Journal of Natural Environment Hazards
University of Sistan and Baluchestan
Print ISSN: 2676 - 4377 Online ISSN: 2676 - 4385
Homepage: https://jneh.usb.ac.ir

Journal of Natural Environmental Hazards, Vol.11, Issue 31, Spring 2022

Investigating the effect of input consumption on land depletion and the potential for damage to environmental pollutants in the climatic conditions of Gorgan and Zahedan

Mohsen.Noori[1], Salim Farzaneh[2], Alireza Shahriari[3*], Seyed Raouf Seyed Sharifi[4]

1. PhD Student, Dept. of Production and Plant Genetics, Ardabil University of MohagheghArdabili. Ardabili, Iran.
2. Assistant Professor, Dept. of Production and Plant Genetics, Ardabil University of MohagheghArdabili. Ardabili, Iran.
3. *Corresponding Author*, Assocaite lanscape Design Engineering Department, University of Sistan and Baluchestan, Iran.
4. Professor, of Dept. of Production and Plant Genetics, Ardabil University of MohagheghArdabili. Ardabili, Iran.

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 08 July 2021
Revised: 17 January 2022
Accepted: 06 February 2022

Keywords:
Fossil resource depletion,
Climate change,
Eco-X index,
Global warming,
One ton of forage.

ABSTRACT

Nowadays, following the development of agriculture, there are concerns about adverse environmental consequences such as water, soil, air pollution, reduced fertility, soil erosion, and depletion of resources based on the use of non-renewable inputs that need to be addressed. It's about. This study was conducted to investigate the effect of input consumption on land depletion and the potential for damage to environmental pollutants in the climatic conditions of Gorgan and Zahedan during the 2019-2020 crop year. In this study, the fuel consumption of diesel, water, vermicompost fertilizer, use of nitrogen fertilizer nano-chelate, phosphorus nano-chelate and potassium nano-chelate, and complete use of chemical fertilizer (from urea, triple superphosphate, and potassium sulfate) as inputs were considered prone to environmental damage. In general, for the production of one ton of portulaca oleracea, Gorgan city creates less environmental burdens than Zahedan city due to less consumption of inputs in all sectors. Based on the results of the final index, it can be concluded that among the impact groups, the impact group of global warming with a value of 5.819 kg (kg CO_2 eq.) in Zahedan city and 5.814 kg (kg CO_2 eq.) in Gorgan city in the production of one ton of portulaca oleracea has more potential for environmental damage than other impacts, then the impact group of fossil resources depletion at the rate of 4.489 MJ / kg (kg equivalent to crude oil) in both Zahedan and Gorgan has the potential Environmental damage. Based on the evaluation results of the environmental index (Eco-X) and resource depletion index (RDI) for the production of one ton of portulaca oleracea, Zahedan city has a higher environmental index (Eco-X = 5.819) than Gorgan city (Eco-X = 814.5) showed and created more environmental burdens. However, the resource depletion index (RDI), considering the 100-year target time interval, which means the time when the resource is expected to be available, is for Zahedan city (RDI = 7.677) and Gorgan city was calculated at the rate of (RDI = 5.945).

Cite this article: Noori, M., Farzaneh, S., Shahriari, A., Seyed Sharifi, S. (2022). Investigating the effect of input consumption on land depletion and the potential for damage to environmental pollutants in the climatic conditions of Gorgan and Zahedan. Journal of Natural Environmental Hazards, 11(31), 193 -206. DOI: 10.22111/jneh.2022.39174.1827

© Alireza Shahriari Publisher: University of Sistan and Baluchestan
DOI: 10.22111/jneh.2022.39174.1827

* Corresponding Author Email: ali_shahriari@eco.usb.ac.ir

مخاطرات محیط طبیعی
شاپا چاپی: ۲۶۷۶-۴۳۷۷ شاپا الکترونیکی: ۲۶۷۶-۴۳۸۵
Homepage: https://jneh.usb.ac.ir

مجله علمی پژوهشی مخاطرات محیط طبیعی، دوره یازدهم، شماره ۳۱، بهار ۱۴۰۱

بررسی تأثیر مصرف نهاده‌ها بر تخلیه منابع زمین و پتانسیل آسیب آلاینده‌های زیست محیطی در شرایط اقلیمی گرگان و زاهدان

محسن نوری[۱]، سلیم فرزانه[۲]، علیرضا شهریاری[۳*]، رئوف سید شریفی[۴]

۱. دانشجوی دکتری، گروه تولید و ژنتیک گیاهی،دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
۲. استادیار، گروه تولید و ژنتیک گیاهی،دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل
۳. دانشیار، گروه فضای سبز، دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان (نویسنده مسئول)
۴. استاد، گروه تولید و ژنتیک گیاهی،دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۱۷

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۰/۱۰/۲۷

تاریخ پذیرش : ۱۴۰۰/۱۱/۰۷

واژه‌های کلیدی:
تخلیه منابع فسیلی،
تغییرهای اقلیمی،
شاخص Eco-X،
گرمایش جهانی،
یک تن علوفه.

چکیده

امروزه به‌دنبال توسعه کشاورزی، نگرانی‌هایی در مورد پیامدهای نامطلوب زیست‌محیطی مانند آلودگی آب، خاک، هوا، کاهش حاصلخیزی، فرسایش خاک و تخلیه منابع بر پایه استفاده از نهاده‌های غیرقابل‌تجدید به‌وجود آمده است که نیازمند چاره‌اندیشی در این باره است. این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر مصرف نهاده‌ها بر تخلیه منابع زمین و پتانسیل آسیب آلاینده‌های زیست‌محیطی، طی سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در دو شهرستان گرگان و زاهدان انجام شد. در این پژوهش مصرف سوخت گازوئیل، آب، کود ورمی‌کمپوست، مصرف نانو کلات کود نیتروژن، نانو کلات کود فسفر و نانو کلات کود پتاسیم و مصرف کامل کود شیمیایی (از منبع اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم) به‌عنوان نهاده‌های ورودی مستعد آسیب به محیط‌زیست درنظر گرفته شدند. به‌طورکلی به ازای تولید یک تن علوفه خرفه، شهرستان گرگان به‌دلیل مصرف کمتر نهاده‌ها در تمامی بخش‌های اثر بارهای محیطی کمتری نسبت به شهرستان زاهدان ایجاد می‌کند. بر اساس نتایج شاخص نهایی، می‌توان نتیجه گرفت که از بین گروه‌های تأثیر، گروه تأثیر گرمایش جهانی با مقدار ۵/۸۱۹ کیلوگرم معادل با کیلوگرم CO_2 در شهرستان زاهدان و مقدار ۵/۸۱۴ کیلوگرم معادل با کیلوگرم CO_2 در شهرستان گرگان در تولید یک تن علوفه خرفه نسبت به سایر اثرات دارای پتانسیل آسیب زیست‌محیطی بیشتری می‌باشد، پس از آن نیز تخلیه منابع فسیلی به میزان ۴/۴۸۹ مگاژول بر کیلوگرم (کیلوگرم معادل نفت خام) در هر دو شهرستان زاهدان و گرگان دارای پتانسیل آسیب زیست‌محیطی است. بر اساس نتایج ارزیابی شاخص زیست‌محیطی (Eco-X) و شاخص تخلیه منابع (RDI) به ازای تولید یک تن علوفه خرفه، شهرستان زاهدان شاخص زیست‌محیطی (Eco-X = ۵/۸۱۹) بالاتری را نسبت به شهرستان گرگان (Eco-X = ۵/۸۱۴) نشان داد و فشارهای محیطی بیشتری ایجاد کرد. اما شاخص تخلیه منابع (RDI) باتوجه به درنظرگرفتن بازه زمانی هدف ۱۰۰ ساله به معنای مدت زمانی که پیش‌بینی می‌شود منبع مورد نظر در دسترس باشد، برای شهرستان زاهدان به میزان (RDI = ۷/۶۷۷) و برای شهرستان گرگان به میزان (RDI = ۵/۹۴۵) محاسبه گردید.

استناد: نوری، محسن، فرزانه، سلیم، شهریاری، علیرضا، سید شریفی، رئوف. (۱۴۰۱). بررسی تاثیر مصرف نهاده‌ها بر تخلیه منابع زمین و پتانسیل آسیب آلاینده‌های زیست محیطی در شرایط اقلیمی گرگان و زاهدان. مخاطرات محیط طبیعی، ۱۱(۳۱)، ۲۰۶-۱۹۳.
DOI: 10.22111/jneh.2022.39174.1827
ناشر: دانشگاه سیستان و بلوچستان

© محسن نوری، سلیم فرزانه، علیرضا شهریاری، رئوف سید شریفی.

