

## بررسی تأثیر توسعه مالی و مصرف انرژی بر تخریب زیست محیطی در ایران در چارچوب فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC) دکتر حمیدرضا حری\*، دکتر سیدعبدالمجید جلایی\*\* و سعید جعفری\*\*\*

تاریخ دریافت: ۳۰ بهمن ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: ۹ مهر ۱۳۹۲

امروزه مسائل زیست محیطی به ویژه مسئله آلودگی آب و هوا به یکی از مهم ترین نگرانی های جهانی تبدیل شده است. آلودگی هوا، سلامتی موجودات زنده و اکوسیستم های طبیعی را تحت تأثیر قرار داده است. بر اساس مطالعات مختلف، توسعه مالی می تواند از طریق جذب سرمایه گذاری مستقیم خارجی و افزایش درجه تحقیق و توسعه (R&D) سبب کارایی محیطی و در نتیجه کاهش میزان آلودگی محیطی شود. این پژوهش در چارچوب فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس و با استفاده از رویکرد ARDL، به بررسی نقش توسعه مالی و مصرف انرژی بر آلودگی هوا در ایران طی دوره زمانی ۲۰۰۷-۱۹۷۱ پرداخته است. بر اساس نتایج بدست آمده، توسعه مالی بیشتر در ایران سبب کاهش انتشار  $CO_2$  می گردد. به علاوه با افزایش مصرف انرژی در ایران، انتشار  $CO_2$  افزایش می یابد. همچنین نتایج تحقیق، حاکی از رد فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس در بلندمدت در ایران است.

واژه های کلیدی: منحنی زیست محیطی کوزنتس، توسعه مالی، مصرف انرژی، انتشار

دی اکسید کربن، مدل ARDL.

طبقه بندی JEL: Q53، O23، O13.

horryhr@uk.ac.ir  
jalaee@uk.ac.ir  
saeid904@gmail.com

\* استادیار گروه اقتصاد دانشگاه شهید باهنر کرمان  
\*\* دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه شهید باهنر کرمان  
\*\*\* کارشناس ارشد اقتصاد انرژی دانشگاه شهید باهنر کرمان

## ۱. مقدمه

چندین سال است که مسئله آلودگی آب و هوا بطور جدی مطرح گردیده و ذهن سیاستمداران، دولتمردان و حتی عموم مردم را با خود درگیر کرده است. بطوری که آلودگی هوا در ایران موجب تعطیل شدن ادارات و نهادهای دولتی در شهرهای بزرگ و صنعتی ایران شده که این خود باعث وارد آمدن هزینه‌های سنگینی به بخش اقتصادی کشور شده است. آلودگی زیست‌محیطی، سلامتی انسان‌ها و دیگر موجودات زنده را تحت‌الشعاع قرار داده و آثار مخربی را بر حفظ و بقای اکوسیستم‌های طبیعی به جای گذاشته است. انتشار گازهای گلخانه‌ای نظیر  $CO_2$ ،  $SO_2$ ،  $NO$  و ... از یک سو و افزایش آلاینده‌های کارخانه‌ای از سوی دیگر، موجب تشدید آلودگی آب و هوا گردیده است. البته براساس شواهد تجربی،  $CO_2$  بیشترین میزان انتشار را در میان گازهای گلخانه‌ای داشته است. به همین دلیل اگر چه برخی مطالعات، انتشار دیگر گازهای گلخانه‌ای نظیر  $SO_2$  و  $NO$  را به عنوان شاخص آلودگی هوا در نظر گرفته‌اند، اما اکثر مطالعات، انتشار  $CO_2$  را عامل اصلی دخیل در آلودگی هوا می‌دانند. یکی از منابع اصلی انتشار این گازها سوخت‌های فسیلی هستند که از منابع و انرژی‌های به شدت آلاینده محسوب می‌شوند. استفاده بی‌رویه و ناکارا از این انرژی‌ها و منابع منجر به وارد آمدن صدمه جدی به محیط‌زیست گردیده است. هر چند که مصرف سوخت‌های فسیلی توسط بخش خانگی بر آلودگی هوا بی‌تأثیر نیست، اما مصرف‌کننده اصلی این نوع منابع و انرژی‌ها و بنابراین عامل اصلی انتشار این آلودگی‌ها در آب و هوا، کارخانه‌های بخش صنعتی هستند. به‌ویژه نقش بخش صنعت ایران و دیگر کشورهای در حال توسعه در آلودگی، بسیار پررنگ‌تر است؛ چرا که استفاده ناکارا از این منابع و انرژی‌ها در کشورهای در حال توسعه رایج‌تر است. بسیاری از محققان اعتقاد دارند که جایگزینی این نوع انرژی‌های آلاینده و ناکارا با انرژی‌ها و منابع کاراتر و همچنین استفاده از تکنولوژی‌های کمتر آلاینده می‌تواند نقش مؤثری را در حفظ و بقای محیط زیست داشته باشد.

مطالعات متعددی برای بررسی عوامل مؤثر بر آلودگی محیط زیست از تحلیل فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس (EKC) استفاده کرده‌اند. براساس این فرضیه، در مراحل اولیه توسعه اقتصادی، با افزایش درآمد، میزان آلودگی و تخریب زیست‌محیطی بیشتر شده و سپس با وارد شدن تدریجی به مراحل میانی و پایانی توسعه اقتصادی، میزان آلودگی و تخریب زیست‌محیطی کاهش می‌یابد. در واقع منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، مبین یک ارتباط به شکل U معکوس بین

آلودگی زیست‌محیطی و رشد اقتصادی است. اگر چه در برخی از مطالعات، از شاخص‌های دیگری نیز برای تخریب و آلودگی زیست‌محیطی استفاده شده است، اما اغلب مطالعات، از آلودگی هوا به عنوان شاخص تخریب زیست‌محیطی و از انتشار سرانه  $CO_2$  به عنوان شاخص آلودگی هوا استفاده کرده‌اند و رشد GDP سرانه را نیز به عنوان شاخص رشد و توسعه اقتصادی در نظر گرفته‌اند.

این مقاله در چارچوب مبانی نظری فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس و با استفاده از شاخص آلودگی هوا (انتشار  $CO_2$ )، علاوه بر بررسی عوامل و متغیرهای مؤثر بر آلودگی و تخریب زیست‌محیطی در ایران، به مطالعه رابطه بلندمدت بین آلودگی هوا و متغیرهای مذکور پرداخته و بطور ویژه به بررسی نقش توسعه مالی و مصرف انرژی بر آلودگی هوا پرداخته است. یکی از جنبه‌های مهم نوآوری مقاله، بررسی ارتباط بین شاخص‌های مختلف توسعه مالی و انتشار  $CO_2$  است که این شاخص‌ها نیز با توجه به وضعیت و ساختار اقتصاد ایران انتخاب شده است. همچنین با توجه به رایج بودن استفاده از سوخت‌های فسیلی توسط کارخانه‌های بخش صنعتی ایران، متغیر مصرف انرژی نیز می‌تواند نقش تعیین‌کننده‌ای در این کشور داشته باشد. از این رو سؤال اساسی این مقاله آن است که آیا توسعه مالی و مصرف انرژی در ایران، متغیرهای اثرگذاری در روند تخریب زیست‌محیطی هستند یا خیر؟ برای پاسخگویی به این سؤال، در بخش‌های بعدی مقاله به بیان ادبیات موضوع، مبانی نظری پژوهش، معرفی داده‌ها و تبیین مدل، برآورد مدل و تفسیر نتایج و نهایتاً نتیجه‌گیری پرداخته خواهد شد.

## ۲. مروری بر پیشینه موضوع

مطالعات مختلفی در زمینه آلودگی، ادبیات وسیعی را پیرامون این موضوع پدید آورده است که در زیر به مهم‌ترین آنها اشاره خواهد شد.

