



ارزیابی چرخه حیات کشت بادامزمینی در نظام‌های تک‌کشتی و مخلوط با لوبیا

سعید فیروزی^۱، امین نیکخواه^۲

تاریخ دریافت: ۹۳/۷/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۶

چکیده

امروزه بررسی اثرات زیست محیطی نظام‌های مختلف کشت محصولات کشاورزی و تعیین مناسب‌ترین الگوی کشت آن‌ها، امری حائز اهمیت است. از این رو در این پژوهش، اثرات زیست محیطی نظام‌های تک‌کشتی بادامزمینی (*Arachis hypogaea* L.) و کشت مخلوط بادامزمینی با لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) با رهیافت ارزیابی چرخه حیات مورد مقایسه قرار گرفت. اطلاعات اولیه از طریق مصاحبه حضوری با ۱۳۶ کشاورز در منطقه کیشهر استان گیلان به دست آمد. گرمایش جهانی، اسیدیته، اوتریفیکاسیون خشکی، تغییر کاربری زمین، تخلیه منابع فسیلی، فسفات و پتاسیم هفت گروه تاثیر مورد مطالعه را تشکیل می‌دادند. نتایج نشان داد که آلاینده NH_3 بیش‌ترین نقش را در قالب گروه‌های تاثیر اسیدیته و اوتریفیکاسیون در هر دو نظام کشت داشت. مقادیر شاخص زیست محیطی (EcoX) در دو نظام کشت بادامزمینی و کشت مخلوط بادامزمینی-لوبیا به ترتیب ۰/۶۸ و ۰/۴۲ محاسبه شدند. همچنین شاخص تخلیه منابع (RDI) به ترتیب ۳/۶۱ و ۲/۶۹ به دست آمد. تخلیه منابع فسیلی و اوتریفیکاسیون خشکی بیش‌ترین اثرات زیست محیطی را در قالب گروه‌های تاثیر زیست محیطی و تخلیه منابع در هر دو نظام کشت داشتند. به طور کلی اثرات مخرب زیست محیطی نظام کشت مخلوط بادامزمینی-لوبیا در هر هفت گروه تاثیر کم‌تر از کشت بادامزمینی به‌تنهایی بود.

واژه های کلیدی: اوتریفیکاسیون، آلاینده‌گی، تخلیه منابع، زیست محیطی، گرمایش جهانی

فیروزی، س. و ا. نیکخواه. ۱۳۹۴. ارزیابی چرخه حیات کشت بادامزمینی در نظام‌های تک‌کشتی و مخلوط با لوبیا. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۲۲: ۲۷۹-۲۶۸.

۱- گروه زراعت و اصلاح و نباتات، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک:

froozi@iaurasht.ac.ir

۲- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

مقدمه

ایران چهارمین تولیدکننده بزرگ نفت و گاز دنیا است و به ترتیب ۵/۰ و ۴/۶ درصد از تولید جهانی نفت و گاز دنیا به این کشور مربوط می‌شود (آژانس بین‌المللی انرژی، ۲۰۱۳). علاوه بر این، قیمت نسبتاً پایین سوخت‌های فسیلی در ایران موجب گردیده تا در مصرف این نهاده‌های با ارزش انرژی، کم‌توجهی شود. از این رو ایران در جمع کشورهای با انتشار بالای گازهای گلخانه‌ای قرار دارد (آژانس بین‌المللی انرژی، ۲۰۱۳).

با مکانیزاسیون کشاورزی و ورود نهاده‌هایی همانند سوخت‌های فسیلی و کودها و سموم شیمیایی، سهم بخش کشاورزی در انتشار آلاینده‌های زیست-محیطی افزایش یافته است (باجمیر و همکاران، ۲۰۱۰؛ کاروزی و همکاران، ۲۰۱۳؛ باستی و همکاران، ۲۰۱۴). از این رو، استفاده بی‌رویه و بیش از اندازه کشاورزان از نهاده‌های شیمیایی در بخش کشاورزی چالشی جدی در کلیه ابعاد زیست‌محیطی محسوب می‌شود (نیو و همکاران، ۲۰۱۰). با اجرای مرحله دوم طرح هدفمندسازی یارانه در سال ۱۳۹۳ و به تبع آن افزایش قیمت حامل‌های انرژی و کاهش یارانه‌های دولتی مربوط به نهاده‌های شیمیایی، کشاورزی در ایران وارد مرحله جدیدی شده است (طاهری راد و همکاران، ۱۳۹۴). اگرچه به نظر می‌رسد که هزینه‌های بالای نهاده‌های شیمیایی می‌تواند به کاهش مصرف آنها منجر شود، اما با این حال، باید توجه داشت که کشاورزان ایرانی به دلیل باورها و اطلاعات غلط در تاثیر قابل توجه مصرف زیاد نهاده‌های شیمیایی بر کیفیت و کمیت محصولات خود، کمتر تحت تاثیر افزایش قیمت‌ها نهاده‌های شیمیایی، حاضر به قبول خطر کاهش مصرف آنها خواهند شد. زیرا نتیجه فرآیند کشت محصول در بسیاری از موارد

