علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و دوم، شماره هشت، آبان ماه ۹۹

عوامل موثر بر میزان مصرف منابع اکولوژیک در ایران با رویکرد اقتصادی

مرتضی مولائی [1*]

M.Molaei@urmia.ac.ir

احسان بشارت [2]

مهرداد محمدی [2]

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۱۸ **تاریخ پذیرش: ۹۸/۵/۲**

چکیده

زمینه و هدف: ارتباط بین توسعه و محیط‌زیست از مباحث عمده در محافل مختلف است. هدف از این مطالعه بررسی عوامل موثر بر ردپای اکولوژیکی و آزمون فرضیه پناهگاه آلودگی و فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس می‌باشد.

روش بررسی: در این مطالعه، بعد از معرفی شاخص ردپای اکولوژیک به عنوان شاخص تخریب منابع طبیعی، عوامل موثر بر آن طی دوره ۲۰۱۱-۱۹۶۵ و در قالب تخمین مدل تخریب منابع‌طبیعی، با روش اقتصادسنجی خودرگرسیون با وقفه های توزیعی (ARDL) بررسی شده و همچنین فرضیه‌های منحنی زیست‌محیطی کوزنتس و پناهگاه آلودگی برای ایران آزمون شده است. در این تحقیق، از متغیرهای تولید ناخالص داخلی، شاخص تجارت آزاد، شهرنشینی، شاخص توسعه انسانی، شاخص توسعه بازارهای مالی به عنوان عوامل موثر بر ردپای اکولوژیک استفاده شده‌است.

یافته‌ها: مطابق نتایج بدست آمده درآمد سرانه، آزادسازی تجارت، توسعه بازارهای مالی و شهرنشینی هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت تاثیر مثبت و معنی‌دار و شاخص توسعه انسانی تاثیر منفی و معنی‌دار بر ردپای اکولوژیک سرانه دارند. همچنین نتایج یاد شده فرضیه پناهگاه آلودگی را نیز تأیید می‌کند؛ ولی فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس تأیید نمی‌شود و رابطه بین درآمد و ردپای اکولوژیکی به شکل N می‌باشد. مقدار ضریب تصحیح خطای بدست آمده ۰/۹۹- است که نشان می‌دهد در هر دوره ۹۹ درصد از عدم تعادل در ردپای اکولوژیک تعدیل شده و به سمت روند بلند مدت خود نزدیک می‌شود که نشان از سرعت تعدیل بسیار بالایی است.

بحث و نتیجه‌گیری: براساس نتایج این مطالعه رشد اقتصادی در ایران باعث تخریب بیشتر منابع طبیعی می‌شود. بنابراین، بایستی دولت‌ها به برنامه‌های توسعه توجه ویژه‌ای داشته باشند تا در راستای توسعه پایدار باشد.

واژه‌های کلیدی: ردپای اکولوژیک، مدل ARDL، کوزنتس زیست‌محیطی، پناهگاه آلودگی.

۱- دانشیار، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.*(مسوول مکاتبات)

۲- کارشناس ارشد، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

J. Env. Sci. Tech., Vol 22, No.8, October, 2020

Factors Affecting the Consumption of Ecological Resources in Iran Using Economic Approach

Morteza Molaei[1*]
M.Molaei@Urmia.ac.ir
Ehsan Besharat[2]
Mehrdad Mohammadi[2]

Admission Date:July 24, 2019 Date Received: January 7, 2017

Abstract

Background and Objective: The objective of this study is the investigation of factors affecting Ecological Footprint and testing Pollution Haven and Environmental Kuznets' Curve hypotheses.

Method: In this study, after introducing ecological footprint as an indicator of natural resources degradation, factors affecting it is investigated in the form of natural resources degradation model for the period 1965-2011 using Autoregressive Distributed Lag (ARDL) model; and Environmental Kuznets Curve (EKC) and Pollution Haven hypotheses were tested. In this study, the Gross Domestic Product (GDP), free trade index, urbanization, human development index, development of financial markets index were used as factors affecting the ecological footprint.

Findings: Results show that per capita GDP, free trade, development of financial markets and urbanization have positive and significant impacts in long and short term periods, but human development has negative and significant impact on ecological footprint. These results confirmed Pollution Haven hypothesis; but the EKC hypothesis is not confirmed and the relationship between income and ecological footprint is in the form of N. The coefficient of Error Correction is negative and significant which represent the long run equilibrium. The coefficient is -0.99 meaning that ecological footprint corrects its previous period disequilibrium at a speed of 99% annually to reach at the steady state.

Discussion and Conclusion: According to the results of this study, economic growth in Iran leads to more natural resources degradation. Therefore, governments should pay special attention to development programs in order to be sustainable.

Keywords: Ecological Footprint, ARDL Model, Kuznets Curve, Pollution Have.

1- Associated Professor, Agricultural Economics Department, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran *(Corresponding Author)
2- M.Sc., Agricultural Economics Department, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

مقدمه

رابطه بین رشد اقتصادی و اثرات زیست‌محیطی آن از بحث‌های عمده در اقتصاد محیط‌زیست است؛ که از دو دهه پیش مطرح شده است. محققان متعددی استدلال می‌کنند که در بسیاری از کشورها با سطوح پایین درآمد، افزایش درآمد ملی متناظر با افزایش فشار به محیط‌زیست می‌باشد، ولی در مراحل بعد از آن، کشور به مرحله توسعه‌یافتگی و درآمد بالا می‌رسد که این امر منجر به بهبود تکنولوژی و دسترسی به منابع فراوان‌تر برای سرمایه‌گذاری می‌شود؛ که در نهایت باعث ارتباط معکوس بین رشد اقتصادی و تخریب محیط‌زیست می‌شود (۱).

