فصلنامه علوم محیطی، دوره شانزدهم، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷

۱۷-۳۲

برآورد ردپای اکولوژیکی تولیدهای بخش کشاورزی در کشورهای اسلامی گروه D-8

محمد حسن طرازکار[۱]، نوید کارگر ده‌بیدی[۲] و زینب شکوهی[۱*]

[۱] گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

[۲] گروه اقتصاد منبع‌ها طبیعی و محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۹/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۹/۰۵

طرازکار، م.، ن. کارگر ده‌بیدی و ز. شکوهی.۱۳۹۷. برآورد ردپای اکولوژیکی تولیدهای بخش کشاورزی در کشورهای اسلامی گروه D-8. فصلنامه علوم محیطی. ۱۶(۴): ۳۲-۱۷.

سابقه و هدف: گرمایش زمین بطور فزاینده‌ای تعادل اکولوژیکی را تحت تاثیر قرار داده است. امروزه، فعالیت‌های انسانی و بویژه تولیدهای کشاورزی بدلیل انتشار گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر زمین، عامل اصلی این پدیده محسوب می‌شوند. بر این اساس، در این مطالعه رابطه تولیدهای کشاورزی با محیط زیست برای کشورهای در حال توسعه اسلامی (گروه D-8) مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور از سطح زمین زراعی و شاخص تولیدهای دامی بعنوان معیار تولیدهای کشاورزی و از ردپای اکولوژیکی بعنوان معیار محیط زیستی استفاده شد.

مواد و روش‌ها: بمنظور بررسی رابطه تولیدهای کشاورزی و محیط زیست یک مدل پنل طراحی و همچنین برآورد این رابطه برای ۸ کشور عضو این گروه در دوره ۱۹۹۰ الی ۲۰۱۳ انجام شد. با توجه به آزمون‌های ایستایی و هم‌جمعی پنلی، روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت به ترتیب با استفاده از روش تصحیح خطای برداری (ECM) و حداقل مربعات معمولی اصلاح شده (FMOLS) برآورد شدند.

نتایج و بحث: نتایج مطالعه نشان داد که رابطه ردپای اکولوژیکی و تولید ناخالص داخلی سرانه بصورت N شکل بوده و از لحاظ آماری معنی‌دار است. بعلاوه، نتایج مطالعه گویای آن است که افزایش نسبی مصرف سرانه انرژی، زمین زراعی و تولیدهای دامی منجر به افزایش ردپای اکولوژیکی می‌گردد. همچنین ۱۰ درصد افزایش در زمین زراعی کشورهای گروه D-8 منجر به افزایش ۲/۱۵ درصدی در ردپای اکولوژیکی شده، حال آنکه ۱۰ درصد افزایش در تولیدهای دامی منجر به افزایش ۱/۱۸ درصدی ردپای اکولوژیکی در بلند مدت می‌شود. بعلاوه، افزایش ۱۰ درصدی در مصرف انرژی سبب افزایش ۷/۳۸ درصدی در ردپای اکولوژیکی می‌شود.

نتیجه‌گیری: نتیجه اصلی مطالعه گویای آن است که فعالیت‌های کشاورزی یکی از عامل‌های ایجاد آلودگی‌های محیط زیستی بوده و بطور معنی‌داری بر ردپای اکولوژیکی در کشورهای گروه D-8 موثر هستند. همچنین، تولیدهای زراعی در مقایسه با تولیدها دامی اثرهای بزرگتری بر ردپای اکولوژیکی در بلند مدت دارد.

واژه‌های کلیدی: ردپای اکولوژیکی، زمین زراعی، شاخص تولیدهای دامی، گروه D-8.

* Corresponding Author. *E-mail Address*: z_shokoohi@shirazu.ac.ir

مقدمه

توانایی‌های اکولوژیکی و ظرفیت منبع‌ها طبیعی در هر کشوری جزو سرمایه‌های ملی آن کشور به حساب می‌آید و انتظار می‌رود نقش بسزایی در رشد و توسعه کشورها داشته باشد. در واقع آنچه که در اقتصاد به عنوان تولید ناخالص داخلی از آن یاد می‌شود و تضمین کننده‌ی تأمین نیازهای افراد جامعه است، نتایج ارتباط مستقیم و غیرمستقیم انسان با طبیعت است. اینکه فراوانی منبع‌های طبیعی در کشورها موجب رشد اقتصادی بوده و یا به‌عکس، جای اختلاف نظر است (Motafakker and Mamipour, 2014; Sameti *et al.*, 2007). ولی حرکت چرخ‌های اقتصاد بر بستر منبع¬ها طبیعی و اثرپذیری این دو از یکدیگر را نمی‌توان انکار کرد.

برخلاف یاری مثبت منبع‌های طبیعی با جوامع بشری، پیامدهای فعالیت‌های اقتصادی بر منبع‌های اکولوژیکی و محیط زیستی تبدیل به یک بحران جدی برای بسیاری از کشورهای دنیا شده است. گسترش افسارگسیخته صنعت و تلاش برای افزایش هرچه بیشتر تولید بویژه در بخش کشاورزی موجب تخریب محیط زیست و استفاده بیش از حد از منبع‌های اکولوژیکی گردیده است. این بدین معنا است که فشار بیش از حد بر منبع‌های اکولوژیکی بمنظور افزایش تولید در بخش‌های مختلف اقتصادی بویژه کشاورزی شاید در کوتاه‌مدت موجب رشد و توسعه اقتصادی این کشورها شود ولی این بهره با کاهش پایداری محیط زیست، به قیمت از دست رفتن فرصت گسترش و حتی نابودی زندگی در بلندمدت خواهد بود (Janssonet *et al.*, 1994).

پژوهشگران، بخش صنعت را منبع اصلی انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلودگی محیط زیست می‌دانند، ولی ثابت شده است که گسترش سریع بخش کشاورزی نیز یکی از عامل‌های اصلی و عمده برای افزایش گازهای گلخانه‌ای است (Wang *et al.*, 2011; Dogan *et al.*, 2016). این فعالیت‌ها سالانه میزان عظیمی از گازهای گلخانه‌ای را وارد جو می‌کنند. میزان گاز گلخانه‌ای تولید شده توسط این بخش‌ها در کل جهان از سهم بخش حمل و نقل بیشتر است، بطوری که برآوردهای اولیه نشان می‌دهند فعالیت‌های کشاورزی در حدود یک چهارم از منبع های انتشار گازهای گلخانه‌ای در جهان را ایجاد می‌کنند (Xu and Lin, 2017). بطورکلی بخش کشاورزی مسئول ۲۰ درصد کل انتشار گاز دی‌اکسید کربن، ۷۰ درصد کل انتشار متان و ۹۰ درصد انتشار گاز اکسید نیتروژن در سطح جهانی است (Some *et al.*, 2017). بنابراین سؤال اساسی که در اینجا به ذهن می‌رسد این است که رشد اقتصادی و بویژه تولیدهای کشاورزی در برخی از کشورهای در حال پیشرفت به چه میزان بر پایداری اکولوژیکی تاثیرگذار بوده است؟ آیا بطور اساسی می‌توان ارتباط مشخصی میان شاخص‌های مهم اقتصادی نظیر میزان تولیدهای کشاورزی و کیفیت محیط زیست در این کشورها بیان کرد؟