تنها منبع معیشتی آنهاست. در این راستا، ارزیابی و مقایسه اثرات زیست‌محیطی تولیدات کشاورزی در نظام‌های متنوع کشت محصولات کشاورزی بسیار حائز اهمیت است. در این زمینه خوشنویسان و همکاران (۲۰۱۳) ضمن بررسی اثرات زیست‌محیطی تولید توت‌فرنگی (*fragaria ananassa* L) در گلخانه و فضای باز گزارش کردند که اثرات سوء زیست‌محیطی تولید توت‌فرنگی در فضای باز در همه موارد به جز اسیدیته و اوتریفیکاسیون خشکی^۱ کم‌تر از میزان این اثرات منفی در تولید توت‌فرنگی گلخانه‌ای در گیلان است. نتایج ارزیابی چرخه حیات^۲ تولید لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در مطالعه ابلوتیس و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که استفاده از کشاورزی ارگانیک موجب کاهش اثرات زیست‌محیطی مربوط به تخلیه منابع می‌شود. نای و همکاران (۲۰۱۰) معتقدند که استفاده از کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) با گیاهان تثبیت‌کننده نیتروژن می‌تواند به عنوان راهکاری پایدار برای جلوگیری از مصرف نیتروژن در بوم‌نظام‌های زراعی مدنظر قرار گیرد.

در مطالعه‌ای اثرات زیست‌محیطی تولید بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.) در منطقه آستانه اشرفیه 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^۳ فسیلی در تولید هر تن بادام زمینی در استان گیلان دارای پتانسیل بیش‌تری برای آسیب به محیط‌زیست بود و

1- Terrestrial eutrophication

2- Life Cycle Assessment

3- Resource depletion index (RDI)

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و نظام‌های متداول کشت بادام زمینی

این پژوهش در منطقه کیشهر با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و طول جغرافیایی ۴۹ درجه واقع در شرق استان گیلان انجام گرفت (سالنامه آماری استان گیلان، ۱۳۸۷). محصول بادام زمینی تحت دو نظام کشت تک‌کشتی و کشت مخلوط با لوبیا در این منطقه رواج دارد. در نظام تک‌کشتی تنها بادام‌زمینی کشت می‌شود و در نظام غالب دیگر منطقه، بادام‌زمینی به صورت ردیفی یک خط در میان با لوبیا کشت می‌شود. از آن‌جا که برداشت لوبیا در اواسط دوره رشد بادام زمینی انجام می‌گیرد، لذا ابعاد اقتصادی دسترسی سریع‌تر کشاورزان به بخشی از درآمد کشاورزی در کشت مخلوط نیز مورد توجه است. تعداد افراد نمونه ۶۸ کشاورز بادام‌زمینی‌کار و همچنین ۶۸ کشاورزی که به کشت بادام‌زمینی-لوبیا مشغول بودند، تعیین شد.

ارزیابی چرخه حیات

به منظور ارزیابی و مقایسه اثرات مخرب زیست-محیطی دو نظام کشت مذکور، از روش ارزیابی چرخه حیات استفاده شد. روش ارزیابی چرخه حیات اخیراً مورد توجه بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است (سلطانی و همکاران، ۱۳۸۹؛ محمدی و همکاران، ۲۰۱۳؛ بوجاکا و همکاران، ۲۰۱۴؛ مایر و همکاران، ۲۰۱۵). دستورالعمل‌های این روش بر پایه استاندارد ISO 14040 می‌باشد (آشورس و همکاران، ۲۰۱۴). این روش از چهار زیر بخش عمده تشکیل شده است که در ادامه تشریح خواهند شد (برنتراپ و همکاران، ۲۰۰۴الف: فلاح پور و همکاران، ۲۰۱۲).

مشخص سازی هدف

بعد از آن اوتریفیکاسیون خشکی دارای تأثیرات سوء زیست‌محیطی بیش‌تری بود (نیکخواه و همکاران، ۱۳۹۳). در پژوهش مشابهی، خرم دل و همکاران (۱۳۹۳) اثرات زیست محیطی مصرف نیتروژن برای تولید جو (*Hordeum vulgare* L.) در نظام‌های کشت آبی و دیم در ایران را با روش ارزیابی چرخه حیات مورد بررسی قرار دادند. بالاترین پتانسیل گرمایش جهانی در نظام تولیدی جو آبی برابر با $1 \text{ kg CO}_2\text{eq}$ به ازای هر تن دانه برای سطح کودی ۱۸۰-۱۴۰ نیتروژن در هکتار و برای نظام کشت دیم برابر با $604/66 \text{ kg CO}_2\text{eq}$ به ازای هر تن دانه در سطح کودی ۴۰-۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برآورد شد.

استان گیلان با بیش از ۲۷۵۰ هکتار از اراضی تحت کشت بادام‌زمینی، بزرگ‌ترین تولید کننده این محصول در ایران می‌باشد (سازمان توسعه تجارت ایران، ۱۳۹۱). از طرفی بررسی اثرات زیست محیطی یکی از موارد حائز اهمیت در تولید پایدار محصولات کشاورزی می‌باشد. براین اساس، ارزیابی نظام‌های مختلف کشت با استفاده از روشی بر پایه استاندارد بین‌المللی و تعیین نظام کاشتی با کم‌ترین اثرات سوء زیست محیطی امری حائز اهمیت است. مروری بر منابع مرتبط نشان می‌دهد که تاکنون پژوهشی در زمینه مقایسه اثرات زیست محیطی نظام‌های تولید تک‌کشتی و چندکشتی محصولات کشاورزی در ایران با استفاده از روش ارزیابی چرخه حیات انجام نگرفته است، از این رو، این مطالعه با بهره‌گیری از روش ارزیابی چرخه حیات، جهت مقایسه اثرات زیست محیطی نظام‌های کشت تک‌محصولی بادام‌زمینی و کشت مخلوط بادام‌زمینی-لوبیا در منطقه کیشهر واقع در استان گیلان انجام گرفت.

