بررسی اثرات زیست محیطی نظام تولید فلفل دلمه‌ای با استفاده از تکنیک ارزیابی چرخه حیات (مطالعه موردی: شهرستان دزفول)

نسترن تدین‌پور[۱]، غلامرضا سبزقبائی[۲*]، سولماز دشتی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۷/۵/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۷/۹/۱۰

۱- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد ، گروه محیط زیست، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران
۲-استادیار گروه محیط زیست، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران
۳. استادیار گروه محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
*مسئول مکاتبه: Email: grsabz1@gmail.com , Sabzghabaei@bkatu.ac.ir

چکیده

ارزیابی چرخه حیات (LCA) رویکردی برای مطالعه اثرات زیست‌محیطی تولید محصول یا انجام یک فعالیت است که بر اساس دو شاخص میزان مصرف منابع وانتشارآلاینده‌ها محاسبه می‌گردد. این مطالعه با هدف بررسی اثرات زیست-محیطی تولید فلفل دلمه‌ای با استفاده از تکنیک ارزیابی چرخه حیات در سال های زراعی ۹۰ تا ۹۶ انجام شد. اطلاعات اولیه از طریق سازمان جهاد کشاورزی و مصاحبه حضوری از بین ۲۶۰ نفر جامعه آماری، ۱۵۲ کشاورز که از طریق فرمول کوکران تعیین شد در شهرستان دزفول به دست آمد. به منظور تجزیه و تحلیل اثرات زیست‌محیطی، از روش ISO ۱۴۰۴۰ به ازای یک واحد کارکردی معادل با یک تن فلفل دلمه‌ای استفاده شد. گرمایش جهانی، اسیدیته، تخلیه منابع آبی، فسیلی، فسفات و پتاس شش گروه تاثیر مورد مطالعه را تشکیل می‌دهند. نتایج نشان داد که آلاینده CO_2 و NH_3 در قالب گروه های تاثیر گرمایش جهانی واسیدیته درنظام کشت فلفل دلمه‌ای بیشترین اثر را داشتند. مقادیرشاخص زیست-محیطی (Eco_X) و شاخص تخلیه منابع (RDI) به ترتیب ۰/۰۴۹۲ و ۰/۴۸۰۶ محاسبه شدند. گروه‌های تاثیراسیدیته و منابع تخلیه فسفات بترتیب بیشترین پتانسیل آسیب به محیط زیست را درقالب گروه‌های تاثیر زیست‌محیطی و تخلیه منابع داشتند. بنابراین، مدیریت مصرف کود اوره و جایگزینی بخشی از آن با منابع آلی و غیرشیمیایی در بوم‌نظام‌های کشاورزی به منظور کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی ایران امری ضروری واجتناب ناپذیراست.

واژه های کلیدی: ارزیابی چرخه حیات، شاخص تخلیه منابع، شاخص زیست محیطی، شهرستان دزفول، فلفل دلمه‌ای

Evaluating the Environmental Impacts of the Bell Pepper Production System Using the Life Cycle Assessment Technique (Case study: Dezful County)

Nastaran Tadayonpour[1], Gholam Reza Sabzghabaei[2*], Soolmaz Dashti[3]

Received: October 14, 2018 Accepted: December 1, 2018
1-Graduated Student, Land Management Assessment, Dept. of Environment, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran.
2-Assist. Prof., Dept. of Environment, Behbahan Khatam Alanbia University of Technology, Behbahan, Iran.
3-Assist. Prof., Dept. of Environment, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
*Corresponding Author Email: Sabzghabaei@bkatu.ac.ir, grsabz1@gmail.com

Abstract

Life Cycle Assessment (LCA) is an approach to study the environmental impacts of product production or activities that are calculated based on two indicators of resource consumption and emissions. This study aims to investigate the environmental effects of the production of Bell pepper using The Life Cycle Assessment Technique was conducted during the years 2011-2017. The first information was obtained through the organization of Jihad-e-Agriculture and interviews and interviews from 260 statistical population with 152 farmers who were determined by the Cochran formula in Dezful In order to analyze environmental impacts, the ISO 14040 method was used for a functional unit equivalent to one ton of Bell pepper. The global warming, acidity, evacuation of water resources, fossil, phosphate and potassium comprise six groups of studied effect. The results showed that CO_2 and NH_3 pollutants in the form of groups of effect of global warming and acidity in the Bell pepper culture system had the highest effect. The values of environmental index (Eco_X) and resource depletion index (RDI) were calculated 0.0492 and 0.4806, respectively. The effects of sensitivity and phosphate discharging sources respectively have the highest potential for environmental damage in the group of environmental impacts and Evacuated resources. Therefore, management of the use of urea fertilizer and the replacement of some of it with organic and non-chemical resources in agricultural indigenous peoples in order to reduce the environmental pollution of Iran is indispensable and inevitable.

Keywords: Bell Pepper, Dezful County, Environmental Index, Life Cycle Assessment, Resource Discharge Indicator

مقدمه

بخش کشاورزی از مهمترین بخش‌های اثر گذار بر محیط زیست است. بررسی آثار زیست‌محیطی فعالیت-های مختلف کشاورزی همواره مورد توجه بوده است. امروزه با مشاهده آثار نامطلوبی که کشاورزی متداول مبتنی بر مصرف مواد مصنوعی و کاربرد فناوری‌های جدید بر روی محیط‌زیست و سلامتی انسان‌ها می‌گذارد، نیاز به روش‌های فنی کشاورزی که از نظر محیطی، اقتصادی، تولیدی و اجتماعی پایدار و متضمن سلامتی باشند، احساس شده است (شاه‌محمدی و همکاران ۲۰۱۶). افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی و محدودیت‌های زمین‌های زراعی منجر به توجه به

افزایش تولید شده است. از جمله راهبردهای افزایش تولید می‌توان به افزایش نهاده‌های مصرفی در واحد سطح، افزایش بهره‌وری عوامل تولید و استفاده از واریته‌هایی با عملکرد بالا اشاره کرد (نیکخواه و همکاران ۲۰۱۵). به منظور ارزیابی اثرات محیط‌زیستی تولیدات کشاورزی روش‌های مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد (اسکرودر و همکاران ۲۰۰۳) اما در تولید محصولات کشاورزی نیاز به وجود روش مناسبی است که بتوان از طریق آن اثرات زیست‌محیطی فعالیت‌های مختلف را ارزیابی و تجزیه و تحلیل نتایج نمود و نظام-های متناسب از نظر کاهش آلودگی و مصرف بهینه منابع را معرفی کرد و گروه تاثیر با بیش‌ترین پتانسیل آلودگی محیط زیستی در تولید شناخته شود. براین اساس به نظر می‌رسد روش ارزیابی چرخه حیات[۱](LCA) روشی مناسب برا ی ارزیابی اثرات محیط زیستی تولید محصولات کشاورزی است (رحیمی‌زاده و همکاران ۲۰۰۷؛ فینکربایز و همکاران ۲۰۰٦؛ برانتراپ و همکاران a ۲۰۰٤؛ برانتراپ و همکاران b ۲۰۰٤؛ سهل و پوتین ۲۰۱۳؛ عمادی و همکاران ۲۰۱٦).

