

رابطه علیت بین رشد اقتصادی و آلودگی هوا

مرتضی حسن شاهی^۱ زهرا نیکوبخت^۲

۱- عضو هیات علمی، گروه اقتصاد و مدیریت دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان، ارسنجان، ایران

hasanshahi@iaua.ac.ir

۲- عضو هیات علمی، گروه اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دهقان

چکیده:

یکی از مسائلی که در دنیای کنونی جلب توجه کرده، خطرات ناشی از آلودگی‌های محیط زیست است، که از پیامدهای رشد اقتصادی محسوب می‌شود. هدف این مطالعه ارزیابی رابطه رشد اقتصادی و آلودگی هواست. روش مورد استفاده روش همبستگی و متغیرهای پژوهش شامل رشد اقتصادی، مخارج دولت، درجه باز بودن اقتصاد، موجودی سرمایه، جمعیت، صدور مواد آلاینده و دی‌اکسیدکربن CO₂ مربوط به دوره زمانی ۱۳۵۶ تا ۱۳۸۹ برای اقتصاد ایران است. نتایج نشان می‌دهد که رابطه دو طرفه بین رشد اقتصادی و آلودگی هوا وجود دارد. همچنین، بین متغیرهای منتخب موثر بر آلودگی هوا، رشد اقتصادی بیش‌ترین تاثیر را دارد.

واژه‌های کلیدی: رشد اقتصادی، انتشار CO₂، کیفیت محیط زیست (آلودگی هوا)

F₄₃, K₃₂

واژه های کلیدی: کیفیت محیط زیست CO₂ رشد اقتصادی (آلودگی هوا)

مقدمه

انتشار دی‌اکسیدکربن طی قرن گذشته به دلیل فعالیت‌های بشر (رشد و توسعه اقتصادی در قرن نوزدهم و در نتیجه افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی) به طور فزاینده‌ای افزایش یافته است. افزایش رشد اقتصادی، فشار فزاینده‌ای را بر منابع زیست‌محیطی وارد می‌کند. افزایش مصرف فرآورده‌های نفتی، گاز طبیعی و برق به عنوان عوامل تولید، در افزایش آلودگی‌ها، روند رو به افزایش گرم شدن کره زمین و تغییرات اقلیمی که از مهم‌ترین دلواپسی‌های انسان در دو دهه اخیر بوده است، نقش اساسی دارند. بنابراین، در این پژوهش سعی داریم رابطه رشد اقتصادی و آلودگی هوا را بررسی کنیم.

مبانی نظری پژوهش

در این مطالعه، از آزمون علیت هیسائو، که براساس منحنی کوزنتس پایه گذاری شده است، استفاده کرده‌ایم. آزمون استاندارد علت گرنجری حساسیت فراوانی نسبت به انتخاب طول وقفه دارد، به طوری که طول وقفه‌های مختلف، معمولاً نتایج متفاوتی به دنبال دارد. اما هیسائو^۱ (۱۹۸۱) برای حل این مشکل، یک روش خود توضیح برای انتخاب طول وقفه بهینه برای هر کدام از متغیرها ارائه داده است. اساس هر دو روش منحنی زیست محیطی کوزنتس است.

مفهوم منحنی کوزنتس

سیمون کوزنتس (۱۹۵۵) در مطالعه‌ای با عنوان رشد اقتصادی و نابرابری درآمد، منحنی U معکوس معروف به کوزنتس را برای اولین بار مطرح کرد. به عقیده وی، در مسیر توسعه اقتصادی، رابطه بین درآمد سرانه و توزیع درآمد، به شکل U معکوس است. به طوری که بر اساس این فرضیه در مراحل اول توسعه اقتصادی، هم‌زمان با افزایش درآمد سرانه، نابرابری توزیع درآمد افزایش و پس از رسیدن به سطح معین یا نقطه برگشت، نابرابری توزیع درآمد به تدریج کاهش می‌یابد. در دهه ۱۹۹۰، با مشاهده شواهدی مبنی بر وجود رابطه بین شاخص‌های تخریب محیط زیست و درآمد سرانه به صورت U معکوس، منحنی کوزنتس در مطالعات مربوط به محیط زیست نیز وارد شد.

پیشینه پژوهش

گروسمن و کروگر (۱۹۹۳) یک رابطه U معکوس بین آلودگی و درآمد سرانه پیدا کردند. اما دی بروین^۲ و همکاران (۱۹۹۸) به این نتیجه رسیدند که در دراز مدت رابطه U معکوس وجود ندارد و تنها در مراحل اولیه رشد اقتصادی چنین رابطه‌ای وجود دارد، که بعد از یک سطح معین درآمد، یک نقطه برگشتی جدید وجود دارد که به ایجاد یک رابطه N شکل منجر می‌شود. به این معنی که خسارات زیست محیطی دوباره در سطوح بالای رشد اقتصادی آشکار می‌شود. آنرو^۳

^۲- De Bruyn

^۳- Unruh

^۱- Hisiao.

مدل پژوهش و روش برآورد

در این مطالعه، از مدل علیت همسائو استفاده شده است. این مدل رشد اقتصادی را تابعی از کیفیت زیست محیطی در نظر می‌گیرد. $y = F(x)$
 $x = F(y)$
 در این رابطه، X بیانگر میزان آلودگی‌ها و y بیانگر رشد اقتصادی است. در توجیه مبنای علمی رابطه بالا گفته می‌شود که هم‌زمان با رشد اقتصادی (چون مصرف سوخت‌های فسیلی افزایش می‌یابد)، آلودگی هوا افزایش خواهد یافت. از طرف دیگر، خسارات ناشی از افزایش آلودگی (مانند: افزایش بیماری‌ها و کاهش کارایی افراد) باعث کاهش رشد اقتصادی می‌شود.

