مقاله پژوهشی

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و شش، شماره هشت، آبان ماه ۱۴۰۳ (۴۴-۳۳)

تحلیل جداسازی انتشار آلودگی محیط‌زیستی از رشد بخش کشاورزی در کشورهای منتخب بر مبنای شاخص عملکرد زیست‌محیطی

سمیه نقوی [*۱]

somnaghavi@ujiroft.ac.ir

محسن عادلی ساردوئی [۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۳/۱۰ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۸/۴**

چکیده

زمینه و هدف: توسعه اقتصاد کشاورزی باعث ایجاد آلودگی و اثرات منفی بر محیط زیست می‌شود. باتوجه به نیاز روزافزون کشورهای در حال توسعه به غذا و افزایش تولیدات کشاورزی، انتظار می‌رود انتشار گازهای گلخانه‌ای به واسطه افزایش استفاده از کود و سموم شیمیایی و تغییر کاربری اراضی افزایش یابد. بنابراین بررسی و تحلیل جداسازی انتشار آلودگی ناشی از مصرف سموم شیمیایی از رشد بخش کشاورزی، ضروری است.

روش بررسی: در مطالعه حاضر با استفاده از شاخص جداسازیTapio ارتباط بین رشد تولید کشاورزی و آلودگی ناشی از فرایند تولید کشاورزی در اثر مصرف سموم شیمیایی در این بخش در دوره زمانی۲۰۱۸-۲۰۰۸ ارزیابی شده است. بدین منظور، بر مبنای شاخص عملکرد زیست محیطی (۲۰۲۰)، کشورهای مورد مطالعه به ۴گروه بر اساس امتیاز هر کشور برای این شاخص، تقسیم شدند و حالت‌های مختلف شاخص جداسازی برای هر گروه مورد تحلیل قرار گرفتند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد وضعیت شاخص جداسازی در کشورهای گروه چهارم بسیار پایدارتر از سایر گروه‌ها بوده است. این کشورها دارای بیشترین امتیاز شاخص عملکرد زیست محیطی بوده‌اند.

بحث و نتیجه‌گیری: با استفاده از شاخص جداسازی، می‌توان به منظور توسعه هماهنگ اقتصاد و محیط‌زیست رشد اقتصادی و منابع محیط‌زیست را جداسازی کرد. باتوجه به بالا بودن سهم بخش کشاورزی در انتشار آلودگی، می‌توان از روش جداسازی برای ارزیابی رابطه بین رشد اقتصاد کشاورزی و آلودگی‌های این بخش، استفاده کرد. ارزیابی جداسازی تولیدناخالص ملی امکان بررسی جداسازی زیست‌محیطی با درنظر گرفتن جنبه‌های پایداری اجتماعی را نسبت به توسعه اقتصادی فراهم می‌کند.

واژه‌های کلیدی: بخش کشاورزی، شاخص جداسازی، شاخص عملکرد زیست‌محیطی.

۱- دانشیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۲- استادیار گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران.

J. Env. Sci. Tech., Vol 26, No. 8, November, 2024

Analysis of Decoupling Environmental Pollution Emission from Agricultural Sector Growth in Selected Countries Based on Environmental Performance Index

Somayeh Naghavi [1*]
somnaghavi@ujiroft.ac.ir
Mohsen Adeli Sardoei [2]

Admission Date: October 26, 2021 Date Received: May 31, 2021

Abstract

Background and Objectives: The development of the agricultural economy causes pollution and negative effects on the environment. Given the growing need for food in developing countries and increasing agricultural production, it is expected that greenhouse gas emissions will increase due overuse of fertilizers and chemical pesticides and land use change. Therefore, it is necessary to study the relationship between agricultural sector growth and environmental pollution caused by the use of chemical inputs such as fertilizers and chemical pesticides.

Material and Methodology: In the present study, using Tapio decoupling index, the relationship between agricultural production growth and pollution caused by the agricultural production process due to the use of chemical pesticides in the period 2018-2008 has been evaluated. For this purpose, based on the environmental performance index, several countries have been selected and grouped, and for each group, the pollution decoupling index from the growth of the agricultural sector has been calculated and compared. The studied countries were divided into 4 groups based on the environmental performance index and different states of the decoupling index for each group were analyzed.

Finding: The results showed that the status of the decoupling index in the fourth group was much more stable than other groups.

Discussion and conclusion: Due to the high share of the agricultural sector in the pollution emission, the decoupling method can be used to assess the relationship between the growth of the agricultural economy and pollution in this sector. Assessing the decoupling of GDP makes it possible to examine the decoupling of the environment by considering aspects of social sustainability relative to economic development.

Keywords: Agricultural Sector, Decoupling Index, Environmental Performance Index.

1- Assistant Professor of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural, Universirty of Jiroft. *(*Corresponding Author*)
2- Assistant Professor of Agricultural Economics, Faculty of Agricultural, Universirty of Jiroft.