تولید یک تن محصول به عنوان واحد کاربردی تعیین گردید. اثرات زیست‌محیطی تولید بادام زمینی در دو نظام کشت تک‌کشتی و کشت مخلوط با لوبیا در در قالب گروه‌های تاثیر گرمایش جهانی، اسیدیته، اوتریفیکاسیون خشکی، تغییر کاربری زمین، تخلیه منابع فسیلی، فسفات و پتاسیم بررسی شدند.

تولید یک تن محصول به عنوان واحد کاربردی تعیین گردید. اثرات زیست‌محیطی تولید بادام زمینی در دو نظام کشت تک‌کشتی و کشت مخلوط با لوبیا در در قالب گروه‌های تاثیر گرمایش جهانی، اسیدیته، اوتریفیکاسیون خشکی، تغییر کاربری زمین، تخلیه منابع فسیلی، فسفات و پتاسیم بررسی شدند.

ارزیابی اثرات

هر یک از آلاینده‌های انتشار یافته از سامانه تولید بادام زمینی در قالب یک یا چند گروه تاثیر، اثرات منفی زیست محیطی بر جا می‌گذارند. برای نمونه NH_3 در قالب دو گروه تاثیر اسیدیته و اوتریفیکاسون اثرات مخرب زیست محیطی بر جا می‌گذارند. نقش هر آلاینده در قالب گروه‌های تاثیر مختلف در جدول ۱ ارائه شده است. با ضرب کردن مقدار انتشار هر یک از آلاینده‌ها در ضریب تاثیر آن در گروه تاثیر مشخص، شاخص طبقه‌بندی محاسبه می‌شود.

شناسایی ورودی‌ها و خروجی‌های سامانه

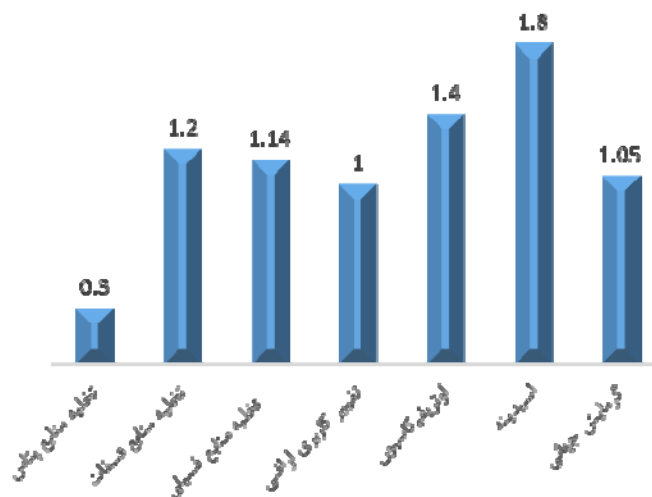
عمدتاً در تولید محصولات کشاورزی در ایران، چهار نهاد سوخت‌های دیزلی، کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفات و پتاسیم به عنوان ورودی‌هایی با پتانسیل آلاینده‌گی زیست محیطی در نظر گرفته می‌شوند (نیکخواه و همکاران، ۱۳۹۳؛ میرحاجی و همکاران، ۱۳۹۲). در این مطالعه نیز این چهار نهاد به عنوان ورودی‌هایی با پتانسیل آلودگی زیست محیطی شناخته شدند. آلاینده‌های انتشار یافته ناشی از مصرف این نهادها شامل NO_x ، N_2O ، NH_3

جدول ۱- پتانسیل آسیب به محیط زیست هر آلاینده در قالب گروه‌های تاثیر مختلف.

| منبع | کارایی هر ترکیب | گروه تأثیر (واحد) |
|------------------------------|---|-------------------------|
| (اشنايدر و همکاران، ۲۰۰۹) | $\text{CO}_2=1, \text{CH}_4=21, \text{N}_2\text{O}=310$ | گرمایش جهانی |
| (برنترپ و همکاران، ۲۰۰۴ الف) | $\text{SO}_2=1.2, \text{NO}_x=0.5, \text{NH}_3=1.6$ | اسیدیته |
| (برنترپ و همکاران، ۲۰۰۴ الف) | $\text{NH}_3=4.4, \text{NO}_x=1.2$ | اوتریفیکاسیون |
| (برنترپ و همکاران، ۲۰۰۴ الف) | ۰/۸ | تغییر کاربری اراضی |
| (برنترپ و همکاران، ۲۰۰۴ الف) | ۴۲/۸۶ | تخلیه منابع فسیلی (MJ) |
| (برنترپ و همکاران، ۲۰۰۴ الف) | ۰/۲۵ | تخلیه منابع فسفات (kg) |
| (برنترپ و همکاران، ۲۰۰۴ الف) | ۰/۱۰۵ | تخلیه منابع پتاسیم (kg) |

ترتیب، شاخص طبقه‌بندی ابتدا بر فاکتور نرمال‌سازی تقسیم و سپس بر فاکتور وزن‌دهی ضرب شد که در نتیجه، شاخص نهایی به دست آمد. فاکتورهای وزن‌دهی گروه‌های تاثیر مختلف در شکل ۱ نشان داده شده است.

