مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی
Management of Natural Ecosystems
دوره ۴، شماره ۳، پاییز۱۴۰۳، ۶۰-۵۰
Volume 4, Issue 3, Autumn 2024, 50-60
http://emj.ardakan.ac.ir/article_730332.html

ارزیابی چرخه حیات و جداسازی آلودگی- رشد صادرات خرما در ایران

میلاد یزدان‌پناه[۱]، حسین مهرابی بشرآبادی*[۲]، صدیقه نبی ئیان[۳]، سمیه نقوی[۴]، سمیه امیر تیموری[۵]، محمدرضا زارع‌مهرجردی[۲]

چکیده

جمعیت جهان روبه رشد بوده و تقاضای جهانی برای غذا در حال افزایش است، لذا افزایش عرضه مواد غذایی اهمیت بالایی دارد. این افزایش در بخش کشاورزی و صادرات محصولات مختلف با استفاده بیشتر از نهاده‌های کشاورزی همراه بوده و افزایش مصرف نهاده‌ها به‌خصوص نهاده‌های شیمیایی منجر به آلودگی زیست محیطی خواهد شد. با توجه به این که محیطزیست یکی از مؤلفه‌های اصلی در سیاست‌های کلان جهانی بوده و بسیاری از مؤلفه‌های دیگر را تحت تأثیر قرار داده؛ مهم‌ترین عامل و پیش نیاز بسیاری از فعالیت‌ها در سطح کلان، سازگاری با محیطزیست است. در پژوهش حاضر به‌منظور کمی‌سازی اثرات زیست محیطی تولید خرما با استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات، از داده‌ها و اطلاعات موجود در جهاد کشاورزی استان‌های عمده تولید کننده خرما برای سال‌های ۱۳۹۱ تا سال ۱۴۰۰ استفاده شد. این آمار وارد نرم افزار سیماپرو شده و برای هر سال میزان آلایندگی نهاده‌ها مشخص شد. پس از آن با استفاده از شاخص جداسازی تاپیو، جداسازی آلودگی از رشد صادرات محاسبه شد. نتایج نشان داد، در سال‌های ۹۳-۱۳۹۲ و ۹۷-۱۳۹۶ جداسازی قوی منفی در شش سال جداسازی ضعیف برای صادرات خرما رخ داده و در سه سال جداسازی ضعیف منفی اتفاق افتاده است. می‌توان گفت، مصرف کودها در تولید خرما، بالاترین آلودگی را تولید می‌کند. لذا با استفاده از کودهای ارگانیک و مصرف کردن کمتر کودهای شیمیایی می‌توان آلودگی ناشی از در تولید این را محصول کاهش داد.

واژگان کلیدی:

چرخه حیات، خرما، شاخص تاپیو، صادرات.

شاپا: ۲۸۲۱-۰۰۱۸۲
DOI: 10.22034/emj.2025.730332

مقاله پژوهشی

۱. دانشجو دکتری، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
miladyazdanpanah5572@gmail.com
۲. استاد، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
hmehrabi@uk.ac.ir
*نویسنده مسئول
zare@uk.ac.ir
۳. استادیار، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
s.nabieian@uk.ac.ir
۴. دانشیار، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، جیرفت، ایران.
somnaghavi@ujiroft.ac.ir
۵. دانشیار، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
amirtaimoori@uk.ac.ir

شناسه مقاله: ۲۵۱۰-۱۱۲۱
شماره صفحه پیاپی: ۸۷۷-۸۸۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۱۹
انتشار آنلاین: ۱۴۰۳/۰۷/۲۳
زمان پذیرش: ۱۰ روز

استناددهی:
یزدان‌پناه، م.، مهرابی بشرآبادی، ح.، نبی ئیان، ص.، نقوی، س.، امیرتیموری، س.، و زارع مهرجردی، م. (۱۴۰۳). ارزیابی چرخه حیات و جداسازی آلودگی- رشد صادرات خرما در ایران. مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی، (۳)۴، ۶۰-۵۰.

۱- مقدمه

یکی از مشکلات و چالش‌های بزرگ بشر در دنیا، تامین نیازهای غذایی است که نیاز به آن به‌طور روز افزون در همه کشورها به‌خصوص کشورهای در حال توسعه در حال زیاد شدن است (Fróna et al., 2021). تحقیقات نشان می‌دهد در ۴۰ سال آینده جهان برای تولید مواد غذایی با فشار زیادی مواجه خواهد شد. به گزارش سازمان ملل (۲۰۱۹) جمعیت جهان در سال ۲۰۳۰ به ۸/۶ میلیارد نفر و در سال ۲۰۵۰ به ۹/۸ میلیارد نفر خواهد رسید که نسبت به جمعیت دنیا در سال ۲۰۲۰ (۷/۷ میلیارد نفر)، ۱۲ درصد افزایش و در سال ۲۰۵۰، ۲۷ درصد افزایش جمعیت وجود خواهد داشت که این مساله به معنای نیاز بیشتر به مواد غذایی حاصل از تولیدات کشاورزی می‌باشد، در صورتی که محدودیت‌های زیادی برای تولید محصولات کشاورزی وجود دارد. محدودیت‌هایی در منابع تولید کشاورزی مانند زمین، آب و انرژی به‌صورتی است که بشر را همواره دچار چالش کرده است (Viana et al., 2022).

به‌منظور رفع کمبود منابع تولید و کاهش محدودیت‌ها، کشاورزی مدرن در دوره پس از انقلاب سبز با استفاده از نهاده‌های شیمیایی، ماشین‌آلات، سیستم‌های آبیاری و مهندسی ژنتیک بهره‌وری را در بخش کشاورزی افزایش داده است (Hamdan et al., 2022). ولی نهاده‌های شیمیایی که برای افزایش محصولات به‌کار برده می‌شوند، مشکلات زیادی با خود به همراه داشته‌اند. یکی از نهاده‌های شیمیایی پرکاربرد، سموم و کودهای شیمیایی دستاورد انقلاب سبز هستند که مشکلات جدی زیست‌محیطی و سلامتی را به وجود آورده‌اند (John and Babu, 2021). تخریب خاک (Li et al., 2022)، آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی (Bijay-Singh and Craswell, 2021)، افزایش هزینه‌های تولید (Zhang et al., 2018)، کاهش عملکرد محصول (Rahman and Zhang, 2018)، آلودگی هوا (Manisalidis et al., 2020)، ایجاد مسمومیت (Huang and Bu, 2022)، بروز سرطان‌ها (Bassil et al., 2007)، نقایص مادرزادی (Kalra et al., 2016)، بیماری‌های خطرناک برای حیوانات (Rohr ei al., 2019) و کاهش تنوع زیستی (Nandillon et al., 2024) از جمله اثرات سوء نهاده‌های شیمیایی هستند. همچنین، فائو در گزارش خود در سال ۲۰۱۷ به این مساله اشاره می‌کند که کشاورزی مدرن با کاربرد نهاده‌های شیمیایی، منجر به تولید حدود یک پنجم گازهای گلخانه‌ای در جهان شده و سهم زیادی از کل انتشار متان و اکسید نیتروژن جهان را به خود اختصاص داده است (FAO, 2021).

افزایش مصرف نهاده‌ها و ایجاد آلودگی محیط‌زیست در دنیا مشکلات زیادی از جمله تغییرات اقلیم را ایجاد کرده است. می‌توان گفت وجود اغلب تمدن‌های انسانی مدیون وضعیت اقلیمی بوده و حتی می‌توان با توجه به شواهد تاریخی- جغرافیایی به‌ویژه وضعیت خاص زیست محیطی جهان در شرایط کنونی ادعا کرد احتمالا کشورهایی که در ارتباط با مسائل زیستی، اقتصادی، اجتماعی و حتی سیاسی نسبت به این موضوع اهمیت خاصی قائل نیستند، به‌ویژه در وضعیتی که شرایط اقلیمی جهان روزبه‌روز با تغییرات وسیعی همراه می‌شود، در آینده‌ای نه چندان دور با مشکلات شدیدی در ابعاد مختلف به‌ویژه اقتصاد روبه‌رو خواهند بود که این موضوع حتی می‌تواند موجودیت آن‌ها را تهدید نماید (Nguyen et al., 2021).

