Sari Agriculture Sceinces and Natural Resources University Journal of Agricultural Market and Economics,Vol. 1, No 1, Spring and Summer 2023 p: 30-42

"Research Paper"

# The Role of a Knowledge-Based Economy in Maintaining and Improving the Quality of the Environment

**Maryam Asadpourkordi[1], Hamid Amirnejad[2] and Foad Eshghi[3]**

1- Ph.D. in Natural Resources and Environmental Economics, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, (Corresponding author: asadpoor77@gmail.com)
2- Professor, Department of Agricultural Economics, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
3- Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University

Received: 30 Nonember, 2022 Accepted: 3 April, 2023

## Extended Abstract

**Introduction and Objective**: Achieving high economic growth is one of the development goals in countries that have a direct relationship with the quality of the environment, because the increase in economic growth has led to an increase in agricultural and industrial activities and has caused an increase in environmental pollutants and more use of scarce natural resources, both of which will mean reducing the quality of the environment. But the path of a knowledge-based economy is a path that pursues both economic development and does not have the plagues of ordinary industrial development. Therefore, paying attention to the knowledge-based economy can be important in the path of sustainable development.

**Material and methods**: Considering the importance of the knowledge-based economy on the level of pollution, the present research examines the four knowledge-based economic indicators introduced by the World Bank, including economics; innovation; technology and education deals with the emission of three important pollutants, $CO_2$, $CH_4$ and $N_2O$. To achieve this goal, 8 Islamic developing countries (D8) were used for the period 2000 to 2019, which were estimated with the help of Dynamic Ordinary Least Squares (DOLS) to investigate the effect of sub-indices on the amount of pollution, artificial neural networks were used. It has been used to Iran.

**Results**: The results of the DOLS model showed that in all three pollution diffusion models, the information technology and the innovation indexs had a negative and significant effect on pollution diffusion and the education index had a significant positive effect. The results of the neural networks for Iran indicated that there had been a negative effect on the amount of pollution in all three sub-indicators of economic and innovation pollution.

**Conclusion**: The results showed that among the four indicators, the innovation index had a greater elasticity on the spread of pollution than other indicators. Therefore, it is suggested to invest more in the use of innovations in Iran and other D8 member countries. Also, according to the results of neural networks in Iran, it is suggested to move with more attention and more correct management in controlling corruption and the quality of regulations, as well as increasethe country's economic growth in the direction of reducing pollution.

**Keywords**: Air pollution, DOLS, D8, Environmental, Neural networks.

[ Downloaded from ame.sanru.ac.ir on 2024-09-17 ]

[ DOI: 10.61186/ame.1.1.30 ]

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

OPEN ACCESS

"مقاله پژوهشی"

# نقش اقتصاد دانش بنیان بر حفظ و ارتقای کیفیت محیطزیست

**مریم اسدپورکردی[۱]، حمید امیرنژاد[۲] و فواد عشقی[۳]**

۱- دکتری اقتصاد منابع‌طبیعی و محیط زیست، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران،
(نویسنده مسوول: asadpoor77@gmail.com)
۲- استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۳- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۹/۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱/۱۴
صفحه: ۳۰ تا ۴۲

## چکیده مبسوط

**مقدمه و هدف:** دستیابی به رشد اقتصادی بالا یکی از اهداف توسعه‌ای در کشورها می‌باشدکه ارتباط مستقیمی با کیفیت محیط زیست دارد، چرا که افزایش رشد اقتصادی منجر به افزایش فعالیت‌های کشاورزی، صنعتی، آلاینده‌های محیطی و استفاده بیشتر از منابع‌طبیعی کمیاب شده است که هر دو به‌معنای کاهش کیفیت محیط‌زیست خواهد بود. اما مسیر اقتصاد دانش بنیان مسیری است که هم توسعه اقتصادی را به‌دنبال دارد و هم آفت‌های توسعه صنعتی متداول را ندارد. لذا توجه به اقتصاد دانش‌بنیان می‌تواند در مسیر توسعه‌ی پایدار حائز اهمیت باشد.

**مواد و روش‌ها:** با توجه به اهمیت اقتصاد آگاهی از میزان انتشار آلودگی، تحقیق حاضر به بررسی چهار شاخص اقتصاد دانش‌بنیان معرفی شده توسط بانک جهانی شامل اقتصادی، نوآوری، فناوری و آموزش بر انتشار سه آلاینده‌ی مهم $CO_2$، $CH_4$ و $N_2O$ می‌پردازد. برای رسیدن به این هدف از داده‌های ۸ کشور درحال توسعه اسلامی (دی ۸) برای دوره زمانی ۲۰۰۰ الی ۲۰۱۹ استفاده شده است. در این مطالعه روش حداقل مربعات معمولی پویا (DOLS) جهت برآوردها و برای بررسی تاثیر زیرشاخص‌ها بر میزان انتشار آلودگی کشور ایران از شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده گردید.

**یافته‌ها:** نتایج مدل DOLS نشان داد که در هر سه مدل انتشار آلودگی، شاخص فناوری اطلاعات و شاخص نوآوری اثر منفی و معنی‌داری و شاخص آموزش اثر مثبت و معنی‌داری بر انتشار آلودگی داشته است، اما شاخص اقتصادی اثر معنی‌داری بر انتشار آن نداشته است. نتایج شبکه‌های عصبی برای ایران نشان داد که در هر سه انتشار آلودگی زیر شاخص‌های اقتصادی و نوآوری اثر منفی بر میزان انتشار داشته است که در بین آن‌ها زیرشاخص کنترل فساد اثر بزرگتری بر انتشار آلودگی داشت.

**نتیجه‌گیری:** نتایج نشان داد در بین چهار شاخص ذکر شده، شاخص نوآوری کشش بیشتری نسبت به سایر شاخص‌ها بر انتشار آلودگی دارد. لذا پیشنهاد می‌شود سرمایه‌گذاری بیشتری در جهت استفاده از نوآوری‌ها در ایران و سایر کشورهای عضو دی۸ انجام پذیرد. همچنین با توجه به نتایج شبکه‌های عصبی برای ایران، پیشنهاد می‌شود توجه بیشتر و مدیریت صحیح‌تر درکنترل فساد، کیفیت مقررات و همچنین بالا بردن رشد اقتصادی کشور در جهت کاهش انتشار آلودگی صورت پذیرد.

**واژه‌های کلیدی:** آلودگی هوا، شبکه‌های عصبی، دی ۸، محیط زیست، DOLS

## مقدمه

در دنیای پرتلاطم امروزی که تحت تأثیر جهانی‌شدن می‌باشد، دانش درحال تبدیل‌شدن به یک عامل کلیدی در بازار است. هر اقتصادی اگر بخواهد موفق و رقابتی باشد باید به ایجاد دانش، انتقال و حفظ آن توجه بیشتری داشته باشد از این نظر، دانش یک عنصر کلیدی در تضمین موقعیت پایدار یک کشور در یک محیط رقابتی است (Mahmoodi et al., 2021; Širá et al., 2020).

سازمان همیاری اقتصادی آسیا و اقیانوس آرام (APEC)[۱]، با گسترش ایده مطرح شده توسط OECD در خصوص اقتصاد دانش‌بنیان، آن را اقتصادی می‌داند که در آن تولید، توزیع و کاربرد دانش، عامل و محرک اصلی رشد اقتصادی، تولید ثروت و اشتغال در تمامی صنایع است. طبق این تعریف، تمامی فعالیت‌های اقتصادی به‌نوعی به دانش متکی هستند (Lotfalipour et al., 2017). با توجه مطالعات انجام‌شده در خصوص اقتصاد دانش‌بنیان تاکنون حداقل هفت چارچوب جامع برای مطالعه و اندازه‌گیری و تحلیل اقتصاد دانش بنیان ارائه شده است که به‌طور خلاصه در جدول (۱) بیان شده است (Azizi & Moradi, 2018).

جدول ۱- چارچوب‌های جامع اندازه‌گیری اقتصاد دانش‌بنیان (عزیزی و مرادی، ۲۰۱۸)

Table 1. Comprehensive frameworks for measuring the knowledge-based economy (Azizi & Moradi, 2018))

| چارچوب‌ها Frameworks | مولفه‌ی اول First component | مولفه‌ی دوم Second component | مولفه‌ی سوم Third component | مولفه‌ی چهارم Fourth component |
|---|---|---|---|---|
| OECD | سرمایه انسانی Human Capital | نوآوری و کارآفرینی Innovation and entrepreneurship | فناوری اطلاعات Information Technology | شرایط اقتصادی Economic conditions |
| NEW ECONOMY | مشاغل دانشی Academic jobs | ظرفیت نوآوری فناورانه Technological innovation capacity | جامعه دیجیتال Digital society | جهانی شدن و پویایی اقتصاد Globalization and economic dynamics |
| HARVARD | یادگیری شبکه‌ای Networked learning | اقتصاد شبکه‌ای Network economy | دسترسی شبکه‌ای Network access | جامعه شبکه‌ای Network society |
| APEC | توسعه منابع انسانی Human capital development | سیستم نوآوری Innovation system | زیرساخت اطلاعاتی Information infrastructure | محیط کسب و کار Business environment |
| ABS | سرمایه انسانی Human Capital | نوآوری و کارآفرینی Innovation and entrepreneurship | فناوری اطلاعات Information Technology | اثرات اقتصادی و اجتماعی Economic and social effects |
| WORLD BANK | آموزش و نیروی انسانی Training and manpower | سیستم نوآوری Innovation system | زیرساخت اطلاعاتی Information infrastructure | نظام اقتصادی و نهادی Economic and institutional system |
| UNECE | سرمایه انسانی Human Capital | سیستم نوآوری Innovation system | سیستم اطلاعات Information system | رژیم نهادی Institutional regime |