تا این مرحله، شاخص طبقه‌بندی گروه‌های تاثیر مختلف تعیین می‌گردد، ولی برای فراهم‌آوردن امکان مقایسه اثرات گروه‌های تاثیر مختلف، ضروری است که این اعداد بی‌بعد شوند. از این رو، در این روش، از مراحل نرمال‌سازی و وزن‌دهی استفاده شد. بدین-



شکل ۱- فاکتور وزندهی گروه‌های تأثیر مختلف (برنتراپ و همکاران، ۲۰۰۴ الف؛ میرحاجی و همکاران، ۱۳۹۲)

درصد استفاده شد، داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار JMP8 تجزیه و تحلیل شدند.

نتایج و بحث

مقدار مصرف نهاده‌های سوخت دیزل، کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفات و پتاسیم برای تولید هر تن بادام‌زمینی به ترتیب ۶/۶۳ لیتر، ۱۶/۰۸، ۲۴/۵۶ و ۱۹/۸۶ کیلوگرم محاسبه شدند (جدول ۲). مقدار مصرف همین نهاده‌ها برای تولید هر تن محصول در نظام کشت مخلوط بادام‌زمینی-لوبیا به ترتیب ۰/۷۲ لیتر، ۹/۴۰، ۱۲/۵۹ و ۹/۹۵ کیلوگرم بودند. همان‌طور که مشاهده می‌شود برای تولید هر تن محصول در نظام کشت بادام‌زمینی-لوبیا مقدار کم‌تری از نهاده‌ها در مقایسه با تولید بادام‌زمینی به تنهایی مصرف می‌گردد.

تفسیر اثرات

چهار گروه تأثیر زیست‌محیطی گرمایش جهانی، اسیدپته، اوتریفیکاسیون خشکی و تغییر کاربری زمین جز گروه‌های تأثیر شاخص زیست محیطی (EcoX) محسوب می‌شوند. این در حالی است که گروه‌های تأثیر تخلیه منابع فسفاتی، فسفات و پتاسیم جز گروه‌های تأثیر تخلیه منابع (RDI) می‌باشند. گروه‌های تأثیر تخلیه منابع، چالشی برای آیندگان محسوب می‌شوند، در حالی که اثرات زیست محیطی گروه‌های تأثیر شاخص زیست محیطی، در مدت زمان نسبتاً کوتاه‌تری قابل مشاهده‌اند.

برای بررسی تفاوت شاخص‌های طبقه بندی در نظام‌های تک‌کشتی و مخلوط با لوبیا از تجزیه واریانس و آزمون مقایسه میانگین توکی یا اختلاف معنی‌دار قابل اعتماد (HSD) در سطح احتمال پنج

جدول ۲- میزان مصرف نهاده‌ها برای کشت هر تن محصول در نظام‌های تک‌کشتی بادام زمینی و مخلوط بادام زمینی-لوبیا

| بادام زمینی-لوبیا | | بادام زمینی | | ورودی‌ها |
|-------------------|---------------|-------------|---------------|--|
| واحد بر تن | واحد بر هکتار | واحد بر تن | واحد بر هکتار | |
| ۳۰/۷۲lit | ۱۸۶/۳۰ L | ۳۶/۶۳ L | ۱۵۵/۸۱ L | سوخت دیزل |
| ۹/۴۰ kg | ۵۷/۰۰ kg | ۱۶/۰۸ kg | ۶۸/۳۹ kg | نیترژن (N) |
| ۱۲/۵۹ kg | ۷۶/۳۷ kg | ۲۴/۵۶ kg | ۱۰۴/۴۸ kg | فسفات (P ₂ O ₅) |
| ۹/۹۵ kg | ۶۰/۳۳ kg | ۱۹/۸۶ kg | ۸۴/۵۰ kg | پتاسیم (K ₂ O) |

این آلاینده در تولید یک تن محصول در نظام‌های تک‌کشتی بادام زمینی و کشت مخلوط بادام زمینی با لوبیا در منطقه کیشهر ایران انتشار یافت. شاخص طبقه‌بندی گروه تاثیر گرمایش جهانی برای تولید هر تن بادام زمینی در منطقه کیشهر ۲۵۴/۷۳ kg CO₂eq محاسبه شد. این شاخص برای تولید یک تن محصول در نظام کشت بادام زمینی-لوبیا ۱۷۴/۴۳ kg CO₂ eq به دست آمد. شاخص طبقه‌بندی کم‌تر در نظام تولید بادام زمینی-لوبیا به دلیل مصرف کم‌تر نهاده کود ازت و عملکرد بالاتر بود. به نحوی که تفاوت شاخص طبقه‌بندی گرمایش جهانی در این دو نظام کشت در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). لوبیا به دلیل ویژگی تثبیت نیترژن، به کاهش مصرف کود نیترژن مورد نیاز در کشت مخلوط بادام زمینی و لوبیا کمک می‌کند.