در متون اقتصادی ارتباط بین درآمد و تخریب منابع‌طبیعی و محیط‌زیست به منحنی زیست‌محیطی کوزنتس (Environmental Kuznets Curve) معروف است. در مطالعات مختلف برای برآورد منحنی زیست‌محیطی کوزنتس از معیارهای متفاوتی برای اندازه‌گیری شاخص آلودگی استفاده شده‌است. مانند SO_x (۲)، یا NO_x (۳)، و یا یک شاخص جهانی آلودگی مثل CO_2 (۴). در بسیاری از مطالعات دیگر شاخص‌های آلودگی دیگری نیز استفاده شده است که از آن جمله می‌توان به جنگل‌زدایی (۵)، شاخص آلودگی آب (۶)، یا شاخص تنوع‌زیستی (۷) اشاره کرد. در این مطالعه از شاخص ردپای اکولوژیک که بسیار جامع‌تر از شاخص‌های ذکر شده می‌باشد، استفاده شده است. شاخص ردپای اکولوژیک توسط ریس[1] (۱۹۹۲) معرفی شد و بعدها توسط ریس و ویکرناگل[2] (۱۹۹۶) برای اندازه‌گیری صدمات زیست‌محیطی مرتبط با مصرف انسان از منابع‌طبیعی در مقایسه با ظرفیت احیای بیوسفر توسعه یافته است. این شاخص بیانگر میزان تقاضای کل جمعیت انسانی از منابع‌طبیعی جهت تولید کالا و خدمات و جذب ضایعات می‌باشد (۸). به طور خاص، شاخص ردپای اکولوژیک تقاضای انسان‌ها از طبیعت را با ارزیابی میزان نیاز انسان از منابع‌طبیعی جهت تولیدات بیولوژیکی زمینی و دریایی برای حفظ یک الگوی مصرفی مشخص اندازه‌گیری می‌کند (۹).

در مطالعات مختلفی با استفاده از شاخص ردپای اکولوژیک به بررسی منحنی کوزنتس زیست‌محیطی پرداخته شده است. ویکرناگل و همکاران (۱۹۹۷) با استفاده از داده‌های سال ۱۹۹۳ فرضیه منحنی کوزنتس را برای ۵۲ کشور و به کارگیری چهار فرم تابعی خطی، درجه دوم، لگاریتمی-خطی و لگاریتمی-درجه دو بررسی و تایید شد (۱۰). همچنین مطالعات دیگری با استفاده از این شاخص برای بررسی فرضیه کوزنتس انجام شده است (۱۵-۱۱).

در داخل کشور مطالعات مختلفی در ارتباط با محاسبه ردپای اکولوژیکی (۱۸-۱۶) و بررسی منحنی کوزنتس زیست محیطی (۱۹) صورت گرفته است. بررسی پیشینه تحقیق نشان می‌دهد که اولین مطالعه‌ای که در آن از شاخص ردپای اکولوژیک به‌عنوان شاخص تخریب محیط‌زیست برای برآورد منحنی کوزنتس زیست‌محیطی استفاده شده است، مطالعه مولائی و بشارت (۲۰۱۶) می‌باشد. نتیجه مطالعه آنها نشان می‌دهد که با افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه ردپای اکولوژیکی سرانه افزایش می‌یابد. با توجه به مطالعات پیشین عوامل مختلفی از جمله درآمد، توسعه شهرنشینی، توسعه انسانی، توسعه بازارهای مالی، دما، جمعیت و آزادسازی تجاری بر شاخص ردپای اکولوژیک تاثیرگذار هستند. آزادسازی تجاری یا عدم آزادسازی (تحریم) تجاری یکی از متغیرهای بسیار مهم و تاثیرگذار بر ردپای اکولوژیک می باشد؛ که براساس آن فرضیه پناهگاه آلودگی را می‌توان مورد آزمون قرار داد. هدف از این مطالعه آزمون فرضیه کوزنتس زیست‌محیطی و پناهگاه آلودگی برای با استفاده از شاخص ردپای اکولوژیک و متغیرهای موثر بر آن می‌باشد.

روش تحقیق

برای بررسی ارتباط کوتاه‌مدت و بلندمدت بین متغیرهای مختلف از مدل ARDL استفاده می‌شود. مدل ARDL را با نماد $ARDL(p,q_1,\ldots,q_k)$ نشان می‌دهند، به طوری که p تعداد وقفه های متغیر وابسته، q_1 تعداد وقفه های اولین متغیر

1- Rees
2- Rees and Wackernagel

توضیحی و q_k تعداد وقفه‌های k اُمین متغیر توضیحی می‌باشد. مدل خود رگرسیون را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$y_t = \alpha + \sum_{i=1}^{p} \gamma_i y_{t-i} \quad (۱)$$

که، X_j ، متغیر توضیحی و y_{t-i}، وقفه متغیر وابسته می باشد. در تصریح مدل ARDL تعیین تعداد وقفه‌های متغیرهای توضیحی و وابسته از اهمیت زیاد برخوردار است. برای تعیین تعداد وقفه‌های متغیرها روش‌های مختلفی از معیار شوارتز-بیزین، معیار آکائیک، معیار حنان-کوئین و معیارهایی از این جمله وجود دارد، که در این مطالعه از معیار شوارتز-بیزین، به دلیل اینکه در تعداد وقفه‌ها صرفه جویی می کند، استفاده شده است. در بسیاری از روش‌های سنتی برآورد رابطه همجمعی نیاز است تا تمامی متغیرها به طور همزمان هم‌انباشته از مرتبه I(0) و یا I(1) باشند. برای حل این مشکل پسران و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که با استفاده از مدل های ARDL می‌توان رابطه همجمعی متغیرها را نیز بررسی کرد؛ با این تفاوت که دیگر الزامی نیست متغیرها همزمان هم انباشته از مرتبه I(1) و یا I(0) باشند. پسران و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که بر خلاف روش‌های دیگر همجمعی، روش ARDL نیازی به تناسب تعداد وقفه‌های متغیرها ندارد و هر متغیر می‌تواند هر تعداد وقفه را اختیار کند. فرم رگرسیون بلندمدت مدل ARDL به صورت زیر بیان می‌شود (۲۱):

