

اثر رشد اقتصادی بر تخریب محیط زیست در منطقه خاورمیانه: کاربرد

ردپای اکولوژیکی

محمدحسن طرازکار^{۱*}؛ نوید کارگر ده‌بیدی^۲؛ رضا اسفنجاری کناری^۳ و عفت قربانیان^۴

۱- استادیار بخش اقتصاد کشاورزی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

۲- دانشجوی دکتری بخش اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

۳- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان.

۴- دانش‌آموخته دکتری بخش اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

(تاریخ دریافت ۹۷/۰۴/۲۶-تاریخ پذیرش ۹۷/۰۷/۰۸)

چکیده:

در این مطالعه اثر رشد اقتصادی، مصرف انرژی، ظرفیت زیستی و آزادسازی تجاری بر ردپای اکولوژیکی مصرف‌بهنوان شاخصی از تخریب محیط زیست با استفاده از داده‌های پنل دوره ۱۹۹۰ الی ۲۰۱۳، مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج آزمون‌های ایستایی، متغیرهای مورد استفاده در مدل همگی در سطح ایستا نبوده و با یکبار تفاضل گیری ایستا شدند. همچنین نتایج آزمون‌های پدرونی و کائو نشان داد که متغیرهای مورد استفاده هم‌جمع هستند. به منظور برآورد روابط بلندمدت میان متغیرها از روش FMOLS استفاده شد. نتایج مطالعه نشان داد که یک رابطه مثبت و معنی‌دار میان ردپای اکولوژیکی و ظرفیت زیستی و یک رابطه منفی و معنی‌دار میان آزادسازی تجاری و ردپای اکولوژیکی وجود دارد. همچنین افزایش مصرف انرژی منجر به افزایش ردپای اکولوژیکی می‌شود. همچنین نتایج نشان داد که یک رابطه N شکل میان رد پای اکولوژیکی و رشد اقتصادی وجود دارد و این امر حاکی از آن است که افزایش رشد اقتصادی در این منطقه به تخریب بیشتر محیط زیست منجر خواهد شد.

کلید واژگان: رشد اقتصادی، ردپای اکولوژیکی، ظرفیت زیستی، آزادسازی تجاری، خاورمیانه.

۱. مقدمه

در دهه‌های گذشته، رشد اقتصادی، افزایش جمعیت و نهایتاً افزایش مصرف سرانه بشر باعث کاهش شدید سرمایه‌های طبیعی و خدمات اکوسیستم در مقیاس جهانی شده است (Oosthoek and Gills, 2005). همچنین صنعتی شدن جوامع و افزایش مهاجرت به شهرها موجب استفاده بیشتر از منابع طبیعی شده، در حالی که موجودی سرمایه طبیعی ثابت و یا در حال کاهش است. رشد تخریب محیط زیست و ایجاد آلودگی تا جایی است که حتی از ظرفیت بیولوژیکی^۱ کره زمین نیز فراتر رفته است (Wackernagel & Rees, 1997). لذا امروزه بررسی تاثیر عوامل اقتصادی بر تخریب محیط زیست بیشتر از قبل مورد توجه محققین قرار گرفته است و تمرکز بیشتر بر این موضوع قرار دارد که رشد اقتصادی در نهایت منجر به بهبود کیفیت محیط زیست شده و یا تخریب بیشتر آن را به همراه داشته است.

تاکنون چندین شاخص و معیار محیط زیستی جهت بررسی میزان تخریب محیط زیست و پایداری آن معرفی و استفاده شده است. البته در اکثر تحقیقات شاخص انتشار گازهای گلخانه‌ای مورد استفاده قرار گرفته و رابطه رشد اقتصادی و سایر متغیرهای موثر را با انتشار انواع گازهای گلخانه‌ای و به ویژه گاز دی‌اکسیدکربن مدنظر قرار داده‌اند. اما انتشار گاز دی‌اکسید کربن به عنوان شاخص اثرات محیط زیستی، تنها بخشی از آسیب کلی به محیط زیست را نشان می‌دهد و نمی‌توان آن را به عنوان یک شاخص جامع در مسائل محیط زیستی در نظر گرفت (Charfeddine & Mrabet, 2017). اما برخلاف

شاخص‌های انتشار گازهای گلخانه‌ای، شاخص ردپای اکولوژیکی مجموعه فشارها بر محیط زیست را اندازه‌گیری می‌کند (Uddin *et al.*, 2017). در سال‌های اخیر این شاخص به عنوان موفق‌ترین معیار جهت ارزیابی توسعه پایدار محیط زیست، به شدت مورد توجه سیاست‌گذاران و محققین مرتبط در این زمینه قرار گرفته است (Hong *et al.*, 2017).

واژه رد پای اکولوژیکی اولین بار در دهه ۹۰ میلادی توسط واکرناگل و ریس در پاسخ به مبحث ظرفیت تحمل^۲ مطرح شد (Wackernagel, 1994; Rees, 1992). این معیار میزان مصرف انسان از منابع زیستی و تولید پسماند را بر حسب نواحی مختلف نشان می‌دهد و برابر مقدار زمینی است که بطور پایدار نیازهای مصرفی جامعه را تأمین کرده و پسماند تولیدی آنها را جذب نماید (Wackernagel *et al.*, 2004). به بیان بهتر رد پای اکولوژیکی نشان دهنده آثاری است که جوامع مختلف در اثر سبک و شیوه زندگی خود، بر طبیعت به جای می‌گذارند و نشان می‌دهد در کدام ناحیه و کجا، انسان بر منابع طبیعی و محیط زیست فشار بیشتری وارد می‌کند (Wilson & Anielski, 2005).