معادلات بالا را می‌توان به شکل یک معادله علیت و مدل بردارهای اتورگرسیون زیر نوشت.

$$(1-L) \begin{bmatrix} y_t \\ x_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \end{bmatrix} + \sum_{i=1}^p (1-L) \begin{bmatrix} \beta_{11i} & \beta_{12i} \\ \beta_{21i} & \beta_{22i} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{t-1} \\ x_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{bmatrix} \quad (1)$$

یا

$$y = \alpha + \beta x + z \quad (2)$$

که در آن:

$$X = \begin{bmatrix} y_{t-1} \\ x_{t-1} \end{bmatrix}, Z = \begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{bmatrix}, (1-L) \begin{bmatrix} y_t \\ x_t \end{bmatrix} = y, \alpha = \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \beta_{11i} & \beta_{12i} \\ \beta_{21i} & \beta_{22i} \end{bmatrix} = \beta$$

در حالت برعکس، کیفیت زیست محیطی را تابعی از متغیر رشد در نظر می‌گیریم. برای اجرای

و موماو^۱ (۱۹۹۸)، فرضیه عدم ارتباط بین آلودگی هوا و رشد اقتصادی را در ۱۶ کشور رد نکردند. هم‌زمان دی بروین و همکاران (۱۹۹۸) در مطالعه‌ای که بر روی چهار کشور هلند، انگلیس، آمریکا و آلمان در سال‌های ۱۹۶۰ تا ۱۹۹۳ انجام دادند، فرضیه عدم ارتباط بین رشد اقتصادی و انتشار آلودگی (ناشی از گازهای CO_2 , NO_x و SO_2) را رد نکردند. اگرس و چاپمن^۲ (۱۹۹۹)، با یک روش پویا، فرضیه یاد شده را در ۳۴ کشور در سال‌های ۱۹۷۱ تا ۱۹۸۹ رد کردند. فرید و گترنر^۳ (۲۰۰۲)، یک رابطه N شکل بین رشد اقتصادی و آلودگی مشاهده کردند. مورتی^۴ و همکاران (۲۰۰۶)، با استفاده از یک مدل چند بخشی، در دوره زمانی ۳۵ ساله در کشور هند نتیجه گرفتند که بین کاهش انتشار CO_2 و فقر، رابطه مستقیم وجود دارد. همچنین، جیانگ^۵ و همکاران (۲۰۰۸)، اولوسگان^۶ (۲۰۰۹)، لین و اسمیت^۷ (۲۰۰۹)، ایواتا^۸ و همکاران (۲۰۰۹)، آنیسچاریکو^۹ و همکاران (۲۰۰۹)، آرمن و زارع (۱۳۸۴)، برقی اسکویی (۱۳۸۷)، آماده و همکاران (۱۳۸۶)، نصراللهی و غفاری گولک (۱۳۸۸) و عرب مازار و صداقت پرست (۱۳۸۹) در پژوهش‌های مشابهی به تخمین منحنی زیست محیطی کوزنتس پرداختند.

1- Moomaw
 2- Agras and Chapman
 3- Friedl and Getzner
 4- Murthy
 5- Jiang
 6- Olusegun
 7- Lean and Smyth
 8- Iwata
 9- Annicchiarico

مربعات پسماند، m^* طول وقفه بهینه (وقفه‌ای که FPE را حداقل کند) است. در مرحله بعد برای تعیین وقفه‌های X از معادله رگرسیونی زیر استفاده می‌شود.

$$y_t = \alpha + \sum_{i=1}^{m^*} \beta_i y_{t-i} + \sum_{j=1}^n \gamma_j x_{t-j} + \varepsilon_{2t} \quad (5)$$

سپس، معیار خطای نهایی پیش‌بینی برای هر معادله رگرسیونی به روش زیر محاسبه می‌شود:

$$FPE(m^*, n) = \frac{T + m^* + n + 1}{T - m^* - n - 1} \cdot \frac{SSR(m^*, n)}{T} \quad (6)$$

وقفه بهینه متغیر X ، وقفه‌ای است که، معیار خطای نهایی پیش‌بینی (FPE) را حداقل کند. در آزمون علیت همپایه، $FPE(m^*)$ با $FPE(m^*, n^*)$ مقایسه می‌شود.

اگر $FPE(m^*)$ کوچکتر از $FPE(m^*, n^*)$ باشد x علت y نیست و اگر $FPE(m^*)$ بزرگتر از $FPE(m^*, n^*)$ باشد x علت y است. در آزمون همپایه باید تمامی متغیرها پایا باشند. در صورت ناپایایی متغیرها باید از تفاضل پایای آن‌ها استفاده کرد.

داده‌ها و نتایج تجربی

برای تفکیک اثر متغیرهای زیست محیطی، متغیرهای مهم موثر بر رشد اقتصادی به شکل زیر وارد مدل شده اند.

CO₂: سرانه انتشار دی‌اکسیدکربن (تن)،
رشد GDP (GDP): تولید ناخالص داخلی (میلیارد

مدل همپایه نیاز به آگاهی از وقفه بهینه X, Y داریم که به ترتیب با m^* و n^* نشان می‌دهیم. و با استفاده از معیار خطای پیش‌بینی‌های آکائیک FPE¹، مقادیر "خطای نهایی پیش‌بینی با وقفه بهینه Y که با نماد $FPE(m^*)$ نشان داده می‌شود" و "خطای نهایی پیش‌بینی با وقفه بهینه X, Y که با نماد $FPE(n^*, m^*)$ نشان داده می‌شود" را محاسبه می‌کنیم.

در مدل بالا برای تعیین طول وقفه، روش علیت گرنجر و "خطای پیش‌بینی نهایی" با یکدیگر ترکیب می‌شوند. در گام اول، طول وقفه برای X ($i=1, \dots, m$) در گام دوم طول وقفه Y ($j=1, \dots, n$) محاسبه می‌شود. در مرحله اول مجموعه‌ای از مدل‌های خود رگرسیونی به شکل زیر، به ترتیب تخمین زده می‌شود. بطوری که در معادله رگرسیون اول وقفه متغیر وابسته از یک شروع شده سپس، در رگرسیون بعدی یک وقفه اضافه می‌شود و این کار تا جایی که امکان‌پذیر است ادامه می‌یابد.

$$y_t = \alpha + \sum_{i=1}^m \beta_i y_{t-i} + \varepsilon_{1t} \quad (3)$$

در مرحله بعد، خطای نهایی پیش‌بینی (FPE) برای هر معادله رگرسیون به شکل زیر محاسبه می‌شود.

$$FPE(m) = \frac{T + m + 1}{T - m - 1} \cdot \frac{SSR(m)}{T} \quad (4)$$

که در آن T : حجم نمونه، SSR : مجموع

¹- Final Prediction Error (FPE).