*- علیرضا شهریاری (نویسنده مسئول)
Email: ali_shahriari@eco.usb.ac.ir

مقدمه

امروزه، تغییر اقلیم ازجمله مسائل مهم محیط‌زیستی در جهان است (Oliviera et al., 2020). پدیده تغییر اقلیم، یکی از مهم‌ترین مشکلات فراروی تولید محصولات کشاورزی و دستیابی به امنیت غذایی محسوب می‌شود و به شدت مناطق مختلف جهان ازجمله مناطق خشک و نیمه‌خشک را تحت تأثیر قرار داده است (IPCC, 2013). در طی ۱۰۰ سال گذشته، میانگین دمای سطح زمین به میزان ۱ درجه سانتی‌گراد افزایش داشته است. در طی ۱۰۰ سال آینده، اقلیم‌شناسان پیش‌بینی کرده‌اند که میانگین دمای سطح زمین همچنان بالا برود (IPCC, 2014). دانشمندان بر این باورند که انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های اقتصادی و صنعتی انسان موجب افزایش قابل‌ملاحظه غلظت گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر زمین گردیده است (Damm et al., 2017). مهمترین گازهای گلخانه‌ای به‌ترتیب اثرات گرمایشی آنها عبارتند از: دی‌اکسیدکربن، متان، کلروفلور کربن‌ها، اکسید نیتروژن، ازن و بخار آب (Shaemi Barzaky and Nokhndan Habibi, 2009). این گازها به‌طور طبیعی در جو زمین وجود دارند؛ اما فعالیت‌های انسانی و آلودگی‌های ناشی از آن، باعث تمرکز بیش‌ازحد طبیعی این گازها در فضای جو شده و پدیده‌ی گرمایش زمین را موجب شده‌اند (Babran, 2007). نتایج مطالعات مربوط به تغییر اقلیم که در طی سال‌های اخیر در ایران انجام شده است، همگی مؤید بروز این پدیده در کشور بوده‌اند (Koocheki and Kamali, 2010). البته این پژوهش‌ها بیشتر بر شاخص‌های اقلیمی تمرکز داشته و اثرات این تغییرها بر تولیدات کشاورزی کمتر موردتوجه قرار گرفته است. دستیابی به اطلاعات دقیق‌تر در مورد پدیده تغییر اقلیم در ایران، مستلزم انجام مطالعات گسترده در مقیاس منطقه‌ای و پیش‌بینی واکنش سیستم‌های تولید کشاورزی هر منطقه به این تغییرها می‌باشد (Koocheki and Nasiri Mahalati, 2008).

تولیدات کشاورزی عموماً بر پایه استفاده از منابع محدودی مثل سوخت‌های فسیلی، منابع آبی و دیگر نهاده‌های غیرقابل‌تجدید است. نگرانی‌هایی نیز در مورد مشکلات زیست‌محیطی مانند آلودگی آب، خاک، هوا، کاهش حاصلخیزی، فرسایش خاک و تخلیه منابع وجود دارد (Nabavi-Pelesaraei et al., 2018). به‌دنبال توسعه کشاورزی، پیامدهای نامطلوب زیست‌محیطی رخ خواهد داد که نیازمند چاره‌اندیشی در این باره است (Prechsl et al., 2017; Jafari et al., 2018; Amiri et al., 2019: 2020). مطالعه جنبه‌های محیطی تولید محصولات کشاورزی بر کیفیت اکوسیستم از اهمیت بالایی برخوردار است (MacWilliam et al., 2014). جهت دستیابی به پایداری در بخش کشاورزی لازم است تا منابع تولید ازجمله آب و زمین به بهترین وجه ممکن استفاده شوند تا ضمن کاهش مصرف منابع، سودآوری و رفاه کشاورزان افزایش یابد (Mardani Najafabadi et al., 2019).

بر این اساس، امروزه اکثر مصرف‌کنندگان متعهد به محیط‌زیست، حساسیت ویژه‌ای بر شاخص‌های زیست‌محیطی از فرآیند تولید تا مصرف محصول دارند. پژوهشگران ابزارهای پژوهشی مختلف را توسعه داده‌اند تا ضمن تحلیل چرخه تولید محصول پیشنهادهایی برای بهبود تمام مراحل تولید به جهت ارتقاء کارایی محیطی داشته باشند (Yue et al., 2016; Crop et al., 2019). ارزیابی چرخه حیات (LCA[1]) از روش‌های ارزیابی اثرات محیطی است که بر مبنای ارزیابی اثرات ناشی از تولید یک محصول، فرآیند و یا یک فعالیت به‌وسیله تشخیص و کمی‌سازی انرژی و مواد

[1] Life Cycle Assessment

استفاده‌شده و ضایعات و پسماندهای تولیدی توسعه یافته است (Esmaeilzadeh et al., 2020; Rafiee et al., 2014).

در یک پروژه ارزیابی چرخه حیات تمام فرآیندهای تولید یک محصول از مرحله استخراج مواد اولیه تا دفع پسماندهای باقیمانده از مصرف آن محصول مورد بررسی قرار گرفته و نتایج حاصل از آن جهت کاهش تأثیرهای مخرب زیست‌محیطی مورداستفاده قرار می‌گیرد (Auer et al., 2017). بر اساس تعریف استاندارد ISO، ارزیابی چرخه حیات ابزاری است برای سنجش پیامدهای محیطی یک محصول، فرآیند یا عملیات ویژه در طی چرخه حیات آن یا به‌عبارت‌دیگر آغاز تا انجام روند شکل‌گیری آن محصول یا فرآیند (Valiante et al., 2019).

خرفه[1] گیاهی یک ساله و چهار کربنه از خانواده پرتولاکاسه[2] است. این گیاه بومی ایران بوده (اسدی و همکاران، ۱۳۸۵) و به تنش‌های محیطی از جمله شوری و خشکی مقاوم می‌باشد (کافی و رحیمی، ۱۳۸۹؛ رحیمی و همکاران، ۱۳۹۰). در بسیاری از کشورهای دنیا برای اهداف گوناگون ازجمله تغذیه انسان، صنایع تبدیلی و دارویی کاربرد دارد (جوادی و همکاران، ۱۳۹۶؛ یوسفیان قهفرخی و همکاران، ۱۳۹۶). اما باتوجه به پایین‌آمدن سطح آب‌های زیرزمینی در کشور و با درنظرگرفتن شرایط کم‌آبی کشور و همچنین، گرایش به بکارگیری ماشین‌آلات و استفاده فشرده از کودهای شیمیایی و آلی علاوه بر بروز مشکلات زیست‌محیطی همچون گرمایش جهانی، تخلیه منابع فسیلی، تخلیه منابع آب و تخلیه منابع غیر زنده و کاهش کیفیت محصولات کشاورزی را نیز موجب شده است.

بدین ترتیب، باتوجه به اهمیت ارزیابی چرخه حیات و برآورد انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی، به‌منظور دستیابی به اهداف این پژوهش، بررسی و مقایسه اثرات زیست‌محیطی این نظام‌ها در دو منطقه تحت کشت باتوجه به پتانسیل محلی و محیطی متأثر از آب، خاک، هوا و اقلیم طبیعی موردمطالعه و بررسی قرار گرفتند. بنابراین می‌توان با بررسی نتایج و جمع‌آوری داده‌های مستند و علمی و ایجاد بانک داده وسیع از مناطق جغرافیایی مختلف، اقدام به چاره-اندیشی در رابطه با تغییرهای اقلیم و پیامدهای نامطلوب زیست‌محیطی کرد. کیفیت داده‌های جمع‌آوری‌شده به-منظور تحلیل ورودی‌ها و خروجی‌های چرخه حیات در اجرای موفق ارزیابی چرخه حیات همواره یک عامل بحرانی محسوب می‌شود. دستیابی به داده‌های معتبر عامل مهمی در پیشرفت و استفاده از ارزیابی چرخه حیات در مدیریت محیط‌زیست است (Manfredi and Vignali, 2014). بر این اساس ضمن تحلیل چرخه تولید محصول، منابع تولید ازجمله آب و زمین به بهترین وجه ممکن استفاده شده و علاوه بر کاهش مصرف منابع، می‌توان پیشنهادهایی برای بهبود تمام مراحل تولید به جهت ارتقاء کارایی محیطی ارائه داد.

به‌منظور دستیابی به اهداف این پژوهش، سوالات زیر موردبررسی قرار گرفت:

۱) شاخص زیست‌محیطی (Eco-X) و شاخص تخلیه منابع (RDI) برای دو منطقه گرگان و زاهدان چگونه خواهد بود؟

۲) کدام گروه تأثیر، سهم بیشتری در تخلیه منابع زمین و بروز گرمایش جهانی دارد؟

۳) کدامیک از ترکیبات آلاینده در گروه تأثیر مربوطه، پتانسیل آسیب بیشتری دارد؟

[1] Portulaca oleracea L.
[2] Portulacaceae

داده‌ها و روش‌ها

این پژوهش به منظور بررسی تأثیر مصرف نهاده‌ها بر تخلیه منابع زمین و پتانسیل آسیب آلاینده‌های زیست‌محیطی طی سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در دو شهرستان گرگان و زاهدان انجام شد. شهرستان زاهدان، با مختصات جغرافیایی ۶۰ درجه و ۵۲ دقیقه و ۲۵ ثانیه طول شرقی و ۲۹ درجه و ۳۰ دقیقه و ۴۵ ثانیه عرض شمالی در ارتفاع ۱۳۷۳ متر از سطح دریا قرار دارد. اقلیم این منطقه از نوع معتدل خشک و نیمه کوهستانی می‌باشد. شهرستان گرگان نیز با طول جغرافیایی ۵۴/۲۶ و عرض جغرافیایی ۳۶/۵۰ در ارتفاع حدود ۱۶۰ متر از سطح دریا واقع شده است. این منطقه ازنظر هواشناسی جزء مناطقی با آب و هوای معتدل خزری یا مدیترانه‌ای است.