در روش ارزیابی چرخه حیات، یک واحد خاص از محصول مبنای مقایسه اثرات زیست محیطی سامانه تولید قرار می‌گیرد (میرحاجی و همکاران ۲۰۱۲).

در روش ارزیابی چرخه حیات، یک واحد خاص از محصول مبنای مقایسه اثرات زیست محیطی سامانه تولید قرار می‌گیرد (میرحاجی و همکاران ۲۰۱۲).
اطلاعات توسعه یافته، در زمینه‌ی اهمیت حفاظت زیست محیطی و پیامدهای احتمالی مرتبط با محصول تولید شده و مصرفی، علاقه به توسعه‌ی روش‌ها، درک بهتر و شناسایی این پیامدها را افزایش داده است. یکی از فنون توسعه یافته برای این منظور، ارزیابی چرخه حیات (LCA) است. ارزیابی چرخه حیات که به اصطلاح LCAگفته می‌شود یکی از روش‌های ارزیابی زیست محیطی است که امروزه به عنوان یکی از روش‌های استاندارد و پرکاربرد در ارزیابی محیط زیستی فرآیندها، محصولات و خدمات مورد استفاده قرار می-گیرد. در واقع ارزیابی چرخه حیات به عنوان یکی از روش‌های ارزیابی زیست محیطی بعد از ارزیابی فنی و ارزیابی اقتصادی تکمیل کننده ضلع سوم یک ارزیابی پایدار است که کمک می‌کند تا علاوه بر ابعاد فنی و اقتصادی، از نظر محیط زیستی نیز با اطمینان خاطر اقدام کنیم. بنابراین ارزیابی چرخه حیات (LCA) یک تکنیک برای ارزیابی همه ورودی‌ها و خروجی‌های محصول (داده‌ها و ستانده‌ها)، فرآیند یا خدمات (فهرست موجودی چرخه حیات)، ارزیابی زائدات، اثرات بر بهداشت انسان و اثرات اکولوژیکی (ارزیابی اثر) و تفسیر نتایج ارزیابی (تفسیر چرخه حیات) در کل چرخه حیات محصول یا فرآیند مورد بررسی می‌باشد(خرم‌دل و همکاران ۲۰۱۵).

نیکخواه و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی که به بررسی اثرات زیست محیطی نظام تولید چای در منطقه چابکسر استان گیلان با استفاده از ارزیابی چرخه حیات پرداختند. هفت گروه تأثیر شامل گرمایش جهانی، اسیدیته، اوتریفیکاسیون بوم‌نظام خشکی، تغییرکاربری اراضی، تخلیه منابع فسیلی، تخلیه منابع فسفات و تخلیه منابع پتاسیم مورد مطالعه قرار دادند. که بیشترین پتانسیل برای آسیب به محیط زیست در تولید چای در استان گیلان برای تخلیه منابع فسیلی محاسبه گردید. بدین ترتیب، به‌منظور کاهش اثرات زیست‌محیطی نظام تولید چای می‌توان از روش‌های مختلف مدیریت نظام زراعی همچون کاربرد نهاده‌های آلی و خاکورزی حداقل بهره جست.

در مطالعه‌ای اثرات زیست‌محیطی تولید بادام زمینی در استان گیلان با استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات در قالب شش گروه تأثیر گرمایش جهانی، اسیدیته، اوتریفیکاسیون خشکی، تخلیه منابع فسیلی، تخلیه منابع فسفات و تخلیه منابع پتاسیم بررسی شد. نتایج این مطالعه نشان داد که شاخص تخلیه منابع فسیلی در تولید یک تن بادام زمینی در استان گیلان