$$\Delta y_t = -\sum_{i-1}^{p-1} \gamma_i^* \Delta y_{t-1} \quad (۲)$$

به طوری‌که؛

$$ECM_t = y_t - \alpha - \sum_{p} X_{i,t'} \hat{\delta}_i \quad (۳)$$

$$\emptyset = 1 - \sum_{i=1} \hat{\gamma}_i \quad (۴)$$

$$\gamma_i^* = \sum_{m=q_j+1}^{p} \hat{\gamma}_m \quad (۵)$$

$$\beta_{j,i^*} = \sum \beta_{j,m} \quad (۶)$$

$$\delta_j = \frac{\sum_{i=1}^{q_j} \hat{\beta}_{j.i}}{1 - \sum_{i=1}^{p} \gamma_i} \quad (۷)$$

پسران و همکاران (۲۰۰۱) با استفاده از رابطه (۱) مدلی را توصیف کرده‌اند که رابطه بلندمدت بین متغیر وابسته و متغیرهای توضیحی را بیان می کند و معروف به آزمون کرانه‌ها می باشد. آزمون کرانه ها از رابطه زیر پیروی می کند (۲۱):

$$\Delta y_t = -\sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i^* \Delta y_{t-1} + \sum_{j=1}^{k} \sum_{i=0}^{q_j-1} \Delta X_{j,t-i'} \beta_{j,i^*} - \rho y_{t-1} - \alpha - \sum_{j=1}^{k} X_{j,t-1'} \sigma_j + \varepsilon_t \quad (۸)$$

فرضیه عدم (صفر) در این آزمون عدم رابطه بلند مدت می‌باشد. در صورت رد آن می‌توان رابطه بلندمدت بین متغیر وابسته و متغیرهای مستقل را تایید کرد. در این مطالعه از فرم تصحیح خطای نامقید (UECM) به صورت زیر استفاده شده است:

$$\begin{aligned}\Delta LEF = {} & b_0 + \beta_1 LNEF_{t-1} + \beta_2 LNGDP_{t-1} + \beta_3 LNGDP_{t-1}^2 + \beta_4 LNGDP_{t-1}^3 + \beta_5 LNPOP_{t-1} + \beta_6 LNHDI_{t-1} \\ & + \beta_7 LNFD_{t-1} + \beta_8 LNOPN_{t-1} + \beta_9 LNTEMP_{t-1} + \sum_{K=1}^{1} b_1 \Delta LNEF_{t-k} \\ & + \sum_{K=0}^{1} b_2 \Delta LNGDP_{t-k} + \sum_{K=0}^{1} b_3 \Delta LNGDP_{t-k}^2 + \sum_{K=0}^{1} b_4 \Delta LNGDP_{t-k}^3 + \sum_{K=0}^{1} b_5 \Delta LNPOP_{t-k} \\ & + \sum_{K=0}^{1} b_6 \Delta LNHDI_{t-k} + \sum_{K=0}^{1} b_7 \Delta LNFD_{t-k} + \sum_{K=0}^{1} b_8 \Delta LNOPN_{t-k} + \sum_{K=0}^{1} b_9 \Delta LNTEMP_{t-k} \\ & + B_{10} DUM + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (۹)$$

در معادله (۹)، β_9، β_8، β_7، β_6، β_5، β_4، β_3، β_2، β_1 ضرایب بلندمدت و عملگرهای L و Δ به ترتیب نشان‌دهنده عملگر لگاریتم و تفاضل می‌باشند. داده‌های سری زمانی به کار گرفته‌شده در این مطالعه، مربوط به دوره زمانی ۲۰۱۱–۱۹۶۵ می‌باشند؛ که عبارتند از سرانه ردپای اکولوژیک (EF) و تولید ناخالص داخلی سرانه (GDP)، شهر نشینی (POP)، توسعه بازارهای مالی (FD)، تجارت آزاد (OPN)، شاخص توسعه

انسانی(HDI)، تغییرات دما (TEMP) و متغیر مجازی جنگ (DUM).

در این تحقیق برای اندازه‌گیری شاخص توسعه بازارهای مالی از تسهیلات اعطا شده به بخش خصوصی توسط بانک‌ها و برای شاخص تجارت آزاد از نسبت مجموع واردات و صادرات به تولید ناخالص داخلی و جهت سنجش شاخص توسعه انسانی از نرخ سواد استفاده شده است. داده‌های مورد استفاده در این تحقیق از گزارش‌های سالانه شبکه جهانی ردپا (Global Footprint Network) و سایت سیاره زنده (Home Living Planet) و سایت بانک جهانی (World Bank website) و سازمانی هواشناسی کشور گرفته شده است. در مرحله اول، از معادله‌های فوق به منظور انجام آزمون F برای بررسی وجود رابطه بلندمدت میان متغیرها استفاده می‌شود. فرضیه صفر در آزمون F این است که همه ضرایب وقفه های سطح متغیر برابر صفر هستند (۲۱). به عبارت دیگر در این آزمون فرضیه صفر و آلترناتیو آن به صورت زیر می‌باشد:

$$\begin{cases} H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = \beta_7 = \beta_8 = \beta_9 = 0 \\ H_1: \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4 \neq \beta_5 \neq \beta_6 \neq \beta_7 \neq \beta_8 \neq \beta_9 \neq 0 \end{cases}$$