مروری بر پژوهش‌های صورت پذیرفته در این زمینه نشان می‌دهد که بمنظور پاسخ به سؤال‌های اشاره شده، تمرکز بر سنجش فرضیه کوزنتس است. اساس این فرضیه ارتباط U معکوس میان شاخص‌های مهم اقتصادی و تخریب محیط زیست است که توسط بسیاری از پژوهشگران بررسی شده است (Shahabaz *et al.*,2012; Sarkodie and Owusu, 2017; Charfeddine and Mrabet, 2017; Bimonte and Stabile, 2017). در بررسی‌های مختلف، شاخص‌های متفاوت اقتصادی از جمله رشد اقتصادی و میزان تولیدهای کشاورزی بکار گرفته شده است. به عنوان نمونه در تحقیق Sarkodie and Owusu (2017) ارتباط میزان انتشار گاز دی اکسید کربن با میزان تولید محصول‌های کشاورزی و دامی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که ارتباط بلندمدتی میان میزان تولیدهای زراعی و دامی با انتشار گاز دی‌اکسید کربن وجود دارد. به نحوی که افزایش یک

درصدی تولیدهای زراعی و دامی به ترتیب ۰/۵ و ۰/۸ درصد تولید گازهای گلخانه‌ای را افزایش می‌دهد. منطق فرضیه کوزنتس بدین شرح است که رشد اقتصادی در ابتدا با تخریب محیط زیست همراه است ولی در مرحله-های بالاتر، توسعه اقتصادی با توسعه محیط زیست سازگار است. به بیان دیگر مشکل‌های محیط زیستی موقت بوده و با رشد اقتصادی و ورود فن‌آوری‌های نوآورانه، این مشکل‌ها به مرور زمان مرتفع می‌شود. با این حال برخی از کارشناسان معتقدند که ایده بالا، یعنی اینکه بتوان از قبل رابطه‌ای میان رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست بیان کرد، قابل اعتماد نیست و دلیلی بر جانشینی سیاست‌های اقتصادی به جای محیط زیست وجود ندارد. برخی پژوهش‌های تجربی اخیر، فرم‌های دیگری نظیر U و N را برای تحلیل این فرضیه مورد آزمون قرار دادند (Kaika and Zervas, 2013). ولی مهم‌تر از فرم تابعی مورد آزمون، چگونگی تعریف شاخص کیفیت محیط زیستی است که تمایز در تعریف آن گاهی می‌تواند نتایج بطور کامل متفاوتی را در تحلیل فرضیه اشاره‌شده، به دنبال داشته باشد (Mrabet and Alsamara, 2017). یکی از شاخص‌های پرکاربرد بعنوان معیاری از تخریب محیط زیستی، میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن است (Saboori *et al.*, 2012). علاوه بر CO2 شاخص‌هایی دیگری همچون SO2، NO2 و CH4 از جمله مواردی هستند که در تحلیل تخریب محیط زیست در بررسی‌های تجربی بکار گرفته شده‌اند. نکته قابل توجه اینجا است که تخریب تنها شامل ورود مواد زائد به طبیعت نیست بلکه برداشت بی‌رویه از منبع‌های طبیعی به نحوی که نرخ برداشت از نرخ تجدید تجاوز نماید نیز جزئی از تخریب است. بنابراین بکارگیری میزان CO2 به‌عنوان شاخص کیفیت و یا تخریب محیط زیست از دو جنبه کامل نیست. اول اینکه میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای هم‌چون CO2 تنها بخشی از مواد زائد وارد شده به طبیعت را نشان می‌دهد و دوم اینکه میزان برداشت بی‌رویه از منبع‌های طبیعی هم بخشی از تخریب است که در این شرایط در ارزیابی‌ها لحاظ نمی‌شود (Mirzaei *et a.l*,2016). بنابراین بمنظور تحلیل مناسب‌تر فرضیه کوزنتس لازم است که شاخص کامل‌تری در این زمینه بیان شود.

ردپای اکولوژیکی یکی از شاخص‌های محیط زیستی است که می‌توان با استفاده از آن، ارزیابی به نسبت جامعی از تخریب نهفته محیط زیست نشان داد. علاوه بر این، شاخص ردپای اکولوژیکی بیانگر پایداری و کارایی اکولوژیکی نیز هست (Nijkamp *et al.*, 2004; Wiedmann *et al.*, 2006). شاخص عنوان شده که اولین بار توسط Wackernagel (1994) و Rees (1996) در دهه ۹۰ میلادی معرفی شد، به زمین مورد نیاز برای نگه داشتن پایدار چرخه اکولوژیک اشاره می‌کند و به مقایسه نرخ مصرف منبع‌ها و تولید ضایعات به‌وسیله انسان با نرخ باز توزیع منبع‌ها و دفع ضایعات توسط زیست کره می‌پردازد. در واقع ردپای اکولوژیکی میزان آب و زمین حاصلخیز برای تأمین نیاز و دفع ضایعات انسان‌ها را نشان می‌دهد. کامل‌تر بودن این شاخص در تشریح وضعیت محیط زیست یک کشور نسبت به دیگر معیارها، موجب کاربرد روز افزون آن شده است. البته مروری بر پژوهش‌ها نشان می‌دهد که تعداد بررسی‌های داخلی و خارجی که ارتباط ردپای اکولوژیکی را با شاخص‌های مختلف اقتصادی مورد بررسی قرار داده‌اند، زیاد نیست. به عنوان مثال Bagliani *et al.* (2008) به ارزیابی فرضیه کوزنتس برای ۱۴۱ کشور با استفاده از ردپای اکولوژیکی پرداختند و نتایج نشان داد که با افزایش درآمد، نرخ رشد ردپای اکولوژیک به کندی کاهش می‌یابد اما متوقف نمی‌شود. همچنین Hervieux and Darne (2014)، نیز به ارزیابی فرضیه کوزنتس با استفاده از ردپای اکولوژیکی پرداختند. در تحقیق‌های داخلی نیز می‌توان به بررسی Molaei and Basharat (2016) اشاره کرد که در آن ارتباط ردپای اکولوژیک با رشد اقتصادی برای ۳۲ کشور در حال پیشرفت در دوره زمانی ۲۰۰۲-۲۰۱۳ ارزیابی

شده است. نتایج نشان داد که رابطه مثبتی میان رشد اقتصادی و کاهش کیفیت محیط زیست وجود دارد و دلیل آن بالا بودن نرخ برداشت و تجاوز آن از نرخ تجدید منبع‌ها است. در دیگر پژوهش‌های داخلی موجود، روند تغییر ردپای اکولوژیک تنها برای بخشی از آلاینده‌ها و نیز منبع‌های موجود بمنظور بررسی محیط زیست شهری محاسبه شده است (Teimouri *et al.*,2014; Razi, 2015).

از آنجایی که بخش کشاورزی یکی از بخش‌هایی است که بیشترین داد و ستد و وابستگی را با منبع‌های طبیعی دارد و رشد تولیدها این بخش در سال‌های اخیر جزء سیاست‌های مهم کشور بوده است، بنابراین بررسی چگونگی ارتباط این بخش با کیفیت محیط زیست بسیار دارای اهمیت است. مروری بر ادبیات موضوع نشان می‌دهد که تاکنون پژوهشی که به ارتباط ردپای اکولوژیکی به عنوان شاخصی از کیفیت محیط زیست و تولیدهای زیر بخش کشاورزی پرداخته باشد، صورت نپذیرفته است. در نتیجه هدف از این بررسی، سنجش تأثیرپذیری ردپای اکولوژیکی از تولیدهای بخش کشاورزی در کشورهای اسلامی موسوم به گروه D-8 است. گروه D-8 به طور رسمی در سال ۱۹۹۷ تاسیس شد. هدف‌های اصلی تشکیل این گروه به طور کلی، بهبود موقعیت کشورهای عضو در اقتصاد جهانی، ایجاد فرصت‌های جدید در روابط تجاری، ایجاد مشارکت در تصمیم گیری‌ها در سطح بین المللی و بهبود استانداردهای زندگی است. این سازمان در سومین اجلاس خود در شهر آنتالیای ترکیه برای همکاری‌های متعددی در زمینه‌های صنعت، کشاورزی، انرژی و محیط زیست توافق کردند (D-8, 2017). این بررسی در واقع گام علمی و تجربی برای شناسایی عامل‌های موثر بر مشکل‌های محیط زیستی است تا بتوان براساس آن برای تداوم پیشرفت در این کشورها اقدام‌هایی را پیشنهاد کرد.