۱. Life Cycle Assessment

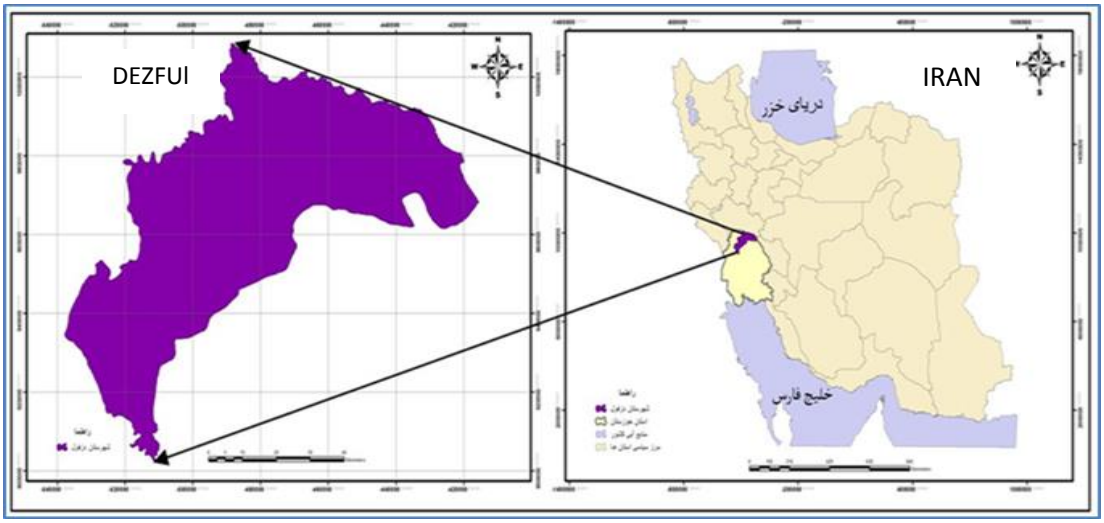
شاخص تخلیه منابع (RDI) دارای پتانسیل بیشتری برای آسیب به محیط زیست بود و بعد از آن اوتریفیکاسیون خشکی دارای تأثیرات سوء زیست محیطی بیشتری بود (نیکخواه و همکاران ۲۰۱۵ الف). در مطالعات لیو و همکاران (۲۰۱۰) و آبلیوتیس و همکاران (۲۰۱۳) مشخص گردید که بهره‌گیری از مدیریت ارگانیک و کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی موجب کاهش اثرات زیست‌محیطی تولید محصولات کشاورزی می‌شود. بوجاکا و همکاران (۲۰۱٤) به ارزیابی چرخه حیات تولید گوجه فرنگی در کلمبیا پرداختند. آن‌ها اثرات را در قالب شش بخش ساخت گلخانه، تهیه خزانه، ماشین‌ها، کودهای شیمیایی، مدیریت آفات و مدیریت ضایعات بررسی نمودند و اعلام نمودند که ساخت گلخانه بیش‌ترین اثرات منفی را بر محیط زیست در بیش‌تر گروه‌های تاثیر مورد بررسی داشت. نیکخواه و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه خود که به بررسی اثرات زیست‌محیطی تولید هلو در ایران پرداخته بودند. بیان داشتند که خطر زیست‌محیطی یک نگرانی عمده در ایران است. از سوی دیگر، کشاورزی نقش مهمی در اثرات زیست‌محیطی در این کشور دارد، زیرا این بخش تولید کننده و مصرف کننده انرژی است و همچنین می‌تواند اثرات زیست‌محیطی را افزایش یا کاهش دهد. بنابراین در این تحقیق، به بررسی اثرات زیست‌محیطی تولید هلو در ایران با استفاده از مدل ارزیابی چرخه حیات پرداختند. بنابراین این نتیجه نشان می‌دهد که بخش کشاورزی تولید هلو در ایران (انتشار علف‌های هرز) دارای بیشترین تاثیر منفی بر محیط زیست را دارد. از بین رفتن منابع فسفات و به دنبال آن یوتریفیکاسیون خشکی، بیشترین تاثیر منفی بر محیط‌زیست در گروه‌های تاثیر داشتند. برای بهبود مدیریت زیست‌محیطی تولید هلودر ایران، به کشاورزان توصیه می‌شود از کود هایی با اثرات زیست‌محیطی کم مانند کود زیستی یا کود شیمیایی با بارگذاری‌های محیطی کمتری نسبت به کود اوره، استفاده کنند.

فلفل دلمه‌ای با نام علمی *Capsicum Annum* و از خانواده بادمجانیان می‌باشد. سطح زیرکشت فلفل دلمه-ای در شهرستان دزفول ٤٠٤٣ هکتار در سال‌های زراعی ۹۰ تا ۹٦ است و یکی از مهم‌ترین محصولات صیفی‌جات در شهرستان می‌باشد و مرور منابع نشان می‌دهد تاکنون هیچ مطالعه‌ای در زمینه اثرات زیست-محیطی تولید این محصول در کشور ایران و شهرستان دزفول صورت نگرفته است. میزان آلاینده‌های NH_3، N_2O به‌ترتیب برابر است با ٦/۷۹۹ و ۱/۰۲۹ که عوامل موثر در اسیدیته بودند که نشان دهنده مصرف بی‌رویه انواع نهاده‌های شیمیایی درسامانه تولید فلفل دلمه‌ای در شهرستان دزفول می‌باشد. لذا در این پژوهش، باتوجه به مسائل متعدد زیست‌محیطی که این شهرستان با آن مواجه است، اثرات زیست‌محیطی تولید این محصول در شهرستان دزفول، با استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات، مورد بررسی ومطالعه قرارگرفت.

مواد و روش‌ها

موقعیت محدوده مطالعاتی

منطقه مورد مطالعه شهرستان دزفول در استان-خوزستان است. با مساحت ٤۷٦۲ کیلومترمربع بین ٤۸ درجه و۲۰ دقیقه تا ٤۸ درجه و۳۱ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و بین ۳۲ درجه و۷۵ دقیقه عرض شمالی از خط استوا قرار گرفته است. این شهرستان از شمال به استان لرستان، از غرب و شمال به شهرستان اندیمشک از شرق به استان‌های چهارمحال بختیاری از جنوب‌شرقی به شهرستان مسجدسلیمان واز جنوب به شهرستان‌های شوشتر و گتوند و از جنوب‌غربی به شهرستان شوش محدود می‌شود. شکل۱ نشان‌دهنده موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در استان خوزستان و ایران می‌باشد (اطلس گیتاشناسی استان-های ایران ۱۳۹٦).



شکل ۱- مشخصات جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

هدف از انجام این مطالعه بررسی تاثیرات زیست‌محیطی تولید فلفل دلمه‌ای در شهرستان دزفول با استفاده از ارزیابی چرخه حیات، طی سال‌های زراعی۹۰ تا ۹۶، برآورد میزان انتشار آلاینده‌ها در فرآیند تولیدفلفل دلمه‌ای به محیط زیست و ارائه‌ی راهبردهایی در زمینه‌ی کاهش تاثیرات زیست محیطی تولید فلفل دلمه‌ای در این منطقه می‌باشند و از آنجایی که جامعه آماری مورد مطالعه ۲۶۰ نفر می باشد برای تعیین تعداد حجم نمونه از فرمول کوکران بهره گرفته شد (سندکور و کوچران ۱۹۸۹). بر این اساس تعداد نمونه ۱۵۲ نفر کشاورز تعیین شد.

(رابطه ۱) $$n=\frac{N(s\times t)^2}{(N-1)d^2+(s\times t)^2}$$

(رابطه ۲) $$d=\frac{t\times s}{\sqrt{n}}$$

که در این رابطه، t برابر با ۱/۹۶ (در سطح اطمینان ۹۵٪)، s پیش برآورد انحراف معیار جامعه، d دقت احتمالی مطلوب، N حجم جامعه برابر است با ۲۶۰ و n حجم نمونه است.

$$n=\frac{260(0.314*1.96)^2}{(260-1)0.05+(0.314*1.96)^2}\ -152$$

اطلاعات مربوطه توسط پرس‌شنامه و طی مراجعه‌ی حضوری از کشاورزان، کارکنان اداره کل جهاد کشاورزی استان خوزستان و اداره جهاد کشاورزی شهرستان دزفول و سازمان‌های زیربط جمع‌آوری شد. پرسشنامه مذکور شامل پرسش‌هایی در زمینه مقادیر مصرف نهاده‌های تولیدی فلفل دلمه‌ای از جمله مصرف آب، سوخت های‌فسیلی و انواع کودهای شیمیایی (اوره، فسفات و پتاس) بود. میانگین میزان مصرف نهاده‌ها طی عملیات مختلف کاشت، داشت و برداشت، به ازای یک واحد کارکردی نظام تولید فلفل دلمه‌ای در شهرستان دزفول در جدول ۱ نشان داده شده است.