در این روش برای آزمون همجمعی دو حد بحرانی مورد استفاده قرار می گیرد، حد پایین زمانی به کار گرفته می شود که متغیرهای توضیحی I(0) هستند و حد بالا برای I(1) مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگر آماره F بیش از مقدار بحرانی بالا باشد، فرضیه صفر مبنی بر عدم رابطه همجمعی (رابطه بلندمدت)رد می‌شود؛ و اگر آماره F محاسباتی کمتر از مقدار حد پایین باشد، نمی‌توان فرضیه صفر را مبنی بر عدم رابطه همجمعی رد کرد. علاوه بر این اگر آماره F بین دو حد بحرانی قرار بگیرد، استنتاج بی نتیجه خواهد بود (۲۱). در مرحله بعد، پارامترهای پویای کوتاه‌مدت به وسیله برآورد مدل تصحیح خطای مرتبط با تخمین‌های بلندمدت به دست می‌آید، که این مدل تصحیح خطا برای این مطالعه به صورت زیر است (۲۱):

$$\begin{aligned} \Delta LEF = {} & b_0 + b_1 \Delta LNEF_{t-1} + b_2 \Delta LNGDP_{t-1} + b_3 \Delta LNGDP_{t-1}^2 \\ & + b_4 \Delta LNGDP_{t-1}^3 + b_5 \Delta LNPOP_{t-1} \\ & + b_6 \Delta LNHDI_{t-1} + b_7 \Delta LNFD_{t-1} \\ & + b_8 \Delta LNOPN_{t-1} + b_9 \Delta LNTEMP_{t-1} \\ & + b_{10} DUM + \emptyset ECM_{t-1} + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (۱۰)$$

که در آن b_1، b_2، b_3، b_4، b_5، b_6، b_7، b_8، b_9 ضرایب پویای کوتاه‌مدت و b_{10} ضریب متغیر مجازی جنگ و $\emptyset$ ضریب سرعت تعدیل می باشد. برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار Eviews10 استفاده شده است.

نتایج

در جدول ۱ آمارهای توصیفی متغیرها آورده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود میانگین شاخص ردپای اکولوژیکی در دوره‌ی مورد مطالعه ۱/۷۳ و حداقل و حداکثر آن به‌ترتیب ۱ و ۲/۸۵ می‌باشد. همچنین، در دوره‌ی مذکور میانگین درآمد سرانه برابر با ۲/۲۱ هزار دلار به قیمت‌های ثابت سال ۲۰۰۵ می‌باشد. آمار توصیفی بقیه متغیرها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- آمارهای توصیفی متغیرها

Table 1. Descriptive statistics of variables

نام متغیر	شرح متغیر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
EF	ردپای اکولوژیکی	۱/۷۳	۰/۵۴	۱	۲/۸۵
GDP	تولید ناخالص داخلی	۲/۲۱	۰/۵۶	۱/۴۴	۳/۶۷
POP	نرخ شهرنشینی	۰/۵۵	۰/۱۰	۰/۳۷	۰/۷۱
FD	توسعه بازارهای مالی	۱۶/۰۳	۳۲/۸۲	۰/۰۳	۱۴۳/۴۱
OPEN	آزادسازی تجارت	۰/۳۵	۰/۱۵	۰/۱۴	۰/۶۵
TEMP	دما	۱۷/۶۳	۰/۹۴	۱۵/۲	۲۰/۲۵
HDI	توسعه انسانی	۶۴/۳۳	۲۰/۴۲	۲۴/۹	۹۵/۳

ماخذ: یافته های تحقیق

در این تحقیق برای بررسی ایستایی متغیرها از آزمون زیووت و آندروس استفاده شده‌است. این آزمون با در نظر گرفتن شکست ساختاری نتایج معتبری را نسبت به سایر روش‌های آزمـون ایستایی ارائه می‌کند. لازم به ذکر است در این تحقیق از مدل C که مناسب برای مطالعات اقتصادی می‌باشد، استفاده شده است. که نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است.

.

جدول۲- نتایج آزمون ایستایی زیووت و آندروس

Table 2. Results of Zivot and Andrews Stationary Test

نام متغیر	آماره t محاسباتی	وقفه بهینه	سال شکست ساختاری	درجه ایستایی
LEF	-۵/۸۳۲	۱	۱۹۸۸	I(0)
LGDP	-۵/۰۲۶	۰	۱۹۷۷	I(1)
$LGDP^2$	-۵/۷۰۵	۰	۱۹۷۷	I(1)
$LGDP^3$	-۶/۴۵۳	۰	۱۹۷۷	I(1)
LPOP	-۶/۳۸۹	۲	۱۹۸۶	I(0)
LFD	-۷/۳۷۵	۰	۲۰۰۰	I(1)
LOPN	-۹/۸۶۳	۰	۱۹۸۷	I(1)
LHDI	-۷/۱۰۸	۰	۲۰۰۵	I(1)
LTEMP	-۱۴/۲۳۹	۰	۲۰۰۳	I(1)

ماخذ: یافته های تحقیق؛ مقادیر بحرانی (۱۰٪: ۴/۸۲-، ۵٪: ۵/۰۸- و ۱٪: ۵/۵۷-)

همان‌طور که نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد متغیرهای ردپای اکولوژیک و شهرنشینی ایستا از مرتبه صفر می‌باشند و بقیـه متغیرها بعد از یکبار تفاضل‌گیری ایستا شده اند؛ یعنی انباشته از مرتبه یک می‌باشند. بعـد از اطمینـان از درجـه ایسـتایی متغیرها، مدل براساس روش ARDL تخمین زده می‌شـود. تجزیه و تحلیل در تکنیک ARDL، مبتنی بـر تفسـیر سـه معادله پویا، بلندمدت و تصحیح خطا می‌باشد. نتایج حاصل از تخمین معادله پویا، معادله‌ای که در آن متغیر وابسته به شکل با وقفه، سمت راست معادله ظاهر می شود، در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول۳- نتایج حاصل از تخمین معادله پویا ARDL(۱،۱،۰،۰،۰،۰،۲،۲،۱،۰)

