Sari Agriculture Sceinces and Natural Resources University
Journal of Agricultural Market and Economics,Vol. 1, No 1, Spring and Summer 2023 p: 86-93

"Research Paper"

Investigating the Effect of Research and Development on the Quality of the Environment with an Emphasis on the Structure of the Kuznets Curve

Shiva Ghaznavi[1] and Hamed Rafiei[2]

1- Ph.D. Student of Natural Resources and Environmental Economics, University of Tehran, Tehran, Iran, (Corresponding author: Shivaghaznavi@ut.ac.ir)
2- Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, University of Tehran, Tehran, Iran
Received: 22 March, 2023 Accepted: 31 October, 2023

Extended Abstract

Introduction and Objective: Considering that in the framework of the knowledge-based economy, research and development costs are known as a type of investment in the economy, and therefore, considering the role and importance of research and development in the economy of countries, the main goal of this research is to investigate the effect of research and development is on the quality of the environment with an emphasis on the structure of the Kuznets curve.
Material and Methods: In this research, the ARDL model has been used to investigate the effect of research and development on the quality of the environment, and after checking the reliability of the variables using Eviews 10 software, first, short-term model estimation, long-term model estimation, and error correction model estimation have been done, and stability and diagnosis tests have also been performed for reliability. The model fit is done well. The data analyzed in this research was collected from the statistics published by the World Bank and the time period analyzed in this research is 2001-2019.
Results: The research results confirm the theory of Kuznets in Iran. Also, the results showed that the research and development variable in the long term has a negative and significant relationship with the amount of CO_2 gas emissions, and by increasing research and development costs, the amount of CO_2 gas emissions can be reduced.
Conclusion: Therefore, in order to move towards an economy based on knowledge and basic resources, developing countries need to pay sufficient attention to the modernization and development of the national innovation system. For this reason, one of the appropriate policy tools in this field is paying subsidies to invest in R&D in order to make appropriate technical changes to reduce greenhouse gas emissions.

Keywords: Environmental quality, Kuznets curve, Research and development

[Downloaded from ame.sanru.ac.ir on 2024-05-06]

[DOI: 10.61186/ame.1.1.86]

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

OPEN ACCESS

"مقاله پژوهشی"

بررسی اثر تحقیق و توسعه بر کیفیت محیط‌زیست با تاکید بر ساختار منحنی کوزنتس

شیوا غزنوی[۱] و حامد رفیعی[۲]

۱- دانشجوی دکتری اقتصاد منابع‌طبیعی و محیط زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران،
(نویسنده مسوول: shivaghaznavi@ut.ac.ir)
۲- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۸/۰۹
صفحه: ۸۶ تا ۹۳

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: با توجه به اینکه در چارچوب اقتصاد دانش‌محور هزینه‌های تحقیق و توسعه به‌عنوان گونه‌ای از سرمایه‌گذاری‌ها در اقتصاد شناخته می‌شود، با توجه به نقش و اهمیت تحقیق و توسعه در اقتصاد کشورها، هدف اصلی از این پژوهش بررسی اثر تحقیق و توسعه بر کیفیت محیط‌زیست با تاکید بر ساختار منحنی کوزنتس می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش از مدل ARDL جهت بررسی اثر تحقیق و توسعه بر کیفیت محیط‌زیست استفاده شده است و پس از بررسی پایایی متغیرها با استفاده از نرم‌افزار Eviews10، ابتدا به برآورد مدل کوتاه‌مدت، مدل بلندمدت و برآورد الگو تصحیح خطا پرداخته شده است. همچنین آزمون‌های ثبات و تشخیص نیز برای اطمینان از خوبی برازش مدل انجام شده است. داده‌های مورد بررسی در این پژوهش از آمار منتشر شده توسط بانک جهانی جمع‌آوری شده است و دوره‌ی زمانی مورد بررسی در این تحقیق سال‌های ۲۰۰۱-۲۰۱۹ می‌باشد.

یافته‌ها: نتایج پژوهش تایید نظریه کوزنتس در ایران می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد که متغیر تحقیق و توسعه در بلندمدت ارتباط منفی و معنی‌داری بر میزان انتشار گاز CO_2 دارد و با افزایش هزینه‌های تحقیق و توسعه می‌توان میزان انتشار گاز CO_2 را کاهش داد.

نتیجه‌گیری: لازم است کشورهای در حال توسعه برای حرکت به‌سوی اقتصاد مبتنی بر دانش و منابع بنیان توجه کافی به نوسازی و تکامل نظام ملی نوآوری کنند. به‌همین دلیل از جمله ابزارهای سیاستی مناسب در این زمینه پرداخت یارانه به سرمایه‌گذاری در R&D به‌منظور ایجاد تغییرات فنی مناسب در جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تحقیق و توسعه، منحنی کوزنتس، کیفیت محیط‌زیست

مقدمه

اصطلاح تحقیق و توسعه (R&D)[1] به گفته سازمان همکاری اقتصادی و توسعه (OECD)[۲] به کار خلاقانه‌ای گفته می‌شود که به‌طور سیستماتیک انجام می‌شود تا به دانش موجود بیفزاید و این دانش را برای ابداع کاربردهای تازه به کار ببرد (Daghighi asli et al., 2014). همچنین یونسکو فعالیت‌های تحقیق و توسعه را بخشی از فعالیت‌های نظام‌مندی تعریف کرده که با هدف تولید، توسعه و کاربرد دانش علمی نوآورانه انجام شده و در همه حوزه‌ها قابل استفاده است (Achak et al., 2021).