ارزیابی چرخه حیات

ارزیابی چرخه حیات روشی است که در سالیان اخیر برای تولید محصولات در بخش‌های مختلف به کار گرفته شده است (شیروانی و همکاران ۲۰۱۰؛ بجورکلوم ۲۰۱۲؛ ژئو و همکاران ۲۰۱۳) این روش به‌طور کلی شامل چهار مرحله می‌باشد (خرمدل و همکاران ۲۰۱٤؛ میرحاجی و همکاران ۲۰۱۲؛ ایریارت و همکاران ۲۰۱۰؛ عمادی و همکاران ۲۰۱٦)

- ✓ بیان هدف و تعیین واحد کارکردی
- ✓ ممیزی چرخه حیات (تعیین ورودی‌ها و خروجی‌های سامانه)
- ✓ ارزیابی اثرات
- ✓ تفسیر نتایج

روش ارزیابی چرخه حیات بر پایه استاندارد۱٤۰٤۰ ISO اجرا شد. برانتراپ و همکاران (a ۲۰۰٤) نیز بر پایه این ستاندارد دستورالعملی را برای بررسی اثرات محیطزیستی تولید محصولات کشاورزی مطابق روش ارزیابی چرخه حیات ارائه نمودند. براین اساس، در گام اول اهداف و حوزه عمل مطالعه مشخص شد که در این مطالعه اثرات زیست محیطی تولید فلفل دلمه‌ای در شهرستان دزفول در قالب گروه‌های تاثیر محیطزیستی گرمایش جهانی، اسیدیته، تخلیه منابع فسیلی، تخلیه منابع آبی، تخلیه منابع فسفات و تخلیه منابع پتاس مورد بررسی قرار گرفتند. در مرحله بعد میزان مصرف نهاده‌ها و انتشار آلاینده‌ها به ازاء یک واحد کارکردی تعیین شدند که واحد کارکردی در این مطالعه تولید یک تن فلفل دلمه‌ای بود. در این مطالعه مصرف سوخت فسیلی و کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفات و پتاس به عنوان ورودی‌های سامانه با پتانسیل آلودگی محیط زیستی در تولیدفلفل دلمه‌ای در شهرستان دزفول شناخته شدند. مقدار مصرف این نهاده‌ها برای تولیدفلفل دلمه‌ای در شهرستان دزفول در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- ورودی‌های تولید یک تن فلفل دلمه‌ای

انرژی (مگاژول)	معادل انرژی (مگاژول بر واحد)	میزان مصرف (واحد تن)	منبع
		۲۷/۰۰	آب
۸۳	۱۱,۹۹	٦/۹۱۷	سوخت فسیلی
		۳۳/۳۳	نیتروژن
		۱۰/۸۳	فسفات
		۱۰/۰۰	پتاس

منبع: نگارندگان، ۱۳۹٦

آلاینده‌های انتشار یافته ناشی از مصارف این نهاده-ها NH_3، N_2O، NO_x، CO_2، CH_4 و SO_2 بودند که ضرایب انتشار براساس مطالعات (سیندر و همکاران ۲۰۰۹؛ دهقانی۲۰۰۷؛ برانتراپ و همکاران۲۰۰۰؛ گوبز و همکاران ۲۰۰۵؛ تیلیواکس و همکاران ۲۰۰۵) تعیین شدند. کارایی هر ترکیب در گروه‌های تاثیر تعریف شده در جدول ۲ ارائه شده است.

در مرحله سوم، شاخص‌های طبقه بندی محاسبه شد. با تقسیم شاخص طبقه بندی بر فاکتور نرمال‌سازی، شاخص نرمال‌سازی محاسبه گردید. سپس با ضرب این عدد در فاکتور وزن‌دهی، شاخص وزن‌دهی محاسبه می‌شود (فلاح‌پور و همکاران، ۲۰۱۲). میرحاجی و همکاران (۲۰۱۳) فاکتورهای نرمال‌سازی گروه‌های تاثیر گرمایش جهانی و اسیدیته را برای کشور ایران محاسبه و همانطور فاکتور وزن‌دهی در این گروه‌های تاثیر و مقدار آنها را به ترتیب در جدول (۳) گزارش نمودند (میرحاجی و همکاران ۲۰۱۳). فاکتور نرمال-سازی گروه‌های تاثیر تخلیه منابع آبی، تخلیه منابع فسیلی، تخلیه منابع فسفات و تخلیه منابع پتاس براساس مطالعه برانتراپ و همکاران (a ۲۰۰٤) و فاکتور وزن-دهی درجدول (۳) گزارش شدند. برای درک بهتر میزان آسیب هر گروه تأثیر به محیط زیست شاخص‌ها، وزن-دهی شدند؛ به‌طوریکه بزرگتر بودن این فاکتور نشان-دهنده این است که این گروه تأثیر، پتانسیل بیشتری برای لطمه به محیط زیست دارد (نیکخواه و همکاران ۲۰۱۷).

جدول ۲- گروه‌های تأثیر، طبقه‌بندی آن‌ها و فاکتورهای طبقه‌بندی ترکیبات

گروه تأثیر	ترکیب ایجاد کننده هر اثر	فاکتورهای طبقه‌بندی*
گرمایش جهانی(kg CO_2 eq)	CO_2،N_2O و CH_4	CO_2=۱ و CH_4=۲۱، N_2O=۳۱۰
اسیدیته (kg SO_2 eq)	NO_X، SO_2 و NH_3	SO_2=۱/۲ و NO_X=۰/۵، NH_3=۱/۶
تخلیه منابع آبی (m3)	مصرف آب	۱
تخلیه منابع فسفات (kg P_2O_5eq)	مصرف فسفات	۰/۲۵
تخلیه منابع پتاس (kg K_2Oeq)	مصرف پتاس	۰/۱۰۵
تخلیه منابع فسیلی(kg OE) ***	مصرف گازوئیل	××۴۲/۸۲

*(اشنایدر و همکاران، ۲۰۰۹) و (بنتراپ و همکاران، ۲۰۰۴) و ××مگاژول بر هر کیلوگرم
***کیلوگرم معادل نفت خام