مواد و روش‌ها

مبانی نظری

برای محاسبه ردپای اکولوژیکی، زمین به پنج کاربری مختلف تقسیم می‌شود. در این چارچوب تمامی کالاها و خدمات مصرفی انسان در این پنج کاربری زمین شکل می‌گیرد[1] و شامل زمین کشاورزی، زمین مرتعی، زمین جنگلی (در دو گروه ردپای جذب کربن و ردپای تولیدها)، پهنه‌های دریایی و زمین‌های ساخته شده است. ردپای اکولوژیکی برای یک فرد، خانواده، شرکت، منطقه، شهر، استان و کشور قابل محاسبه است (Charfeddine and Mrabet, 2017). بر این اساس هر منطقه یا کشور براساس ظرفیت خود میزان خاصی از کالا را تولید می‌کند و از این میزان مقادیری را به خارج از منطقه صادر کرده و در صورت کمبود میزانی را وارد می‌نماید (Jomepour, 2013). با توجه به امکان تبادل کالا در قالب صادرات و واردات هر کشور و یا منطقه در صورت مازاد، بخشی از تولیدهای داخلی (ردپای تولید) خود را صادر کرده (ردپای صادرات) و یا در صورت کمبود، واردات از خارج (ردپای واردات) را خواهد داشت. بنابراین برای هر یک از کاربری‌های زمین‌ها، ردپای تولید، ردپای واردات، ردپای صادرات، ردپای مصرف و مجموع آن‌ها ردپای ملی برای هر کشور را بدست می‌دهد که با تقسیم بر جمعیت هر کشور می‌توان سرانه ردپای اکولوژیکی را محاسبه کرد (Lin *et al.*, 2016).

پس از محاسبه ردپای اکولوژیکی، ظرفیت یا توان زیستی برای تعیین پایداری یا ناپایداری محاسبه شده و با ردپای اکولوژیکی مقایسه می‌شود. برای محاسبه کل توان زیستی یک کشور یا جهان می‌بایست توان زیستی کاربری‌های اصلی زمین با هم جمع شود. چنانچه ردپای اکولوژیکی منطقه یا کشوری بالاتر از ظرفیت زیستی‌اش باشد، منطقه دچار کسری ردپای اکولوژیکی است و هشدار نبود ناپایداری جدی خواهد بود (Shahinifar and Habibi, 2016). در این تحقیق به منظور بررسی اثر رشد

اقتصادی، تولیدهای کشاورزی و مصرف انرژی بر محیط زیست از شاخص‌های زیر استفاده شد (Jorgenson and Clark, 2011; Sarkodie and Owusu, 2017).

$$EF = f(GDP_t, EC_t, LAND_t, STOCK_t) \quad (1)$$

که در آن EF: شاخص ردپای اکولوژیکی است و واحد اندازه‌گیری آن هکتار جهانی (GHa) است و به مفهوم یک هکتار زمین و آب با بهره‌وری معادل متوسط جهانی است، GDP: تولید ناخالص داخلی (بعنوان معیاری از رشد اقتصادی) و برحسب دلار و برابری قدرت خرید، EC: مصرف سرانه انرژی (بر حسب کیلوگرم معادل نفت خام)، LAND: سرانه سطح زیر کشت زمین کشاورزی مرتبط با محصول¬های زراعی و واحد آن بر حسب هکتار به ازای هر نفر است و STOCK: شاخص تولیدهای دامی است که شامل تولید گوشت و شیر، پشم، پوست، چرم، محصول¬های لبنی و غیره است. این شاخص نیز برای هر سال بر مبنای دوره‌ی پایه سال‌های ۲۰۰۶-۲۰۰۴ محاسبه می‌شود. هر دو شاخص LAND و STOCK، شاخصی از فعالیت‌ها و تولیدهای بخش کشاورزی می‌باشند که به تفکیک محصول¬های زراعی و دامی قابل بیان هستند (World Development Indicators, 2017).

روش برآورد مدل

به توجه به ماهیت داده‌های مورد استفاده در پژوهش (داده‌های پنل) ابتدا آزمون قابلیت تلفیق داده‌ها و سپس ایستایی متغیرها مورد بررسی قرار گرفت. در مدل‌های ترکیبی نیز همانند مدل‌های سری زمانی در صورت غیر ایستا بودن متغیرها مسئله رگرسیون کاذب مصداق خواهد داشت و مشاهده R^2 بالا ناشی از وجود متغیر زمان به واسطه ارتباط حقیقی بین متغیرها نیست (Gujarati, 1999). بنابراین کاربرد آزمون ریشه واحد داده‌های ترکیبی برای تضمین درستی و اعتبار نتایج امری ضروری خواهد بود. در این پژوهش بمنظور بررسی ایستایی متغیرها از دو آزمون ایستایی levin *et al.* (2002) و Im *et al.* (2003) استفاده شد. زمانی که شاهدهایی مبنی بر وجود ریشه واحد در داده‌ها وجود داشته باشد، برای پرهیز از وقوع رگرسیون کاذب و نیز تعیین رابطه‌ی بلندمدت بین متغیرها، روش هم‌جمعی می‌تواند مفید واقع شود. مهمترین نکته در تجزیه و تحلیل‌های هم‌جمعی آن است که با وجود غیر ایستا بودن اغلب سری‌های زمانی و داشتن یک روند تصادفی افزایشی یا کاهشی، در بلندمدت ممکن است که یک ترکیب خطی از متغیرها همواره ایستا و بدون روند باشند. در واقع با استفاده از تجزیه و تحلیل‌های هم‌جمعی، این روابط بلندمدت کشف می‌شوند. آزمون‌های هم‌جمعی پنلی دارای قدرت و اعتبار بیشتری نسبت به آزمون‌های هم‌جمعی برای هر مقطع به‌صورت جداگانه است. این آزمون‌ها حتی در شرایطی که دوره زمانی کوتاه‌مدت و اندازه نمونه نیز کوچک باشد قابلیت استفاده را دارند (Baltagi, 2008).

در داده‌های پنل بمنظور آزمون رابطه‌ی هم‌جمعی از روش‌های Pedroni (2004) و Kao (1999) استفاده می‌شود. در روش پدرونی امکان وجود اثرهای ثابت و روندهای زمانی ناهمگن در بین مقطع‌ها در نظر گرفته می‌شود. پدرونی هفت آماره مختلف را در دو گروه متمایز برای بررسی فرضیه صفر مبنی بر نبود وجود بردار هم‌جمعی در مدل‌های پنل معرفی می‌کند.

گروه اول آزمون‌ها مشهور به درون‌گروهی است که عبارتند از: ۱- آماره V پنل، ۲- آماره RHO پنل، ۳- آماره PP پنل، ۴- آماره ADF پنل. گروه دوم آزمون‌ها به آزمون بین گروهی معروفند و عبارتند از: ۱- آماره RHO گروهی، ۲- آماره PP گروهی، ۳- آماره ADF گروهی. چنان‌چه از بین این هفت آماره پدرونی، حداقل چهار آماره معنی دار باشند، می‌توان فرض صفر مبنی بر نبود وجود بردار هم-جمعی را رد کرد (Pedroni, 2004).

روش Kao (1999) بمنظور انجام آزمون هم‌جمعی

از همان رویکرد اولیه پدرونی استفاده می‌کند با این تفاوت که تنها تاثیر ثابت مقاطع و ضرایب همگن متغیرها را در رگرسیون اولیه در نظر می‌گیرد.