جدول ۱ ارایه شده، نشان می‌دهد که متغیرهای رشد اقتصادی، دی‌اکسیدکربن، درجه باز بودن اقتصاد، موجودی سرمایه و مخارج دولت در سطح پایا نیستند؛ و متغیرهای جمعیت و میانگین صدور مواد آلاینده در سطح پایا هستند. بنابراین، استفاده از روش حداقل مربعات معمولی امکان‌پذیر نیست و بایستی از روش VAR استفاده شود.

دلار)، G: مخارج دولتی (میلیون دلار)، T: موجودی سرمایه (میلیون دلار)، OPEN: درجه باز بودن اقتصاد (نسبت مجموع صادرات و واردات به تولید ناخالص داخلی)، APO: میانگین صدور مواد آلاینده (تن) و POP: جمعیت (هزار نفر).

آزمون پایایی متغیرها

نتایج آزمون پایایی متغیرهای مدل که در

جدول ۱- نتایج آزمون پایایی متغیرها (آزمون فیلیپس پرون)

وضعیت	مقادیر بحرانی		فیلیپس پرون	متغیرها (به شکل لگاریتم)
	%۵	%۱		
ناپایا	-۹۶.۲	-۶۷.۳	-۲۹.۱	Γ_{GDP}
پایا	-۹۶.۲	-۶۷.۳	-۱۴.۳	تفاضل مرتبه اول Γ_{GDP}
ناپایا	-۹۶.۲	-۶۷.۳	-۹۹.۰	CO_2
پایا	-۹۶.۲	-۶۷.۳	-۸۴.۳	تفاضل مرتبه اول CO_2
پایا	-۵۶.۳	-۲۹.۴	-۰۱.۵	APO
ناپایا	-۹۶.۲	-۶۷.۳	-۷۰.۲	OPEN
پایا	-۹۶.۲	-۶۷.۳	-۰۲.۵	تفاضل مرتبه اول OPEN
ناپایا	-۶۲.۳	-۴۱.۴	-۱۳.۱	T
پایا	-۶۲.۳	-۴۱.۴	-۷.۵	تفاضل مرتبه اول T
ناپایا	-۵۷.۳	-۳۰.۴	-۱۱.۲	G
پایا	-۵۷.۳	-۳۰.۴	-۸۹.۳	تفاضل مرتبه اول G
پایا	-۹۶.۲	-۶۷.۳	-۹۵.۶	POP

منبع: محاسبات محقق

۱: ابتدا مدل زیر GDP با یک وقفه،

یعنی: $m=1$ برآزش و SSR^1 محاسبه شده است:

$$DLr_{GDP_t} = a + b \cdot DL r_{GDP_{t-1}} + e_t$$

سپس، FPE را با معادله زیر محاسبه کرده ایم.

$$FPE(m) = \frac{T + m + 1}{T - m - 1} \cdot \frac{SSR(m)}{T}$$

آزمون هم‌انباشتگی

نتایج آزمون هم‌انباشتگی نشان می‌دهد که بین

متغیرها رابطه هم‌انباشتگی وجود ندارد.

تعیین وقفه بهینه

الف- برای تعیین وقفه بهینه متغیر وابسته

مراحل زیر انجام شده است.

¹- Sum of Squared Resids.

می‌شود.

$$FPE(m^*, n) = \frac{T + m^* + n + 1}{T - m^* - n - 1} \cdot \frac{SSR(m^*, n)}{T}$$

($m^* = 4$) است. N : وقفه متغیر مستقل CO_2

است که ابتدا برابر یک است.

۲: سپس، مدل به شکل زیر تخمین زده

می‌شود:

$$dLr_{GDP_t} = a + b_1 dLr_{GDP_{t-1}} + b_2 dLr_{GDP_{t-2}} + b_3 dLr_{GDP_{t-3}} + b_4 dLr_{GDP_{t-4}} + b_5 dLCO_{2t-1} + b_6 dLCO_{2t-2} + e_t$$

یعنی متغیر CO_2 با دو وقفه تخمین زده

می‌شود و SSR و FPE محاسبه می‌شود.

۳: این مرحله تا ۴ وقفه تکرار می‌شود و هر

بار FPE محاسبه می‌شود. سپس، FPE را با هم

مقایسه نموده و وقفه مربوط به کوچک‌ترین FPE ،

به‌عنوان وقفه بهینه متغیر (متغیرهای) مستقل

منظور شده است. برای مثال، مقدار FPE برای

CO_2 در وقفه ۲ حداقل و برابر $0/001746$ است.

این مراحل را برای تک تک متغیرهای مستقل

انجام داده ایم. نتایج مربوط به سایر متغیرهای

مستقل فقط برای وقفه بهینه ارایه شده است. نتایج

مربوط به تمامی متغیرهای مستقل در جدول ۳

ارایه شده است. طبق جدول وقفه بهینه برای

صدور مواد آلاینده ($dLAPO$) برابر با ۵، برای

مخارج دولت (dLG) برابر با یک، برای موجودی

سرمایه (dLI) برابر با ۵، برای درجه باز بودن

اقتصاد ($dLOPEN$) برابر با ۴ و برای جمعیت

($dLPOP$) برابر با ۵ است.