امروزه فعالیت‌های تحقیق و توسعه بستر اولیه و اساسی برای انتقال از اقتصاد منابع محور به‌سمت اقتصاد دانش‌محور در کشورهای جهان به‌شمار می‌آید و زمینه شکل‌گیری فعالیت‌های دانش محور و تحقیق محور را فراهم می‌کند. شکاف علمی کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه نیز بر اساس سهم تحقیق و توسعه در فعالیت‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و سیاسی آن‌ها سنجیده می‌شود (Daghighi asli et al., 2014). اصطلاح تحقیق و توسعه در حال‌حاضر طیف وسیعی از فعالیت‌ها را در بر می‌گیرد. مرزبندی این گروه‌ها اغلب مشکل است و برخی از این مخارج ممکن است، ویژگی‌های بیش از یک گروه را دارا باشد. ملاک تشخیص فعالیت‌های تحقیق و توسعه از فعالیت‌های غیر مبتنی بر پژوهش، وجود یا نبود عامل مهم نوآوری در این فعالیت‌ها است. اگر فعالیت موردنظر، از مسیر عادی و یکنواخت خود جدا شود و به عرصه‌های جدید راه یابد معمولاً از نوع فعالیت‌های تحقیق و توسعه است، اما درصورتیکه از یک الگوی استقرار یافته تبعیت کند فعالیت پژوهش و توسعه محسوب نمی‌شود (Akbari Moghadam et al., 2021). نگرش علمی به مسائل مختلف اقتصادی، سیاسی و اجتماعی منشأ تحقیق و توسعه است و راه‌گشای بسیاری از مشکلات در این زمینه‌ها خواهد بود. در دهه‌های اخیر هزینه‌های تحقیق و توسعه در کنار سایر نهاده‌های تولید نظیر سرمایه و نیروی کار به‌عنوان یکی از عوامل اصلی تولید موردتوجه قرار گرفته است. در چارچوب اقتصاد دانش‌محور هزینه‌های تحقیق و توسعه علاوه بر دیدگاه نهاده تولید، به‌عنوان گونه‌ای از سرمایه‌گذاری‌ها در اقتصاد شناخته شده‌اند. بدین‌معنا که صرف هزینه‌های تحقیق و توسعه، سرمایه‌گذاری برای پایداری اقتصاد به‌شمار می‌آید. با چنین نگرشی، سرمایه‌گذاری‌های تحقیق و توسعه در حساب‌های ملی بخشی از منبع اصلی رشد اقتصادی بوده و توجه به آن الزامی برای اقتصادهای امروزی است (Daghighi asli et al., 2014). افزایش روزافزون جمعیت و نیاز بشر به انرژی و مصرف انواع سوخت‌های فسیلی مانند زغال‌سنگ، نفت و گاز طبیعی باعث آن شده است که شرایط آب و هوایی و جو زمین نیز مانند سایر قسمت‌های کره زمین از آسیب‌های انسان در امان نمانده و دستخوش دگرگونی‌هایی شود. در این بین انتشار گازهای

[1] . Research and development

[2] The Organization for Economic Co-operation and Development

[Downloaded from ame.sanru.ac.ir on 2024-05-06]

[DOI: 10.61186/ame.1.1.86]

گلخانه‌ای به‌عنوان علت اصلی مسائل زیست‌محیطی شناخته شده است (Salehi Komroudi & Shafei, 2020). در طول دو دهه اخیر ارتباط بین سطح توسعه‌یافتگی جوامع و میزان دستیابی به استانداردهای زیست‌محیطی و به تعبیری رعایت ملاحظات زیست‌محیطی در کانون توجه محققان قرارگرفته است. در واقع با رشد و توسعه جوامع، کیفیت محیطزیست اهمیت بسیار بالایی پیدا کرده است. علاوه بر این با قدم نهادن جوامع در مسیر رشد و توسعه، اثرات مختلفی بر محیطزیست وارد می‌کند. از جمله این اثرات می‌توان به آلودگی زیست‌محیطی اشاره کرد (Jafari Parviz Khanlou et al., 2021).

در سال‌های اخیر یکی از سیاست‌های موردتوجه در سطح جهان، توجه به محیطزیست و تلاش در راستای کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی است (Mirhashemi Dehnavi, 2020). توسعه به مفهوم استفاده حداکثری از توان منابع‌طبیعی با اتکاء به فن‌آوری‌های نوین و منابع ارزان قیمت انرژی تاکنون به پیشرفت‌های شگرفی نائل آمده، اما پیامدهای این توسعه ناپایدار به‌صورت افزایش میزان انتشار انواع آلودگی‌های محیطزیستی و تغییر اقلیم کلیه ابعاد زندگی جوامع انسانی را تحت تأثیر قرار داده است (Sifipour, 2020). اغلب محققان بر این باورند که عواملی نظیر رشد اقتصادی، مصرف انرژی، تجارت خارجی و رشد جمعیت نقش تعیین کننده‌ای در گسترش آلودگی‌های ناشی از مصرف انرژی دارند که در این میان، رشد اقتصادی یکی از عوامل مهم در خصوص منبع و منشأ اثرات زیست‌محیطی معرفی شده است. زیرا افزایش رشد اقتصادی علاوه بر استخراج بیشتر از منابع‌طبیعی، افزایش انتشار خروجی‌های نامطلوب و آلاینده را در پی دارد که موجب تخریب محیطزیست می‌گردد (Mahdavi & Amirbabaei, 2016).