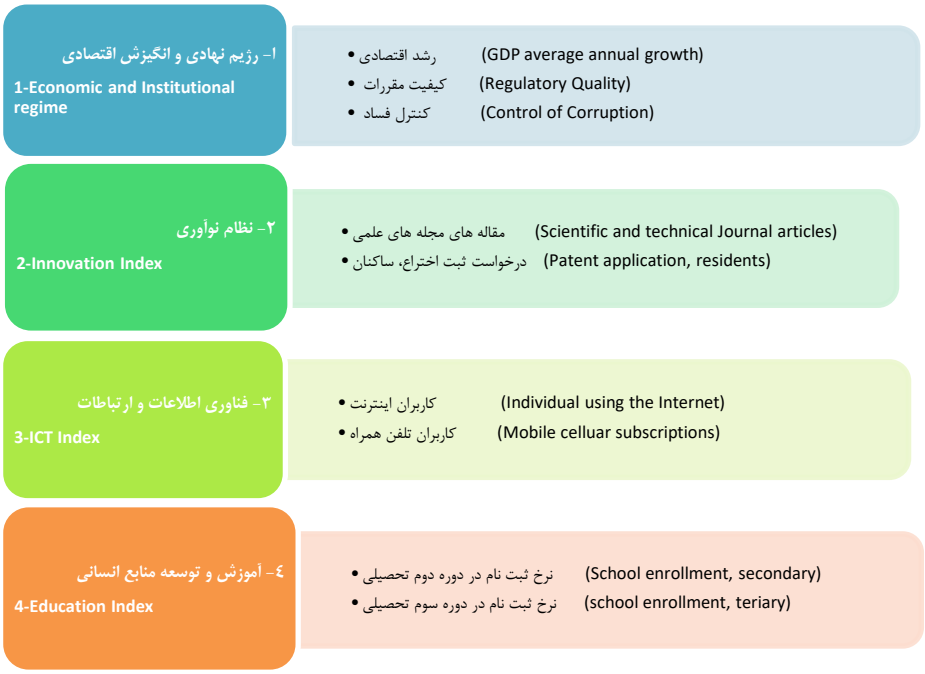
1- Asia Pacific Economic Cooperation (APEC)

[ Downloaded from ame.sanru.ac.ir on 2024-09-17 ]

[ DOI: 10.61186/ame.1.1.30 ]

همانطور که در جدول (۱) بیان شد روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری اقتصاد دانش‌بنیان وجود دارد که در بین آنها، روش بانک جهانی جامع‌تر و متداول‌تر می‌باشد، از این‌رو در این تحقیق از روش مذکور استفاده گردید. بانک جهانی (۲۰۱۵)، چهار رکن اساسی برای اقتصاد دانش‌بنیان را رژیم نهادی و انگیزش اقتصادی، آموزش و منابع انسانی، نظام نوآوری و زیرساخت‌های اطلاعاتی و ارتباطی تعریف می‌کند (World Bank, 2008; World Bank, 2019).

شاخص‌های عمده این مؤلفه‌ها که در این بررسی به استناد به گزارش بانک جهانی در نظر گرفته شده‌اند در شکل (۱) بیان شده است (Širá et al., 2020):




شکل ۱- شاخص‌های اصلی و فرعی در اقتصاد دانش‌بنیان بانک جهانی (بانک جهانی، ۲۰۱۹)
Figure 1. The main and secondary indicators in the knowledge-based economy of the World Bank (World Bank, 2019)

اولین محور اقتصاد دانش‌بنیان که به رژیم نهادی و محرکه‌های اقتصادی مربوط می‌شود شامل یک دولت معتمد و دارای عملکردی با کارایی بسیار زیاد همراه با سیاست‌های باثبات و سطوح حداقل فساد است (Behbodi et al., 2015). رونالد کوز[1] بیان می‌کند که آلودگی محیطزیست یک پیامد جانبی منفی حاصل از ناتوانی بازارها در تخصیص منابع و انعکاس ارزش‌های محیطزیستی در حساب‌های سود و زیان است که با توجه به وجود هزینه مبادله در زمان چانه‌زنی دولت می‌تواند با طراحی و اجرای ابزارهای مانند تعریف حقوق مالکیت برای طرفین چانه‌زنی درگیر فعالیت‌های اقتصادی آلوده‌کننده محیطزیست، در جهت حداقل‌سازی هزینه‌های مبادله مؤثر واقع شود (Madah & Abdollahi, 2012).

در خصوص اثر نوآوری بر انتشار آلودگی دو دیدگاه وجود دارد. در دیدگاه اول (نوآوری موجب کاهش انتشار آلودگی می‌شود (Zhang et al., 2018)، طبق نظریه واندر و پورتر[2] (۱۹۹۵)، موفقیت در کنترل میزان آلودگی باید مبتنی بر نوآوری باشد. مطابق با این دیدگاه بنگاه‌ها به‌منظور کسب سود و موفقیت‌های مالی با یکدیگر به رقابت می‌پردازند، نتیجه این رقابت به نوآوری و خلاقیت منجر می‌شود و در نهایت کاهش آثار خارجی منفی مانند آلودگی را در پی دارد (Bölük & Mert, 2014; Darbidi et al., 2020).

طرفداران دیدگاه دوم (نوآوری موجب افزایش انتشار آلودگی می‌شود)؛ بر این عقیده‌اند که نوآوری‌ها ممکن است منجر به ایجاد موانعی در جهت رشد سبز گردند. زیرا آنها معتقدند که نوآوری‌ها ممکن است باعث به‌وجود آمدن اثرات بازگشتی و در نتیجه افزایش مصرف انرژی و انتشار آلودگی گردند (Brännlund et al., 2007).

در ادبیات اقتصاد محیطزیستی دو رویکرد متفاوت در زمینه تأثیر آموزش بر محیط زیست وجود دارد (Atrkar Roshan & Fathi, 2017).

**رویکرد اول:** فرزین و باند (۲۰۰۶) ارتباط مثبت بین سطح آموزش و بهبود کیفیت محیطزیست را از سه طریق تبیین کردند: ۱- افراد تحصیل‌کرده از مسایل محیطزیست آگاه‌ترند و بنابراین رفتارها و شیوه زندگی آنها در حمایت از محیطزیست و بهبود آن خواهد بود و نگرش و جهت‌گیری آن‌ها به‌سمت حمایت از محیطزیست است (Bimonte, 2002; Cheah & Phau, 2011). ۲- افراد تحصیل‌کرده، ظرفیت با توانایی بالاتری را برای استفاده از ابزار موجود به‌منظور بیان ترجیحات محیطزیستی خود دارند. آنها همچنین می‌توانند گروه‌های

1- Ronald Coase

2- Vander & Porter

[ Downloaded from ame.sanru.ac.ir on 2024-09-17 ]
[ DOI: 10.61186/ame.1.1.30 ]

فشاری را برای اجرای سیاست‌های عمومی محیط‌زیستی سازماندهی کنند (Atrkar Roshan & Fathi, 2017; Hettige et al., 1996). ۳- از سویی دیگر، فرزین و باند (۲۰۰۶) عنوان کردند که افراد تحصیل‌کرده تقاضای ارایه بیشتر خدمات شهری پیشرفته و سازگار با محیط‌زیست را دارند (Farzin & Bond, 2006).

**رویکرد دوم:** با وجود توافق نسبی روی اثر مثبت آموزش، عده‌ای بر این باورند که آموزش عاملی است که آلودگی را افزایش می‌دهد. جورگنسن (۲۰۰۳) دریافت که آموزش یک اثر مثبت روی اثرات مخرب محیط‌زیستی دارد افراد تحصیل‌کرده درآمد و قدرت خرید بیشتری دارند و به مصرف بیش از حد کالاهای مادی تشویق می‌شوند (Jorgenson, 2003; Princen, 2001).

اما رابطه فناوری اطلاعات، ارتباطات و کیفیت محیط‌زیست یکی از موضوعات پیچیده و چندبُعدی است (Danish et al., 2019) و از سه کانال بر محیط‌زیست تأثیرگذار است:

**کانال اول:** این کانال به اثر مصرف معروف است و اشاره به این موضوع دارد که در فرآیند تولید و توزیع تجهیزات فناوری اطلاعات و ارتباطات، ضایعات ناشی از آن به‌طور معنی‌داری انتشار دی‌اکسید کربن را افزایش می‌دهد (Lennerfors et al., 2015).

**کانال دوم:** دومین کانالی که فناوری اطلاعات و ارتباطات بر محیط‌زیست تأثیرگذار می‌باشد، تحت عنوان اثر جانشینی شناخته شده است که در آن به اصلاح فرآیند تولید دارد و شامل کاهش مصرف مواد و منابع فیزیکی، فرآیند تولید کربن‌زدایی اشاره شده است که در کل منجر به افزایش کارایی مصرف انرژی و به‌دنبال آن کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شود (Jafariparvizkhanlou et al., 2021).

**کانال سوم:** این کانال به کانال هزینه معروف است که در واقع اشاره به این دارد که فناوری اطلاعات و ارتباطات تقاضا برای برخی کالاها و خدمات را به‌خاطر کاهش قیمت آنها افزایش می‌دهد که تأثیر مستقیم بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد (Danish et al., 2018; Shabani & Shahnazi, 2019). بنابراین فناوری اطلاعات و ارتباطات هم می‌تواند به کاهش آلودگی محیط‌زیستی و انتشار دی‌اکسیدکربن و هم اینکه می‌تواند به افزایش آلودگی و انتشار دی‌اکسیدکربن منجر شود (Jafariparvizkhanlou et al., 2021).

با توجه به آنچه تاکنون بیان شد دستیابی به رشد اقتصادی بالا یکی از اهداف توسعه‌ای در کشورهاست که ارتباط مستقیمی با کیفیت محیط‌زیست دارد، چرا که افزایش رشد اقتصادی منجر به افزایش فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی شده و باعث افزایش آلاینده‌های محیطی و استفاده بیشتر از منابع‌طبیعی کمیاب شده است، که هر دو به معنای کاهش کیفیت محیط‌زیست خواهد بود. اما مسیر اقتصاد دانش‌بنیان مسیری است که هم توسعه اقتصادی را به‌دنبال دارد و هم آفت‌های توسعه صنعتی متداول را ندارد. لذا توجه به اقتصاد دانش‌بنیان می‌تواند در مسیر توسعه‌ی پایدار حائز اهمیت می‌باشد.

در خصوص اثر اقتصاد دانش‌بنیان بر کیفیت محیط زیست به جز مطالعه‌ی لطفی‌پور و همکاران (۲۰۱۷) مطالعه‌ی دیگری در کشور یافت نشد (Lotfalipour et al., 2017). اما در خصوص اثرات شاخص‌های اقتصاد دانش‌بنیان (به‌صورت جداگانه) بر انتشار آلودگی در داخل و خارج از کشور مطالعاتی صورت گرفته که در ادامه به آن اشاره خواهد شد.