نتایج آزمون خصوصیت‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه خاک مزرعه هر دو منطقه در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱: خصوصیت‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مناطق مورد آزمایش

مکان	بافت	رس	سیلت	شن	کربن آلی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	pH	EC
		(درصد)					(میلی‌گرم بر کیلوگرم)			(دسی‌زیمنس بر متر)
زاهدان	شن لومی	۱۲	۲۴	۶۴	۰/۱۳	۰/۰۱	۳	۲۴۰	۸/۰۶	۶/۹۹
گرگان	لوم سیلتی	۳۲/۸	۴۴	۲۳/۲	۱/۵۸	۰/۱۴	۱۱/۳	۳۳۵	۷/۷۳	۱/۰۷

ارزیابی چرخه حیات (LCA)

ارزیابی چرخه حیات دارای چهار مرحله تعیین هدف و حوزه مطالعه، صورت‌برداری، ارزیابی اثر و تفسیر نتایج است (Valiante et al., 2019).

مرحله اول: بیان هدف و واحد کارکردی

در این تحقیق هدف از پژوهش بررسی تأثیرهای زیست‌محیطی تولید خرفه در شهرستان‌های زاهدان و گرگان به روش ارزیابی چرخه حیات در قالب گروه‌های گرمایش جهانی، تخلیه منابع فسیلی، تخلیه منابع آبی، تخلیه منابع فسفات و تخلیه منابع پتاس بود. در این پژوهش واحد کارکردی به ازای تولید "یک تن علوفه" و مرز سیستم "دروازه مزرعه" درنظر گرفته شد. علوفه خشک پس از جداسازی دانه، از قراردادن اندام‌های هوایی در آون دیجیتال (مدل PTN 55، ساخت شرکت پارس طب نوین کشور ایران) با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۷۲ ساعت و پس از توزین آنها به‌دست آمد. جهت محاسبه عملکرد علوفه خشک از میانگین مجموع عملکرد دو برداشت (دو چین) استفاده شد.

مرحله دوم: تعیین ورودی‌ها و خروجی‌های چرخه حیات

در این بخش مقادیر تمام نهاده‌های ورودی که برای تولید محصول لازم است و مقادیر خروجی‌ها شامل آلاینده‌های انتشار یافته به محیط‌زیست در اثر استفاده از این نهاده‌ها، باتوجه به مرزهای سامانه تعیین و بر مبنای واحدهای کارکردی محاسبه می‌شوند (Kylili et al., 2016).

الف) برآورد ورودی‌های سامانه

در این پژوهش مصرف سوخت گازوئیل، آب، کود ورمی‌کمپوست، مصرف نانو کلات کود نیتروژن، نانو کلات کود فسفر و نانو کلات کود پتاسیم و مصرف کامل کود شیمیایی (از منبع اوره، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم) به عنوان نهاده‌های ورودی مستعد آسیب به محیط‌زیست درنظر گرفته شدند. از آنجا که طی عملیات مکانیزه برای تولید علوفه خرفه در هر دو شهرستان زاهدان و گرگان از تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ استفاده شد، بنابراین میزان سوخت مصرفی به ازای تولید یک تن علوفه خرفه با استفاده از رابطه (۱) محاسبه گردید:

رابطه (۱) $\text{میزان سوخت مصرفی } (l.hr^{-1}) = 0.06 \times 0.73 \times 3.78 \times P_{PTO}$

در این مطالعه PTO: قدرت PTO یا قدرت متعارفی تراکتور در محور توان‌دهی می‌باشد که برابر با ۰/۷۵ قدرت اسمی موتور (۱۱۰ اسب بخار) و ضریب ۳/۷۸ برای تبدیل واحد سوخت از گالن در ساعت به لیتر در ساعت درنظر گرفته شد (کوچکی، ۱۳۷۳). درنهایت باتوجه به زمان اجرای عملیات مکانیزه (۹ ساعت در هکتار) شامل شخم، دیسک، لولر و جوی و پشته و میزان گازوئیل مصرفی برای تراکتور مسی فرگوسن ۳۹۹ (۱۳/۶ لیتر در ساعت) میزان کل گازوئیل مصرفی (۱۲۲/۴ لیتر در هکتار) محاسبه گردید.

میانگین عملکرد علوفه در شهرستان زاهدان (۳/۶۵۴۸ تن در هکتار) و در شهرستان گرگان (۳/۹۷۸۶ تن در هکتار) به‌دست آمد. بر این اساس میزان سوخت مصرفی به ازای تولید "یک تن علوفه" خرفه در دو شهرستان زاهدان و گرگان به‌ترتیب ۳۳/۴۹ لیتر و ۳۰/۷۶ لیتر و با تبدیل واحد بر حسب کیلوگرم به منظور ارزیابی میزان انتشار آلاینده-ها به‌ترتیب ۲۷/۸۶ و ۲۵/۵۹ کیلوگرم محاسبه گردید.

به‌منظور برآورد میزان آب مصرفی باتوجه به‌اینکه آب‌دهی چاه به‌طور متوسط (w) لیتر بر ثانیه می‌باشد و آب‌دهی هر هکتار (t) ساعت زمان نیاز دارد، (m) میزان آب مصرفی در هر بار آبیاری بر اساس رابطه (۲) برابر است با:

رابطه (۲) $w \times t \times 3600 = mm^3$

در این پژوهش میزان آب‌دهی چاه به‌طور متوسط ۳۰ لیتر بر ثانیه و آب‌دهی هر هکتار ۸ ساعت زمان نیاز دارد، به این ترتیب میزان آب مصرفی در هر بار آبیاری ۸۴۶ متر مکعب برآورد گردید. این مقدار نشان می‌دهد که عمق آب آبیاری در هر دور آبیاری ۸/۴۶ سانتی‌متر بوده است. میزان آب مصرفی در طول دوره رشد (y دوره آبیاری) برابر با n مترمکعب در هکتار مزرعه خرفه می‌باشد (رابطه ۳).

رابطه (۳) $m \times y = nm^3$

بر این اساس میزان آب مصرفی در طول دوره رشد خرفه در شهرستان زاهدان با ۱۵ دور آبیاری برابر با ۱۲۹۶۰ مترمکعب در هکتار و در شهرستان گرگان با ۲۰ دور آبیاری برابر با ۱۷۲۸۰ مترمکعب در هکتار برآورد گردید.

میانگین عملکرد علوفه خرفه در شهرستان زاهدان (۳/۶۵۴۸ تن در هکتار) و در شهرستان گرگان (۳/۹۷۸۶ تن در هکتار) به‌دست آمد. بنابراین میزان آب مصرفی در طول دوره رشد به ازای تولید "یک تن علوفه" خرفه در دو شهرستان زاهدان و گرگان به ترتیب ۳۵۴۶/۰۲ مترمکعب و ۴۳۴۳/۲۳ مترمکعب در هکتار محاسبه گردید.

میزان انواع کود مصرفی برای تولید علوفه خرفه شامل مصرف کودهای نانو بر اساس تیمار موردمطالعه برای نانو نیتروژن (از طریق محلول‌پاشی با نسبت ۳ در هزار)، برای نانو فسفر (از طریق محلول‌پاشی با نسبت ۲ در هزار) و نانو

کلات پتاسیم (از طریق محلول‌پاشی با نسبت ۲ در هزار) و مصرف سطوح مختلف ورمی‌کمپوست شامل پنج، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار بودند. میزان کود شیمیایی اوره مصرفی برای تولید علوفه خرفه ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار درنظر گرفته شد. باتوجه به‌اینکه ۴۶ درصد از کود اوره را نیتروژن تشکیل می‌دهد، مقدار کود اوره به‌صورت میزان نیتروژن در محاسبات لحاظ شد. میزان کود شیمیایی سوپر فسفات تریپل به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و برای کود سولفات پتاسیم به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار درنظر گرفته شد. کود سوپر فسفات تریپل حاوی ۴۵ درصد عنصر فسفر و سولفات پتاسیم حاوی ۴۷ درصد عنصر پتاسیم می‌باشد. درنهایت به‌منظور برآورد آلاینده‌های منتشرشده از کودهای شیمیایی و آلی میزان عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم در کود بر حسب کیلوگرم محاسبه و لحاظ گردید (جدول ۲).

جدول ۲: ترکیب عناصر موجود در کودهای به‌کار رفته در آزمایش (میزان عناصر در کود بر حسب کیلوگرم)

نوع کود	میزان مصرف	زاهدان			گرگان		
		K (kg)	P (kg)	N (kg)	K (kg)	P (kg)	N (kg)
نانو نیتروژن	۳ لیتر در هزار	–	–	۰/۵۱	–	–	۰/۵۱
نانو فسفر	۲ لیتر در هزار	–	۰/۳۴	–	–	۰/۳۴	–
نانو پتاسیم	۲ لیتر در هزار	۰/۵۴	–	–	۰/۵۴	–	–
کود شیمیایی NPK	۱۵۰:۱۰۰:۲۰۰	۷۰/۵	۴۵	۹۲	۷۰/۵	۴۵	۹۲
ورمی‌کمپوست	۵ تن در هکتار	۵۵	۲۱	۷۰	۶۰	۶۵	۷۵
ورمی‌کمپوست	۱۰ تن در هکتار	۱۱۰	۱۰۲	۱۴۰	۱۲۰	۱۳۰	۱۵۰
ورمی‌کمپوست	۱۵ تن در هکتار	۱۶۵	۱۵۳	۲۱۰	۱۸۰	۱۹۵	۲۲۵

ب) برآورد خروجی‌های سامانه

خروجی‌ها شامل تمام آلاینده‌هایی است که در اثر مصرف منابع در سامانه موردمطالعه، به محیط‌زیست انتشار پیدا می‌کنند. در این پژوهش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای N_2O، CO_2 و CH_4 از مصرف گازوئیل، انتشار SO_2 و NO_X از کاربرد کودها و میزان تخلیه منابع، شامل مصرف گازوئیل، مصرف آب، مصرف فسفات و مصرف پتاسیم درنظر گرفته و برآورد شدند.