مروری بر مطالعات داخلی نشان می‌دهد که کمتر مطالعه‌ای در ایران از شاخص رد پای اکولوژیکی به عنوان شاخص ارزیابی فشار بر محیط زیست در بررسی رابطه رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست استفاده کرده است. بررسی نویسندگان مطالعه حاضر حاکی از آن است که تنها پژوهش انجام شده در این زمینه، مطالعه Molaei و Besharat (۲۰۱۶) می‌باشد که به بررسی ارتباط بین ردپای اکولوژیکی با تولید ناخالص داخلی در

است که از ردپای اکولوژیکی در بررسی‌های محیط زیستی در منطقه خاورمیانه استفاده نشده است. همچنین در بیشتر مطالعات از فرم درجه دوم منحنی محیط زیستی کوزنتس استفاده شده و فرم درجه سوم آن کمتر مورد توجه قرار گرفته است. علاوه بر این در کمتر مطالعه‌ای از ظرفیت بیولوژیکی بعنوان عامل موثر بر تخریب محیط زیست استفاده شده است. لذا در این مطالعه تلاش شده است با بکارگیری شاخص رد پای اکولوژیکی به عنوان شاخصی از کیفیت محیط زیست و ارتباط آن با رشد اقتصادی در قالب داده‌های پنل برای کشورهای منتخب خاورمیانه، نگاهی جامع و متفاوت به بحث رابطه رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست شود.

۲. مواد و روش‌ها

در این مطالعه اثر رشد اقتصادی، مصرف انرژی، ظرفیت زیستی و آزادسازی تجاری بر شاخص ردپای اکولوژیکی در کشورهای منتخب منطقه خاورمیانه مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. جامعه آماری در مطالعه حاضر شامل کشورهای ایران، عراق، لبنان، مصر، عمان، اردن، ترکیه، قبرس و یمن است. لازم به ذکر است که کشورهای دیگری در این منطقه حضور دارند که به دلیل نقص داده‌ها از نمونه منتخب حذف شدند. داده‌های ردپای اکولوژیکی و ظرفیت زیستی از گزارشات شبکه جهانی ردپا (GFN)^۳ و داده‌های تولید ناخالص داخلی، مصرف سرانه انرژی و آزادسازی تجاری (شامل صادرات و واردات) از بانک جهانی^۴ در محدوده سال‌های ۲۰۱۳-۱۹۹۰ میلادی گردآوری شدند. به منظور برآورد مدل در این مطالعه از نرم افزار Eviews 9 استفاده شد.

ایران پرداختند. نتایج مطالعه نشان می‌دهد تولید ناخالص داخلی سرانه با ردپای اکولوژیکی در کوتاه‌مدت و بلندمدت رابطه مثبت دارد.

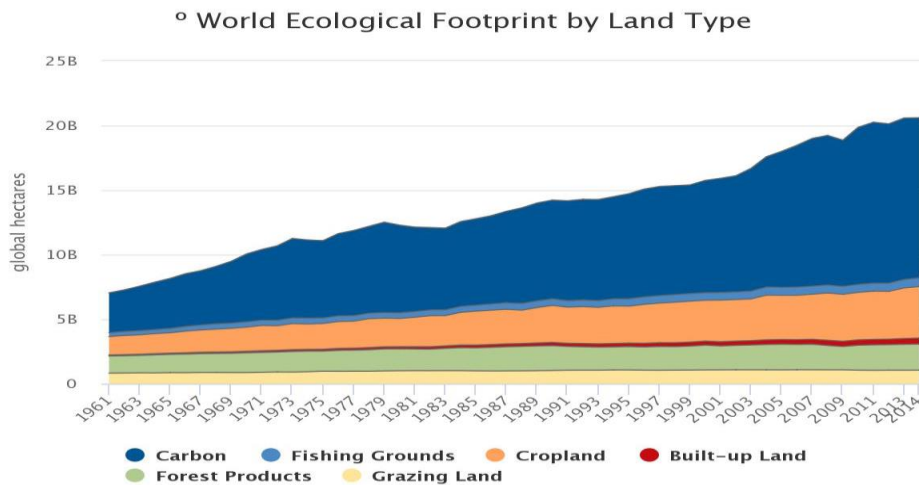
در خارج از کشور مطالعات بیشتری به ارزیابی ردپای اکولوژیکی پرداخته‌اند از جمله Galli و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی ارتباط پیامدهای محیط زیستی جهانی ناشی از رشد اقتصادی با بکارگیری شاخص ردپای اکولوژیکی و با تمرکز بر دو اقتصاد چین و هند پرداختند. در مقایسه بین این دو کشور، چین بعد از قرار گرفتن در روند رشد اقتصادی سریع، ردپای اکولوژیکی سرانه آن نیز به شدت افزایش یافته اما این مساله در مورد هند برعکس بوده است و رد پای اکولوژیکی سرانه به میزان کمی کاهش یافته است. همچنین در کشور ترکیه Asici و Acar (۲۰۱۷) به مطالعه رابطه رشد اقتصادی و رد پای اکولوژیکی در قالب منحنی محیط زیستی کوزنتس پرداختند. یافته‌های این مطالعه حاکی از وجود رابطه U معکوس بین درآمد و ردپای اکولوژیکی تولید بود و ردپای اکولوژیکی مصرف، صادرات و واردات رابطه مستقیم افزایشی با درآمد داشتند و پیشنهاد شد که ترکیه به سمت صادرات بیشتر حرکت کند، چرا که مصرف ناشی از واردات، بیشتر از تولید داخلی اثر سوء بر کیفیت محیط زیست دارد. مطالعه Hervieux و Darné (۲۰۱۴) رد پای اکولوژیکی را در ارتباط با رشد اقتصادی و برای پنج کشور آمریکای لاتین در دوره زمانی ۲۰۰۷-۱۹۷۱ مورد توجه قرار دادند. نتایج نشان می‌دهد که هیچ گونه ارتباطی بین رشد اقتصادی و محیط زیست در بلند مدت وجود ندارد. مروری بر مطالعات انجام شده حاکی از آن

4- World bank (<https://data.worldbank.org>)

3-Global Footprint Network
(<https://www.footprintnetwork.org>)

2012, Asıç1 & Acar, 2016, Charfeddine & Mrabet, 2017). برای محاسبه شاخص ردپای اکولوژیکی، زمین به شش کاربری مختلف تقسیم می‌شود. شامل زمین کشاورزی، زمین مرتعی، زمین جنگلی (برای تولید الوار و چوب مورد نیاز)، پهنه‌های دریایی (مساحت دریایی برای تولید ماهی و آبزیان مورد نیاز انسان)، زمین‌های ساخته شده^۹ (مساحت زمینی است که برای احداث زیرساخت‌ها و سکونتگاه‌ها استفاده می‌شود) و اراضی کربن (معادل مساحت زمینی است که برای جذب کربن^{۱۰} ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی مورد نیاز است. در نمودار ۱ ردپای اکولوژیکی بر اساس کاربری زمین آورده شده است.