مقدمه

محیط‌زیست یکی از اصلی‌ترین و مهم‌ترین نگرانی‌ها و دغدغه‌های جوامع بشری در چند دهه گذشته تاکنون بوده است (۱). امروزه مسئله تخریب محیط زیست، از مهم‌ترین مسائل جهانی است که جوامع بشری اعم از توسعه‌یافته و یا در حال توسعه با آن مواجه‌اند (۲). بخش کشاورزی با چالش‌های زیادی مانند تغذیه جهان، تأمین تقاضای غذای مقوی در راستای افزایش جمعیت جهان، افزایش شهرنشینی و رشد درآمد مواجه است (۳). محدودیت منابع در بخش کشاورزی و نیاز به افزایش تولید محصولات کشاورزی برای پاسخگویی به تقاضای فزاینده ناشی از رشد جمعیت از یک سو، و نیز ضرورت انجام مبارزه‌ی مدیریت شده با آفات از سوی دیگر، باعث شده تا فشار بر منابع تولید بخش کشاورزی به فشار بر محیط زیست منجر شود (۴). اگرچه سموم شیمیایی از اجزاء ضروری کشاورزی مدرن شناخته شده‌اند، اما یکی از منابع مهم آلودگی محیط‌زیست نیز هستند که سلامتی موجودات زنده از جمله انسان را تحت تأثیر قرار می‌دهند (۵ ؛ ۶). کاربرد سموم شیمیایی برای کنترل آفات کشاورزی، موجب خسارات جبران‌ناپذیری بر سلامت انسان، سایر موجودات زنده و محیط‌زیست می‌شود. طی دو دهه اخیر، استفاده از عوامل میکروبی کنترل‌کننده آفات که زیان‌های کم‌تری داشته و دامنه اثر محدود و اختصاصی‌تری بر روی حشرات هدف دارند، مور توجه زیادی قرار گرفته‌اند (۷). باتوجه به نیاز روزافزون کشورهای در حال توسعه به غذا و افزایش تولیدات کشاورزی، انتظار می‌رود انتشار گازهای گلخانه‌ای به واسطه افزایش استفاده از کود و سموم شیمیایی و تغییر کاربری اراضی افزایش یاید (۸). از طرفی آفت‌کش‌های شیمیایی به علت صرفه اقتصادی، سهولت دسترسی، کارایی و انعطاف‌پذیری همچنان به‌طور فزاینده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند و چشم اندازی برای کاهش مصرف آن‌ها نیز وجود ندارد (۹). به‌علاوه عملکرد آن‌ها در کنترل آفات نیز به سرعت قابل مشاهده است و کارکرد قابل قبولی دارند (۱۰). به این دلایل کشاورزان اغلب تمایل زیادی به استفاده از سموم شیمیایی دارند، در حالی که نسبت به اثرات و پیامدهای سوء آن بر سلامت انسان و محیط زیست مزرعه اطلاعات اندکی دارند (۱۱). رشد سریع تولیدات کشاورزی در ایران منجر به مصرف زیاد منابع و انتشار بالای کربن شده است. کود و آفت‌کش‌های شیمیایی به عنوان یک مؤلفه اصلی برای کشاورزی ایران شناخته می‌شوند و نقش مهمی در حفظ بهره‌وری کشاورزی دارند. اما نگرانی از اثرات این نهاده‌های شیمیایی بر سلامت و محیط‌زیست در ایران در سال‌های اخیر رو به افزایش بوده است (۱۲).

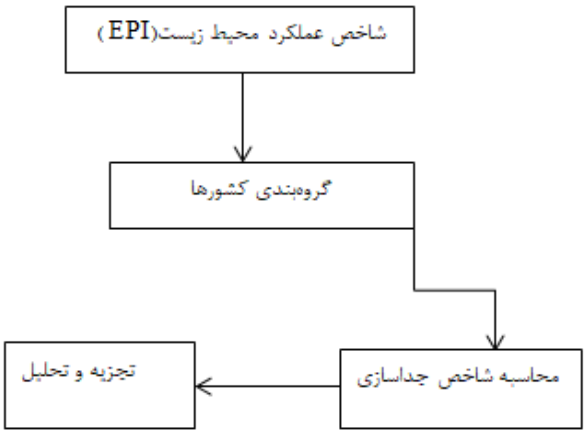
در مطالعات زیادی ارتباط بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار کربن بررسی شده است. اما مطالعات محدودی در زمینه شاخص جداسازی آلودگی در بخش کشاورزی انجام شده است. عبدلی و همکاران (۱۳) به بررسی آلودگی خاک و آثار آن بر اقتصاد کشاورزی در منطقه سیستان پرداختند. نتایج مطالعه نشان داد بین انواع کودهای مصرفی از نظر تجمع عناصر سنگین در توده گیاهی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. ژو و هو (۱۴) جداسازی انتشار کربن از رشد اقتصادی و بهره‌برداری از زمین-های کشاورزی را بررسی کردند. نتایج نشان داد در اکثر از استان-های مورد مطالعه در کشور چین، رشد اقتصادی با کاهش آلودگی حاصل شده است. لی و همکاران (۱۵) به تحلیل اقتصاد کشاورزی و آلودگی با استفاده از شاخص جداسازی در استان چنگدو چین پرداختند. نتایج تحلیل شاخص جداسازی نشان داد اقتصاد کشاورزی چنگدوی چین، خطرات زیادی برای محیط زیست ایجاد نکرده است. لانگ و وانگ (۱۶)، با کاربرد این شاخص بیان کردند که مصرف منابع و آلودگی محیط‌زیست ناشی از رشد اقتصادی، کاهش سطح رفاه جامعه را در چین به دنبال خواهد داشت. سانی و همکاران (۱۷)، جداسازی رشد اقتصادی از اثرات زیست محیطی مصرف با استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات[1] در اتحادیه اروپا را بررسی کردند. نتایج نشان داد که بعضی از کشورها در مقایسه با کشورهای دیگر، سطوح بالاتری از شاخص جداسازی را تجربه کرده‌اند. وانگ و همکاران (۱۸) تحلیل مقایسه‌ای بین کشورهای چین و ایالت متحده آمریکا را از منظر

