

# ارزیابی برخی شاخص‌های فناوری کشاورزی بر آلودگی

## هوا در کشورهای منتخب

محمد رضا کهنسال، سمیه نقوی<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۶/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۳۰

### چکیده

افزایش تخریب محیط زیست در سال‌های اخیر، بررسی رابطه‌ی بین سطح فعالیت‌های اقتصادی و شاخص‌های زیست محیطی را مطرح نموده است. هدف مطالعه حاضر ارزیابی برخی شاخص‌های فناوری کشاورزی بر انتشار دی‌اکسید کربن در چند کشور منتخب با استفاده از روش داده‌های ترکیبی برای داده‌های سالانه ۱۳۷۹-۱۳۸۹ می‌باشد. نتایج گویای اثرگذاری‌های مختلف شاخص‌های فناوری کشاورزی بر انتشار دی‌اکسید کربن می‌باشد. از بین شاخص‌های فناوری در بخش کشاورزی، بیشترین تأثیر را متغیر مکانیزاسیون کشاورزی و کم‌ترین تأثیر را متغیر زمین تحت آبیاری کشاورزی بر انتشار دی‌اکسید کربن دارند. به ازاء یک درصد افزایش استفاده از مکانیزاسیون، ۰/۱۹ درصد بر میزان انتشار دی‌اکسید کربن افزوده می‌شود. همچنین به ازاء یک درصد افزایش در متغیر زمین تحت آبیاری کشاورزی، به اندازه ۰/۰۱ درصد بر میزان انتشار دی‌اکسید کربن افزوده می‌شود. بنابراین، در راستای نتایج این بررسی، پیشنهاد می‌شود که از ماشینها و ادوات کشاورزی با بهره‌وری بالا در بخش کشاورزی استفاده شود. همچنین، هنگام توسعه فناوری‌های کشاورزی باید علاوه بر افزایش میزان تولید در بخش کشاورزی، به تأثیر توسعه فناوری‌های کشاورزی بر انتشار دی‌اکسید کربن نیز توجه شود.

طبقه‌بندی JEL: E01, E0

واژه‌های کلیدی: دی‌اکسید کربن، فناوری‌های کشاورزی، داده‌های ترکیبی.

<sup>۱</sup> به ترتیب: دانشیار و دانشجوی دکتری گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

## مقدمه

انتشار دی‌اکسیدکربن منبع اصلی گازهای گلخانه‌ای است که تأثیر زیادی بر چرخه کربن جهانی و کشاورزی دارد. کشاورزی و محیط زیست بسیار با هم در ارتباط هستند. دی‌اکسید کربن (اتمسفر)، یک عامل مستقیم در تولید کشاورزی است، در فتوسنتز محصول و به طور مستقیم بهره‌وری محصولات را تحت تأثیر قرار می‌دهد. انتشار گاز دی‌اکسیدکربن می‌تواند به طور مستقیم نتیجه فعالیت‌های کشاورزی مانند کشت، داشت و برداشت و غیرمستقیم نتیجه استفاده از علف-کش‌ها، آفت‌کش‌ها و مصرف کود باشد. کشاورزی یک منبع مهم انتشار گازهای گلخانه‌ای است، بنابراین روند تولیدات کشاورزی تأثیر مهمی در انتشار این گاز دارد. کشاورزی به عنوان یکی از فعالیت‌های تولیدی عمده در بیشتر کشورهای جهان، به‌ویژه کشورهای در حال توسعه، دارای جایگاه ویژه‌ای است (زمان و همکاران، ۲۰۱۲). پیشرفت این بخش از چند جنبه به‌ویژه تأمین مواد غذایی، مواد اولیه برای صنایع، تهیه‌ی ارز و سرمایه برای سایر بخش‌های اقتصادی، ایجاد بازار مصرف و تأمین نیروی انسانی دارای اهمیت است (میرمحمدی و ترکمانی، ۱۳۸۹). امروزه آلودگی هوا یکی از چالش‌های عمده کشورهای جهان و به‌ویژه ایران می‌باشد. در دهه‌های اخیر افزایش گازهای گلخانه‌ای نگرانی‌های فراوانی را ایجاد کرده است. گاز دی‌اکسیدکربن یکی از مهم‌ترین گازهایی است که منجر به تغییرات آب‌وهوایی و گرمایش زمین شده است و به همین جهت به عنوان آلودگی فرامرزی معروف شده است. حدود ۶۰٪ از آثار گازهای گلخانه‌ای ناشی از گاز دی‌اکسیدکربن می‌باشد. این گاز در میان انواع دیگر گازها سهم بالایی در ایجاد آلودگی هوا دارد. اگرچه در کشورهای توسعه‌یافته با استفاده از سرمایه‌گذاری‌ها و فناوری‌های نوین پیشرفت زیادی در زمینه کنترل آلودگی‌های محلی (مانند آلودگی هوای شهرها) حاصل شده است، اما هنوز کشورهای در حال توسعه در این رابطه با چالش‌های جدی روبه‌رو هستند (قربانی و زارع، ۱۳۸۸). در کشورهای مختلف از سیاست‌ها و ابزارهای مختلفی مانند دریافت مالیات، دادن یارانه، مجوزهای آلودگی قابل مبادله، استانداردها و غیره به منظور کنترل آلودگی هوا (آلاینده‌های مختلف) استفاده شده است. با توجه به نظریه کوزنتس مبنی بر وجود یک رابطه « و وارونه بین آلودگی محیط زیست و رشد اقتصادی بسیاری از اقتصاددانان بر این باورند که با رشد اقتصادی کشورها به مرور زمان آلودگی نیز کاهش می‌یابد (آماده و همکاران، ۱۳۸۶). امروزه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های اتمسفر، هدف مهم سیاست‌های انرژی و زیست محیطی جهان را تشکیل می‌دهد. در نظریه‌های اقتصادی، ارتباط میان رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست

در قالب نظریه‌ی زیست محیطی کوزنتس ( $EKC^1$ ) مطرح می‌شود. همزمان که یک کشور توسعه می‌یابد، در آغاز آلودگی‌ها افزایش می‌یابند، ولی پس از رسیدن به یک سطح خاص پیشرفت اقتصادی، آلودگی کاهش می‌یابد. در حقیقت، تخریب محیط زیست در آغاز مرحله‌ی رشد اقتصادی، امری پرهیزناپذیر بوده و یک کشور که در مرحله‌ی اولیه‌ی توسعه قرار دارد، ناگزیر از تخریب محیط زیست به منظور توسعه می‌باشد. اما پس از رسیدن به سطح کافی از توسعه‌ی اقتصادی، مباحث رشد پایدار و چالش‌های زیست محیطی اهمیت یافته و با تلاش برای جلوگیری از تخریب محیط زیست، رشد اقتصادی همراه با آلودگی کم‌تر تحقق می‌یابد، لذا بیان می‌شود که یک رابطه  $U$  وارونه بین رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست وجود دارد، این همان منحنی زیست محیطی کوزنتس است (باقری، ۱۳۸۹). در زمینه ارزیابی فناوری بر انتشار دی‌اکسیدکربن در داخل بررسی بدین شکل صورت نگرفته است. اما بررسی‌های بسیاری در مورد ارتباط فعالیت‌های اقتصادی و تخریب محیط زیست انجام شده است. در ادامه به برخی از مهم‌ترین آنها اشاره می‌شود. نخستین پژوهش، توسط گروسمن و کروگر (۱۹۹۱)<sup>۲</sup>، صورت گرفته که بیانگر وجود رابطه  $U$  وارونه بین متغیر رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست دارد. شفیک و بندیوپادسی (۱۹۹۲)<sup>۳</sup>، نیز در این زمینه، با استفاده از داده‌های دوره زمانی، مطالعات تجربی انجام داده‌اند که تأییدی بر نظریه‌ی گروسمن و کروگر در زمینه منحنی زیست محیطی کوزنتس می‌باشد (پانایوتو<sup>۴</sup>، ۲۰۰۰). استرن<sup>۵</sup> (۲۰۰۳)، در تحقیق خود به بررسی نظریه کوزنتس برای کشورهای توسعه‌یافته و توسعه‌نیافته با استفاده از مدل اقتصادسنجی داده‌های ترکیبی پرداخته است و به این نتیجه رسید که نظریه کوزنتس برای کشورهای توسعه یافته (با درآمد بالا) مورد پذیرش است و برای کشورهای با درآمد پایین پذیرفته نمی‌شود. همچنین برای کشورهای با درآمد پایین ارتباط آلودگی و درآمد سرانه به صورت یک رابطه خطی با شیب مثبت است و همچنین در این تحقیق به این نکته اشاره شده است که علت پذیرش نظریه‌ی کوزنتس در کشورهای توسعه یافته تنها منحصر به درآمد بالای آنها نمی‌باشد. از عامل‌های دیگری که در این مورد دخالت دارند مربوط به اختراع‌های فناوری بالا، بهره‌وری و وجود مراکز تحقیق و توسعه می‌باشد. لانتز و فنگ<sup>۶</sup> (۲۰۰۶)، در بررسی خود با استفاده از آمار پنج ناحیه از کانادا برای دوره ۱۹۷۰ تا ۲۰۰۰ و با در نظر

<sup>1</sup> Environmental Kuznets Curve

<sup>2</sup> Grossman and Kruger (1991)

<sup>3</sup> Shafik and Bandyopadhy (1992)

<sup>4</sup> Panayotou (2000).