جدول ۳- عامل مشخص سازی گروه‌های تاثیر مورد مطالعه (برنتراپ و همکاران ۲۰۰۴)

گروه تأثیر	فاکتور نرمالسازی (ایران)	فاکتورنرمالسازی (اروپا،۱۹۹۹)	منبع
گرمایش جهانی (kg CO_2 eq)	۸۱۴۳	۷۱۹۲/۹۸	(Mirhaji et al., 2013; Nikkhah et al., 2015)
اسیدیته (kg SO_2 eq)	۵۲	۵۶/۱۴	(Mirhaji et al., 2013; Soltanali et al., 2015)
تخلیه منابع آب (m3)	۶۲۶/۳۶	۶۲۶/۳۶	(Mirhaji et al., 2013; Soltanali et al., 2015)
تخلیه منابع فسفات(kg P_2O_5eq)	۷/۶۶	۷/۶۶	(Wang et al., 2010)
تخلیه منابع پتاس (kg K_2Oeq)	۸/۱۴	۸/۱۴	(Brentrup et al., 2004)
تخلیه منابع فسیلی (MJ)	۳۹۱۶۷	۵۶۸۷۷/۸۸	(Brentrup et al., 2004)

شاخص زیست محیطی (EcoX)[1] از طریق جمع نمودن شاخص‌های نهایی گروه های تاثیر گرمایش جهانی، اسیدیته و محاسبه شد. همچنین از طریق جمع نمودن شاخص‌های نهایی گروه های تاثیر تخلیه منابع آبی، تخلیه منابع فسیلی، تخلیه منابع فسفات و تخلیه منابع پتاس، شاخص تخلیه منابع (RDI)[2] به‌دست آمد (برانتراپ و همکاران ۲۰۰۴a). به‌طور کلی اثرات گروه-های زیست‌محیطی مربوط به محیط زیست می‌باشد. گروه‌های تاثیر تخلیه منابع عمدتًا تاثیرات منفی بر تولید در آینده می‌گذ ارند(نیکخواه و همکاران ۲۰۱۵).

نتایج و بحث

این مطالعه به هدف بررسی اثرات زیست‌محیطی تولید فلفل دلمه‌ای در شهرستان دزفول با استفاده از رهیافت

۱. Environmental index
۲. Resource depletion index

ارزیابی چرخه حیات طی سال های زراعی ۹۰ تا ۹۶ انجام شد. با این منظور حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران ۱۵۲ نفر تعیین گردید. اطلاعات مربوطه از طریق مراجعه حضوری و ارائه پرسشنامه (حاوی کلیه نهاده‌های آلی و شیمیایی و عملیات مختلف کاشت، داشت و برداشت طی تولید فلفل دلمه‌ای) از وزارت جهاد کشاورزی، سازمان‌های زیربط و کشاورزان شهرستان دزفول که بصورت تصادفی، جمع‌آوری و تعیین شد. با تجزیه و تحلیل داده‌ها میزان انتشار آلاینده‌های NH_3، NO_X، N_2O ناشی از تولید کود نیتروژن، CO_2، CH_4، SO_2، N_2O، NO_X ناشی از مصرف سوخت فسیلی برای تولید یک تن فلفل دلمه‌ای به‌ترتیب ۶/۷۹۹، ۰/۰۵۱، ۱/۰۲۹، ۱۸/۶۷۵، $۱/۱۹۶\times۱۰^{-۳}$، ۰/۰۲۷، $۱/۲۵\times۱۰^{-٤}$ و۰/۱۵۳ کیلوگرم بدست آمد. NH_3 و CO2 بیشترین میزان انتشار آلاینده ها را از مصرف کود نیتروژن و سوخت فسیلی داشتند (جدول ٤ و شکل ۲). شاخص نهایی گروه‌های تاثیر شامل گرمایش جهانی، اسیدیته، تخلیه منابع آبی، منابع فسیلی[۱]، منابع فسفات[۲] و منابع پتاس[۳] بترتیب معادل ۰/۰۰٤۵، ۰/۳۲۲، ۰/۰٤، ۰/۰۰۸، ۰/۳۵٤ و ۰/۱۲۹ محاسبه شدند (جدول ۵ و شکل۳). شاخص زیست‌محیطی (Ecox) و تخلیه منابع (RDI) بترتیب ۰/۰٤۹۲ و ۰/٤۸۰٦ بودند (جدول٦ و شکل ٤). گروه‌های تاثیر اسیدیته و منابع تخلیه فسفات بترتیب بیشترین پتانسیل آسیب به محیط زیست را در قالب گروه‌های تاثیر زیست‌محیطی و تخلیه منابع داشتند. در یک مطالعه نیکخواه و همکاران (۲۰۱٤) میزان مصرف نهاده‌های سوخت، کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاس را برای تولید چای در استان گیلان به‌ترتیب ۳/۰۳ لیتر، ۲۷/۸، ۱۰/۷ و ۱۸/۲٤ کیلوگرم به ازای تولید یک واحد کارکردی اعلام نمودند. پیشگار- کومار و همکاران (۲۰۱۱) نیز سوخت مصرفی برای تولید یک تن برنج در استان گیلان ۲۵/۱ لیتر گزارش نمودند. برای تولید فلفل دلمه‌ای در شهرستان دزفول در تمامی این موارد، نهاده‌های بیشتری‌تری برای تولید یک واحد کارکردی از محصول مصرف می-شود. .خدارضایی و همکاران (۱۳۹٦) در پژوهش خود به ارزیابی اثرات محیط زیستی تولید زیتون پرداختند و بیان داشتند که تولید کودهای شیمیایی و انتشارات مستقیم از باغ زیتون بیشترین نقش را در تولید آلاینده-ها دارند. شاخص طبقه‌بندی گروه تأثیر اسیدیته برای تولید یک واحد عملکردی از محصولات مختلف شامل بادام‌زمینی در استان گیلان، گندم در مناطق مرودشت، گرگان و چین به ترتیب برابر با kg SO_2 eq ٦/۲۵، ۵/٦، ٦/۷ و ٤ گزارش شد (چارلس و همکاران ۲۰۰٦؛ وانگ و همکاران ۲۰۰۷؛ سلطانی و همکاران ۲۰۱۰؛ میرحاجی و همکاران ۲۰۱۳؛ نیکخواه و همکاران ۲۰۱۵ الف).