اگر چه جهت ارزیابی کیفیت محیط زیست شاخص‌هایی متعددی نظیر شاخص توسعه پایدار محیط زیست (ESI)^۵ در مطالعه Esty و همکاران (۲۰۰۵)، شاخص عملکرد محیط زیست (EPI)^۶ در مطالعه Esty و همکاران (۲۰۰۶)، شاخص آسیب پذیری محیط زیست (EVI)^۷ در مطالعه Kaly و همکاران (۲۰۰۵) و شاخص ردپای اکولوژیکی (EF)^۸ در مطالعه Wackernagel و Ress (۱۹۹۷) به کار گرفته شده است. اما شاخص ردپای اکولوژیکی جهت ارزیابی رابطه رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست جامعیت بیشتری دارد و با انعکاسی از ردپای کلیه فعالیت‌های بشر در طبیعت، تغییرات رشد اقتصادی را بهتر از سایر شاخص‌ها بیان می‌کند (Nijkamp et al., 2004; Singh et al.,



شکل ۱- انواع کاربری زمین جهت ردپای اکولوژیکی

8- Ecological Footprint
9- Built-up land
10- Carbon Footprint

5- Environmental Sustainability Index
6- Environmental Performance Index
7- Environmental Vulnerability Index

در مطالعه حاضر EF بصورت یک شاخص ترکیبی از شش کاربری زمین محاسبه شد. بنابراین خواهیم داشت:

$$EF_i = \sum_k EF_{ki} \quad (1)$$

که در آن اندیس i کشور را نشان می‌دهد و اندیس k شامل زمین کشاورزی، زمین مرتعی، زمین جنگلی، پهنه‌های دریایی، زمین‌های ساخته شده و اراضی کربن است. با تقسیم شاخص مذکور بر جمعیت هر کشور می‌توان سرانه رد پای اکولوژیکی را محاسبه کرد (Teixidó-Figueras & Duro, 2015). پس از محاسبه رد پای اکولوژیکی، ظرفیت زیستی برای تعیین پایداری یا ناپایداری محاسبه می‌شود. برای محاسبه توان زیستی هر نوع خاص از کاربری زمین از رابطه ۲ استفاده می‌شود:

$$BC=A*YF*IYF*EQF \quad (2)$$

در این رابطه BC: ظرفیت زیستی کاربری خاصی از اراضی (هکتار جهانی) است. A: محدوده‌ی زمین مصرفی از اراضی داخل یک کشور برای کاربری خاص (هکتار ملی (NHa)^۱)، YF: فاکتور عملکرد یک زمین معین در یک کاربری خاص در داخل یک کشور (WHa NHa⁻¹)، IYF: فاکتور زمانی عملکرد برای یک زمین معین در یک کاربری خاص است که تغییرات در متوسط عملکرد جهانی یک کاربری خاص در طی زمان را نشان داده و بدون واحد است. EQF: فاکتور هم‌ارزی برای کاربری معین از زمین بر حسب واحد⁻¹ Wha GHa است. برای محاسبه کل توان زیستی یک کشور یا جهان می‌بایست توان زیستی کاربری‌های اصلی زمین با هم جمع شود (Shahinifar & Habibi, 2016).

به منظور بررسی اثر رشد اقتصادی، مصرف انرژی، توان

11- National Hectares

زیستی و تجارت بین الملل بر شاخص رد پای اکولوژیکی بعنوان معیاری از تخریب محیط‌زیست در منطقه خاورمیانه از مدل ارائه شده توسط Charfeddine و Mrabet (۲۰۱۷) و Asıcı و Acar (۲۰۱۶) استفاده شد. فرم عمومی این مدل به صورت رابطه ۳ است:

$$EF = f(GDP_{it}, BIO_{it}, EC_{it}, TO_{it}) \quad (3)$$

که در رابطه فوق، Ln معرف لگاریتم طبیعی است. اندیس i و t به ترتیب کشور و زمان را نشان می‌دهند. EF: شاخص سرانه رد پای اکولوژیکی است و واحد اندازه گیری آن هکتار جهانی (GHa) است. GDP: سرانه تولید ناخالص داخلی یا درآمد سرانه (بر حسب دلار و برابری قدرت خرید و به قیمت‌های ثابت سال ۲۰۱۱)، BIO: ظرفیت یا توان زیستی است که بدون واحد است. EC: مصرف سرانه انرژی (بر حسب کیلوگرم معادل نفت خام)، TO: شاخص آزادسازی تجاری (بر حسب درصد) که بصورت نسبت مجموع صادرات و واردات به تولید ناخالص داخلی محاسبه شده است.

خلاصه آماری داده‌ها در کشورهای منتخب منطقه خاورمیانه در جدول ۱ ارائه شده است. شاخص سرانه رد پای اکولوژیکی دارای میانگین ۲/۷۳۰ هکتار جهانی که بیشترین مقدار این شاخص در طی دوره مربوط به عمان در سال ۲۰۰۷ و کمترین مقدار به یمن در سال ۱۹۹۴ اختصاص دارد. سرانه تولید ناخالص داخلی دارای میانگین ۱۵۷۸۰/۱۸ دلار است که بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب متعلق به عمان در سال ۲۰۰۹ و یمن در سال ۱۹۹۰ است. ظرفیت زیستی دارای میانگین ۰/۸۵۰ است که بیشترین مقدار آن متعلق به عمان در سال ۱۹۹۰ و کمترین مقدار متعلق به اردن در سال

نهایت شاخص آزادسازی تجاری با میانگین ۷۷/۲۲ درصد، بیشترین و کمترین مقدار آن متعلق به عراق در سال‌های ۲۰۰۳ و ۱۹۹۵ است.

۱۹۹۹ است. سرانه مصرف انرژی در منطقه مطالعاتی دارای میانگین ۱۵۷۱/۵۹ کیلوگرم معادل نفت خام است که بیشترین و کمترین مقدار آن به ترتیب متعلق به عمان در سال ۲۰۱۲ و یمن در سال ۱۹۹۴ است.