امروزه مهم‌ترین مسئله زیست‌محیطی گرم شدن زمین و تغییرات آب و هوایی است. افزایش تدریجی دمای جهانی عمدتاً ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای است. دی‌اکسید کربن با سهم ۵۸/۸ درصدی از گازهای گلخانه‌ای بیشترین سهم را میان آلاینده‌ها به‌خود اختصاص داده است (Jafari Parviz Khanlou et al., 2021). یکی از مهم‌ترین متغیرهای مورد توجه در ادبیات زیست‌محیطی، تأثیر رشد اقتصادی بر آلودگی زیست‌محیطی و انتشار دی‌اکسید کربن می‌باشد. رابطه بین رشد اقتصادی و محیطزیست در قالب سه رویکرد قابل بحث است: رویکرد اول به نوعی به مسئله انتخاب بین رشد اقتصادی و حفظ استانداردهای محیطزیست می‌پردازد؛ به این معنی که اصولاً رشد اقتصادی و به‌دنبال آن افزایش تولید و مصرف، نیازمند مواد اولیه و همین‌طور مصرف انرژی بیشتر است. افزایش تولید و مصرف انرژی، متقابلاً افزایش پسماندها و زباله‌ها را در پی دارد. به‌عبارت دیگر هرقدر در فرآیند توسعه اقتصادی سطح درآمد افزایش پیدا می‌کند، استخراج از منابع طبیعی بیشتر شده و تخریب محیطزیست را در پی خواهد داشت. بنابراین استدلال می‌شود که سیاست‌گذاران باید دست به انتخاب بزنند یعنی با هدف دستیابی به رشد اقتصادی بالاتر که مخاطرات زیست‌محیطی را به‌دنبال دارد، برگزینند و یا برای حفاظت از محیطزیست رشد اقتصادی پایین را مدنظر قرار دهند. رویکرد دوم بر این مسئله معتقد است که مسیر بهبود کیفیت محیطزیست به موازات رشد اقتصادی است و به‌منظور بهبود استانداردهای زیست‌محیطی باید در جریان رشد اقتصادی گام نهاد، چرا که سطح بالای درآمد باعث افزایش تقاضا برای کالاهایی می‌شود که از سطح کمتری از مواد اولیه استفاده می‌کنند و همچنین افزایش درآمد باعث افزایش تقاضای محیطزیست می‌شود و این امر به‌معنی پذیرش معیارها و ضوابط حفاظتی زیست‌محیطی است. رویکرد سوم، رابطه بین رشد اقتصادی و آلودگی محیطزیست با عنوان منحنی زیست‌محیطی کوزنتس[1] (۱۹۵۵) مطرح‌شده است. بر اساس این فرضیه در مراحل اول رشد اقتصادی، بر میزان آلودگی‌های زیست‌محیطی افزوده می‌شود (Atrkar Roshan & Fathi, 2015). اما بعد از رسیدن به سطحی از درآمد سرانه، سطوح بالاتر درآمد سرانه سبب بهبود محیطزیست و کاهش آلودگی می‌شود. فرضیه محیطزیستی کوزنتس یکی از ابزارهایی است که به کشورها برای شناخت وضعیت محیطزیست در جریان توسعه‌یافتگی‌شان کمک می‌کند و تصویری از وضعیت کشور در زمینه تخریب محیطزیست ارائه می‌دهد (Aminzadeh et al., 2022). کوزنتس در سال ۱۹۵۵ ایده‌ای را در زمینه وجود رابطه‌ایU شکل وارونه میان کیفیت محیطزیست و سطح درآمد سرانه مطرح نمود که پایه و اساس فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس گردید (Ebrahimian Koshesai & Sultans, 2021). عموماً بحث در خصوص منحنی محیطزیست کوزنتس با در نظر گرفتن موضوع رشد و سیاست‌های مرتبط با آن است. فرضیات موجود در تحقیقات اظهار دارند، افزایش شدید درآمدها منجر به تخریب محیطزیست می‌شود. از جهتی سطوح بالای درآمدی ممکن است تخریب محیطزیست را کاهش دهد (Ahmadian et al., 2019). در این راستا انرژی از عوامل اساسی در دستیابی به توسعه اقتصادی است و در فرآیند پیشرفت کشورها از نهاده‌های اصلی و مهم به‌شمار می‌آید. صنعتی شدن جوامع امروزی منجر به بهره‌برداری بیشتر و فشرده‌تر از سوخت‌های فسیلی از جمله ذغال‌سنگ، نفت و گاز شده است. احتراق این سوخت‌ها منجر به افزایش انتشار مواد آلاینده سمی و خطرناک به‌ویژه گاز دی‌اکسیدکربن در اتمسفر می‌شود و آسیب‌های جهانی نظیر گرم شدن کره زمین و تغییرات آب و هوایی، از پیامدهای غیرقابل اجتناب آن به‌شمار می‌رود (Mahdavi & Amirbabaei, 2016). به‌همین دلیل انرژی از متغیرهای مورد بررسی در این پژوهش می‌باشد. با توجه به اینکه در چارچوب اقتصاد دانش‌محور هزینه‌های تحقیق و توسعه به‌عنوان گونه‌ای از سرمایه‌گذاری‌ها در اقتصاد شناخته می‌شود، لذا با توجه به نقش و اهمیت تحقیق و توسعه در اقتصاد کشورها هدف اصلی از این پژوهش بررسی اثر تحقیق و توسعه بر کیفیت محیطزیست با تاکید بر ساختار منحنی کوزنتس می‌باشد.

[1] . Kuznets

[Downloaded from ame.sanru.ac.ir on 2024-05-06]
[DOI: 10.61186/ame.1.1.86]

مواد و روش‌ها

داده‌های مورد بررسی در این پژوهش از آمار منتشر شده توسط بانک جهانی جمع‌آوری شده است و دوره‌ی زمانی مورد بررسی در این تحقیق سال‌های ۲۰۰۱-۲۰۱۹ می‌باشد. با توجه به هدف این تحقیق و ادبیات موضوع برای بررسی رابطه میان انتشار سرانه گاز CO_2، تولید ناخالص داخلی سرانه، انرژی و هزینه‌های تحقیق و توسعه مدل رابطه (۱) در نظر گرفته شده است:

$$LCO_{2t} = \beta_0 + \beta_1(LGDP) + \beta_2(LGDP)^2 + \beta_3(LE) + \beta_4(LRD) \quad (۱)$$

در رابطه (۱):

LCo_{2t}: لگاریتم انتشار سرانه گاز دی‌اکسید کربن (کیلو-تن)

LGDP: لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه (ثابت ۲۰۱۵ دلار آمریکا)

$LGDP^2$: توان دوم لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه (ثابت ۲۰۱۵ دلار آمریکا)

LE: لگاریتم مصرف نهایی انرژی (میلیون بشکه معادل نفت خام)

LRD: لگاریتم هزینه‌های تحقیق و توسعه (٪ تولید ناخالص داخلی)

با توجه به اینکه تاثیر متغیرها در دوره کوتاه‌مدت و بلندمدت می‌تواند متفاوت باشد، لذا به‌منظور برآورد روابط بین متغیرهای الگو و تحلیل‌های پویا از روش خودرگرسیونی با وقفه توزیعی (ARDL)[1] استفاده می‌شود (Aminzadeh et al., 2022). این مدل توسط پسران و همکاران، برای بررسی هم انباشتگی و نیز تخمین روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت بین متغیرها استفاده شده است و به‌دلیل مزیت‌های فراوانی که نسبت به سایر تکنیک‌های مرسوم دارد، به‌طور گسترده در مطالعات تجربی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Pesaran et al., 2001). مهم‌ترین مزیت آن این است که صرف‌نظر از اینکه متغیرهای مدل I(0) یا I(1) هستند قابل کاربرد می‌باشد (رابطه ۲) (Mohammadzadeh et al., 2013).