### ۲-۱. پیشینه خارجی

موناسینگه<sup>۱</sup> (۱۹۹۹) در مقاله خود، علاوه بر بیان ادبیات نظری منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، به بررسی رابطه بین رشد اقتصادی و تخریب زیست‌محیطی پرداخته است. وی نشان داد که منحنی زیست‌محیطی کوزنتس از تلاقی منحنی‌های منفعت نهایی اجتماعی و هزینه نهایی اجتماعی به

1. Munasinghe (1999)

وجود می‌آید. همچنین، براساس نتایج وی، کشورهای در حال توسعه برای دستیابی به رشد و توسعه اقتصادی باید از تجارب کشورهای صنعتی استفاده نمایند. همچنین تالو کدار و میسنر<sup>۱</sup> (۲۰۰۱) در مقاله خود به بررسی رابطه تجربی بین مشارکت بخش خصوصی در اقتصاد و کارایی زیست‌محیطی (برحسب انتشار CO<sub>2</sub>) در ۴۴ کشور در حال توسعه طی سال‌های ۱۹۸۷-۱۹۹۵ پرداخته‌اند. نتایج این مقاله نشان می‌دهد که درجه بالاتری از مشارکت بخش خصوصی در یک اقتصاد در حال توسعه، سبب تخریب کمتر محیط‌زیست در هر کشور می‌شود. همچنین براساس نتایج بدست آمده، بازار سرمایه کاراتر و مشارکت با اقتصادهای توسعه یافته در توسعه بخش خصوصی سبب کاهش هر چه بیشتر تخریب زیست‌محیطی خواهد شد.

هالیسیوگلو<sup>۲</sup> (۲۰۰۹) نیز در مطالعه خود روابط علی پویا را بین انتشار CO<sub>2</sub>، مصرف انرژی، درآمد و تجارت خارجی در مورد ترکیه و با استفاده از داده‌های سری زمانی برای دوره ۱۹۶۰ تا ۲۰۰۵ مورد آزمون قرار داد. نتایج تجربی نشان می‌دهد که درآمد، بیشترین متغیر اثرگذار در توضیح انتشار CO<sub>2</sub> در ترکیه است. همچنین نتایج حاکی از یک تابع انتشار کرین پایدار است.

به همین ترتیب، تامازیان، چوسا و وادلامناتی<sup>۳</sup> (۲۰۰۹) در مقاله خود علاوه بر پیوند بین توسعه اقتصادی و کیفیت محیطی، رابطه بین توسعه مالی و کیفیت محیط‌زیست را نیز مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج برای داده‌های تابلویی در دوره ۱۹۹۲-۲۰۰۴ حاکی از این است که توسعه مالی و اقتصادی، عوامل تعیین‌کننده کیفیت زیست‌محیطی در کشورهای عضو گروهی به رهبری قدرت‌های اقتصادی نوظهور (BRIC) هستند. توسعه مالی و اقتصادی بیشتر، تخریب محیط‌زیست را کاهش می‌دهد. همچنین آزادسازی مالی و آزادی تجارت عوامل حیاتی در کاهش CO<sub>2</sub> هستند.

به علاوه، تامازیان و بهاسکارا رائو<sup>۴</sup> (۲۰۱۰) با استفاده از روش GMM، به بررسی پیوند بین توسعه مالی و کیفیت زیست‌محیطی و توسعه مالی و کیفیت نهادی در ۲۴ اقتصاد در حال گذار، طی سال‌های ۱۹۹۳-۲۰۰۴ پرداخته‌اند. نتایج این مقاله حاکی از تأیید فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس و اهمیت توسعه مالی و کیفیت نهادی در کارایی زیست‌محیطی است. براساس نتایج این

1. Talukdar and Meisner (2001)
2. Halicioglu (2009)
3. Tamazian Chousa and Vadlamannati (2009)
4. Tamazian and Bhaskara Rao (2010)

## ۳۱ بررسی تأثیر توسعه مالی و مصرف انرژی بر تخریب زیست محیطی ...

مقاله اگر آزادسازی مالی در یک چارچوب نهادی قوی انجام نشده باشد، ممکن است برای کیفیت محیط زیست مضر باشد.

در نهایت، جلیل و فریدون<sup>۱</sup> (۲۰۱۱) در مقاله خود اثر توسعه مالی، رشد اقتصادی و مصرف انرژی را روی آلودگی زیست محیطی در چین با استفاده از روش ARDL مورد بررسی قرار داده‌اند. هدف اصلی این مقاله بررسی وجود رابطه تعادلی بلندمدت بین توسعه مالی و آلودگی زیست محیطی است. براساس نتایج این مقاله ضریب توسعه مالی منفی است که نشان‌دهنده عدم شرکت توسعه مالی در مخارج آلودگی زیست محیطی بوده و توسعه مالی منجر به کاهش آلودگی زیست محیطی شده است. همچنین در آمد، مصرف انرژی و آزادسازی تجاری عوامل اصلی انتشار دی‌اکسید کربن در بلندمدت می‌باشند. علاوه بر این، نتایج حاکی از وجود منحنی زیست محیطی کوزنتس در مورد چین است.

### ۲-۲. پیشینه داخلی

امیر تیموری و خلیلیان (۱۳۸۸) در مقاله خود با استفاده از داده‌های تابلویی سال‌های ۲۰۰۶-۲۰۰۱ به بررسی فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس برای کشورهای عضو اوپک پرداخته‌اند. براساس نتایج آزمون هم‌انباشتگی، ارتباط بلندمدت بین متغیرهای مورد بررسی تأیید شده است. همچنین نتایج حاکی از آن است که فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس در این کشورها مورد تأیید قرار نمی‌گیرد و در واقع میزان انتشار CO<sub>2</sub> در این کشورها در فرایند رشد اقتصادی به طور مستمر افزایش می‌یابد.

همچنین فطرس و معبودی (۱۳۹۰) در مقاله خود به بررسی رابطه رشد اقتصادی، مصرف انرژی و آلودگی هوا در ایران طی دوره ۱۳۸۴-۱۳۵۰ پرداخته‌اند. نتایج پژوهش آنها حاکی از رابطه علی دوطرفه بین تولید ناخالص داخلی و انتشار دی‌اکسید کربن است. همچنین براساس نتایج، رابطه علی از مصرف انرژی به نشر دی‌اکسید کربن وجود دارد.

به همین ترتیب متفکر آزاد و محمدی خانقاهی (۱۳۹۱) در مقاله خود به بررسی رابطه رشد اقتصادی، مصرف انرژی و درجه بازبودن تجاری بر کیفیت محیط زیست در ایران طی دوره ۲۰۰۷-۱۹۶۷ پرداخته‌اند. نتایج بیانگر تأثیر مثبت رشد اقتصادی، مصرف انرژی و درجه بازبودن

---

1. Jalil and Feridun (2011)

تجاری بر انتشار دی اکسید کربن است. همچنین نتایج حاکی از رد فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس است.

فطرس، غفاری و شهبازی (۱۳۸۹) نیز با استفاده از روش داده‌های تلفیقی و در دوره زمانی ۲۰۰۵-۱۹۶۰ شواهد تجربی آلودگی محیط زیست و رشد اقتصادی کشورهای عضو اوپک را مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که در مراحل اولیه رشد اقتصادی این کشورها آلودگی هوا افزایش یافته است؛ به این صورت که افزایش درآمد در ابتدا با تخریب محیط زیست همراه بوده اما با تداوم رشد و واردات تکنولوژی‌های کمتر آلاینده، کیفیت زیست محیطی این کشورها بهبود یافته است. بنابراین، فرضیه‌ی منحنی زیست محیطی کوزنتس در این کشورها صادق است.

در نهایت، مولایی، کاوسی کلاشمی و رفیعی (۱۳۸۹) در مطالعه خود رابطه هم‌جمعی بین تولید ناخالص داخلی سرانه و انتشار  $CO_2$  سرانه را در ایران طی سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۷۴ مورد بررسی قرار داده‌اند. یافته‌های این مقاله علاوه بر وجود رابطه هم‌انباشتگی بلندمدت میان متغیرها، بیانگر تأیید فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس در ایران است.