۲: در مرحله بعد، مدل زیر برازش شده است

($m=2$) و دوباره FPE محاسبه شده است.

$$DLr_{GDP_t} = A + B_1 \cdot DLr_{GDP_{t-1}} + DLr_{GDP_{t-2}} + e_t$$

۳: تا ۵ وقفه این کار را تکرار و SSR و

FPE را محاسبه کرده ایم؛ و FPE ها را با هم

مقایسه نموده و وقفه مربوط به کوچکترین FPE ،

به‌عنوان وقفه بهینه متغیر وابسته منظور شده است.

نتایج در جدول ۲ ارایه شده است. طبق جدول ۲،

در وقفه ۴ مقدار FPE حداقل و معادل $0/001968$

است. پس وقفه ۴، وقفه بهینه است. یعنی رشد

اقتصادی از ۴ دوره گذشته خودش تأثیر می‌پذیرد.

جدول ۲- تعیین طول وقفه بهینه با متغیر وابسته

(رشد GDP)، مرحله اول

FPE(m)	SSR	تعداد وقفه
0/003443	0/091442	۱
0/002283	0/056045	۲
0/002160	0/049556	۳
0/1967..	0/042166	۴**
0/002100	0/042006	۵

** وقفه بهینه (طول وقفه که خطای پیش‌بینی نهایی را

حداقل می‌کند). منبع: محاسبات محقق

ب- برای تعیین طول وقفه بهینه متغیرهای

مستقل مراحل زیر انجام شده است.

۱: ابتدا مدل زیر تخمین زده می‌شود:

$$DLr_{GDP_t} = a + b_1 DLr_{GDP_{t-1}} + b_2 DLr_{GDP_{t-2}} + b_3 DLr_{GDP_{t-3}} + b_4 DLr_{GDP_{t-4}} + b_5 DLCO_{2t-1} + e_t$$

که در آن متغیرهای مستقل، شامل r_{GDP_t} با ۴

وقفه و CO_2 با وقفه‌های متفاوت هستند.

سپس، مانند قبل مجموع مجذور پسماندهای

مدل (SSR) و FPE طبق فرمول زیر محاسبه

جدول ۳- آزمون علیت هیسائو با متغیر وابسته r_{GDP} و سایر متغیرها (L علامت لگاریتم است)، مرحله دوم

FPE(m)	SSR	تعداد وقفه	مدل
--------	-----	------------	-----

۰/۰۰۲۱۰۷	۰/۰۴۲۱۳۷	(۴)-۱	$dLr_{GDP}=a. +dLr_{GDP}(۱ \text{ و } ۴)+dLCO_2(۱ \text{ و } ۱)+e_t$
۰/۰۰۱۷۴۶	۰/۰۳۲۵۶۲	(۴)*-۲**	$dLr_{GDP}=a. +dLr_{GDP}(۱ \text{ و } ۴)+dL CO_2(۱ \text{ و } ۲)+e_t$
۰/۰۰۱۸۷۲	۰/۰۳۲۵۰۹	(۴)-۳	$dLr_{GDP}=a. +dLr_{GDP}(۱ \text{ و } ۴)+dL CO_2(۱ \text{ و } ۳)+e_t$
۰/۰۰۲۰۱۰	۰/۰۳۲۴۶۵	(۴)-۴	$dLr_{GDP}=a. +dLr_{GDP}(۱ \text{ و } ۴)+dL CO_2(۱ \text{ و } ۴)+e_t$
۰/۰۰۰۸۳۹	۰/۰۱۲۵۸۶	(۴)*-۵**	$dLr_{GDP}=a. +dLr_{GDP}(۱ \text{ و } ۴)+dLAPO(۱ \text{ و } ۵)+e_t$
۰/۰۰۲۰۱۹	۰/۰۴۰۳۸۵	(۴)-۱**	$dLr_{GDP}=a. +dLr_{GDP}(۱ \text{ و } ۴)+dLG(۱ \text{ و } ۱)+e_t$
۰/۰۰۱۶۱۴	۰/۰۲۴۵۰۹	(۴)*-۵***	$dLr_{GDP} =a. +Ldr_{GDP}(۱ \text{ و } ۴)+dLI(۱ \text{ و } ۵)+e_t$
۰/۰۰۱۵۶۰	۰/۰۲۵۲۰۴	(۴)*-۴*	$dLr_{GDP}=a. +dLr_{GDP}(۱ \text{ و } ۴)+dLOPEN(۱ \text{ و } ۴)+e_t$
۰/۰۰۱۱۲۷	۰/۰۱۶۹۰۴	(۴)*-۵**	$dLr_{GDP}=a. +dLr_{GDP}(۱ \text{ و } ۴)+dLPOP(۱ \text{ و } ۵)+e_t$

**وقفه بهینه متغیر وابسته ** وقفه بهینه متغیرهای مستقل منبع: محاسبات محقق

مراحل بالا برای مدل با فرض CO_2 و APO به جدول ۴ ارایه شده است.
عنوان متغیرهای وابسته نیز انجام و نتیجه در

جدول ۴- تعیین طول وقفه بهینه با متغیر وابسته لگاریتم CO_2 ، مرحله اول

FPE(m)	SSR	تعداد وقفه
۰/۰۰۰۹۵۷۴	۰/۰۲۵۰۱۳۴	۱**
۰/۰۰۱۰۴۲	۰/۰۲۵۵۷۷۰	۲
۰/۰۰۱۰۹۱	۰/۰۲۵۰۲۹	۳
۰/۰۰۱۱۶۵	۰/۰۲۴۹۷۷	۴
۰/۰۰۱۱۹۳	۰/۲۳۸۷۴	۵

**وقفه بهینه منبع: محاسبات محقق

طبق جدول ۴ وقفه بهینه با متغیر وابسته دی‌اکسیدکربن ($dLCO_2$) برابر ۱ است.