1- Life Cycle Assessment

شاخص تجزیه و جداسازی انتشار کربن از رشد اقتصادی انجام دادند. نتایج نشان داد در اکثر سال‌های دوره مورد مطالعه، کشور چین جداسازی گسترده و ضعیف و ایالات متحده عمدتاً جداسازی ضعیف و قوی را تجربه کرده‌اند. در جهان امروز، توجه به محیط‌زیست یکی از مهم‌ترین عوامل توسعه هر کشوری و چالش برانگیزترین حوزه توسعه پایدار محسوب می‌شود و عدم توجه به محیط‌زیست و پس‌خوراند منفی آن می‌تواند آثار مخربی را در زندگی طبیعی و انسانی بشر داشته باشد (۱۹؛ ۲۰). از این‌رو ارزیابی تأثیرات محیط‌زیستی یکی از روش‌های قابل قبول برای دست‌یابی به اهداف توسعه پایدار است و می‌تواند به‌عنوان یک ابزار برنامه‌ریزی در دسترس مدیران و تصمیم‌گیران قرار گیرد (۲۱). باتوجه به آن‌چه ذکر شد می‌توان گفت یکی از عوامل مهم ومؤثر در گرمایش جهانی که تهدیدی جدی برای زندگی بشر است، انتشار کربن جهانی است (۲۲). بر طبق گزارش بانک جهانی (۲۳)، شیوه‌های کشاورزی تقریباً ۲۰ درصد در انتشار گاز کربن نقش داشته‌اند. انتشار کربن کشاورزی عمدتاً به انتشار کربن تولید شده توسط نهاده‌های کشاورزی کودها، سموم دفع آفات و فیلم‌های پلاستیکی کشاورزی در فرآیند تولید کشاورزی اشاره دارد (۲۴). مصرف سموم و کودهای شیمیایی منجربه ایجاد آلودگی و به‌خطر انداختن سلامت انسان و محیط زیست می‌شوند. نتایج مطالعات مختلف نشان داده است که رشد تولیدات کشاورزی منجر به افزایش تدریجی انتشار کربن شده است (۲۵). تاکنون مطالعه‌ای در داخل کشور به منظور تحلیل جداسازی آلودگی و تولید بخش کشاورزی بدین شکل انجام نگرفته است. لذا باتوجه به اهمیت ارتباط بین رشد بخش کشاورزی و آلودگی محیط زیستی و اثر مهمی که بر توسعه کشاورزی و سلامت عمومی دارد، بررسی ارتباط بین رشد بخش کشاورزی و آلودگی بسیار حائز اهمیت است. این مطالعه تلاشی است در جهت تحلیل جداسازی آلودگی ناشی از مصرف سموم شیمیایی و تولید بخش کشاورزی تا با مقایسه و تحلیل وضعیت شاخص جداسازی در کشورهای منتخب، مسیر حرکت به سمت پایداری را هموار نماید.

مواد و روش‌ها

در مطالعه حاضر با استفاده از شاخص جداسازی، ارتباط بین رشد تولید کشاورزی و آلودگی ناشی از فرایند تولید کشاورزی در اثر مصرف سموم شیمیایی در این بخش در کشورهای منتخب در دوره زمانی ۲۰۱۸- ۲۰۰۸ ارزیابی شده است. مدل مفهومی پژوهش حاضر به شکل زیر است:



شکل۱- مدل مفهومی پژوهش

Figure 1. Conceptual model of study

با محاسبه شاخص جداسازی، حالت‌های مختلف این شاخص در طی سال‌های مختلف مشخص می‌شود. بدین منظور بر اساس گزارش دانشگاه ییل (۲۶) و کلمبیا در خصوص عملکرد کشورها از نظر شاخص عملکرد زیست محیطی، چند کشور انتخاب و سپس بر اساس این شاخص گروه‌بندی شده و برای هرگروه

شاخص جداسازی آلودگی از رشد بخش کشاورزی محاسبه و مقایسه گردیده است.

شاخص عملکرد محیط زیست، عملکرد کشورها را در حفاظت از محیط زیست می‌سنجد. این شاخص بر دو هدف اصلی حفاظت از محیط زیست شامل کاهش فشارهای محیط زیستی بر سلامت انسان و ارتقای وضعیت زیست‌بوم‌ها و مدیریت صحیح منابع طبیعی تأکید دارد (۲۷). بر این اساس، هرساله وضعیت زیست محیطی کشورها طی گزارشات دوره‌ای، بر اساس شاخص‌های از پیش تعیین شده (منابع آب، آلودگی هوا، تنوع زیستی و تغییرات آب و هوایی و غیره) مورد بررسی قرار می‌گیرد (۲۸). مقدرا شاخص EPI از صفر تا ۱۰۰ است که ۱۰۰مطابق هدف و صفر بدترین حالت است (۲۹).گروه‌بندی کشورهای بر اساس شاخص EPI در مطالعه حاضر به شکل زیر انجام شده است.

۱)کشورهای گروه اول $20 \leq \text{EPI} \leq 40$: بنگلادش(۲۹)، هند(۲۷/۶)، چین(۳۷/۳) ۲)کشورهای گروه دوم $40 < \text{EPI} \leq 60$: ایران(۴۸)، ارمنستان(۵۲/۳)، ترکیه (۴۲/۶)، عمان (۳۸/۵). ۳)کشورهای گروه سوم $60 < \text{EPI} \leq 80$: مجارستان(۶۳/۷)، یونان(۶۹/۱)، قبرس(۶۴/۸)، ژاپن (۷۵/۱). ۴) کشورهای گروه چهارم $80 < \text{EPI} \leq 100$: سوئیس (۸۱/۵)، انگلستان (۸۱/۳)، دانمارک (۸۲/۵).

شاخص جداسازی

از شاخص جداسازی معمولاً برای اندازه‌گیری روابط و تغییرات غیرهمزمان بین مصرف منابع، فشار محیطی و رشد اقتصادی استفاده شده است (۳۰). به عنوان مثال، اگر نرخ رشد ثروت اقتصادی در یک دوره خاص سریع‌تر از نرخ تخریب محیط زیست ناشی از فعالیت‌های اقتصادی باشد، بین آن‌ها رابطه جدائی وجود دارد (۳۱). سازمان همکاری اقتصادی و توسعه[1] از شاخص جداسازی در تحقیقات مربوط به سیاست کشاورزی استفاده می‌کند و این شاخص را به جدا کننده مطلق و جداکننده نسبی تقسیم کرده است (۳۲). جداسازی مطلق که به آن جداسازی قوی نیز می‌گویند به وضعیت پایدار یا نزولی متغیرهای زیست-محیطی در رابطه با توسعه اقتصادی اشاره دارد. جداسازی نسبی که به آن جداسازی ضعیف نیز اطلاق می‌شود به افزایش فشار زیست‌محیطی و مصرف منابع و توسعه اقتصادی اشاره دارد که این میزان کم‌تر از میزان رشد اقتصادی است (۳۳).