$$Y_t = ax_t + bx_{t-1} + cY_{t-1} + u_t \quad (۲)$$

از رابطه (۳) جهت کاهش تورش مربوط به ضرایب الگو در نمونه‌های کوچک، جهت اینکه تعداد وقفه‌های بیشتری برای مدل در نظر گیرد استفاده می‌شود:

$$\phi(L,P)Y_t = \sum_{i=1}^{k} b_i(L,q_i)X_{it} + C'w_t + u_t \quad (۳)$$

این الگو رابطه پویای بین متغیرها را نشان می‌دهد که در رابطه (۴) قابل مشاهده است:

$$\phi(L,P) = 1 - \phi_1 L - \phi_2 L^2 - \ldots - \phi_p L^p$$
$$(L,q_i) = b_i + b_i L + \ldots + b_{iq} L^q \quad i=1,2,\ldots,k \quad (۴)$$

در روابط فوق متغیر (L) عملکرد وقفه؛ (w) برداری از متغیرهای ثابت مثل عرض از مبدأ، متغیرهای مجازی، روند زمانی یا متغیرهای برون‌زای با وقفه ثابت، (k) تعداد متغیرهای توضیحی به‌کار گرفته شده در مدل، (p) تعداد وقفه بهینه مربوط به متغیر وابسته مدل و (q) تعداد وقفه بهینه مربوط به هریک از متغیرهای توضیحی می‌باشند. به‌منظور محاسبه ضرایب بلندمدت مدل از همان مدل پویا استفاده می‌شود. ضرایب بلندمدت مربوط به متغیرهای X از رابطه (۵) به‌دست می‌آیند (Lotf Alipour et al., 2012).

$$\theta = \frac{b_i(1,q_i)}{1-\phi} = \frac{b_{i0} + b_{i1} + \ldots + b_{iq}}{1 - \phi - \ldots \phi_p} \quad i=1,2,\ldots,k \quad (۵)$$

روش ARDL ابتدا به برآورد کوتاه‌مدت متغیرها پرداخته می‌شود و پس از تعیین وقفه‌ی بهینه، برآورد متغیرها انجام می‌گیرد. و سپس گرایش رابطه پویای کوتاه‌مدت به‌سمت تعادل بلندمدت بررسی می‌شود (Aminzadeh et al., 2022). برای بررسی هم‌جمعی (رابطه بلندمدت) میان متغیرهای پژوهش از روش آزمون کرانه‌های پسران، شین و اسمیت (Pesaran et al., 2001) استفاده می‌شود. در صورتی‌که در مرحله اول روش ARDL، وجود رابطه بلندمدت پایدار در مدل تایید شود در مرحله دوم ضرایب بلندمدت و کوتاه‌مدت برآورد می‌شود (Kazemi et al., 2013). پس از انجام برآورد بلندمدت مدل، برآورد الگوی تصحیح خطای مدل انجام می‌گیرد. اگر ضریب مدل تصحیح خطا از نظر آماری معنی‌دار و منفی باشد بیانگر سرعت تعدیل بالایی می‌باشد. ضریب سرعت تعدیل نشان می‌دهد که در هر دوره چند درصد از عدم تعادل متغیر وابسته تعدیل شده و به‌سمت رابطه بلندمدت نزدیک می‌شود. برای محاسبه این متغیر می‌توان از u_{t-1} که خطای بلندمدت برآورد شده برای دوره *t-1* است استفاده کرد (Lotf Alipour et al., 2012). به‌منظور برآورد مدل از نرم‌افزار Eviews 10 استفاده گردید.

نتایج و بحث

در این پژوهش به‌منظور برآورد مدل ARDL پس از بررسی پایایی متغیرها با استفاده از نرم‌افزار Eviews 10، ابتدا به برآورد مدل کوتاه‌مدت، مدل بلندمدت و برآورد الگو تصحیح خطا پرداخته شده است و آزمون‌های ثبات و تشخیص نیز برای اطمینان از خوبی برازش مدل انجام شده است. روش ARDL صرف نظر از اینکه متغیرهای مدل I(0) یا I(1) هستند قابل کاربرد می‌باشند. و در صورت وجود متغیرهای I(2)، آماره F محاسبه شده معتبر نخواهد بود (Ouattara, 2004). بنابراین برای برآورد مدل ابتدا آزمون ریشه واحد با استفاده از آزمون دیکی- فولر تعمیم‌یافته (ADF) برای تمامی متغیرهای موجود در مدل انجام شده است. نتایج حاصل از انجام آزمون دیکی- فولر تعمیم‌یافته در سطح نشان می‌دهد که متغیرهای

[1] . Auto-Regressive Distributed Lag

[Downloaded from ame.sanru.ac.ir on 2024-05-06]
[DOI: 10.61186/ame.1.1.86]

لگاریتم انتشار گاز CO_2 (کیلو تن) و لگاریتم مصرف نهایی انرژی (میلیون بشکه معادل نفت خام) پایا هستند و متغیرهای لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه (ثابت ۲۰۱۵ دلار آمریکا) و توان دوم آن و همچنین متغیر لگاریتم هزینه تحقیق و توسعه (٪ تولید ناخالص داخلی) I(1) هستند و با یک بار تفاضلگیری پایا می‌شوند. بنابراین مشکلی به‌لحاظ وجود متغیرهای I(2) وجود ندارد.