لطفعلی‌پور و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای به بررسی اثر اقتصاد دانش‌بنیان بر کیفیت محیط‌زیست در ایران پرداختند. نتایج این تحقیق که به روش الگوی خود بازگشت برداری با وقفه‌های توضیحی (ARDL) طی بازه‌ی زمانی ۱۳۵۵ الی ۱۳۹۱ بوده است، نشان داد که؛ در بین محورهای مختلف اقتصاد دانش‌بنیان، شاخص فناوری اطلاعات و همچنین آموزش اثر مثبت، و دو عامل رژیم نهادی و نوآوری اثر منفی بر انتشار آلودگی داشته است (Lotfalipour et al., 2017).

جعفری‌پرویزخانلو و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای با عنوان بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی بر آلودگی محیط زیست به بررسی اثر فناوری بر انتشار $CO_2$ پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که فناوری اطلاعات و ارتباطات تأثیر مستقیم و مجذور آن تأثیر منفی بر انتشار دی‌اکسید کربن دارد (Jafariparvizkhanlou et al., 2021).

عطرکار روشن و فتحی (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای به بررسی اثر آموزش بر انتشار آلودگی هوا در کشورهای منتخب منا پرداختند. نتایج حاکی از تأثیر مثبت و معنی‌دار متغیر آموزش بر بهبود کیفیت محیط‌زیست و کاهش رشد آلودگی هوا می‌باشد (Atrkar Roshan & Fathi, 2017).

داربیدی و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای با عنوان تأثیر نوآوری بر انتشار آلودگی استان‌های ایران به بررسی اثر نوآوری بر میزان انتشار $SO_2$ پرداختند. نتایج آنها نشان داد که نوآوری تأثیر منفی بر میزان انتشار آلودگی دارد (Darbidi et al., 2020).

ژو و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای به بررسی رابطه نوآوری در بخش انرژی تجدیدپذیر و آلودگی هوا طی سال‌های ۲۰۱۱ الی ۲۰۱۷ برای ۳۱ استان چین پرداختند. نتایج این تحقیق که به‌کمک پنل دیتا صورت گرفت نشان داد که نوآوری منجر به کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن گردیده است (Zhu et al., 2020). پارک و همکاران (۲۰۱۸) نیز در مطالعه خود نشان دادند که ضریب نفوذ اینترنت به‌عنوان پروکسی فناوری اطلاعات و ارتباطات باعث کاهش انتشار دی‌اکسید کربن می‌شود (Park et al., 2018).

دانیش و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای نشان دادند که فناوری اطلاعات، ارتباطات، رشد اقتصادی و مصرف انرژی در کشورهای با سطح درآمد بالا و متوسط تأثیر منفی بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد ولی در کشورهای با درآمد پایین باعث افزایش انتشار آلودگی می‌شود (Danish et al., 2019).

گانی (۲۰۱۳) در پژوهش خود آثار تجارت و کیفیت مقررات بر آلودگی در کشورهای عربی را مورد بررسی قرار داده است. نتایج وی بیانگر این است که تجارت، فعالیت‌های صنعتی و درآمد سرانه اثر مثبت بر آلودگی دارد و کیفیت مقررات بر آلودگی اثر منفی دارد (Gani, 2013).

[ Downloaded from ame.sanru.ac.ir on 2024-09-17 ]

[ DOI: 10.61186/ame.1.1.30 ]

با توجه با مطالب بیان شده و مطالعات انجام گرفته در خصوص اثر اقتصاد دانش‌بنیان بر انتشار الودگی به غیر از مطالعه‌ی لطفی‌پور و همکاران مطالعه‌ی جامعی که همه ارکان اقتصاد دانش‌بنیان را بر انتشار الودگی بررسی کند دیده نشده است لذا تحقیق حاضر به بررسی تمامی ارکان اقتصاد دانش‌بنیان بر انتشار آلودگی می‌پردازد (Lotfalipour et al., 2017).

اما در بین گازهای گلخانه‌ای، دی‌اکسیدکربن پس از بخار آب مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای در اتمسفر در جذب اشعه مادون قرمز می‌باشد و مسوول ۶۲ درصد از مجموع کل نیروی واتابشی زمین که توسط گازهای گلخانه‌ای در دهه گذشته تولید شده، می‌باشد. دومین گاز مهم که حدود ۲۰ درصد اثر گلخانه‌ای (واداشت تابشی) را شامل می‌شود، گاز متان است که غلظت اتمسفری آن حدود ۲۰۰ برابر کمتر از مقداردی اکسیدکربن می‌باشد. اکسید نیتروژن مسئول حدود شش درصد اثر گلخانه‌ای می‌باشد و توانائی آن در جذب اشعه مادون قرمز، ۳۰۰ برابر بیشتر از دی اکسیدکربن می‌باشد. بنابراین سه گاز مهم که بخش مهمی از آلودگی را شامل می‌شوند گازهای $CO_2$، $CH_4$ و $N_2O$ می‌باشد (Zhang et al., 2022). بنابراین این مطالعه به بررسی چهار شاخص اقتصاد دانش‌بینان بر سه شاخص مهم انتشار الودگی در کشورهای عضو دی ۸ می‌پردازد. همچنین تحقیق حاضر علاوه بر بررسی اقتصاد دانش‌بنیان بر انتشار آلودگی، با استفاده از روش شبکه‌های عصبی به بررسی شاخص‌های مزبور بر انتشار آلودگی ایران نیز می‌پردازد.

## مواد و روش‌ها

در این مطالعه، برای محاسبه شاخص اقتصاد دانش‌بنیان، از روش‌شناسی ارزیابی بانک جهانی استفاده شد. روش‌شناسی ارزیابی اقتصاد دانش (KAM)[1] به‌وسیله پایگاه آماری KAM برای ۱۴۶ کشور از جمله ایران از سال ۱۹۹۸ به بعد توسط بانک جهانی تهیه شده است و در پایگاه اطلاعاتی بانک جهانی ارایه شده است (World Bank, 2008; World Bank, 2012). متدولوژی ارزیابی دانش و فرایند نرمال‌کردن متغیرها به این‌صورت است که در آغاز هریک از کشورها بر مبنای مقدار خام نماگر مرتب شده و سپس رتبه هر کشور مشخص می‌شود. مقدار نرمال‌شده نماگر N(u) برای هر کشور بر مبنای رابطه (۱) به‌دست می‌آید:

$$(u) = 10(1 - N(w)/N(c)) \qquad (۱)$$

در رابطه (۱)، u معیار سنجش به‌دست‌آمده برای هر متغیر، N(w) شمار کشورهایی است که در شاخص موردنظر پایین‌تر و یا برابر کشور مورد نظر قرار دارند (دارای عملکرد ضعیف‌تری در آن شاخص هستند) و N(c) کل کشورهای مورد بررسی (کشورهای نمونه) می‌باشند (Azizi & Moradi, 2018).

در این تحقیق برای شاخص انتشار آلودگی از سه شاخص انتشار سالانه دی‌اکسیدکربن، متان و اکسید نیتروژن استفاده شده است. بنابراین، مدل استفاده شده در این مطالعه به‌صورت رابطه (۲) خواهد بود (Lotfalipour et al, 2017)، که به‌صورت پانل برای کشورهای درحال توسعه D8 در نظر گرفته شده است.

$$LPollution_{it} = F(LEIR_{it} . LICT_{it} . LEHR_{it} . LINN_{it}) \qquad (۲)$$

در رابطه (۲)، $LPollution_{it}$، لگاریتم طبیعی شاخص آلودگی هوا (که شامل انتشار سالانه‌ی $CO_2$, $N_2O$ و $CH_4$ می‌باشد)، $LEIR_{it}$، لگاریتم طبیعی رژیم نهادی و اقتصادی، $LICT_{it}$، لگاریتم طبیعی زیرساخت‌های اطلاعات و ارتباطات، $LEHR_{it}$، لگاریتم طبیعی آموزش و منابع انسانی و $LINN_{it}$، لگاریتم شاخص نوآوری می‌باشد که برای ۸ کشور در حال توسعه‌ی عضو D8 از جمله ایران طی سال‌های ۲۰۰۰ الی ۲۰۱۹ در نظر گرفته شده است. لذا جهت رسیدن به این هدف از از روش حداقل مربعات معمولی پویا (*DOLS*)[2] استفاده گردید. این روش یک روش برای بررسی روابط بلندمدت[3] بین متغیر وابسته و توضیحی مدل می‌باشد (Zaied, 2013). روش DOLS یکی از روش‌های برآورد مدل داده‌های ترکیبی پویا است که توسط استوک و واستون (۱۹۹۳) مطرح شده است و با اعمال تعدیل‌هایی در روش کمینه مربعات معمولی، واکنش یک متغیر وابسته نسبت به تغییرپذیری متغیرهای مستقل را بررسی می‌کند (Fotros et al., 2012; Stock & Watson, 1993). در این روش ضریب‌های بلندمدت با استفاده از رابطه (۳) برآورد می‌شود (Fegheh Majidi & Ebrahimi, 2014):

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta X_{it} + \sum_{j=1}^{p} \gamma_j \Delta X_{i,t-j} + \sum_{j=1}^{p} \delta_j \Delta X_{i,t+j} + u_{it} \qquad (۳)$$

در رابطه (۳)، فاکتور P نشان‌دهنده‌ی روندهای گذشته و آینده (تقدم یا تاخر[4])؛ $\Delta X_{i.t-j}$؛ تفاضل متغیر توضیحی با وقفه؛ $\Delta X_{i.t+j}$ تفاضل متغیر توضیحی با روندهای آینده؛ $\gamma_j$ ضریب‌های وقفه‌ها یا روندهای گذشته؛ $\delta_j$ ضریب‌های روندهای آینده؛ $u_{it}$ خطای برآورد رابطه بلندمدت پویا؛ $Y_{it}$ متغیر وابسته است.