جدول ۱- خلاصه آماری داده‌ها در کشورهای منتخب منطقه خاورمیانه

| متغیر | میانگین | خطای معیار | حداقل | حداکثر |
|-------------------------------|-----------|------------|----------|-----------|
| EF شاخص سرانه ردپای اکولوژیکی | ۲/۷۳۰ | ۱/۴۶۵ | ۰/۷۳۱ | ۶/۹۸۱ |
| GDP سرانه تولید ناخالص داخلی | ۱۵۷۸۰/۱۸۰ | ۱۱۶۷۳/۲۷ | ۳۳۲۷/۱۰۳ | ۴۵۶۳۵/۵۳۰ |
| BIO ظرفیت زیستی | ۰/۸۵۰ | ۰/۷۳۸ | ۰/۱۶۱ | ۳/۱۹۵ |
| EC سرانه مصرف انرژی | ۱۵۷۱/۵۹۷ | ۱۲۱۹/۳۴۹ | ۲۰۵/۴۹۹ | ۶۸۳۲/۸۳۳ |
| TO آزاد سازی تجاری | ۷۷/۲۲۸ | ۳۵/۵۵۵ | ۰/۰۲۰ | ۱۵۴/۲۳۴ |

منبع: شبکه جهانی ردپا (GFN) و بانک جهانی (۲۰۱۷)

که دارای چنین مفروضاتی است: اگر $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$ باشد؛ یعنی هیچ رابطه‌ای بین درآمد و رد پای اکولوژیکی (تخریب محیط زیست) وجود ندارد، اگر $\beta_1 > 0$ و $\beta_3 = 0$ $\beta_2 =$ یک رابطه یکنواخت افزایشی یا رابطه خطی بین درآمد و رد پای اکولوژیکی وجود دارد، اگر $\beta_1 < 0$ و $\beta_2 = 0$ $\beta_3 = 0$ باشد، یک رابطه یکنواخت کاهشی بین درآمد و رد پای اکولوژیکی برقرار است، اگر $\beta_1 > 0$ و $\beta_2 < 0$ و $\beta_3 = 0$ باشد، یک رابطه U برعکس بین درآمد و رد پای اکولوژیکی وجود دارد و انتظار می‌رود در یک نقطه بحرانی (نقطه بازگشت) روند تخریب محیط زیست تغییر کند، اگر $\beta_1 < 0$ و $\beta_2 > 0$ و $\beta_3 = 0$ باشد، یک رابطه U شکل میان درآمد و رد پای اکولوژیکی وجود دارد، اگر $\beta_1 > 0$ و $\beta_2 < 0$ و $\beta_3 > 0$ باشد، یک چند جمله‌ای از درجه سه و یک رابطه N شکل میان درآمد و رد پای اکولوژیکی برقرار است و نهایتاً اگر $\beta_1 < 0$ و $\beta_2 > 0$ و

به منظور بررسی روابط احتمالی بین رشد اقتصادی و شاخص ردپای اکولوژیکی بعنوان معیاری از تخریب محیط زیست، در برخی از مطالعات، فرم درجه دوم و سوم تولید ناخالص داخلی سرانه هم در مدل لحاظ می‌شود (Dinda, 2004; Lopez et al., 2014): (۴)

$$EF = f(GDP_{it}, GDP_{it}^2, GDP_{it}^3, BIO_{it}, EC_{it}, TO_{it})$$

فرم عمومی فوق را می‌توان بصورت رابطه ۵ نشان داد:

$$EF = GDP_{it}^{2\beta_1} GDP_{it}^{2\beta_2} GDP_{it}^{3\beta_3} BIO_{it}^{\beta_4} EC_{it}^{\beta_5} TO_{it}^{\beta_6}$$

Shahbaz و همکاران (۲۰۱۶) بر این باورند که استفاده از توابع لگاریتمی-خطی در داده‌های پنل، نتایج بهتری را ارائه می‌کنند. لذا در این مطالعه از مدل لگاریتمی-خطی بصورت رابطه ۶ استفاده شد: (۶)

$$\begin{aligned} \ln EF = & \beta_1 \ln GDP_{it} + \beta_2 \ln GDP_{it}^2 + \beta_3 \ln GDP_{it}^3 \\ & + \beta_4 \ln BIO_{it} + \beta_5 \ln EC_{it} + \beta_6 \ln TO_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned}$$

$\beta_3 < 0$ باشد، یک چند جمله‌ای از درجه سه و یک رابطه N شکل برعکس میان درآمد و رد پای اکولوژیکی وجود دارد.

در مدل‌های پانل نیز همانند مدل‌های سری زمانی در صورت غیر ایستا بودن متغیرها مسئله رگرسیون ساختگی مصداق خواهد داشت (Baltagi, 2008) و کاربرد آزمون ریشه واحد داده‌های ترکیبی جهت تضمین صحت و اعتبار نتایج امری ضروری خواهد بود. در این پژوهش به منظور بررسی ایستایی متغیرها از دو آزمون ایستایی Im و همکاران (۲۰۰۳) و Levin و همکاران (۲۰۰۲) استفاده شد.

زمانی که شواهدی 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. آزمون‌های هم‌جمعی پانلی دارای قدرت و اعتبار بیشتری نسبت به آزمون‌های هم‌جمعی برای هر مقطع به صورت 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 پانل به منظور آزمون رابطه‌ی هم‌جمعی از روش‌های Pedroni (۲۰۰۴) و Kao (۱۹۹۹) استفاده می‌شود. در روش پدرونی امکان وجود اثرات ثابت و روندهای زمانی ناهمگن در بین مقاطع در نظر گرفته می‌شود. پدرونی هفت آماره مختلف را در دو گروه متمایز جهت بررسی فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود بردار هم‌جمعی در مدل‌های پانل معرفی می‌کند. گروه اول آزمون‌ها مشهور به درون‌گروهی است که عبارتند از: ۱- آماره V پانل، ۲- آماره RHO پانل، ۳-

آماره PP پانل، ۴- آماره ADF پانل و آماره‌های آزمون بین‌گروهی نیز عبارتند از: ۱- آماره RHO گروهی، ۲- آماره PP گروهی، ۳- آماره ADF گروهی. چنانچه از بین این هفت آماره پدرونی، حداقل چهار آماره معنی‌دار باشند، می‌توان فرض صفر مبنی بر عدم وجود بردار هم‌جمعی را رد کرد (Pedroni, 2004). در روش Kao (۱۹۹۹) به منظور انجام آزمون هم‌جمعی از همان رویکرد اولیه پدرونی استفاده می‌کند با این تفاوت که تنها اثرات 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 (۲۰۰۴) و Kao (۱۹۹۹) استفاده شده است. چنانچه نتایج هر دو آزمون وجود رابطه بلندمدت را تأیید کند، گام بعدی تخمین بردار هم‌جمعی است.