بخش کشاورزی در ایران یکی از مهم‌ترین بخش‌های موجود در اقتصاد است که به دلیل قابلیت‌ها و ظرفیت‌های فراوان از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد. این بخش تامین کننده اصلی مواد غذایی برای مردم و ایجاد کننده امنیت غذایی برای کشور بوده و سهم قابل توجهی در تامین و تهیه مواد اولیه صنایع را دارد. از طرفی این بخش در توسعه روستایی و ایجاد اشتغال اهمیت زیادی داشته و به‌طور مستقیم و غیرمستقیم می‌تواند نیروی کار را به خود جذب نماید (راسخی و عابدی، ۱۳۹۰).

از آنجا که ایران کشوری نفت خیز بوده و سهم درآمدهای نفتی در بودجه کشور بسیار بالاست یکی از اهداف سیاست‌گذاران، گسترش صادرات غیرنفتی در اغلب برنامه‌های توسعه‌ای کشور می‌باشد. یکی از عوامل موثر بر رشد بخش کشاورزی صادرات است (عزیزی‌مهر، ۱۴۰۱). در مطالعات مختلفی رابطه بین رشد بخش کشاورزی و صادرات در ایران و سایر کشورها مثبت و معنی‌دار برآورد شده است. این در حالی است که رشد صادرات و تجارت بالا می‌تواند بر تخریب محیط زیست تاثیرگذار باشد. در این مورد دو دیدگاه وجود دارد برخی معتقدند تجارت اثر مثبتی بر روی محیط‌زیست خواهد داشت زیرا هنگامی که تجارت بیشتر شود به تبع آن رشد اقتصادی افزایش یافته و درآمدهای بالاتر منجر به تقاضای بیشتر مردم برای محیط زیست سالم بوده که این مساله تولیدکنندگان را تشویق به حرکت به سمت تولیدی پاک‌تر می‌کند. اما برخی بر این اعتقادند که تجارت، محیط‌زیست را تخریب خواهد نمود، زیرا فعالیت‌های اقتصادی توسعه یافته و انباشت صنایع آلاینده می‌تواند محیط زیست را تحت تاثیر قرار دهد (Korves et al., 2011). از طرفی اجزای تجارت (صادرات و واردات) اثرات متفاوتی بر روی محیط زیست دارند. به‌طوری که محققان بیان می‌کنند اثرات تخریبی صادرات بیشتر از واردات بوده و حتی اجزای صادرات شامل صادرات نفتی، صادرات کشاورزی، صادرات محصولات خام، صادرات محصولات فراوری شده و مانند آن نیز اثرات مختلفی بر محیط‌زیست دارند. افزایش صادرات محصولات کشاورزی بر تقاضا برای نهاده‌هایی مانند آب، کود، حشره‌کش‌ها و نظایر آن تاثیر داشته و در کشور کم آبی مانند ایران که منجر به برداشت بی‌رویه آب‌ها شده است، پیامدهای اقتصادی و اجتماعی زیادی خواهد داشت. از طرفی صادرات محصولات خام کشاورزی زمین‌های بیشتری را به زیرکشت خواهد برد که این مساله با قطع درختان و از بین بردن مراتع و جنگل‌ها همراه بوده و باعث آلودگی آب، خاک و هوا شده و اثرات غیرقابل جبرانی را برمحیط زیست خواهد داشت. این مسائل گازهای گلخانه‌ای را

افزایش داده و هرچه بخش کشاورزی مکانیزه‌تر شود این آلودگی‌ها افزایش بیشتری خواهد داشت (Korves et al., 2011؛ محمدی و همکاران، ۱۳۹۵).

یکی از محصولات بخش کشاورزی که سهم مهمی در ارزآوری ایران داشته و در تولید و صادرات مزیت نسبی دارد، خرما می‌باشد که می‌تواند نقش مهمی در اشتغال‌زایی و صادرات غیرنفتی ایفا کند (کوچک‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴). بر اساس آخرین آمار موجود، ارزش صادرات جهانی خرما در سال ۲۰۲۱، بیش از ۱/۷۴ میلیون دلار بوده است که نسبت به سال ۲۰۱۱ حدود ۲۰ درصد افزایش داشته است. اما در سال‌های گذشته (سال ۲۰۱۶)، سهم مقدار صادرات ایران ۲۸ درصد کل دنیا بوده است. لذا می‌توان گفت میزان سهم ایران در صادرات خرما کاهشی بوده است (FAO, 2023).

جداسازی[1] انتشار دی اکسیدکربن از صادرات بخش کشاورزی، می‌تواند راه حلی برای توسعه اقتصادی کم کربن باشد. جداسازی بیان می‌کند که فعالیت اقتصادی باید افزایش یابد ولی تخریب محیط‌زیست در همان زمان کاهش یابد. این مساله توسط سازمان توسعه همکاری‌های آسیا و اروپا[2] در سال ۲۰۰۰ مطرح و توسط Vehmas et al. (۲۰۰۳) و Tapio (۲۰۰۵) توسعه داده شد. تاپیو مدل جداسازی را برمبنای کشش ارائه داد. جداسازی انتشار دی اکسید کربن از رشد اقتصادی بسیار با اهمیت است زیرا رشد اقتصادی برای جوامع بسیار مطلوب بوده ولی انتشار دی اکسیدکربن این مطلوبیت را ندارد. این شاخص بهترین روش برای توصیف وابستگی رشد اقتصادی و صادرات به مصرف انرژی بوده و از این شاخص برای بررسی ارتباط بین مصرف انرژی یا تولید گازهای آلاینده‌ای مانند دی اکسید کربن و صادرات و رشد اقتصادی استفاده می‌شود (Tapio, 2005).

در این زمینه Motevali et al. (۲۰۱۹) پارامترهای زیست محیطی برای تولید برنج در گیلان و مازندران را در روش‌های سنتی و مکانیزه را با استفاده از نرم‌افزار سیماپرو و روش ارزیابی چرخه حیات انجام دادند و نتیجه گرفتند تولید مکانیزه برنج آلودگی بیشتری ایجاد می‌کند. Alishah et al. (۲۰۱۹) به ارزیابی چرخه حیات پرتقال در طی دوره تولید آن در ۷ سال پرداخته و نتیجه گرفتند در تولید یک کیلوگرم پرتقال کود نیتروژن بالاترین سهم را در آلودگی‌ها و بیماری‌های انسان و تخریب لایه ازن داشته است. Saber et al. (۲۰۲۰) به ارزیابی چرخه حیات در انواع سیستم‌های تولید برنج در ایران پرداختند. نتایج مطالعه آنها نشان دادند سوخت‌های فسیلی نقش اساسی در تخریب محیط زیست در سیستم‌های سنتی و مصرف نهاده کم داشته‌اند و برنامه‌ریزی‌ها و مدیریت تولید برنج در بلندمدت به گونه‌ای تغییر یابد که کشاورزان به سمت کاشت ارگانیک این محصول روی آورند. Hesampour et al. (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای به ارزیابی زیست محیطی تولید خرما با استفاده از روش ارزیابی چرخه عمر با استفاده از سیماپرو پرداختند. نتایج نشان داد سوخت گازوئیل، آفت کش‌ها و کود نیتروژن بیشترین سهم را در شاخص‌های زیست محیطی محصول مورد مطالعه داشتند. Wulandari et al. (۲۰۲۳) به ارزیابی چرخه حیات روغن پالم در اندونزی پرداخته و نتیجه گرفتند در فرآیند تولید روغن پالم بالاترین تاثیر زیست محیطی در رده انرژی‌های تجدیدناپذیر و گرمایش جهانی بوده است.