پیش از تحلیل روابط میان متغیرها بایستی مانایی سری‌های مورد بررسی را به کمک آزمون‌های ریشه واحد بررسی کرد (Baltagi, 2005). از این‌رو، در این مطالعه از دو آزمون معروف ریشه واحد در الگوهای ترکیبی شامل آزمون Levin, Lin & Cho (1993) و آزمون Im, Pesaran & Shin (2003) استفاده شده است (Baltagi, 2005). فرضیه صفر در این آزمون‌ها مبتنی بر وجود یک ریشه واحد است. همچنین در این مطالعه برای بررسی آزمون هم‌انباشتگی در مدل، از روش ارائه شده توسط کائو (۱۹۹۹) استفاده شده است (Kao, 1999). فرضیه صفر در این آزمون، نبود هم‌انباشتگی یا رابطه بلندمدت است (Baltagi, 2005; Kao, 1999; Kao & Chiang, 2001).

اما در این تحقیق علاوه بر بررسی اثر شاخص‌های اقتصاد دانش‌بنیان بر انتشار آلودگی، به بررسی اثر شاخص‌های اصلی و فرعی اقتصاد دانش‌بنیان بر انتشار آلودگی برای ایران به‌کمک

1- Knowledge Assessment Methodology
2- Dynamic ordinary least squares
3- Long-term
4- Lag and Lead

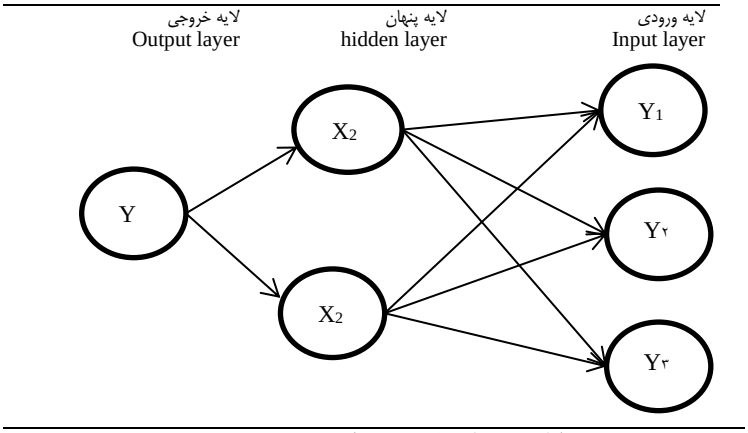
[ Downloaded from ame.sanru.ac.ir on 2024-09-17 ]
[ DOI: 10.61186/ame.1.1.30 ]

شبکه‌های عصبی نیز پرداخته شده است که در ادامه روش شبکه عصبی تشریح شده است.

**شبکه عصبی مصنوعی**

شبکه عصبی مصنوعی یا به‌عبارتی شبکه‌ی عصبی، نوعی ابزار محاسباتی است که با الهام گرفتن از مغز انسان طراحی شده است (Mirfakhraddiny et al., 2021).

برای مدل‌سازی یک شبکه عصبی مصنوعی، می‌توان از یک مدل ریاضی که خصوصیات یک سیستم بیولوژیکی را توصیف می‌کند، استفاده نمود (Schalkoff, 1997; Sharma et al., 2001). مدل‌سازی شبکه عصبی مصنوعی به شکل مدل‌های سازمان‌یافته لایه‌ای و با توجه به پردازش موازی یک تصویر در مغز انسان انجام می‌گیرد (Demuth et al., 1992). شکل (۲) مدل ساده‌ای از شبکه عصبی مصنوعی را نمایش می‌دهد (Harvey, 1994).

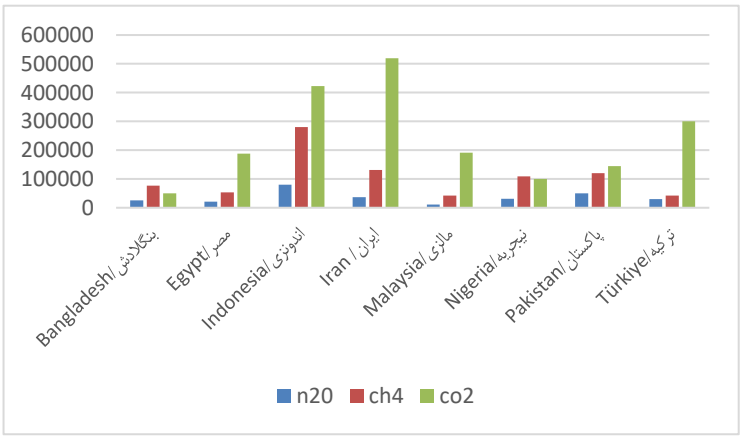



شکل ۲- مدل ساختاری شبکه عصبی مصنوعی
Figure 2. Structural model of artificial neural network

تحقیق حاضر از نوع کمی بوده و با استفاده از الگوی معرفی‌شده توسط بانک جهانی، شاخص‌های اقتصاد دانش‌بنیان برای ۸ کشور عضو دی ۸ شامل کشورهای، ایران، بنگلادش، ترکیه، مالزی، مصر، اندونزی، پاکستان و نیجریه طی سال‌های ۲۰۱۹-۲۰۰۰ تهیه گردید. تمامی داده‌های مطالعه که شامل رشد اقتصادی، کیفیت مقررات، کنترل فساد برای رژیم نهادی، انگیزش اقتصادی، مقاله‌های مجله‌های علمی و درخواست‌های ثبت اختراع برای نظام نوآوری، کاربران اینترنت و کاربران تلفن همراه برای فناوری اطلاعات و ارتباطات، نرخ ثبت‌نام در دوره دوم تحصیلی و نرخ ثبت‌نام در دوره سوم راهنمایی برای آموزش و توسعه منابع انسانی از سایت بانک جهانی تهیه شده است.

## نتایج و بحث

قبل از محاسبه شاخص اقتصاد دانش‌بنیان و اثر آن بر انتشار آلودگی ابتدا به بررسی میزان انتشار سه شاخص آلودگی در بین کشورها و ایران پرداخته شد. شکل (۳) وضعیت متوسط انتشار آلودگی را به تفکیک سه شاخص $CO_2$، $CH_4$ و $N_2O$ را در بین کشورها نشان می‌دهد.

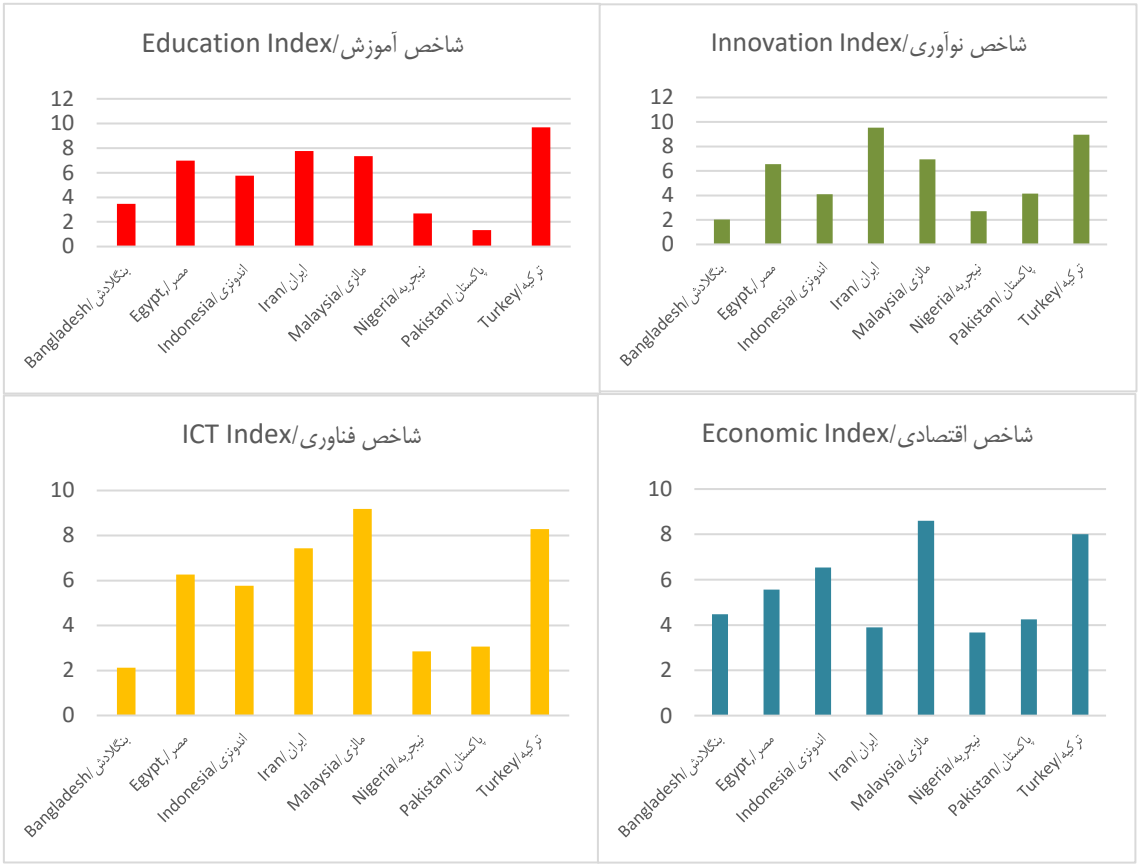



شکل ۳- متوسط انتشار $CO_2$، $CH_4$ و $N_2O$ طی سال‌های ۲۰۰۰ - ۲۰۱۹ در بین کشورهای دی ۸ (منبع: یافته‌های تحقیق)
Figure 3. Average emissions of $CO_2$, $CH_4$ and $N_2O$ during the years 2000-2019 among D8 countries (Source: Research findings)

[ Downloaded from ame.sanru.ac.ir on 2024-09-17 ]
[ DOI: 10.61186/ame.1.1.30 ]

با توجه به شکل (۳) ایران در انتشار $CO_2$ به‌طور متوسط طی سال‌های ۲۰۰۰ الی ۲۰۱۹ بیشترین متوسط انتشار را داشته و کمترین متوسط انتشار مربوط به بنگلادش بوده است. همچنین، در انتشار $CH_4$ و $N_2O$ بیشترین متوسط انتشار مربوط به کشور اندونزی و کمترین مربوط کشور مالزی بوده است. با توجه به شکل (۳) ایران در متوسط انتشار $CO_2$ رتبه‌ی نخست را در بین کشورهای دی ۸ داشته و در متوسط انتشار $N_2O$ و $CH_4$ رتبه‌ی دوم را داشته است.