### ۳. مبانی نظری منحنی زیست محیطی کوزنتس

#### ۳-۱. مدل پایه‌ای

در این قسمت با توجه به پژوهش‌های انجام گرفته در ادبیات موضوع، به بیان مبانی نظری منحنی زیست محیطی کوزنتس پرداخته خواهد شد. در ابتدا از یک تحلیل ایستای مقایسه‌ای پایه‌ای از هزینه‌ها و منافع که یک محیط زیست بهتر را فراهم می‌کند، استفاده می‌شود. اولاً فرض می‌شود که اقتصاد در حالت رقابت کامل است به گونه‌ای که در آن اقتصاد مفروض، هزینه‌ها و منافع خصوصی و اجتماعی با هم برابرند. فرض می‌شود که یک فرد یا یک بنگاه در یک کشور مفروض قصد دارد منافع خالص‌اش را در حالتی حداکثر کند که منافع‌اش به یک محیط زیست مترقی وابسته است. همچنین هزینه‌هایی که برای بهبود چنین محیط زیستی انجام شده نیز، هم برای فرد و هم برای بنگاه، به وضع محیط زیست و درآمد (به عنوان نماینده تمام کالاها و خدمات دیگر) بستگی دارد. بنابراین می‌توان نوشت:

$$MaxNB = B(E, Y) - C(E, Y) \quad (1)$$

به طوری که  $NB$  نشان دهنده منافع خالصی است که حداکثر شده و  $B$  و  $C$  به ترتیب منافع و هزینه‌هایی هستند که تابعی از تخریب زیست محیطی ( $E$ ) و درآمد سرانه ( $Y$ ) می‌باشند. در هر سطح مفروض درآمد سرانه ( $Y = \bar{Y}$ )، فرد  $MaxNB$  را در نقطه‌ای جستجو می‌کند که منافع نهایی برابر با هزینه‌های نهایی است. بنابراین شرایط ساده نهایی از معادله (۱) به صورت زیر بدست می‌آید:

$$MB - MC = 0 \quad (2)$$

به طوری که  $MB = \frac{\partial B}{\partial E}$  و  $MC = \frac{\partial C}{\partial E}$  است. اگر درآمد تغییر کند انتقال کوچکی را حول این نقطه برابری ( $E^*, Y$ ) خواهیم داشت. بنابراین براساس معادله (۲) خواهیم داشت:

$$(MB_Y - MC_Y)dY + (MB_E - MC_E)dE = 0 \quad (3)$$

به طوری که  $MB_i = \frac{\partial MB}{\partial i}$  و  $MC_i = \frac{\partial MC}{\partial i}$  برای  $i = Y, E$ . متناوباً می‌توان روابط زیر را نوشت:

$$dE = a.dY \quad (4-الف)$$

$$a = \left[ \frac{dE}{dY} \right]_{E=E^*} = \frac{(MB_Y - MC_Y)}{(MC_E - MB_E)} \quad (4-ب)$$

معادله (۴-ب) نشان می‌دهد که اگر  $a > 0$  باشد، آنگاه تخریب زیست محیطی با بالا رفتن درآمد سرانه افزایش می‌یابد.

اولاً منطقی است که تمایل به پرداخت برای بهبود در کیفیت محیط زیست به وسیله یک منحنی صعودی به صورت  $MB_E > 0$  ارائه شود. ثانیاً می‌توان فرض کرد که منحنی هزینه‌های نهایی تخریب زیست محیطی به صورت  $MC_E < 0$  نزولی است. بنابراین مخرج معادله (۴-ب) همیشه منفی است و در نتیجه علامت ضریب  $a$  همواره مخالف علامت صورت کسر  $(MB_Y - MC_Y)$  است.

براساس پیش مفهوم تحلیل قبلی می‌توان دریافت که چگونه منحنی زیست محیطی کوزنتس به وجود می‌آید. معادله (۴-ب) نشان می‌دهد هنگامی که سطوح درآمدی و توسعه اقتصادی

افزایش می یابد و علامت  $\left[ \frac{dE}{dY} \right]$  از مثبت به منفی تغییر کند، منحنی زیست محیطی کوزنتس بدست خواهد آمد. به عنوان مثال تخریب زیست محیطی با بالا رفتن درآمد سرانه افزایش می یابد و سپس کاهش می یابد. به عبارت دیگر، همچنان که درآمد سرانه افزایش می یابد علامت کشش تخریب زیست محیطی نسبت به درآمد سرانه  $\left[ \frac{dE}{dY} \cdot \frac{Y}{E} \right]$  از مثبت به منفی تغییر می کند.

براساس مطالعات مختلف موجود در ادبیات، توسعه مالی می تواند از طریق جذب سرمایه گذاری مستقیم خارجی و افزایش درجه تحقیق و توسعه (R&D)، سبب کارایی محیطی و در نتیجه کاهش میزان آلودگی محیطی شود. همچنین کشورهای در حال توسعه ممکن است از طریق توسعه مالی به تکنولوژی های دوستدار محیط زیست دسترسی پیدا کنند. از طرفی برخی مطالعات اشاره داشته اند که توسعه مالی ممکن است منجر به افزایش فعالیت های صنعتی و در نتیجه منجر به آلودگی صنعتی شوند. بنابراین توسعه مالی در کشورهای مختلف می تواند تأثیر متفاوتی روی کارایی محیطی داشته باشد.

در مطالعات مختلف شاخص های متفاوتی برای توسعه مالی در نظر گرفته شده است. بعضی از آنها نسبت  $M_2$  به GDP را به عنوان شاخص توسعه مالی در نظر گرفته اند. اما در کشورهای در حال توسعه  $M_2$  بخش بزرگی از پول رایج را دربر می گیرد. در نتیجه، بالا رفتن  $M_2$  ممکن است به جای عمق مالی، نشان دهنده پرداخت بدهی از طریق انتشار پول باشد. نسبت تعهدات نقدینگی ( $M_3$ ) به تولید ناخالص داخلی، شاخص بهتری برای توسعه مالی است. این شاخص اندازه کل بخش واسطه مالی را اندازه گیری می کند. چون این شاخص، بانک مرکزی، بانک های ذخیره کننده پول و دیگر مؤسسات مالی را شامل می شود. از جمله شاخص های دیگری که برای بحث توسعه مالی در نظر گرفته می شود کل حجم اعتبارات داخلی ایجاد شده به وسیله بخش بانکی به تولید ناخالص داخلی و اعتبارات داخلی اعطا شده به بخش خصوصی به تولید ناخالص داخلی است. نرخ ذخیره قانونی نیز شاخص دیگری برای توسعه مالی است که افزایش آن سبب کاهش توسعه مالی و کاهش آن سبب افزایش توسعه مالی است.



## ۴. داده‌ها و معرفی مدل

### ۴-۱. معرفی داده‌ها

داده‌های مورد استفاده در این مطالعه از سایت بانک جهانی<sup>۱</sup> و بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران<sup>۲</sup> گرفته شده است. متغیرهای بکار رفته در این مطالعه عبارتند از: انتشار سرانه‌ی CO<sub>2</sub> به عنوان متغیر وابسته و سرانه تولید ناخالص داخلی واقعی، شاخص‌های توسعه مالی (نرخ ذخیره قانونی) ( $RR$ )، نسبت تعهدات نقدینگی به تولید ناخالص داخلی ( $M_3$ )، نسبت اعتبارات داخلی اعطا شده به بخش خصوصی به تولید ناخالص داخلی ( $PRI$ ) و نسبت اعتبارات داخلی خلق شده به وسیله بخش بانکی به تولید ناخالص داخلی ( $DOM$ )، مصرف سرانه انرژی، درجه بازبودن تجاری (نسبت مجموع صادرات و واردات به تولید ناخالص داخلی) و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به عنوان متغیرهای مستقل.

در این مقاله نرخ ذخیره قانونی به صورت انحراف از میانگین، به عنوان یکی از شاخص‌های توسعه مالی بکار رفته است. جریان خالص سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و درجه بازبودن تجاری نیز به عنوان دیگر متغیرهای اثرگذار بر جریان آلودگی هوا در نظر گرفته شده است. در کشورهایی که قوانین زیست‌محیطی سخت‌گیرانه‌تری دارند، کارخانه‌ها برخی کالاهایی را که آلودگی زیست‌محیطی بیشتری ایجاد می‌کنند، نمی‌توانند تولید کنند و بنابراین آنها را از کشورهایی با قوانین زیست‌محیطی منعطف‌تر وارد می‌کنند. البته شاید در ایران به دلیل ارتباط کمتر با دنیای خارج و نیز مقدار کم سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، این متغیرها، متغیرهای اثرگذاری در روند ایجاد آلودگی نباشند. مصرف انرژی نیز یکی دیگر از متغیرهای تأثیرگذار بر انتشار آلودگی است. انتظار می‌رود که سطوح بالاتر مصرف انرژی، فعالیت اقتصادی بیشتر و انتشار بیشتر CO<sub>2</sub> را نتیجه دهد. انتشار CO<sub>2</sub> نیز به عنوان شاخص آلودگی هوا در نظر گرفته شده است؛ چرا که اعتقاد بر این است که CO<sub>2</sub> عامل اصلی گرم شدن زمین است.