ضریب انتشار مهمترین گازهای گلخانه‌ای شامل دی‌اکسیدکربن CO_2، اکسید نیتروژن N_2O و متان CH_4 ناشی از سوختن هر لیتر گازوئیل به‌ترتیب برابر ۲/۷۳، $۱۸/۱\times۱۰^{-۶}$ و ۱۷۳×۱۰^{-۶} کیلوگرم (Tzilivakis et al., 2005) و میزان انتشار آلاینده‌های SO_2 و NO_X به ازای سوختن هر لیتر گازوئیل به‌ترتیب برابر با $۲۲/۲\times۱۰^{-۳}$ و ۴×۱۰^{-۳} کیلوگرم است (دهقانی، ۱۳۸۷). یک درصد از نیتروژن کود نیتروژنه به‌کار رفته در هر هکتار به‌صورت N_2O-N انتشار پیدا می‌کند. میزان انتشار NOx به اتمسفر برابر ۱۰ درصد از میزان انتشار N_2O درنظر گرفته شد (Gasol et al., 2007).

مرحله سوم: ارزیابی اثرات زیست‌محیطی

این بخش به ارزیابی ورودی‌ها و خروجی‌های سامانه می‌پردازد. این مرحله به سه مرحله طبقه‌بندی[1]، نرمال‌سازی[1] و وزن‌دهی[2] تقسیم‌بندی می‌شود (Brentrup et al., 2004). در مرحله طبقه‌بندی، ضریب و یا وزن هر آلاینده روی

[1] Characterization

گروه‌های تأثیر مختلف اعمال می‌شود. به این منظور، برای هر یک از گروه‌های تأثیر ناشی از کارکرد اکوسیستم یک ضریب یکسان‌سازی تعریف شد (جدول ۳). به‌عبارت‌دیگر، با ضرب‌کردن مقدار انتشار هر یک از آلاینده‌ها در ضریب تأثیر آن در گروه تأثیر مربوطه، شاخص طبقه‌بندی محاسبه می‌شود. گروه‌های تأثیر موردمطالعه در این پژوهش و واحدهای سنجش آنها در جدول (۳) آمده‌اند.

جدول ۳: طبقه‌بندی گروه‌های تأثیر موردبررسی بر اساس نوع آلاینده و ضرایب یکسان‌سازی

گروه تأثیر (واحد)	آلاینده	فاکتور تأثیر
گرمایش جهانی (kg CO_2 eq.)	CO_2, N_2O, CH_4	۲۶۵, N_2O= ۳۰, CH_4= ۱CO_2=
تخلیه منابع آب (m^3)	مصرف آب	۱
تخلیه منابع فسیلی (MJ) *	مصرف گازوئیل	۴۳/۲۰**
تخلیه منابع فسفات (kg P_2O_5)	مصرف فسفات	۰/۲۵
تخلیه منابع پتاسیم (kg K_2O)	مصرف پتاسیم	۰/۱۰۵

*: مگاژول بر کیلوگرم؛ **: کیلوگرم معادل نفت خام

تا این مرحله، شاخص طبقه‌بندی گروه‌های تأثیر تعیین گردید؛ ولی برای فراهم‌کردن امکان مقایسه اثرات گروه‌های تأثیر با یکدیگر، ضروری است که این اعداد بی‌بعد شوند (Brentrup et al., 2004). جهت بی‌مقیاس‌کردن داده‌ها از فاکتورهای نرمال‌سازی و وزن‌دهی استفاده شد (جدول ۴). بدین ترتیب، شاخص طبقه‌بندی ابتدا بر فاکتور نرمال-سازی تقسیم و سپس در فاکتور وزن‌دهی ضرب شد تا شاخص نهایی برای هر گروه تأثیر به‌دست آید.

جدول ۴: فاکتورهای وزن‌دهی و نرمال‌سازی گروه‌های تاثیر مورد بررسی

گروه تأثیر (واحد)	فاکتور نرمال‌سازی	فاکتور وزن‌دهی
گرمایش جهانی (kg CO_2 eq.)	۷۱۹۲/۹۸	۱/۰۶
تخلیه منابع آب (m^3)	۶۲۶/۳۶	۰/۲۱
تخلیه منابع فسیلی (MJ)	۵۶۸۷۷/۹	۱/۰۵
تخلیه منابع فسفات (kg P_2O_5)	۷/۶۶	۱/۲
تخلیه منابع پتاسیم (kg K_2O)	۸/۱۴	۰/۳

مرحله چهارم: تلفیق و تفسیر نتایج

شاخص‌های نهایی شامل شاخص زیست‌محیطی (Eco-X) و شاخص تخلیه منابع (RDI) دسته‌بندی شدند. شاخص زیست‌محیطی در این پژوهش برابر با شاخص نهایی گروه تأثیر گرمایش جهانی طبق رابطه (۴) به‌دست آمد (Brentrup et al., 2004).

$$Eco\text{-}X = \sum N_i \times W_i \quad \text{رابطه (۴)}$$

شاخص تخلیه منابع (RDI) در این پژوهش برابر با مجموع شاخص‌های نهایی چهار گروه تأثیر تخلیه منابع آبی، تخلیه منابع فسیلی، تخلیه منابع فسفات و تخلیه منابع پتاسیم با استفاده از رابطه (۵) محاسبه شد:

$$RDI = \sum N_i \times WF_i \quad \text{رابطه (۵)}$$

[1] Normalization
[2] Weighting

در روابط (۴) و (۵) Eco-X: شاخص زیست‌محیطی به ازای واحد کارکردی، RDI: شاخص تخلیه منابع به ازای واحد کارکردی، N_i: مقدار نرمال‌شده برای گروه تأثیر، W_i و WF_i: فاکتور وزن‌دهی برای هر یک از مقدار N_i است. شاخص زیست‌محیطی و شاخص تخلیه منابع، نشان‌دهنده مجموع اثرات زیست‌محیطی ناشی از انتشار انواع آلاینده‌ها به محیط‌زیست و میزان مصرف منابع به‌ویژه منابع غیرقابل‌تجدید است (Brentrup et al., 2004). به‌منظور دستیابی به نتایج مورد نیاز جهت ارزیابی چرخه حیات از پایگاه داده‌ای OpenLCA Nexus استفاده شد و آنالیز داده‌ها با کمک نرم‌افزار OpenLCA (1.10.3) انجام گردید.

نتایج و بحث

برآورد میزان انتشار آلاینده‌ها در تولید علوفه خرفه با روش ارزیابی چرخه حیات (LCA)

به‌طورکلی به ازای تولید یک تن علوفه خرفه، شهرستان گرگان به‌دلیل مصرف کمتر نهاده‌ها در تمامی بخش‌های اثر بارهای محیطی کمتری نسبت به شهرستان زاهدان ایجاد می‌کند. در جداول زیر نتایج ارزیابی اثرات زیست‌محیطی ناشی از انتشار آلاینده‌ها به ازای تولید یک تن علوفه خرفه مربوط به شهرستان زاهدان (جدول ۵) و شهرستان گرگان (جدول ۶) نشان داده شده است.