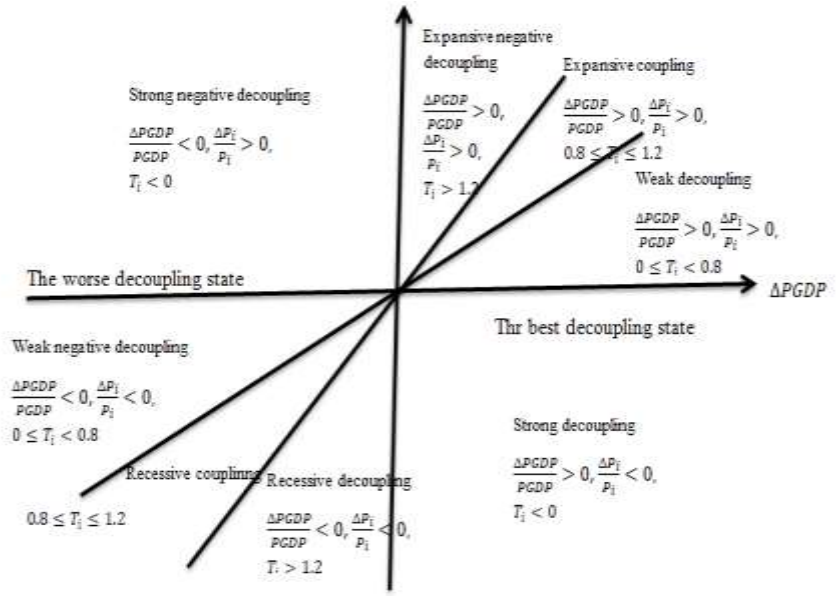
محاسبه کشش جداسازی و انواع آن

مدل شاخص جداسازی OECD و مدلTapio دو روش گسترده برای توصیف جداسازی هستند (۳۴). مدل Tapio بر تجزیه و تحلیل سال‌های فردی تأکید دارد، که بر مشکلات موجود در مدل دوره OECD در انتخاب دوره پایه غلبه می‌کند. این مطالعه از شاخص جداسازیTapio برای توضیح وضعیت جداسازی می‌پردازد. برطبق مدلTapio جداسازی آلودگی از رشد اقتصادی توسط معادله زیر محاسبه می‌شود:

$$DI_i = \frac{\Delta P_i}{P_i} \Big/ \frac{\Delta AGDp_i}{AGDP_i}$$

که، DI_i شاخص جداسازی برای رشد بخش کشاورزی و آلودگی ؛$AGDP$، ارزش تولیدناخالص سرانه بخش کشاورزی ،P_i مصرف سموم شمیایی در بخش کشاورزی را نشان می‌دهد. همچنین متغیرهای ΔG و ΔP به ترتیب مقدار تغییر برای ارزش سرانه تولید ناخالص کشاورزی و شاخص‌های آلودگی کشاورزی را نشان می‌دهند. علاوه بر این، $\frac{\Delta G}{G}$ و $\frac{\Delta P_i}{P_i}$ به ترتیب نرخ تغییر ارزش سرانه تولید تولید ناخالص کشاورزی و شاخص‌های آلودگی کشاورزی را نشان می‌دهند. در این مطالعه i نشان‌دهنده شاخص جداسازی آلودگی برای مصرف سموم شیمیایی در بخش کشاورزی می‌باشد. بر طبق مدل Tapio، شاخص جداسازی آلودگی به ۸ حالت تقسیم‌بندی می‌شود.

1- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD)



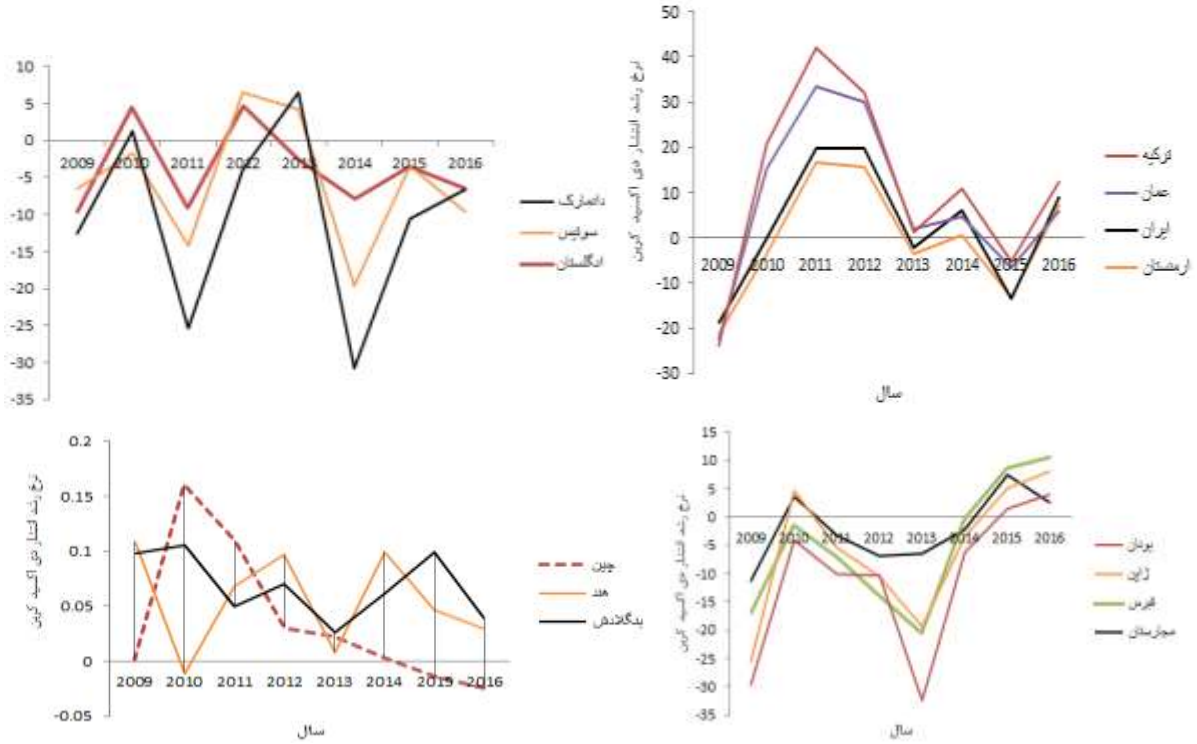
شکل ۲- حالت‌های مختلف شاخص جداسازی آلودگی ،Tapio 2005

Figure 2. Different states of decoupling index, Tapio,2005.