<sup>5</sup> Stren, d (2003).

<sup>6</sup> Lantz, V: Feng, Q., (2006)

گرفتن جمعیت و فناوری به عنوان متغیرهای توضیحی، به این نتیجه رسیدند که تولید ناخالص داخلی سرانه با دی‌اکسیدکربن رابطه ندارد، بلکه دی‌اکسیدکربن یک رابطه‌ی کوهانی شکل با جمعیت و فناوری دارد. عالم و دیگران (۲۰۰۷)<sup>۱</sup>، در بررسی خود به ارزیابی تأثیر عامل‌های تعیین کننده‌ی آلودگی محیط زیست در پاکستان در سال‌های ۲۰۰۵-۱۹۷۱ پرداخته‌اند. یافته‌های اصلی این تحقیق نشان داد، افزایش در تولید ناخالص داخلی و شدت استفاده از انرژی باعث افزایش آلودگی محیط زیست (انتشار گاز دی‌اکسیدکربن) شده است. تامازین و همکاران (۲۰۰۹)<sup>۲</sup>، در بررسی‌شان به ارزیابی تأثیر شاخص توسعه مالی بر آلودگی پرداختند. آنان بحث کردند که توسعه مالی می‌تواند منجر به سرمایه‌گذاری بیشتر در پروژه‌های محیط زیست شود. نتایج نشان داد که در کشورهای برزیل، روسیه، هند و چین سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی منجر به سطوح کمتر انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شود فادها و زاگ دوود (۲۰۱۰)<sup>۳</sup>، ارتباط بین رشد اقتصادی و انتشار آلودگی را برای کشور تونس بررسی کردند. وجود رابطه میان انتشار دی‌اکسیدکربن و دی-اکسیدسولفور (به عنوان شاخص زیست محیطی) و تولید ناخالص داخلی سرانه تأیید شد. نتایج این بررسی نشان داد که یک ارتباط معکوس  $u$  شکل بین انتشار دی‌اکسیدسولفور و تولید ناخالص داخلی سرانه با نقطه برگشتی معادل ۱۲۰۰ دلار وجود دارد، اما ارتباط میان انتشار دی‌اکسیدکربن و تولید ناخالص سرانه، یک ارتباط فزاینده یکنواخت است. در بررسی نصیر و رحمان (۲۰۱۱)<sup>۴</sup>، رابطه میان انتشار کربن، میزان درآمد، مصرف انرژی و تجارت خارجی در پاکستان با استفاده از دوره‌های زمانی سال‌های ۲۰۰۸-۱۹۷۲ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمون همگرایی جوهانسون در این بررسی نشان داد که یک رابطه بلندمدت درجه دو بین انتشار کربن و درآمد وجود دارد. علاوه بر این، نتایج نشان داد مصرف انرژی و تجارت خارجی، تأثیر مثبت بر انتشار کربن دارند. در نهایت شواهدی از وجود منحنی زیست محیطی کوزنتس برای انتشار کربن در پاکستان مشاهده شد. خالد زمان و همکاران (۲۰۱۲)<sup>۵</sup>، ارتباط بین فناوری‌های کشاورزی و انتشار دی‌اکسیدکربن را در پاکستان با استفاده از داده‌های دوره‌های زمانی ۲۰۱۰-۱۹۷۵ مورد ارزیابی قرار دادند. روش مورد استفاده در این بررسی، آزمون علیت گرنجر و تجزیه واریانس

<sup>1</sup> Alam, S, F. Ambreen & B. Muhammad (2007)

<sup>2</sup> Tamazian, A, Chousa, j.p., Vadlamannati, K.C., (2009)

<sup>3</sup> Fodha, M. And Zaghoud, O. (2010)

<sup>4</sup> Nasir, M. And Rahman, F. U. (2011)

<sup>5</sup> Zaman, K., Kan, MM, Ahmad, M. Rustam, R. (2012)