جدول ۱- بررسی پایایی متغیرهای الگو در حالت سطح بر اساس آزمون ADF

Table 1. Checking the reliability of model variables in level mode based on ADF test

متغیرها Variables	تعداد وقفه Number of intervals	آماره ADF ADF statistic	نتیجه آزمون Test result
Lco_2	I(0)	-4.838	پایا Stationary
LE	I(0)	-3.677	پایا
LGDP	I(1)	-3.341	Stationary
$LGDP^2$	I(1)	-3.895	پایا
LRD	I(1)	-4.632	Stationary

ماخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research finding

جهت برآورد الگوی ARDL بایستی رابطه بلندمدت میان متغیرها مورد آزمون قرار گیرد. برای بررسی هم‌جمعی (رابطه بلندمدت) میان متغیرهای پژوهش از روش آزمون کرانه‌های پسران، شین و اسمیت (Pesaran et al., 2001) استفاده گردید. جهت بررسی ابتدا باید طول وقفه بهینه بر اساس یکی از معیارهای آکاییک (AIC)، شوارتز- بیزین (SBC) و یا هنان کویین (HQ) مشخص شود. به‌منظور انتخاب طول وقفه بهینه در مدل‌های برآوردی از معیار شوارتز بیزین (SBC) استفاده شده است. این معیار از جهت اینکه کمترین طول وقفه ممکن را انتخاب می‌کند به‌عنوان یک معیار صرفه‌جو شناخته شده است و معمولاً در نمونه‌هایی با حجم کم از این معیار برای تعیین طول وقفه بهینه استفاده می‌شود (Mahdavi & Amirbabaei, 2016). لذا طول وقفه بهینه بر اساس معیار شوارتز-بیزین به استناد جدول (۲)، دو می‌باشد.

جهت بررسی رابطه هم‌جمعی، فرضیه مورد آزمون، فرضیه صفر عدم وجود رابطه بلندمدت می‌باشد. در اینجا از آماره F برای بررسی اینکه همه ضرایب صفر هستند (یعنی رابطه بلندمدت وجود ندارد) استفاده می‌شود. از آنجا که در سطح ۹۵٪، حد بالا برابر ۳/۴۹ و حد پایین ۲/۵۶ برابر می‌باشد (جدول) و مقدار آماره F محاسباتی ۳۴/۷۲ می‌باشد، لذا بیشتر از مقدار حد بالایی می‌باشد و بنابراین فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود رابطه بلندمدت را می‌توان رد کرد.

جدول ۲- تعیین طول وقفه بهینه

Table 2. Determining the optimal interval length

Lag	LogL	LR	AIC	SC	HQ
0	168.75	NA	-19.26	-19.01	-19.24
1	243.65	96.93	-25.13	-23.66	-24.98
2	317.99	52.47*	-30.94*	-28.24*	-30.67*

ماخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research finding

جدول ۳- نتایج آزمون F برای وجود رابطه بلندمدت

Table 3. The results of the F test for the existence of a long-term relationship

آماره F F statistic	در سطح ۹۹ درصد 99% level		در سطح ۹۵ درصد 95% level		در سطح ۹۰ درصد 90% level	
34.72	I(1) 4.37	I(0) 3.29	I(1) 3.49	I(0) 2.56	I(1) 3.09	I(0) 2.2

ماخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research finding

در این مرحله پس از اطمینان از وجود رابطه بلندمدت به برآورد مدل کوتاه‌مدت و بلندمدت پرداخته می‌شود. نتایج مدل بلندمدت نشان می‌دهد که وقفه اول متغیر انرژی در سطح و با علامت مثبت معنی‌دار می‌باشد. وقفه اول متغیر تولید ناخالص داخلی سرانه در سطح اثر معنی‌داری بر انتشار گاز CO_2 ندارد، درحالی‌که متغیر لگاریتم تولید ناخالص داخلی اثر مثبت و معنی‌داری بر متغیر وابسته در یک دوره بعد دارد. نتایج نشان داد که تفاضل توان دوم متغیر تولید ناخالص داخلی سرانه ارتباط منفی و معنی‌داری بر انتشار گاز CO_2 دارد. و این به‌معنای کاهش انتشار گاز CO_2 با افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه در بلندمدت بعد از یک دوره می‌باشد. اگر رابطه انتشار گاز CO_2 و تولید ناخالص داخلی سرانه به شکل U معکوس به‌دست آید بدان معناست که باید یک نقطه بازگشت در الگو وجود داشته باشد. رسیدن به نقطه بازگشت برای یک کشور حاکی از آن است که آن کشور پس از این نقطه در مسیر نزولی انتشار گاز CO_2 قرار خواهد گرفت. لذا اگر رابطه U معکوس به‌دست آید، برای یافتن نقطه بازگشت می‌توان مشتق نسبت به GDP را مساوی صفر قرار داد و مقدار GDP بحرانی را از طریق رابطه (۶) زیر به‌دست آورد. نقطه بازگشت منحنی در توابع لگاریتمی باید به‌صورت Exponential محاسبه شود:

$$GDP = \exp\left(-\frac{\beta_1}{2\beta_2}\right) \qquad (۶)$$

در این پژوهش مقدار مقدار GDP بحرانی در رابطه بلندمدت برای متغیر لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه ۰/۵۵ (ثابت ۲۰۱۵ دلار آمریکا) محاسبه شد. به‌معنای اینکه در بلندمدت بعد از رسیدن به این نقطه انتشار CO_2 در کشور روند نزولی پیدا می‌کند. همچنین نتایج نشان داد که متغیر تحقیق و توسعه در بلندمدت ارتباط منفی و معنی‌داری بر میزان انتشار گاز CO_2 دارد و با افزایش هزینه‌های تحقیق و توسعه می‌توان میزان انتشار گاز CO_2 را کاهش داد.