میزان آلاینده‌های انتشار یافته ناشی از مصرف نهاده‌ها در دو نظام کشت بادام زمینی و بادام زمینی-لوبیا در جدول ۳ آورده شده است. میزان انتشار آلاینده‌های NO_x، N₂O، NH₃، CO₂، CH₄ و SO₂ برای تولید هر تن بادام زمینی به ترتیب ۳/۳۰، ۰/۵۰، ۰/۸۶، ۰/۹۹، ۰/۰۰۶ و ۰/۱۵ کیلوگرم به دست آمد. مقدار انتشار این آلاینده‌ها در نظام کشت بادام زمینی-لوبیا به ترتیب ۱/۹۳، ۰/۲۹، ۰/۷۱، ۰/۸۳/۸۷، ۰/۰۰۵ و ۰/۱۲ کیلوگرم بود. میزان انتشار آلاینده NH₃ که منبع اصلی انتشار آن از کود اوره می‌باشد، در نظام تک‌کشتی بادام زمینی بیش‌تر از کشت مخلوط آن با لوبیا بود. در مطالعه مشابهی، ایریارت و همکاران (۲۰۱۰) میزان انتشار آلاینده N₂O را برای تولید یک تن آفتابگردان (*Helianthus annuus L.*) و کلزا (*Brasica napus L.*) به ترتیب ۱/۳ و ۱/۶ کیلوگرم گزارش نمودند که در این مورد، میزان کم‌تری از

جدول ۳- میزان آلاینده‌های انتشار یافته در نظام‌های کشت تک‌کشتی بادام‌زمینی و مخلوط بادام‌زمینی-لوبیا.

| میزان انتشار (کیلوگرم به ازای تولید هر تن بادام‌زمینی-لوبیا) | میزان انتشار (کیلوگرم به ازای تولید هر تن بادام‌زمینی) | آلاینده‌ها | منبع انتشار |
|---|---|------------------|-------------|
| ۱/۹۳ | ۳/۳۰ | NH ₃ | کود اوره |
| ۰/۲۹ | ۰/۵۰ | N ₂ O | کود اوره |
| ۰/۰۰۰۶ | ۰/۰۰۰۷ | N ₂ O | سوخت دیزل |
| ۰/۰۲۹ | ۰/۰۵۰ | NO _x | کود اوره |
| ۰/۶۸ | ۰/۸۱ | NO _x | سوخت دیزل |
| ۸۳/۸۷ | ۹۹/۹۹ | CO ₂ | سوخت دیزل |
| ۰/۰۰۵ | ۰/۰۰۶ | CH ₄ | سوخت دیزل |
| ۰/۱۲ | ۰/۱۵ | SO ₂ | سوخت دیزل |

۲/۰۹ K₂O محاسبه شدند. شاخص‌های طبقه‌بندی این گروه‌های تاثیر نیز در تولید بادام‌زمینی به همراه لوبیا به ترتیب ۱۳۱۹/۲۵ ha، ۰/۷۴۱۴۴/۷۲ MJ، ۰/۳۱۵ P₂O₅، ۱/۰۴ kg K₂O تعیین گردیدند.

شاخص‌های نهایی گروه‌های تاثیر گرمایش جهانی، اسیدیته، اوتریفیکاسیون خشکی، تغییر کاربری زمین، تخلیه منابع فسیلی، فسفات و پتاسیم برای تولید هر تن بادام‌زمینی به ترتیب ۰/۰۳، ۰/۲۰، ۰/۳۵، ۰/۱۰، ۲/۵۷، ۰/۹۶ و ۰/۰۸ بودند و شاخص‌های نهایی گروه‌های تاثیر مذکور برای تولید هر تن محصول در نظام تولید بادام‌زمینی-لوبیا به ترتیب ۰/۱۲، ۰/۲۱، ۰/۰۷، ۲/۱۶، ۰/۴۹، ۰/۰۴ تعیین شدند. براساس نتایج به دست آمده، در هر دو نظام تولیدی، تخلیه منابع فسیلی بیشترین پتانسیل آسیب به محیط زیست در قالب گروه‌های تاثیر تخلیه منابع را به خود اختصاص داد. از طرفی اوتریفیکاسیون خشکی نیز بیشترین اثرات زیست محیطی را در قالب شاخص‌های زیست محیطی بر جا می‌گذارد. نیکخواه و همکاران (۱۳۹۳) نیز اوتریفیکاسیون خشکی را به عنوان گروه تاثیری با بیشترین پتانسیل آسیب به محیط

شاخص طبقه‌بندی گروه تاثیر اسیدیته برای تولید هر تن بادام‌زمینی برابر با ۵/۸۸ kg SO₂eq تعیین گردید. با توجه به این که مقدار قابل توجهی آلاینده NH₃ از مصرف کود اوره انتشار می‌یابد و به علاوه، مقدار مصرف کود اوره در نظام کشت بادام‌زمینی-لوبیا کم‌تر بود، شاخص طبقه‌بندی گروه تاثیر اسیدیته برای تولید کشت مخلوط بادام زمینی- لوبیا به طور معنی‌داری (p≤۰/۰۵) کم‌تر از نظام تک‌کشتی بادام زمینی بود. به نحوی که این شاخص برای کشت مخلوط بادام زمینی و لوبیا ۳/۵۹ kg SO₂ eq محاسبه شد. به دلایل مشابهی شاخص طبقه‌بندی گروه تاثیر اوتریفیکاسیون نیز برای تولید بادام‌زمینی-لوبیا کم‌تر از نظام تک‌کشتی تولید بادام زمینی بود. شاخص طبقه‌بندی گروه تاثیر اوتریفیکاسیون برای تولید یک تن محصول در نظام‌های تک‌کشتی و کشت مخلوط به ترتیب ۱۵/۵۴ kg NO_x eq و ۹/۳۳ به دست آمد. شاخص‌های طبقه‌بندی گروه‌های تاثیر تغییر کاربری زمین، تخلیه منابع فسیلی، فسفات و پتاسیم برای تولید هر تن بادام زمینی به ترتیب ۱۸۸۰/۵۸ MJ، ۸۸۳۹۶/۵۹ kg P₂O₅، ۶/۱۴ kg