EC، افزایش رشد مصرف نهاده، تقریباً با نرخ رشد در رشد اقتصادی برابر است؛END، نرخ رشد مصرف نهاده بیشتر از نرخ تغییر در رشد اقتصادی است؛SND، نرخ رشد اقتصادی کاهشی و نرخ رشد مصرف نهاده افزایشی است (بدترین حالت)؛WND، نرخ رشد اقتصادی و نرخ رشد مصرف نهاده کاهشی و نرخ رشد مصرف نهاده کم‌تر از نرخ رشد اقتصادی است؛SD ،نرخ رشد اقتصادی افزایشی و نرخ رشد مصرف نهاده منفی است (بهترین حالت)؛ RS،کاهش رشد مصرف نهاده، تقریباً با نرخ کاهش رشد اقتصادی برابر است؛RD، نرخ رشد اقتصادی و نرخ رشد مصرف نهاده کاهشی و نرخ رشد مصرف نهاده بیشتر از نرخ رشد اقتصادی است؛WD، نرخ رشد اقتصادی و نرخ رشد مصرف نهاده افزایشی و نرخ رشد مصرف نهاده کم‌تر از نرخ رشد اقتصادی است.

نتایج و بحث

قبل از ارائه نتایج محاسبه شاخص جداسازی آلودگی از رشد بخش کشاورزی، ابتدا نرخ رشد انتشار گاز دی اکسید کربن در کشورهای منتخب ارائه شده است. در شکل ۳، روند نرخ رشد انتشار گاز دی اکسید کربن در کشورهای مورد مطالعه نشان داده شده است. نرخ رشد انتشار دی اکسید کربن، در کشور چین از سال ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۴ کاهشی و در سال‌های ۲۰۱۵تا۲۰۱۶ دارای نرخ رشد منفی بوده است. در کشور هند، نرخ رشد انتشار دی اکسیدکربن دارای نوسانات مختلفی بوده است. از سال ۲۰۱۰ تا۲۰۱۲ افزایشی، سپس تا ۲۰۱۳ کاهشی، در سال۲۰۱۴ افزایشی و بعد از آن نیز کاهشی بوده است. در کشور بنگلادش، در سال ۲۰۱۰ و ۲۰۱۵، بیشترین نرخ رشد وجود داشته است. همان‌گونه که در شکل مشخص است، تا سال ۲۰۱۱ در همه کشورهای گروه دوم، نرخ رشد انتشار دی اکسید کربن افزایشی بعد از آن تا سال ۲۰۱۳دارای روند ثابت و کاهشی و سپس در سال‌های بعد،روند نوسانی کاهشی- افزایش بوده است. شکل‌های مربوط به روند نرخ رشد انتشار دی اکسید کربن در گروه کشورهای دوم، سوم و چهارم نیز، ارائه گردیده است.



شکل۳- روند نرخ رشد انتشار کربن در کشورهای منتخب در طی دوره 2008-2018

Figure 3.Growth trend of carbon emissions in selected countries during the period 2008-2018

نتایج حاصل از شاخص جداسازی برای ارزش سرانه تولید بخش کشاورزی و آلودگی‌های ناشی از مصرف سموم شیمیایی در بخش کشاورزی کشورها منتخب در جدول ۲، ارائه شده است. بر اساس شاخص‌های انتخاب شده، مقادیر تغییر در هر شاخص در داده‌های خام در هر سال محاسبه و با سال قبل مقایسه شد. سپس نرخ تغییر سالانه برای مصرف سموم شیمیایی محاسبه شده است. در نهایت، بر اساس نرخ تغییر مصرف این نهاده بر نرخ تغییر ارزش تولیدسرانه بخش کشاورزی تقسیم شده است و در نهایت شاخص جداسازی به‌دست خواهد آمد.

نتایج شاخص جداسازی مصرف سموم شیمیایی در کشورهای گروه اول در جدول (۱) نشان داده شده است. همان‌طور که در قسمت قبل ذکر شد، بدترین حالت شاخص جداسازی مربوط به حالت جداسازی منفی قوی و بهترین حالت مربوط به جداسازی قوی است. شاخص جداسازی کشور بنگلادش در سال‌های ۲۰۰۹،۲۰۱۱،۲۰۱۳،۲۰۱۶، ۲۰۰۸ در وضعیت جداسازی منفی گسترده بوده است.در این سال‌ها ارزش سرانه تولیدناخالص بخش کشاورزی و مصرف سموم شیمیایی در این کشور هر دو همزمان رشد کرده‌اند، اما رشد مصرف سموم شیمیایی سریع‌تر از رشد ارزش تولید بوده است. شاخص جداسازی این کشوردر سال‌های ۲۰۱۵،۲۰۱۰،۲۰۱۲ در وضعیت جداسازی قوی بوده است. بنابراین، در این حالت، رشد ارزش تولید ناخالص بخش کشاورزی افزایشی و نرخ رشد مصرف سموم شیمیایی کاهشی بوده است و بهترین حالت ممکن در این سال‌ها وجود داشته است. در سال ۲۰۱۸ و ۲۰۱۴ وضعیت شاخص این کشور در حالت جداسازی ضعیف بوده است. نرخ رشد ارزش تولیدات بخش کشاورزی و نرخ رشد مصرف سموم شیمیایی افزایشی و نرخ رشد مصرف سموم شیمیایی کم‌تر از نرخ رشد ارزش تولیدات بوده است. در کشور چین در سال ۲۰۱۴ و دوره‌های زمانی ۲۰۱۲-۲۰۰۸ و ۲۰۱۸-۲۰۱۶ وضعیت شاخص جداسازی در حالت جداسازی ضعیف و در سال‌های ۲۰۱۵و۲۰۱۳ در وضعیت جداسازی قوی بوده است. این موضوع نشان می‌دهد کشور چین راهکارها و استراتژی‌هایی برای جلوگیری از اثرات منفی سموم شیمیایی بر سلامت انسان و محیط زیست مانند کاهش مصرف سموم شیمیایی، انجام داده است. در کشور هند، در سال‌های ۲۰۱۵، ۲۰۱۳، ۲۰۱۲، ۲۰۰۸،

۲۰۱۶ وضعیت این شاخص در حالت جداسازی قوی و در دوره زمانی۲۰۰۹-۲۰۱۱ و سال‌های ۲۰۱۴ و ۲۰۱۸ در وضعیت جداسازی منفی گسترده بوده است.