جدول ۵- آزمون علیت هیسائو با متغیر وابسته LCO_2 و سایر متغیرها، مرحله دوم

FPE(m)	SSR	تعداد وقفه	مدل
۰/۰۰۰۸۷	۰/۰۱۷۴۰۹	(۱)*-۴**	$DLCO_2=a. +DLCO_2(۱ \text{ و } ۱)+DLr_{GDP}(۱ \text{ و } ۱)+e_t$
۰/۰۰۰۸۶	۰/۰۱۷۰۹۷	(۱)*-۱**	$DLCO_2=a. +DL CO_2(۱ \text{ و } ۱)+DLr_{GDP}(۱ \text{ و } ۱)+e_t$
۰/۰۰۰۷۴	۰/۰۱۸۱۲۹	(۱)*-۱**	$DLCO_2=a. +DL CO_2(۱ \text{ و } ۱)+dLI(۱ \text{ و } ۱)+e_t$
۰/۰۰۱۰۲۳	۰/۰۲۵۱۰۴	(۱)*-۱**	$DLCO_2=a. +DL CO_2(۱ \text{ و } ۱)+dLOPEN(۱ \text{ و } ۱)+e_t$
۰/۰۰۱۰۱	۰/۰۲۴۷۹۰	(۱)*-۱**	$DLCO_2=a. +DL CO_2(۱ \text{ و } ۱)+dLPOP(۱ \text{ و } ۱)+e_t$

**وقفه بهینه متغیر وابسته ** وقفه بهینه متغیرهای مستقل، منبع: محاسبات محقق

طبق جدول ۵ طول وقفه بهینه برای رشد اقتصادی (Lr_{GDP}) و مخارج دولت (LG) برابر ۱، برای موجودی سرمایه (LI)، درجه باز بودن اقتصاد ($LOPEN$) و جمعیت برابر ۱ است.

جدول ۶- تعیین طول وقفه بهینه با متغیر وابسته APO، مرحله اول

FPE (m)	SSR	تعداد وقفه
۰/۰۶۵۷۵	۱/۷۲۵۸۷۸	۱
۰/۰۶۴۲۱	۱/۵۲۶۷۹۷	۲**
۰/۰۶۵۹۵	۱/۵۱۳۱۰۳	۳
۰/۰۶۸۴۲	۱/۴۶۶۱۹۸	۴
۰/۰۷۱۳۷	۱/۴۲۷۵۴۹	۵

** وقفه بهینه منبع: محاسبات محقق

طبق جدول ۶ وقفه بهینه، زمانی که صدور مواد آلاینده (Lapo) متغیر وابسته است برابر ۲ است.

جدول ۷- آزمون علیت همسائو با متغیر وابسته APO و سایر متغیرها، مرحله دوم

FPE (2.n)	SSR	تعداد وقفه	مدل
۰/۰۰۳۹۳۸	۰/۰۶۸۳۹۴	(۲)*-۴**	$dLapo=a_0+dLapo(1,2)+dLr_{GDP}(1,5)+e_t$
۰/۰۶۴۱۷۳	۱/۱۱۴۵۸۸	(۲)*-۵**	$dLapo=a_0+dLapo(1,2)+dLG(1,4)+e_t$
۰/۰۵۵۹	۱/۱۱۸۰۰۸	(۲)*-۳**	$dLapo=a_0+dLapo(1,2)+dLI(1,3)+e_t$
۰/۰۳۲۲۹۱	۰/۷۵۶۲۳۰	(۲)*-۲**	$dLapo=a_0+dLapo(1,2)+dLopen(1,2)+e_t$

** وقفه بهینه متغیر وابسته ** وقفه بهینه متغیرهای مستقل منبع: محاسبات محقق

الف- ابتدا I_{GDP} به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شده و سپس، متغیرهای مستقل وارد مدل ۱ شده و ضرایب برآورد و $FPE(m^*, n^*)$ و $FPE(m^*, n^*)$ محاسبه شده اند. سپس، $FPE(m^*, n^*)$ با $FPE(m^*, n^*)$ مقایسه شده اگر $FPE(m^*, n^*)$ بزرگتر از $FPE(m^*, n^*)$ باشد تغییر در متغیر مستقل مربوطه علت تغییر در متغیر وابسته است. در ستون آخر نتیجه آزمون علیت همسائو ارائه شده است.

طبق جدول ۷ طول وقفه بهینه برای رشد اقتصادی برابر با ۴، برای مخارج دولت ۵، برای موجودی سرمایه ۳ و برای درجه باز بودن اقتصاد ۲ است.

-تخمین مدل

در این بخش نتایج تخمین ضرایب مدل همسائو (مدل ۱) ارائه شده است.

جدول ۸- خلاصه نتایج روش همسائو با متغیر وابسته Lr_{GDP}

نتیجه	$FPE(m^*, n^*)$	n^*	$FPE(m^*)$	m^*	متغیر مستقل
CO ₂ علت I_{GDP} است	/۰۰۱۷۴۶	۲	/۰۰۱۹۶۷	۴	dLCO ₂
G علت I_{GDP} نیست	/۰۰۲۰۱۹	۱	/۰۰۱۹۶۱	۴	DLG
OPEN علت I_{GDP} است	/۰۰۱۵۶	۴	/۰۰۱۹۶۳	۴	DLOPEN
POP علت I_{GDP} است	/۰۰۱۱۲۷	۵	/۰۰۱۹۶۶	۴	DLPOP

DLI	۴	/۰۰۱۹۰	۵	/۰۰۱۶۱۴	I علت r_{GDP} است
DLAPO	۴	/۰۰۱۹۶۵	۴	/۰۰۰۹۰۴	PO علت r_{GDP} است

منبع: محاسبات محقق

طبق جدول بالا چون مقدار خطای پیش‌بینی نهایی $FPE(m^*, n^*)$ بزرگتر از $FPE(m^*, n^*)$ است، پس نتیجه می‌گیریم که، متغیرهای میزان صدور دی‌اکسیدکربن، درجه باز بودن اقتصاد، جمعیت، سرمایه‌گذاری و میزان صدور مواد آلاینده بر رشد اقتصادی موثرند.

ب- در این بخش CO_2 به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شده و مانند قبل عمل شده است. نتایج طی جدول ۹ ارائه شده است.