داده‌های مربوط به مصرف انرژی در ایران از سال ۱۹۷۱ در دست است و از طرفی داده‌های نرخ ذخیره قانونی از سال ۱۹۷۳ موجود بوده و آمار مربوط به درجه بازبودن تجاری تا سال ۲۰۰۷ در دسترس است. بنابراین در اکثر مدل‌های برآوردی دوره زمانی از سال ۱۹۷۱ تا ۲۰۰۷ خواهد

1. www.worldbank.org

2. www.cbi.ir

بود. در مدل‌هایی که نرخ ذخیره قانونی به عنوان شاخص توسعه مالی ایفای نقش می‌کند، شروع دوره زمانی از سال ۱۹۷۳ خواهد بود.

#### ۴-۲. معرفی مدل

در این قسمت با توجه به ادبیات موضوع و مبانی نظری، به معرفی مدل پرداخته خواهد شد. هدف اصلی این مقاله بررسی اثر رشد اقتصادی، مصرف انرژی و توسعه مالی روی انتشار  $CO_2$  در ایران است. به علاوه این مقاله در چارچوب فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس نیز به بررسی اثر عوامل مذکور روی انتشار  $CO_2$  می‌پردازد. شاخص رشد اقتصادی، مصرف انرژی، توسعه مالی و درجه بازبودن تجاری و انتشار  $CO_2$  در چارچوب چند مدل اقتصادسنجی به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود.

اولین مدل استفاده شده در این مقاله با در نظر گرفتن فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس به صورت زیر است:

$$CO_2_t = \alpha_0 + \alpha_1 GDP_t + \alpha_2 (GDP_t)^2 + \alpha_3 E_t + \alpha_4 FD_t + \alpha_5 TR_t + \varepsilon_t$$

که در آن  $CO_2_t$  لگاریتم سرانه انتشار دی‌اکسید کربن است،  $GDP_t$  لگاریتم سرانه تولید ناخالص داخلی،  $E_t$  لگاریتم سرانه مصرف انرژی،  $FD_t$  لگاریتم اندازه توسعه مالی و  $TR_t$  لگاریتم درجه بازبودن تجاری است که از نسبت مجموع صادرات و واردات به تولید ناخالص داخلی بدست می‌آید. همچنین  $\varepsilon_t$  جزء اختلال مدل است.

دومین مدل استفاده شده در این مقاله بدون در نظر گرفتن فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس به صورت زیر است:

$$CO_2_t = \alpha_0 + \alpha_1 GDP_t + \alpha_2 E_t + \alpha_3 FD_t + \alpha_4 TR_t + \varepsilon_t$$

همچنین در مدل‌هایی متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی ( $FDI_t$ ) نیز به صورت زیر وارد می‌شود.

$$CO_2_t = \alpha_0 + \alpha_1 GDP_t + \alpha_2 (GDP_t)^2 + \alpha_3 E_t + \alpha_4 FD_t + \alpha_5 TR_t + \alpha_6 FDI_t + \varepsilon_t$$

تمامی متغیرها در مدل‌های بالا به صورت لگاریتمی در نظر گرفته شده‌اند.

### ۵. برآورد مدل و تفسیر نتایج

در این مقاله به منظور بررسی رابطه تعادلی بلندمدت بین انتشار  $CO_2$  و متغیرهای توضیحی رشد اقتصادی، توسعه مالی و دیگر متغیرهای تأثیرگذار، از رویکرد ARDL استفاده شده است. رویکرد ARDL نسبت به سایر تکنیک‌های همگرایی، سه مزیت مهم دارد؛ اول این که در این روش متغیرها می‌توانند انباشته از درجه‌های یک  $I(1)$  و صفر  $I(0)$  و یا ترکیبی از این دو باشند. دوم این که با وجود نمونه‌های کوچک، روش ARDL نتایج مناسب‌تری نسبت به سایر تکنیک‌های همگرایی به همراه دارد. سوم این که رویکرد ARDL با اتخاذ وقفه‌های مناسب، مشکلات همبستگی سریالی و درون‌زایی را کاهش می‌دهد.

در اولین مرحله باید مانایی متغیرها مورد بررسی قرار گیرد. براساس نتایج بدست آمده از آزمون دیکی فولر تعمیم یافته (ADF)، متغیرهای  $CO_2$ ،  $TR$ ،  $GDP$ ،  $GDP^2$  و تمام شاخص‌های توسعه مالی انباشته از درجه یک  $I(1)$  هستند. متغیرهای  $FDI$  و  $E$  انباشته از درجه صفر یا  $I(0)$  هستند. به عبارت دیگر این متغیرها در سطح مانا هستند. نتایج آزمون مانایی در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. نتایج مربوط به آزمون مانایی متغیرهای مدل

متغیرها	ADF	تفاضل مرتبه اول متغیرها	ADF
$CO_2$	۱/۶۲-	$\Delta CO_2$	۵/۷۳-
$GDP$	۲/۴۶-	$\Delta GDP$	۳/۳۴-
$(GDP)^2$	۲/۴۳-	$\Delta (GDP)^2$	۳/۳۵-
$E$	۳/۳۶-	$\Delta E$	-
$DOM$	۱/۹۶-	$\Delta DOM$	۶/۴۲-
$PRI$	۱/۸۲-	$\Delta PRI$	۶/۵۶-
$M^3$	۱/۶۵-	$\Delta M^3$	۵/۰۷-
$RR$	۱/۱۰-	$\Delta RR$	۴/۵۰-
$FDI$	۴/۲۵-	$\Delta FDI$	-
$TR$	۲/۲۸-	$\Delta TR$	۴/۴۷-

اولین مرحله در تکنیک ARDL این است که وجود رابطه بلندمدت میان متغیرها مورد آزمون قرار گیرد. برای این منظور باید عدد یک را از مجموع ضرایب با وقفه متغیر وابسته کسر کرده و بر مجموع انحراف معیار ضرایب مذکور تقسیم کرد. مقدار آماره این آزمون توسط خود نرم افزار محاسبه شده و همان آماره آزمون  $t$  معنی داری ضریب ECM است. فرضیه صفر در این حالت بیانگر این است که هم انباشتگی یا رابطه بلندمدت میان متغیرها وجود ندارد و فرضیه مقابل بیانگر وجود رابطه هم انباشتگی یا بلندمدت است. در این حالت اگر قدر مطلق  $t$  بدست آمده از قدر مطلق مقادیر بحرانی ارائه شده توسط بنرجی، دولادو و مستر<sup>۱</sup> بزرگتر باشد، فرضیه صفر رد شده و وجود رابطه بلندمدت پذیرفته می شود.

در جداول مربوط به برآورد مدلها (جدول ۲) در قسمت آماره  $t$ -student، مقدار این آماره به طور مجزا گزارش شده است که بیانگر وجود رابطه هم انباشت کننده بلندمدت میان متغیرها در تمام مدلها است.

در مرحله بعد، پس از مشخص شدن وجود رابطه بلندمدت میان متغیرها، می توان مدل را برآورد نمود. برای این کار ابتدا باید طول وقفه بهینه را براساس یکی از معیارهای شوارتز-بیزین (SBC)، آکایک (AIC) و یا هنان کوین (HQ) مشخص نمود. به منظور انتخاب طول وقفه بهینه در مدلهای برآوردی، از معیار شوارتز بیزین (SBC) استفاده شده است. این معیار به عنوان یک معیار صرفه جو، کمترین طول وقفه ممکن را انتخاب می کند. معمولاً در نمونه هایی با حجم کم از این معیار برای تعیین طول وقفه بهینه استفاده می شود.