جدول۱- شاخص جداسازی،کشورهای گروه اول

Table1.Calculated decoupling index, the first group

سال	بنگلادش		چین		هند	
	شاخص جداسازی(DI_P)	وضعیت	شاخص جداسازی(DI_P)	وضعیت	شاخص جداسازی(DI_P)	وضعیت
۲۰۰۸	۲/۸۹	جداسازی منفی گسترده	۰/۳۴	جداسازی ضعیف	-۲۹,۷۱	جداسازی قوی
۲۰۰۹	۲/۸۱	جداسازی منفی گسترده	۰/۲۶	جداسازی ضعیف	۱۵/۴۵	جداسازی منفی گسترده
۲۰۱۰	-۰/۸۳	جداسازی قوی	۰/۲۹	جداسازی ضعیف	۵/۶۳	جداسازی منفی گسترده
۲۰۱۱	۲/۲۲	جداسازی منفی گسترده	۰/۱۸	جداسازی ضعیف	۹/۸۹	جداسازی منفی گسترده
۲۰۱۲	-۱/۹۲	جداسازی قوی	۰/۱۵	جداسازی ضعیف	-۱/۱۰	جداسازی قوی
۲۰۱۳	۳/۲۰	جداسازی منفی گسترده	-۰/۰۳	جداسازی قوی	-۲/۷۰	جداسازی قوی
۲۰۱۴	۰/۷۰	جداسازی ضعیف	۰/۰۳۴	جداسازی ضعیف	۵/۱۹	جداسازی منفی گسترده
۲۰۱۵	-۲/۹۳	جداسازی قوی	-۰/۳۸	جداسازی قوی	-۱/۰۱	جداسازی قوی
۲۰۱۶	۱/۲۸	جداسازی منفی گسترده	۰/۰۰۲	جداسازی ضعیف	-۱/۴۳	جداسازی قوی
۲۰۱۷	۰/۸۵	عدم جداسازی گسترده	۰/۰۰۹	جداسازی ضعیف	۰/۷۸	جداسازی ضعیف
۲۰۱۸	۰/۸۵	جداسازی ضعیف	۰/۰۰۹	جداسازی ضعیف	۸/۳۴	جداسازی منفی گسترده

جداسازی منفی گسترده و در سال ۲۰۱۸ در وضعیت جداسازی ضعیف بوده است.کشور انگلستان در سال‌های۲۰۱۰، ۲۰۱۱، ۲۰۱۳و ۲۰۱۷ در وضعیت جداسازی قوی و در سال‌های ۲۰۱۲،۲۰۱۴،۲۰۱۶ و ۲۰۱۸ در وضعیت جداسازی منفی گسترده قرار داشته است. کشورهای این گروه دارای بیشترین امتیاز شاخص عملکرد زیست محیطی بوده و بنابراین در راستای حفاظت از محیط‌زیست اقدامات مناسبی را انجام داده‌اند.

جدول۲- شاخص جداسازی آلودگی،کشورهای گروه چهارم

Table 2. Calculated decoupling index, the fourth group

سال	دانمارک		سوئیس		انگلستان	
	شاخص جداسازی(DI_P)	وضعیت	شاخص جداسازی(DI_P)	وضعیت	شاخص جداسازی(DI_P)	وضعیت
۲۰۰۸	-۲۳/۸۸	جداسازی منفی قوی	۵/۳۶	جداسازی منفی گسترده	۲/۳۷	جداسازی بازگشتی
۲۰۰۹	۵/۸۴	جداسازی بازگشتی	۰/۲۷	جداسازی منفی ضعیف	۰/۲۴	جداسازی منفی ضعیف
۲۰۱۰	۲۷/۶۵	جداسازی منفی گسترده	-۱/۵۸	جداسازی قوی	-۲۰/۱۶	جداسازی قوی
۲۰۱۱	۱۱/۰۳	جداسازی منفی گسترده	۹/۴۵	جداسازی منفی گسترده	-۵/۶۹	جداسازی قوی
۲۰۱۲	-۱۲۶/۷۷	جداسازی منفی قوی	۴۰/۴۳	جداسازی بازگشتی	۱۲/۵۶	جذاسازی منفی گسترده
۲۰۱۳	-۶۲/۷۳	جداسازی قوی	۶/۳۶	جداسازی منفی گسترده	-۰/۱۷	جداسازی قوی
۲۰۱۴	-۴۹/۲۸	جداسازی قوی	۱/۵۵	جداسازی قوی	۱/۸۷	جداسازی منفی گسترده
۲۰۱۵	۲۴/۰۴	جداسازی منفی گسترده	-۲/۷۰	جداسازی قوی	۰/۲۶	جداسازی ضعیف
۲۰۱۶	-۰/۴۷	جداسازی قوی	-۲/۸۶	جداسازی قوی	۴/۲۴	جداسازی منفی گسترده
۲۰۱۷	۱/۱۳	عدم جداسازی گسترده	-۹/۷۹	جداسازی قوی	-۰/۸۶	جداسازی قوی
۲۰۱۸	-۰/۰۲	جداسازی قوی	۰/۴۹	جداسازی ضعیف	۱/۵۳	جداسازی منفی گسترده

نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر با استفاده از داده‌های ارزش تولید ناخالص کشاورزی سرانه، مصرف کودشیمیایی و سموم شیمیایی در کشورهای منتخب، ارتباط بین رشد ارزش تولید کشاورزی و آلودگی ناشی از فرایند تولید در این بخش با محاسبه شاخص جداسازی ارزیابی شده است. بدین منظور از نظر امتیاز شاخص عملکرد زیست محیطی (۲۰۲۰)، چند کشور انتخاب گردید و برای هرگروه شاخص جداسازی آلودگی از رشد بخش کشاورزی محاسبه و مقایسه شد. نتایج نشان داد در گروه کشورهای اول ، کشور چین راهکارها و استراتژی‌هایی برای جلوگیری از اثرات منفی سموم شیمیایی بر سلامت انسان و محیط زیست مانند کاهش مصرف سموم شیمیایی، انجام داده است. نتایج این قسمت با مطالعه لی و همکاران (۲۰۱۹) و ژو و هو (۲۰۲۰) مطابقت دارد. در کشورهای گروه دوم، که ایران در این گروه قرار داشت، کشور ترکیه در طی دو سال در حالت جداسازی قوی بوده و کشورهای عمان و ایران در هیچ یک از سال‌های مورد بررسی در این وضعیت قرار نگرفته‌اند. کشورهای ژاپن و مجارستان در گروه سوم، در سه سال وضعیت جداسازی قوی را در شاخص جداسازی را به‌خود اختصاص داده‌اند. وضعیت جداسازی قوی در کشورهای گروه چهارم دانمارک، سوئیس و انگلستان بسیار پایدارتر از سایر گروه‌ها بوده است. این گروه بالاترین امتیاز شاخص عملکرد زیست‌محیطی را داشته‌اند. با استفاده از شاخص جداسازی، می-توان به منظور توسعه هماهنگ اقتصاد و محیط‌زیست، رشد اقتصادی و منابع محیط‌زیست را جداسازی کرد. باتوجه به بالا بودن سهم بخش کشاورزی در انتشار آلودگی، می‌توان از روش جداسازی برای ارزیابی رابطه بین رشد اقتصاد کشاورزی و آلودگی‌های این بخش، استفاده کرد. ارزیابی جداسازی تولید ناخالص ملی امکان بررسی جداسازی زیست‌محیطی با درنظر گرفتن جنبه‌های پایداری اجتماعی را نسبت به توسعه اقتصادی فراهم می‌کند.

استفاده از سموم دفع آفات اگرچه به افزایش تولید محصولات کشاورزی و بهبود کیفیت محصول کمک می‌کند، اما مصرف بیش از حد از سموم دفع آفات، اثرات منفی بر سلامت انسان و عوارض جانبی محیط زیستی دارد. تولید پاک در تحلیل جداسازی آلودگی موردنیاز است. جهت دست‌یابی به جداسازی قوی موردنظر از انتشار کربن کشاورزی از رشد اقتصادی در کشورهای مختلف، دولت و کشاورزان باید توجه بسیار زیادی به انتشار کربن ناشی از ورودی نهاده‌های کشاورزی مانند کودها، سموم دفع آفات برای توسعه کشاورزی نمایند. در روند توسعه کشاورزی، ضمن تقویت نوآوری علمی و فناوری، باید به تقویت زیرساخت‌های کشاورزی و افزایش بهره‌برداری از منابع کشاورزی پرداخت و مسیر توسعه کشاورزی کم کربن را با ویژگی‌های حفظ منابع، سازگاری با محیط زیست دنبال کرد. سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های کشاورزی، جهت دستیابی به وضعیت ایده‌آل شاخص جداسازی (جداسازی قوی) باید در اولویت برنامه‌های دولت قرار گیرد.

References

1. Salatin, P and Ghaffari somea, N.2016. Impact of human capital on environmental quality.Human & Environmental,vol5,issue2,pp,1-12. (In Persian)
2. Fotros, M.H., Ferdousi, M and Mehrpeyma, H. 2012.An Examination of Energy Intensity and Urbanization Effect on Environmental Degradation in Iran (A Cointegration Analysis).Journal of Environmental Studies.vol,37,issue,60, pp 13-22.(In Persian)
3. The State of Agricultural Commodity Markets. Agricultural Trade, Climate Change and Food Security; FAO: Rome, Ital, 2018.;Available online: http://www.fao.org/3/I9542EN/i9542en.pdf (accessed on 18 September 2019).
4. Nemati, A and Ghorbani, M. 2012.Consistency of Farmers' Economic and Environmental Behavior to Manage Weeds.Journal of Agricultural Economics Research,vol 4, issue 15,pp 39-58. (In Persian)
5. Fan, L., Niu, H., Yang, X., Qin, W., BentoCélia, P.M., Ritsema, C.J, et al.2015. Factors affecting farmers' behaviour in pesticide use: Insights from a field study in northern China. Science of the Total Environment, vol 537,pp 360-68.
6. Jallow M, Awadh D, Albaho M, Devi V, Thomas B. Pesticide knowledge and safety practices among farm workers in Kuwait: Results of a survey. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2017;14(4):340-49.
7. Salehi Jozani, G.R., Morad Ali, M.F and Alizadeh,S.A.2015. Optimization of economic medium and fermentation process of a lepidopteran active native Bacillus thuringiensis strain to enhance spore/crystal production.Agricultural Biotechnology Journal, vol 7,isuue 1, pp 93-114. (In Persian)
8. Bennett, E.M., Carpenter, S.R., Gordon, L.J., Ramankutty, N., Balvanera, P., Campbell, B.M., Cramer, W., Folley, J., Folke, C., Karlberg, L., Liu, J., Lotze-campen, H., Mueller, N.D., Peterson, G.D., Polasky, S., Rockstrom, J., Scholes, R.J., and Spierenburg, M. 2014. Resilient thinking for a more sustainable agriculture. Solutions, vol 5, pp 65-75.
9. Niyaki, A., Radjabi, R and Allahyari, M.S.2010. Social factors critical for adoption of biological control agents Trichogramma spp. egg parasitoid of rice stem borer Chilo suppressalis in

North of Iran. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, vol 9, issue 2, pp 133-39.