Table 3. Results of the estimation of Dynamic Models ARDL(1,1,0,0,0,0,2,2,1,0)

نام متغیر	شرح متغیر	ضریب برآوردی	آماره t	سطح معنی‌داری
LEF(-1)	وقفه اول لگاریتم ردپای اکولوژیک	۰/۰۰۳۵	۰/۰۲۹	۰/۹۷۷۰
LGDP	لگاریتم درآمد سرانه	۷/۴۳۶	۳/۵۹۶	۰/۰۰۱۲
LGDP(-1)	وقفه اول لگاریتم درآمد سرانه	-۰/۴۸۴۲	-۳/۵۸۶	۰/۰۰۱۲
$LGDP^2$	توان دوم لگاریتم درآمد سرانه	-۹/۱۳۳۱	-۳/۵۱۴۱	۰/۰۰۱۵
$LGDP^3$	توان سوم لگاریتم درآمد سرانه	۳/۷۴۷۶	۳/۶۲۴۴	۰/۰۰۱۱
LPOP	لگاریتم شهرنشینی	۱/۳۰۵۳	۴/۵۶۰۴	۰/۰۰۰۱
LHDI	لگاریتم شاخص توسعه انسانی	-۰/۵۵۶۶	-۲/۴۵۴۶	۰/۰۲۰۳
LFD	لگاریتم توسعه بازارهای مالی	۰/۲۱۶۶	۳/۴۹۲۷	۰/۰۰۱۶
LFD(-1)	وقفه اول لگاریتم توسعه بازارهای مالی	-۰/۳۱۴۰	-۳/۶۸۱۹	۰/۰۰۰۹
LFD(-2)	وقفه دوم لگاریتم توسعه بازارهای مالی	۰/۱۸۶۳	۳/۳۰۸۴	۰/۰۰۲۵
LOPN	لگاریتم شاخص باز بودن اقتصاد	۰/۰۹۸۹	۳/۱۳۵۱	۰/۰۰۳۹
LOPN(-1)	وقفه اول لگاریتم شاخص باز بودن	۰/۰۱۶۹	۰/۵۶۹۳	۰/۵۷۳۵
LOPN(-2)	وقفه دوم لگاریتم شاخص باز بودن	۰/۱۵۵۱	۵/۴۴۱۷	۰/۰۰۰۰
LTEMP	لگاریتم تغییرات دما	۰/۲۲۶۱	۱/۴۶۷۶	۰/۱۵۳۰
LTEMP(-1)	وقفه اول لگاریتم تغییرات دما	۰/۳۴۱۸	۱/۷۶۰۲	۰/۰۸۸۹
DUM	متغیر مجازی جنگ	۰/۱۶۰۷	۵/۵۷۴۲	۰/۰۰۰۰
C	عرض از مبدا	-۶/۰۲۵۶	-۶/۱۸۸۶	۰/۰۰۰۰

ماخذ: یافته های تحقیق

پس از تخمین معادله پویا، باید با انجام آزمونی از وجود رابطه بلندمدت اطمینان حاصل کرد. برای انجام آزمون مورد نظر از آزمون F پسران و همکاران (۲۰۰۱) استفاده شده که نتایج آن نیز در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول۴- نتایج آزمون کرانه ها برای بررسی رابطه همجمعی

Table 4. Results of Bound Test for investigating Cointegration relationship

آماره F محاسباتی	سطح معنی داری	حد پایین	حد بالا
۴/۳۹۲۲	۵ درصد	۲/۱۴	۳/۳

ماخذ: یافته‌های تحقیق

مطابق نتایج به‌دست آمده به دلیل این‌که مقدار آماره F محاسباتی بزرگتر از حد بحرانی بالا در سطح ۹۵ درصد است، فرضیه صفر مبتنی بر عدم رابطه بلند مدت بین متغیرهای مدل رد می‌شود. یعنی می‌توان پذیرفت که یک رابطه بلندمدت بین متغیرها وجود دارد. پس از اطمینان از وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل می‌توان ضرایب بلندمدت را تخمین زد که نتایج آن در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول۵- نتایج برآورد ضرایب بلند مدت مدل ARDL

Table 5. Results of the estimation of the Long Run coefficients of ARDL

نام متغیر	شرح متغیر	ضریب	آماره t	سطح معنی‌داری
LGDP	لگاریتم درآمد سرانه	۶/۹۷	۳/۴۹۷۹	۰/۰۰۱۵
$LGDP^2$	توان دوم لگاریتم درآمد سرانه	-۹/۱۶	-۳/۷۵۷۸	۰/۰۰۰۸
$LGDP^3$	توان سوم لگاریتم درآمد سرانه	۳/۷۶	۳/۹۱۱۲	۰/۰۰۰۵
LPOP	لگاریتم شهرنشینی	۱/۳۱	۶/۴۴۲۵	۰/۰۰۰۰
LHDI	لگاریتم شاخص توسعه انسانی	-۰/۵۶	-۲/۸۰۱۹	۰/۰۰۹۰
LFD	لگاریتم توسعه بازارهای مالی	۰/۰۹	۲/۳۷۷۶	۰/۰۲۴۲
LOPN	لگاریتم شاخص آزادسازی	۰/۲۷	۷/۶۲۸۷	۰/۰۰۰۰
LTEMP	لگاریتم تغییرات دما	۰/۵۷	۲/۸۲۵۶	۰/۰۰۸۵
DUM	متغیر مجازی جنگ	۰/۱۶	۶/۱۲۴۹	۰/۰۰۰۰
C	عرض از مبدا	-۶/۰۴۶	-۷/۸۹۰۴	۰/۰۰۰۰