حال می توان مدل را برآورد کرد. با وجود معیارهای مختلف برای توسعه مالی و همچنین آزمون وجود فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC) در ایران، ۱۸ مدل مختلف برآورد شده است. نتایج برآوردهای کوتاه مدت و بلندمدت تمام مدلها اغلب مشابه بودند. تنها تفاوت مدلهای کوتاه مدت و بلندمدت در مقدار عددی ضرایب آنها است که در اکثر حالات، ضرایب کوتاه مدت کوچکتر از بلندمدت هستند. بنابراین تنها نتایج بلندمدت مدلها در زیر آورده شده است. دوره زمانی مدلهایی که در آنها نرخ ذخیره قانونی به عنوان شاخص توسعه مالی بکار رفته است (مدلهای ۶، ۱۰، ۱۲ و ۱۵)، به علت داده های در دسترس، از سال ۱۹۷۳ تا ۲۰۰۷ است. دوره زمانی بقیه مدلها ۲۰۰۷-۱۹۷۱ می باشد. همچنین نتایج مربوط به مدل ECM نیز در تمام مدلها برآورد شده است. این ضریب نشان می دهد که در صورت بروز یک شوک در کوتاه مدت،

1. Banerjee, Dolado and Master

سرعت تعدیل به تعادل بلندمدت به چه میزان است. همچنین آزمون‌های تشخیص و ثبات نیز برای اطمینان از خوبی برازش مدل‌ها انجام شده است. آزمون‌های تشخیص، خودهمبستگی سریالی، فرم تبعی، نرمالیتی و ناهمسانی واریانس را مورد بررسی قرار می‌دهد. آزمون‌های ثبات نیز شامل نمودارهای CUSUM و CUSUMSQ است. اگر نمودارهای CUSUM و CUSUMSQ درون پیوندهای بحرانی سطح ۵٪ معنی‌داری قرار گیرند، فرضیه صفر، مبنی بر ثبات تمام ضرایب در مدل رگرسیونی را نمی‌توان رد کرد. براساس نتایج نمودارهای CUSUM و CUSUMSQ ضرایب در تمام مدل‌های برآوردی باثبات است. نتایج مربوط به ضرایب بلندمدت تمام مدل‌ها، ضریب ECM و آزمون‌های تشخیص در جدول ۲ آورده شده است.

در مدل‌های اول، دوم، هفدهم و هجدهم، نسبت تعهدات نقدینگی به تولید ناخالص داخلی ( $M3$ ) به عنوان شاخص توسعه مالی در نظر گرفته شده است. ضریب این متغیر در این مدل‌ها به ترتیب ۰/۳۹، -۰/۳۶، -۰/۳۸ و -۰/۳۶ است. به عنوان مثال در مدل اول، در حالی که فرضیه EKC رد می‌شود، ضریب منفی و معنی‌دار ( $M3$ ) نشان می‌دهد که ۱٪ افزایش در نسبت تعهدات نقدینگی به GDP به طور متوسط در بلندمدت سبب ۰/۳۹ درصد کاهش انتشار سرانه  $CO_2$  می‌گردد. بنابراین افزایش میزان توسعه مالی از طریق افزایش ( $M3$ ) در ایران می‌تواند منجر به کاهش انتشار  $CO_2$  شود. از طرفی ضرایب درآمد سرانه و مجذور درآمد سرانه در مدل معنی‌دار نیست. بدین معنی که فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس در ایران صادق نیست. همچنین ضریب مصرف انرژی در مدل اول ۰/۵۲ بوده و مثبت و معنی‌دار است. بدین معنی که در بلندمدت یک درصد افزایش در مصرف انرژی به طور متوسط سبب ۰/۵۲ درصد افزایش در انتشار  $CO_2$  می‌شود. همچنین ضریب منفی و معنی‌دار درصد بازبودن تجاری ( $TR$ ) نشان‌دهنده این است که یک درصد افزایش در درجه بازبودن تجاری در ایران به طور متوسط سبب کاهش ۰/۱۹ درصدی انتشار  $CO_2$  می‌شود. همچنین در این مدل ضریب ECM، -۰/۶۳ بدست آمده است. بدین معنی که در صورت بروز یک شوک در کوتاه‌مدت، سرعت تعدیل به تعادل بلندمدت در هر دوره به طور متوسط ۶۳ درصد است. ضریب ECM در مدل‌های دوم و هفدهم و هجدهم نیز به لحاظ عددی و تفسیر تقریباً مشابه مدل اول است. همچنین در این مدل نتایج آزمون‌های تشخیص نیز نشانگر خوبی برازش مدل است. بدین معنی که در مدل خودهمبستگی سریالی، فرم تبعی نامناسب، عدم نرمالیتی و ناهمسانی واریانس وجود ندارد.

در مدل های سوم، هفتم، یازدهم و شانزدهم، نسبت اعتبارات داخلی اعطا شده به بخش خصوصی به تولید ناخالص داخلی ( $PRI$ ) به عنوان شاخص توسعه مالی در نظر گرفته شده است. ضریب عددی این متغیر در مدل های مذکور به ترتیب  $۰/۳$ ،  $-۰/۳۵$ ،  $-۰/۳۳$  و  $-۰/۲۷$  است. به عنوان مثال در مدل سوم، ضریب منفی و معنی دار آن بدین معنی است که یک درصد افزایش در توسعه مالی از طریق افزایش این نسبت، به طور متوسط سبب کاهش  $۰/۳$  درصدی در انتشار  $CO_2$  در بلندمدت می شود. در این مدل با افزایش یک درصدی درآمد سرانه، انتشار  $CO_2$  به طور متوسط در بلندمدت به میزان  $۱/۲۷$  درصد افزایش می یابد. همچنین ضریب مثبت و معنی دار مصرف انرژی نشان می دهد که یک درصد افزایش در مصرف انرژی به طور متوسط در بلندمدت سبب  $۰/۶۱$  درصد افزایش در انتشار  $CO_2$  می شود. درجه بازبودن تجاری در این مدل معنی دار نیست. ضریب  $ECM$  در این مدل  $-۰/۴۹$  است که نشانگر سرعت تعدیل کمتری نسبت به دو مدل اول است. همچنین ضریب  $ECM$  در مدل های هفتم، یازدهم و شانزدهم به ترتیب  $-۰/۵۴$  و  $-۰/۲۷$  است. نتایج آزمون تشخیص نیز در این مدل مناسب است.

چنانکه گفته شد، انتظار می رود با افزایش  $FDI$  میزان آلودگی محیطی کاهش یابد؛ اما ضریب  $FDI$  در ایران در هیچ کدام از مدل های برآوردی معنی دار نیست. بدین معنی که  $FDI$  در بلندمدت نقش تعیین کننده ای در تغییر آلودگی محیطی در ایران ندارد. با توجه به حجم کم سرمایه گذاری مستقیم خارجی در ایران می توان گفت که نتایج مدل در مورد عدم تأثیر  $FDI$  در میزان آلودگی محیطی، منطقی است. به عنوان مثال در مدل چهارم ضریب متغیر  $FDI$  در بلندمدت رد می شود. همچنین در این مدل، متغیرهای درآمد سرانه و مصرف انرژی با اندکی تغییر مشابه مدل سوم است. ضریب  $TR$  نیز مانند مدل سوم رد می شود. در این مدل ضریب  $ECM$ ،  $-۰/۳۷$  شده که نشانگر این است که سرعت تعدیل نسبت به مدل های قبل کمتر است. این نتیجه با توجه به رد ضرایب  $FDI$  و  $TR$  منطقی به نظر می رسد.