همان‌طور که بیان شد، این تحقیق به بررسی ۴ شاخص اقتصادی، نوآوری، آموزش و فناوری اطلاعات در کشورهای در حال توسعه اسلامی دی ۸ طی سال‌های ۲۰۰۰ الی ۲۰۱۹ می‌پردازد. در نهایت با توجه به اطلاعات این کشورها ۴ شاخص مذکور محاسبه شده است. نتایج متوسط شاخص‌ها در شکل‌های (۴) و (۵) بیان شده است.



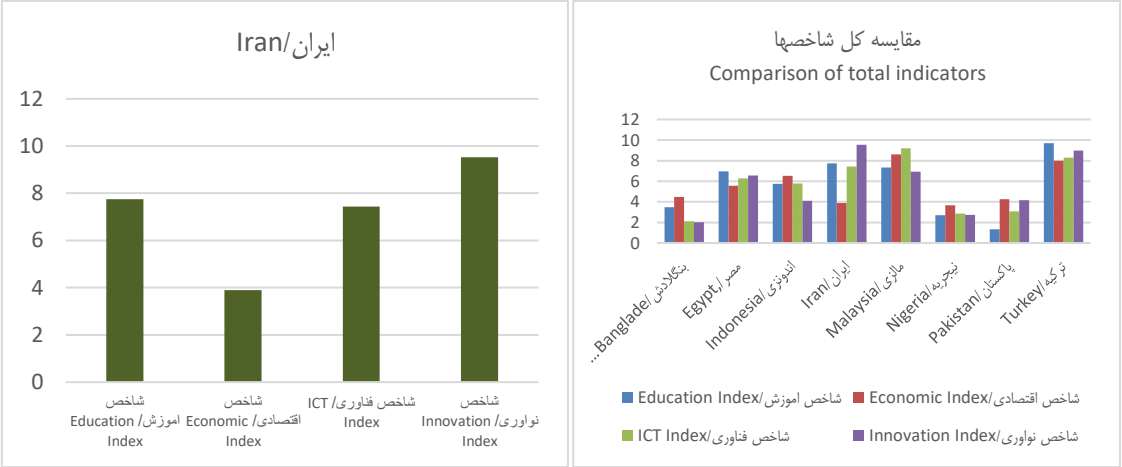

شکل ۴- متوسط شاخص‌های اقتصاد دانش بنیان طی سال‌های ۲۰۰۰ الی ۲۰۱۹ برای کشورهای دی ۸ به تفکیک ۴ شاخص (منبع: یافته‌های تحقیق)

Figure 4. average indicators of the knowledge-based economy during the years 2000 to 2019 for D8 countries, separated by 4 indicators (Source: Research findings)

با توجه به شکل (۴)، در شاخص اقتصادی، کشور مالزی رتبه اول را در بین ۸ کشور و کشور نیجریه آخرین رتبه را به خود اختصاص داده است و از لحاظ این شاخص، کشور ایران رتبه ۷ را کسب نموده است. این نتیجه نشان می‌دهد کشور ایران در طی دوره مورد بررسی در بین کشورهای عضو دی ۸ رتبه‌ی مطلوبی نداشته است. از لحاظ شاخص فناوری اطلاعات، مجددا کشور مالزی رتبه اول و کشور بنگلادش رتبه ۸ را به‌خود اختصاص داده است. کشور ایران از نظر این شاخص در بین ۸ کشور رتبه‌ی ۳ را کسب نموده است.

اما از نظر شاخص نوآوری، کشور ایران رتبه‌ی اول و آخرین رتبه مربوط به کشور بنگلادش بوده است. در نهایت کشور ترکیه رتبه‌ی اول و کشور پاکستان آخرین رتبه مربوط را از نظر شاخص آموزش کسب نموده است. ایران از لحاظ شاخص آموزش بعد از کشور ترکیه در رتبه‌ی دوم قرار گرفت. بنابراین، با توجه به نتایج شکل (۴)، ایران به‌غیر از شاخص اقتصادی، در بین سایر شاخص رتبه‌ی خوبی کسب نموده است.

[ Downloaded from ame.sanru.ac.ir on 2024-09-17 ]
[ DOI: 10.61186/ame.1.1.30 ]




شکل ۵- مقایسه متوسط شاخص‌ها طی سال‌های ۲۰۰۰ الی ۲۰۱۹ برای کشورهای دی ۸ و ایران (منبع: یافته‌های تحقیق)
Figure 5. average comparison of indicators during the years 2000 to 2019 for D8 countries and Iran (Source: Research findings)

شکل (۵) مقایسه‌ی متوسط ۴ شاخص اقتصاد دانش‌بنیان را در بین کشورهای عضو دی ۸ طی سال‌های ۲۰۰۰ الی ۲۰۱۹ نشان داده است. وضعیت کشور ایران در این ۴ شاخص، در سمت چپ شکل (۵) به‌صورت جداگانه نشان داده است. با توجه به مقایسه ۴ شاخص در ایران، بالاترین شاخص مربوط به شاخص نوآوری بوده و پایین‌ترین آن مربوط به شاخص اقتصادی بوده است.

در این مطالعه از دو آزمون پرکاربرد ریشه واحد در الگوهای پانلی شامل آزمون‌های Levin, Lin and Cho و Im, Pesaran and Shin جهت بررسی مانایی سری‌های مورد بررسی استفاده شده است. خلاصه نتایج این دو آزمون در سطح و تفاضل مرتبه اول در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول ۲- نتایج آزمون ریشه واحد متغیرها در سطح و تفاضل مرتبه اول
Table 2. Results of the unit root test of the variables at the level and the first order difference

| متغیر Variable | در سطح In level of | | | | تفاضل مرتبه اول First order difference | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Levin-Lin-Chu test | | Im-Pesaran-Shin test | | Levin-Lin-Chu test | | Im-Pesaran-Shin tes | |
| | آماره t t- statistic | احتمال Prob | آماره t t- statistic | احتمال Prob | آماره t t- statistic | احتمال Prob | آماره t t- statistic | احتمال Prob |
| LCO2 | -2.35** | 0.04 | 0.56 | 0.71 | -3.54*** | 0.00 | -3.84*** | 0.00 |
| LCH4 | 2.24** | 0.05 | -0.29 | 0.38 | -4.88*** | 0.00 | -3.06*** | 0.00 |
| LN2O | -2.21** | 0.04 | -0.28 | 0.19 | 4.42*** | 0.00 | -5.25*** | 0.00 |
| LICT | 1.03 | 0.85 | 0.52 | 0.70 | -2.64*** | 0.00 | -6.97*** | 0.00 |
| LEIR | -1.78 | 0.068 | -1.56 | 0.078 | -2.07*** | 0.00 | -1.89*** | 0.00 |
| LEHR | 1.63 | 0.94 | 0.37 | 0.64 | 3.20*** | 0.00 | -4.36** | 0.00 |
| LINN | 0.13 | 0.12 | 0.22 | 0.58 | 2.37*** | 0.00 | -4.72*** | 0.00 |

منبع یافته‌های تحقیق (** و *** به‌ترتیب معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد)
Source: research findings (** and *** are significant at 5 and 1 percent level)

نتایج جدول (۲) نشان داد که تمامی متغیرهای مدل در سطح یک درصد نامانا بوده و تفاضل مرتبه اول آن در سطح یک درصد مانا است.

نتایج مطالعات گذشته نشان داد تخمین مدل در حالت نامانا بودن متغیرها منجر به ایجاد رگرسیون کاذب در مدل می‌شود که جهت جلوگیری از اتکا به رگرسیون کاذب، روش‌های تفاضل‌گیری و آزمون هم‌انباشتگی استفاده می‌شود.

در این مطالعه برای بررسی آزمون هم‌انباشتگی در مدل از روش ارائه شده توسط Kao استفاده گردید. فرضیه صفر در این آزمون، عدم وجود هم‌انباشتگی یا رابطه بلندمدت است. نتایج آماره t در آزمون Kao در جدول (۳) به تفکیک هر سه شاخص آلودگی نشان داده شده است.

جدول ۳- نتایج آزمون Kao به تفکیک برای سه مدل $CO_2$، $N_2O$ و $CH_4$
Table 3. Results of Kao test separately for three models $CO_2$, $N_2O$ and $CH_4$

| انتشار آلودگی Emissions | آماره Statistic | مقدارآماره t t- statistic | احتمال Prob |
|---|---|---|---|
| $CO_2$ | ADF | 1.69** | 0.04 |
| $N_2O$ | ADF | 1.70** | 0.04 |
| $CH_4$ | ADF | -1.62** | 0.049 |

منبع: یافته های تحقیق (** معنی‌داری در سطح ۵ درصد می‌باشد)
Source: research findings (** is significant at 5 percent level)

[ Downloaded from ame.sanru.ac.ir on 2024-09-17 ]
[ DOI: 10.61186/ame.1.1.30 ]

با توجه به نتایج آزمون Kao در جدول (۳) مقدار آماره ADF برای هرسه شاخص آلودگی در سطح اطمینان ۵ درصد کاملاً معنی‌دار می‌باشد. بنابراین، با توجه به نتایج آزمون کائو وجود رابطه بلندمدت میان سه شاخص $CO_2$، $N_2O$ و $CH_4$ و سایر متغیرهای مدل مورد تأیید قرار گرفته است. به‌بیان دیگر، فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود هم‌انباشتگی یا رابطه بلندمدت رد شده است. پس از اثبات وجود هم‌انباشتگی در مدل با استفاده از آزمون هم‌انباشتگی Kao به تخمین رابطه به‌روش DOLS پرداخته شد که نتایج برآورد آنها در جدول (۴) به تفکیک سه شاخص آلودگی ذکر شده است.