در این پژوهش به منظور آزمون رابطه‌ی هم‌جمعی از هر دو روش Pedroni (2004) و Kao (1999) استفاده شد. چنان‌چه نتایج هر دو آزمون وجود رابطه بلندمدت را تایید نماید، گام بعدی تخمین بردار هم‌جمعی است. در سال‌های اخیر رویکردهای محدودی برای تخمین بردار هم‌جمعی پنل مورد استفاده قرار گرفته است. یکی از این رویکردها، استفاده از روش حداقل مربعات معمولی اصلاح شده (FMOLS) است که برای تخمین روابط بلندمدت پانل بوسیله‌ی Pedroni (2000) معرفی شد. از مهمترین مزیت‌های این روش در مقایسه با دیگر تخمین زننده‌های بردار هم‌جمعی این است که در نمونه‌های کوچک کاربرد داشته، از ایجاد تورش همزمان جلوگیری می‌کند و از توزیع مجانبی نرمال برخوردار است (Pedroni, 2000). بر این اساس در این پژوهش به منظور تخمین بردار هم‌جمعی پانل از رویکرد روش حداقل مربعات معمولی اصلاح شده، (FMOLS) استفاده شد.

پس از بررسی رابطه‌ی بلندمدت و تعیین رویکرد مناسب برای تخمین بردار هم‌جمعی، در چارچوب آزمون‌های (Test Wald) به انتخاب بهترین الگو در میان مدل‌های خطی، درجه دوم و درجه سوم ردپای اکولوژیکی پرداخته شد:

$$LnCO_{2it} = \alpha_0 + \alpha_1 LnGDP_{it} + \alpha_2 LnEC_{it} + \alpha_3 LnLAND_{it} + \alpha_4 LnSTOCK_{it} + e_{it} \quad (۲)$$

$$LnCO_{2it} = \beta_0 + \beta_1 LnGDP_{it} + \beta_2 LnGDP_{it}^{\ 2} + \beta_3 LnEC_{it} + \beta_4 LnLAND_{it} + \beta_5 LnSTOCK_{it} + e_{it} \quad (۳)$$

$$LnCO_{2it} = \gamma_0 + \beta_1 LnGDP_{it} + \gamma_2 LnGDP_{it}^{\ 2} + \gamma_3 LnGDP_{it}^{\ 3} + \gamma_4 LnEC_{it} + \gamma_5 LnLAND_{it} + \gamma_6 LnSTOCK_{it} + e_{it} \quad (۴)$$

در این روابط، Ln معرف لگاریتم طبیعی است. اندیس i و t به ترتیب کشور و زمان را نشان می‌دهند. بقیه متغیرها مطابق رابطه (۱) تعریف می‌شوند. به این منظور در ابتدا فرم کلی مدل انتشار آلودگی (۴) برآورد می‌شود. سپس به منظور انتخاب بین دو مدل (۳) و (۴) با آماره F رابطه (۱۳) آزمون می‌شود:

$$H_0 = \gamma_3 = 0$$
$$H_1 = \gamma_3 \neq 0 \quad (۵)$$

در این خصوص دو حالت کلی وجود دارد. حالت اول: با فرض رد فرضیه H_0، مدل (۴) انتخاب می‌شود و در ادامه برای انتخاب بهترین الگو از میان مدل‌های (۴) و (۳)، پس از برآورد فرم کلی مدل انتشار آلودگی (۴) با آماره F رابطه (۶) آزمون می‌شود:

$$H_0 = \gamma_2 = \gamma_3 = 0$$
$$H_1 = \gamma_3 = \gamma_3 \neq 0 \quad (۶)$$

با فرض رد فرضیه H_0 در رابطه (۶)، مدل (۴) انتخاب می‌شود و در غیر این صورت فرم خطی انتشار آلودگی(۲) به عنوان بهترین الگو تعیین می‌شود.

حالت دوم: با فرض رد نشدن فرضیه H_0 در رابطه (۵)، مدل (۳) انتخاب می‌شود و در ادامه برای انتخاب بهترین الگو از میان مدل‌های (۳) و (۲)، پس از برآورد مدل (۳) با آماره F رابطه (۷) آزمون می‌شود:

$$H_0 = \beta_2 = 0$$
$$H_1 = \beta_2 \neq 0 \quad (۷)$$

و با فرض رد فرضیه H_0 در رابطه (۷)، مدل (۳) انتخاب می‌شود و در غیر این صورت فرم خطی انتشار آلودگی (۲) به عنوان بهترین الگو تعیین می‌شود (Gujarati, 1999).

داده‌ها

متغیرهای مورد استفاده در این پژوهش شامل شاخص ردپای اکولوژیکی، تولید ناخالص داخلی، سرانه مصرف انواع انرژی، سطح زمین‌های زراعی و شاخص

تولیدهای دامی به صورت سری زمانی هستند و برای کشورهای اسلامی در حال پیشرفت (گروه D-8)، طی سال‌های ۲۰۱۳ – ۱۹۹۰ میلادی از پایگاه داده‌های بانک جهانی استخراج گردید. گروه D-8 شامل کشورهای ایران، ترکیه، مصر، بنگلادش، مالزی، اندونزی، پاکستان و نیجریه است. به منظور تجزیه تحلیل‌های آماری در این پژوهش از نرم افزار EVIEWS9 استفاده شد.

نتایج و بحث

به توجه به ماهیت داده‌های مورد استفاده در این بررسی، ابتدا آزمون قابلیت تلفیق داده‌ها صورت گرفت. در این راستا انجام دو آزمون همگنی و هاسمن شایان توجه است. آزمون همگنی به منظور تعیین برابری عرض از مبداها (Pooled Data) با حالت تفاوت در عرض از مبداء (Panel Data) است و به کمک آماره F انجام می‌شود. آزمون هاسمن نیز به منظور انتخاب بین روش اثرهای ثابت و اثرهای تصادفی صورت می‌گیرد که نتیجه‌های هر دو آزمون در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱- نتایج آزمون همگنی و هاسمن
Table 1. The results of Hausman and homogeneity tests

آزمون هاسمن (χ2) Hausman test (χ2)	آزمون همگنی (FTEST) Homogeneity test (FTEST)
21.657(0.000)	124.657(0.000)

مأخذ: یافته‌های مطالعه (*،**،*** به ترتیب معنی داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد است)
Source: Study findings (*, **, *** are significant at the level of 10, 5 and 1 percent)

میزان آماره آزمون همگنی مطابق نتایج جدول (۱) برابر با ۱۶۳/۸۰۵ به‌دست آمد. با توجه به معنی‌دار بودن آماره در سطح احتمال یک درصد، فرضیه برابری عرض از مبداءها رد می‌شود و مدل بصورت پنل برآورد می‌شود. همچنین با توجه به نتایج آزمون هاسمن در جدول (۲)، آماره کای- دو محاسباتی معنی‌دار است و فرضیه صفر مبنی بر بکارگیری روش اثرهای تصادفی رد شده است و بمنظور برآورد ضرایب مدل، از روش اثرهای ثابت استفاده می‌شود.

آزمون ایستایی از مهمترین آزمون‌ها برای برآورد یک رگرسیون با ضرایب قابل اعتماد است و قبل از هر چیزی در تخمین مدل‌های داده‌های ترکیبی نیز مانند مدل‌های سری زمانی لازم است ایستایی متغیرها مورد بررسی قرار گیرد. نتایج آزمون ایستایی متغیرهای مورد بررسی در جدول (۲) گزارش شده است. نتایج نشان داد تمامی متغیرها بر اساس هر دو آزمون ایستایی levin *et al.* (2002) و Im *et al.* (2003) فرض صفر مبنی بر وجود ریشه واحد در سطح رد نشده است و متغیرهای مورد نظر در سطح ایستا نیستند. اما تفاضل مرتبه اول آن‌ها ایستا است و تمامی متغیرها با یک بار تفاضل‌گیری ایستا می‌شوند. به طور کلی با توجه به نتایج ایستایی متغیرها می‌توان نتیجه گرفت که شک وجود رگرسیون کاذب قابل تأیید بوده و نیاز به بررسی رابطه هم‌جمعی بین متغیرها است.