[Downloaded from ame.sanru.ac.ir on 2024-05-06]

[DOI: 10.61186/ame.1.1.86]

جدول ۴- نتایج رابطه بلندمدت

Table 4. Long-term relationship results ARDL (1, 0, 0, 1, 1)

متغیر Variable	ضریب Coefficient	آماره t t statistic	سطح احتمال robability level\
C	-1.361	-1.342	0.162
LCO2(-1)	0.231	0.642	0.446
LE(-1)	0.568	2.321**	0.064
LGDP(-1)	0.142	1.005	0.233
LRD	-0.034	-1.891*	0.173
D(LGDP)	0.466	2.175**	0.044
D(LGDP^2)	-0.346	-1.986**	0.061

* معنی‌داری در سطح ۱۰ درصد و ** معنی‌داری در سطح ۵ درصد می‌باشد

*, ** and *** are significant at 10%, 5% and 1% levels

ضریب جمله تصحیح خطا نشان می‌دهد، در هر دوره چند درصد از عدم تعادل متغیر وابسته به‌سمت رابطه بلندمدت تعدیل می‌شود. در این مدل جمله تصحیح خطا منفی، معنی‌دار و حدود ۰/۱۶- می‌باشد و نشان می‌دهد که در صورت وارد شدن شوک و انحراف از تعادل، در هر دوره ۰/۱۶ درصد از عدم تعادل کوتاه‌مدت برای رسیدن به تعادل بلندمدت تعدیل می‌شود. نتایج مربوط به آزمون‌های تشخیص در جدول (۵) ارائه شده است. به‌طوری‌که مطابق آزمون‌های صورت گرفته، فرضیه عدم وجود خودهمبستگی در مدل، عدم وجود ناهمسانی و فرضیه‌ی وجود فرم تابعی مناسب در سطح ۵ درصد قابل رد نمی‌باشند. نتایج آزمون‌های فوق نشان دهنده این است که نتایج به‌دست آمده از مدل با درجه بالایی از اطمینان همراه می‌باشند. آمار توصیفی مربوط به متغیر تولید ناخالص داخلی در جدول (۶) آورده شده است. با توجه به نتایج به‌دست آمده هم در بخش کوتاه‌مدت و هم در بخش بلندمدت و بر اساس حداکثر تولید ناخالص داخلی در جدول (۶)، نقطه بازگشت در کوتاه‌مدت و بلندمدت کمتر از حداکثر تولید ناخالص داخلی است و لذا نقطه برگشت منحنی درون نمونه قرار دارد.

جدول (۵) نتایج مدل کوتاه‌مدت را نشان می‌دهد. متغیر توان دوم لگاریتم تولید ناخالص داخلی بعد از یک دوره اثر منفی و معنی‌داری دارد. این متغیر در سطح ۵ درصد (۲/۲۳۹) اثر منفی دارد. همچنین نتایج مدل کوتاه‌مدت نشان می‌دهد که متغیر انرژی بعد از یک دوره رابطه مثبت و معنی‌داری بر انتشار گاز CO_2 دارد. این متغیر در سطح یک درصد معنی‌دار شده و نشان می‌دهد مصرف انرژی می‌تواند در کوتاه‌مدت و بعد از گذشت یک دوره بر انتشار گاز CO_2 اثرگذار باشد و در نتیجه بعد از یک دوره مصرف بیشتر آن منجر به انتشار بیشتر گاز CO_2 می‌شود. متغیر تولید ناخالص داخلی سرانه نیز اثر یکسانی همانند متغیر انرژی بر انتشار گاز CO_2 دارد. این متغیر نیز در سطح یک درصد و با علامت مثبت معنی‌دار شده است. به‌معنای اینکه افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه منجر به افزایش انتشار گاز CO_2 بعد از یک دوره منجر می‌شود. این متغیر نیز در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد. نتایج رابطه کوتاه‌مدت نیز نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت رابطه U معکوس برقرار است و نقطه بازگشت برای متغیر لگاریتم تولید ناخالص داخلی در کوتاه‌مدت ۰/۸۸ (ثابت ۲۰۱۵ دلار آمریکا) می‌باشد.

جدول ۵- نتایج رابطه کوتاه‌مدت

Table 5. Short-term relationship results ARDL (1, 0, 0, 1, 1)

متغیر Variable	ضریب Coefficient	آماره t t statistic	سطح احتمال pProbability level
D(LGDP)	0.153	4.564**	0.004
D(LGDP^2)	-0.234	-2.239**	0.036
D(LRD)	0.124	0.465	.0654
D(LE)	0.346	3.66***	0.001
CointEq(-1)	-0.165	-5.664***	0.000
DW=1.98		F=3.43 (0.0000)	R2=0.88
	F=0.023 (0.662)		Serial correlation
	F=0.016 (0.653)		Functional form
	F=0.018 (0.220)		Normality
	F=0.032 (0.204)		Heteroscedasticity

مآخذ: یافته‌های تحقیق

Source: Research finding

جدول ۶- آمار توصیفی متغیر GDP

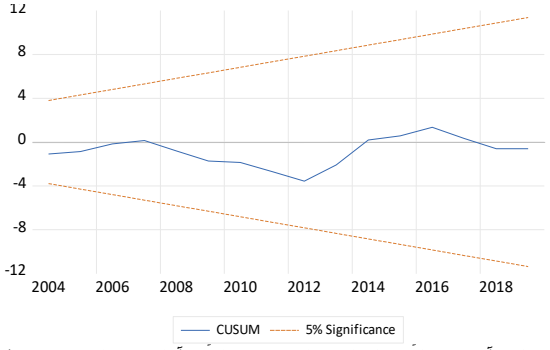
Table 6- Descriptive statistics of GDP variable

متغیر Variable	میانه Median	میانگین Average	حداقل Min	حداکثر Max
GDP	5254.68	5035.77	3922.98	5657.97

در این پژوهش پایداری ضرایب با استفاده از آزمون Cusum بررسی شده است که نتایج آزمون با روش محاسبه آماره پسماند تجمعی نشان داد که ضرایب مدل برآورد شده طی دوره مورد بررسی پایدار است؛ و همان‌طور که در شکل (۱) نشان داده شده است فاصله اعتماد ۹۵ درصدی توسط نمودار قطع نشده است و لذا فرضیه صفر مبنی بر وجود ثبات ساختاری پذیرفته و عدم وجود آن رد می‌شود.