جدول ۴- نتایج به‌دست آمده از برآورد مدل به‌روش حداقل مربعات معمولی پویا (DOLS) به تفکیک هر سه شاخص آلودگی

Table 4. Results obtained from the estimation of the model using the Dynamic Ordinary Least Squares (DOLS) method, separately for all three pollution indicators

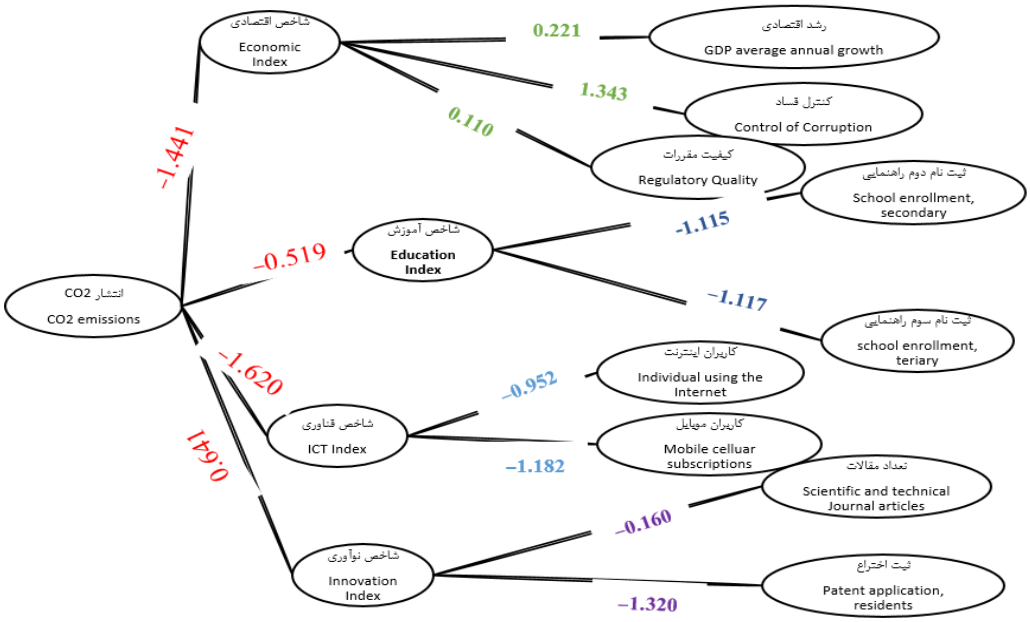
| $CH_4$ | | $N_2O$ | | $CO_2$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| آماره t<br>t statistic | مقدار ضریب<br>Coefficient | آماره t<br>t statistic | مقدار ضریب<br>Coefficient | آماره t<br>t- statistic | مقدار ضریب<br>Coefficient | متغیر<br>Variable | |
| -2.33 | -2.28** | -3.74 | -0.43*** | -2.11 | -0.52** | لگاریتم طبیعی زیرساخت‌های اطلاعات و ارتباطات | $LICT_{it}$ |
| -2.47 | -0.25** | -0.47 | -0.04 | -0.92 | -0.18 | لگاریتم طبیعی رژیم نهادی و اقتصادی | $LEIR_{it}$ |
| 1.50 | 0.22* | 1.79 | 0.24* | 2.09 | 0.60** | لگاریتم طبیعی آموزش و منابع انسانی | $LEHR_{it}$ |
| -3.34 | -1.54*** | -4.45 | -0.65*** | -5.40 | -1.69*** | لگاریتم طبیعی نوآوری | $LINN_{it}$ |
| $R^2$=98 | $R^2$=99 | $R^2$=98 | $R^2$=99 | $R^2$=9 | $R^2$=99 | | |

منبع: یافته‌های تحقیق (*، ** و *** معنی‌داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد می‌باشد)

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

با توجه به نتایج جدول (۴)، در هر سه مدل انتشار آلودگی، شاخص‌های فناوری اطلاعات و نوآوری اثر منفی و معنی‌داری بر انتشار آلودگی داشته است. همچنین، شاخص آموزش برای هر سه شاخص آلودگی اثر مثبت معنی‌داری داشته است. و شاخص رژیم نهادی و اقتصادی تنها بر انتشار آلودگی $CH_4$ اثر معنی‌دار منفی داشته است. با توجه به این‌که متغیرها به‌صورت لگاریتمی برآورد شده‌اند، ضرایب نشان‌دهنده‌ی کشش بوده و در هر سه مدل برآورد شده بیشترین کشش مربوط به شاخص نوآوری بوده است.

اما همان‌طور که پیش‌تر نیز بیان شد در این تحقیق علاوه بر بررسی اثر شاخص‌های اقتصاد دانش‌بنیان بر انتشار آلودگی به کمک مدل‌سنجی برای کشورهای مورد بررسی، به بررسی اثرات شاخص‌های مذکور به کمک شبکه‌های عصبی مصنوعی برای کشور ایران نیز انجام گرفته است. شکل‌های (۶)، (۷) و (۸) نتایج شبکه‌های عصبی را به تفکیک سه شاخص آلودگی و جدول (۷) نتایج وزنی زیر شاخص‌ها به کمک شبکه‌های عصبی را نشان می‌دهند.

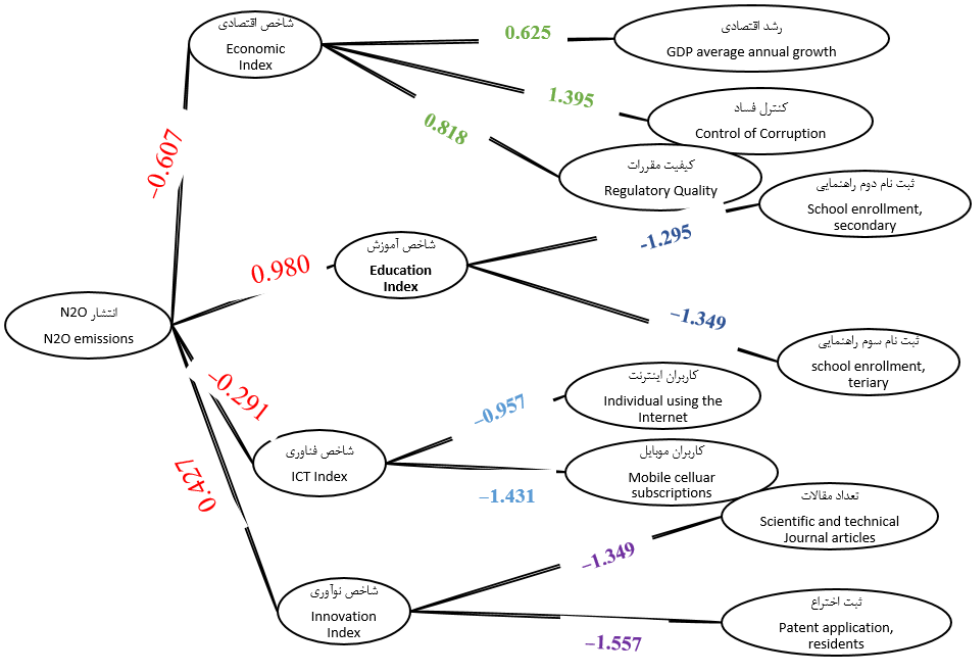



شکل ۶- اثر شاخص‌های کلی به‌همراه زیر شاخص‌های اقتصاد دانش‌بنیان بر انتشار $CO_2$ (منبع: یافته‌های تحقیق)

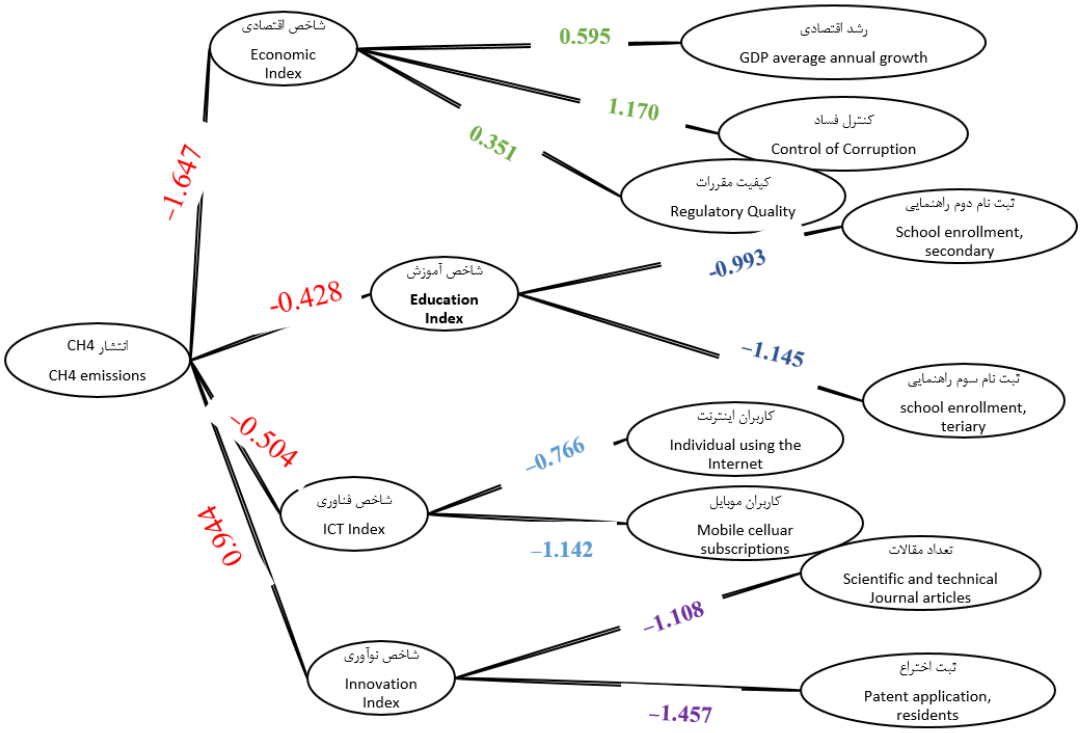
Figure 6. The effect of general indicators along with sub-indices of knowledge-based economy on $CO_2$ emissions (Source: Research findings)

[ Downloaded from ame.sanru.ac.ir on 2024-09-17 ]

[ DOI: 10.61186/ame.1.1.30 ]




شکل ۷- اثر شاخص‌های کلی به همراه زیر شاخص‌های اقتصاد دانش‌بنیان بر انتشار $N_2O$ (منبع: یافته‌های تحقیق)
Figure 7. The effect of general indicators along with sub-indices of knowledge-based economy on $N_2O$ emissions (Source: Research findings)