ابراهیمی و ابراهیمی (۱۴۰۰) به ارزیابی چرخه حیات دو محصول باغی سیب و انگور با استفاده از نرم افزار سیماپرو به‌منظور ارزیابی اثرات زیست محیطی آنها پرداختند. نتایج آنها نشان داد پتانسیل گرمایش جهانی که شامل گازهای دی اکسید کربن، متان و اکسید نیتروژن است برای دو محصول تفاوت فاحشی نداشته و تولید گازهای گلخانه‌ای ناشی از استفاده از آفت کش‌ها برای محصول سیب، بیشتر است. لذا سیب آسیب بیشتری به محیط زیست وارد کرده و باید از کود و سم کمتری برای تولید این محصول استفاده شود. جلیلیان و همکاران (۱۴۰۲) در مطالعه‌ای به بررسی شاخص‌های زیست محیطی تولید بامیه در انواع کشت خالص، مخلوط و جنگل زراعی در استان خوزستان پرداخته و شاخص‌های زیست محیطی را با استفاده از روش ReCiPe 2016 به‌دست آوردند.

در زمینه جداسازی، نقوی (۱۴۰۴) به تحلیل پایداری کشاورزی با تأکید بر شاخص جداسازی آلودگی و رشد کشاورزی در استان‌های منتخب ایران پرداخت. نتایج نشان داد در بعد زیست‌محیطی، وضعیت جداسازی قوی به‌عنوان ایده‌آل‌ترین حالت توسعه جداسازی در دوره‌ی ۱۳۹۸-۱۳۸۷ برای هر دو نهاده کود و سموم شیمیایی تنها در سال‌های محدودی در سه استان مذکور رخ داده است. راسخی و قنبرتبار (۱۴۰۲) به جداسازی رشد اقتصادی، مصرف انرژی و دی اکسید کربن در دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ با استفاده از روش تاپیو و تحلیل عاملی پرداختند. نتایج آنها نشان داد رشد اقتصادی ایران طی دوره زمانی مورد مطالعه در سطوح مختلف انرژی با جداسازی منفی همراه شده و این جداسازی منفی در انرژی مفید و نهایی نسبت به انرژی اولیه قوی‌تر است. نقوی (۱۴۰۱) با استفاده از شاخص جداسازی به بررسی رابطه مصرف انرژی و رشد تولید ناخالص داخلی این دو بخش پرداخته است نتایج تجزیه در بخش صنعت نشان داد در اغلب سال‌های مورد مطالعه، اثر شدت انرژی و در بخش کشاورزی اثر تولیدی بیشترین نقش را در مصرف انرژی داشته‌اند. Elahi et al. (۲۰۲۴) در مطالعه خود ۱۶۵ نمونه از مناطق پیشرو برای توسعه سبز کشاورزی را برای تجزیه و تحلیل تغییرات در انتشار گازهای گلخانه‌ای، ارزیابی جداسازی کاهش انتشار از مقدار خروجی و شناسایی عوامل مؤثر بررسی انتخاب کردند. Ghafarian and Farajzadeh (۲۰۲۲) میزان آلودگی‌های گازهای متان، دی کسید نیتروژن و دی اکسید کربن را در بخش کشاورزی ایران با استفاده از شاخص‌های تجزیه طی سال‌های ۱۹۷۳ تا ۲۰۱۶، جداسازی نمودند. نتایج نشان داد گاز متان و دی اکسید نیتروژن تولیدی از بخش کشاورزی طی دوره مورد مطالعه به‌ترتیب سالانه ۳/۹ و ۲/۶ در صد کاهش یافته است. همچنین تولیدات کشاورزی منجر به آلودگی‌های مختلف

1. Decoupling
2. OECD

می‌شوند ولی درصد بسیار کمی این آلودگی‌ها را تولید می‌کنند. در حالی که شهرنشینی و درجه باز بودن تجاری بر آلودگی تاثیر زیادی دارند. لذا اگر سیاست‌گزاران بخواهند آلودگی‌های کشور را کاهش دهند باید به‌صورت بخشی به آنها نگاه کنند.

مطالعات انجام شده نشان می‌دهد تعیین آلودگی به روش سیماپرو در محصولات مختلف از جمله خرما انجام شده و جداسازی نیز به‌صورت بخشی برای بخش‌ها و یا محصولات مختلف صورت گرفته است. ولی تاکنون مطالعه‌ای که این دو روش را با هم ترکیب کرده و به جداسازی آلودگی بپردازد انجام نشده است. لذا در این مطالعه ابتدا میزان انتشار آلودگی حاصل از تولید خرما با استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات محاسبه شده و سپس با استفاده از رویکرد جداسازی به بررسی رشد صادرات خرما و آلودگی که منجر به تغییرات اقلیم شده است، پرداخته خواهد شد تا میزان وابستگی رشد اقتصادی و صادرات خرما به انتشار دی اکسیدکربن و تغییرات اقلیم مشخص شود.

۲- مواد و روش‌ها

یکی از فنون توسعه یافته در زمینه حفاظت زیست‌محیطی و اثرات احتمالی در راستای تولید محصول، ارزیابی چرخه حیات[1]می‌باشد. ارزیابی چرخه حیات می‌تواند در مواردی مانند انتخاب شاخص‌ها در ارتباط با عملکرد زیست محیطی مانند فنون اندازه‌گیری، تشخیص و شناسایی فرصت‌ها به جهت بهبود یافتن عملکرد زیست‌محیطی محصول‌ها در قسمت‌های گوناگون چرخه زندگی آن‌ها، بازاریابی و مطلع ساختن سیاست‌گذاران یا تصمیم‌گیرندگان در سازمان‌های دولتی و غیردولتی یا صنایع به جهت اولویت‌بندی، برنامه‌ریزی راهبردی، طراحی یا بازیافت فرآیند یا محصول کمک کند (Pryshlakivsky and Searcy, 2021).

بر این اساس، هدف از این پژوهش طبقه‌بندی و کمی‌سازی اثرات زیست محیطی چرخه تولید خرما به کمک ارزیابی چرخه حیات است تا بتوان تولید خرما را به لحاظ پایداری فنی و زیست‌محیطی بررسی کرد. در مطالعه حاضر تولید برای یک تن خرما در شرایط عرضه به بازار به‌عنوان واحد عملکردی در نظر گرفته شد. مرز سامانه به معنای معرفی فرآیندهای واحد در سیستم تهیه شده می‌باشد. تمام فعالیت‌های مرتبط با سیکل حیات در تولید محصول در مرز سیستم انتخاب شده قرار خواهند گرفت. مرز سامانه معمولا به‌وسیله نمودار کلی جریانات ورودی و خروجی مشخص می‌شود (Roy et al., 2009؛ Guinée et al., 2001).

داده‌های مورد نیاز برای ورود به چرخه حیات شامل نهاده‌های مورد استفاده در تولید یک تن خرماست که پس از ویرایش و تطبیق داده‌ها با مطالعات مشابه، داده‌های غیرقابل استناد یا غیرطبیعی مانند اطلاعات بسیار قدیمی حذف و داده‌های پاک‌سازی‌شده برای مراحل بعد آماده گردیدند. در این مرحله اجرای برنامه به‌صورت خودکار در نرم افزار صورت می‌گیرد. در پژوهش حاضر به‌منظور بررسی شاخص‌های زیست‌محیطی میانی و نهایی از روش تحلیل CML 2001 استفاده شد. پس از آن ارزیابی و تفسیر چرخه حیات با استفاده از نرم‌افزار سیماپرو انجام شد و داده‌های آلودگی ناشی از تولید خرما محاسبه شد. اطلاعات مربوط به صادرات خرما نیز از منابع آماری (FAO, 2023) جمع‌آوری شده و سپس از شاخص جداسازی برای جداکردن آلودگی‌های ناشی از صادرات خرما استفاده شد.