جدول ۹- خلاصه نتایج روش همسائو با متغیر وابسته LCO_2

متغیر مستقل	m^*	$FPE(m^*)$	n^*	$FPE(m^*, n^*)$	نتیجه
Lr_{GDP}	۱	/۰۰۰۹۵۷۴	۴	/۰۰۱۷۴۶	r_{GDP} علت CO_2 است
LI	۱	/۰۰۰۹۵۷۴	۱	/۰۰۰۲۰۱۹	I علت CO_2 است
LOPEN	۱	/۰۰۰۹۵۷۴	۱	/۰۰۰۱۵۶	OPEN علت CO_2 است
LPOP	۱	/۰۰۰۹۵۷۴	۱	/۰۰۰۱۱۲۷	LPOP علت CO_2 نیست
LG	۱	/۰۰۰۹۵۷۴	۴	/۰۰۰۱۶۱۴	LG علت CO_2 است

منبع: محاسبات محقق

طبق جدول بالا، متغیرهای رشد اقتصادی، درجه باز بودن اقتصاد، مخارج دولت و سرمایه‌گذاری باعث انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شوند. ولی درجه باز بودن اقتصاد و جمعیت اثری روی انتشار دی‌اکسیدکربن ندارد.

جدول ۱۰- خلاصه نتایج روش همسائو با متغیر وابسته LAPO

متغیر تأثیرگذار	m^*	$FPE(m^*)$	n^*	$FPE(m^*, n^*)$	نتیجه
Lr_{GDP}	۲	/۰۰۶۴۲۱	۵	/۰۰۳۹۳۸	Lr_{GDP} علت LAPO است.
LI	۲	/۰۰۶۲۴۱	۳	/۰۰۵۵۹	LI علت LAPO است.
LOPEN	۲	/۰۰۶۴۳	۲	/۰۰۳۵۲۹	LOPEN علت LAPO است.
LPOP	۲	/۰۰۶۶۲۱	۲	/۰۰۶۴۰۵	LPOP علت LAPO نیست.
LG	۲	/۰۰۶۴۳۱	۵	/۰۰۶۴۱۷	LG علت LAPO است.

منبع: محاسبات محقق

نتایج این بخش نشان می‌دهد که متغیرهای رشد اقتصادی، درجه باز بودن اقتصاد، مخارج دولت و سرمایه‌گذاری باعث انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شوند.

نتیجه‌گیری و بحث

- نتایج تحلیل توصیفی داده‌ها گویای آن است که سرانه نشر NO_x از ۱۵/۴ کیلوگرم به ازای هر نفر در سال ۱۳۸۰ به ۲۴/۹ کیلوگرم در سال ۱۳۸۷، سرانه نشر SO_2 از ۱۸/۲ کیلوگرم به ۲۲ کیلوگرم، سرانه نشر CO_2 از ۴۶۸۵ کیلوگرم به ۷۲۰۹/۵ کیلوگرم و سرانه نشر CO_2 از ۹۲/۸ کیلوگرم به ۱۲۳/۶ کیلوگرم در محدوده زمانی یاد شده افزایش یافته است. سرانه انتشار گازهای گلخانه‌ای CH_4 و N_2O نیز در سال ۸۷ به ترتیب برابر ۰/۶ و ۰/۲ کیلوگرم برآورد شده است.
- همچنین، نتایج تخمین مدل نشان می‌دهد که:
- انتشار بیشتر CO_2 و مواد آلاینده (ساخت کارخانجات) رشد اقتصادی را افزایش می‌دهد؛
 - رشد اقتصادی باعث انتشار دی‌اکسیدکربن و مواد آلاینده می‌شود؛
 - افزایش موجودی سرمایه و مخارج دولت باعث انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شوند؛
 - درجه باز بودن اقتصاد و جمعیت باعث انتشار دی‌اکسیدکربن نمی‌شوند؛
 - افزایش موجودی سرمایه، درجه باز بودن اقتصاد و افزایش مخارج دولت، باعث افزایش مواد آلاینده می‌شود؛ و
 - افزایش یا کاهش جمعیت اثری بر انتشار مواد آلاینده ندارد.
- منابع**
- ۱- آرمن، س.ع. و ر. زارع (۱۳۸۴)، بررسی رابطه علیت گرنجری بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران طی سال‌های ۱۳۴۶ - ۱۳۸۱، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، ش. ۲۴، ص. ۱۱۷ - ۱۴۳.
 - ۲- آماده، ح.، م. قاضی و ز. عباسی فر (۱۳۸۸)، بررسی رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران، مجله تحقیقات اقتصادی، مجله تحقیقات اقتصادی، ش. ۸۶، ص. ۱-۳۸.
 - ۳- اعظم سلگی، ع.، ر. نبی زاده و ک. گودینی (۱۳۸۸)، بررسی رابطه مصرف حامل‌های انرژی در پردیس مرکزی دانشگاه تهران و انتشار آلاینده‌های زیست محیطی ناشی از آن، مجله سلامت و محیط، فصلنامه علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران، دوره دوم، ش. دوم، ص. ۱۵۰-۱۵۹.
 - ۴- برقی اسکویی، م. م. (۱۳۸۷)، آثار آزاد سازی تجاری بر انتشار گازهای گلخانه‌ای (دی‌اکسیدکربن) در منحنی زیست محیطی کوزنتس، مجله تحقیقات اقتصادی، ش. ۸۲، ص. ۱-۲۱.
 - ۵- پژوهیان، ج. و ن. مراد حاصل (۱۳۸۶)، بررسی اثر رشد اقتصادی بر آلودگی هوا. فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، ش. ۴، ص. ۱۴۱-۱۶۰.
 - ۶- جعفری صمیمی، ا.، ز. علمی و ع. صادق زاده یزدی (۱۳۸۶)، بررسی رابطه توزیع درآمد و تقاضای پول در ایران، پژوهشنامه اقتصادی، (۲)، ص. ۷۵ - ۹۹.
 - ۷- سلطانیه، م. و م. ص. احدی (۱۳۸۳)، گرمایش جهانی، کنوانسیون تغییر آب و هوا و تعهدات بین المللی، سازمان حفاظت از محیط زیست، دفتر طرح ملی تغییر آب و هوا، صص. ۳۴.