شکل ۸- اثر شاخص‌های کلی به همراه زیر شاخص‌های اقتصاد دانش‌بنیان بر انتشار $CH_4$ (منبع: یافته‌های تحقیق)
Figure 8. The effect of general indicators along with sub-indices of knowledge-based economy on $CH_4$ emissions (Source: Research findings)

[ Downloaded from ame.sanru.ac.ir on 2024-09-17 ]
[ DOI: 10.61186/ame.1.1.30 ]

جدول ۵- نتایج وزنی از برآورد مدل با استفاده از شبکه عصبی به تفکیک انتشار آلودگی برای کشور ایران
Table 5. The weighted results from the model estimation using the neural network by the distribution of pollution for the country of Iran

| انتشار $N_2O$ $N_2O$ emissions | انتشار $CH_4$ $CH_4$ emissions | انتشار $CO_2$ $CO_2$ emissions | زیر شاخص‌ها Sub-indexes | | شاخص اصلی The main indicator |
|---|---|---|---|---|---|
| -0.379 | -0.980 | -0.318 | (GDP average annual growth) | رشد اقتصادی | شاخص اقتصادی Economic Index |
| -0.846 | -1.927 | -1.935 | (Control of Corruption) | کنترل فساد | |
| -0.496 | -0.578 | -0.158 | (Regulatory Quality) | کیفیت مقررات | |
| -1.629 | 0.425 | 0.578 | (School enrollment, secondary) | ثبت نام دوم راهنمایی | شاخص آموزشی Education Index |
| -1.322 | 0.490 | 0.579 | (School enrollment, teriary) | ثبت نام سوم راهنمایی | |
| 0.278 | -0.386 | 1.542 | (Individual using the Internet) | کاربران اینترنت | شاخص فناوری ICT Index |
| 0.416 | -0.575 | 1.914 | (Mobile celluar subscriptions) | کاربران موبایل | |
| -0.576 | -1.045 | -0.743 | (Scientific and technical Journal articles) | تعداد مقالات | شاخص نوآوری Innovation Index |
| -0.664 | -1.375 | -0.846 | (Patent application, residents) | ثبت اختراع | |

مأخذ: یافته‌های تحقیق

Source: research findings

با توجه به جدول (۵) شاخص‌های اقتصادی و نوآوری اثر منفی بر میزان انتشار گاز $CO_2$ داشته است و در بین این شاخص‌ها، زیر شاخص کنترل فساد اثر منفی بیشتر و زیرشاخص کیفیت مقررات اثر منفی کوچکتری بر میزان انتشار آن داشته است. شاخص‌های آموزش و فناوری اثر مثبت بر میزان انتشار گاز $CO_2$ داشته است که در بین آنها زیر شاخص کاربران موبایل اثر مثبت بزرگتر و زیر شاخص ثبت‌نام کنندگان دوم راهنمایی کوچکترین اثر را داشته است.

در انتشار آلودگی $CH_4$ شاخص‌های اقتصادی، فناوری و نوآوری اثر منفی بر انتشار آلودگی داشته و شاخص آموزش اثر مثبت بر میزان انتشار $CH_4$ داشته است. همچنین زیر شاخص کنترل فساد در بین این شاخص‌ها، اثر منفی بزرگتری بر میزان انتشار داشته است.

همچنین نتیجه روش شبکه‌های عصبی برای انتشار $N_2O$ نشان داد که شاخص‌های اقتصادی، آموزشی و نوآوری اثر منفی و شاخص فناوری اثر مثبت بر میزان انتشار $N_2O$ داشته است که در بین آنها نیز زیر شاخص ثبت‌نام سوم راهنمایی اثر منفی بزرگتری بر میزان انتشار $N_2O$ داشته است و کمترین اثر مربوط به زیرشاخص رشد اقتصادی بوده است.

## نتیجه‌گیری کلی

در عصر امروز رشد اقتصادی مهم‌ترین معیار موفقیت نظام‌های اقتصادی برای دستیابی به رفاه و توسعه‌ی اقتصادی تلقی می‌شود. ارتقا و پیشبرد پایداری رشد اقتصادی مستلزم افزایش در سه عامل اصلی تولید یعنی سرمایه فیزیکی، سرمایه انسانی و سرمایه طبیعی است. سرمایه طبیعی و به‌طور خاص کیفیت محیطزیست، بنیانی برای رشد و رفاه یک جامعه است. پیامدهای چنین رشد و توسعه‌ای استفاده از منابع و طبیعت با چنان سرعتی است که توانایی بازسازی منابع تجدیدپذیر را کاهش داده و سبب انتشار حجم بیشتری از آلاینده‌ها شود. حال اقتصاد دانش‌بنیان یکی از مباحث مهمی است که اخیراً در کشورهای جهان مطرح شده است که با بهره‌گیری و استفاده از قابلیت‌های آن اثری مثبتی در راهکارها زمینه حفاظت از محیط زیست چه در کشورهای توسعه یافته و چه در کشورهای درحال توسعه را شاهد خواهیم بود. با توجه به این مسئله مهم، تحقیق حاضر به بررسی اثر ۴ شاخص اقتصادی، نوآوری، آموزش و فناوری معرفی شده توسط بانک جهانی که یکی از متداول‌ترین شاخص‌های معرفی شده در اقتصاد دانش‌بنیان می‌باشد، به بررسی اثر سه شاخص کیفیت محیط زیست (شامل انتشار $CO_2$، $N_2O$ و $CH_4$) در بین ۸ کشور در حال توسعه‌ی اسلامی دی ۸ (D8) پرداخته شد. اطلاعات این کشورها طی سال‌های ۲۰۰۰ الی ۲۰۱۹ جمع‌آوری گردید و سپس به کمک داده‌های پانل و مدل حداقل مربعات معمولی پویا نتایج برآورد شد.

نتایج این تحقیق نشان داد که در هر سه مدل انتشار آلودگی، شاخص فناوری اطلاعات و نوآوری اثر منفی معنی‌داری بر انتشار آلودگی داشته است. به‌عبارت دیگر استفاده بیشتر از فناوری اطلاعات و نوآوری منجر به کاهش انتشار آلودگی می‌شود. البته لازم به توضیح است که اثر فن‌آوری اطلاعات بر انتشار آلودگی هم می‌تواند اثر مثبت و هم اثر منفی بر انتشار آلودگی داشته باشد که به‌طور کامل در قسمت مبانی نظری تحقیق بیان شده است. بنابراین، با توجه به اثر منفی شاخص فن‌آوری بر انتشار آلودگی می‌توان بیان داشت که فناوری اطلاعات و ارتباطات باعث تسهیل در ارتباطات و تسریع در امور انسانی می‌شود و لذا در نهایت نیاز جوامع را به مواد طبیعی موجود در محیطزیست کاهش می‌دهد و این اثر منفی شاخص فناوری بر انتشار آلودگی در مطالعه‌ی (Asongu et al., 2017; Danish et al., 2019; Park et al., 2018; Zhang & Liu, 2015) نیز دیده شده است.

با توجه به نتایج، اثر شاخص نوآوری بر انتشار آلودگی منفی بوده است که نشان‌دهنده‌ی اثر مثبت نوآوری‌ها به‌ویژه نوآوری‌های سبز بر کاهش انتشار آلاینده‌ها و زباله‌های تولید شده می‌باشد که این ارتباط منفی نوآوری و انتشار آلودگی در مطالعات (Darbidi et al., 2020; Fernández et al., 2018; Hashmi & Alam, 2019; Zhang et al., 2018; Lotfalipour et al., 2017 ؛Zhu et al., 2020) نیز مشاهده شده است.

همچنین نتایج نشان داد که در هر سه شاخص آلودگی اثر آموزش بر انتشار آلودگی مثبت بوده است. از آنجایی‌که شاخص آموزش نیز دارای رویکردی دو جانبه بر انتشار آلودگی است یعنی هم می‌تواند اثر مثبت بر انتشار آلودگی داشته باشد و هم اثر منفی داشته باشد. این موضوع به‌طور کامل در مبانی نظری تحقیق بیان شده است، لذا اثر مثبت این شاخص بر آلودگی می‌تواند ناشی از آن باشد که با افزایش نرخ باسوادی و آموزش، افراد تحت تأثیر تبلیغات رسانه‌ای تقاضا برای کالاهای مادی افزایش یافته که پیامد آن گسترش فرهنگ پدیده مصرف‌گرایی و انتشار بیشتر آلاینده‌های محیطزیستی می‌باشد.

[ Downloaded from ame.sanru.ac.ir on 2024-09-17 ]

[ DOI: 10.61186/ame.1.1.30 ]

Atrkar Roshan & Fathi, و Lotfalipour et al., (2017) (2017) نیز در مطالعات خود به ارتباط مثبت بین شاخص آموزش و انتشار آلودگی اشاره نمودند.

علاوه بر نتایج مدل‌سنجی نتایج شبکه‌های عصبی که برای کشور ایران انجام شده است نشان داد که در هر سه انتشار آلودگی، شاخص‌های اقتصادی و نوآوری اثر منفی بر میزان انتشار داشته است که در بین آن‌ها زیرشاخص کنترل فساد اثر بزرگتری داشته است که نشان دهنده‌ی اهمیت کنترل فساد برای کاهش میزان انتشار آلودگی در ایران می‌باشد. لذا با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از مدل‌سنجی و شبکه‌های عصبی پیشنهادهای زیر ارائه می‌گردد:

– با توجه به اثر منفی شاخص فناوری بر انتشار آلودگی پیشنهاد می‌شود با افزایش سرمایه‌گذاری در صنعت فناوری اطلاعات و ارتباطات زمینه‌های کاهش هزینه‌های نسبی تولید انرژی‌های تجدیدپذیر و افزایش بهره‌وری و کاهش شدت انرژی فراهم شود.

– در خصوص اثر منفی شاخص نوآوری بر انتشار آلودگی نیز پیشنهاد می‌شود از نوآوری‌هایی سبز که اثر منفی بر انتشار آلایندگی دارد بیشتر استفاده شود و در این گونه نوآوری سرمایه‌گذاری لازم اتخاذ شود.