ماخذ: یافته‌های تحقیق

مطابق نتایج به‌دست آمده تولید ناخالص داخلی سرانه تاثیر مثبت و معنی‌داری بر ردپای اکولوژیک (مصرف منابع طبیعی) دارد. ضرایب توان دوم و سوم تولید ناخالص داخلی سرانه به ترتیب برابر با ۹/۱۶- و ۳/۷۶ می‌باشد و هر دو از نظر آماری معنی‌دار هستند؛ که نشان می‌دهد بین تولید ناخالص داخلی سرانه و تخریب منابع طبیعی یک رابطه N شکل برقرار می‌باشد. بدین معنی که در بلندمدت با افزایش درآمد سرانه ردپای اکولوژیک سرانه به عنوان شاخص تخریب منابع طبیعی افزایش می‌یابد، تا به نقطه حداکثر می‌رسد و بعد از آن با افزایش درآمد سرانه تخریب منابع‌طبیعی کاهش پیدا کرده و در نهایت، دوباره با افزایش درآمد سرانه تخریب منابع طبیعی افزایش خواهد یافت.

همچنین متغیرهای شهرنشینی، توسعه بازارهای مالی و تجارت آزاد تاثیر مثبت و معنی‌داری بر ردپای اکولوژیک دارند. به طوری‌که به‌ترتیب با افزایش یک درصدی در این عوامل میزان ردپای اکولوژیک به میزان ۱/۳۱، ۰/۰۹ و ۰/۲۷ درصد افزایش خواهد یافت. ضریب مثبت و معنی دار شاخص تجارت آزاد موید آن است که فرضیه پناهگاه آلودگی برای اقتصاد ایران تایید می‌شود و نشان‌دهنده اثر مقیاس می‌باشد، یعنی با باز بودن اقتصاد، تخریب منابع طبیعی افزایش می‌یابد. از طرف دیگر شاخص توسعه انسانی (نرخ سواد) تاثیر منفی بر روی تخریب منابع طبیعی دارد؛ به طوری‌که با افزایش یک درصد در این شاخص میزان ردپای اکولوژیک ۰/۵۶ درصد کاهش خواهد یافت. در نهایت ضریب متغیر تغییرات دما به عنوان متغیر کنترل و ضریب متغیر مجازی جنگ به ترتیب برابر با ۰/۵۷ و ۰/۱۶ می‌باشد، که نشان می‌دهد تاثیر مثبتی بر میزان ردپای اکولوژیک دارند و از لحاظ آماری هم معنی‌دار هستند. بعد از برآورد ضرایب بلندمدت به منظور برآورد ضرایب کوتاه‌مدت و تعیین ارتباط آنها با ضرایب بلندمدت از مدل تصحیح خطا (ECM) استفاده شده است که نتایج حاصل از تخمین مدل تصحیح خطا در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ۶- نتایج برآورد مدل مدل تصحیح خطا

Table 6. Results of the estimation of Error Correction model

نام متغیر	شرح متغیر	ضریب برآوردی	آماره t	سطح معنی داری
LGDP	لگاریتم درآمد سرانه	۷/۴۳۶	۳/۵۹۶	۰/۰۰۱۲
$LGDP^2$	توان دوم لگاریتم درآمد سرانه	-۹/۱۳۳۱	-۳/۵۱۴۱	۰/۰۰۱۵
$LGDP^3$	توان سوم لگاریتم درآمد سرانه	۳/۷۴۷۶	۳/۶۲۴۴	۰/۰۰۱۱
LPOP	لگاریتم شهرنشینی	۱/۳۰۵۳	۴/۵۶۰۴	۰/۰۰۰۱
LHDI	لگاریتم شاخص توسعه انسانی	-۰/۵۵۶۶	-۲/۴۵۴۶	۰/۰۲۰۳
LFD	لگاریتم توسعه بازارهای مالی	۰/۲۱۶۶	۳/۴۹۲۷	۰/۰۰۱۶
LFD(-1)	وقفه لگاریتم توسعه بازارهای مالی	۰/۱۸۶۳	۳/۳۰۸۴	۰/۰۰۲۵
LOPN	لگاریتم شاخص باز بودن اقتصاد	۰/۰۹۸۹	۳/۱۳۵۱	۰/۰۰۳۹
LOPN(-1)	وقفه اول لگاریتم شاخص باز بودن اقتصاد	-۰/۱۵۵۱	۵/۴۴۱۷	۰/۰۰۰۰
LTEMP	لگاریتم تغییرات دما	۰/۲۲۶۱	۱/۴۶۷۶	۰/۱۵۳۰
DUM	متغیر مجازی جنگ	۰/۱۶۰۷	۵/۵۷۴۲	۰/۰۰۰۰
C	عرض از مبدا	-۶/۰۲۵۶	-۶/۱۸۸۶	۰/۰۰۰۰
ECM(-1)	ضریب تصحیح خطا	-۰/۹۹	-۸/۳۱۹۹	۰/۰۰۰۰

ماخذ: یافته های تحقیق

مطابق نتایج به‌دست‌آمده برای مدل کوتاه‌مدت تولید ناخالص داخلی سرانه رابطه مثبت و معنی‌داری با ردپای اکولوژیک دارد. به طوری‌که با افزایش یک درصد در درآمد سرانه، میزان ردپای اکولوژیک ۷/۴ درصد افزایش می‌یابد. همچنین ضرایب توان دوم و سوم درآمد سرانه مثبت و از لحاظ آماری معنی‌دار هستند؛ که نشان دهنده حالت N شکل فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس می‌باشد. با افزایش درآمد سرانه، ردپای اکولوژیک سرانه به عنوان شاخص تخریب منابع طبیعی افزایش می‌یابد تا به نقطه حداکثر می‌رسد و بعد از آن با افزایش درآمد سرانه، تخریب منابع طبیعی کاهش پیدا کرده و در نهایت، دوباره با افزایش درآمد سرانه، تخریب منابع طبیعی افزایش خواهد یافت.