- ۸- شرفی، س. م.، م. مخدوم و م. غفوریان بلوری مشهد (۱۳۸۷)، ارزیابی اثرات محیط زیستی احداث کارخانه خودروسازی به روش روی هم گذاری مطالعه موردی: احداث کارخانه خودروسازی در غرب تاکستان، مجله علوم محیطی، سال پنجم، ش. ۴.
- ۹- عبدالمهی، م. (۱۳۸۹) تغییرات آب و هوایی: تأملی بر راهبردها و تدابیر حقوقی سازمان ملل متحد، فصلنامه حقوق، دوره ۴۰، ش. ۱، صص. ۱۹۳ - ۲۱۳.
- ۱۰- عرب مازار، ع. ا. و ا. صداقت پرست (۱۳۸۹)، بررسی منحنی زیست محیطی کوزنتس با ملاحظه پسماندهای جامد شهر تهران، فصلنامه پژوهشهای اقتصادی، سال دهم، ش. ۱، ص. ۱-۲۰.
- ۱۱- صادقی، ح. و ر. سعادت (۱۳۸۳)، رشد جمعیت، رشد اقتصادی و اثرات زیست محیطی در ایران (یک تحلیل علی)، مجله تحقیقات اقتصادی، ش. ۶۴، صص. ۱۶۳ - ۱۸۰.
- ۱۲- نصراللهی، ز و م. غفاری گولک (۱۳۸۸)، توسعه اقتصادی و آلودگی محیط زیست در کشورهای عضو پیمان کیوتو و کشورهای آسیای جنوب غربی، پژوهشنامه علوم اقتصادی، سال نهم، ش. ۲، صص. ۱۰۵ - ۱۲۶.
- ۱۳- نوری نجفی، س. ق. و ا. ع. صدیقی (۱۳۸۷)، انتقال فناوری از طریق مکانیسم توسعه پاک، فصلنامه تخصصی پارکها و مراکز رشد، ش. ۱۷.
- ۱۴- نوفرستی، م. (۱۳۷۸)، ریشه واحد و هم جمعی در اقتصاد سنجی، مؤسسه خدمات فرهنگی رسا، چاپ اول، تهران.
- 15- Abdulai, A., and L. Ramcke (2009) The impact of trade and economic Growth on the environment: revisiting the cross-country evidence. Kiel Institute for the World Economy, DüsternbrookerWeg 120, 24105 Kiel, Germany.
- 16- Air market (2009), <http://www.epa.gov/airmarkets/climtchg/index.html>.
- 17- Agras, J., Chapman, D., 1999. A dynamic approach to the Environmental Kuznets Curve hypothesis. Ecological Economics 28 (2), 267-277.
- 18- Annicchiarico, B., A. R., Bennato, and A. Costa (2009) Economic growth and carbon dioxide emissions in Italy, 1861 -2003, Department of Economics, University of Rome Tor Vergata, Online at <http://mra.ub.unimuenchen.de/12817/MPRApaper>, No. 12871.
- 19- Arrnenius, S., (1986). On the Influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground, Philosophical Magazine and Journal of Science, Series 5, V. 41, PP. 237-276.
- 20- Arrow, K., Bolin, B., Costanza, R., Folke, C., Holling, C. S., Janson, B., Levin S., Maler, K., Perrings, C. and Pimental, D. (1995) Economic growth, carrying capacity, and the environment. Science 15.
- 21- Barnett, J., S. Dessai, and M. Webber, (2004) Will OPEC lose from the Kyoto Protocol? Energy Policy, 32(18), 2077 - 2088.

- Turkey, June 18-20. Online at [http://mpra.ub.uni-muenchen.de/11457/MPRA Paper No. 11457](http://mpra.ub.uni-muenchen.de/11457/MPRA_Paper_No.11457).
- 29- Friedl, B., and M. Getzner (2002) Environmental and growth in a small open economy: an EKC case-study for Austrian CO₂ emission. Discussion paper of the college of business administration university of Klagenfurt, Austria.
- 30- Grossman, G. M. and A. G. Drueger (1991) Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement. National Bureau of Economic Research, Working Paper, No. 3914, NBER, Cambridge.
- 31- Grossman, G. M. and A. B. Krueger (1993) "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement" in P. Garer, ed., The U. s. - Mexico Free Trade Agreement. Cambridge, MA: MIT Press.
- 32- Grossman, G. M and A. G. Krueger (1995) Economic growth and the environment. Quarterly Journal of Economics, 110, pp. 353 – 377.
- 33- Hykin, Simon (1999), Neural Network: A Comprehensive Foundation. Second Edition ,Prentice Hall.
- 34- Iwata, H., K. Okada, and S. Samreth (2009) Empirical study on the environmental Kuznets Curve for CO₂ in France: The role of nuclear energy. Online at [http://mpra.ub.uni-muenchen.de/18997/MPRA paper No. 18997](http://mpra.ub.uni-muenchen.de/18997/MPRA_paper_No.18997), posted 03.
- 35- Kaastra, I. & M. Boyd (1996),
- 22- Beckerman, W., (1992) Economic growth and the environment: whose growth? Whose Environment? ; world Development, 20, pp. 481 – 496.
- 23- Berndt, E. R. and D. O. Wood (1975) Technology, prices and derived demand for energy, Review of Economics and Statistics, No. 67, pp. 259 – 268.
- 24- Chebbi, H. E., and Y. Boujelbene (2008) CO₂ emissions, energy consumption and economic growth in Tunisia, 12th Congress of the European Association of Agricultural Economists – EAAE.
- 25- De Bruyn, S .M., van den Bergh, J. C. J. M., Opschoor, J. B., 1998 Economic Growth and Emissions: Reconsidering the Empirical Basis of Environmental Kuznets Curves, Ecological Economics 25, 161 – 175.
- 26- Dinda, S., (2006) Globalization and environment: can pollution Haven hypothesis alone explain the impact of globalization on environment? Economic Research Unit, Indian Statistical Institute, Kolkata, India.
- 27- Engle, R., C. Granger (1987) Cointegration and error correction representation: estimation and testing. Econometrica 55, pp. 251-276.
- 28- Ferda, H., (2008) An econometric study of CO₂ emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey, Presented at 31st IAEE annual International Conference Istanbul-