[Downloaded from ame.sanru.ac.ir on 2024-05-06]

[DOI: 10.61186/ame.1.1.86]



شکل ۱- نتایج آزمون ثبات ساختاری با روش محاسبه آماره پسماند تجمعی (cusum)
Figure 1. The results of the structural stability test with the method of calculating the cumulative residual statistic (cusum)

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در طول دو دهه اخیر ارتباط بین سطح توسعه‌یافتگی جوامع و میزان دستیابی به استانداردهای زیست‌محیطی و به تعبیری رعایت ملاحظات زیست‌محیطی در کانون توجه محققان قرار گرفته است. در واقع با رشد و توسعه جوامع، کیفیت محیطزیست اهمیت بسیار بالایی پیدا کرده است. از طرفی نیز هزینه‌های تحقیق و توسعه امروزه مورد توجه قرارگرفته است به‌طوری‌که نگرش علمی به مسائل مختلف اقتصادی، سیاسی و اجتماعی می‌تواند منشأ تحقیق و توسعه باشد و راهگشای بسیاری از مشکلات در این زمینه‌ها به‌خصوص مسائل زیست‌محیطی خواهد بود. با توجه به اینکه در چارچوب اقتصاد دانش‌محور هزینه‌های تحقیق و توسعه، به‌عنوان گونه‌ای از سرمایه‌گذاری‌ها در اقتصاد شناخته می‌شود، لذا با توجه به نقش و اهمیت تحقیق و توسعه در اقتصاد کشورها، هدف اصلی از این پژوهش بررسی اثر تحقیق و توسعه بر کیفیت محیطزیست با تاکید بر ساختار منحنی کوزنتس می‌باشد. نتایج پژوهش نشان داد که متغیر انرژی در هر دو مدل بلندمدت و کوتاه‌مدت با انتشار گاز CO_2 رابطه مثبت و معنی‌داری دارد. نتایج این بخش از پژوهش با نتایج سیفی‌پور (۲۰۲۱) و ابوالحسنی و همکاران (۲۰۱۹) مطابقت دارد (Seifipour, 2021; Abolhasani et al., 2019). به‌همین دلیل و در راستای نتایج این پژوهش جهت کنترل مصرف انرژی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای اخذ مالیات بر مصرف انرژی‌های فسیلی پیشنهاد می‌شود.

نتایج نشان داد که در مدل بلندمدت وقفه اول متغیر تولید ناخالص داخلی سرانه در سطح، اثر معنی‌داری بر انتشار گاز CO_2 ندارد، درحالی‌که متغیر لگاریتم تولید ناخالص داخلی در یک دوره بعد اثر مثبت و معنی‌داری بر متغیر وابسته دارد. همچنین در مدل بلندمدت تفاضل توان دوم متغیر تولید ناخالص داخلی سرانه ارتباط منفی و معنی‌داری بر انتشار گازCO_2 دارد. در مدل کوتاه‌مدت نیز متغیر توان دوم لگاریتم تولید ناخالص داخلی بعد از یک دوره اثر منفی و معنی‌داری دارد و متغیر تولید ناخالص داخلی سرانه نیز اثر یکسانی همانند بلندمدت بر انتشار گاز CO_2 دارد. این متغیر نیز در سطح یک درصد و با علامت مثبت معنی‌دار شده است. به‌همین علت، نتیجه تأیید نظریه کوزنتس در ایران می‌باشد. پس از اینکه نظریه کوزنتس برای متغیرهای تولید ناخالص داخلی و انتشار سرانه دی‌اکسیدکربن تأیید شد نقاط ماکزیمم متغیر تولید ناخالص داخلی نیز هم در بلندمدت و هم در کوتاه‌مدت محاسبه شد. که این مقدار در بلندمدت ۰/۲۰۵ و در کوتاه‌مدت ۰/۳۲۶ (ثابت ۲۰۱۵ دلار آمریکا) برآورد گردید. این اعداد نشان می‌دهد که اگر در کوتاه‌مدت نقطه بازگشت تحقق پیدا کند، منحنی کوزنتس در بلندمدت نیز محقق می شود و کشور پس از آن در مسیر نزولی انتشار گاز CO_2 و تخریب محیطزیست قرار می‌گیرد. به‌طورکلی می‌توان گفت رشد اقتصادی هم دارای آثار مضر و هم دارای آثار سودمند بر کیفیت محیطزیست می‌باشد. به‌عنوان یک کلیت آثار مضر از طریق اثر مقیاس صنعت و آثار مفید از طریق انتقال به‌سمت بخش‌های پاکتر و تولید روش‌های پاک مطرح‌شده است. به‌صورتی‌که در مراحل اولیه توسعه، ارمغان رشد وخامت در محیطزیست است اما سپس به سطح خاصی از اوج می‌رسد و در این نقطه، رشد تمایل به بهبود در محیطزیست دارد. نتایج این بخش از پژوهش با یافته‌های ابوالحسنی و همکاران (۲۰۱۹)؛ فراحتی و سلیمی (۲۰۲۲)؛ آپرگیس و پاین (۲۰۰۹)؛ صبوری و همکاران (۲۰۱۲)؛ مسنن مظفری و صبوحی (۲۰۱۳) (Abolhasani et al., 2019; Farahti & Salimi, 2022; Apergis & Payne, 2009; Saboori et al., 2012; Masnan Mozaffari & Sabouhi, 2013) همخوانی دارد. همچنین نتایج نشان داد که متغیر تحقیق و توسعه در بلندمدت ارتباط منفی و معنی‌داری بر میزان انتشار گاز CO_2 دارد و با افزایش هزینه‌های تحقیق و توسعه می‌توان میزان انتشار گاز CO_2 را کاهش داد. بنابراین کشورهای درحال توسعه برای حرکت به‌سوی اقتصاد مبتنی بر دانش و منابع بنیان، لازم است توجه کافی به نوسازی و تکامل نظام ملی نوآوری کنند تا بر این اساس به توسعه فناوری و در نتیجه رشد فعالیت‌های تحقیقاتی دست یابند و از این طریق گامی موثر در راستای حفظ محیطزیست داشته باشند. به‌همین دلیل از جمله ابزارهای سیاستی مناسب در این زمینه پرداخت یارانه به سرمایه‌گذاری در R&D به‌منظور ایجاد تغییرات فنی مناسب در جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌باشد. نتایج این بخش پژوهش با یافته‌های عطرکار روشن و فتحی (۲۰۱۵)؛ و جعفری پرویز خانلو و همکاران (۲۰۲۱) مطابقت دارد (Atrkar Roshan & Fathi, 2015; Jafari Parviz Khanlou et al., 2021).