جدول ۵: نتایج ارزیابی اثرات زیست‌محیطی ناشی از انتشار آلاینده‌ها به ازای تولید یک تن علوفه خرفه (شهرستان زاهدان)

گروه تأثیر (واحد)	آلاینده	فاکتور تأثیر آلاینده	میزان انتشار	شاخص طبقه‌بندی	شاخص نرمال‌سازی	شاخص نهایی
اسیدی‌شدن (kg SO_2 eq.)						
انتشار به هوا	SO_2	۱/۲	۲۶/۶۶۹	۳۲/۰۰۲	۰/۵۷۰	۰/۷۶۳
انتشار به خاک	NH_3	۱/۶	۲۳/۸۳۹	۳۸/۱۴۲	۰/۶۷۹	۰/۹۱۰
انتشار به خاک	NO_X	۰/۵	۰/۷۵۹۲	۰/۳۷۹۶	۰/۰۰۶۷	۰/۰۰۹۰۶
مردابی‌شدن (kg PO_4 eq.)						
انتشار به خاک	NH_3	۰/۳۵	۲۳/۸۳۹	۸/۳۴۳	۰/۹۷۴	۱/۴۰۳۶
انتشار به خاک	NO_X	۰/۱۳	۰/۰۹۸۷	۰/۰۱۲۸	۰/۰۰۱۵	۰/۰۰۲۱۵
تخلیه منابع آب (m^3)						
مصرف آب	آب	۱	۳۵۴۶/۰۲۱	۳۵۴۶/۰۲۱	۵/۶۶۱۳	۳/۱۸۸۸
تخلیه منابع فسفات (kg Sb eq.)						
مصرف کود	فسفر	۰/۲۵	۰/۰۰۰۵۳	۰/۰۰۰۱۳۲	$۱/۷۲۹\times۱۰^{-۵}$	$۲/۰۷۵\times۱۰^{-۵}$
تخلیه منابع پتاسیم (kg Sb eq.)						
مصرف کود	پتاسیم	۰/۱۰۵	$۱/۷۵۵\times۱۰^{-۶}$	$۱/۸۴۳\times۱۰^{-۷}$	$۲/۲۶۴\times۱۰^{-۸}$	$۶/۷۹۴\times۱۰^{-۹}$

جدول ۶: نتایج ارزیابی اثرات زیست‌محیطی ناشی از انتشار آلاینده‌ها به ازای تولید یک تن علوفه خرفه (شهرستان گرگان)

گروه تأثیر (واحد)	آلاینده	فاکتور تأثیر آلاینده	میزان انتشار	شاخص طبقه‌بندی	شاخص نرمال‌سازی	شاخص نهایی
اسیدی‌شدن (kg SO_2 eq.)						
انتشار به هوا	SO_2	۱/۲	۲۶/۶۶۹	۳۲/۰۰۲	۰/۵۷۰	۰/۷۶۳۸
انتشار به خاک	NH_3	۱/۶	۲۱/۸۹۸۸	۳۵/۰۳۸	۰/۶۲۴۱	۰/۸۳۶۳
انتشار به خاک	NO_X	۰/۵	۰/۶۹۶۸	۰/۳۴۸۴	۰/۰۰۶۲	۰/۰۰۸۳۱
مردابی‌شدن (kg PO_4 eq.)						
انتشار به خاک	NH_3	۰/۳۵	۲۱/۸۹۸۸	۷/۶۶۴۵	۰/۸۹۵۳	۱/۲۸۹۳
انتشار به خاک	NO_X	۰/۱۳	۰/۰۹۰۵۸	۰/۰۱۱۷۷	۰/۰۰۱۳۷	۰/۰۰۱۹۸
تخلیه منابع آب (m^3)						
مصرف آب	آب	۱	۴۳۴۳/۲۳۶	۴۳۴۳/۲۳۶	۶/۹۳۴	۱/۴۵۶۱
تخلیه منابع فسفات (kg Sb eq.)						
مصرف کود	فسفر	۰/۲۵	۰/۰۰۰۴۹	۰/۰۰۰۱۲۲۵	$۱/۵۹۹\times۱۰^{-۵}$	$۱/۹۱۹\times۱۰^{-۵}$
تخلیه منابع پتاسیم (kg Sb eq.)						
مصرف کود	پتاسیم	۰/۱۰۵	$۱/۶۱۲\times۱۰^{-۶}$	$۱/۶۹۲\times۱۰^{-۷}$	$۲/۰۷۹\times۱۰^{-۸}$	$۶/۲۳۸\times۱۰^{-۹}$

ارزیابی آلاینده‌های منتشرشده در گروه تأثیر گرمایش جهانی

سه آلاینده CO_2[1]، N_2O[2]، CH_4[3] به‌عنوان آلاینده‌های مهم در گروه تأثیر گرمایش جهانی هستند. یکی از منابع انتشار این آلاینده‌ها سوخت گازوئیل می‌باشد. بیشترین سهم انتشار گازهای گلخانه‌ای در گروه تأثیر گرمایش جهانی در مقایسه گازهای مختلف، در هر دو شهرستان زاهدان و گرگان مربوط به انتشار دی نیتروژن مونوکسید (N_2O) به‌ترتیب به میزان ۳/۸۳۹ و ۳/۸۳۴ کیلوگرم بود و کمترین سهم به انتشار گاز متان (CH_4) به میزان ۰/۱۰۱۲ کیلوگرم اختصاص داشت.

در دیگر پژوهش‌های انجام‌شده عمده‌ترین دلایل انتشار گازهای گلخانه‌ای در بوم نظام‌های زراعی ناشی از مصرف کودهای دامی و ایجاد شرایط غرقابی ذکر شده است (Biswas et al., 2008). همچنین مصرف سوخت‌های فسیلی و اعمال خاک‌ورزی فشرده از دیگر عوامل انتشار گازهای گلخانه‌ای به اتمسفر محسوب می‌شود (Moudrý et al.,2013).

افزایش سطوح نیتروژن نیتراتی خاک موجب افزایش انتشار N_2O می‌شود، استفاده از بازدارنده‌های نیترات‌زدا و اوره پوشش‌دار از روش‌های مناسب جهت کاهش انتشار N_2O است، این شیوه با کندکردن تبدیل آمونیوم به نیترات و در نتیجه کاهش سطوح نیتراتی خاک از اتلاف نیتروژن به‌صورت‌های انتشار N_2O، انتشار NH_3 و آب‌شویی نیترات

[1] Carbon dioxide
[2] Dinitrogen monoxide
[3] Methane

جلوگیری می‌کند. بازدارنده نیترات‌زدای DCD[1] و اوره پوشش‌دار پلی‌الفین[2] زمانی که با اوره در مزرعه گندم استفاده شدند، توانایی کاهش انتشار N_2O به میزان ۸۱ و ۳۵ درصد را داشتند (میرحاجی، ۱۳۹۲).

در مورد CH_4 در این مطالعه، تنها منبع انتشار، مصرف گازوئیل درنظر گرفته شده، که میزان انتشار نیز زیاد نمی‌باشد و می‌توان با کاهش مصرف گازوئیل، میزان انتشار را کاهش داد. سهله و پوتینگ (Sahle and Potting, 2013) اظهار داشتند که مهمترین راهکار برای کاهش تخفیف اثرات زیست‌محیطی در راستای کاهش غلظت گازهای گلخانه‌ای، مدیریت عناصر غذایی و سموم شیمیایی است.

ارزیابی ترکیبات تخلیه‌شده در گروه تأثیر تخلیه منابع

مشخص است که گروه تأثیر تخلیه منابع فسیلی به میزان ۴/۴۸۹ مگاژول بر کیلوگرم (کیلوگرم معادل نفت خام) در هر دو شهرستان زاهدان و گرگان بیشترین تأثیر سوء زیست‌محیطی را در تولید علوفه خرفه به‌همراه داشته است. پس از این گروه تأثیر، بالاترین پتانسیل آسیب به محیط‌زیست مربوط به گروه تأثیر تخلیه منابع آب به میزان ۳/۱۸۸ مترمکعب در شهرستان زاهدان و ۱/۴۵۶ مترمکعب در شهرستان گرگان بود. همچنین کمترین پتانسیل آسیب مربوط به گروه تأثیر تخلیه منابع فسفات (kg P_2O_5 eq.) و تخلیه منابع پتاسیم (kg K_2O eq.) با مقادیر بسیار ناچیز بود. نتایج این پژوهش با بررسی اثرات زیست‌محیطی تولید بادام‌زمینی در استان گیلان مطابقت داشت (Nikkhah et al., 2015).

نتایج ارزیابی شاخص زیست‌محیطی (Eco-X) و شاخص تخلیه منابع (RDI)

بر اساس نتایج شاخص نهایی، می‌توان نتیجه گرفت که از بین گروه‌های تأثیر، گروه تأثیر گرمایش جهانی با مقدار ۵/۸۱۹ کیلوگرم (kg CO_2 eq.) در شهرستان زاهدان و مقدار ۵/۸۱۴ کیلوگرم (kg CO_2 eq.) در شهرستان گرگان در تولید یک تن علوفه خرفه نسبت به سایر اثرات دارای پتانسیل آسیب زیست‌محیطی بیشتری می‌باشد، پس از آن نیز تخلیه منابع فسیلی به میزان ۴/۴۸۹ مگاژول بر کیلوگرم (کیلوگرم معادل نفت خام) در هر دو شهرستان زاهدان و گرگان دارای پتانسیل آسیب زیست‌محیطی است (جدول ۷ و ۸).

جدول ۷: شاخص زیست‌محیطی (Eco-X) آلاینده‌ها به ازای تولید یک تن علوفه خرفه

گروه تأثیر (واحد)	زاهدان	گرگان
گرمایش جهانی (kg CO_2 eq.)	۵/۸۱۹	۵/۸۱۴
شاخص زیست‌محیطی (Eco-X)	۵/۸۱۹	۵/۸۱۴

کمترین پتانسیل آسیب زیست‌محیطی در هر دو شهرستان زاهدان و گرگان مربوط به گروه‌های تأثیر تخلیه منابع فسفات (kg P_2O_5 eq.) و تخلیه منابع پتاسیم (kg K_2O eq.) با مقادیر بسیار ناچیز می‌باشد (جدول ۸).