می‌باشد. نتایج نشان داد، فناوری‌های کشاورزی در پاکستان یک عامل مهم در انتشار گاز دی-اکسیدکربن می‌باشند. از بین همه عامل‌های فناوری یارانه‌های پرداختی، بیشترین نقش و زمین‌های تحت آبیاری کشاورزی کم‌ترین نقش را در تغییرات انتشار دی‌اکسیدکربن دارند. فطرس و همکاران (۱۳۸۹)، در پژوهشی با تکیه بر نظریه‌های اقتصادی و با استفاده از روش داده‌های تابلویی، شواهد تجربی آلودگی محیط زیست و رشد اقتصادی کشورهای عضو اوپک را بررسی نمودند. در این تحقیق، با استفاده از داده‌های دوره‌های زمانی ۲۰۰۵-۱۹۶۰، دی‌اکسیدکربن سرانه به عنوان شاخص آلودگی و تولید ناخالص داخلی سرانه به عنوان شاخص رشد اقتصادی، فرضیه زیست محیطی کوزنتس آزمون شد. نتایج نشان داد در مراحل اولیه رشد اقتصادی این کشورها، آلودگی هوا افزایش یافته است. افزایش درآمدهای کشورهای عضو اوپک بیشتر ناشی از صادرات نفت و گاز است. بنابراین در ابتدای امر، افزایش از مبدأ پسماندهای خشک که از سال ۱۳۸۳ به اجرا درآمده است، دارای اثر معنی‌دار است. در این بررسی با استفاده از تئوری زیست محیطی کوزنتس، علاوه بر بررسی چگونگی ارتباط بین رشد اقتصادی و انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران، رابطه میان رشد بخش کشاورزی و انتشار دی‌اکسیدکربن مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است. لطفعلی‌پور و همکاران (۱۳۸۹)، در بررسی خود وجود رابطه‌ی بلندمدت میان انتشار دی-اکسیدکربن و رشد اقتصادی را با در نظر گرفتن دو متغیر دیگر مصرف انرژی‌های فسیلی و آزادی تجاری در ایران در دوره‌های ۱۳۴۶-۱۳۸۶ با استفاده از آزمون علیت بر پایه الگوی تصحیح خطا ارزیابی کردند. نتایج نشان داد علیت از طرف رشد اقتصادی، مصرف انرژی‌های فسیلی و آزادی تجاری به انتشار دی‌اکسیدکربن وجود دارد، اما عکس آن مورد تأیید قرار نمی‌گیرد. در این بررسی با توجه به ارتباط بین سطح فعالیت‌های کشاورزی و آلودگی محیط زیست، همچنین با توجه به اینکه در زمینه ارتباط بین فناوری‌های کشاورزی و انتشار دی‌اکسیدکربن تاکنون چنین ارزیابی انجام نگرفته است، سعی شده است به ارزیابی تأثیر برخی از شاخص‌های فناوری کشاورزی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در چند کشور منتخب آسیای پرداخته شود.

## روش تحقیق

خلید زمان و همکاران (۲۰۱۲)، با استفاده از آزمون علیت گرنجر به بررسی رابطه بین شاخص‌های فناوری کشاورزی (تولیدغات، یارانه‌ها و دیگر انتقال‌ها، زمین آبیاری کشاورزی، تراکتورها و ماشین‌های کشاورزی) و انتشار دی اکسید کربن در بخش کشاورزی پاکستان با استفاده از داده‌های دوره‌های زمانی ۲۰۱۰-۱۹۷۵ پرداخته‌اند. در این بررسی نیز با استفاده از مطالعه زمان و همکاران (۲۰۱۲)، از روش داده‌های ترکیبی برای دوره‌های زمانی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۷۹ به ارزیابی تأثیر فناوری‌های کشاورزی در کنار شاخص سطح فعالیت‌های کشاورزی (تولید ناخالص داخلی کشاورزی) بر انتشار دی اکسید کربن استفاده شده است. لازم به یادآوری است، برآورد مدل با استفاده از نرم‌افزارهای stata و Eviews صورت گرفته است. بنابراین، الگوی تصریح شده در این بررسی به شکل زیر می‌باشد:

$$CO_{2it} = \beta_0 + \beta_1 Rgdp_{it} + \beta_2 Aln d_{it} + \beta_3 Tract_{it} + \beta_4 Cre_{it} + \beta_5 Fer_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

در این قسمت در آغاز لازم است شاخص‌های فناوری مورد استفاده در این بررسی بنابر بررسی زمان و همکاران (۲۰۱۲)، معرفی شوند، پیش از معرفی متغیرها لازم به یادآوری است، متغیرها به صورت لگاریتمی وارد شده‌اند.

$CO_{2it}$ : انتشار دی اکسید کربن در کشور  $i$  در زمان  $t$ ؛  $RGDP_{it}$ : تولید ناخالص داخلی حقیقی در بخش کشاورزی کشور  $i$  در زمان  $t$ ؛  $ALND_{it}$ : زمین تحت آبیاری کشاورزی در کشور  $i$  در زمان  $t$  (درصدی از کل زمین‌های کشاورزی)؛  $CRE_{it}$ : تولید غلات در کشور  $i$  در زمان  $t$  (این عامل اشاره به سطح برداشت شده دارد، غلات شامل: گندم، برنج، ذرت، جو، جودوسر، چاودار، ارزن، سورگوم، گندم سیاه و دانه‌های مخلوط شده می‌باشند)؛  $FER_{it}$ : مصرف کود در کشور  $i$  در زمان  $t$  (درصدی از تولید کود: میزان مواد مغذی استفاده شده برای هر واحد زمین زراعی)؛  $TRACT_{it}$ : تراکتور و ماشین‌های کشاورزی در کشور  $i$  در زمان  $t$  به ازاء هر ۱۰۰ کیلومتر زمین زراعی.