[Downloaded from ame.sanru.ac.ir on 2024-05-06]
[DOI: 10.61186/ame.1.1.86]

منابع

Abolhasani, A., Motaghi, S., & Farhadi, E. (2019). Analytical investigation of the relationship between environmental pollution and economic growth (Kuznets hypothesis) with an emphasis on the role of education. *Scientific Quarterly, Environmental Education and Sustainable Development, 8*(1), 105-116. 10.30473/ee.2019.6328 (In Persian).

Achak, S., Radfar, R., Toloui Ashlaghi, A., & Khamsa, A. (2021). Identifying and prioritizing the components of Data driven R&D Management in artificial Intelligence companies. *Improve management, 16*(4), 125-156. 10.22034/JMI.2023.376699.2876 (In Persian).

Ahmadian, M., Abdoli, G., Jabalameli, F., Shabankhah, M., & Khorasani, S. (2019). Extracting the dynamic curve of the kuznets environment. *Quarterly Journal of Quantitative Economics, 16*(2), 1-36. 10.22055/jqe.2019.25839.1873 (In Persian).

Akbari Moghadam, H., Vahidian, M., & Ebrahimi, M. (2021). The moderating role of R&D costs on the relationship between financial constraints and dividends on the value of pharmaceutical companies listed on the stock exchange. *Scientific Journal of Financial and Investment Developments, 3*(7), 73-94. 10.30495/AFI.2022.1947065.1078 (In Persian).

Aminzadeh, K., Bakhtiari, S., & Karimzadeh, S. (2022). Examining the hypothesis of the Kuznets environmental curve and economic growth in the industrial provinces of Iran using the DOLS approach. *Journal of Environment and Transsectoral Development, 7* (77), 63-87 (In Persian).

Apergis, N., & Payne, J. (2009). Energy consumption and economic growth in Central America: Evidence from a panel cointegration and error correction model. *Energy Economics, 31*(2), 211 – 216.

Arabi, z., & Kazemi, A. (2012). The impact of human development index on Iran's gross domestic product. *Scientific Research Quarterly, Researches and Economic Development, 5*(17), 109-124. 20.1001.1.22285954.1393.5.17.7.1 (In Persian).

Atrkar Roshan, S., & Fathi, Z. (2015). The investigation of the role of environmental quality in developing countries, Selected MENA Countries. *Quarterly Journal of Environmental Sciences, 13*(4), 75-84 (In Persian).

Daghighi asli, A., Pejuyan, J., & Haj Mousavi, S. (2014). Investigating the effect of research and development costs in the higher education sector on the economic growth of European Union countries. *Economic Sciences Quarterly*, 7(24), 20.1001.1.25383833.1392.7.24.3.8 (In Persian).

Dinda, S. (2004). Environmental kuznets curve hypothesis: A survey. *Ecological Economics, 49*(4), 431-455.

Ebrahimian Koshesai, A., & Sultans, B. (2021). The impact of financial markets on the quality of the environment. *Sustainability, Development and Environment, 2*(1), 85-97 (In Persian).

Farahti, M., & Salimi, L. (2022). An empirical test of the financial kuznets curve hypothesis for Iran. *Economic Modeling Scientific Quarterly, 16*(57), 67-85 10.30495/ECO.2022.1947144.2605 (In Persian).

Hora, H., Jalali, A., & Jafari, S. (2013). Investigating the impact of financial development and energy consumption on environmental degradation in Iran within the framework of the environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis. *Environmental and Energy Economics Quarterly,* 2(6), 27-48.

Jafari Parviz Khanlou, K., paytakhti Oskoei, S. A., & Azali, R. (2021). Investigating the impact of information and communication technology and economic growth on environmental pollution: A case study of Persian Gulf countries. *Two Quarterly Economic Studies and Policies, 8*(1), 111-138. https://doi.org/10.22096/esp. 2021.129466.1364 (In Persian).

Kazemi, M., Falahi, M., & Zain Elyan, A. (2013). Investigating the effect of financial development on CO2 emissions in Iran. *Two Quarterly Journals of Monetary and Financial Economics (Former Knowledge and Development), 20*(6), 147-170. 10.22067/PM. V20I6.36361 (In Persian).

Kuznets, S. (1955). Economic growth and income inequality. *The American Economic Review, 45*(1), 1-28.

Lotf Alipour, M., Falahi, M., & Bestam, M. (2012). Investigating environmental issues and predicting carbon dioxide emissions in Iran's economy. *Scientific Research Quarterly of Applied Economic Studies in Iran, 1*(3), 81-109 (In Persian).

Mahdavi, A., & Amirbabaei, S. (2016). The effects of financial development on the quality of environment in Iran (1973 - 2007), *Economic Research Quarterly (Sustainable Growth and Development), 15* (4),1-23 (In Persian).

Masnan Mozaffari, M., & Sabouhi, M. (2013). Investigation of kuznets environmental curve in Iran using simultaneous equation system. *Environmental Science and Technology, 15*(3), 75-80 (In Persian).

Mirhashemi Dehnavi, M. (2020). Examination of environmental kuznets curve with emphasis on the role of financial and institutional development. *Journal of Agricultural Economics Research, 12*(46), 133-154 (In Persian).

Mohammadzadeh, P., Behbodi, B., & Ebrahimi, S. (2013). The relationship between energy consumption and financial development in Iran. *Quarterly Journal of Energy Economics Studies, 10*(39), 104-77. http://iiesj.ir/article-1-339-fa.html (In Persian).

Ouattara, B. (2004). Foreign aid and fiscal policy in Senegal. Mimeo University of Manchester.

Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. I. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics, 16*(3), 289-326.

Saboori, B., Sulaiman, J., & Mohd, S. (2012). Economic growth and CO2 emissions in Malaysia: A cointegration analysis of the environmental Kuznets curve. *Energy, 51*(c), 184–191.

Salehi Komroudi, M., & Shafei, S. (2020). The spatial effects of agricultural development on environmental quality. *Environmental Science Studies, 5*(2), 2521-2528 (In Persian).

Seifipour, R. (2021). Analysis the kuznets curve in industry sector of Iran. *Human and Environment, 19*(3), 1-15 (In Persian).

[Downloaded from ame.sanru.ac.ir on 2024-05-06]

[DOI: 10.61186/ame.1.1.86]