در مدل های پنجم، نهم، سیزدهم و چهاردهم، نسبت کل اعتبارات ایجاد شده به وسیله بخش بانکی به تولید ناخالص داخلی ( $DOM$ ) به عنوان شاخص توسعه مالی، در نظر گرفته شده است. ضریب عددی این متغیر در مدل های مذکور به ترتیب  $-۰/۲۶$ ،  $-۰/۲۷$ ،  $-۰/۲۶$  و  $-۰/۲۵$  است. به عنوان مثال در مدل پنجم ضریب منفی و معنی دار  $DOM$  بدین معنی است که با افزایش یک درصدی این نسبت، میزان انتشار  $CO_2$  به طور متوسط در بلندمدت به میزان  $۰/۲۶$  درصد کاهش

## بررسی تأثیر توسعه مالی و مصرف انرژی بر تخریب زیست‌محیطی ... ۴۱

می‌یابد. همچنین در این مدل ضریب درآمد سرانه  $0/78$  است که نسبت به مدل‌های قبلی مقدار عددی این ضریب کوچکتر است. ضریب مصرف انرژی نیز در این مدل تقریباً مشابه مدل چهارم است. ضریب  $TR$  در این مدل مانند دو مدل اول منفی و معنی‌دار است. بدین معنی که با افزایش یک درصدی در درجه بازبودن تجاری، میزان انتشار آلودگی به میزان  $0/16$  درصد کاهش می‌یابد. ضریب  $ECM$  در مدل‌های پنجم، نهم، سیزدهم و چهاردهم به ترتیب  $-0/69$ ،  $-0/69$ ،  $-0/7$  و  $-0/7$  است. ضریب  $ECM$  در این مدل‌ها تقریباً مشابه دو مدل اول است. اما مقدار عددی آن نسبت به مدل‌های قبلی بیشتر است که نشان‌دهنده سرعت تعدیل بیشتر در این مدل‌ها است. در مدل‌های ششم، دهم، دوازدهم و پانزدهم، انحراف از میانگین نرخ ذخیره قانونی ( $RR$ ) به عنوان شاخص سرکوب مالی (عکس توسعه مالی)، در نظر گرفته شده است. مقدار عددی ضرایب در مدل‌های مذکور به ترتیب  $0/08$ ،  $0/08$ ،  $0/07$  و  $0/07$  است. به عنوان مثال در مدل ششم ضریب نرخ ذخیره قانونی  $0/08$  است. مقدار این ضریب بسیار کوچک است که نشان‌دهنده این است که یک درصد افزایش در نرخ ذخیره قانونی سبب افزایش  $0/08$  درصدی در انتشار آلودگی می‌شود که مقدار بسیار ناچیزی است. در واقع نرخ ذخیره قانونی نقش ناچیزی در انتشار  $CO_2$  ایفا می‌کند. بنابراین در این حالت با افزایش نرخ ذخیره قانونی و در نتیجه افزایش سرکوب مالی (کاهش میزان توسعه مالی)، انتشار  $CO_2$  افزایش می‌یابد. ضریب درآمد سرانه و مصرف انرژی مانند تمام مدل‌های فاقد مجذور درآمد سرانه، در این مدل نیز معنی‌دار است و ضریب  $TR$  در این مدل مشابه مدل سوم و چهارم بی‌معنی است. ضریب  $ECM$  نیز در این مدل‌ها تقریباً مشابه دو مدل اول است.

جدول ۲. نتایج بلندمدت مربوط به برآورد مدل ARDL

	مدل ششم	مدل پنجم	مدل چهارم	مدل سوم	مدل دوم	مدل اول
<i>INTERCEPT</i>	-۱۰/۳۱۵***	-۶/۲۵۲***	-۱۱/۷۸۹***	-۱۰/۷۵۸***	-۶/۹۳۴***	۱۹/۵۳۵
	[-۷/۴۲۷]	[-۴/۳۱۸]	[-۴/۸۶]	[-۶/۶۷۸]	[-۵/۱۹۲]	[۰/۷۳۹]
<i>GDP</i>	۱/۱۰۲***	۰/۷۸۲۲***	۱/۵۱۳***	۱/۲۷۴***	۰/۹۲۹***	-۶/۱۹۶
	[۵/۱۴۹]	[۴/۲۴۴]	[۳/۶۲۲]	[۴/۸۳۳]	[۵/۲۱۸]	[-۰/۸۷۲]
$(GDP)^2$	NA	NA	NA	NA	NA	۰/۴۷۹
	NA	NA	NA	NA	NA	[۱/۰۰۲]

۴۲ فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی سال دوم شماره ۶

<i>E</i>	۰/۵۲۹*** [۱۲/۳۷۴]	۰/۵۲*** [۱۲/۵۶۲]	۰/۶۱۳*** [۸/۶۷۷]	۰/۵۰۴*** [۶/۵۷۱]	۰/۴۹۸*** [۱۲/۷۶۸]	۰/۵۳۶*** [۹/۹۸۶]
<i>M<sub>۳</sub></i>	-۰/۳۹۲*** [-۳/۵۲۶]	-۰/۳۶۷*** [-۳/۴۴۳]	NA	NA	NA	NA
<i>RR</i>	NA	NA	NA	NA	NA	۰/۰۰۸** [۲/۱۲۴]
<i>DOM</i>	NA	NA	NA	NA	-۰/۲۶۷*** [-۳/۳۷۶]	NA
<i>PRI</i>	NA	NA	-۰/۳۰۷** [-۲/۱]	NA	NA	NA
<i>FDI</i>	NA	NA	NA	-۰/۰۱۸ [-۱/۳۱۷]	NA	NA
<i>TR</i>	-۰/۱۹۲* [-۲/۰۳۷]	-۰/۲۰۲۸** [-۲/۱۵۱]	-۰/۱۶۵ [-۱/۳۰۵]	-۰/۴۱۸ [۱/۶۹۷]	-۰/۱۶* [-۱/۸۸۳]	-۰/۰۵ [-۰/۵۴۷]
<i>Serial correlation</i>	۰/۸۷۷	۰/۸۶۷	۰/۸۹۵	۰/۵۰۸	۰/۷۶۹	۰/۷۰۰
<i>Funktional form</i>	۰/۵۵۸	۰/۷۴۹	۰/۴۱۸	۰/۱۸۲	۰/۵۹۱	۰/۳۲۸
<i>Normality</i>	۰/۵۷۸	۰/۶۰۲	۰/۶۳۵	۰/۹۰۰	۰/۶۱۰	۰/۸۴۱
<i>Heteroscedasticity</i>	۰/۱۷۰	۰/۱۱۴	۰/۱۱۴	۰/۱۸۹	۰/۱۱۸	۰/۲۲۲
<i>t – statistic</i>	-۵/۹۲۵	-۵/۹۳۷	-۴/۳۰۹	-۲/۷۴۳	-۵/۸۸۳	-۵/۱۸۵
<i>ECM<sub>t-1</sub></i>	-۰/۶۳۲*** [-۵/۹۲۵]	-۰/۶۳۳*** [-۵/۹۳۷]	-۰/۴۹۷*** [-۴/۳۰۹]	-۰/۳۷*** [-۲/۷۴۳]	-۰/۶۹۶*** [-۵/۸۸۳]	-۰/۶۰۹*** [-۵/۱۸۵]
	مدل هفتم	مدل هشتم	مدل نهم	مدل دهم	مدل یازدهم	مدل دوازدهم
<i>INTERCEPT</i>	۲۶/۹۰۴ [۰/۷۱۳]	۶/۷۸۱ [۰/۱۴]	۱۰/۶۹۷ [۰/۴۳۴]	۱۵/۷۳۹ [۰/۵۳۷]	۳۶/۶۶۶ [۰/۹۹۶]	۱۶/۰۳۹ [۰/۵۵۸]
<i>GDP</i>	-۸/۸۵۵ [-۰/۸۶۶]	-۳/۵۱۸ [-۰/۲۶۹]	-۳/۷۸۳ [-۰/۵۷]	-۵/۹۳۳ [-۰/۷۵]	-۱۱/۵۲۵ [-۱/۱۵۶]	-۶/۰۴۳ [-۰/۷۷۴]
<i>(GDP)<sup>۲</sup></i>	۰/۶۸۲ [۰/۹۸۶]	۰/۳۳۹ [۰/۳۸۵]	۰/۳۰۶ [۰/۶۸۸]	۰/۴۷۵ [۰/۸۸۷]	۰/۸۵۹ [۱/۲۷۶]	۰/۴۸۲ [۰/۹۱۸]
<i>E</i>	۰/۵۹*** [۸/۵۸۹]	۰/۵۰۸*** [۶/۳۹]	۰/۵۰۳*** [۱۲/۵۳۴]	۰/۵۵۴*** [۹/۴۲۸]	۰/۶۱۸*** [۸/۱۰۸]	۰/۵۴۷*** [۹/۳۴۸]