در این بررسی جهت ارزیابی تأثیر فناوری‌های کشاورزی بر انتشار دی اکسید کربن در کشورهای آسیایی از روش داده‌های ترکیبی استفاده شده است. داده‌های ترکیبی به مجموعه داده‌هایی گفته می‌شوند که بر پایه آن مشاهده‌ها به وسیله شماری از متغیرهای مقطعی ( $N$ ) در طول یک دوره زمانی ( $T$ ) مشخص، مورد بررسی قرار گرفته باشند. بالتاجی (۲۰۰۱)، با معرفی مدل‌های جزء خطای یک سویه و دوسویه، مدل رگرسیون داده‌های ترکیبی را به صورت زیر معرفی کرده است:

$$y_{it} = \alpha + X'_{it}\beta + u_{it} \quad T = 1,2,3 \dots, T \quad i = 1,2,3, \dots N \quad (2)$$

در رابطه بالا  $i$  بعد مقطعی (خانوارها، بنگاه‌ها، کشورها و مانند آن) را نشان می‌دهد. در حالی که  $t$  نشان‌دهنده زمان است.  $\alpha$  یک اسکالر است. بردار  $\beta$ ،  $k \times 1$  می‌باشد و  $X_{it}$  مشاهده  $it$  ام برای  $k$  متغیر توضیحی است. به باور بالتاجی، اغلب مدل‌های رگرسیونی مرتبط با داده‌های ترکیبی، مدل جزء خطای یک‌سویه را برای اجزای اخلاص به کار می‌بندند.

$$u_{it} = \mu_i + v_{it} \quad (3)$$

در رابطه بالا  $\mu_i$  اثر خاص فردی مشاهده‌ناپذیر است و با زمان تغییر نمی‌کند، در حالی که  $v_{it}$  خطای باقی‌مانده را نشان می‌دهد و به عنوان جزء اخلاص معمول در رگرسیون شناخته می‌شود. در مورد اثرگذاری‌های ثابت،  $\mu_i$  مشخصه‌های ثابت فرض شده‌اند که باید برآورد شوند. بلاسترا و نرلاو در سال ۱۹۶۶ مدل زیر را که معروف به مدل جزء خطای دو سویه است، معرفی کردند:

$$y_{it} = X'_{it}\beta + u_{it} \quad (4)$$

$$u_{it} = \mu_i + \lambda_t + v_{it}$$

$$v_{it} \approx N(0, \sigma_v^2)$$

$$\mu_i \approx N(0, \sigma_\mu^2)$$

$$\lambda_t \approx N(0, \sigma_\lambda^2)$$

$$T = 1,2,3 \dots, T, i = 1,2,3, \dots N$$

که در آن  $\mu_i$  اثر فردی مشاهده‌ناپذیر،  $\lambda_t$  اثر زمانی مشاهده‌ناپذیر و  $v_{it}$  جزء اخلاص باقی‌مانده است. باید افزود که  $\lambda_t$  مبین اثر خاص زمانی است که در رگرسیون لحاظ نشده و با فرد تغییر نمی‌کند. اگر به فرض  $\mu_i$  و  $\lambda_t$  مشخصه‌های ثابتی باشند که باید برآورد شوند و جزء اخلاص باقی‌مانده تصادفی باشد، رابطه بالا جزء خطای اثرهای ثابت دو سویه را نشان می‌دهد. می‌توان معناداری توأم یا هر یک از اثرگذاری‌های فردی یا زمانی متغیرهای موهومی را با استفاده از آزمون چاو آزمود. آزمون‌هایی برای آزمون اثرگذاری‌های فردی و زمانی مدل جزء خطای دو سویه از سوی محققان پیشنهاد شده است. در این باره می‌توان به آزمون بروش و پاگان (۱۹۸۰)، کینگ و وو (۱۹۹۷) و هوندا (۱۹۸۵)، آزمون‌های ضریب تکاثر لاگرانژ استاندارد شده و غیره اشاره کرد. آزمون‌های ایستایی از جمله مهم‌ترین آزمون‌ها برای برآورد یک رگرسیون با ضرایب قابل اعتماد

است. برای جلوگیری از به وجود آمدن رگرسیون ساختگی، از آزمون‌های ایستایی استفاده می‌شود. در تعیین ایستایی داده‌های ترکیبی، آزمون‌های متفاوتی وجود دارد. در این بررسی برای آزمون ایستایی از آزمون ایم و پسران استفاده شده است.