[1] Nitrification inhibitor
[2] Polyolefin coated urea

جدول ۸: شاخص تخلیه منابع (RDI) آلاینده‌ها به ازای تولید یک تن علوفه خرفه

گروه تأثیر (واحد)	زاهدان	گرگان
تخلیه منابع آب (m^3)	۳/۱۸۸۸	۱/۴۵۶۱
تخلیه منابع فسیلی (MJ)	۴/۴۸۹	۴/۴۸۹۲
تخلیه منابع فسفات (kg P_2O_5 eq.)	$۲/۰۷۵\times۱۰^{-۵}$	$۱/۹۱۹\times۱۰^{-۵}$
تخلیه منابع پتاسیم (kg K_2O eq.)	$۶/۷۹۴\times۱۰^{-۹}$	$۶/۲۳۸\times۱۰^{-۹}$
شاخص تخلیه منابع (RDI)	۷/۶۷۷	۵/۹۴۵

بر اساس این نتایج شهرستان زاهدان شاخص زیست‌محیطی (Eco-X = ۵/۸۱۹) بالاتری را نسبت به شهرستان گرگان (Eco-X = ۵/۸۱۴) نشان داد و فشارهای محیطی بیشتری ایجاد کرد. اما شاخص تخلیه منابع (RDI) برای شهرستان زاهدان به میزان (RDI = ۷/۶۷۷) و برای شهرستان گرگان به میزان (RDI = ۵/۹۴۵) محاسبه گردید (جدول ۷ و ۸). به‌دلیل اهمیت حفظ محیط‌زیست، اجرای هر نوع برنامه‌ای به علم و آگاهی کافی در این زمینه نیاز دارد (میرحاجی و همکاران، ۱۳۹۲). تولیدات کشاورزی متمرکز و فشرده باعث ایجاد مشکلات زیست‌محیطی می‌شود. مصرف بالای نهاده‌ها منجر به اثرات زیست‌محیطی مضری مانند افزایش تقاضا برای منابع انرژی‌های فسیلی، افزایش پتانسیل گرمایش جهانی، ازدست‌رفتن تنوع زیستی، تنزل کیفیت خاک و آلودگی آب، خاک و هوا شده است (Nemecek et al., 2011).

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی، به ازای تولید یک تن علوفه خرفه، شهرستان گرگان به‌دلیل مصرف کمتر نهاده‌ها در تمامی بخش‌های اثر بارهای محیطی کمتری نسبت به شهرستان زاهدان ایجاد می‌کند. بر اساس نتایج شاخص نهایی می‌توان نتیجه گرفت که از بین گروه‌های تأثیر، گروه تأثیر گرمایش جهانی با مقدار ۵/۸۱۹ کیلوگرم (kg CO_2 eq.) در شهرستان زاهدان و مقدار ۵/۸۱۴ کیلوگرم (kg CO_2 eq.) در شهرستان گرگان در تولید یک تن علوفه خرفه نسبت به سایر اثرات دارای پتانسیل آسیب زیست‌محیطی بیشتری می‌باشد، پس از آن نیز تخلیه منابع فسیلی به میزان ۴/۴۸۹ مگاژول بر کیلوگرم (کیلوگرم معادل نفت خام) در هر دو شهرستان زاهدان و گرگان دارای پتانسیل آسیب زیست‌محیطی است. همچنین کمترین پتانسیل آسیب زیست‌محیطی در هر دو شهرستان زاهدان و گرگان مربوط به گروه‌های تأثیر تخلیه منابع فسفات (kg P_2O_5 eq.) و تخلیه منابع پتاسیم (kg K_2O eq.) با مقادیر بسیار ناچیز می‌باشد. ملافیلابی و همکاران (Mollafilabi et al., 2014) با بررسی اثرات زیست‌محیطی نظام‌های تولید زعفران در استان خراسان بر مبنای میزان مصرف کود نیتروژن با استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات گزارش نمودند که بالاترین پتانسیل گرمایش جهانی با ۱۱۲۸/۱۷ واحد معادل دی اکسید کربن به ازای یک تن پیاز مربوط به سطح کودی بیش از ۳۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. بختیاری و همکاران (Bakhtiari et al., 2015) انتشار گازهای گلخانه‌ای در نظام‌های تولید زعفران را ۲۳۲۵/۵ معادل کیلوگرم CO_2 در هکتار برآورد کرده و عمده‌ترین عامل انتشار این گازها را به

کودهای شیمیایی نسبت دادند. همچنین مصرف سوخت‌های فسیلی و اعمال خاک‌ورزی فشرده از دیگر عوامل انتشار گازهای گلخانه‌ای به اتمسفر محسوب می‌شود (Moudrý et al., 2013).

بر اساس نتایج ارزیابی شاخص زیست‌محیطی (Eco-X) و شاخص تخلیه منابع (RDI) به ازای تولید یک تن علوفه خرفه، شهرستان زاهدان شاخص زیست‌محیطی (Eco-X = ۵/۸۱۹) بالاتری را نسبت به شهرستان گرگان (Eco-X = ۵/۸۱۴) نشان داد و فشارهای محیطی بیشتری ایجاد کرد. اما شاخص تخلیه منابع (RDI) باتوجه به درنظرگرفتن بازه زمانی هدف ۱۰۰ ساله به معنای مدت زمانی که پیش‌بینی می‌شود منبع موردنظر در دسترس باشد، برای شهرستان زاهدان به میزان (RDI = ۷/۶۷۷) و برای شهرستان گرگان به میزان (RDI = ۵/۹۴۵) محاسبه گردید. نیکخواه و همکاران (Nikkhah et al., 2015) مصرف نسبتا زیاد سوخت‌های فسیلی برای تولید بادام‌زمینی در استان گیلان را به وجود ماشین‌های فرسوده و با عمر نسبتا زیاد نسبت دادند. این در حالی است که علاوه بر وجود ماشین-های فرسوده برای تولید پنبه در استان گلستان، تعداد عملیات نسبتا زیاد آماده‌سازی زمین برای کشت پنبه نیز منجر به مصرف زیاد سوخت‌های فسیلی شده است. بر این اساس، به نظر می‌رسد اجرای عملیات خاک‌ورزی حفاظتی و بی‌خاک‌ورزی به کاهش عواقب زیست‌محیطی تولید پنبه در استان گلستان می‌انجامد.

تقدیر و تشکر

از همکاری مدیریت و پرسنل محترم پژوهشکده گیاهان دارویی دانشگاه سیستان و بلوچستان نهایت تشکر و قدردانی را دارم.

منابع

اسدی، حسین علی.، حسندخت، محمدرضا.، دشتی، فرشاد. (۱۳۸۵). مقایسه ترکیب اسیدهای چرب، اگزالیک اسید و عناصر معدنی بذر و برگ ارقام خرفه ایرانی (Portulaca oleracea L.) با نمونه خارجی. علوم و صنایع غذایی ایران، ۳(۱۰)، ۵۵-۴۹. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=71166

ببران، صدیقه.، هنربخش، نازلی. (۱۳۸۶). تغییر اقلیم، گرمایش زمین، بزرگترین چالش زیست‌محیطی قرن بیست‌ویکم. پژوهشکده تحقیقات استراتژیک، گروه پژوهشی مطالعات بین‌الملل، صفحه ۱۹. https://www.gisoom.com/book/1445290 /

جوادی، حامد.، رضوانی مقدم، پرویز.، ثقه‌الاسلامی، محمد جواد.، موسوی، غلامرضا. (۱۳۹۶). بررسی اثر تراکم و تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد خرفه (Portulaca oleracea L.). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۵(۱)، ۱۲۳-۱۱۳. https://dx.doi.org/10.22067/gsc.v15i1.44444

دهقانی، محمد هادی. (۱۳۸۷). راهنمای کیفیت هوا: مبانی هواشناسی و آلودگی هوا (جلد ۱). انتشارات غاشیه، تهران، ایران، ۳۹۰ صفحه. https://www.gisoom.com/book/1587423/

رحیمی، زینب.، کافی، محمد.، نظامی، احمد.، خزاعی، حمیدرضا. (۱۳۹۰). تأثیر سطوح شوری و سیلیسیم بر برخی ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیک گیاه دارویی خرفه (Portulaca oleracea L.). تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۷(۳)، ۳۷۴-۳۵۹. https://dx.doi.org/10.22092/ijmapr.2011.6369

شائمی‌برزکی، اکبر.، حبیبی‌نوخندان، مجید. (۱۳۸۸). گرمایش جهانی: پیامدهای زیستی- اکولوژیکی. انتشارات ترجمان خرد، مشهد، ایران، ۲۱۶ صفحه. https://www.gisoom.com/book/1611992/

کافی، محمد.، رحیمی، رحیم. (۱۳۸۹). بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری بر خصوصیات جوانه‌زنی گیاه خرفه (Portulaca oleracea L.). پژوهش‌های زراعی ایران، ۸(۴)، ۶۲۱-۶۱۵. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=146652

کوچکی، علیرضا. (۱۳۷۳). کشاورزی و انرژی (نگرشی اکولوژیک). انتشارات دانشگاه فردوسی، چاپ اول، ۲۴۰ صفحه. https://www.gisoom.com/book/1100239/

کوچکی، علیرضا. و نصیری محلاتی، مهدی. (۱۳۸۷). تاثیر تغییر اقلیم همراه با افزایش غلظت CO2 بر عملکرد گندم در ایران و ارزیابی راهکارهای سازگاری. مجله پژوهش های زراعی ایران، ۶، ۱۵۳-۱۳۹. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=92421