متغیرهای شهرنشینی، توسعه بازارهای مالی و تجارت آزاد تاثیر مثبت و معنی‌داری بر ردپای اکولوژیک دارند. به طوری‌که به ترتیب با افزایش یک درصدی در این عوامل میزان ردپای اکولوژیک به میزان ۱/۳، ۰/۲۱ و ۰/۰۹ درصد افزایش خواهد یافت. ضریب مثبت و معنی دار شاخص تجارت آزاد موید آن است که در کوتاه مدت نیز فرضیه پناهگاه آلودگی برای اقتصاد ایران تایید می‌شود. از طرف دیگر، شاخص توسعه انسانی (نرخ سواد) تاثیر منفی بر روی تخریب منابع طبیعی دارد؛ به طوری‌که با افزایش یک درصد در این شاخص میزان ردپای اکولوژیک ۰/۵۵ درصد کاهش خواهد یافت. در نهایت ضریب متغیر تغییرات دما و ضریب متغیر مجازی جنگ به ترتیب برابر با ۰/۲۲ و ۰/۱۶ می‌باشد که نشان می‌دهد تاثیر مثبتی بر میزان ردپای اکولوژیک دارند؛ ولی متغیر تغییرات دما معنی‌دار نشده است.

میزان ضریب تصحیح خطای برآورد شده برای این مدل برابر است با ۰/۹۹- که از نظر آماری هم معنی‌دار می‌باشد و نشان می‌دهد در هر دوره ۹۹ درصد از عدم تعادل در ردپای اکولوژیک تعدیل شده و به سمت روند بلندمدت خود نزدیک می‌شود؛ که نشان از سرعت تعدیل بسیار بالایی است. یکی از مزیت‌های مدل خود رگرسیونی با وقفه های توزیعی این است

که آزمون‌های تشخیص را جهت اطمینان از برقراری فروض کلاسیک نشان می‌دهد؛ که نتایج آن در جدول ۷ ارائه شده است.

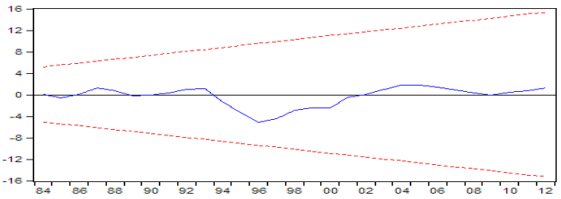
جدول۷- آزمون‌های فروض مدل کلاسیک

Table 7. Tests of Classical model assumption

نوع آزمون	مقدار	سطح
خود همبستگی	۱/۷۱۱۱	۰/۱۹۰۸
ناهمسانی واریانس	۲۱/۵۹۳۸	۰/۱۵۶۸
نرمال بودن	۳/۶۴۶۶	۰/۶۶۴۷

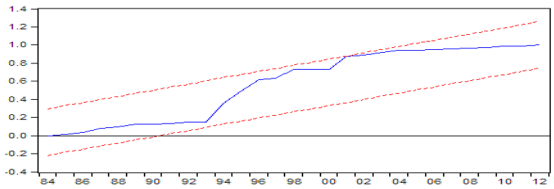
ماخذ: یافته های تحقیق

نتایج جدول (۷) نشان می‌دهد تمامی فروض کلاسیک تأیید شده است، بنابراین ضرایب به‌دست آمده و تفسیر نتایج معتبر می‌باشد. بعد از بررسی فروض کلاسیک جهت بررسی تغییرات ساختاری از نمودارهای CUSUM و CUSUMQ استفاده شده است که نتایج آنها (نمودارهای ۱ و ۲) نشان می‌دهد که در دوره مورد مطالعه تغییرات ساختاری وجود نداشته است، بنابراین پایداری ضرایب مدل تأیید می‌شود.



نمودار۱- آزمون CUSUM برای تغییرات ساختاری

Figure 1. CUSUM test of Structural Change



نمودار۲- آزمون CUSUMQ برای تغییرات ساختاری

Figure 2. CUSUMQ test of Structural Change

بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق رابطه بین شاخص ردپای اکولوژیک به عنوان شاخص تخریب منابع طبیعی و عوامل موثر بر آن با استفاده از داده‌های سال‌های ۲۰۱۱-۱۹۶۵ و مدل ARDL استفاده گردید. نتایج نشان می‌دهد در دوره کوتاه‌مدت و بلندمدت رابطه N شکل بین درآمد سرانه و ردپای اکولوژیک سرانه وجود دارد. نتایج هر دو مدل کوتاه‌مدت و بلندمدت وجود رابطه مثبت و معنی‌داری بین تجارت آزاد، رشد شهرنشینی و توسعه بازارهای مالی با تخریب منابع طبیعی را نشان می‌دهد. شاخص توسعه انسانی، در هر دو دوره کوتاه‌مدت و بلندمدت تاثیر منفی و معنی‌داری بر میزان ردپای اکولوژیک سرانه دارد و با افزایش سطح آگاهی تخریب منبع طبیعی کم می شود. تغییرات دما تاثیر مثبت بر ردپای اکولوژیک دربلندمدت داشته ولی در کوتاه‌مدت تاثیر معنی‌داری بر آن ندارد. براساس یافته های تحقیق می‌توان پیشنهادهای زیر را بیان کرد:

دولت‌ها در زمان ارائه برنامه‌های توسعه، بایستی سیاست‌هایی متناسب با ظرفیت‌های منابع اکولوژیکی کشور تدوین کنند. همچنین از آنجا که آزادسازی تجارت باعث تخریب منابع طبیعی می‌شود، لازم به‌نظر می‌رسد تا دولت‌ها سیاست‌هایی را در این راستا داشته باشند. از طرف دیگر توسعه بازارهای مالی باعث افزایش ردپای اکولوژیک شده است؛ در واقع می‌توان گفت که توسعه مالی در ایران هنوز منجر به بهبود تکنولوژی و دست‌یابی به تکنولوژی‌های دوست‌دار محیط‌زیست نشده و باعث تخریب منابع طبیعی گردیده است. بنابراین دولت می‌تواند با ارائه تسهیلات ارزان به بنگاه‌های صنعتی و تصویب قوانینی آن‌ها را ملزم به سرمایه‌گذاری در پروژه‌های سبز نمایند. در نهایت توصیه می‌شود دولت با تمهیداتی از مهاجرت روستاییان به شهرها جلوگیری کند.

Reference

1. List, J. A., Gallet, C., 1999. The Environmental Kuznets Curve: Does One Size Fit All?. Ecological Economics, Vol. 31, PP.409–23.
2. Begun, J., Eicher, T. S., 2008. In search of an environmental Kuznets curve in sulphur dioxide concentrations: A Bayesian model averaging approach. Environment and Development Economics, Vol.13, Issue 6, PP. 795-822.
3. Egli, H., 2007. A Dynamic Model of

the Environmental Kuznets Curve: Turning Point and Public Policy. Environment & Resource Economics, Vol. 36, PP. 15-34.

4. Iwata, H., Okada, K., Samreth, S., 2010. Empirical study on the environmental Kuznets curve for CO2 in France: The role of nuclear energy. Energy Policy, Vol.38, Issue 8, PP. 4057-4063
5. Mills Busa, J., 2013. Deforestation beyond borders: Addressing the disparity between production and consumption of global resources. Conservation Letters, Vol. 6, Issue 3, PP. 192-199.
6. Paudel, K. P., Zapata H., Susanto, D., 2005. An empirical test of Environmental Kuznets Curve for water pollution. Environment and Resource Economics, Vol. 31, Issue 3, PP. 325-348.
7. Mills, J. H., Waite, T. A., 2009. Economic prosperity, biodiversity conservation, and the environmental Kuznets curve. Ecological Economics, Vol. 68, Issue 7, PP. 2087-2095.
8. Monfreda, C., Wackernagel, M., Deumling, D., 2004. Establishing national natural capital accounts based on detailed Ecological Footprint and biological capacity assessments. Land use policy, Vol. 21, Issue 3, PP. 231-246.
9. Wiedmann, T., Minx, J., Barrett, J., Wackernagel, M., 2006. Allocating ecological footprints to final consumption categories with input-output analysis. Ecological Economics, Vol. 56, Issue 1, PP. 28-48.
10. Wackernagel, M., Onisto, L., Callejas, A. L., Falfan, I. S. L., Mendez, J. G., Guerrero, A.I.S., 1997. Ecological footprints of nations. How much nature do they use? How much nature do they have? In: International Council for Local Environment Initiatives, Toronto, Commissioned by the Earth Council for the RIO +5 forum.
11. Boutaud, A., Gondran, N., Brodhag, C. 2007. Local environmental quality versus global ecological carrying capacity: what might alternative aggregated indicators bring to the debates about environmental Kuznets curves and sustainable development?. International Journal of Sustainable Development, Vol. 9, Issue 3, PP. 297-310.
12. Bagliani, M., Bravo, G., Dalmazzone, S. 2008. A consumption-based approach to environmental Kuznets curves using the ecological footprint indicator. Ecological Economics, Vol. 65, Issue 3, PP. 650-661.
13. Caviglia-Harris, J. L., Chambers, D., Kahn, J.R., 2009. Taking the "U" out of Kuznets. A comprehensive analysis of the EKC and environmental degradation. Ecological Economics, Vol. 68, Issue 4, PP.1149-1159.
14. Hervieux, M. S., Darné, O., 2016. Production and consumption-based approaches for the environmental Kuznets curve using ecological footprint. Journal of Environmental Economics and Policy, Vol. 5, Issue 3, PP. 318-334.
15. Ozturk, I., Al-Mulali, U., Saboori, B., 2016. Investigating the environmental Kuznets curve hypothesis: the role of tourism and ecological footprint. Environmental Science and Pollution Research, Vol. 23, Issue 2, PP. 1916-

1928.

16. Teymoori I., Salarvandian, F., Ziarii, K. The Ecological Foot Print of Carbon Dioxide for Fossil Fuels in the Shiraz. Geographical Research Quarterly Journal, 2014; 29(1):193–204. (In Persian)
17. Samadpour P, Faryadi Sh. Determination of Ecological Footprints of Dense and High-Rise Districts, Case Study of Elahie Neighborhood, Tehran. Journal of Environmental Studies, 2008; 34(45): 63–72. (In Persian)
18. Ghaeimi Rad T, Hataminezhad H. Assessing the Ecological Footprint of Lahijan Transport. Quarterly Journal of Geography (Regional Planning), 2018; 30(1): 69–80. (In Persian)
19. Fotros M.H., Maboodi R. Air Pollution, Energy Consumption and Economic Growth in Iran. Journal of Iran Energy Economics, 2011;1(1):189–211. (In Persian)
20. Molaei M., Besharat E. Investigating relationship between Gross Domestic Product and Ecological Footprint as an Environmental Degradation Index. Journal of Economic Research, 2016; 50(4): 1017–33. (In Persian)
21. Pesaran, M. H., Shin, Y., Smith, R.J., 2001. Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. Journal of Applied Econometrics, 16(3): 289-326.