در سالیان اخیر رویکردهای محدودی برای تخمین بردار هم‌جمعی پانل مورد استفاده قرار گرفته است. یکی از این رویکردها، استفاده از روش حداقل مربعات معمولی اصلاح شده^{۱۲} (FMOLS) است که برای تخمین روابط بلندمدت پانل توسط Pedroni (۲۰۰۰) معرفی شد. از مهم‌ترین مزیت‌های این روش در مقایسه با دیگر تخمین‌زنده‌های 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 مطالعه به منظور تخمین بردار هم‌جمعی پانل از رویکرد روش حداقل مربعات معمولی اصلاح شده (FMOLS) استفاده شد.

12- Fully Modified Ordinary Least Squares

۳. نتایج

به منظور بررسی اثر رشد اقتصادی بر رد پای اکولوژیکی در منطقه خاورمیانه، ابتدا ایستایی متغیرها مورد آزمون قرار گرفت و نتایج آن در جدول ۲ گزارش شد. نتایج نشان داد تمامی متغیرها بر اساس هر دو آزمون

ایستایی Im و همکاران (۲۰۰۳) و Levin و همکاران (۲۰۰۲) نایستا بوده و فرض صفر مبتنی بر وجود ریشه واحد در سطح رد نشده است. اما تفاضل مرتبه اول آن‌ها ایستا است و تمامی متغیرها با یک بار تفاضل‌گیری ایستا می‌شوند.

جدول ۲- نتایج ایستایی متغیرهای مورد مطالعه

| وضعیت ایستایی | ایم، پسران و شین (IPS) | | لوین، لین و چو (ILC) | | متغیرها |
|---------------|------------------------|------------|----------------------|------------|--------------------------|
| | وقفه | سطح | وقفه | سطح | |
| I(1) | ۸۴*** (۰/۰۰۱) | ۹۰ (۰/۹۷۱) | ۷۲*** (۰/۰۰۰) | ۹۹ (۰/۹۷۶) | رد پای بوم‌شناختی |
| | -۶/۳ | ۱/۷ | -۸/۲ | ۱/۲ | |
| I(1) | ۸۶*** (۰/۰۰۱) | ۴۳ (۰/۹۲۴) | ۲۲*** (۰/۰۰۰) | ۹۴ (۰/۹۷۴) | سرانه تولید ناخالص داخلی |
| | -۳/۰ | ۱/۸ | -۶/۳ | ۱/۷ | |
| I(1) | ۹۱*** (۰/۰۰۰) | ۸۷ (۰/۱۸۹) | ۱۹*** (۰/۰۰۰) | ۳۳ (۰/۳۶۷) | ظرفیت زیستی |
| | -۱۲/۷ | -۰/۸ | -۱۱/۲ | -۰/۷ | |
| I(1) | ۱۲*** (۰/۰۰۰) | ۲۵ (۰/۸۹۵) | ۹۶*** (۰/۰۰۰) | ۷۸ (۰/۷۸۲) | سرانه مصرف انرژی |
| | -۴/۲ | ۱/۸ | -۴/۷ | ۰/۱ | |
| I(1) | ۸۲*** (۰/۰۰۰) | ۴۰ (۰/۹۱۹) | ۶۹*** (۰/۰۰۰) | ۱۷ (۰/۴۳۰) | شاخص آزادسازی تجاری |
| | -۴/۰ | ۱/۰ | -۶/۷ | -۰/۴ | |

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

می‌توان فرض صفر مبتنی بر عدم وجود بردار هم‌جمعی را رد کرد. نتایج آزمون هم‌جمعی کائو نیز در جدول ۴ بیان‌گر این است که فرضیه صفر مبنی بر عدم 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 رد پای اکولوژیکی را تأیید می‌کنند.

به طور کلی با توجه به نتایج آزمون ایستایی، شک وجود رگرسیون کاذب قابل تأیید بوده و نیاز به بررسی رابطه هم‌جمعی بین متغیرها است. نتایج آزمون‌های هم‌جمعی پدرونی و کائو به ترتیب در جدول‌های ۳ و ۴ ارائه شده است. نتایج آزمون هم‌جمعی پدرونی نشان می‌دهد که از بین هفت آماره بین گروهی و درون گروهی، بیشتر آماره‌ها (چهار آماره) در سطح مختلف معنی‌دار هستند و

جدول ۳- نتایج آزمون هم‌جمعی پدرونی

| درون گروهی | بین گروهی |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| آماره V پنل (۰/۶۳۸) -۰/۳۵۰ | آماره RHO گروهی (۰/۹۹۳) ۲/۴۹۵ |
| آماره RHO پنل (۰/۹۶۲) ۱/۷۹۹ | آماره PP گروهی (۰/۰۰۰) -۳/۹۹۷*** |
| آماره PP پنل (۰/۰۲۴) -۱/۹۶۱** | آماره ADF گروهی (۰/۰۰۲) -۲/۸۵۹*** |
| آماره ADF پنل (۰/۰۰۸) -۲/۳۹۲*** | |

منبع: یافته‌های تحقیق (***, **, * به ترتیب معنی داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد است)

جدول ۴- نتایج آزمون هم‌جمعی کائو

| آماره ADF |
|-------------------|
| (۰/۰۰۰) -۵/۴۷۹*** |

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

زیست، نسبت به هر یک از متغیرهای مربوطه تفسیر نمود. تصریح به دست آمده قادر است بیش از ۹۹ درصد از تغییرات سرانه رد پای اکولوژیکی را با استفاده از متغیرهای مورد استفاده تشریح نماید.