از آزمون چاو برای به کارگیری مدل ادغام شده در برابر مدل اثرهای ثابت استفاده می‌شود. فرضیه صفر این آزمون بر اساس مدل مقید (مدل ادغام شده) و فرضیه مقابل آن بنا بر مدل غیر مقید (روش اثرهای ثابت) است. آماره آزمون چاو بر پایه مجموع مربعات خطای مدل مقید و مدل غیر مقید، دارای توزیع  $F$  با درجه آزادی  $N-I$  و  $NT-N-K$  می‌باشد.

از جمله آزمون‌های مورد استفاده در داده‌های ترکیبی، آزمون هاسمن (۱۹۸۷)، می‌باشد. فرضیه صفر آزمون هاسمن، بیان گر نبود همبستگی بین جمله اخلاص و متغیرهای توضیحی می‌باشد. بر پایه این آزمون، وجود اختلاف بین برآوردگرهای روش اثرهای ثابت و اثرهای تصادفی، به عنوان فرضیه‌ی صفر در نظر گرفته شده است. به این ترتیب، نپذیرفتن فرضیه‌ی صفر نشان‌دهنده روش اثرهای ثابت و پذیرفتن این فرضیه نشان‌دهنده اثرهای تصادفی می‌باشد. با توجه به اینکه چنین ارزیابی تاکنون در داخل صورت نگرفته است، در این بررسی سعی شده است تأثیر شاخص‌های فناوری بر انتشار دی‌اکسید کربن در چند کشور منتخب شامل: چین، افغانستان، بنگلادش، مالزی، مالدیو، عربستان، قطر، ترکیه، پاکستان، فیلیپین، ایران، هند، اندونزی، تایلند، لبنان و ویتنام، ترکیه و روسیه بررسی شود. داده‌های مورد استفاده در این بررسی از منابع آماری مختلف شامل گزارش سالانه بانک جهانی (۲۰۱۰)، بانک مرکزی و سازمان جهاد کشاورزی کشورهای منتخب آسیایی، به دست آمده‌اند.

## نتایج و بحث

بنابر نتایج آزمون ایستایی ایم و پسران و شین، همه متغیرهای تولید ناخالص داخلی کشاورزی، تولید غلات، مصرف کود، زمین‌های آبیاری کشاورزی، تراکتور و ماشین‌های بخش کشاورزی و متغیر انتشار دی‌اکسید کربن کشورهای منتخب ایستا از مرتبه‌ی اول هستند.

جدول (۱) نتایج آزمون ایستایی داده‌های مطالعه حاضر

متغیر	آماره IPS	P-Value
Co2	-۶/۶۳	۰/۰۰۰
RGDP	-۵/۲۴	۰/۰۰۰
Tract	-۴/۶۳	۰/۰۰۰
Fer	-۶/۳۴	۰/۰۰۰
Cre	-۷/۶۸	۰/۰۰۰
Alnd	-۲/۷۸	۰/۰۰۲

مأخذ: یافته‌های تحقیق

پس از انجام آزمون  $F$ ، روش اثرهای ثابت در مقابل مدل ادغام شده پذیرفته شد، سپس با استفاده از آزمون هاسمن برای انتخاب بین روش اثرهای ثابت و اثرهای تصادفی، مشخص شد که می‌توان فرضیه صفر را مبنی بر سازگاری ضرایب نپذیرفت، لذا روش اثرهای ثابت پذیرفته می‌شود. نتایج آزمون هاسمن و  $F$  در جدول زیر آورده شده است.

جدول (۲) نتایج گزینش الگو (آزمون  $F$  لیمبر و آزمون هاسمن)

نوع آزمون	آماره آزمون	مقدار	P-Value
مقید	F	۴/۸	-
هاسمن	(کای دو)	۱۸/۳۵	۰/۰۰۲۵

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول (۳) نتایج برآورد روش اثرهای ثابت برای بررسی عامل‌های تأثیرگذار بر انتشار دی اکسید کربن ( $R^2=0.9$ )

نام متغیر	ضریب	آماره t
$RGDP_{it}$	۰/۰۰۳	۲/۰۴
$ALND_{it}$	۰/۰۱۳	۱/۶۸
$TRACT_{it}$	۰/۱۹	۹/۲۳
$CRE_{it}$	۰/۰۹	۱/۵۰
$FER_{it}$	۰/۰۴	۶/۴۹
عرض از مبدأ	۱۲/۶۵	۱۲/۲۸