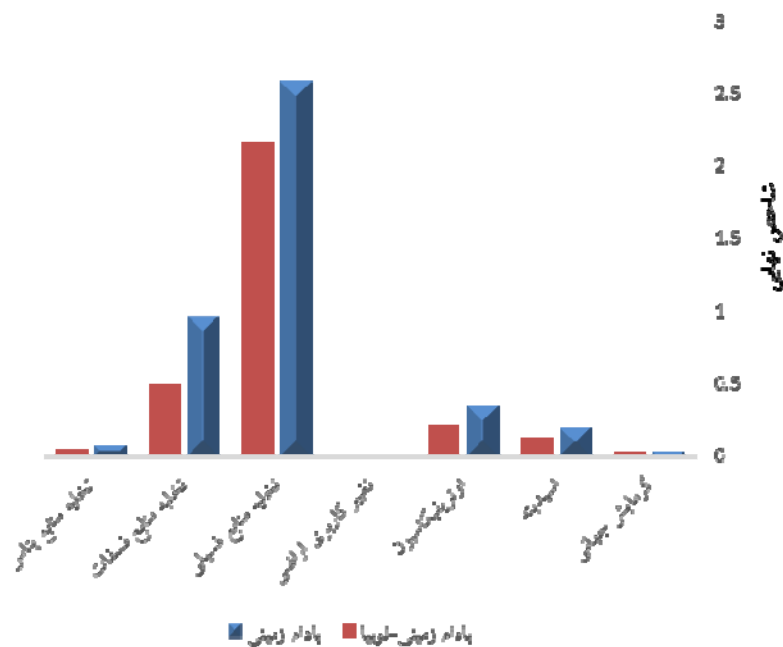
شاخص زیست محیطی (EcoX) برای دو نظام کشت تک‌کشتی بادام‌زمینی و کشت مخلوط بادام‌زمینی- لوبیا به ترتیب ۰/۶۸ و ۰/۴۲ محاسبه شدند. همچنین شاخص تخلیه منابع (RDI) در این نظام‌های کشت به ترتیب ۳/۶۱ و ۲/۶۹ بودند. شاخص زیست محیطی و تخلیه منابع کشت بادام‌زمینی در نظام چند کشتی کم‌تر بود. شاخص زیست محیطی در مطالعه بر روی تولید بادام‌زمینی در استان گیلان توسط نیکخواه و همکاران (۱۳۹۳)، ۰/۵۵ اعلام شد. مقایسه نتایج مشخص کرد که کشت بادام‌زمینی همراه با لوبیا اثرات زیست محیطی کمتری نسبت به کشت این محصول در نظام تک‌کشتی در منطقه کیشهر و آستانه‌اشرفیه دارد. برنتراپ و همکاران (۲۰۰۴) شاخص زیست محیطی تولید گندم (*Triticum aestivum* L.) با مصرف ۱۴۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را ۰/۲ گزارش نمودند.

زیست در تولید بادام‌زمینی در منطقه آستانه اشرفیه گزارش کردند. نای و همکاران (۲۰۱۰) با ارزیابی چرخه حیات به ازای تولید هر تن دانه ذرت در چین، بیشترین تأثیر زیست محیطی این نظام را برای گروه تأثیر اسیدپایه اعلام نمودند. در پژوهشی با مصرف ۱۴۴ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، ابتدا تغییر کاربری زمین و سپس اسیدپایه و اوتریفیکاسیون از مهم‌ترین اثرات زیست‌محیطی گزارش شدند (برنتراپ و همکاران، ۲۰۰۴ ب). در پژوهش دیگری روی کشت برنج (*Oryza sativa* L.) در چین، تخلیه منابع آبی و اوتریفیکاسیون مهم‌ترین اثرات زیست-محیطی اعلام شدند (ونگ و همکاران، ۲۰۱۰). در تولید چغندر قند (*Beta vulgaris* L.) در خراسان جنوبی، تخلیه منابع آبی نسبت به سایر گروه‌ها، تاثیرات شدیدتر زیست‌محیطی را در بر داشت (میرحاجی و همکاران، ۱۳۹۱).

جدول ۴- شاخص‌های طبقه بندی و نرمال سازی کشت بادام زمینی در نظام های تک کشتی و چند کشتی

| گروه تأثیر | شاخص طبقه بندی | شاخص نرمال سازی |
|--------------------|--|--|
| | بادام زمینی | بادام زمینی-لوبیا |
| گرمایش جهانی | ۲۵۴/۷۳ kg CO ₂ eq ^b | ۱۷۴/۴۳ kg CO ₂ eq ^a |
| اسیدپایه | ۵/۸۸ kg SO ₂ eq ^b | ۳/۵۹ kg SO ₂ eq ^a |
| اوتریفیکاسیون خشکی | ۱۵/۵۴ kg NOx eq | ۹/۳۳ kg NOx eq ^a |
| تغییر کاربری زمین | ۱۸۸۰/۵۸ ha ^b | ۱۳۱۹/۲۵ ha ^a |
| تخلیه منابع فسیلی | ۸۳۹۶/۵۹ MJ | ۷۴۱۴۴/۷۲ MJ |
| تخلیه منابع فسفات | ۶/۱۴ kg P ₂ O ₅ ^b | ۳/۱۵ kg P ₂ O ₅ ^a |
| تخلیه منابع پتاسیم | ۲/۰۹ kg K ₂ O | ۱/۰۴ kg K ₂ O |

حروف متفاوت (a, b) نشانه تفاوت معنی دار میانگین‌ها در سطح پنج درصد است.