به منظور برآورد رابطه بلندمدت و کوتاه‌مدت به ترتیب از روش‌های (FMOLS) و مدل تصحیح خطا (ECM) استفاده شده است که نتایج آن در جداول ۵ و ۶ ارائه شده است. مقادیر ضرایب به دست آمده را می‌توان به عنوان کشش سرانه ردپای اکولوژیکی و تخریب محیط

جدول ۵- نتایج برآورد بلندمدت اثر رشد اقتصادی بر رد پای اکولوژیکی در منطقه خاورمیانه

| متغیر | ضرایب | خطای معیار | آماره t | احتمال |
|--|----------|----------------------------|---------|--------|
| LnGDP تولید ناخالص داخلی | ۳۲/۰۷۲** | ۱۳/۷۵۹ | ۲/۳۳۰ | ۰/۰۲۰ |
| LnGDP ² توان دوم تولید ناخالص داخلی | -۳/۵۷۹** | ۱/۴۶۷ | -۲/۴۳۸ | ۰/۰۱۵ |
| LnGDP ³ توان سوم تولید ناخالص داخلی | ۰/۱۳۳** | ۰/۰۵۲ | ۲/۵۶۲ | ۰/۰۱۱ |
| LnBIO ظرفیت زیستی | ۰/۱۹۱*** | ۰/۰۶۲ | ۳/۰۶۶ | ۰/۰۰۲ |
| LnEC سرانه مصرف انرژی | ۰/۵۰۶*** | ۰/۰۴۹ | ۱۰/۲۵۵ | ۰/۰۰۰ |
| LnTO شاخص آزادسازی تجاری | -۰/۰۰۶ | ۰/۰۰۸ | -۰/۷۹۲ | ۰/۴۲۸ |
| R-squared = ۰/۹۸۹ | | Sum squared resied = ۰/۶۸۶ | | |
| Adjusted R- squared = ۰/۹۸۷ | | SE. of regression = ۰/۵۵۳ | | |
| Mean dependent var = ۰/۸۶۹ | | SD. Dependent var = ۱/۰۷۹ | | |

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

افزایش یابد. نتایج حاکی از آن است که با افزایش ظرفیت زیستی در منطقه خاورمیانه به میزان یک درصد، سرانه رد پای اکولوژیکی در بلندمدت حدود ۰/۱۹ درصد و در کوتاهمدت حدود ۰/۱۰ درصد افزایش می‌یابد. همچنین شاخص آزادسازی تجاری دارای کمترین تاثیر در توضیح سرانه رد پای اکولوژیکی است و ضرایب فاقد اهمیت آماری است.

نتایج جدول ۵ و ۶ نشان می‌دهد که متغیر مصرف انرژی بیشترین تاثیر در توضیح تخریب محیط زیست و افزایش سرانه رد پای اکولوژیکی داشته و ضرایب آن در هر دو حالت کوتاهمدت و بلندمدت حائز اهمیت آماری است. به طوری که انتظار می‌رود با افزایش سرانه مصرف انرژی به میزان یک درصد، سرانه رد پای اکولوژیکی در بلندمدت حدود ۰/۵ درصد و در کوتاهمدت حدود ۰/۵۸ درصد

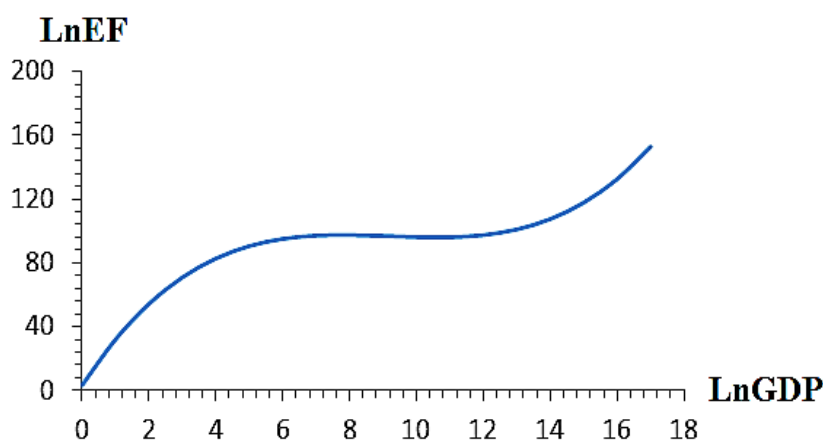
جدول ۶- نتایج برآورد مدل تصحیح خطای اثر رشد اقتصادی بر رد پای اکولوژیکی در منطقه خاورمیانه

| متغیر | ضرایب | خطای معیار | آماره t | احتمال |
|--|-----------|----------------------------|------------|--------|
| $\Delta(\text{LnEF}(-1))$ تفاضل مرتبه اول سرانه رد پای اکولوژیکی با یک وقفه | ۰/۱۴۹*** | ۰/۰۴۶ | ۳/۲۲۵ | ۰/۰۰۱ |
| $\Delta(\text{LnGDP})$ تفاضل مرتبه اول توان اول سرانه تولید ناخالص داخلی | ۴/۷۷۲ | ۱۲/۷۸۰ | ۰/۳۷۲ | ۰/۷۰۹ |
| $\Delta(\text{LnGDP}^2)$ تفاضل مرتبه اول توان دوم سرانه تولید ناخالص داخلی | -۰/۵۴۴ | ۱/۳۶۷ | ۰/۳۹۸ | ۰/۶۹۱ |
| $\Delta(\text{LnGDP}^3)$ تفاضل مرتبه اول توان سوم سرانه تولید ناخالص داخلی | ۰/۰۲۱ | ۰/۰۴۸ | ۰/۴۳۷ | ۰/۶۶۲ |
| $\Delta(\text{LnBIO})$ تفاضل مرتبه اول ظرفیت زیستی | ۰/۱۰۰*** | ۰/۰۳۵ | ۲/۸۳۷ | ۰/۰۰۵ |
| $\Delta(\text{LnEC})$ تفاضل مرتبه اول سرانه مصرف انرژی | ۰/۵۸۰*** | ۰/۰۴۱ | ۱/۹۳۳ ۳ | ۰/۰۰۰ |
| $\Delta(\text{LnTO})$ تفاضل مرتبه اول شاخص آزادسازی تجاری | ۰/۰۰۲ | ۰/۰۰۵ | ۰/۴۲۳ | ۰/۶۷۲ |
| ECM(-1) جمله تصحیح خطا | -۰/۶۵۱*** | ۰/۰۶۸ | ۹/۴۸۱ | ۰/۰۰۰ |
| R-squared = ۰/۶۴۲ | | Durbin-Watson stat = ۲/۰۲۷ | | |
| Adjusted R- squared = ۰/۶۲۹ | | SE. of regression = ۰/۰۵۰ | | |
| Mean dependent var = ۰/۰۱۳ | | SD. Dependent var = ۰/۰۸۲ | | |