– با توجه به اثر مثبت شاخص آموزش بر انتشار الودگی پیشنهاد می‌شود سطح آموزش‌های عمومی محیطزیستی با تأکید بر آموزش‌های مدرسه‌ای در ایران و سایر کشورهای عضو دی ۸ ارتقا یافته و مطالب مربوط به اهمیت محیطزیست و حفظ کیفیت آن، در کتب درسی کلیه مقاطع تحصیلی اعم از مدرسه و دانشگاه‌ها گنجانده شود.

– نتایج نشان داد شاخص رژیم نهادی و اقتصادی در هر سه شاخص انتشار آلودگی اثر منفی بر انتشار دارد اما علی‌رغم ارتباط منفی با انتشار آلودگی، تنها در انتشار آلودگی $CH_4$ اثر منفی معنی‌دار داشته است و در دو شاخص دیگر معنی‌دار نشده است. اما با توجه به اینکه این شاخص از زیرشاخص‌های کیفیت مقررات، کنترل فساد و رشد اقتصادی به‌دست امده، و نتایج شبکه‌های عصبی برای ایران نیز این ارتباط منفی را تأیید کرده است. لذا پیشنهاد می‌شود کشورها بخصوص کشور ایران، توجه بیشتر و مدیریت صحیح‌تر درکنترل فساد و کیفیت مقررات و بالا بردن رشد اقتصادی کشور خود را جهت کاهش انتشار آلودگی مدنظر قرار دهد.

## منابع

Asongu, S. A., Le Roux, S., & Biekpe, N. (2017). Environmental degradation, ICT and inclusive development in Sub-Saharan Africa. *Energy Policy*, *111*, 353-361.

Atrkar Roshan, S., & Fathi, Z. (2017). The study of education effects and their comparison on the environment pollution at the different educational levels in selected MENA countries. *Journal of Environmental Science and Technology*, *19*(1), 169-180 (In Persian).

Azizi, F., & Moradi, F. (2018). 08 Calculating the index and sub-indices of knowledge-based economy for Iran. *Journal of Economic Research and Policies*, *26*(85), 243-270 (In Persian).

Baltagi, B. H. (2005). Econometric analysis of panel data, John Wiley and Sons Ltd. *West Sussex*, England.

Behbodi, D., Mirani, N., & Moharam Judi, N. (2015). Investigation the effect of dimension of the knowledge-based economy (KBE) on output growth in Iran by using gravitational search algorithm and firefly algorithm. *Iranian Economic Development Analyses*, *3*(3), 65-93 (In Persian).

Bimonte, S. (2002). Information access, income distribution, and the environmental kuznets curve. *Ecological economics*, *41*(1), 145-156.

Bölük, G., & Mert, M. (2014). Fossil and renewable energy consumption, GHGs (greenhouse gases) and economic growth: Evidence from a panel of EU (European Union) countries. *Energy*, *74*, 439-446.

Brännlund, R., Ghalwash, T., & Nordström, J. (2007). Increased energy efficiency and the rebound effect: Effects on consumption and emissions. *Energy economics*, *29*(1), 1-17.

Cheah, I., & Phau, I. (2011). Attitudes towards environmentally friendly products: The influence of ecoliteracy, interpersonal influence and value orientation. *Marketing Intelligence & Planning*, *29*(5), 452-472.

Danish Khan, N., Baloch, M. A., Saud, S., & Fatima, T. (2018). The effect of ICT on CO2 emissions in emerging economies: Does the level of income matters? *Environmental Science and Pollution Research*, *25*, 22850-22860.

Danish Zhang, J., Wang, B., & Latif, Z. (2019). Towards cross-regional sustainable development: The nexus between information and communication technology, energy consumption, and CO2 emissions. *Sustainable Development*, *27*(5), 990-1000.

Darbidi, M., Delangizan, S., Fatahi, S., & Karimi, M. S. (2020). Impact of innovation on pollution emission of iranian provinces in the framework of environmental kuznets curve (spatial econometric approach). *Quarterly Journal of Applied Theories of Economics*, *7*(3), 71-98 (In Persian).

Demuth, H., Beale, M., & Hagan, M. (1992). Neural network toolbox. *For Use with MATLAB. The Math Works Inc*, 2000.

Farzin, Y. H., & Bond, C. A. (2006). Democracy and environmental quality. *Journal of Development Economics*, *81*(1), 213-235 (In Persian).

Fernández, Y. F., López, M. F., & Blanco, B. O. (2018). Innovation for sustainability: the impact of R&D spending on CO2 emissions. *Journal of Cleaner Production*, *172*, 3459-3467.

Fegheh Majidi, A. & Ebrahimi, S. (2014). Applied panel data economicetrics (using eviews), *Noor Alam Publications*. First Edition. 175 p. (In Persian).

Fotros, M. H., Aghazadeh, A., & Jabraili, S. (2012). Impact of economic growth on the consumption of renewable energy: A comparative study of selected OECD and Non-OECD (Including Iran) countries. *Journal of Economic Research and Policies*, *19*(60), 81-98.

[ Downloaded from ame.sanru.ac.ir on 2024-09-17 ]

[ DOI: 10.61186/ame.1.1.30 ]

Gani, A. (2013). The effect of trade and institutions on pollution in the Arab countries. *Journal of International Trade Law and Policy*, *12*(2), 154-168.
Harvey, R. L. (1994). Neural network principles. Prentice-Hall, Inc.
Hashmi, R., & Alam, K. (2019). Dynamic relationship among environmental regulation, innovation, CO2 emissions, population, and economic growth in OECD countries: A panel investigation. *Journal of Cleaner Production*, *231*, 1100-1109.
Hettige, H., Huq, M., Pargal, S., & Wheeler, D. (1996). Determinants of pollution abatement in developing countries: Evidence from south and southeast Asia. *World development*, *24*(12), 1891-1904.
Jafariparvizkhanlou, K., Paytkhati Oskoei, S. A., & Azali, R. (2021). Investigating the impact of ICT and economic growth on environmental pollution: Case study of persian gulf countries. *The Journal of Economic Studies and Policies*, 8(1), 111-138 (In Persian).
Jorgenson, A. K. (2003). Consumption and environmental degradation: A cross-national analysis of the ecological footprint. *Social Problems*, *50*(3), 374-394.
Kao, C. (1999). Spurious regression and residual-based tests for cointegration in panel data. *Journal of Econometrics*, *90*(1), 1-44.
Kao, C., & Chiang, M.-H. (2001). On the estimation and inference of a cointegrated regression in panel data. *In Nonstationary panels, panel cointegration, and dynamic panels* (179-222). Emerald Group Publishing Limited.
Lotfalipour, M.R., Bagherpour, A., & Asadimanesh, R. (2017).The effect of knowledge-based economy on environmental quality in Iran. The first national conference on modern management studies in Iran, September 2016 (In Persian).
Lennerfors, T. T., Fors, P., & van Rooijen, J. (2015). ICT and environmental sustainability in a changing society: The view of ecological world systems theory. *Information Technology & People*, *28*(4), 758-774.
Madah, M., & Abdollahi, M. (2012). Effect of institutions quality on environment pollution based on kuznets curve using static and dynamic panel data (Case study: Members of organization of the Islamic conference). *Iranian Energy Economics*, *2*(5), 171-186 (In Persian).
Mahmoodi, M., Damankeshide, M., & Nessabian, S. (2021).) The effects of knowledge-based economy index on the economic growth of Islamic countries (Martin barrow test model).
Mirfakhraddiny, S. H., Babaei Meybodi, H., & Morovati Sharifabadi, A. (2021). Forecast consumption energy of Iran using hybrid model of artificial neural networks and genetic algorithms and compared with traditional methodes. *Management Research in Iran*, *17*(2), 196-222 (In Persian).
Park, Y., Meng, F., & Baloch, M. A. (2018). The effect of ICT, financial development, growth, and trade openness on CO2 emissions: An empirical analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, *25*, 30708-30719.
Princen, T. (2001). Consumption and its externalities: Where economy meets ecology. *Global Environmental Politics*, *1*(3), 11-30.
Schalkoff, R. J. (1997). Artificial neural networks. McGraw-Hill Higher Education.
Shabani, Z. D., & Shahnazi, R. (2019). Energy consumption, carbon dioxide emissions, information and communications technology, and gross domestic product in Iranian economic sectors: A panel causality analysis. *Energy*, *169*, 1064-1078.
Sharma, S., Lingras, P., Xu, F., & Kilburn, P. (2001). Application of neural networks to estimate AADT on low-volume roads. *Journal of Transportation Engineering*, *127*(5), 426-432.
Širá, E., Vavrek, R., Kravčáková Vozárová, I., & Kotulič, R. (2020). Knowledge economy indicators and their impact on the sustainable competitiveness of the EU countries. *Sustainability*, *12*(10), 4172.
Stock, J. H., & Watson, M. W. (1993). A simple estimator of cointegrating vectors in higher order integrated systems. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 783-820.
World Bank. (2008). Measuring knowledge in the worlds economies, knowledge for development, World bank institute. The World Bank's Knowledge Assessment Methodology. available at: www.worldbank.org/kam.
World Bank. (2012). Knowledge Assessment Metodology (KAM), World bank institute. available at: www.worldbank.org/kam.
World Bank. (2019). Knowledge Assessment Methodology (KAM), World bank institute. available at: www.worldbank.org/kam.
Zaied, Y. B. (2013). Long run versus short run analysis of climate change impacts on agriculture. Economic Research Forum Working Papers.
Zhang, C., & Liu, C. (2015). The impact of ICT industry on CO2 emissions: A regional analysis in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *44*, 12-19.
Zhang, J., Chang, Y., Zhang, L., & Li, D. (2018). Do technological innovations promote urban green development?—A spatial econometric analysis of 105 cities in China. *Journal of Cleaner Production*, *182*, 395-403.
Zhang, L., Wang, Z., Zhou, W., Yang, X., Zhao, S., & Li, Q. (2022). GOSAT mapping of global greenhouse gas in 2020 and 2021. *Atmosphere*, *13*(11), 1814.
Zhu, Y., Wang, Z., Yang, J., & Zhu, L. (2020). Does renewable energy technological innovation control China's air pollution? A spatial analysis. *Journal of Cleaner Production*, *250*, 119515.

[ Downloaded from ame.sanru.ac.ir on 2024-09-17 ]
[ DOI: 10.61186/ame.1.1.30 ]