بررسی تأثیر توسعه مالی و مصرف انرژی بر تخریب زیست محیطی ... ۴۳

<i>M<sub>3</sub></i>	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<i>RR</i>	NA	NA	NA	۰/۰۰۸** [۲/۰۹۲]	NA	۰/۰۰۷* [۱/۷۶۲]
<i>DOM</i>	NA	NA	-۰/۲۷۶*** [-۳/۴۰۶]	NA	NA	NA
<i>PRI</i>	-۰/۳۵** [-۲/۱۶۸]	NA	NA	NA	-۰/۳۳۸** [-۲/۰۷۴]	NA
<i>FDI</i>	NA	-۰/۰۱۹ [-۱/۳۲۵]	NA	NA	-۰/۰۰۱ [-۰/۱۷]	-۰/۰۰۴ [-۰/۵۲۶]
<i>TR</i>	-۰/۱ [-۰/۸۴۴]	-۰/۴۱۲ [-۱/۶۴۳]	-۰/۱۵۱* [-۱/۷۵۴]	-۰/۰۳۱ [-۰/۳۲۸]	-۰/۰۸۲ [-۰/۶۶۷]	-۰/۰۵۴ [-۰/۵۲۲]
<i>Serial correlation</i>	۰/۷۳۴	۰/۵۱۰	۰/۷۴۳	۰/۷۰۲	۰/۶۹۵	۰/۷۵۱
<i>Funktional form</i>	۰/۷۸۲	۰/۱۲۶	۰/۴۷۵	۰/۰۴۳	۰/۲۸۵	۰/۰۵۲
<i>Normality</i>	۰/۸۱۹	۰/۹۳۶	۰/۶۸۹	۰/۸۹۵	۰/۹۸۳	۰/۷۴۰
<i>Heteroscedasticity</i>	۰/۱۷۸	۰/۲۳۵	۰/۱۵۶	۰/۳۸۱	۰/۲۱۶	۰/۳۷۲
<i>t – statistic</i>	-۴/۴۳۶	-۲/۶۸۲	-۵/۸۳۳۶	-۵/۱۱۹	-۴/۴۸۷	-۴/۹۳۳
<i>ECM<sub>t-1</sub></i>	-۰/۵۰۹*** [-۴/۴۳۶]	-۰/۳۶۸*** [-۲/۶۸۲]	-۰/۶۹۶*** [-۵/۸۳۳]	-۰/۶۰۴*** [-۵/۱۱۹]	-۰/۵۴۴*** [-۴/۴۸۷]	-۰/۶۲۶*** [-۴/۹۳۳]
	مدل سیزدهم	مدل چهاردهم	مدل پانزدهم	مدل شانزدهم	مدل هفدهم	مدل هجدهم
<i>INTERCEPT</i>	۱۱/۰۲۷ [۰/۴۴۷]	-۶/۶۱۸*** [-۳/۹۸۷]	-۱۰/۴*** [-۷/۴۷]	-۱۰/۵۹۷*** [-۶/۵۵۹]	۱۹/۴۵۷ [۰/۷۲۶]	-۷/۰۰۹*** [-۴/۳۹۶]
<i>GDP</i>	-۳/۹۲۴ [-۰/۵۹۱]	۰/۸۳۵*** [۳/۸۱۶]	۱/۱۲۸*** [۵/۰۹۳]	۱/۲۷۹*** [۴/۸۰۹]	-۶/۱۹ [-۰/۸۵۹]	۰/۹۳۹*** [۴/۴۱۲]
<i>(GDP)<sup>۲</sup></i>	۰/۳۲ [۰/۷۱۶]	NA	NA	NA	۰/۴۷۹ [۰/۹۹]	NA
<i>E</i>	۰/۴۹۹*** [۱۲/۳۱۸]	۰/۴۹۵*** [۱۲/۴۹۴]	۰/۵۳*** [۹/۷۷۶]	۰/۵۶۲*** [۸/۵۸۸]	۰/۵۲۷*** [۱۱/۸۶۲]	۰/۵۱۹*** [۱۲/۰۰۵]

<i>M<sub>z</sub></i>	NA	NA	NA	NA	-۰/۳۸۶*** [-۳/۱۵۷]	-۰/۳۶۳*** [-۳/۰۶۸]
<i>RR</i>	NA	NA	۰/۰۰۷* [۱/۸۱]	NA	NA	NA
<i>DOM</i>	-۰/۲۶۲*** [-۳/۰۷۰]	-۰/۲۵۳*** [-۳/۰۲۷]	NA	NA	NA	NA
<i>PRI</i>	NA	NA	NA	-۰/۲۷۷* [-۱/۸۰۲]	NA	NA
<i>FDI</i>	-۰/۰۰۳ [-۰/۵۱۴]	-۰/۰۰۳ [-۰/۴۶۲]	-۰/۰۰۳ [-۰/۴۴۱]	-۰/۰۰۳ [-۰/۳۳۲]	-۰/۰۰۱ [-۰/۱۳۴]	-۰/۰۰۰۷ [۰/۰۸۹]
<i>TR</i>	-۰/۱۶۶* [-۱/۸۱۲]	-۰/۱۷۵* [-۱/۹۱]	-۰/۰۰۷ [-۰/۶۸۶]	-۰/۱۳۹ [-۱/۱۰۲]	-۰/۱۹۶* [-۱/۹۶۱]	-۰/۲۰۵** [-۲/۰۵۴]
<i>Serial correlation</i>	۰/۷۲۵	۰/۷۴۷	۰/۷۵۲	۰/۶۵۳	۰/۸۶۱	۰/۸۵۴
<i>Funktional form</i>	۰/۵۳۶	۰/۶۶۴	۰/۳۷۱	۰/۹۱۷	۰/۵۶۹	۰/۷۵۹
<i>Normality</i>	۰/۶۲۹	۰/۵۵۵	۰/۶۹۰	۰/۵۷۴	۰/۵۶۳	۰/۵۹۰
<i>Heteroscedasticity</i>	۰/۱۴۷	۰/۱۰۷	۰/۲۱۱	۰/۱۲۵	۰/۱۷۰	۰/۱۱۳
<i>t – statistic</i>	-۵/۷۶۴	-۵/۸۰۳	-۴/۹۶	-۴/۳۷	-۵/۷۲۸	-۵/۷۳۳
<i>ECM<sub>t-1</sub></i>	-۰/۷۰۶*** [-۵/۷۶۴]	-۰/۷۰۴*** [-۵/۸۰۳]	-۰/۶۲۷*** [-۴/۹۶]	-۰/۵۳۴*** [-۴/۳۷]	-۰/۶۳۵*** [-۵/۷۲۸]	-۰/۶۳۵*** [-۵/۷۳۳]

اعداد داخل [] مربوط به آماره t هستند.

\* سطح معنی داری ۱۰٪، \*\* سطح معنی داری ۵٪ و \*\*\* سطح معنی داری ۱٪ است.

همان گونه که ملاحظه می شود ضرایب ECM در تمام مدل ها معنی دار و منفی است و در مدل های مختلف در محدوده ۰/۳۶ تا ۰/۷ تغییر کرده است. آزمون های ثبات و تشخیص نیز در اکثر مدل ها مطلوب بودند. همچنین براساس نتایج بدست آمده رابطه توسعه مالی و آلودگی محیطی در تمام مدل ها و با شاخص های مختلف توسعه مالی، منفی است که این نتیجه هم راستا با نتایج جلیل و فریدون (۲۰۱۱) در مورد توسعه مالی است. در تمام مدل ها ضریب خالص سرمایه گذاری مستقیم خارجی بی معنی است که البته با توجه به حجم کم سرمایه گذاری خارجی

در ایران این نتیجه منطقی به نظر می‌رسد. همچنین در برخی مدل‌ها ضریب درجه بازبودن تجاری  $TR$  تأثیر منفی و معنی‌داری بر تخریب زیست محیطی دارد و در برخی حالات بی‌معنی است. ضریب مصرف انرژی در تمام مدل‌ها مثبت و به شدت معنی‌دار است. بدین معنی که مصرف انرژی یکی از عوامل مهم اثرگذار در روند آلودگی در ایران است. اثر مثبت مصرف انرژی روی انتشار  $CO_2$  هم‌راستا با نتایج آلام، فاطیما و بات (۲۰۰۷) و جلیل و فریدون (۲۰۱۱) در این زمینه است. همچنین فرضیه زیست محیطی کوزنتس در ایران در تمام مدل‌ها و در بلندمدت رد می‌شود. بنابراین براساس ضریب مثبت و معنی‌دار درآمد می‌توان گفت که با افزایش درآمد، آلودگی محیطی در ایران به طور مداوم افزایش می‌یابد.

