردپای بوم شناختی را کاهش می‌دهد و رابطه وارون و معنی‌دار میان دو متغیر بیان شده وجود دارد. رابطه منفی میان ردپای بوم شناختی و جهانی شدن سیاسی فرضیه مدیریت جهانی محیط‌زیست را تأیید می‌کند و نشان می‌دهد جهانی‌شدن سیاسی، تقاضای محیط زیستی بشر را کاهش می‌دهد. براساس نتایج حاصل از پژوهش، پیشنهادهایی به‌صورت زیر داده می‌شود.

باتوجه به ارتباط مستقیم میان ردپای بوم شناختی و مصرف انرژی، از طریق سیاست‌هایی شامل افزایش سرمایه‌گذاری در صرفه‌جویی انرژی، پروژه‌های بهره‌وری انرژی و سرمایه‌گذاری‌هایی در زمینه افزایش نقش منابع انرژی تجدیدپذیر، می‌توان مصرف انرژی را کاهش داد. بویژه آنکه مصرف انرژی بر افزایش ردپای بوم‌شناختی، بیشترین تأثیر را دارد. در این میان کاهش یارانه انرژی، وضع مالیات‌های محیط زیستی بر مصرف‌های غیر مجاز می‌تواند ردپای بوم‌شناختی را کاهش

دهد.

با توجه به رابطه مستقیم شهر نشینی و رد پای بوم شناختی، لازم است در گسترش شهرها، مسئله‌های محیط زیستی بیشتر از قبل مدنظر برنامه ریزان قرار گیرد. البته کنترل جمعیت شهرنشینی راهکار دیگری برای کاهش فشار محیط‌زیست است، اما در منطقه مورد مطالعه تأثیر ناچیزی دارد.

افزایش جهانی‌شدن اقتصادی و اجتماعی ردپای بوم‌شناختی در منطقه منا (از جمله ایران) را افزایش می‌دهد. بنابراین با توجه به نتایج حاصل از جهانی‌شدن اقتصادی و اجتماعی، دولتمردان کشورهای منا، باید اقدام‌ها و استراتژی‌های تجاری را برای افزایش حفاظت از محیط‌زیست انجام دهند. توسعه روابط تجاری، اقدامی سودمند در زمینه‌ی بهبود کیفیت محیط زیست است. بنابراین، کالاهایی که در داخل آلاینده بیشتری تولید می‌کنند را بهتر است از خارج از کشور وارد نمود. این کشورها باید تدبیرهایی اتخاذ نمایند تا قسمتی از درآمد نفتی به حفاظت از محیط زیست اختصاص یابد. با توجه به نتایج جهانی‌شدن سیاسی که دارای ارتباط وارون با ردپای بوم‌شناختی است، پیشنهاد می‌شود با افزایش آگاهی در زمینه‌ی محیط‌زیست و بهبود چارچوب منظم عملیاتی به کاهش آسیب‌های آن کمک کرد. کاهش بی‌ثباتی سیاسی برای کاهش تخریب محیط‌زیست امری ضروری است. بی‌ثباتی و تعارضات سیاسی نه تنها عملکرد اقتصادی را ضعیف می‌کند، بلکه افق سیاستگذاران اقتصادی را کوتاه می‌کند و در نتیجه سبب تضعیف عملکرد اقتصاد کلان و در نهایت تخریب محیط زیستی می‌شوند.

پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده، پس از تعیین متغیرهای مؤثر با استفاده از روش EBA از طریق برآورد مدل با استفاده از روش‌های رگرسیون پانلی، سایر متغیرها به‌طور دقیق‌تر بررسی شود و تعداد بیشتری از کشورها مورد بررسی قرار گیرند تا بتوان به نتایج جامع‌تری دست یافت.

پی‌نوشت‌ها

[1] Extreme Bounds Analysis (EBA)
[2] Ecological Footprint Atlas
[3] Ecological Deficit
[4] Biocapacity (BC)
[5] Ecological Footprint (EF)
[6] Global Hectares (GH)
[7] Middle East and North Africa (MENA)
[8] Inferential Sturdiness
[9] Free Variables
[10] Focus Variables
[11] Doubtful Variables
[12] Cumulative Density Function
[13] Ordinary Least Square (OLS)
[14] Generalized Least Square (GLS)
[15] World Bank

منابع

Ahmed, Z. Zafar, M.W. and Ali, S., 2020. Linking urbanization, human capital, and the ecological footprint in G7 countries: An empirical analysis. Sustainable Cities and Society. *55*, 1-35.

Al-Mulali, U. Weng-Wai, C. Sheau-Ting, L. and Mohammed, A.H., 2015. Investigating the environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis by utilizing the ecological footprint as an indicator of environmental degradation. Ecological Indicators, 48, 315-323.

Amegavi, G.B., and Langnel, Z. 2020. Globalization, electricity consumption and ecological footprint: An autoregressive distributive lag (ARDL) approach. Sustainable Cities and Society. 55, 1-35.

Asıcı, A.A. and Acar, S., 2016. Does income growth relocate ecological footprint? Ecological Indicators. 61, 707-714.

Baek, J. 2016. A new look at the FDI–income–energy–environment nexus: Dynamic panel data analysis of ASEAN. Energy Policy. 91, 22-27.

Blomqvist, L. Brook, B.W. Ellis, E.C. Kareiva, P.M.

Nordhaus, T. and Shellenberger, M., 2013. Does the shoe fit? Real versus imagined ecological footprints. PLOS Biology. 11, 1-6.

Borucke, M. Moore, D. Cranston, G. Gracey, K. Iha, K. Larson, J. and Galli, A. 2013. Accounting for demand and supply of the biosphere's regenerative capacity: The national footprint accounts' underlying methodology and framework. Ecological Indicators. 24, 518-533.

Chanegriha, M. Stewart, C. and Tsoukis, C., 2017. Identifying the robust economic, geographical and political determinants of FDI: An extreme bounds analysis. Empirical Economics. 52, 759-776.

Charfeddine, L. and Mrabet, Z., 2017. The impact of economic development and social-political factors on ecological footprint: A panel data analysis for 15 MENA countries. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 76, 138-154.

Chen, Z. Chen, G. Xia, X. and Xu, S. 2012. Global network of embodied water flow by systems input-output simulation. Frontiers of Earth Science. 6, 331-344.

Clyde, M. and George, E.I., 2004. Model uncertainty. Statistical Science. 81-94.

Danish, W. and Wang, Z. 2019. Investigation of the ecological footprint's driving factors: What we learn from the experience of emerging economies. Sustainable Cities and Society. 49, 1-30.

Destek, M.A. and Sinha, A., 2020. Renewable, non-renewable energy consumption, economic growth, trade openness and ecological footprint: Evidence from organisation for economic Co-operation and development countries. Journal of Cleaner Production. 242, 11-35.

Dietz, T. Rosa, E.A. and York, R., 2007. Driving the human ecological footprint. Frontiers in Ecology and the Environment, 5, 13-18.

Dreher, A. Gassebner, M. and Siemers, L.H., 2012. Globalization, economic freedom, and human rights. Journal of Conflict Resolution. 56, 516-546.

Erb, K.H., 2004. Actual land demand of Austria 1926–2000: A variation on ecological footprint assessments. Land Use Policy. 21, 247-259.

Ewing, B. Moore, D. Goldfinger, S. Oursler, A. Reed, A. and Wackernagel, M., 2010. The ecological footprint atlas 2010. Oakland: Global Footprint Network.

Fiala, N., 2008. Measuring sustainability: Why the ecological footprint is bad economics and bad environmental science. Ecological Economics. 67, 519-525.

Figge, L. and Martens, P., 2014. Globalisation continues: The maastricht globalisation index revisited and updated. Globalizations. 11, 875-893.

Galli, A. Iha, K. Pires, S.M. Mancini, M.S. Alves, A. Zokai, G. and Wackernagel, M., 2020. Assessing the ecological footprint and biocapacity of Portuguese cities: Critical results for environmental awareness and local management. Cities. *96*, 10-36.

Gassebner, M. Lamla, M.J. and Sturm, J.E., 2010. Determinants of pollution: What do we really know? Oxford Economic Papers. 63, 568-595.

Gassebner, M. Lamla, M.J. and Vreeland, J.R., 2013. Extreme bounds of democracy. Journal of Conflict Resolution. 57, 171-197.

Hegre, H. and Sambanis, N., 2006. Sensitivity analysis of empirical results on civil war onset. Journal of conflict resolution. 50, 508-535.

Hlavac, M., 2016. Extreme bounds: Extreme bounds analysis in R.Jorgenson. Journal of Statistical

Software. 72, 1-21.

Juffe-Bignoli, D. Burgess, N.D. Bingham, H. Belle, E.M.S. De Lima, M.G. Deguignet, M. and Eassom, A., 2014. Protected planet report 2014. UNEP-WCMC: Cambridge, UK, 11.

Kitzes, J. Moran, D. Galli, A. Wada, Y. and Wackernagel, M., 2009. Interpretation and application of the ecological footprint: A reply to Fiala (2008). Ecological Economics. 68, 929-930.

Leamer, E.E., 1983. Sensitivity analyses would help. The American Economic Review.75, 308-313.

Levine, R. and Renelt, D., 1992. A sensitivity analysis of cross-country growth regresions. The American Economic Review. 82, 942-963.

Levine, R. and Zervos, S.J., 1993. What have we learned about policy and growth from cross-country regReesions? The American Economic Review. 83, 426-430.

Liu, Y. and Hao, Y., 2018. The dynamic links between CO2 emissions, energy consumption and economic development in the countries along "the Belt and Road". Science of the Total Environment. 645, 674-683.

Monfreda, C. Wackernagel, M. and Deumling, D., 2004. Establishing national natural capital accounts based on detailed ecological footprint and biological capacity assessments. Land use policy. 21, 231-246.

Oosthoek, J. and Gills, B.K., 2005. Humanity at the crossroads: The globalization of environmental crisis. Globalizations. 2, 283-291.