- Business and Economics, Development Research Unit, Discussion Paper DEVDP 09-13.
- 43- Managi, S., A. Hibiki, and T. Tsurumi (2010) Does trade liberalization reduce pollution emission? Social Environmental Systems Division, National Institute for Environmental Studies, Japan.
- 44- Murthy, S. N., M. panda, and K. Parick (2006) CO₂ emissions reduction strategies and economic development of India, Indira Gandhi Institute of Development Research, Mumbai.
- 45- Nickerson, B. A. (2004) Modeling carbon dioxide emissions: applying empirical and economic analysis to a global environmental issue. National undergraduate research contest in agricultural, environmental and development economics.
- 46- Olusegun, O. A., (2009) Economic growth and environmental quality in Nigeria: Does environmental Kuznets Curve Hypothesis hold?, Environmental Research Journal, 3(1): pp. 14-18.
- 47- Prman, R., Y. Ma, and L. Mcgilvray (1996) Natural Resource & Environmental, Addison Wesley Longman, New York.
- 48- Pesaran, M. H., Y. Shin, and R. J. Smith (2001) Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. Journal of Applied Econometrics, 16, pp. 286-326.
- 49- Pesaran, M. H. and Y. Shin (1995) An autoregressive distributed lag modeling Approach to cointegration "Designing a Neural Network for Forecasting Financial and Economic Time Series", Neurocomputing, Vol. 10, PP. 215-236.
- 36- 36. Karlik, B. & A. V. Olgac(2011), "Performance Analysis of Various ctivation . Function in Generalized MLP Architectures of Neural Networks" . international Journal of Artificial Intelligence and Expert Systems (IJAE) ,Vol. 1, P. 1.
- 37- Kuznets, S., (1955) economic growth and income inequality, American Economic Review 45, pp. 1-28.
- 38- Jiang, Y., L. Tun, and Z. Juzhong (2008), Environment Kuznets Curves in the Peopele's Republic of china: turning points and regional differences, available from: <http://mpr.ub.uni-muenchen.de/21252/>.
- 39- Johansen, S., (1988) Statistical analysis of cointegrating vectors Journal of Economic Dynamics and Control, 12, pp. 231 – 254.
- 40- Johansen, S., (1996) likelihood-based inference in cointegrated Vector Auto-Regressive Models, 2ndedn. Oxford University Press, Oxford.
- 41- Johansen, S., K. Juselius (1990) Maximum likelihood estimation and inference on cointegration – with application to the demand for money. Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 52, pp. 169 – 210.
- 42- Lean, H., and R. Smyth (2012) CO₂ emission, electricity consumption and output in ASEAN<Manash University

- multivariate approach, Energy Economics, No. 15, pp. 37-150.
- 57- The World Bank. (2007) Growth and CO₂ emissions: how do different countries fare. Environment Department, Washington, D. C. available from: <http://siteresources.worldbank.org/INTCC/214574-1192124923600/21511758/CO2DecompositionfinalOct2007.pdf>.
- 58- Tobey, J. (1990) The effects of domestic environmental policies on patterns of world trade: an empirical test. *Kyklos* 43(2), pp. 191-209.
- 59- Unruh, G. C., Moomaw, W. R., 1998. An alternative analysis of apparent EKC-type transitions. *Ecological Economics* 25, 221-229.
- 60- Weber, C., G. P. Peters, D. Duan, and K. Hubacek (2008) The contribution of Chinese exports to climate change. available from: <http://www.upo.es/econ/IOMME08>.
- analysis, DAE Working Paper No. 9514, Department of Applied Economics, University of Cambridge.
- 50- Pindyck, R. S. (1979), Interfuel substitution and industrial demand for energy: an international comparison. *The Review of economics and statistics*, Vol. 61, pp. 167-179.
- 51- Phillips, P., B. Hansen (1990) Statistical inference in instrumental variables regression with I(1) process. *Review of Economic Studies*, 57, pp. 99-125.
- 52- Roca, J., E. Padilla, M. Farre, and V. Galletto (2001) Economic growth and atmospheric pollution in Spain: discussing the Environmental Kuznets Curve hypothesis. *Ecological Economics*, Vol. 39 ,pp. 85 – 99.
- 53- Selden, T. M. and D. Song (1994) Environmental quality and development: Is there a Kuznets Curve for air pollution emissions, *Journal of Environmental Economics and Management*, 27, pp. 147 – 162.
- 54- Shafik, N. and S. Anand (1992) Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross Country Evidence; Background Paper for World Development Report, World Bank, Washington, D. C.
- 55- Stern, D. I. (1998) Progress on the Environmental Kuznets Curve? *Environment and Development Economics* 3 (2), pp. 173-196.
- 56- Stern, D. I. (1993) Energy and economic growth in the U. S. A. a

The Causality between GNP and the Air pollutoin

Morteza Hasanshahi¹ Zahra Nikobakht²

Abstract

The aim of the present study was to determine the causality between economic growth and environmental quality. The variables under study were economic growth, government expenditure, openness degree of the economy, capital stock, population, average export of contaminants, and carbon dioxide (CO₂) emissions during the time period from 1977 to 2010 for the Iranian economy. The results suggested that there is a two-way relationship between economic growth and environmental quality. Besides, economic growth was found to have the greatest impact on air pollution

F₄₃,K₃₂

Keywords: economic growth, CO₂ emission, environmental quality (air pollution)

1-Department of Economics ,college of economics, Arsanjan Branch, Islamic Azad University (IAU), Arsanjan ,Iran, (Corresponding Author), E-mail: hasanshahi889@gmail.com , hasanshahi@iaua.ac.ir

2- Department of Economics ,college of