## ۶. نتیجه‌گیری

این مقاله به طور خاص به بررسی اثر مصرف انرژی و توسعه مالی روی انتشار  $CO_2$  در ایران می‌پردازد. به ویژه هدف اصلی این مقاله بررسی نقش توسعه مالی در روند انتشار  $CO_2$  در ایران است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، براساس نتایج بدست آمده، فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس در ایران در تمام حالات در بلندمدت رد می‌شود. همچنین تمام شاخص‌های توسعه مالی در ایران در بلندمدت اثری منفی و معنی‌دار بر روی انتشار  $CO_2$  دارند. بدین معنی که با افزایش هر کدام از آنها، انتشار  $CO_2$  کاهش خواهد یافت. یا به عبارت دیگر در محیطی که آلودگی وجود داشته باشد، زمینه مناسبی برای توسعه مالی فراهم نیست. همچنین تأثیر نرخ ذخیره قانونی به عنوان شاخص سرکوب مالی (معکوس توسعه مالی) بر روی انتشار سرانه  $CO_2$  در تمام مدل‌ها بسیار ناچیز است.

براساس نتایج بدست آمده از تمام مدل‌ها، مصرف انرژی و درآمد سرانه تأثیر مثبت و معنی‌داری در تعیین روند انتشار  $CO_2$  دارند. براساس نتایج این پژوهش مصرف انرژی تأثیر قابل توجهی در روند انتشار آلودگی در ایران دارد. این امر می‌تواند به علت استفاده از انواع منابع و انرژی‌های ناکارا، استفاده ناکارا از منابع انرژی و استفاده از تکنولوژی‌های آلاینده و ناکارا در صنایع کارخانه‌ای باشد. همچنین تأثیر مثبت درآمد سرانه روی میزان انتشار  $CO_2$  سرانه و رد فرضیه زیست محیطی کوزنتس در ایران حاکی از یک ارتباط خطی صعودی بین درآمد سرانه و انتشار  $CO_2$  است؛ به این معنی که با افزایش درآمد سرانه در ایران، انتشار  $CO_2$  به طور مداوم در

حال افزایش است. در واقع می‌توان گفت که ایران در مراحل اولیه توسعه اقتصادی قرار دارد و هنوز به نقطه اوج منحنی کوزنتس (نقطه بازگشت در ادبیات) نرسیده است. نتایج مقاله در زمینه تأثیر منفی توسعه مالی و تأثیر مثبت مصرف انرژی و درآمد بر تخریب زیست محیطی، در راستای نتایج جلیل و فریدون (۲۰۱۱) است ولی در مورد فرضیه زیست محیطی کوزنتس، نتایج مقاله متفاوت از نتایج آنها است. اثر درجه بازبودن تجاری روی انتشار  $CO_2$  در مدل‌های مختلف متفاوت است. ضریب منفی و معنی‌دار درجه بازبودن تجاری در برخی مدل‌ها می‌تواند به این معنی باشد که کالاهای آلاینده در ایران از دیگر کشورها مانند چین وارد می‌شود. این امر موجب می‌شود که در ایران به عنوان کشور واردکننده با افزایش درجه بازبودن تجاری، آلودگی کاهش یابد و در کشور صادرکننده آلودگی افزایش یابد. همچنان که جلیل و فریدون (۲۰۱۱) نشان دادند این ضریب در مورد چین مثبت است که این خود دلیلی بر پذیرش فرضیه پناهگاه آلودگی در مورد چین است. در واقع کالاهای آلاینده در چین تولید می‌شود و به کشورهای دیگر (از جمله ایران) صادر می‌شود. عدم معنی‌داری آن در برخی مدل‌های دیگر نیز می‌تواند ناشی از حجم کم مبادلات خارجی ایران با دیگر کشورها باشد. بنابراین با وجود نتایج متفاوت در مورد درجه بازبودن تجاری، نمی‌توان نظر قاطعی در مورد اثر آن بر روند آلودگی در ایران داد. در تمام مدل‌ها جریان خالص سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی معنی‌دار نیست. به این معنی که این متغیر اثری بر انتشار  $CO_2$  در ایران ندارد که البته با توجه به حجم کم  $FDI$  در ایران این نتیجه دور از انتظار نیست.

براساس نتایج بدست آمده، مصرف انرژی اثرگذارترین متغیر در تعیین روند آلودگی محیطی است. سهم بزرگی از مصرف انرژی در ایران مربوط به سوخت‌های فسیلی است که سوخت‌هایی به شدت آلاینده هستند. بنابراین، یافتن جایگزینی مناسب برای سوخت‌های فسیلی و انرژی‌های ناکارا می‌تواند اثری مثبت در کاهش روند تخریب زیست محیطی در ایران داشته باشد.

## منابع

### الف- فارسی

امیر تیموری، سمیه و صادق خلیلیان (۱۳۸۸)، «بررسی رشد اقتصادی و میزان انتشار گاز  $CO_2$  در کشورهای عضو اوپک: رهیافت منحنی زیست محیطی کوزنتس»، علوم محیطی، سال هفتم، شماره ۱.

## بررسی تأثیر توسعه مالی و مصرف انرژی بر تخریب زیست محیطی ... ۴۷

فطرس، محمدحسن و رضا معبودی (۱۳۹۰)، «رشد اقتصادی، مصرف انرژی و آلودگی هوا در ایران»، فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی، سال اول، شماره ۱.

فطرس، محمدحسن، غفاری، هادی و آزاده شهبازی (۱۳۸۸)، «مطالعه رابطه آلودگی هوا و رشد اقتصادی کشورهای صادرکننده نفت»، فصلنامه پژوهشهای رشد و توسعه اقتصادی، سال اول، شماره ۱.

متفکرآزاد، محمدعلی و رباب محمدی خانقاهی (۱۳۹۱)، «بررسی اثرات رشد اقتصادی، مصرف انرژی و درجه بازبودن تجاری بر کیفیت محیط زیست در ج.ا. ایران»، فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی، سال اول، شماره ۳.

مولایی، مرتضی، کاووسی کلاشمی، محمد و حامد رفیعی (۱۳۸۹)، «بررسی رابطه همجمعی درآمد سرانه و انتشار سرانه دی اکسید کربن و وجود منحنی کوزنتس زیست محیطی دی اکسید کربن در ایران»، علوم محیطی، سال هشتم، شماره اول. ۲۱۶-۲۰۵.

## ب- انگلیسی

Halicioglu, F. (2009), "An Econometric Study of CO2 Emissions, Energy Consumption, Income and Foreign Trade in Turkey", *Energy Policy*, No. 37(3), pp. 1156-1164. doi: 10.1016/j.enpol.2008.11.012.

Jalil, A. and M. Feridun (2011), "The Impact of Growth, Energy and Financial Development on the Environment in China: A Cointegration Analysis", *Energy Economics*, No. 33(2), pp. 284-291. doi: 10.1016/j.eneco.2010.10.003.

Munasinghe, M. (1999), "Is Environmental Degradation an Inevitable Consequence of Economic Growth: Tunneling through the Environmental Kuznets Curve", *Ecological Economics*, No. 29(1), pp. 89-109.

Talukdar, D. and C. M. Meisner (2001), "Does the Private Sector Help or Hurt the Environment? Evidence from Carbon Dioxide Pollution in Developing Countries", *World Development*, No. 29(5), pp. 827-840. doi: 10.1016/s0305-750x(01)00008-0.

Tamazian, A. and B. Bhaskara Rao (2010), "Do Economic, Financial and Institutional Developments Matter for Environmental Degradation? Evidence from Transitional Economies", *Energy Economics*, No. 32(1), pp. 137-145. doi: 10.1016/j.eneco.2009.04.004.

Tamazian, A., Chousa, J. P., and K. C. Vadlamannati (2009), "Does Higher Economic and Financial Development Lead to Environmental

Degradation: Evidence from BRIC Countries”, *Energy Policy*, No. 37(1), pp. 246-253. doi: 10.1016/j.enpol.2008.08.025.

Archive of SID