شکل ۲- شاخص‌های نهایی گروه‌های تأثیر مختلف در نظام‌های مختلف کشت بادام زمینی

سپاسگزاری

بدینوسیله از حمایت دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت و همکاری کارشناسان مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان آستانه اشرفیه قدردانی می‌گردد.

نتیجه‌گیری

با توجه به این که اطلاعات اندکی در زمینه ارزیابی چرخه حیات در قالب نظام‌های مختلف کشت محصولات کشاورزی در ایران در دسترس است، این مطالعه به ارزیابی چرخه حیات تولید تک‌کشتی

(بادام زمینی) و کشت مخلوط (بادام زمینی-لوبیا) پرداخته است. نتایج نشان داد که تخلیه منابع فسیلی و اوتریفیکاسیون خشکی، بیشترین پتانسیل آسیب به محیط زیست را در قالب گروه‌های تأثیر زیست محیطی و تخلیه منابع در هر دو نظام کشت داشتند. به طور کلی، اثرات زیست محیطی کشت بادام زمینی-لوبیا با توجه به کشت مخلوط یک گیاه تثبیت کننده نیتروژن با بادام زمینی و در نتیجه نیاز به مصرف کمتر کود ازت، کم‌تر از این اثرات در تولید تک‌کشتی بادام زمینی بود.

منابع

- ترازنامه انرژی. وزارت نیرو، ۱۳۸۹. قابل دسترس در <http://www.moe.gov.ir>
- خرم دل، س.، ر. قربانی، و ا. امین غفوری. ۱۳۹۳. مقایسه اثرات زیست محیطی نظام‌های تولید دیم و آبی جو در کشور با استفاده از ارزیابی چرخه حیات. پژوهش‌های تولید گیاهی. ۲۱ (۳): ۱۹-۱.
- دهقانی، م.ح. ۱۳۸۹. راهنمای کیفیت هوا: مبانی هواشناسی و آلودگی هوا، انتشارات غاشیه، ۴۰۲ صفحه.

- سالنامه آماری استان گیلان. ۱۳۸۹. قابل دسترس در <http://rasht.gilan.ir/>
- سلطانی، ا.، و م. رجبی. ۱۳۸۹. ارزیابی اثرات زیست‌محیطی تولید گیاهان زراعی با روش LCA: گندم در گرگان. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۳(۳): ۲۰۱-۲۱۸.
- طاهری راد، ع.، ا. نیکخواه، م. خجسته پور و ش. نوروزیه. ۱۳۹۴. بررسی انتشار گازهای گلخانه‌ای، تحلیل انرژی و هزینه‌های تولید پنبه در استان گلستان. نشریه ماشین‌های کشاورزی. ۵(۲) (در دست چاپ).
- میرحاجی، ح.، م. خجسته پور، م. ح. عباسپور فرد، و س. م. مهدوی شیر. ۱۳۹۱. ارزیابی اثرات زیست‌محیطی تولید چغندر قند با روش ارزیابی چرخه حیات. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. ۴(۲): ۱۱۲-۱۲۰.
- میرحاجی، ح.، م. خجسته پور، و م. ح. عباسپور فرد. ۱۳۹۲. بررسی تأثیرات زیست‌محیطی تولید گندم منطقه مرودشت در ایران. نشریه محیط زیست طبیعی. ۶۶(۲): ۲۲۳-۲۳۲.
- نیکخواه، ا.، طاهری راد، ع.، م. خجسته پور، ب. عمادی، و س. ح. پیمان. ۱۳۹۳. اثرات زیست‌محیطی تولید بادام زمینی در آستانه‌اشرفیه استان گیلان. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. ۶(۲): ۳۷۳-۳۸۲.
- Abeliotis, K., V. Detsis, and C. Pappia. 2013. Life cycle assessment of bean production in the Prespa National Park, Greece. *J. Clean Prod.* 41(0): 89-96.
- Anonymous. IEA. 2013. International Energy Agency. Key world energy statistics. Available at <http://www.iea.org>
- Anonymous. International Energy Agency (IEA). 2012. CO₂ emissions from fuel combustion, 2012 edition. Available online at <http://www.iea.org/termsandconditionsuseandcopyright>
- Anonymous. Trade Promotion Organization of Iran (TPO). 2012. Available from: <http://fa.tpo.ir>
- Ashworth, A. J., A. M. Taylor, D. L. Reed, F. L. Allen, P. D. Keyser, and D. D. Tyle. 2014. Environmental impact assessment of regional switchgrass feedstock production comparing nitrogen input scenarios and legume-intercropping systems. *J. Clean Prod.* 42: 234-241.
- Bacenetti, J., A. Fusi, M. Negri, R. Guidetti, and M. Fiala. 2014. Environmental assessment of two different crop systems in terms of biomethane potential production. *SCI TOTAL ENVIRON.* 466-467, 1066-1077.
- Bachmaier, J., M. Effenberger, and A. Gronauer. 2010. Greenhouse gas balance and resource demand of biogas plants in agriculture. *Eng. Life Sci.* 10: 560-569.
- Bojacá, C.R., K.A.G. Wyckhuys and E. Schrevens. 2014. Life cycle assessment of Colombian greenhouse tomato production based on farmer-level survey data. *J. Clean Prod.* 69: 26-33.
- Brentrup, F., J. Küsters, H. Kuhlmann, and J. Lammel. 2004. Environmental impact assessment of agricultural production systems using the life cycle assessment methodology: I. Theoretical concept of a LCA method tailored to crop production. *Eur. J. Agron.* 20(3): 247-264.
- Brentrup, F., J. Küsters, J. Lammel, and H. Kuhlmann. 2000. Methods to estimate on-field nitrogen emissions from crop production as an input to LCA studies in the agricultural sector. *Int. J. Life Cycle Assess.* 5(6): 349-357.