کوچکی، علیرضا.، کمالی، غلامعلی. (۱۳۸۹). تغییر اقلیم و تولید گندم دیم در ایران. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۸، ۵۲۰-۵۰۸. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=146224

میرحاجی، حمزه.، خجسته‌پور، مهدی.، عباس‌پور فرد، محمدحسین. (۱۳۹۲). بررسی تأثیرات زیست‌محیطی تولید گندم منطقه مرودشت در ایران. نشریه محیط‌زیست طبیعی، ۶۶(۲)، ۲۳۲-۲۲۳. https://dx.doi.org/10.22059/jne.2013.35859

یوسفیان قهفرخی، حبیب الله.، ابدالی مشهدی، علیرضا.، بخشنده، عبدالمهدی.، لطفی جلال آبادی، امین. (۱۳۹۶). بررسی اثر مواد جاذب الرطوبه، کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی خرفه (Portulaca oleracea L.) در منطقه اهواز. مجله فرآیند و کار کرد گیاهی، ۴(۱۳)، ۹۶-۸۷. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=299891

Amiri, Z., Asgharipour, M.R., Campbell, D.E., Armin, M. (2019). A sustainability analysis of two rapeseed farming ecosystems in Khorramabad, Iran, based on emergy and economic analyses. Journal of Cleaner Production, 226, pp 1051-1066. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.091

Amiri, Z., Asgharipour, M.R., Campbell, D.E., Armin, M. (2020). Extended exergy analysis (EAA) of two canola farming systems in Khorramabad, Iran. Agricultural Systems, http://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102789

Auer, J., Bey, N., Schäfer, J.M. (2017). Combined life cycle assessment and life cycle costing in the Eco-CareMatrix: A case study on the performance of a modernized manufacturing system for glass containers. Journal of Cleaner Production, 141, pp 99-109. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.096

Bakhtiari, A.A., Hematian, A., Sharifi, A. (2015). Energy analyses and greenhouse gas emissions assessment for saffron production cycle. Environmental Science and Pollution Research, 22(20), pp 16184-16201. https://doi.org/10.1007/s11356-015-4843-6

Biswas, W.K., Barton, L., Carter, D. (2008). Global warming potential of Wheat production in Western Australia: a life cycle assessment. Water and Environment Journal, 22, pp 206-216. http://dx.doi.org/10.1111/j.1747-6593.2008.00127.x

Brentrup, F., Kusters, J., Kuhlmann, H., Lammel, J. (2004). Environmental impact assessment of agriculture production systems using the life cycle assessment methodology. I. Theoretical concept of a LCA method tailored crop production. European of Agronomy Journal, 20, pp 247-264. https://doi.org/10.1016/S1161-0301(03)00024-8

Kropp, I., Nejadhashemi, A.P., Deb, K., Abouali, M., Roy, P.C., Adhikari, U., Hoogenboom, G. (2019). A multi-objective approach to water and nutrient efficiency for sustainable agricultural intensification. Agricultural Systems, 173, pp 289-302. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.03.014

Damm, A., Greuell, W., Landgren, O., Prettenthaler, F. (2017). Impacts of +2 °C global warming on winter tourism demand in Europe. Climate Services, 7, pp 31-46. https://doi.org/10.1016/j.cliser.2016.07.003

Esmaeilzadeh, S., Asgharipour, M.R., Khoshnevisan, B. (2020). Water footprint and life cycle assessment of edible onion production-A case study in Iran. Scientia Horticulturae, 261, pp 108925. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108925

IPCC. (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G-K. Plattner, M. Tingor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (Eds).]. Cambridge University Press Cambridge. United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp. http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/

IPCC. (2014). Climate change 2014 synthesis report summary chapter for policymakers. Ipcc 31. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf

Jafari, M., Asgharipour, M.R., Ramroudi, M., Galavi, M., Hadarbadi, G. (2018). Sustainability assessment of date and pistachio agricultural systems using energy, emergy and economic approaches. Journal of cleaner production, 193, pp 642-651. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.089

Kylili, A., Christoforou, E., Fokaides, P.A. (2016). Environmental evaluation of biomass pelleting using life cycle assessment. Biomass Bioenergy, 84, pp 107-117. http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2015.11.018

MacWilliam, S., Wismer, M., Kulshreshtha, S. (2014). Life cycle and economic assessment of Western Canadian pulse systems: the inclusion of pulses in crop rotations. Agricultural Systems, 123, pp 43-53. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2013.08.009

Manfredi, M., Vignali, G. (2014). Life cycle assessment of a packaged tomato puree: A comparison of environmental impacts produced by different life cycle phases. Journal of Cleaner Production, 73, pp 275-284. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.010

Mardani Najafabadi, M.M., Ziaee, S., Nikouei, A., Borazjani, M.A. (2019). Mathematical programming model (MMP) for optimization of regional cropping patterns decisions: A case study. Agricultural Systems, 173, pp 218-232. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.02.006

Moudrý Jr, J., Jelínková, Z., Plch, R., Moudrý, J., Konvalina, P., Hyšpler, R. (2013). The emissions of greenhouse gases produced during growing and processing of wheat products in the Czech Republic. Journal of Food Agriculture and Environment, 11(1), pp 1133-1136. https://www.researchgate.net/publication/281545238_The_emissions_of_greenhouse_gases_produced_during_growing_and_processing_of_wheat_products_in_the_Czech_Republic

Nabavi-Pelesaraei, A., Rafiee, S., Mohtasebi, S.S., Hosseinzadeh-Bandbafha, H., Chau K.W. (2018). Integration of artificial intelligence methods and life cycle assessment to predict energy output and environmental impacts of paddy production. Science of the Total Environment, 631-632, pp 1279-1294. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.088

Nemecek, T., Dubois, D., Huguenin-Elie, O., Gaillard, G. (2011). Life cycle assessment of Swiss farming systems: I. Integrated and organic farming. Agricultural Systems, 104(3), pp 217-232. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2010.10.002

Nikkhah, A., Taheri-Rad, A.R., Khojastehpour, M., Emadi, B., Khorramdel, S. (2015). Environmental impacts of peanut production system using life cycle assessment methodology. Cleaner Production, 92, pp 84-90. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.048

Oliviera, J.V., Cohen, J.C.P., Pimente, M., Touringo, H.L.Z., Lobo, A., Sodre, G., Abdala, A. (2020). Urban climate and environmental perception about climate change in Belém, Pará, Brazil. Urban Climate, 31, pp 100579. https://doi.org/10.1016/j.uclim.2019.100579

Prechsl, U.E., Wittwer, R., Van der Heijden, M.G., Lüscher, G., Jeanneret, P., Nemecek, T. (2017). Assessing the environmental impacts of cropping systems and cover crops: Life cycle assessment of FAST, a long-term arable farming field experiment. Agricultural Systems, 157, pp 39-50. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.06.011

Rafiee, S., Khoshnevisan, B., Mohammadi, I., Aghbashlo, M., Mousazadeh, H., Clark, S. (2016). Sustainability evaluation of pasteurized milk production with a Life Cycle Assessment approach: An Iranian case study. Science of the Total Environment, 562, pp 614-627. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.04.070

Sahle, A., Potting, J. (2013). Environmental life cycle assessment of Ethiopian rose cultivation. Science of the Total Environment, 443, pp 163-172. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.10.048

Tzilivakis, J., Warner, D.J., May, M., Lewis, K.A., Jaggard, K. (2005). An assessment of the energy inputs and greenhouse gas emissions in sugar beet (Beta vulgaris) production in the UK. Agricultural Systems, 85(2), pp 101-119. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2004.07.015

Valiante, D., Sirtori, I., Cossa, S., Corengia, L., Pedretti, M., Cavallaro, L., Boccardelli, A. (2019). Environmental impact of strawberry production in Italy and Switzerland with different cultivation practices. Science of the Total Environment, 664, pp 249-261. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.046

Yue, D., Pandya, S., You, F. (2016). Integrating hybrid life cycle assessment with multi-objective optimization: a modeling framework, Environmental Science & Technology, 50, pp 1501-1509. https://doi.org/10.1021/acs.est.5b04279.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

University of Sistan and Baluchestan
Journal of Natural Environment Hazards
Print ISSN: 2676 - 4377 Online ISSN: 2676 - 4385
Homepage: https://jneh.usb.ac.ir

References

References (in Persian)

Asadi, A.R., Hassandaught, M.R., Dashti, F. (2007). Comparison of fatty acids, oxalic acid, and mineral varieties of seeds and leaves of purslane Iranian foreign examples. Journal of Food Science, 3(3), pp 49-54. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=71166. [In Persian]

Babran, S., Honarbakhsh, N. (2007). Climate Change, global Warming, the Biggest Challenge of the Twenty First Century, Publications Institute for Strategic Studies, Department of International Studies, Tehran, Iran, 19 p. https://www.gisoom.com/book/1445290. [In Persian]

Dehghani, H. 2007. Guide to Air Quality, Principles of Meteorology and Air Pollutions. Ghashieh Publication. Tehran, Iran, 390pp. https://www.gisoom.com/book/1587423/. [In Persian]

Javadi, H., Rezvani Moghaddam, P., Seghatoleslami, M., Mosavi, G. (2017). Effect of Sowing Date and Plant Density on Yield and Yield Components of Common Purslane (*Protulaca Oleracea* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 15(1), 113-123. https://dx.doi.org/10.22067/gsc.v15i1.44444. [In Persian]