مأخذ: یافته‌های تحقیق

همان‌طور که یادآوری شد به منظور ارزیابی تأثیر فناوری‌های کشاورزی بر انتشار دی‌اکسید کربن در کشورهای منتخب، با استفاده از انجام آزمون‌های  $F$  و هاسمن مدل مناسب، مدل اثرهای ثابت

می‌باشد. نتایج گویای این است که شاخص‌های فناوری کشاورزی و همچنین متغیر تولید ناخالص داخلی کشاورزی کشورهای منتخب دارای تأثیر معنی‌دار بر انتشار دی‌اکسیدکربن در طی دوره مورد بررسی می‌باشند. افزایش یک درصد در تولید ناخالص داخلی حقیقی بخش کشاورزی، به میزان ۰/۰۰۳ درصد به انتشار دی‌اکسیدکربن می‌افزاید. تأثیر فعالیت‌های اقتصادی از جمله تولید در بخش کشاورزی، عامل تأثیرگذاری بر افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌باشد. نخستین شاخص فناوری کشاورزی، زمین‌های آبیاری کشاورزی، دارای تأثیر مثبت و به تقریب معناداری بر انتشار دی‌اکسیدکربن می‌باشد. یک درصد افزایش در زمین‌های آبیاری کشاورزی و استفاده از سیستم‌های آبیاری جدید، علاوه بر اینکه باعث افزایش تولید در بخش کشاورزی می‌شود، از طرف دیگر به میزان ۰/۰۱۳ درصد به انتشار دی‌اکسیدکربن در هوا نیز می‌افزاید. شاخص مکانیزاسیون کشاورزی به عنوان شاخص دیگر فناوری در بخش کشاورزی، دارای تأثیر معنادار و مثبتی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در هوا می‌باشد. با افزایش استفاده از مکانیزاسیون در فعالیت‌های کشاورزی، به میزان ۰/۱۹ به انتشار دی‌اکسیدکربن در هوا افزوده می‌شود. شاخص تولید غلات نیز به میزان ۰/۰۹ بر انتشار دی‌اکسیدکربن می‌افزاید. همچنین با افزایش مصرف کود در بخش کشاورزی، به میزان ۰/۰۴ به انتشار دی‌اکسیدکربن در هوا افزوده می‌شود. همان‌طور که مشخص است مصرف انواع کود در بخش کشاورزی، یکی از عوامل مهم و تأثیرگذار بر انتشار دی‌اکسیدکربن می‌باشد. در بین انواع فناوری‌های ذکر شده، متغیر مکانیزاسیون کشاورزی بیشترین تأثیر و زمین‌های آبیاری کشاورزی دارای کم‌ترین تأثیر در تغییرات انتشار دی‌اکسیدکربن می‌باشند.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف این بررسی ارزیابی تأثیر فناوری‌های کشاورزی در چند کشور منتخب و از جمله ایران بر انتشار دی‌اکسیدکربن بود. برای این منظور شاخص‌های مختلفی مانند مصرف کود، سطح تحت آبیاری کشاورزی و سطح زیر کشت غلات و شمار تراکتورهای مورد استفاده در هر یک از کشورهای آسیایی در کنار متغیر نرخ رشد بخش کشاورزی در نظر گرفته شد. نتایج گویای تأثیرهای مختلف شاخص‌های تکنولوژی کشاورزی بر انتشار دی‌اکسیدکربن می‌باشند. نوآوری‌های فناوری، باعث سرمایه‌گذاری بیشتری در بخش کشاورزی و به دنبال آن منجر به تولید بیشتر و انتشار دی‌اکسیدکربن بیشتری در هوا می‌شوند. همچنین از بین شاخص‌های فناوری کشاورزی در کشورهای منتخب، بیشترین تأثیر را مکانیزاسیون کشاورزی و کمترین تأثیر را شاخص زمین

آبیاری کشاورزی داشته‌اند. بنابراین باید از ماشین‌های با بهره‌وری بالا در بخش کشاورزی استفاده شود. بنابراین به طور کلی از بررسی انجام شده این نتیجه به دست می‌آید که تغییر در توسعه فناوری‌های کشاورزی باید همیشه مدنظر قرار گیرند و این نکته بسیار مهم است که توسعه صنایع کشاورزی می‌تواند انتشار دی‌اکسیدکربن و آلودگی هوا را افزایش دهد. بنابراین در این راستا هنگام توسعه فناوری‌های کشاورزی باید علاوه بر هدف افزایش تولید در بخش کشاورزی به تأثیر توسعه تکنولوژی‌های کشاورزی بر انتشار دی‌اکسیدکربن نیز توجه شود، چرا که هدف کاهش و جلوگیری از انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای در حال توسعه به مراتب می‌تواند سخت‌تر باشد. بنابراین با توجه به تأثیر فعالیت‌های بخش کشاورزی بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن نباید تکنولوژی کشاورزی کربن-پایین<sup>۱</sup>، که روشی از توسعه کشاورزی از راه نوآوری در سیستم و فناوری، تبدیل صنایع انرژی جدید و غیره با استفاده از روش‌هایی مثل کاهش مصرف انرژی و انتشار کربن می‌باشد که می‌تواند یک پیروزی مضاعف بین توسعه تولید کشاورزی و حمایت از محیط زیست را مشخص نماید، نادیده گرفته شود.