نتایج آزمون هم‌جمعی پدرونی در جدول (۳) قابل ملاحظه است، از بین هفت آماره بین گروهی و درون گروهی، بیشتر آماره‌ها (چهار آماره) در سطح یک درصد معنی‌دار هستند و می‌توان فرض صفر مبتنی بر نبود وجود بردار هم‌جمعی را رد کرد. نتایج آزمون هم-جمعی کائو نیز در جدول (۴) بیانگر این است که فرض‌صفر مبنی بر نبود وجود بردار هم‌جمعی در سطح معنی‌داری یک درصد با قدرت رد می‌شود. به طور کلی نتایج هر دو آزمون هم‌جمعی پدرونی و کائو وجود رابطه‌ی بلندمدت میان متغیرهای مورد بررسی و سرانه ردپای اکولوژیکی را تأیید می‌کنند.

جدول ۲- نتایج آزمون‌های ایستایی پنلی

Table 2. The results of Panel unit root tests

متغیرها Variables	لوین، لین و چاو (LLC) Levin, Lin, Chow (LLC)		ایم، پسران و شین (IPS) Im, Pesaran, Shin (IPS)		وضعیت ایستایی Stationary
	سطح Level	تفاضل مرتبه اول First Difference	سطح Level	تفاضل مرتبه اول First Difference	
سرانه ردپای اکولوژیکی Ecological footprint per capita	-0.388(0.348)	-11.466***(0.000)	-0.958(0.169)	-10.925***(0.000)	I(1)
سرانه تولید ناخالص داخلی Gross domestic product per capita	0.110(0.544)	-4.554***(0.000)	-0.331(0.370)	-3.338***(0.000)	I(1)
مصرف سرانه انرژی Energy consumption per capita	-1.459(0.172)	-9.451***(0.000)	-0.612(0.270)	-9.205***(0.000)	I(1)
سطح زیرکشت زمین‌های زراعی Arable land	-1.055(0.145)	-9.863***(0.000)	-0.832(۰/۲۰۲)	-8.784***(0.000)	I(1)
شاخص تولیدها دامی Livestock production index	0.221(0.587)	-8.215***(0.000)	0.281(0.610)	-7.780***(0.000)	I(1)

مأخذ: یافته‌های مطالعه (*،**،*** به ترتیب معنی داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد است)

Source: Study findings (*, **, *** are significant at the level of 10, 5 and 1 percent)

جدول ۳- نتایج آزمون‌های هم‌جمعی پدرونی

Table 3. The results of Pedroni's cointegration tests

درون گروهی Within-dimension		بین گروهی Between-dimension	
آماره V پنل Panel V-statistic	1.535 (0.296)	آماره RHO گروهی Group RHO-statistic	1.815 (0.965)
آماره RHO پنل Panel RHO- statistic	0.133 (0.553)	آماره PP گروهی Group PP-statistic	-6.555*** (0.000)
آماره PP پنل Panel PP- statistic	-5.400*** (0.000)	آماره ADF گروهی Group ADF-statistic	-6.335*** (0.000)
آماره ADF پنل Panel ADF- statistic	-6.108*** (0.000)		

مأخذ: یافته‌های مطالعه (*،**،*** به ترتیب معنی داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد است)

Source: Study findings (*, **, *** are significant at the level of 10, 5 and 1 percent)

جدول ۴- نتایج آزمون هم‌جمعی کائو

Table 4. The results of Kao cointegration test

آماره ADF ADF-statistic	**-4.702*** (0.000)**

یافته‌های مطالعه (*،**،*** به ترتیب معنی داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد است)

Source: Study findings (*, **, *** are significant at the level of 10, 5 and 1 percent)

جدول ۵- نتایج آزمون والد (Wald Test) به منظور انتخاب بین دو مدل درجه سوم و دوم

Table 5. The results of the Wald test for selection between cubic and quadratic model

آماره F F-statistic	8.444***(0.004)

یافته‌های مطالعه (*،**،*** به ترتیب معنی داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد است)

Source: Study findings (*, **, *** are significant at the level of 10, 5 and 1 percent)

در ادامه به منظور برآورد رابطه بلندمدت و کوتاه-مدت به ترتیب از روش‌های حداقل مربعات معمولی اصلاح شده (FMOLS) و مدل تصحیح خطا (ECM) و برای انتخاب بهترین الگو از میان مدل‌های (۱۰)، (۱۱) و (۱۲) از آزمون والد (Wald Test) استفاده شد. در ابتدا بمنظور انتخاب میان دو مدل درجه سوم و درجه دوم، (مدل (۱۲) و (۱۱)) با آماره F رابطه (۱۳) آزمون شدکه نتایج آن در جدول (۵) آورده شده است.

نتایج جدول (۵) نشان می‌دهد که مدل درجه سوم در توضیح ردپای اکولوژیکی برتر از مدل درجه دوم است. در گام بعدی به منظور انتخاب بین دو مدل درجه سوم و درجه اول خطی مدل‌های (۱۲) و (۱۰) با آماره F رابطه

(۱۴) آزمون شد و نتایج آن در جدول (۶) آورده شده است.

جدول ۶- نتایج آزمون والد (Wald Test) به منظور انتخاب بین دو مدل خطی و درجه سوم

Table 6. The results of the Wald test for selection between linear and quadratic model

آماره F **F-statistic**	8.928***(0.000)

مأخذ: یافته‌های مطالعه (*،**،*** به ترتیب معنی داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد است)

Source: Study findings (*, **, *** are significant at the level of 10, 5 and 1 percent)

نتایج جدول (۶) گویای آن است که مدل درجه سوم نه تنها از مدل درجه دوم بهتر است، بلکه نسبت به مدل خطی نیز برتر بوده و بهترین الگو در توضیح ردپای اکولوژیکی است. پس از تعیین مدل درجه سوم به عنوان بهترین الگوی ردپای اکولوژیکی، نتایج حاصل از برآورد بلندمدت و کوتاه‌مدت اثر رشد اقتصادی، مصرف انرژی، سطح زیر کشت زمین‌های زراعی و شاخص تولیدهای دامی برای کشورهای اسلامی گروه D-8 در جدول‌های (۷) و (۸) نشان داده شده است.

لازم به توضیح است که کلیه پارامترهای مدل تصحیح خطا به شکل تفاضل مرتبه اول هستند. تصریح به دست آمده قادر است بیش از ۹۹ درصد از تغییرپذیری-های سرانه ردپای اکولوژیکی را با استفاده از متغیرهای مورد استفاده تشریح کند. میزان ضرایب به‌دست آمده را می‌توان به عنوان کشش سرانه ردپای اکولوژیکی نسبت به هر یک از متغیرهای مربوطه تفسیر نمود.

نتایج جدول‌های (۷) و (۸) نشان می‌دهند که متغیر مصرف سرانه انرژی دارای بیشترین تاثیر در توضیح ردپای اکولوژیکی است و ضرایب آن در هر دو حالت کوتاه‌مدت و بلندمدت دارای اهمیت آماری است. چرا که افزایش مصرف انرژی نیازمند استخراج بیشتر از منبع¬های انرژی در طبیعت و همین‌طور موجب ایجاد آلاینده بیشتر خواهد شد. به طوری که انتظار می‌رود با افزایش سرانه مصرف انرژی به میزان یک درصد، سرانه ردپای اکولوژیکی در بلندمدت حدود ۰/۷۴ درصد و در کوتاه‌مدت حدود ۰/۵۷ درصد افزایش می‌یابد. این اثرگذاری با نتایج پژوهش‌های Hervieux and Darne (2014)، Al-Mulali *et al.*(2015) و Charfeddine and Mrabet (2017) همخوانی دارد.