Kafi, M., Rahimi, Z. (2010). Effect of Salinity on Germination Characteristics of Purslane (*Portulaca oleracea* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 8(4), pp 615-621. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=146652. [In Persian]

Koocheki, A. (1994). Agricultural and Energy. Ferdowsi University of Mashhad Publication, Mashhad, Iran. https://www.gisoom.com/book/1100239/. [In Persian]

Koocheki, A., Kamali, G. (2010). Climate Change And Rainfed Wheat Production In Iran. Iranian Journal Of Field Crops Research, 8(3), pp 508-520. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=146224. [In Persian]

Koocheki, A., Nasiri Mahalati, M. (2008). Impacts Of Climate Change And Co_2 Concentration On Wheat Yield In Iran And Adaptation Strategies. Iranian Journal Of Field Crops Research, 6(1), pp 139-153. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=92421. [In Persian]

Mirhaji, H., Khojastehpour, M., Abbaspour-Fard, M. (2013). Environmental Impact Study of Wheat Productionin in Marvdasht Area of IRAN. Journal of Natural Environment, 66(2), pp 223-232. https://dx.doi.org/10.22059/jne.2013.35859. [In Persian]

Rahimi, Z., Kafi, M., Nezami, A., Khazaie, H.R. (2011). Effect of salinity and silicon on some morphophysiologic characters of purslane (*Portulaca oleracea* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 27(3), 359-374. https://dx.doi.org/10.22092/ijmapr.2011.6369. [In Persian]

Shaemi Barzaky, A., Nokhndan Habibi, M. (2009). Global Warming (Biological Consequences- Ecological, Tarjoman Kherad Publications, Mashhad, Iran, 240pp. https://www.gisoom.com/book/1611992/. [In Persian]

Yusefian Ghahfarokhi, H.A., Abdali Mashhadi, A., Bakhshandeh, A., Lotfi Jalal Abadi, A. (2015). Evaluation of effect attract moisture substances and organic fertilizers on quality and quantity yield of Purslane (*Portulaca oleracea* L.) in Ahwaz region. Journal of Plant Process and Function, 4(13), 87-96. https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=299891. [In Persian].

References (in English)

Amiri, Z., Asgharipour, M.R., Campbell, D.E., Armin, M. (2019). A sustainability analysis of two rapeseed farming ecosystems in Khorramabad, Iran, based on emergy and economic analyses. Journal of Cleaner Production, 226, pp 1051-1066. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.091

Amiri, Z., Asgharipour, M.R., Campbell, D.E., Armin, M. (2020). Extended exergy analysis (EAA) of two canola farming systems in Khorramabad, Iran. Agricultural Systems, http://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102789

Auer, J., Bey, N., Schäfer, J.M. (2017). Combined life cycle assessment and life cycle costing in the Eco-CareMatrix: A case study on the performance of a modernized manufacturing system for glass containers. Journal of Cleaner Production, 141, pp 99-109. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.096

Bakhtiari, A.A., Hematian, A., Sharifi, A. (2015). Energy analyses and greenhouse gas emissions assessment for saffron production cycle. Environmental Science and Pollution Research, 22(20), pp 16184-16201. https://doi.org/10.1007/s11356-015-4843-6

Biswas, W.K., Barton, L., Carter, D. (2008). Global warming potential of Wheat production in Western Australia: a life cycle assessment. Water and Environment Journal, 22, pp 206-216. http://dx.doi.org/10.1111/j.1747-6593.2008.00127.x

Brentrup, F., Kusters, J., Kuhlmann, H., Lammel, J. (2004). Environmental impact assessment of agriculture production systems using the life cycle assessment methodology. I. Theoretical concept of a LCA method tailored crop production. European of Agronomy Journal, 20, pp 247-264. https://doi.org/10.1016/S1161-0301(03)00024-8

Kropp, I., Nejadhashemi, A.P., Deb, K., Abouali, M., Roy, P.C., Adhikari, U., Hoogenboom, G. (2019). A multi-objective approach to water and nutrient efficiency for sustainable agricultural intensification. Agricultural Systems, 173, pp 289-302. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.03.014

Damm, A., Greuell, W., Landgren, O., Prettenthaler, F. (2017). Impacts of +2 °C global warming on winter tourism demand in Europe. Climate Services, 7, pp 31-46. https://doi.org/10.1016/j.cliser.2016.07.003

Esmaeilzadeh, S., Asgharipour, M.R., Khoshnevisan, B. (2020). Water footprint and life cycle assessment of edible onion production-A case study in Iran. Scientia Horticulturae, 261, pp 108925. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108925
IPCC. (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G-K. Plattner, M. Tingor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (Eds).]. Cambridge University Press Cambridge. United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp. http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/
IPCC. (2014). Climate change 2014 synthesis report summary chapter for policymakers. Ipcc 31. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf
Jafari, M., Asgharipour, M.R., Ramroudi, M., Galavi, M., Hadarbadi, G. (2018). Sustainability assessment of date and pistachio agricultural systems using energy, emergy and economic approaches. Journal of cleaner production, 193, pp 642-651. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.089
Kylili, A., Christoforou, E., Fokaides, P.A. (2016). Environmental evaluation of biomass pelleting using life cycle assessment. Biomass Bioenergy, 84, pp 107-117. http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2015.11.018
MacWilliam, S., Wismer, M., Kulshreshtha, S. (2014). Life cycle and economic assessment of Western Canadian pulse systems: the inclusion of pulses in crop rotations. Agricultural Systems, 123, pp 43-53. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2013.08.009
Manfredi, M., Vignali, G. (2014). Life cycle assessment of a packaged tomato puree: A comparison of environmental impacts produced by different life cycle phases. Journal of Cleaner Production, 73, pp 275-284. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.010
Mardani Najafabadi, M.M., Ziaee, S., Nikouei, A., Borazjani, M.A. (2019). Mathematical programming model (MMP) for optimization of regional cropping patterns decisions: A case study. Agricultural Systems, 173, pp 218-232. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.02.006
Moudrý Jr, J., Jelínková, Z., Plch, R., Moudrý, J., Konvalina, P., Hyšpler, R. (2013). The emissions of greenhouse gases produced during growing and processing of wheat products in the Czech Republic. Journal of Food Agriculture and Environment, 11(1), pp 1133-1136. https://www.researchgate.net/publication/281545238_The_emissions_of_greenhouse_gases_produced_during_growing_and_processing_of_wheat_products_in_the_Czech_Republic
Nabavi-Pelesaraei, A., Rafiee, S., Mohtasebi, S.S., Hosseinzadeh-Bandbafha, H., Chau K.W. (2018). Integration of artificial intelligence methods and life cycle assessment to predict energy output and environmental impacts of paddy production. Science of the Total Environment, 631-632, pp 1279-1294. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.088
Nemecek, T., Dubois, D., Huguenin-Elie, O., Gaillard, G. (2011). Life cycle assessment of Swiss farming systems: I. Integrated and organic farming. Agricultural Systems, 104(3), pp 217-232. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2010.10.002
Nikkhah, A., Taheri-Rad, A.R., Khojastehpour, M., Emadi, B., Khorramdel, S. (2015). Environmental impacts of peanut production system using life cycle assessment methodology. Cleaner Production, 92, pp 84-90. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.048
Oliviera, J.V., Cohen, J.C.P., Pimente, M., Touringo, H.L.Z., Lobo, A., Sodre, G., Abdala, A. (2020). Urban climate and environmental perception about climate change in Belém, Pará, Brazil. Urban Climate, 31, pp 100579. https://doi.org/10.1016/j.uclim.2019.100579
Prechsl, U.E., Wittwer, R., Van der Heijden, M.G., Lüscher, G., Jeanneret, P., Nemecek, T. (2017). Assessing the environmental impacts of cropping systems and cover crops: Life cycle assessment of FAST, a long-term arable farming field experiment. Agricultural Systems, 157, pp 39-50. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.06.011
Rafiee, S., Khoshnevisan, B., Mohammadi, I., Aghbashlo, M., Mousazadeh, H., Clark, S. (2016). Sustainability evaluation of pasteurized milk production with a Life Cycle Assessment approach: An Iranian case study. Science of the Total Environment, 562, pp 614-627. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.04.070
Sahle, A., Potting, J. (2013). Environmental life cycle assessment of Ethiopian rose cultivation. Science of the Total Environment, 443, pp 163-172. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.10.048
Tzilivakis, J., Warner, D.J., May, M., Lewis, K.A., Jaggard, K. (2005). An assessment of the energy inputs and greenhouse gas emissions in sugar beet (Beta vulgaris) production in the UK. Agricultural Systems, 85(2), pp 101-119. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2004.07.015
Valiante, D., Sirtori, I., Cossa, S., Corengia, L., Pedretti, M., Cavallaro, L., Boccardelli, A. (2019). Environmental impact of strawberry production in Italy and Switzerland with different cultivation practices. Science of the Total Environment, 664, pp 249-261. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.046
Yue, D., Pandya, S., You, F. (2016). Integrating hybrid life cycle assessment with multi-objective optimization: a modeling framework, Environmental Science & Technology, 50, pp 1501-1509. https://doi.org/10.1021/acs.est.5b04279.