برای انجام تحلیل جداسازی سه روش OECD مبتنی بر مقدار اولیه و نهایی، Vehmas et al. (۲۰۰۳) و Tapio (۲۰۰۵) مبتنی بر تغییر کشش و رشد، وجود دارد. با توجه به این که رویکرد تاپیو ۸ حالت داشته، مفهوم جداسازی منفی در آن آمده است و بازده‌های مشخص برای کشش محیط‌زیستی را وارد مدل کرده، مدل بهتری نسبت به سایر مدل‌ها می‌باشد. لذا در این مطالعه از رویکرد تاپیو برای جداسازی تخریب محیط‌زیست استفاده شده است (Vehmas et al., 2003).

جدا کردن انتشار آلودگی‌هایی مانند CO_2 از حجم صادرات کشش صادراتی آلودگی محاسبه می‌شود (Wang et al., 2018):

رابطه (۱) کشش صادراتی آلودگی= 〖DI〗 _t=(%ΔPI)/(%ΔEXP)

متغیرهای ΔPl_t و ΔEX_t به ترتیب تغییرات آلودگی و تغییرات مقدار صادرات را نشان می‌دهد (Kang et al., 2022). علاوه بر این $\frac{\Delta Pl_t}{Pl_t}$ و $\frac{\Delta EX_t}{EX_t}$ نرخ رشد آلودگی و مقدار صادرات را نشان می‌دهند. t نیز نشان‌دهنده زمان مورد مطالعه می‌باشد. بر اساس مدل تاپیو، شاخص جداسازی آلودگی دارای ۸ حالت می‌باشد که در جدول (۱) نشان داده شده است.

۱- جداسازی ضعیف: رشد صادرات و نرخ رشد آلودگی افزایشی است و نرخ رشد آلودگی کمتر از رشد صادرات است.

۲- رشد صادرات و رشد آلودگی کاهشی است نرخ رشد آلودگی کمتر از رشد صادرات است.

۳- رشد صادرات افزایشی و نرخ رشد آلودگی منفی است (بهترین حالت).

۴- نرخ رشد تولید آلودگی بیشتر از نرخ رشد صادرات است.

۵- رشد صادرات کاهشی و نرخ رشد آلودگی افزایشی است (بدترین حالت).

۶- کاهش رشد آلودگی با کاهش رشد صادرات تقریبا برابر است.

۷- رشد تولید آلودگی با رشد صادرات برابر است.

1. Life Cycle Assesment

۸- رشد صادرات و نرخ رشد آلودگی کاهشی و نرخ رشد آلودگی بیشتر از رشد صادرات است.

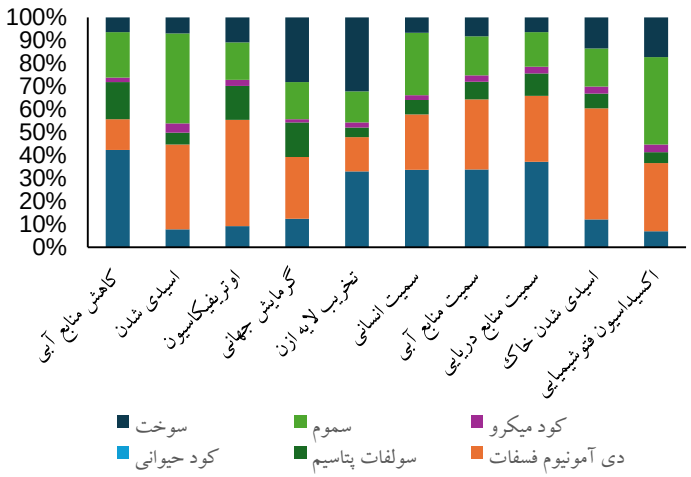
جدول (۱): درجات مختلف جداسازی بر اساس روش تاپیو (Tapio, 2005)

درجه پیوند و جداسازی	ΔPl		ΔEX		$\frac{\Delta Pl_t}{Pl_t} / \frac{\Delta EX_t}{EX_t}$
	<0	>0	<0	>0	
۱ جداسازی ضعیف		*		*	بین ۰ تا ۰/۸
۲ جداسازی ضعیف منفی	*		*		بین ۰ تا ۰/۸
۳ جداسازی قوی	*			*	کمتر از صفر
۴ جداسازی قوی منفی		*	*		کمتر از صفر
۵ جداسازی منفی رو به رشد		*		*	بیشتر از ۱/۲
۶ جداسازی بازگشتی	*		*		بیشتر از ۱/۲
۷ پیوند رو به رشد/ توسعه		*		*	بین ۰/۸ تا ۱/۲
۸ پیوند بازگشتی	*		*		بین ۰/۸ تا ۱/۲

در این مطالعه برای بررسی فرضیات و دستیابی به اهداف مطالعه ابتدا داده‌های مربوط به صادرات، تولید خرما و میزان کود، آب، سموم و زمین مورد استفاده برای تولید محصول خرما در ایران طی سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۰ از منابع آماری مانند فائو و وزارت جهاد کشاورزی استان‌های کرمان، سیستان و بلوچستان، خوزستان و هرمزگان جمع‌آوری شده و با استفاده از داده‌های مربوط به نهاده‌ها میزان آلودگی محیط زیستی ناشی از تولید و صادرات این محصولات طی سال‌های مورد مطالعه به تفکیک محاسبه خواهد شد. سپس با استفاده از شاخص جداسازی تاپیو اثرات آلودگی از میزان تولید و صادرات خرما جدا شده و میزان آلودگی ناشی از تولید این محصول برآورد خواهد شد تا راهکاری برای سیاست‌گزاران برای کاهش آلودگی باشد.

۳- نتایج و بحث

پس از جمع‌آوری داده‌ها، ارزیابی اثرات چرخه حیات انجام شد. ۱۰ شاخص میانی برای سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۴۰۰ تجزیه و تحلیل شد که در ادامه میانگین نتایج آن به‌صورت میانگین در شکل (۱) مشاهده می‌شود که در روش جداسازی باید هر کدام به تفکیک مورد استفاده قرار گیرند.



شکل (۱): سهم هر نهاده تولید خرما در آلودگی محیط زیست

همان‌طور که در شکل (۱)، مشاهده می‌شود بالاترین میزان آلودگی متعلق به کودهای مورد استفاده در تولید خرما بوده سپس سوخت بالاترین آلودگی را تولید کرده است و در نهایت سموم که کمترین استفاده را داشته‌اند کمترین سطح آلودگی را ایجاد نموده‌اند. بیشترین سطح کاهش منابع آبی را استفاده از سولفات آمونیوم ایجاد کرده است. در حالی که اسیدی شدن بیشتر به دلیل استفاده از سموم می‌باشد. دی آمونیوم فسفات بیشترین اوتریفیکاسیون را ایجاد کرده و سوخت‌ها بیشترین تولید دی اکسید کربن و در نتیجه گرمایش جهانی را داشته‌اند. در این سال بیشترین تخریب لایه ازن به دلیل استفاده از سوخت‌ها و کود میکروی مورد استفاده در تولید خرما بوده و بالاترین میزان سمیت به دلیل استفاده از کودها (سولفات آمونیوم) بوده است. دی آمونیوم فسفات بیش از همه کودها منجر به اسیدی شدن خاک شده است و سموم باعث اکسیداسیون فتوشیمیایی شده‌اند. سپس آلودگی دی اکسید کربن ناشی از نهاده‌های سموم و کود شیمیایی در تولید خرما که از روش چرخه حیات به‌دست آمده بود با یکدیگر جمع شده و به‌صورت جدول (۲)گزارش شد.

جدول (۲): آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از تولید خرما

سال	کودها	سموم
۱۳۹۱	۴۱۲/۴۶	۱۴۸/۱۳
۱۳۹۲	۳۷۶/۶۶	۱۰۱/۵۷
۱۳۹۳	۳۹۸/۰۷	۷۴/۰۶
۱۳۹۴	۳۸۱/۰۶	۱۰۵/۸۱
۱۳۹۵	۳۷۴/۹۳	۱۳۷/۵۵
۱۳۹۶	۴۱۹/۷۹	۱۴۴/۹۵
۱۳۹۷	۳۳۰/۶۹	۱۴۹/۱۹
۱۳۹۸	۳۵۴/۴۴	۱۸۷/۲۸
۱۳۹۹	۴۰۰/۴۲	۱۶۲/۹۴
۱۴۰۰	۳۴۳/۴۳	۱۷۹/۸۷

ماخذ: یافته‌های تحقیق

همان‌طور که در جدول (۲) مشاهده می‌شود میزان آلودگی ناشی از کودهای شیمیایی در تولید خرما روندی نزولی از سال ۱۳۹۱ داشته است به‌طوری که از ۴۱۲/۴۶ کیلوگرم دی اکسید کربن به ۳۴۳/۴۳ کیلوگرم رسیده است. بیشترین مقدار آلودگی در سال ۱۳۹۶ بوده و کمترین مقدار آکودگی ناشی از تولید کودها در سال ۱۳۹۷ بوده است. در سال ۱۳۹۷ بارش‌ها در کشور کاهش یافته و منابع آبی کمی در دسترس باغداران قرار داشته است. همچنین در برخی مناطق مانند کرمان سرمازدگی منجر به خشک شدن برخی از نخیلات و باغ‌ها شده و این مساله بر کاهش مصرف کود برای باغ‌ها تاثیر گذاشته است. لذا آلودگی از این طریق کمتر تولید شده است. در سال ۱۴۰۰ نیز مصرف کودها کاهش پیدا کرده است این مساله به دلیل افزایش قیمت دلار و افزایش هزینه کود و سم برای کشاورزان است که در نهایت منجر به کاهش مصرف کود برای کشاورزان شده است. افزایش قیمت کودهای شیمیایی به دلیل تحریم‌ها و نوسانات ارزی انگیزه کشاورزان را برای استفاده از این کودها کاهش داده است. درصد تغییر در صادرات و آلودگی ناشی از تولید خرما در جدول (۳) گزارش شده است. میزان آلودگی ناشی از سموم نشان دهنده آن است که این آلودگی در سال‌های مورد مطالعه روندی صعودی داشته است و از ۱۴۸/۱۳ کیلوگرم در سال ۱۳۹۱ به ۱۷۹/۸۷ کیلوگرم در سال ۱۴۰۰ رسیده است. افزایش مصرف سموم و آلودگی‌های ناشی از آن نشان‌دهنده وجود آفات و بیماری‌های موجود در نخیلات و بیشتر شدن آن است.

با استفاده از داده‌های جدول (۲) و مقادیر صادرات خرما تغییرات این متغیرها محاسبه و در جدول (۳) گزارش شد.

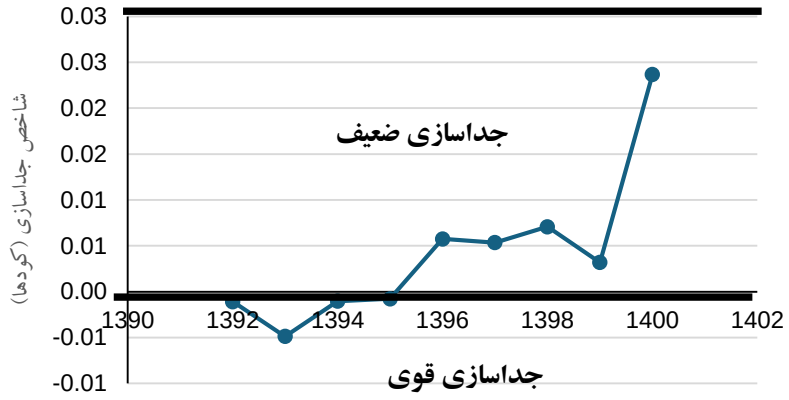
جدول (۳): تغییرات صادرات و آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از تولید خرما (درصد)

سال	کودها	سموم	صادرات
۱۳۹۱-۹۲	-۰/۰۹	-۰/۳۱	۷۹/۸۶
۱۳۹۲-۹۳	۰/۰۶	-۰/۲۷	-۱۱/۶۷
۱۳۹۳-۹۴	-۰/۰۴	۰/۴۳	۴۱/۷۳
۱۳۹۴-۹۵	-۰/۰۲	۰/۳	۲۱/۰۳
۱۳۹۵-۹۶	۰/۱۲	۰/۰۵	۲۰/۸۲
۱۳۹۶-۹۷	-۰/۲۱	۰/۰۳	-۳۹/۵۹
۱۳۹۷-۹۸	۰/۰۷	۰/۲۶	۱۰/۱۳
۱۳۹۸-۹۹	۰/۱۳	-۰/۱۳	۴۰/۵۶
۱۳۹۹-۱۴۰۰	-۰/۱۴	۰/۱	-۶/۰۲

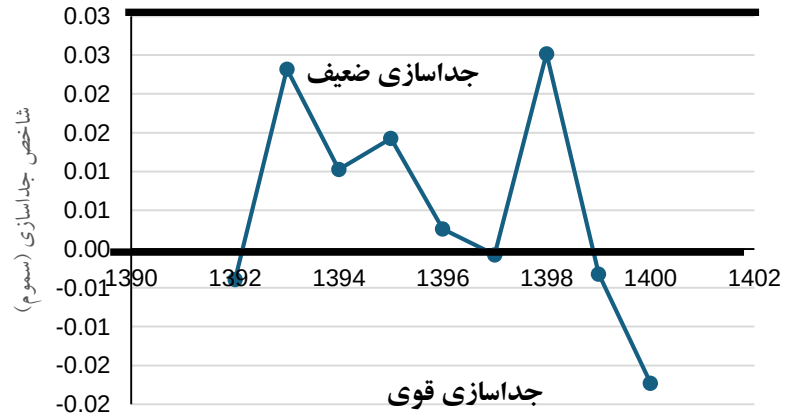
ماخذ: یافته‌های تحقیق

همان‌طور که مشاهده می شود تغییرات آلودگی ناشی از کودها در ۵ سال منفی بوده و در ۴ سال مثبت است. در سال‌های ابتدایی و انتهایی این تغییرات منفی بوده است. بدین معنا که در این سال‌ها آلودگی ناشی از مصرف کود نسبت به سال قبل کاهش یافته است. در سال‌های ۹۳-۱۳۹۲، ۹۶- ۱۳۹۵، ۹۸ -۱۳۹۷ و ۹۹-۱۳۹۸ تغییرات آلودگی مثبت بوده یعنی آلودگی در این سال‌ها نسبت سال قبل از خود بیشتر شده است. در مورد سموم نیز آلودگی ناشی از مصرف آن در اغلب سال‌ها مثبت بوده است یعنی این آلودگی نسبت به سال قبل افزایش داشته است. تنها در سال‌های ۹۲ -۱۳۹۱، ۹۳ -۱۳۹۲ و ۹۹-۱۳۹۸ میزان آلودگی نسبت به سال قبل کاهش یافته است این مساله نشان دهنده مصرف بی رویه سموم در اغلب سال‌ها است. میزان صادرات خرما و تغییرات ناشی از آن در اغلب سال‌ها افزایش داشته است و تنها در سه سال تغییرات آن کاهشی بوده است و میزان صادرات نسبت به سال قبل کاهش داشته است.

در شکل (۲) مقادیر عددی شاخص جداسازی برای کودها آورده شده است. با توجه به شکل (۳) مشاهده می شود، روند این شاخص برای آلودگی ناشی از کودها افزایشی بوده و از جداسازی قوی به جداسازی ضعیف رسیده است. در جداسازی ضعیف رشد صادرات و نرخ رشد آلودگی افزایشی و یا کاهشی بوده و نرخ رشد آلودگی کمتر از رشد صادرات است. به همین دلیل عددی بین صفر تا ۰/۸ را به خود می‌گیرد و مثبت می‌باشد. در حالی‌که در جداسازی قوی یا رشد صادرات افزایشی و نرخ رشد آلودگی منفی است که بهترین حالت رخ داده و یا نرخ رشد تولید آلودگی بیشتر از نرخ رشد صادرات است. بدین صورت عددی منفی برای شاخص جداسازی ایجاد خواهد شد. می‌توان گفت برای مصرف کودها و آلودگی ناشی از آنها در ۴ سال ابتدایی آلودگی بسیار کمی تولید شده و صادرات خرما توانسته است از آلودگی‌ها بیشتر بوده و لذا آلودگی کمتری تولید شده است. این شاخص برای سموم در شکل (۳) آورده شده است.



شکل (۲): شاخص جداسازی مربوط به استفاده از کودها



شکل(۳): شاخص جداسازی مربوط به استفاده از سموم

برخلاف شاخص جداسازی کودها که روند صعودی در آن مشاهده می‌شود، در شاخص جداسازی سموم بیشتر جداسازی ضعیف وجود داشته و تنها در دو سال ابتدایی و انتهایی جداسازی قوی در آلودگی نسبت به صادرات قابل مشاهده می‌باشد. این مساله نشان می‌دهد تولید آلودگی ناشی از سموم برای صادرات خرما تاثیر بیشتری بر صادرات خرما داشته است و آلودگی‌های ناشی از مصرف سموم تغییرات بیشتری به صادرات داشته‌اند. در ذیل به تفکیک سال‌های مورد مطالعه این شاخص‌ها آورده خواهند شد.

با توجه به جدول (۴) در سال اول رشد صادرات افزایشی و نرخ رشد آلودگی منفی است این مساله بهترین حالت می‌باشد و منجر به جداسازی قوی می‌شود. در هر قسمتی از جدول که جداسازی قوی مشاهده می‌شود نشان دهنده رشد صادرات و کاهش آلودگی ناشی از نهاده‌ها است که بیانگر بهتر شدن وضعیت آلودگی و کاهش آن در این سال‌ها می‌باشد. در آلودگی ناشی از کودها و سموم در سال‌های ۹۲-۱۳۹۱، ۹۴-۱۳۹۳، ۹۵-۱۳۹۴، ۹۹-۱۳۹۸ جداسازی قوی رخ داده که بیشتر در سال‌های ابتدایی اتفاق افتاده است. در عمل، این بدان معنی است که رشد صادرات به وسیله فناوری کاراتر همراه با کاهش تخریب زیست محیطی حاصل می‌شود. در این سال‌ها صادرات خرما زیاد شده و در عین حال آلودگی ناشی از مصرف نهاده‌ها نیز کمتر شده است. شاید یکی از دلایل افزایش در صادرات این محصول در این سال‌ها همین کاهش مصرف نهاده‌های مضر بوده است. زیرا اغلب

کشورهایی که از ایران خرما وارد می‌کنند به مساله ارگانیک بودن محصولات و کم بودن سموم و کود حساس بوده و اگر محصول مقداری بیش از حد دارای سم یا کود باشد آن را خریداری نخواهند کرد.

جدول (٤): تغییرات انواع جداسازی در تولید خرما

سال	کود	سم
۹۲-۱۳۹۱	جداسازی قوی	جداسازی قوی
۹۳-۱۳۹۲	جداسازی قوی منفی	جداسازی ضعیف منفی
۹۴-۱۳۹۳	جداسازی قوی	جداسازی ضعیف
۹۵-۱۳۹۴	جداسازی قوی	جداسازی ضعیف
۹۶-۱۳۹۵	جداسازی ضعیف	جداسازی ضعیف
۹۷-۱۳۹۶	جداسازی ضعیف منفی	جداسازی قوی منفی
۹۸-۱۳۹۷	جداسازی ضعیف	جداسازی ضعیف
۹۹-۱۳۹۸	جداسازی ضعیف	جداسازی قوی
۱۴۰۰-۱۳۹۹	جداسازی ضعیف منفی	جداسازی ضعیف

با توجه به جدول (۴)، در جداسازی قوی منفی، نرخ رشد تولید آلودگی بیشتر از نرخ رشد صادرات است. در سال‌های ۹۳-۱۳۹۲ و ۹۷-۱۳۹۶ این نوع جداسازی برای آلودگی‌های ناشی از مصرف هر دو نهاده ایجاد شده است. در این حالت تغییرات رشد صادرات منفی و رشد آلودگی مثبت بوده است به‌همین دلیل آلودگی زیادی تولید شده ولی به‌همراه آن صادرات افزایش پیدا نکرده است. جداسازی ضعیف به این معنی است رشد صادرات و نرخ رشد آلودگی افزایشی است و نرخ رشد آلودگی کمتر از رشد صادرات است بدین معنا که با وجود بهبودهای کارایی، تخریب زیست‌محیطی در خلال رشد صادرات افزایش می‌یابد. لذا در این حالت گرچه رشد صادرات افزایشی بوده و مقدار آن بیشتر از رشد آلودگی است ولی آلودگی نیز در حال افزایش است. این اتفاق در ۶ دوره برای صادرات خرما رخ داده است و منجر به افزایش آلودگی دی اکسید کربن شده در حالی که صادرات نیز بیشتر شده است.

در جداسازی ضعیف منفی، رشد صادرات و رشد آلودگی کاهشی است نرخ رشد آلودگی کمتر از رشد صادرات است. این حالت نیز مناسب بوده و برای سموم و کود در سه سال اتفاق افتاده است. این مساله نشان می‌دهد صادرات با رشد کاهشی روبرو بوده و رشد آن منفی بوده است، در عین حال رشد آلودگی نیز منفی بوده ولی رشد آلودگی کمتر از صادرات بوده است و در نتیجه صادرات گرچه کاهشی بوده ولی توانسته است با آلودگی کمتری صورت گیرد.