جدول ۷- نتایج برآورد بلندمدت پنلی

Table 7. The result of the long-run panel data estimation

متغیرها Variables	ضرایب Coefficient	خطای معیار Std. error	آماره t t- statistic	احتمال Probability
سرانه تولید ناخالص داخلی Gross domestic product per capita	14.300***	4.620	3.095	0.002
توان دوم سرانه تولید ناخالص داخلی Squared of gross domestic product per capita	-1.621***	0.538	-3.012	0.003
توان سوم سرانه تولید ناخالص داخلی Cubic of gross domestic product per capita	0.060***	0.020	2.905	0.004
مصرف سرانه انرژی Energy consumption per capita	0.738***	0.078	9.364	0.000
سطح زیرکشت زمین‌های زراعی Arable land	0.215***	0.080	2.655	0.008
شاخص تولیدهای دامی Livestock production index	0.118*	0.061	1.921	0.056
Sum squared resied = 0.574		R-squared = 0.992		
SE. of regression = 0.058		Adjusted R- squared = 0.991		
SD. Dependent var = 0.622		Mean dependent var = 0.405		

مأخذ: یافته‌های مطالعه (*،**،*** به ترتیب معنی داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد است)

Source: Study findings (*, **, *** are significant at the level of 10, 5 and 1 percent)

جدول۸- نتایج برآورد مدل تصحیح خطا

Table 8. The result of the error correction estimation

متغیرها Variables	ضرایب Coefficient	خطای معیار Std. error	آماره t t- stat	احتمال Prob
وقفه نخست سرانه ردپای اکولوژیکی First difference of ecological footprint per capita	0.119**	0.058	-2.025	0.044
سرانه تولید ناخالص داخلی Gross domestic product per capita	0.240	10.498	0.022	0.981
وقفه نخست سرانه تولید ناخالص داخلی First difference of gross domestic product per capita	1.524***	0.474	3.213	0.001
توان دوم سرانه تولید ناخالص داخلی Squared of gross domestic product per capita	-0.180	1.190	-0.151	0.879
توان سوم سرانه تولید ناخالص داخلی Cubic of gross domestic product per capita	0.014	0.044	0.317	0.751
وقفه نخست توان سوم سرانه تولید ناخالص داخلی First difference of cubic of gross domestic product per capita	-0.006***	0.001	-3.479	0.000
مصرف سرانه انرژی Energy consumption per capita	0.572***	0.074	7.654	0.000
سطح زیرکشت زمین‌های زراعی Arable land	-0.042	0.079	-0.535	0.592
شاخص تولیدهای دامی Livestock production index	-0.070	0.067	-1.050	0.295
جمله تصحیح خطا Erroe correction term	-0.380***	0.055	-6.912	0.000
Durbin-Watson stat = 1.937	R-squared = 0.606			
SE. of regression = 0.036	Adjusted R- squared = 0.585			
SD. Dependent var = 0.056	Mean dependent var = 0.014			

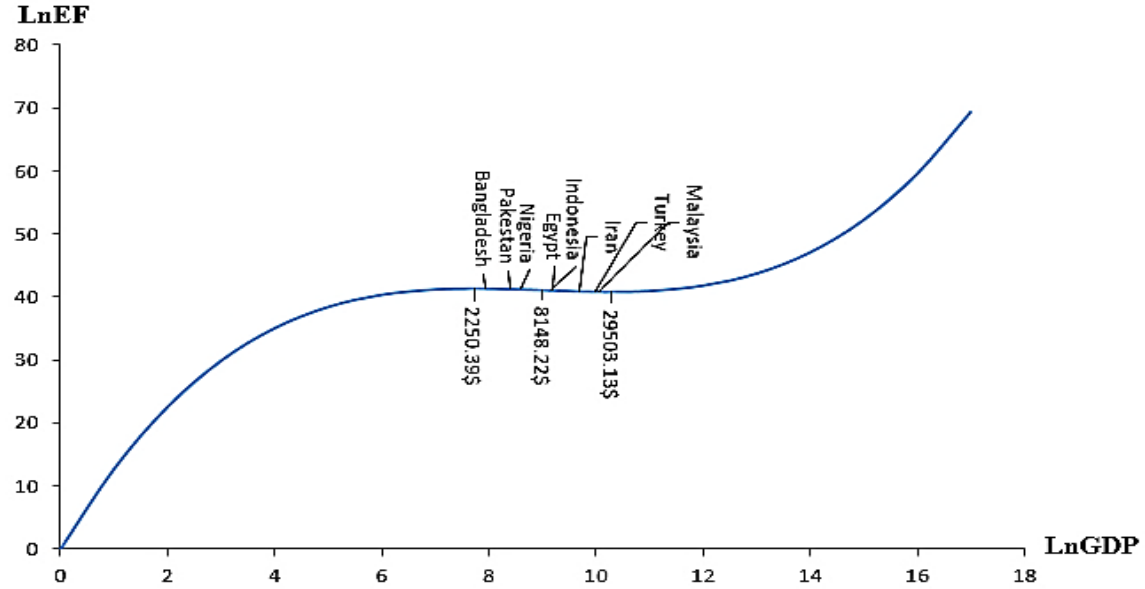
مأخذ: یافته‌های مطالعه (*،**،*** به ترتیب معنی داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد است)

Source: Study findings (*, **, *** are significant at the level of 10, 5 and 1 percent)

نتایج گویای آن است که هر دو عامل سطح زمین‌های زراعی و شاخص تولیدهای دامی تاثیر مثبتی بر ردپای اکولوژیکی دارند. به طوری که با ۱ درصد افزایش در سطح زیر کشت زمین‌های زراعی، در بلندمدت انتظار می‌رود که سرانه ردپای اکولوژیکی حدود ۰/۲۱ درصد افزایش یابد. هم‌چنین با افزایش یک درصد در شاخص تولیدهای دامی، انتظار می‌رود که سرانه ردپای اکولوژیکی حدود ۰/۱۲ درصد افزایش یابد. این نتایج با یافته‌های پژوهش Sarkodie and Owusu (2017) سازگار است. بنابراین باید بمنظور تامین نیازهای تغذیه‌ای اقشار جامعه، فعالیت‌های کشاورزی را با تمهیدات خاصی برای کاهش ردپای اکولوژیکی گسترش داد.

ضریب جمله تصحیح خطا در جدول (۸) نشان دهنده‌ی وجود رابطه‌ی بلندمدت معنی‌دار بین متغیرهای الگو است. این ضریب در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار و دارای علامت منفی است. به طوری که انتظار می‌رود در هر دوره حدود ۳۸ درصد انحراف رابطه‌ی کوتاه‌مدت از مسیر بلندمدت، متعادل شود. بر این اساس اثر یک شوک بر متغیر ردپای اکولوژیکی در کوتاه‌مدت حدود دو و نیم دوره زمان به طول خواهد انجامید و پس از آن رابطه‌ی کوتاه‌مدت نیز در مسیر رابطه‌ی بلندمدت قرار خواهد گرفت.

در نمودار (۱) رابطه‌ی بلندمدت میان سرانه ردپای اکولوژیکی و درآمد سرانه نشان داده شده است. در این نمودار میزان‌ها به صورت لگاریتم طبیعی هستند. همان-طور که مشاهده می‌شود یک رابطه N شکل میان رشد اقتصادی و ردپای اکولوژیکی وجود دارد که با نتایج تحقیق‌های Akbostancı *et al.*(2009) و Lopez *et al.* (2014) سازگار است.