برانتراپ و همکاران (b ۲۰۰٤) شاخص زیست‌محیطی تولید گندم با مصرف ۱٤٤ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را ۰/۲ گزارش نمودند. این شاخص در مطالعه بر روی تولید بادام زمینی در استان گیلان توسط نیکخواه و همکاران (۲۰۱۵)، **۰/۶۲ اعلام شد** که شاخص زیست-محیطی تولید فلفل دلمه‌ای در شهرستان دزفول از تولید گندم و از تولید بادام زمینی کم‌تر بود. به‌نحوی که بوجاکا و همکاران (۲۰۱٤) در مطالعه مشابهی بر روی تولید گوجه فرنگی در کلمبیا نیز اظهار داشتند که کوددهی اثرات محیط‌زیستی قابل توجهی در قالب گروه-های تاثیر اوتریفیکاسیون و اسیدیته داشت. نتایج ارزیابی چرخه حیات تولید گلابی در چین در مطالعه لیو و همکاران (۲۰۱۰) و مطالعه مشابهی توسط آبلیوتیس و همکاران (۲۰۱۳) بر روی تولید لوبیا در یونان نشان داد که استفاده از کشاورزی ارگانیک موجب کاهش اثرات زیست‌محیطی مربوط به تخلیه منابع می‌شود.

۱. Depletion of Fossil Resources

۲. Depletion of Phosphate Resources

۳. Depletion of Potash Resources

جدول ۴- خروجی های تولید یک تن فلفل

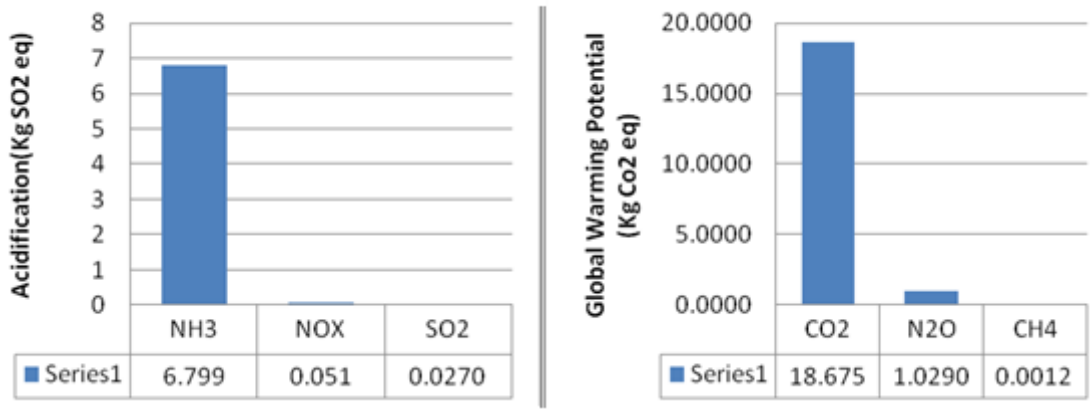
ترکیبات انتشار یافته	میزان انتشار (کیلوگرم به ازای هر تن کلم)	منبع انتشار
NH_3	٦/٧٩٩	اوره
N_2O	١/٠٢٩	گازوئیل
NO_X	٠/٠٥١	اوره
CO_2	١٨/٦٧٥	گازوئیل
CH_4	١/١٩٦×١٠-٣	گازوئیل
SO_2	٠/٠٢٧	گازوئیل
N_2O	١/٢٥×١٠-٤	اوره
NO_X	٠/١٥٣	گازوئیل

جدول ۵- نرمال‌سازی گروه‌های تأثیر در تولید یک تن فلفل دلمه‌ای در شهرستان دزفول درشرایط ایران

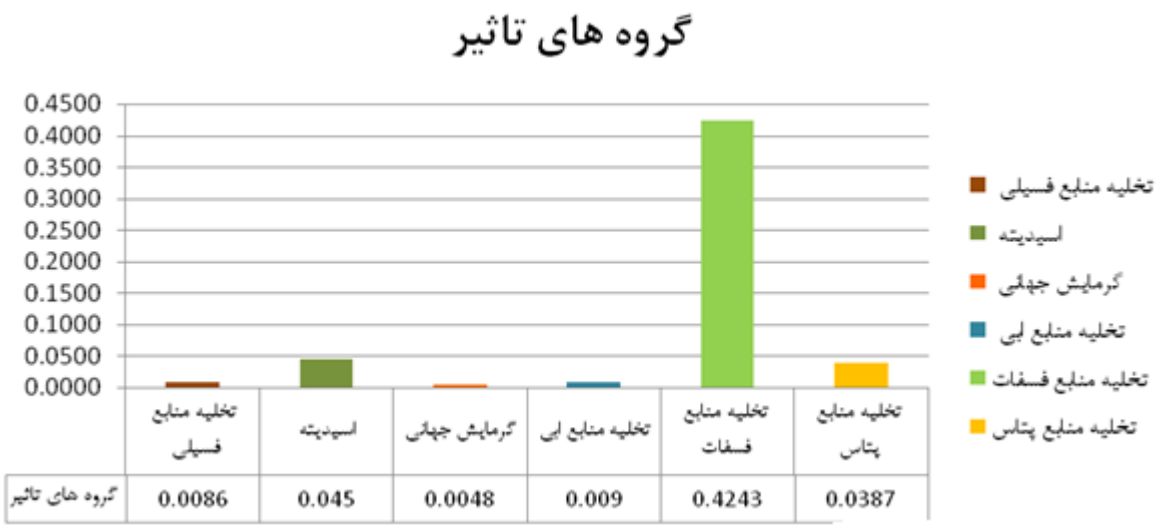
گروه‌های تأثیر	شاخص نرمالسازی
گرمایش جهانی	٠/٠٠٤٥
اسیدیته	٠/٣٢٢
تخلیه منابع آب	٠/٠٤
تخلیه منابع فسیلی	٠/٠٠٨
تخلیه منابع فسفات	٠/٣٥٤
تخلیه منابع پتاس	٠/١٢٩