## منابع

- برقی اسکویی، م و یآوری، ک. (۱۳۸۶). سیاست‌های زیست محیطی، مکان‌یابی صنایع و الگوی تجاری، فصلنامه پژوهش‌های بازرگانی (۴۲): ۱-۲۸.
- عرب مازار، ع. ا. و صداقت پرست، ا. (۱۳۸۹). بررسی منحنی زیست محیطی کوزنتس با ملاحظه پسماندهای جامد شهر تهران، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی (۱): ۱-۲۰.
- فطرس، م. ح، غفاری، ه و شهبازی، ا. (۱۳۸۹). مطالعه رابطه آلودگی هوا و رشد اقتصادی کشورهای صادرکننده نفت، فصلنامه پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، (۱): ۷۷-۵۹.
- قربانی، م و فیروززاد، ع. (۱۳۸۹). ارزش‌گذاری ویژگی‌های مختلف آلودگی هوا در مشهد، تحقیقات اقتصادی، ۸۹: ۲۴۱-۲۱۵.
- لطفعلی‌پور، م، فلاحتی، م آشنا، م. (۱۳۸۹). بررسی انتشار دی‌اکسید کربن با رشد اقتصادی، انرژی و تجارت در ایران، پژوهش‌های اقتصادی ایران.
- محمدباقری، ا. (۱۳۸۹). بررسی روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت بین تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۷(۲۷): ۱۲۹-۱۰۱.

<sup>1</sup> Low- Carbon Technology

میرمحمدی، م و ترکمانی، ج. (۱۳۸۹). اثر اعتبارات بر متغیرهای کلان بخش کشاورزی ایران. *مجله‌ی تحقیقات اقتصاد کشاورزی*، ۲ (۲): ۱-۱۶.

- Alam, S., Ambreen, M. (2007). Sustainable Development in Pakistan in the Context of Energy Consumption Demand and Environmental Degradation. *Journal of Asian Economics*, 18:825-837.
- Baltagi, B.H. (2001). *Econometric analysis of panel data*, published by Jhon Wiley & Sons Ltd.
- Lantz, V; Feng, Q., (2006). Assessing income, Population, and Technology impact on Co2 Emissions in Canada: Where the Ekc? *Ecological Economic S* 57, 229-238
- Fodha, M. And Zaghdoud, O. (2010). Economic Growth and pollution emissions in Tunisia: an Empirical analysis of environmental Kuznets curve, *Journal of Energy policy*. (38) :1150-1156.
- Grossman , G. M. and Kruger, A. B. (1991), *Environmental Impact of a North American free Trade Agreement , The Mexico Free Trade Agreement*, ed. P. Garber, Cambridge, MA: MIT Press.
- Hall, B.H,Helmerts, C, (2010). The role of patent protection in (clean/green) technology transfer: symposium retrieved at 25<sup>th</sup> July, 2011 frm [http://elsa.berkeley.edu/bhhall/papers/hallhelmerts10\\_schtl\\_techtransfer.pdf](http://elsa.berkeley.edu/bhhall/papers/hallhelmerts10_schtl_techtransfer.pdf)2010.
- Nasir, M. And Rahman, F. U.(2011). Environmental Kuznets Curve for Carbon emissions in Pakistan: an Empirical investigation, *Journal of Energy Policy*, (39):1857-1864.
- Pana yoto, T. (۱۹۹۲). *The Economic growth and Environmental*, Working paper 56 Harvard university. Center for International Development.
- Shafik, V, Bandyopathyap. S, (1994). *The Economic Growyh and Environmental: Time series and cross countries Evidence Background paper*. World Development Report. Washing ton, Dc: World Bank.
- Stren, d (2003), “The Envitomental Kuznets Cwve”, Department Economics, Rensselaer Polytechnic Institute, Troy.NY 1
- Tamazian, A, Chousa,j.p., Vadlamannati, K.C., (2009). Does higher economic and financial development lea d to environmental degradation: evidence from BRIC countirs. *Energy policy* 37, 246-253.
- Zaman, K., Kan, MM, Ahmad, M. Rustam, R. (2012). The ralisation between agricultural technologies and carbon emission in papists. *Economic modeling*. (29):1632-1639.