شکل ۱- رابطه‌ی بلندمدت میان رشد اقتصادی و ردپای اکولوژیکی در کشورهای اسلامی گروه D-8

Fig. 1– The long-run EF-GDP relationship in D-8 countries

با توجه به نمودار ترسیمی در سطح سرانه تولید ناخالص داخلی معادل ۸۱۴۸/۲۲ دلار، برای تقعر منحنی عوض می‌شود و کمترین و بیشترین این منحنی به ترتیب در تولید ناخالص داخلی سرانه برابر با ۲۲۵۰/۳۹ و ۲۹۵۰۳/۱۳ دلار است. از این رو در ابتدا با افزایش تولید سرانه و رشد اقتصادی، ردپای اکولوژیکی افزایش می‌یابد. این وضعیت تا قبل از مرز درآمد ۸۱۴۸/۲۲ دلار، ادامه دارد و پس از آن انتظار می‌رود ردپای اکولوژیکی کاهش یابد و این روند تا زمانی ادامه دارد که درآمد سرانه به مرز ۲۹۵۰۳/۱۳ دلار برسد و با افزایش بیشتر آن انتظار می‌رود که سرانه ردپای اکولوژیکی افزایش پیدا کند.

موقعیت کشورهای مورد بررسی بر مبنای درآمد سرانه آن‌ها در سال ۲۰۱۳، در نمودار (۱) ترسیم شده است. به ترتیب پنج کشور مالزی، ترکیه، ایران، اندونزی و مصر در بالای تقعر منحنی قرار دارند و از میان این پنج کشور، کشورهای مالزی، ترکیه و ایران به مقدار بحرانی (۲۹۵۰۳/۱۳ دلار) نزدیکی بیشتری دارند و با عبور از این مقدار بحرانی درآمد سرانه، شاخص ردپای اکولوژیکی با روندی صعودی افزایش می‌یابد. در مقابل، سه کشور بنگلادش، پاکستان و مصر به ترتیب در پایین تقعر منحنی و در وضعیت به‌نسبت مناسبی به سر می‌برند و از میان این سه کشور، کشور بنگلادش به مرز درآمدی (۲۲۵۰/۳۹ دلار) نزدیک‌تر است. انتظار می‌رود که افزایش بیشتر درآمد سرانه در این سه کشور به کاهش وضعیت ردپای اکولوژیکی و بهبود کیفیت محیط زیست منجر شود.

نتیجه‌گیری

پایداری محیط زیست و نگرانی‌های پیرامون آن امروزه تبدیل به یک چالش جدی برای زندگی انسان‌ها در هزاره سوم شده است. به‌طور یقین دلیل‌های بسیار و قابل توجیحی در رابطه با حفظ محیط زیست و توسعه پایدار وجود دارد که از مهمترین آن می‌توان به متعهد بودن به زندگی نسل‌های آینده اشاره کرد. میان محیط زیست و فعالیت‌های اقتصادی رابطه تنگاتنگی وجود دارد و تخریب محیط زیست می‌تواند فعالیت‌های اقتصادی را با ریسک مواجه نموده و رفاه جامعه را تحت تأثیر قرار دهد. طرح مسئله‌ی توسعه پایدار و روشن شدن اهمیت

آن در ابعاد گوناگون بویژه در اقتصاد، موجب افزایش تمرکز پژوهش‌ها در باب این موضوع گردیده است. برای این منظور با استفاده از فرضیه کوزنتس چگونگی اثرپذیری ردپای اکولوژیکی بعنوان شاخصی از کیفیت محیط زیست از معیارهای رشد اقتصادی، مصرف انرژی سرانه و میزان تولیدهای کشاورزی در زیر بخش زراعت و دامداری مورد سنجش قرار گرفت.

با توجه به این که میزان مصرف انرژی در کشورهای مورد بررسی بیشترین تأثیر را بر کیفیت محیط زیست دارا است، یکی از راه‌های بهبود اثر مصرف انرژی بر ردپای اکولوژیکی، بهبود کارایی منبع‌های مصرفی انرژی برای کاهش مصرف و به دنبال آن، کاهش تولید آلاینده‌ها است. همچنین استفاده از منبع‌های تجدید پذیر مانند انرژی خورشیدی و بادی که مستقل از مصرف کربن هستند، می‌تواند تأثیر معناداری بر کاهش ردپای اکولوژیکی حاصل از مصرف انرژی داشته باشد. در این میان سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر و دوست‌دار محیط زیست بویژه در سه کشور مالزی، ترکیه و ایران از جمله پیشنهادهای اجرایی برای کاهش ردپای اکولوژیکی است. چرا که این سه کشور در مقایسه با دیگر کشورهای گروه D-8 به میزان بحرانی ۲۹۵۰۳/۱۳ نزدیکتر بوده و در صورت نبود اجرای پیشنهادهای مورد بررسی، به زودی با روند صعودی افزایش ردپای اکولوژیکی مواجه خواهند شد. از دیگر متغیرهای مؤثر بر ردپای اکولوژیکی میزان تولیدهای کشاورزی و دامی است. در این راستا بکاربردن سیاست‌های مناسب برای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و افزایش تنوع زیستی می‌تواند به بهبود ردپای اکولوژیک در بخش کشاورزی کمک نماید. همچنین با توجه به تأثیر مثبت فعالیت‌های زراعی و دامی بر ردپای اکولوژیکی و همچنین نقش بخش کشاورزی در انتشار آلودگی و بویژه انتشار گاز متان و اکسید نیتروژن، پیشنهاد می‌شود در بخش کشاورزی برنامه‌هایی مبنی بر کاهش تخریب محیط زیست و بویژه کاهش انتشار گازهای بیان شده در اختیار کشاورزان قرار گیرد.

پی‌نوشت‌ها

1 Land use

۲ جنگل‌ها به عنوان اصلی ترین منبع جذب کربن برای کاهش CO_2 هستند.

3 Built-up land

4 Ecological Footprint

5 Gross Domestic Product

6 Per Capita Energy Consumption

7 Fully Modified Ordinary Least Squares

منابع

Akbostancı, E., Türüt-Aşık, S. and Tunç, G.İ., 2009. The relationship between income and environment in Turkey: is there an environmental Kuznets curve?. Energy Policy. 37(3), 861-867.

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, pp.315-323.

Bagliani, M., Bravo, G. and Dalmazzone, S., 2008. A consumption-based approach to environmental kuznets curves using the ecological footprint indicator. Ecological Economics. 65, 650-651.

Baltagi, B., 2008. Econometric Analysis of Panel Data, Third ed. John Wiley & Sons, England.

Bimonte, S. and Stabile, A., 2017. Land consumption and income in Italy: a case of inverted EKC. Ecological Economic.131, 36–43.

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.

Chow, G.C. and Li, J., 2014. Environmental Kuznets curve: conclusive econometric evidence for CO2. Pacific Economic Review. 19, 1–7.

D-8 (Organisation for Economic Cooperation), 2017. Available online at: http://www .developing 8.org/.

Dogan, E. and Seker, F., 2016. Determinants of CO2 emissions in the European Union: the role of renewable and non-renewable energy. Renewable Energy. 94, 429–39.

Gujarati. A.N., 1999. Basic Econometrics. Translated by Abrishami H, Tehran, Tehran university press.

Hervieux, M.S. and Darné, O., 2014. Production and consumption-based approaches for the Environmental Kuznets Curve in Latin America using ecological footprint. Document de Travail Working Paper.

Im, K.S., Pesaran, M.H. and Shin, Y., 2003. Testing for unit roots in heterogeneous panels. Journal of Econometrics. 115(1), 53-74.

Jansson, A.M., Hammer, M., Folke, K. and Costanza, R., 1994. Investing in Natural Capital. The Ecological Economics Approach to Sustainability, ISEE/Island Press, Washington, DC.