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

سرانه رد پای اکولوژیکی در کوتاه مدت کمی بیش از یک دوره زمانی به طول خواهد انجامید و پس از آن در مسیر تعادلی بلندمدت قرار خواهد گرفت. در شکل ۲ رابطه‌ی بلندمدت میان سرانه رد پای اکولوژیکی و تولید ناخالص داخلی سرانه ارائه شده است. در این نمودار مقادیر به صورت لگاریتم طبیعی هستند.

ضریب جمله تصحیح خطا در جدول ۶ 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 ۶۵ درصد انحراف رابطه‌ی کوتاه مدت از مسیر بلندمدت، تعدیل شود. بر این اساس اثر یک شوک بر



شکل ۲- رابطه‌ی بلندمدت میان رشد اقتصادی و سرانه رد پای اکولوژیکی در منطقه خاورمیانه (منبع: یافته‌های مطالعه)

اکولوژیکی افزایش پیدا کند.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه رابطه رشد اقتصادی بر تخریب محیط زیست به عنوان یکی از بسترهای اصلی رشد در منطقه خاورمیانه مورد بررسی قرار گرفت. برای دستیابی به این هدف یکی از جامع‌ترین شاخص‌های کیفیت محیط زیست (رد پای اکولوژیکی) استفاده شد. در این راستا برای تصریح دقیق‌تر مدل متغیرهای تاثیرگذار احتمالی دیگری شامل مصرف انرژی، ظرفیت زیستی و تجارت آزاد نیز وارد مدل شدند. علاوه بر آن بمنظور بررسی جامع‌تر تاثیر متغیرهای مختلف از فرم درجه سوم منحنی محیط زیستی کوزنتس استفاده شد. نتایج مطالعه نشان

همان‌طور که مشاهده می‌شود یک رابطه N شکل میان رشد اقتصادی و رد پای اکولوژیکی وجود دارد. با توجه به شکل، در سطح تولید ناخالص داخلی سرانه ۹۷۰۱/۱۵ دلار، جهت تقعر منحنی عوض می‌شود و حداقل و حداکثر این منحنی به ترتیب در تولید ناخالص داخلی سرانه برابر با ۲۳۳۰/۷۱ و ۴۰۳۳۷/۸۴ دلار است. از این رو در ابتدا با افزایش تولید سرانه و رشد اقتصادی، رد پای اکولوژیکی افزایش می‌یابد. این وضعیت تا قبل از مرز درآمد ۲۳۳۰/۷۱ دلار، ادامه دارد و پس از آن انتظار می‌رود رد پای اکولوژیکی کاهش یابد و این روند تا زمانی ادامه دارد که درآمد سرانه به مرز ۴۰۳۳۷/۸۴ دلار برسد و با افزایش بیشتر آن انتظار می‌رود که سرانه رد پای

(۲۰۱۴) و Asıcı و Acar (۲۰۱۷) همخوانی دارد حاکی از این است که شرایط حاکم بر منطقه به گونه‌ای است که کشورهای برخوردار از توان زیستی بالاتر، با بهره‌گیری بیشتر از این توان، موجبات افزایش رد پای اکولوژیکی را فراهم می‌کنند. بنابراین لازم است در تدوین سیاست‌های تولیدی و تجاری خود به نحوی عمل کنند تا در راستای حفظ هرچه بیشتر ظرفیت زیستی باشد و با جلوگیری از واردات کالاهایی که توان زیستی داخل را از بین می‌برد، به تقویت هرچه بیشتر آن کمک کنند. با توجه به N شکل بودن رابطه میان رد پای اکولوژیکی و رشد اقتصادی در منطقه خاورمیانه، که با مطالعه Lopez و همکاران (۲۰۱۴) سازگار است، با افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه و رشد اقتصادی، رد پای اکولوژیکی ابتدا با نرخ کاهشی افزایش خواهد داشت و پس از دوره‌ای از کاهش، در نهایت بعد از سطح معینی از درآمد با نرخ صعودی افزایش خواهد یافت. این روند بیان گر این هشدار است که در منطقه خاورمیانه، فرضیه حفظ بیشتر محیط زیست با رسیدن به سطح بالایی از درآمد صدق نمی‌کند و لازم است کشورهای منطقه مانند کشورهای پیشرفته بخشی از درآمد خود را صرف حفظ هرچه بیشتر محیط زیست نموده و یا در مسیر رشد اقتصادی خود از روش‌هایی استفاده کنند که آلودگی و تخریب کمتری به محیط زیست وارد نمایند.