10. Damalas, C.A and Abdollahzadeh. G.2016. Farmers' use of personal protective equipment during handling of plant protection products: Determinants of implementation. Science of The Total Environment, vol 571, pp 730-36.
11. Damalas, C., Theodorou, M, Georgiou, E.2006. Attitudes towards pesticide labelling among Greek tobacco farmers. International Journal of Pest Management. Vol 52, issue 4, pp 269-74.
12. Abdollahzadeh, G., Sharif Sharifzadeh, M., Qadami Amraei, Z. 2017. Assessing Awareness of Rice Farmers of Sari County about Impacts of Usage of Pesticides and its Health Risk in Cropping Year 2015. Ijhe, vol 9, issue 4,pp 545-558.
13. Abdoli, M.A., Karbasi, A.R., Ghanbri, A., Khajeh, M and Ghaderi, A.A. 2013. An analysis on soil contamination and its impact on agricultural economy Case study: soil contamination and its impact on Barbarea Verna plant cultivation in Sistan. Geography and Terriyorial Spatial Arrangement, vol 2, issue 5, pp 77-88.
14. Zhou, M., Hu, B. 2020. Decoupling of carbon emissions from agricultural land utilisation from economic growth in China. Agricultural Economics-Czech, vol 66, issue 11, pp 510-518.
15. Li, A., Gong,Q and yang, S. 2019.Analysis of the Agricultural Economy and Agricultural Pollution Using the Decoupling Index in Chengdu China. International Journal of Environmental Research and Public Health, vol 16, pp 1-11.
16. Long,L. And Wang,X. 2017. A Study on the Relationship among Ecologaical Loss Growth and Welfare level in the Process of Urbanization in China: Based on Tapio Decoupling Analysis and Granger Causality Test. Inq. Into Econ. Vol 3, pp 98–106.
17. Sanye- Mengual, E., Seccghi, M., Corrado, S., Beylot, A., Sala, S. 2019.Assessing the decoupling of economic growth from environmental impacts in the European Union: A consumption-based approach.Journal of Cleaner Production, vol, 236,pp 1-16.
18. Wang, Q and Wang, S. 2019. A comparison of decomposition the decoupling carbon emissions from economic growth in transport sector of selected provinces in eastern, central and western China. Journal of Cleaner Production, vol 229, pp 570-581.
19. Babaei, S., Rashti, N.A. and Seifipour, R. 2016.The impact of Investment structure on environmental performance index (EPI) in oil countries.Majlis & Rahbord, vol 23, issue 85, pp 169-198.
20. Mcnally, L. 2003. A thesis submitted in conformity with the requirements for the degree of Master of Engineering, Protection of Water Resources in Landfill Siting in Vietnam. M. Eng. Project, Department of Civil Engineering, University of Toronto.
21. Akbarinejad Paqaleh, A., Karami, S., Ahmadian, R., Mokhtabad Ameri, S.M and Galalizadeh, S. 2013.Environmental Impact Assessment of Industrial Complexes Using AN-AM Case Study:

Sarcheshmeh Copper Complex.Journal of Environmental Studies, vol 39, issue 3, pp 105-116.

22. Wu, Y., Tam, V.W.T., Shuai, C.Y., Shen, L.Y., Zhang, Y and Liao S.J. 2019. Decoupling China's economic growth from carbon emissions: Empirical studies from 30 Chinese provinces (2001–2015). Science of The Total Environment, vol 656, pp 576–588.
23. World Bank.2018.World Development Indicators: Agricultural Methane Emissions. [Dataset]. Available at https://data.worldbank.org/indicator/EN.ATM.METH.KT.CE (accessed Jan 20, 2020).
24. Shu-jie, Y., Yu-bo, L and Shou-gang, Y. 2018.An Empirical Analysis of the Decoupling Relationship between Agricultural Carbon Emission and Economic Growth in Jilin Province. Materials Science and Engineering, vol 392,pp 1-8.
25. Xu, B., & Lin, B. Q. 2017. Factors affecting CO2 emissions in China's agriculture sector: Evidence from geographically weighted regression model. Energy Policy, vol 104, pp 404–414.
26. Yale Data-Driven Environmental Group Yale University and Center for International Earth Science Information Network (CIESIN) Columbia University. 2016. Environmental Performance Index (2016 EPI). Prepared by: 'January 2016: Available at: http://epi.yale.edu
27. Babaei Egdam, F., Aghaei, J., Alizadeh Znoozi, Sh and Ghaliki Milan, B. 2015.Zoning and prioritization of Urmia Lake catchment area in order to locate the landfill of municipal waste with emphasis on environmental indicators.Geography and Environmental Studies, vol 3, issue 12,pp 45-58.
28. Weziak bialowolska, D., Siasana, M. 2014. Environmental performance index 2014 JRC analysis and recommendation, 37P.
29. Zarandi, m and Bobran, S. 2008.Strategies of the environment sector to achieve the goals of the 20-year vision document of the country. Strategy Quarterly. Vol 48,pp 101-122.
30. Yi,P., Fang,S., Ma,C.2014. Decoupling Evaluation of Tourism Economic Growth and Eco-environmental Pressure in Geoparks: A Case Study of Songshan Mountain World Geopark. J. Nat. Resour. vol 29, pp 1282–1296.
31. OECD. 2005. Effects of Quantitative Constraints on the Degree of Decoupling of Crop Support Measures; OECD: Paris, France.
32. Zhang, Y.2013. Research on the Decoupling Distribution of Energy Consumption, Carbon Dioxide Emissions and Sustainable Development of China’s Industry. Res. Dev. vol 1, pp 104–108.
33. Tapio, P. 2005. Towards a theory of decoupling: Degrees of decoupling in the EU and the case of road traffic in Finland between 1970 and 2001. Transport Policy, vol 12, pp 137–151.
34. Ma, M.D and Cai W.G. 2019. Do commercial building sector-derived carbon emissions decouple from the economic growth in Tertiary Industry? A case study of four municipalities in China. Science of The Total Environment, vol 650, pp 822–834.