Jomepour M., Hataminejad, H. and Shahanavaz. S., 2013. An investigation on sustainable development in Rasht province using ecological footprint. Human Geography Research Quarterly. 45(3), 191-208. (In Persian with English abstract).

Jorgenson, A.K. and Clark, B., 2011. Societies consuming nature: a panel study of the ecological footprints of nations, 1960–2003. Social Science Research. 40(1), 226-244.

Kaika, D. and Zervas, E., 2013. The environmental Kuznets curve (EKC) theory—Part A: concept, causes and the CO2 emissions case. Energy Policy. 62, 1392–402.

Kao, C., 1999. Spurious regression and residual-based tests for cointegration in panel data. Journal of Econometrics. 90(1), 1-44.

Levin, A., Lin, C.F. and Chu, C.J., 2002. Unit root tests in panel data: Asymptotic and finite-sample properties. Journal of Econometrics. 108(1), 1–24.

Lin, D., Hanscom, L., Martindill, J., Borucke, M., Cohen, L., Galli, A., Lazarus, E., Zokai, G., Iha, K., Eaton and Wackernagel, D.M., 2016. Working Guidebook to the National Footprint Accounts. Oakland: Global Footprint Network.

Lopez- Menendez, A.J., Perez, R., and Moreno, B., 2014. Environmental costs and renewable energy: Re-visiting the Environmental Kuznets Curve. Journal of Environmental Management. 145, 368-373.

Mirzaei, A., Esfanjari Kenari, R., Mahmoodi, A. and Shabanzadeh, M., 2016. Shadow economy and its role in control of environmental damages of MENA countries. Economic Growth and Development Research. 6(24), 103-115: (In Persian with English abstract).

Molaei, M. and Basharat, E., 2016. Investigating relationship between gross domestic product and ecological footprint as an environmental degradation index. Journal of Economic research. 50(4), 1017-1033. (In Persian with English abstract).

Motafakker, M.A. and Mamipour, S., 2014. Economical - political analysis of barriers of natural resources abundance effect on economic growth. Applied Theories of Economics. 1(1), 97-124 : (In Persian with English abstract).

Mrabet, Z. and Alsamara, M., 2017. Testing the Kuznets Curve hypothesis for Qatar: A comparison between carbon dioxide and ecological footprint. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 70, 1366–1375.

Nijkamp, P., Rossi, E. and Vindigni, G., 2004. Ecological footprints in plural: a meta-analytic comparison of empirical results. Regional Studies. 38, 747-765.

Pedroni, P., 2000. Fully Modified OLS for heterogeneous cointegrated panels. Department of Economics Working Papers 2000-03, Williams Collage.

Pedroni, P., 2004. Panel cointegration: asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the PPP hypothesis. Econometric Theory. 20(03), 597-625.

Razi, D., 2015. Assessment and analysis of ecological footprint (Case study: townships of Mazandaran Province). Shahri-HA. 3(10), 103-125: (In Persian with English abstract).

Rees, W.E., 1996. Revisiting carrying capacity: Area-based indicators of sustainability, population and environment. Journal of Interdisciplinary Studies. 17(3), 195- 215.

Saboori, B., Sulaiman, J. and Mohd, S., 2012. Economic growth and CO2 emissions in Malaysia: a cointegration analysis of the environmental Kuznets curve. Energy policy. 51, 184-191.

Sameti, M., Ahmadzadeh, A. and Shahnazi R.A., 2007. The effects of natural resources on the economy of OPEC and some selected countries. Iran's Economic Essays. 4(7), 55-74.

Sarkodie, S.A. and Owusu, P.A., 2017. The relationship between carbon dioxide, crop and food production index in Ghana: By estimating the long-run elasticities and variance decomposition. Environmental Engineering. 22(2), 193-202.

Shahbaz M., Lean, H.H. and Shabbir, M.S., 2012. Environmental Kuznets curve hypothesis in Pakistan: cointegration and Granger causality. Renew Sustain Energy Review. 16, 2947–53.

Shahinifar, M. and Habibi, M., 2016. Locating the optimal model of urban green space using Fuzzy Logic and AHP, by GIS. Case study: the city of Mashhad. Environment Based Territorial Planning. 9(32), 41-62. (In Persian with English abstract).

Some, T.E., Mbaye, A.A. and Barbier, B., 2017. Greenhouse Gas Emission Reduction in Agriculture: Trade-off or Win–Win Situation for Small Farmers in the Sudanian Area of Burkina Faso?. African Development Review. 29(S2), 163-178.

Teimouri, I., Salarvandian, F. and Ziari, K., 2014. Ecological footprint of carbon dioxide from fossil fuel in Shiraz city. Geographic Research Quarterly Journal. 29, 193-204. (In Persian with English abstract).

Wackernagel, M., 1994. Ecological footprint and appropriated carrying capacity: a tool for planning toward sustainability. A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philophy. University of British Colombia.

Wang, J., Gardenas, L., Misselbrook, T. and Gilhespy, S., 2011. Development and application of a detailed inventory framework for estimating nitrous oxide and methane emissions from agriculture. Atmospheric Environment. 45, 1454-1463.

WDI (World Development Indicators). 2017. Available online at: http://datatopics. worldbank. org/world-development-indicators/.

Wiedmann, T., Minx, J., Barret, J. and Wackernagel, M., 2006. Allocating ecological footprints to final consumtion categories with input-output analysis. Ecological Economics. 56, 28-48.

Xu, B., Lin, B., 2017. Factors affecting CO2 emissions in China's agriculture sector: Evidence from geographically weighted regression model. Energy Policy. 104, 404–414.

Environmental Sciences Vol.16 / No.4 / Winter 2019

17-32

Estimating the ecological footprint of agricultural production in D-8 Islamic countries

Mohammad Hassan Tarazkar[1], Navid Kargar Dehbidi[2] and Zeinab Shokoohi[1*]

[1] Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
[2] Department of Economics of Natural Resources and Environment, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

Received: 2017.12.16 Accepted: 2018.11.26

Tarazkar, M.H., Kargar Dehbidi, N. and Shokoohi, Z., 2019. Estimating the ecological footprint of agricultural production in D-8 Islamic countries. Environmental Sciences. 16(4): 17-32.

Introduction: Global warming is increasingly affecting the ecological balance of the planet. Nowadays, human activities, especially agricultural productions, are thought to be mainly responsible for this phenomenon, as they have led to increasing concentrations of greenhouse gases (GHG) in the atmosphere. Therefore, the present study investigated the relationship between agricultural production and the environment in developing-8 (D-8) countries. To this end, the area of arable land and livestock production index were used as agricultural sector production indices and the ecological footprint (EF) indicator was used as an environmental index.

Material and methods: A panel model for studying the agricultural production–environment was established. Also, the estimation of this relationship was conducted for all D-8 countries from 1990 to 2013. According to panel unit root tests and panel cointegration tests, the short and long-run relationships were estimated by Error Correction Model (ECM) and Fully Modified Ordinary Least Square (FMOLS), respectively.

Results and discussion: The empirical results revealed that the relationship between EF and per capita Gross Domestic Production (GDP) was N-shaped and statistically significant. Moreover, the results imply that a relative increase in energy consumption, arable land, and livestock production had a positive effect on the EF. Evidence from the study showed that a 10% increase in crop production land will increase EF by 2.15%, while a 10% increase in the livestock production index will increase EF by 1.18% in the long-run. Furthermore, a 10% increase in energy consumption will increase EF by 7.38%.

Conclusion: The main finding of this study was that agricultural activities are one of the most important environmental pollutants and have a significant effect on EF in D-8 countries. In addition, crop production has a larger effect on EF compare than livestock production in the long-run.

Keywords: Ecological footprint, Arable land, Livestock production index, D-8 countries.

[*] Corresponding Author. *E-mail Address*: z_shokoohi@shirazu.ac.ir