جدول ۶- تفسیر اثرات یک تن فلفل دلمه‌ای

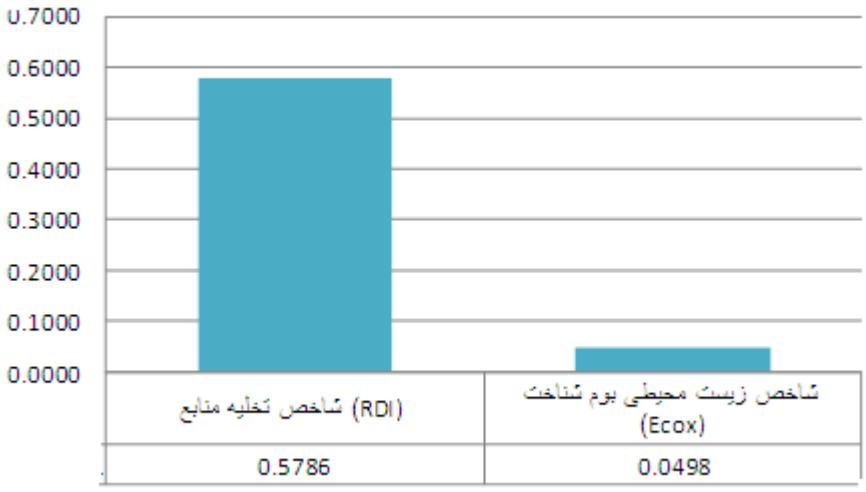
شاخص زیست‌محیطی(بوم شناخت) Eco-Index (Ecox)	٠/٠٤٩٢
شاخص تخلیه منابع Resource Drop Indicator (RDI)	٠/٤٨٠٦



شکل۲- سهم انتشار آلاینده‌ها برای گروه‌های تاثیر الف) گرمایش جهانی، ب) اسیدیته به ازای یک واحد عملکردی در تولید فلفل دلمه‌ای در دزفول



شکل ۳- شاخص نهایی اثرات زیست محیطی در تولید یک تن فلفل دلمه‌ای در شهرستان دزفول



شکل ۴- تفسیر اثرات یک تن فلفل دلمه ای در شهرستان دزفول

نتیجه گیری

در این تحقیق اثرات زیست‌محیطی تولید فلفل دلمه‌ای در شهرستان دزفول با استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات انجام شد. با توجه به اینکه با استفاده از LCA سهم هر نظام تولیدی بر گروه‌های تأثیر کمّی می‌شود، لذا می‌توان با استفاده از این شاخص میزان اثرات زیست‌محیطی ناشی از یک واحد کارکردی را تعیین کرد و از روش‌های مختلف مدیریتی برای کاهش میزان تأثیرات زیست‌محیطی آن بر گروه‌های تأثیری که دارای بیشترین اثرات زیست‌محیطی هستند، بهره جست. نتایج این مطالعه نشان داد که بیشترین سهم اثرات زیست-محیطی برای گروه تأثیر تخلیه منابع فسفات ۰/۳۵٤ و اسیدیته ۰/۳۲۲ حاصل شد. بهینه‌سازی مصرف کودهای شیمیایی، استفاده بیشتر از کودهای آلی، تناوب لگوم‌ها، استفاده از کشاورزی دقیق برای کاهش مصرف انرژی و تناسب مصرف نهاده‌ها و کشاورزی ارگانیک می‌تواند در کاهش تخریب محیط‌زیست توسط فعالیت-های کشاورزی مؤثر باشد. انتشارات مستقیم از مزرعه

و کودهای شیمیایی به علت انتشار ترکیبات نیتروژن و فسفر ناشی از کودها و انتشار آن‌ها به محیط، بیشترین تأثیر را در اسیدی شدن دارند. آزاد شدن گازهای اسیدی ازجمله آمونیاک ناشی از تولید و مصرف کودها به اتمسفر و بازگشت مواد به خاک علت اصلی اسیدی شدن خاک‌ها است. بدین ترتیب، چنین به‌نظر می‌رسد که بتوان از روش‌های مختلف مدیریت نظام زراعی بر مبنای بهره‌گیری از اصول کم نهاده نظیر مصرف بهینه کودهای شیمیایی بویژه کود نیتروژن و فسفات و جایگزینی آن با انواع کودهای آلی و همچنین کاربرد کودهای زیستی، کاشت گیاهان تثبیت کننده نیتروژن به‌صورت مخلوط، خاکورزی حداقل برای کاهش اثرات زیست‌محیطی این نظام تولیدی بر گروه‌های مؤثر اسیدی شدن و تغییر اقلیم استفاده کرد و در نتیجه کاهش سهم این اثرات زیست‌محیطی را موجب شد. همچنین پیشنهاد می‌گردد مطالعاتی در زمینه ترکیب روش ارزیابی چرخه حیات با مدل‌های بهینه‌سازی با نگرش کاهش‌اثرات زیست‌محیطی تولیدفلفل دلمه‌ای صورت گیرد. بنابراین نوسازی و افزایش کارایی سیستم‌های آبیاری و استفاده از ماشین‌آلات کم مصرف از راهکارهای پیشنهادی برای کاهش اثرات محیط‌زیستی در سیستم تولید فلفل دلمه‌ای در شهرستان دزفول است.

منابع مورد استفاده

Abeliotis K, Detsis V and Pappia C. 2013. Life cycle assessment of bean production in the Prespa National Park, Greece. Journal of Cleaner Production, 41: 89-96.

Bojacá CR, Wyckhuys KAG and Schrevens E. 2014. Life cycle assessment of Colombian greenhouse tomato production based on farmer-level survey data, Journal of Cleaner Production, 69: 26-33.

Brentrup F, Küsters J, Lammel J and Kuhlmann H. 2000. Methods to estimate on-field nitrogen emissions from crop production as an input to LCA studies in the agricultural sector. The International Journal of Life Cycle Assessment, 5(6): 349-357.

Brentrup F, Kusters J, Kuhlmann H and Lammel J. 2001. Application of the life cycle assessment methodology to agricultural production: an example of sugar beet production with different forms of nitrogen fertilizers. European Journal of Agronomy, 14: 221-233.

Brentrup F, Kusters J, Kuhlmann H and Lammel J. 2004a. Environmental impacts assessment of agricultural production systems using the life cycle assessment methodology, I. Theorical concept of a LCA method tailored to crop production. European Journal of Agronomy, 20: 247-264.

Brentrup F, Kusters J, Lammel J, Barraclough P and Kuhlmann H. 2004b. Environmental impacts assessment of agricultural production systems using the life cycle assessment (LCA) methodology, II. The application to N fertilizer use in winter wheat production systems. European Journal of Agronomy, 20: 265-279.

Björklund A. 2012. Life cycle assessment as an analytical tool in strategic environmental assessment. Lessons learned from a case study on municipal energy planning in Sweden. Environmental Impact Assessment Review, 32: 82-87.

Charles R, Jolliet O, Gaillard G and Pellet D. 2006. Environmental analysis of intensity level in wheat crop production using life cycle assessment, Agriculture, Ecosystems and Environment, 113(1–4): 216-225.