Potrafke, N., 2015. The evidence on globalisation. The World Economy. 38, 509-552.

Rafindadi, A.A. Muye, I.M. and Kaita, R.A., 2018. The effects of FDI and energy consumption on environmental pollution in predominantly resource-based economies of the GCC. Sustainable Energy Technologies and Assessments. 25, 126-137.

Ragas, A.M.J. Knapen, M.J. Heuvel, P.J.M.V.D. Eijkenboom, R.G.F.T.M. Buise, C.L. and Laar, B.J.V.D., 1995. Towards a sustainability indicator for production systems. Journal of Cleaner Production. 3, 123–129.

Rao, B.B. and Vadlamannati, K.C., 2011. Globalization and growth in the low-income African countries with the extreme bound's analysis. Economic Modelling. 28, 795-805.

Rees, W.E., 1992. Ecological footprints and appropriated carrying capacity: What urban economics leave out. Environment and Urbanization. 4, 121–130.

Rudolph, A. and Figge, L., 2017. Determinants of ecological footprints: What is the role of globalization. Ecological Indicators. 81, 348-361.

Sala-i-Martin, X.X., 1997. I just ran four million regReesions. American Economic Review. 87, 178-183.

Sturm, J.E. and De Haan, J., 2005. Determinants of long-term growth: New results applying robust estimation and extreme bounds analysis. Empirical Economics. 30, 597-617.

Uddin, G.A. Salahuddin, M. Alam, K. and Gow, J., 2017. Ecological footprint and real income: Panel data evidence from the 27 highest emitting countries. Ecological Indicators. 77, 166-175.

Wackernagel, M. and Rees, W.E., 1997. Perceptual and structural barriers to investing in natural capital: Economics from an ecological footprint perspective. Ecological Economics. 20, 3-24.

Wackernagel, M. and Rees, W., 1998. Our ecological

footprint: Reducing human impact on the earth. New Society Publishers. 20, 3-24.

Zambrano-Monserrate, M.A. Ruano, M.A. Ormeño-Candelario, V. and Sanchez-Loor, D.A., 2020. Global ecological footprint and spatial dependence between countries. Journal of Environmental Management. 272, 11-35.

Environmental Sciences Vol.19 / No.1 / Spring 2021

102-124

Determinants of ecological footprints in the Middle East and North Africa (MENA) region: Application of the Extreme Bounds Analysis (EBA) approach

Nikta Letafat and Mohammad Hassan Tarazkar*

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

Received: 2020.01.16 Accepted: 2020.11.10

Latafat, N. and Tarazkar, M.H., 2021. Determinants of ecological footprints in the Middle East and North Africa (MENA) region: Application of the Extreme Bounds Analysis (EBA) approach. Environmental Sciences. 19(1): 102-124.

Introduction: In most environmental studies, greenhouse gas emission is an indicator of environmental damage. In contrast, the ecological footprint (EF) represents a comprehensive indicator of anthropogenic pressure on the environment. Ecological footprints include arable land, rangelands, fishing grounds, forests, carbon sequestration sites, and construction sites. Therefore, in this study, a robust set of control variables was identified for EF as a comprehensive index of environmental degradation in the Middle East and North Africa (MENA) region.

Material and methods: To achieve this goal, the Extreme Bounds Analysis (EBA) method was used for identifying a robust set of control variables. The EBA is a statistical tool to test whether the variables suggested in previous studies are indeed robustly related to EF. Also, the KOF was used as the index of globalization. In addition, specific types of KOF including political, social, and overall globalization were used in the empirical analysis. The analysis covers 11 countries of the MENA region from 1995 to 2014.

Results and discussion: The results of Sala-i-Martin EBA showed that energy consumption, GDP per capita, urban population, and economic, social, and political globalization were robust. Also, the GDP per capita, energy consumption, and urban population had a positive effect on EF. The average effect of energy consumption on EF was 0.001 and statistically significant. Therefore, an increase in energy consumption by 10 units led to a rise in ecological pressure by almost 0.01 units. Also, an increase in the urban population increased the EF per capita consistently and was statistically significant at a 1 percent level. A 0.2 global

* Corresponding Author: *Email Address*.Tarazkar@shirazu.ac.ir
http://dx.doi.org/10.52547/envs.30265

hectare increase in the EF was driven by an increase in the urban population by 10 units. The results showed that a 10 percent increase in economic and social globalization will enhance EF by 0.29 and 0.49 units, respectively. According to the EBA results, a 10 unit increase in political globalization will reduce EF by 0.16 units. The findings show that globalization may have different effects on EF.

Conclusions: The findings suggest that economic and social globalization correlates positively with the EF. In contrast, political globalization has a negative relationship with EF. According to the empirical results, the negative correlation between political globalization and EF supports the "global environmental governance" hypothesis. On the other hand, the positive relationship between social globalization and EF did not support the 'global environmental awareness' hypothesis in the MENA region.

Keywords: Ecological footprint, Extreme Bounds Analysis (EBA), MENA region, Ecological deficit, Biocapacity