٤- نتیجه‌گیری و بحث

در پژوهش حاضر به‌منظور طبقه‌بندی و کمی‌سازی اثرات زیست محیطی تولید خرما با استفاده با روش ارزیابی چرخه حیات، از داده‌های پرسشنامه و اطلاعات موجود در جهاد کشاورزی استان‌های عمده تولید کننده خرما استفاده شد. آمار صادرات خرمای ایران از وزارت جهاد کشاورزی و فائو برای سال‌های ۱۳۹۱ تا سال ۱۴۰۰ استخراج شد. پس از تعیین مرز سامانه و واحد عملکردی یک تن خرما برای ارزیابی چرخه حیات و آماده‌سازی داده‌ها مشخص شد مصرف سموم، کود شیمیایی و سوخت‌ها در سال‌های مختلف بنابر شرایط آب و هوایی و میزان بارندگی‌ها متفاوت بوده است. این آمار وارد نرم افزار سیماپرو شده و برای هر سال میزان آلایندگی نهاده‌ها بررسی شد. میزان آلودگی ناشی از کودهای شیمیایی در تولید خرما از سال ۱۳۹۱ روندی نزولی داشته است که به دلیل تغییرات بارش‌ها در کشور و در نتیجه منابع آبی کم در دسترس باغداران بوده است. همچنین در برخی مناطق مانند کرمان سرمازدگی منجر به خشک شدن برخی از نخیلات و باغ‌ها شده و این مساله بر کاهش مصرف کود برای باغ‌ها تاثیر گذاشته است. لذا آلودگی از این طریق کمتر تولید شده است. همچنین این مساله به دلیل افزایش قیمت دلار و افزایش هزینه کود و سم برای کشاورزان است که در نهایت منجر به کاهش مصرف کود برای کشاورزان شده است. افزایش قیمت کودهای شیمیایی به دلیل تحریم‌ها و نوسانات ارزی انگیزه کشاورزان را برای استفاده از این کودها کاهش داده است و همچنین.میزان صادرات خرما و تغییرات ناشی از آن در اغلب سال‌ها افزایش داشته است و تنها در سه سال تغییرات آن کاهشی بوده است و میزان صادرات نسبت به سال قبل کاهش داشته است. در سال اول رشد صادرات افزایشی و نرخ رشد آلودگی منفی است این مساله بهترین حالت می‌باشد و منجر به جداسازی قوی شده است. در جداسازی قوی، رشد صادرات و کاهش آلودگی ناشی از نهاده‌ها وجود دارد که بیانگر بهتر شدن وضعیت آلودگی و کاهش آلودگی می‌باشد. در جداسازی قوی منفی، نرخ رشد تولید آلودگی بیشتر از نرخ رشد صادرات است. در سال‌های ۹۳-۱۳۹۲ و ۹۷-۱۳۹۶ این نوع جداسازی برای آلودگی‌های ناشی از مصرف هر دو نهاده ایجاد شده است. در جداسازی ضعیف گرچه رشد صادرات افزایشی بوده و مقدار آن بیشتر از رشد آلودگی است ولی آلودگی نیز در حال افزایش است. این اتفاق در ۶ دوره برای صادرات خرما رخ داده است و منجر به افزایش آلودگی دی اکسید کربن شده در حالی که صادرات نیز بیشتر شده است. در جداسازی ضعیف منفی، رشد صادرات و رشد آلودگی کاهشی است نرخ رشد آلودگی کمتر از رشد صادرات است. این حالت نیز مناسب بوده و برای سموم و کود در سه سال اتفاق افتاده است. این مساله نشان می‌دهد صادرات با رشد کاهش روبرو بوده و رشد آن منفی بوده است، در عین حال رشد آلودگی نیز منفی بوده ولی رشد آلودگی کمتر

از صادرات بوده است و در نتیجه صادرات گرچه کاهشی بوده ولی توانسته است با آلودگی کمتری صورت گیرد. حالت‌های مختلفی که از شاخص جداسازی در مطالعه مشاهده شد، می‌تواند نشان دهد در برخی سال‌ها تلاش جهت انجام جداسازی قوی انجام شده و این مساله توانسته است مصرف نهاده‌ها و آلودگی‌ها را کاهش داده و در رشد صادرات کمک کند. پیشرفت‌های تکنولوژیکی و افزایش کاربرد فناوری‌های نو در مصرف نهاده‌ها، استفاده از کودها و سموم ارگانیک و آموزش به کشاورزان می‌تواند به بهینه مصرف کردن کودها و پایداری استفاده از آنها و رسیدن به حالت مناسب شاخص جداسازی کمک نماید. دولت نیز باید به درستی و در زمان مناسب نهاده‌های مورد نیاز کشاورزان را تهیه کند و با اعمال سیاست‌های مختلف تنبیهی و تشویقی و تدوین معیارهای مصرف نهاده‌ها و اطلاع‌رسانی وسیع کارایی استفاده از نهاده‌هایی همچون کود و سم را برای کشاورزان افزایش داده و در کم شدن کاربرد این نهاده‌ها به بخش کشاورزی کمک نماید.

منابع

ابراهیمی، ا.، و ابراهیمی، ل. (۱۴۰۱). ارزیابی چرخه حیات (LCA) در تولید محصول‌های کشاورزی، مطالعه موردی: سیب و انگور. علوم محیطی، (۱)۲۰، ۲۶۶-۲۵۱.

جلیلیان، ا.، جهانسوز، م.، قاسمی مبتکر، ح.، اویسی، م.، و مقدم، ح. (۱۴۰۲). ارزیابی شاخص‌های زیست‌محیطی تولید بامیه(Abelmoschus esculentus L) در سیستم‌های کشت خالص، مخلوط و جنگل زراعی در استان خوزستان.. مکانیک ماشین‌های کشاورزی، (۱)۱۲، ۱۱۰-۹۵.

راسخی، س.، و قنبرتبار، س. (۱۴۰۲). پویایی جداسازی مصرف انرژی، رشد اقتصادی و آلودگی در ایران: شواهد جدید از رویکرد تحلیل عاملی در سطوح سه گانه انرژی. (۹۷)۲۸، ۶-۴۳..

راسخ جهرمی، ع.، و عابدی، ف. (۱۳۹۰). بررسی رابطه صادرات بخش کشاورزی و رشد و توسعه اقتصادی سال های (۱۳۵۵- ۱۳۸۸.پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، (۲)۱، ۹۵-۱۱۱.

عزیزی‌مهر، خ. (۱۴۰۱). درآمدهای نفتی و سیاست های رفاهی؛ تجربه ای از برخی کشورهای نفت خیز. تامین اجتماعی، (۱)۱۸، ۱۰۴-۷۱.

محمدی، ح.، ابوالحسنی، ل.، و تیرگری، م. (۱۳۹۵). بررسی تأثیر صادرات محصولات خام بخش کـشاورزی روی کیفیت محیطزیست. اقتصاد و توسعه کشاورزی، (۱)۳۰، ۶۹-۵۸.

کوچک‌زاده، ا.، جلایی اسفندآبادی، س. ع.، کوچک‌زاده، س. (۱۳۹۴). بررسی تاثیر نااطمینانی نرخ ارز بر صادرات خرمای ایران کاربرد روش خودتوضیح با وقفه گسترده (ARDL). تحقیقات اقتصاد کشاورزی، ۲۵، ۱۷۲-۱۵۷.

نقوی، س. (۱۴۰۱). کاربرد شاخص ترکیبی جداسازی- تجزیه مصرف انرژی در بخش‌های کشاورزی و صنعت ایران. اقتصاد و توسعه کشاورزی، (۳)۳۶، ۳۰۰-۲۸۷.

نقوی، س. (۱۴۰۴). تحلیل پایداری کشاورزی با تأکید بر شاخص جداسازی آلودگی و رشد کشاورزی در استان‌های منتخب ایران. اقتصاد کشاورزی، (۳)۱۹.

Alishah, A., Motevali, A., Tabatabaeekoloor, R., and Hashemi, S. J. (2019). Multiyear life energy and life cycle assessment of orange production in Iran. Environmental Science and Pollution Research, 26(31), 32432-32445.

Bassil, K. L., Vakil, C., Sanborn, M., Cole, D. C., Kaur, J. S., and Kerr, K. J. (2007). Cancer health effects of pesticides: systematic review. Canadian Family Physician, 53(10), 1704-1711.

Bijay-Singh and Craswell, E.T. (2021) Fertilizers and Nitrate Pollution of Surface and Ground Water: An Increasingly Pervasive Global Problem. SN Applied Sciences, 3, Article No. 518.

Elahi, E., Li, G., Han, X., Zhu, W., Liu, Y., Cheng, A., and Yang, Y. (2024). Decoupling livestock and poultry pollution emissions from industrial development: A step towards reducing environmental emissions. Journal of Environmental Management, 350, 119654.

FAO. (2021). Emissions due to agriculture. Global, regional and country trends 2000–2018 FAOSTAT Analytical Brief Series No 18 (Rome) (available at: www.fao.org/3/cb3808en/ cb3808en.pdf).

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2023. FAOSTAT: Statistical Databases. Rome: FAO. https://www.fao.org/faostat/en/.

Fróna, D., Szenderák, J., and Harangi-Rákos, M. (2021). Economic effects of climate change on global agricultural production. Nature Conservation, 44, 117-139.'

Ghafarian, F., and Farajzadeh, Z. (2022). Factors affecting emission intensity of pollutants emitted from agricultural production. Journal of Agricultural Economics & Development, 35(4), 347-333.

Hamdan, M. F., Mohd Noor, S. N., Abd-Aziz, N., Pua, T. L., and Tan, B. C. (2022). Green revolution to gene revolution: technological advances in agriculture to feed the world. Plants, 11(10), 1297.

Hesampour, R., Bastani, A., and Heidarbeigi, K. (2018). Environmental assessment of date (Phoenix doctylifera) production in Iran by life cycle assessment. Information processing in agriculture, 5(3), 388-393.

Huang, Y., and Bu, Q. (2022). Adverse effects of phytochemicals. In Nutritional toxicology (pp. 355-384). Singapore: Springer Nature Singapore.

International Organization for Standardization (ISO)Environmental Management: Life Cycle Assessment: Requirements and Guidelines. ISO 14044 IOS, Geneva (2006)

John, D. A., and Babu, G. R. (2021). Lessons from the aftermaths of green revolution on food system and health. Frontiers in sustainable food systems, 5, 644559.

Kalra, S., Dewan, P., Batra, P., Sharma, T., Tyagi, V., and Banerjee, B. D. (2016). Organochlorine pesticide exposure in mothers and neural tube defects in offsprings. Reproductive Toxicology, 66, 56-60.

Kang, W., Wang, M., Chen, Y., and Zhang, Y. (2022). Decoupling of the growing exports in foreign trade from the declining gross exports of embodied energy. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(15), 9625.

Korves, N., Martínez-Zarzoso, I., and Voicu, A. M. (2011). Is free trade good or bad for the environment? New empirical evidence. Climate Change–Socioeconomic Effects, 1-30.

Li, K., Wang, C., Zhang, H., Zhang, J., Jiang, R., Feng, G., Liu, X., Zuo, Y., Yuan, H., Zhang, C., Gai, J., Tian, J., Li, H., Sun, Y and Yu, B. (2022). Evaluating the effects of agricultural inputs on the soil quality of smallholdings using improved indices. Catena, 209, 105838.

Manisalidis, I., Stavropoulou, E., Stavropoulos, A., and Bezirtzoglou, E. (2020). Environmental and health impacts of air pollution: a review. Frontiers in public health, 8, 14.

Motevali, A., Hashemi, S. J., and Tabatabaeekoloor, R. (2019). Environmental footprint study of white rice production chain-case study: Northern of Iran. Journal of Environmental Management, 241, 305-318.

Nandillon, R., Guinet, M., and Munier-Jolain, N. (2024). Crop management strategy redesign enables a reduction in reliance on pesticides: A diachronic approach based on a diversity of French commercial farms. Agriculture, Ecosystems & Environment, 366, 108949.

Nguyen-Anh, T., Nong, D., Leu, S., and To-The, N. (2021). Changes in the environment from perspectives of small-scale farmers in remote Vietnam. Regional Environmental Change, 21(4), 98.

Pryshlakivsky, J., and Searcy, C. (2021). Life Cycle Assessment as a decision-making tool: Practitioner and managerial considerations. Journal of Cleaner Production, 309, 127344.

Rahman, K. A., and Zhang, D. (2018). Effects of fertilizer broadcasting on the excessive use of inorganic fertilizers and environmental sustainability. Sustainability, 10(3), 759.

Roy, P., Nei, D., Orikasa, T., Xu, Q., Okadome, H., Nakamura, N., and Shiina, T. (2009). A review of life cycle assessment (LCA) on some food products. Journal of food engineering, 90(1), 1-10.

Saber, Z., Esmaeili, M., Pirdashti, H., Motevali, A., and Nabavi-Pelesaraei, A. (2020). Exergoenvironmental-Life cycle cost analysis for conventional, low external input and organic systems of rice paddy production. Journal of Cleaner Production, 263, 121529.

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, 12(2), 137-151.

Vehmas, J., Malaska, P., Luukkanen, J., Kaivo-oja, J., Hietanen, O., Vinnari, M., and Ilvonen, J. (2003). Europe in the global battle of sustainability: Rebound strikes back? Advanced Sustainability Analysis. Publications of the Turku School of Economics and Business Administration, series discussion and working papers, 7, 2003.

Viana, C. M., Freire, D., Abrantes, P., Rocha, J., and Pereira, P. (2022). Agricultural land systems importance for supporting food security and sustainable development goals: A systematic review. Science of the total environment, 806, 150718.

Wang, Y., Zhou, Y., Zhu, L., Zhang, F., and Zhang, Y. (2018). Influencing factors and decoupling elasticity of China's transportation carbon emissions. Energies, 11(5), 1157.

Wulandari, A., Hartono, D. M., and Dahlan, A. V. (2023). Life cycle assessment analysis of empty oil palm fruit bunches waste from palm oil mill activities. In E3S Web of Conferences (Vol. 422, p. 01001). EDP Sciences.

Zhang, L., Yan, C., Guo, Q., Zhang, J., and Ruiz-Menjivar, J. (2018). The impact of agricultural chemical inputs on environment: global evidence from informetrics analysis and visualization. International Journal of low-Carbon technologies, 13(4), 338-352.

Management of Natural Ecosystems
Volume 4, Issue 3, Autumn 2024, 50-60
http://emj.ardakan.ac.ir/article_730332.html

Life Cycle Assessment and the Decoupling of Pollution and Growth in Date Exports in Iran

Milad Yazdanpanah[1], Hossein Mehrabi Boshrabadi*[2], Sedigheh Nabieyan[3], Somayeh Naghavi[4], Somayeh Amirtaimoori[5], Mohammad Reza Zare Mehrjerdi[2]

CC BY

Research Article

1. Ph.D. Student, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

miladyazdanpanah5572@gmail.com

2. Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

hmehrabi@uk.ac.ir

*Corresponding author

zare@uk.ac.ir

3. Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

s.nabieian@uk.ac.ir

4. Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran.

somnaghavi@ujiroft.ac.ir

5. Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

amirtaimoori@uk.ac.ir

Article Code: 2510-1121
Countinus Pagination: 877-887

Received: 02 October 2025
Accepted: 11 October 2025
Online: 15 October 2025
Review speed: 10 days

Citation:
yazdanpanah, M., Mehrabi Boshrabadi, H., Nabieyan, S., naghavi, S., Amirtaimoori, S., and Zare Mehrjerdi, M. R. (2024). Life Cycle Assessment and the Decoupling of Pollution and Growth in Date Exports in Iran. Management of Natural Ecosystems, 4(3), 50-60.

Abstract

The global population is steadily increasing and the global demand for food is increasing, therefore, expanding food supplyis of great importance. This growth in the agricultural sector and the export of various products has been accompanied by an increased use of agricultural inputs, and the increase in the consumption of inputs, especially chemical inputs, will lead to environmental pollution. Given that the environment is one of the main components of global macro policies and has influenced many other elements, the most important factor and prerequisite for many large-scale activities is environmental compatibility. In the present study, to quantify the environmental impacts of date production using the life cycle assessment method (LCA), data and information available in the Agricultural Jihad Organizationof the major date-producing provinces for the period 2012–2021were used. These data were enteredinto the SimaPro software and the pollution levels of the inputs were determined for each year. Subsequently, using the Tapio decoupling index, the decoupling of pollution from export growth was calculated. The results showed that during the periods2013-2014 and 2017-2018 strong negative decoupling occurred in six years, weak separation occurred for date exports, and weak decoupling was observed in six years. It can be said that the use of fertilizers in date production produces the highest pollution. Therefore, by using organic fertilizers and using less chemical fertilizers, the pollution caused by the production of this product can be reduced.

Key Words:

Life cycle, dates, Tapio index, export.

ISSN: 2821-0182
DOI: 10.22034/emj.2025.730332