Dehghani H. 2007. Guide to Air Quality, Principles of Meteorology and Air Pollution, Publications of Ghashie. Tehran, Iran, 402 pp. (In Persian).

Emadi B, Nikkhah A, and Soltanali H. 2016. Environmental risk assessment of kiwi production in Guilan province using life cycle assessment, Natural Environment, Natural Resources of Iran, 69(1):131-141. (In Persian).

Finkbeiner M, Inaba A, Tan RBH, Christiansen K, and Klüppel HJ. 2006. The new international standards for life cycle assessment: ISO 14040 and ISO 14044. International Journal of Life Cycle Assessment. 11(2): 80–85.

Fallahpour F, Aminghafouri A, Ghalegolab Behbahani A and Bannayan M. 2012. The environmental impact assessment of wheat and barley production by using life cycle assessment (LCA) methodology. Environment, Development and Sustainability 14: 979-992.

Goebes MD, Strader R, and Davidson C .2005. An ammonia emission inventory for fertilizer application in the United States, Atmospheric Environment 37(18): 2539-2550.

Hamzei J, Babaei M, Khorramdel S. 2015. Effects of different irrigation regimes on fruit production, oil quality, and water use efficiency and agronomic nitrogen use efficiency of pumpkin. Agroecology, 7 (1): 99-108.

Iriarte A, Rieradevall J and Gabarrell X. 2010. Life cycle assessment of sunflower and rapeseed as energy crops under Chilean conditions. Journal of Cleaner Production, 18(4): 336-345.

Khoda rezaie E, Wisie H, Nouri A, Taheri M and khoshbakht K. 2017, Evaluation of the Environmental Effects of Olive Oil Production (*Olea europaea* L) Using Life Cycle Assessment: Case Study of Tarom Town. Zanjan Province, Journal of Agricultural Ecology, 9(2): 474-458 (In Persian).

Khorramdel S, Rezvani-Moghaddam P and Amin-Ghafori A. 2014. Evaluation of environmental impacts for wheat Agro ecosystems of Iran by using Life Cycle Assessment methodology. Cereal Research, 4(1): 27-44. (In Persian).

Liu Y, Langer V, Høgh-Jensen H and Egelyng H. 2010. Life Cycle Assessment of fossil energy use and greenhouse gas emissions in Chinese pear production. Journal of Cleaner Production, 18: 1423-1430.

Mirhaji H, Khojastehpour M and Abaspour-fard MH. 2013 .Environmental Effects of wheat production in the Marvdasht region, Journal of Natural Environment, 66(2): 223-232. (In Persian).

Mirhaji H, Khojastehpour M, Abaspour-Fard MH, Mahdavi-Shahri SM. 2012. Environmental impact study of sugar beet production using life cycle assessment in Khorasan province. Agro ecology, 4(2): 112-120. (In Persian).

Nikkhah A, Emadi B, Shabanian F and Hamzeh-Kalkenari H .2014. Energy sensitivity analysis and greenhouse gas emissions for tea production in Guilan province, Iran, Agroecology, 6 (3): (In Persian).

Nikkhah A. Khojastehpour M, Emadi B, Taheri-Rad A and Khorramdel S, 2015a. Environmental impacts of peanut production system using life cycle assessment methodology, Journal of Cleaner Production, 92: 84-90.

Nikkhah A, Emadi B, Shabanian F, and Hamzeh-Kalkenari H. 2015b. Energy Sensitivity Analysis and Greenhouse Gas Emissions for Tea Production in Guilan Province, Iran, Agroecology, 6(3): 622-633. (In Persian).

Nikkhah A, Khorramdel S, Abedi M, Firoozi S and Hamza Kalkonari H. 2017, Environmental Impact Assessment of Tea Production System in Chaboxar Region of Guilan Province Using Hyclity Assessment, Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 27(1): 181-195 (In Persian).

Pishgar-Komleh SH, Sefeedpari P and Rafiee S. 2011. Energy and economic analysis of rice production under different farm levels in Guilan province of Iran. Energy, 36: 5824-5831.

Rahimizadeh M, Madani H, Rezadoust S, Mehraban A, and Marjani A. 2007. Analysis of energy in agro ecosystems & methods of increasing energy efficiency. In: The 6th National Energy Congress. 12-13 June, 2007. Available at:http://Iranenergy.org.ir/sixth/new3/ final_schedule.pdf

Sahle A, & Potting J. 2013. Environmental life cycle assessment of Ethiopian rose cultivation. Science of the Total Environment, 443: 163-172.

Schröder JJ, Aarts HFM, Ten-Berge HFM, Van-Keulen H and Neeteson JJ. 2003. An evaluation of whole-farm nitrogen balances & related indices for efficient nitrogen use. European Journal of Agronomy, 20: 33-44.

Shahmohammadi A, Vasi E, Hassanbakht K, Mahdavi Damghani AS and Soltani A. 2016. Evaluation of the life cycle of semi-mechanized potato production in Iran: a case study, Markazi province, Engineering of Biosystem of Iran, 47(4): 659-666. (In Persian).

Sherwani AF, Usmani JA and Varun. 2010. Life cycle assessment of solar PV based electricity generation systems: A review. Renewable & Sustainable Energy Reviews, 14: 540-544.

Snedecor GW and Cochran WG. 1989 .Statistical methods. Iowa State University Press.

Soltani A, Rajabi MH, Zeinali E and Soltani E. 2010. Evaluation of environmental impact of crop production using LCA: wheat in Gorgan, Electronic Journal of Crop Production, 3(3): 201-218. (In Persian).

Snyder CS, Bruulsema TW, Jensen TL and Fixen PE. 2009. Review of green house gas emissions from crop production systems & fertilizer management effects. Agriculture, Ecosystems & Environment, 133(3–4): 247-266.

Tzilivakis J, Warner DJ, May M, Lewis KA and Jaggard K. 2005. An assessment of the energy inputs & greenhouse gas emissions in sugar beet (*Beta vulgaris*) production in the UK. Agricultural Systems, 85(2): 101-119.

Wang M, Wu W, Liu W and Bao Y. 2007. Life cycle assessment of the winter wheat-summer maize production system on the North China Plain. International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 14: 400-407.

Zhou J, Chang VWC and Fane AG. 2013. An improved life cycle impact assessment (LCIA) approach for assessing aquatic eco-toxic impact of brine disposal from seawater desalination plants, Desalination, 308: 233-241.