داد که مصرف انرژی تاثیر مثبت و معنی‌داری بر تخریب محیط زیست داشته و اثر آن بیشتر از سایر متغیرهای مدل است که با نتایج مطالعات Darné و Hervieux (۲۰۱۴)، Al-Mulali و همکاران (۲۰۱۵)، Asıcı و Acar (۲۰۱۶)، Acar و Asıcı (۲۰۱۷) و Mrabet و Charfeddine (۲۰۱۷) کاملاً همخوانی دارد. البته با توجه به جامعه آماری مورد مطالعه که عمدتاً کشورهای نفت‌خیز بوده و سرانه مصرف سوخت‌های فسیلی در آنها زیاد است، این موضوع بدیهی به نظر می‌رسد. از طرف دیگر این گروه از کشورها همگی کشورهایی در حال توسعه هستند که براساس فرضیه پناهگاه آلودگی، به طور بالقوه هدف کشورهای پیشرفته جهت استفاده سوء از ظرفیت‌های محیط زیستی قرار می‌گیرند. نتایج مطالعه نشان داد که ضریب آزادسازی تجاری تاثیر منفی و معنی‌داری بر تخریب محیط زیست دارد، که با نتیجه مطالعات Al-Mulali و همکاران (۲۰۱۵) و Uddin و همکاران (۲۰۱۷) سازگار است. بر این اساس لازم است سیاستمداران کشورهای این منطقه نگاه دقیق‌تری به بحث تکنولوژی‌های وارداتی از کشورهای پیشرفته داشته باشند و فرضیه پناهگاه آلودگی را به عنوان یک پیش‌فرض در سیاست‌های بین‌المللی با کشورهای پیشرفته مدنظر قرار دهند. وجود رابطه مثبت بین ظرفیت زیستی و رد پای اکولوژیکی در خاورمیانه که با نتایج مطالعات Darné و Hervieux

References

- Acar, S & Aşıcı, A. A., 2017. Nature and economic growth in Turkey: what does ecological footprint imply?, *Middle East Development Journal*. 9(1), 101-115.
- 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.
- Aşıcı, A. A. & Acar, S., 2016. Does income growth relocate ecological footprint?. *Ecological Indicators*. 61(2): 707-714.
- Baltagi, B., 2008. *Econometric analysis of panel data*, (Vol. 1). John Wiley & Sons.
- Dinda, S., 2004. Environmental Kuznets Curve Hypothesis: a survey. *Ecological Economics*. 49(4): 431-455.
- Esty, D. C., Levy, M. A., Srebotnjak, T., de Sherbinin, A., Kim, C. H., & Anderson, B. (2006). *Pilot 2006 environmental performance index*. New Haven: Yale Center for Environmental Law & Policy.
- Esty, D. C., Levy, M., Srebotnjak, T., & de Sherbinin, A. (2005). *Environmental Sustainability Index: Benchmarking National Environmental Stewardship*. New Haven, CT: Yale Center for Environmental Law & Policy. Retrieved May 27, 2009.
- Galli, A.; Kitzes, J.; Niccolucci, V.; Wackernagel, M.; Wada, Y. & Marchettini, N., 2012. Assessing the global environmental consequences of economic growth through the Ecological Footprint. A focus on China and India. *Ecological Indicators*. 17: 99–107.
- Hervieux, M.S. & Darné, O., 2014. Production and consumption-based approaches for the Environmental Kuznets Curve in Latin America using ecological footprint. *Document de Travail Working Paper*.
- Hong, L.; Zhang, P.; Chunyu, H. & Gang, w., 2007. Evaluating the effects of embodied energy in international trade on ecological footprint in China. *Ecological Economics*. 62: 136-148.
- Im, K. S.; Pesaran, M.H. & Shin, Y., 2003. Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*. 115(1): 53-74.
- Jomhepooor, M.; Hataminejad, H. & Shahnavaaz, S., 2013. Investigating the status of sustainable development of Rasht city using ecological footprint method, *Human geographic research*. 45 (3): 191-208. (in Persian)
- Kaly, U. L., Pratt, C., & Mitchell, J. (2005). *Building resilience in SIDS: the environmental vulnerability index*. Final Report. SOPAC, UNEP.
- 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. & 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 & Wackernagel, D.M., 2016., *Working Guidebook to the National Footprint Accounts*. Edition. Oakland: Global Footprint Network.
- Lopez- Menendez, A. J.; Perez, R. & Moreno, B., 2014. Environmental costs and renewable energy: Re-visiting the Environmental Kuznets Curve. *Journal of Environmental Management*. 145: 368-373.
- Molaei, M. & Besharat, A., 2016. The study of the relationship between GDP and ecological footprint as an indicator of environmental degradation, *Economic*, 4 (50): 1017-1033. (in Persian)
- Nijkamp, P.; Rossi, E. & Vindigni, G., 2004. *Ecological Footprints in Plural: A Meta-Analytic Comparison of Empirical Results*. *Regional Studies*. 38: 747-765.
- Oosthoek, J., & Gills, B. K., 2005. *Humanity at the crossroads: The globalization of environmental*

crisis. *Globalizations*, 2(3): 283-291.

Pedroni, P., 2000. Fully Modified OLS for heterogeneous cointegrated panels. *Advances in Econometrics*. (15): 93-130.

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.

Rees W. E., 1992. Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. *Environ Urban*. 4:121-30.

Shahbaz, M.; Loganathan, N.; Muzaffar, A. T.; Ahmed, K. & Jabran, M. A., 2016. How urbanization affects CO₂ emissions in Malaysia? The application of STIRPAT model. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 57: 83-93.

Shahinifar, M. & Habibi, S., 2016. Application of Ecological Footprint Method in Regional Geographic Assessment (Case Study: Kermanshah County), *Environmental Design*, 9 (32): 41-62. (in Persian)

Singh, R. K., Murty, H. R., Gupta, S. K., & Dikshit, A. K. (2009). An overview of sustainability assessment methodologies. *Ecological indicators*, 9(2), 189-212.

Teixidó-Figueras, J., & Duro, J. A., 2015. International ecological footprint inequality: a methodological review and some results. *Environmental and Economics*, 60(4), 607-

631.

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

Wackernagel, M., & Rees, W. E., 1997. Perceptual and structural barriers to investing in natural capital: Economics from an ecological footprint perspective. *Ecological economics*, 20(1), 3-24.

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 Philosophy. University of British Columbia.

Wackernagel, M.; Monfreda, C.; Erb, K.H.; Haberl, H. & Schulz, N.B., 2004. Ecological footprint time series of Austria, the Philippines, and South Korea for 1961-1999: comparing the conventional approach to an 'actual land area' approach. *Land Use Policy*. 21:261-9.

WDI (World Development Indicators), 2017. Retrieved January 4, 2017, from <http://www.worldbank.org/>

Wilson, J. & Anielski, M., 2005. Ecological Footprints of Canadian Municipalities and Regions, the Canadian Federation of Canadian Municipalities, Anielski Management Inc. from: www.anielski.com.