- Brentrup, F., J. Kusters, J. Lammel, P. Barraclough, and H. Kuhlmann, 2004. 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. *Eur. J. Agron.* 20: 265-279.
- Carozzi, M., R. Ferrara, M. Rana and M. Acutis. 2013. Evaluation of mitigation strategies to reduce ammonia losses from slurry fertilisation on arable lands. *Sci Total Environ.* 449: 126-33.
- Fallahpour, F., A. Aminghafouri, A. Ghalegolab-Behbahani, and M. Bannayan. 2012. The environmental impact assessment of wheat and barley production by using life cycle assessment (LCA) methodology. *Int. J. Sust. Dev. World.* 14: 979-992.
- Goebes, M.D., R. Strader, and C. Davidson. 2003. An ammonia emission inventory for fertilizer application in the United States. *Atmos. Environ.* 37(18): 2539-2550.
- Iriarte, A., J. Rieradevall, and X. Gabarrell. 2010. Life cycle assessment of sunflower and rapeseed as energy crops under Chilean conditions. *J. Clean Prod.* 18 (4), 336-345.
- Khoshnevisan, B., S. Rafiee, and H. Mousazadeh. 2013. Environmental impact assessment of open field and greenhouse strawberry production. *Eur. J. Agron.* 50: 29-37.
- Meier, M. S., F. Stoessel, N. Jungbluth, R. Juraske C. Schader, M. Stolze. 2015. Environmental impacts of organic and conventional agricultural products – Are the differences captured by life cycle assessment? *J. Environ. Manage.* 149: 193-208.
- Mohammadi, A., S. Rafiee, A. Jafari, T. Dalgaard, M.T. Knudsen, A. Keyhani, SH. Mousavi-Avval, and J. E. Hermansen. 2013. Potential greenhouse gas emission reductions in soybean farming: a combined use of life cycle assessment and data envelopment analysis. *J. Clean Prod.* 54, 89-100.
- Nie, S. W., W.S. Gao, Y. Chen, Q. Sui, and A.E. Eneji. 2010. Use of life cycle assessment methodology for determining phytoremediation potentials of maize-based cropping systems in fields with nitrogen fertilizer over-dose. *J Clean Prod.* 18: 1530-1534.
- Snyder, C.S., T.W. Bruulsema, T.L. Jensen, and P.E. Fixen. 2009. Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. *Agric. Ecosyst. Environ.* 133(3-4): 247-266.
- Tzilivakis, J., D. J. Warner, M. May, K.A. Lewis, and K. Jaggard. 2005. An assessment of the energy inputs and greenhouse gas emissions in sugar beet (*Beta vulgaris*) production in the UK. *Agric. Sys.* 85: 101-119.
- Wang, M., X. Xia, Q. Zhang, and J. Liu. 2010. Life cycle assessment of a rice production system in Taihu region, China. *Int. J Sust. Dev. World.* 17(2): 157-161.

Life cycle assessment of peanut production in sole cropping and mixed intercropping with bean systems

S. Firouzi¹, A. Nikkhah²

Received: 2014-10-17 Accepted: 2014-12-27

Abstract

Today, investigation the environmental impacts of different cultural systems and determining the optimum cultivation patterns are the considerable topics in agricultural systems. Therefore, the aim of this study was to assess and compare the environmental impacts of peanut (*Arachis hypogaea* L.) and peanut with bean (*Phaseolus vulgaris* L.) intercrop farming systems using the life cycle assessment (LCA) technique. Primary data were obtained through interviews with 136 farmers in Kiashahr region of Guilan province, Iran. Global warming, acidification, terrestrial eutrophication, land use, depletion of fossil resources, depletion of phosphate and potash resources were seven groups has been studied. The results showed that the NH₃ emission had the greatest impact in terms of the acidification and eutrophication in both peanut cultivation systems. The environmental index (EcoX) values of the peanut sole cropping and intercropping with bean were determined as 0.68 and 0.42, respectively. Resource depletion index (RDI) also were calculated as 3.61 and 2.69, for sole and intercropping systems, respectively. Depletion of fossil fuels and terrestrial eutrophication had the greatest environmental impacts in terms of categories and depletion of resources in both cultivation systems. Overall, the environmental impacts of peanut-bean intercropping were less than the peanut sole cropping system in all seven impact categories.

Keywords: Emission, environmental impacts, eutrophication, global warming, resource depletion

1- Department of Agronomy and Crop Breeding, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

2-Young Researchers and Elite Club, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran