دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دهم، شماره سی و سوم، ۱۳۹۷

بررسی اثرات زیست محیطی نظام تولید بادام زمینی در آستانه اشرفیه بر مبنای مصرف کود نیتروژن با استفاده از ارزیابی چرخه حیات (LCA)

سید علی نورحسینی[۱]، امین نیکخواه[۲]

تاریخ دریافت: ۹۵/۳/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۵/٦/۸

چکیده

به منظور ارزیابی اثرات زیست محیطی نظام تولید بادام‌زمینی بر مبنای مصرف کود نیتروژن تحقیقی به روش ارزیابی چرخه حیات در منطقه آستانه اشرفیه در سال ۱۳۹٤ انجام گرفت. بدین‌منظور، آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه سطح مصرف نیتروژن (شاهد، ۳۰ و ٦۰ کیلوگرم در هکتار) و در سه تکرار اجرا شد. در این مطالعه، شش گروه تأثیر زیست محیطی گرمایش جهانی، اسیدیته، اوتریفیکاسیون خشکی، تخلیه منابع فسیلی، تخلیه منابع فسفات و تخلیه منابع پتاسیم بررسی شدند. اثرات در قالب دو واحد عملکردی شامل تولید یک تن بادام‌زمینی و تولید ۱۰۰۰ مگاژول انرژی مطالعه شدند. نتایج نشان داد که شاخص زیست‌محیطی (Eco-X) در تولید یک تن بادام‌زمینی با در نظر گرفتن گرمایش جهانی، اسیدیته و اوتریفیکاسیون خشکی برای تیمارهای شاهد، ۳۰ و ٦۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن در هکتار به ترتیب ۰/۱۸، ۰/۵۲ و ۰/٦٦ به‌دست آمد. شاخص تخلیه منابع (RDI) نیز برای تولید یک تن بادام‌زمینی با در نظر گرفتن مصرف سوخت دیزل، مصرف کود فسفات و مصرف کود پتاسیم برای تیمارهای شاهد، ۳۰ و ٦۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن در هکتار به ترتیب ۰/۸۰، ۰/۵۳ و ۰/۳۰ محاسبه شد. در مجموع، گروه‌های تاثیر زیست محیطی (گرمایش جهانی، اسیدیته و اوتریفکاسیون خشکی) بیش‌ترین آسیب به محیط زیست را در مصرف مقادیر بالاتر کود نیتروژن داشتند.

واژه‌های کلیدی: اوتریفیکاسیون، تخلیه منابع، کود شیمیایی، گرمایش جهانی، مصرف نیتروژن

نورحسینی، س.ع. و ا. نیکخواه. ۱۳۹۷. بررسی اثرات زیست محیطی نظام تولید بادام زمینی در آستانه اشرفیه بر مبنای مصرف کود نیتروژن با استفاده از ارزیابی چرخه حیات (LCA). مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۳: ۱۷۳-۱۵٦.

۱- باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: noorhosseini.sa@gmail.com

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

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

افزایش تقاضا برای محصولات کشاورزی منجر به توجه به افزایش تولید شده است. استفاده از کودهای شیمیایی یکی از راهکارهای افزایش عملکرد محصولات کشاورزی در نظر گرفته می‌شود. نیتروژن از عناصر مهم در تولید محصولات کشاورزی در سراسر دنیا به شمار می‌رود. نیتروژن، مهم‌ترین عنصر مورد استفاده جهت بهبود باروری و حاصلخیزی خاک است و بیش‌ترین تأثیر را بر افزایش تولید محصول دارد (منگل و کربای، ۱۹۷۸). کمبود این عنصر برای رشد مطلوب گیاه از روش‌های مختلفی قابل جبران است (محمدی و سهرابی، ۲۰۱٤). در سال‌های گذشته، استفاده از کود اوره در ایران از مرسوم‌ترین روش‌ها جهت تامین نیتروژن مورد نیاز گیاهان زراعی و در نتیجه افزایش عملکرد آنها بوده است. این کود حاوی ٤٦ درصد نیتروژن می‌باشد (اردل و همکاران، ۲۰۰۷)، که با توجه به حمایت‌های جهاد کشاورزی ایران در دهه گذشته مصرف این کود به سطح نسبتا بالایی رسیده است. این در حالی است که بر مبنای گزارش بسیاری از پژوهشگران، کود نیتروژن که سهم عمده آن از منبع کود اوره تأمین می‌شود، از پرمصرف‌ترین منابع انرژی مصرفی در تولید محصولات کشاورزی ایران می‌باشد (محمدی و همکاران، ۲۰۰۸؛ محمدی و همکارن، ۲۰۱۰؛ موسوی‌اول و همکاران، ۲۰۱۱). علاوه‌براین، کودهای شیمیایی مصرفی اثرات مخربی بر محیط زیست در قالب گروه‌های تأثیر مختلف بر جا می‌گذارند (خرم‌دل و همکاران، ۲۰۱٤). آبشویی نیترات به منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی، شورشدن و اسیدی-شدن خاک‌های زراعی، انتشار انواع گازهای گلخانه‌ای و انباشت بقایای مواد شیمیایی از دیگر پیامدهای مهم مصرف انواع نهاده-های پرانرژی در نظام‌های رایج محسوب می‌شوند (کرچمن و توروالدسون، ۲۰۰۰).

بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.) یکی از مهم‌ترین و اقتصادی‌ترین دانه‌های روغنی در مناطق گرمسیری و نیمه-گرمسیری است که بیشتر به منظور تولید روغن (۵۵-٤۳ درصد) و پروتئین (۲۸-۲۵ درصد) کشت می‌شود (حسین‌زاده و همکاران، ۲۰۰۹). سطح زیر کشت بادام زمینی در دنیا حدود ۲٤/۰۷ میلیون هکتار است که ۱۱/٤۵ میلیون هکتار آن در آسیا قرار دارد. تولید جهانی غلاف بادام زمینی ۳۷/٦٤ میلیون تن در سال می‌باشد (فائو، ۲۰۱۰). سطح زیر کشت بادام‌زمینی در ایران حدود ۳ هزار هکتار است که استان گیلان با حدود ۲۸۰۰ هکتار از اراضی تحت کشت بادام‌زمینی، بزرگ‌ترین تولید کننده این محصول در ایران می‌باشد (عمادی و همکاران، ۲۰۱۵).

در مطالعه‌ای خرم‌دل و همکاران (۲۰۱٤) با ارزیابی اثرات زیست‌محیطی نظام‌های تولید گندم کشور اظهار داشتند که مصرف نیتروژن تا ۲۲۰ و ٦۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب برای بوم‌نظام‌های آبی و دیم، موجب بهبود عملکرد دانه گردید، ولی افزودن بیش از این میزان، تأثیر زیادی بر عملکرد دانه نداشت. بنابراین، استفاده بیش از این مقادیر از کود نیتروژن، تنها اثرات مخرب زیست‌محیطی را در پی خواهد داشت. در مطالعه‌ای دیگر، برنتراب و همکاران (۲۰۰٤b) با مصرف ۱٤٤ کیلوگرم نیتروژن در هکتار برای تولید گندم زمستانه، ابتدا تغییر کاربری زمین و سپس اسیدیته و اوتریفیکاسیون را از مهم‌ترین اثرات زیست‌محیطی معرفی نمودند. ملافیلابی و همکاران (۱۳۹۳) با ارزیابی اثرات زیست محیطی تولید زعفران گزارش نمودند که کوددهی اثرات زیست‌محیطی قابل‌توجهی در قالب گروه تأثیر اوتریفیکاسیون برجای گذاشت. در مطالعات لیو و همکاران (۲۰۱۰) و ابلیوتیس و همکاران (۲۰۱۳) مشخص گردید که بهره‌گیری از مدیریت ارگانیک و کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی موجب کاهش اثرات زیست محیطی تولید محصولات کشاورزی می‌شود.

چندین گزارش در زمینه تاثیر کود نیتروژن بر روی عملکرد بادام‌زمینی در دسترس می‌باشد (گوهری و نورحسینی، ۲۰۱۰؛ گوهری، ۲۰۱۰) . اما، مروری بر منابع مرتبط نشان می‌دهد که تاکنون پژوهشی بر مبنای کود نیتروژن مصرفی به بررسی اثرات زیست محیطی نظام تولید بادام‌زمینی نپرداخته است. این مطالعه نیز با بهره‌گیری از روش ارزیابی چرخه حیات به ارزیابی زیست‌محیطی مصرف مقادیر مختلف کود نیتروژن برای تولید بادام زمینی در آستانه اشرفیه می پردازد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و اجرای طرح آزمایشی

تحقیق حاضر در شهرستان آستانه‌اشرفیه واقع در شمال ایران، در محدوده‌ی عرض جغرافیایی ´۱٦ °۳۷ شمالی و طول جغرافیایی ´۵٦ °٤۹ شرقی با ارتفاع متوسط سه متر از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۹٤ انجام شد. یک آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه سطح نیتروژن (شاهد، ۳۰ و ٦۰ کیلوگرم) و در سه تکرار انجام شد. جهت تعیین ویژگی‌های خاک محل آزمایش، ٦ نمونه خاک از نقاط مختلف مزرعه مورد کشت از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتر به طور تصادفی برداشت شد و از ترکیب آنها نمونه مرکبی تهیه گردید. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی این نمونه خاک تعیین گردید که

Archive of SID

www.SID.ir

در جدول ۱ آمده است. جهت تهیه بستر کاشت، زمین در اوایل بهار ابتدا شخم نسبتاً عمیق و سپس دیسک زده شد. سپس جهت اجرای نقشه طرح، کرت‌هایی به ابعاد ٤×۳ متر ایجاد گردید. کاشت بذرهای بادام‌زمینی در اواخر اردیبهشت ۱۳۹٤ به صورت مسطح و در شرایط دیم (بدون آبیاری) انجام گرفت. از آنجایی که بیشترین سطح زیر کشت بادام‌زمینی در این مناطق به رقم نورث کارولینا ۲ (NC2) تعلق دارد، از این رقم برای کشت استفاده شد. این رقم در سال ۱۳٥٦ توسط بخش تحقیقات دانه-های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در ایستگاه لشت نشای گیلان از بین ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی شناسایی و گزینش شد (نورحسینی و همکاران، ۱۳۹٥). بذرها با آرایش کاشت مربع و با فاصله ٤۰×٤۰ سانتی‌متر و در عمق ٤ سانتی‌متری خاک کشت شدند (بل و همکاران، ۱۹۸۷؛ گاردنر و اوما، ۱۹۸۸؛ میشرا و سینگل، ۱۹۸۹). تراکم بوته‌ها معادل ٦۲٥۰۰ بوته در هکتار بود. در زمان کاشت سطوح مختلف نیتروژن از منبع اوره (حاوی ٤٦ درصد نیتروژن خالص) تأمین شد. تیمارهای مختلف کود نیتروژن به صورت یکجا و در هنگام کاشت بذر همراه با سایر کودها به صورت نواری با فاصله حدود ۱۰ سانتی‌متری از بذرهای کشت شده و در عمق ٥ تا ۱۰ سانتی-متری خاک جایگذاری شدند. فسفر و پتاسیم مورد نیاز نیز به ترتیب از منبع P_2O_5 و K_2O با مقادیر ۲٥ و ۲۰ کیلوگرم در هکتار در بین ردیف‌های کاشت و به صورت نواری و در عمق ٥ تا ۱۰ سانتی‌متری خاک قرار داده شدند. بذرها قبل از کاشت با قارچ‌کش تیرام به نسبت دو در هزار ضدعفونی شد. در طول رشد بوته‌ها کنترل علف‌های هرز نیز به صورت دستی انجام گرفت. در انتها نمونه‌برداری با حذف اثرات حاشیه‌ای صورت گرفت. برای تعیین عملکرد غلاف بادام‌زمینی، ابتدا غلاف‌های رسیده از بوته‌های واقع در منطقه برداشت هر کرت جدا شدند. سپس به مدت یک هفته در هوای آزاد (جهت کاهش رطوبت) قرار گرفتند. بعد از این مدت غلاف‌ها تا رسیدن به وزن خشک ثابت به مدت ٤۸ ساعت داخل آون تهویه‌دار و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد نگه داشته شدند. بعد از خارج کردن غلاف‌ها از آون، وزن خشک غلاف‌ها با استفاده از ترازوی دارای دقت یک صدم گرم تعیین گردید. سپس عملکرد غلاف بادام‌زمینی در واحد سطح محاسبه شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه محل آزمایش

بافت خاک	رس	سیلت	شن	هدایت الکتریکی	pH	نیتروژن کل	پتاسیم قابل جذب	فسفر قابل جذب
-	درصد	درصد	درصد	میکروزیمنس بر سانتیمتر	-	درصد	میلی گرم در کیلوگرم	میلی گرم بر کیلوگرم
لومی	۲۰/٥	۳۲/٥	٤۷	۱۹٦/۷	۷/٦۷	۰/۰٥۳	۱٦٤/۷	۲/٥

روش ارزیابی چرخه حیات

این روش برپایه استاندارد ISO 14040 اجرا می‌شود و به طور کلی به چهار بخش بیان هدف و تعیین واحد عملکردی (Functional unit)، ممیزی چرخه حیات، ارزیابی اثرات زیست‌محیطی و تفسیر آن‌ها تقسیم‌بندی می‌شود (ایریارت و همکاران، ۲۰۱۰: خانعلی و همکاران، ۲۰۱٦). در ذیل این چهار بخش به تفکیک آورده شده است:

بیان هدف و واحد عملکردی

در روش ارزیابی چرخه حیات ابتدا هدف و واحد عملکردی مشخص شود. نقش واحد عملکردی این است که ورودی‌ها و خروجی‌ها را به هم مرتبط کرده و شرایط را برای مقایسه فراهم می‌نماید (باستنی و همکاران، ۲۰۱٦: بوجاکا و همکاران، ۲۰۱٤؛ فلاح‌پور و همکاران، ۲۰۱۲). هدف از این پژوهش بررسی اثرات زیست محیطی تولید بادام زمینی سطوح مختلف مصرف کود نیتروژن در قالب گروه‌های تأثیر گرمایش جهانی، اسیدیته، اوتریفیکاسیون خشکی، تخلیه منابع فسیلی، تخلیه منابع فسفات، تخلیه منابع پتاسیم در بخش زراعی و خشک کردن بادام‌زمینی است. واحد عملکردی در این مطالعه تولید یک تن بادام‌زمینی و تولید ۱۰۰۰ مگاژول انرژی است.

ممیزی چرخه حیات

در این بخش تمام منابع و مقادیری که در تولید محصول مورد مطالعه نیاز است و همچنین تمامی مقادیر آلاینده‌های انتشاریافته به محیط‌زیست در اثر استفاده از این نهاده‌ها، بر مبنای واحدهای مرجع محاسبه می‌شوند:

Archive of SID
www.SID.ir

ورودی‌های سامانه

به طور کلی در تولید محصولات در ایران، چهار نهاده سوخت دیزل، کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفات و پتاسیم به عنوان ورودی‌های با پتانسیل آلایندگی زیست‌محیطی در نظر گرفته می‌شوند (میرحاجی و همکاران، ۲۰۱۳؛ نیکخواه و همکاران، ۲۰۱۵؛ نیکخواه و همکاران، ۲۰۱٦). در این مطالعه برای تعیین میزان مصرف سوخت گازوئیل برای تولید بادام زمینی و همچنین خشک کردن آن، از روش باک پر استفاده شد. در مجموع ۱۷۲/۵ لیتر گازووئیل در واحد سطح هکتار برآورد شد. مقادیر مصرف کودهای شیمایی در واحدهای عملکردی نیز بر مبنای طرح آزمایشی اجرا شده برآورد شد. ضرایب برآورد انرژی معادل با عملکرد بادام زمینی در جدول ۲ ارائه شده است (اوزکان و همکاران، ۲۰۰٤؛ فاسینا، ۲۰۰۸). در این مطالعه پوست بادام‌زمینی با تقریبی برابر با ۲۵ درصد وزن بادام‌زمینی در نظر گرفته شد (فاسینا، ۲۰۰۸). در نهایت میزان مصرف چهار نهاده سوخت دیزل، کود نیتروژن، کود فسفر و کود پتاسیم به ازای تولید یک تن بادام‌زمینی و تولید ۱۰۰۰ مگاژول انرژی برآورد شد.

جدول ۲- میزان انرژی معادل با عملکرد بادام زمینی

نوع محصول	انرژی معادل ($MJ.Kg^{-1}$)	منبع
دانه بادام زمینی	۲۵	اوزکان و همکاران، ۲۰۰٤
پوست بادام زمینی	۱۹/۹۳	فاسینا، ۲۰۰۸

انتشار آلاینده‌ها

مطابق روش ارزیابی چرخه حیات، آلاینده‌های منتشر شده در جریان تولید بادام‌زمینی در استان گیلان در قالب آلاینده‌های انتشار یافته خارج از مزرعه و آلاینده‌های منتشر شده در داخل مزرعه مورد بررسی قرار گرفت (برنتراب و همکاران، ۲۰۰۰).

انتشار آلاینده‌ها قبل از ورود نهاده‌ها به مزرعه

انتشار آلاینده‌ها قبل از ورود نهاده‌ها به مزرعه شامل آلاینده‌ای منتشر شده در استخراج، پالایش و حمل و نقل نهاده‌های مصرفی از دیتابیس SPINE@CPM اخذ گردید (CPM, 2007).

انتشار آلاینده‌ها در مزرعه

انتشار آلاینده‌های ناشی از مصرف گازوئیل در مزرعه

میزان انتشار مهمترین گازهای گلخانه‌ای شامل N_2O، CO_2 و CH_4 از سوختن هر لیتر گازوئیل طبق مطالعات صورت گرفته (تزیلیواکیس و همکاران، ۲۰۰۵) برابر ۲/۷۳ کیلوگرم دی اکسید کربن، $۱۸/۱\times۱۰^{-٦}$ کیلوگرم اکسید نیتروژن و ۱۷۳×۱۰^{-٦} کیلوگرم متان است و میزان انتشار آلاینده‌های NO_X و SO_2 به ازای سوختن هر لیتر گازوئیل به ترتیب برابر $۲۲/۲\times۱۰^{-۳}$ و ٤×۱۰^{-۳} کیلوگرم است (دهقانی، ۲۰۰۷).

میزان انتشار مستقیم انواع ترکیبات نیتروژنه از اوره

یکی از آلاینده‌های اصلی انتشار یافته از مصرف کود نیتروژن، آمونیاک است. نزدیک به ۹۰ درصد میزان جهانی تصعید آمونیاک مربوط به بخش کشاورزی است (برنتراب و همکاران، ۲۰۰۰). فاکتور انتشار آمونیاک از اوره در این مطالعه به علت عدم وجود بررسی‌های لازم، برابر متوسط اروپا و آمریکا در نظر گرفته شد. بر این اساس حدود ۱۷ درصد از کل نیتروژن خالص مصرفی در قالب کود معدنی اوره به صورت NH_3-N تصعید می‌شود (برنتراب و همکاران، ۲۰۰۰؛ گوبس و همکاران، ۲۰۰۳). انتشار N_2O از میزان نیتروژن خاک تبعیت می‌کند و همینطور به تعامل بین رطوبت خاک و در دسترس بودن نیتروژن خاک بستگی دارد (سنیدر و همکاران، ۲۰۰۹). براساس گزارش مجع بین‌المللی تغییرات آب و هوایی (IPCC) در سال ۲۰۰٦، یک درصد از کل نیتروژن کود نیتروژن مصرف شده در هکتار به صورت N_2O-N انتشار می‌یابد (سنیدر و همکاران، ۲۰۰۹). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد میزان انتشار NO_X به اتمسفر برابر ۱۰ درصد میزان N_2O است (گاسول و همکاران، ۲۰۰۷).

ارزیابی اثرات

هدف از ارزیابی اثرات، تفسیر بیشتر ورودی‌ها و خروجی-های سامانه تولید بادام‌زمینی است که دارای سه مرحله طبقه-بندی، نرمال‌سازی و وزن‌دهی است (برنتراب و همکاران، ۲۰۰٤a).

طبقه‌بندی

Archive of SID

www.SID.ir

در این مرحله هرکدام از مقادیر انتشار یافته به محیط زیست و همین‌طور منابع استفاده شده در چرخه حیات محصول، به اثر زیست‌محیطی مربوطه نسبت داده شده، به این صورت که هر اثر زیست‌محیطی به شکل یک گروه تأثیر فرض کرده و ترکیبات مؤثر در آن قرار داده‌می‌شوند. در این مطالعه شش گروه تأثیر گرمایش جهانی، اسیدیته، اوتریفیکاسیون خشکی، تخلیه منابع فسیلی، تخلیه منابع فسفات و تخلیه منابع پتاسیم بررسی شد. در این مرحله پس از طبقه‌بندی اثرات باید شاخص هرگروه تأثیر محاسبه شود. شاخص هر گروه تأثیر i، با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد.

(۱)

$$ICI_i = \sum_j [(E_j \text{ or } R_j) \times CF_{ij}]$$

E_j یا R_j: انتشار ترکیب j یا مصرف منبع j بر هر واحد کارکردی، CF_{ij} فاکتور طبقه‌بندی برای ترکیب j سهیم در هر گروه تأثیر i است. فاکتور طبقه‌بندی در هر گروه تأثیر نشان‌دهنده پتانسیل آن ترکیب در ایجاد اثر مربوطه است. کارایی هر ترکیب در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳- طبقه‌بندی اثرات

گروه تأثیر (واحد)	ترکیبات	کارایی هر ترکیب	منبع
گرمایش جهانی ($kg\ CO_2\ eq$)	CH_4 , CO_2 , N_2O	۳۱۰، N_2O=۲۱، CH_4=۱CO_2=	(سنیدر و همکاران، ۲۰۰۹)
اسیدیته ($kg\ SO_2\ eq$)	NH_3 , SO_2 , NO_X	۱/۶، NH_3=۰/۵، NO_X=۱/۲SO_2=	(برنتراب و همکاران، ۲۰۰٤ a)
اتریفیکاسیون خشکی ($kg\ NO_x\ eq$)	NH_3 , NO_X	۱/۲، NO_X=٤/٤NH_3=	(نیکخواه و همکاران، ۲۰۱۵)
تخلیه منابع فسیلی (MJ)	مصرف سوخت دیزل	٥٦/۳۱	(طاهری راد و همکاران، ۱۳۹٤)
تخلیه منابع فسفات ($kg\ P_2O_5\ eq$)	مصرف فسفات	۰/۲۵	(برنتراب و همکاران، ۲۰۰٤ a)
تخلیه منابع پتاسیم ($kg\ K_2O\ eq$)	مصرف پتاسیم	۰/۱۰۵	(برنتراب و همکاران، ۲۰۰٤ a)

نرمال‌سازی

پس از تعیین شاخص طبقه‌بندی هر گروه تأثیر برای درک بهتر اهمیت مقادیر به دست آمده از مرحله نرمال‌سازی استفاده شد و شاخص طبقه‌بندی هر گروه با شاخص‌های مرجع مقایسه می‌شود. در واقع هدف این مرحله بی‌بعد کردن داده‌ها است (برنتراب و همکاران، ۲۰۰٤ a). فاکتور نرمال‌سازی گروه‌های تأثیر مختلف در جدول ٤ ارائه شده است. برای بدست آوردن شاخص‌های نرمال‌سازی، شاخص‌های طبقه‌بندی بر فاکتورهای نرمال‌سازی تقسیم می‌گردد.

وزن‌دهی

فاکتورهای وزن‌دهی پتانسیل آسیب هر گروه تأثیر را نشان می‌دهد. بزرگ‌تر بودن این فاکتور نشان می‌دهد که این گروه، پتانسیل بیشتری برای لطمه به محیط زیست دارد. فاکتور وزن-دهی گروه‌های تأثیر در جدول ٤ ارائه شده است. در انتها با ضرب کردن شاخص‌های نرمال‌سازی بر فاکتورهای وزن‌دهی، شاخص نهایی بدست می‌آید (سلطانعلی و همکاران، ۲۰۱۵).

جدول ٤- فاکتورهای وزن‌دهی و نرمال‌سازی

گروه تأثیر	فاکتورهای نرمال‌سازی (واحد)	فاکتور وزن‌دهی	منبع
گرمایش جهانی	۸۱٤۳ ($kg\ CO_2\ eq$)	۱/۰۵	(میرحاجی و همکاران، ۲۰۱۳)
اسیدیته	۵۲ ($kg\ SO_2\ eq$)	۱/۸	(میرحاجی و همکاران، ۲۰۱۳)
اتریفیکاسیون خشکی	٦۳ ($kg\ NO_x\ eq$)	۱/٤	(میرحاجی و همکاران، ۲۰۱۳)
تخلیه منابع فسیلی	۳۹۱٦۷ (MJ)	۱/۱٤	(میرحاجی و همکاران، ۲۰۱۳)
تخلیه منابع فسفات	۷/٦٦ ($kg\ P_2O_5\ eq$)	۱/۲۰	(برنتراب و همکاران، ۲۰۰٤ a)
تخلیه منابع پتاسیم	۸/۱٤ ($kg\ K_2O\ eq$)	۰/۳۰	(برنتراب و همکاران، ۲۰۰٤ a)

تفسیر اثرات

گروه‌های تأثیر زیست‌محیطی گرمایش جهانی، اسیدیته و اتریفیکاسیون خشکی جزء گروه‌های شاخص زیست‌محیطی

Archive of SID
www.SID.ir

محسوب می‌شوند[1]. این در حالی است که گروه‌های تأثیر تخلیه منابع فسیلی، تخلیه منابع فسفات و تخلیه منابع پتاسیم جز گروه-های تأثیر تخلیه منابع[2] می‌باشند. گروه‌های تأثیر تخلیه منابع، چالشی برای آیندگان محسوب می‌شوند، در حالی که اثرات زیست‌محیطی گروه‌های تأثیر شاخص زیست‌محیطی، در مدت زمان نسبتاً کوتاه‌تری قابل مشاهده‌اند (سلطانعلی و همکاران، ۲۰۱۵).

شاخص زیست‌محیطی (EcoX)

هرچه شاخص زیست‌محیطی بزرگ‌تر باشد، نشان‌دهنده‌ی پتانسیل بیشتر در آسیب به محیط زیست است. با ضرب کردن نتایج نرمال‌سازی هر گروه تأثیر در فاکتور وزن‌دهی مربوط به آن و سپس جمع آنها، شاخص زیست‌محیطی برای یک محصول یا سامانه خاص طبق رابطه‌ی ۲ بدست می‌آید (فلاح‌پور و همکاران، ۲۰۱۲).

(۲)

$$EcoX = \sum_i [E_i \times WF_i]$$

EcoX: شاخص زیست‌محیطی در واحد کارکردی برای تأثیرات زیست‌محیطی، N_i: نتایج نرمال‌سازی برای گروه تأثیر i در هر واحد کارکردی و WF_i: فاکتور وزن‌دهی برای هرگروه تأثیر i است.

شاخص تخلیه منابع (RDI)

هرچه گروه‌های تأثیر مربوط به تخلیه منابع بیشتر باشد، برای آیندگان مخاطرات بیشتری را به همراه خواهند داشت. همانند شاخص زیست‌محیطی با ضرب کردن نتایج نرمال‌سازی هر گروه تأثیر تخلیه منابع در فاکتور وزن‌دهی مربوط به آن و سپس جمع آنها، شاخص تخلیه منابع برای یک محصول یا سامانه خاص طبق رابطه‌ی ۳ بدست می‌آید (برنتراب و همکاران، ۲۰۰٤ a).

(۳)

$$RDI = \sum_i [E_i \times WF_i]$$

RDI: شاخص تخلیه منابع برای هر واحد کارکردی است، N_i: نتایج نرمال‌سازی برای گروه تأثیر i در هر واحد کارکردی و WF_i: فاکتور وزن‌دهی برای هرگروه تأثیر i است.

داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و MSTAT-C مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. علاوه بر تجزیه واریانس از مقایسه میانگین داده‌ها به روش LSD برای تحلیل نتایج بدست آمده و رسم نمودار استفاده شد. تحلیل‌های مربوطه به روش ارزیابی چرخه حیات نیز با استفاده از نرم افزار MATLAB2014b انجام گردید.

نتایج و بحث

میانگین عملکرد و انرژی خروجی تولید بادام‌زمینی در سطوح مختلف مصرف کود نیتروژن در جدول ۵ مشخص گردیده است. همانطور که مشاهده می‌شود در تیمارهای شاهد، ۳۰ و ٦۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن در هکتار، عملکرد به ترتیب ۱٦۸٤، ۲۵۰۵ و ۳۵۱۳ کیلوگرم در هکتار عملکرد حاصل شد. در مطالعه دیگری با میانگین مصرف حدود ۵۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، عملکرد بادام‌زمینی ۳۲۱۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (نیکخواه و همکاران، ۲۰۱۵).

در جدول ٦ میزان مصرف چهار نهاده سوخت دیزل، کود نیتروژن، کود فسفر و کود پتاسیم به‌ازای تولید یک تن بادام زمینی و تولید ۱۰۰۰ مگاژول انرژی آورده شده است. در این مطالعه برای تخلیه منابع فسیلی سوخت گازوئیل برای تولید و خشک کردن بادام زمینی در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که برای تولید و خشک کردن یک تن بادام‌زمینی در تیمارهای شاهد، ۳۰ و ٦۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن در هکتار به ترتیب ۱۰۲/٤۳، ٦۸/۸۵ و ٤۹/۱۰ لیتر سوخت دیزل مصرف شد. همان‌طور که مشاهده می‌شود برای تولید هر تن محصول با افزایش مقدار مصرف نیتروژن، مقدار کم‌تری نهاده سوخت دیزل مصرف می‌گردد. نتایج تحقیقات دیگر نشان داد که برای تولید و خشک کردن یک تن بادام زمینی در گیلان ۵٦/٦۷ (نیکخواه و همکاران، ۲۰۱۵) و ۳٦/٦۳ (فیروزی و نیکخواه، ۲۰۱۵) لیتر گازوئیل مصرف می‌شود. میزان مصرف گازوئیل برای تولید یک تن برنج در استان گیلان ۲۵/۰۸ لیتر (پیشگار کومله و همکاران، ۲۰۱۱) و برای تولید یک تن سویا در کردکوی ۸۷/۷۸ لیتر (رمدانی و همکاران، ۲۰۱۱) گزارش شده است. در مجموع میزان مصرف سوخت برای تولید یک تن بادام‌زمینی از مصول برنج بیشتر ولی از سویا کمتر می‌باشد. میزان مصرف کود نیتروژن برای سه سطح اعمال شده در این مطالعه به ترتیب صفر، ۱۱/۹۷ و ۱۷/۰۸ کیلوگرم به ازای تولید هر تن محصول بادام‌زمینی بدست آمد. با توجه به اینکه میزان مصرف فسفر و پتاسیم در تمامی کرت‌های آزمایشی ثابت بود، لذا با افزایش عملکرد بادام‌زمینی در واحد سطح مقادیر مصرف آن‌ها در واحد تولید یک تن یا ۱۰۰۰ مگاژول انرژی تولیدی روندی کاهشی بود.

1- Eco-Index (EcoX)
2- Resource depletion index

Archive of SID

www.SID.ir

میانگین مصرف کود فسفر و پتاسیم در این مطالعه به ترتیب ۱۰/۶۵ و ۸/۴۶ کیلوگرم به ازای تولید هرتن بادام‌زمینی به‌دست آمد. در مطالعه دیگری نیز مصرف کود فسفر و پتاسیم به ترتیب ۷/۴۴ و ۶/۸۱ کیلوگرم به ازای تولید هرتن بادام زمینی گزارش شده است (نیکخواه و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین فیروزی و نیکخواه (فیروزی و نیکخواه، ۲۰۱۵) نیز در نظام تک کشتی بادام‌زمینی میزان مصرف کود فسفر و پتاسیم را به ترتیب ۲۴/۵۶ و ۱۹/۸۶ کیلوگرم به ازای تولید هرتن بادام‌زمینی و در نظام کشت مخلوط به ترتیب ۱۲/۵۹ و ۹/۹۵ کیلوگرم به ازای تولید هرتن بادام زمینی گزارش کرده‌اند.

جدول ۵- میانگین عملکرد بادام زمینی و انرژی حاصل از آن در تیمارهای مختلف نیتروژن

تیمارهای نیتروژن / نوع محصول	عملکرد ($Kg.ha^{-1}$)			انرژی خروجی ($MJ.ha^{-1}$)		
	شاهد	۳۰ کیلوگرم	۶۰ کیلوگرم	شاهد	۳۰ کیلوگرم	۶۰ کیلوگرم
دانه بادام زمینی	۱۲۶۳/۰۰	۱۸۷۹/۰۰	۲۶۳۵/۰۰	۳۱۵۷۵/۰۰	۴۶۹۷۵/۰۰	۶۵۸۷۵/۰۰
پوست بادام زمینی	۴۲۱/۰۰	۶۲۶/۳۳	۸۷۸/۳۳	۸۱۳۷/۹۳	۱۲۱۰۷/۰۲	۱۶۹۷۸/۱۸
کل غلاف بادام زمینی	۱۶۸۴/۰۰	۲۵۰۵/۳۳	۳۵۱۳/۳۳	۳۹۷۱۲/۹۳	۵۹۰۸۲/۰۲	۸۲۸۵۳/۱۸

جدول ۶- میانگین میزان مصرف نیتروژن، فسفات، پتاسیم و سوخت گازوئیل در تیمارهای مختلف نیتروژن

تیمارهای نیتروژن / منابع	میزان مصرف (واحد بر تن)			میزان مصرف (واحد بر ۱۰۰۰ مگاژول انرژی تولیدی)			
	شاهد	۳۰ کیلوگرم	۶۰ کیلوگرم	میانگین	شاهد	۳۰ کیلوگرم	۶۰ کیلوگرم	میانگین
سوخت دیزل (لیتر)	۱۰۲/۴۳	۶۸/۸۵	۴۹/۱۰	۷۳/۴۶	۴/۳۴	۲/۹۲	۲/۰۸	۳/۱۱
نیتروژن (کیلوگرم)	۰/۰۰	۱۱/۹۷	۱۷/۰۸	۹/۶۸	۰/۰۰	۰/۵۱	۰/۷۲	۰/۴۱
فسفر (کیلوگرم)	۱۴/۸۵	۹/۹۸	۷/۱۲	۱۰/۶۵	۰/۶۳	۰/۴۲	۰/۳۰	۰/۴۵
پتاسیم (کیلوگرم)	۱۱/۸۸	۷/۹۸	۵/۶۹	۸/۴۶	۰/۵۰	۰/۳۴	۰/۲۴	۰/۳۶

جدول ۷- آلاینده‌های منتشر شده در تولید بادام زمینی در تیمارهای مختلف نیتروژن

تیمارهای نیتروژن / منبع انتشار	ترکیبات انتشار یافته	میزان انتشار (کیلوگرم به ازای تولید یک تن بادام زمینی)			میزان انتشار (کیلوگرم به ازای تولید ۱۰۰۰ مگاژول انرژی)		
		شاهد	۳۰ کیلوگرم	۶۰ کیلوگرم	شاهد	۳۰ کیلوگرم	۶۰ کیلوگرم
کود اوره	NH_3	–	۲/۴۵۶	۳/۵۰۵	–	۰/۱۰۵	۰/۱۴۸
کود اوره	N_2O	–	۰/۴۱۹	۰/۵۹۷	–	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
سوخت دیزل	N_2O	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۰۱۸	۰/۰۲۵
کود اوره	NO_X	–	۰/۰۵۶	۰/۰۸۰	–	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳
سوخت دیزل	NO_X	۲/۳۹۳	۱/۶۰۸	۱/۱۴۷	۰/۰۷۸	۰/۰۶۸	۰/۰۴۹
کود اوره	CO_2	–	۱۰/۹۸۸	۱۵/۶۷۹	–	۰/۴۶۸	۰/۶۶۱
سوخت دیزل	CO_2	۳۲۰/۵۱۱	۲۱۵/۴۳۶	۱۵۳/۶۳۷	۱۰/۴۵۱	۹/۱۳۷	۶/۵۰۸
کود اوره	CH_4	–	۰/۰۱۰	۰/۰۱۵	–	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱
سوخت دیزل	CH_4	۰/۴۷۲	۰/۳۱۷	۰/۲۲۶	۰/۰۱۵	۰/۰۱۳	۰/۰۱۰
کود اوره	SO_2	–	۰/۰۱۶	۰/۰۲۳	–	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
سوخت دیزل	SO_2	۰/۶۴۷	۰/۴۳۵	۰/۳۱۰	۰/۰۲۱	۰/۰۱۸	۰/۰۱۳

Archive of SID
www.SID.ir

میزان آلاینده‌های انتشار یافته در تولید بادام‌زمینی بر مبنای تیمارهای مختلف نیتروژن در جدول ۷ ارائه شده است. میزان انتشار آلاینده‌های NH_3، N_2O، NO_X، CO_2، CH_4 و SO_2 برای تولید یک تن بادام‌زمینی در تیمار شاهد به ترتیب صفر، ۰/۰۰٤، ۰/۰۰٤، ۲/٤٥۰، ۳۳۰/۱۰٤، ۰/٤۹۰ و ۰/۷٦۷ کیلوگرم به ازای هر تن بادام‌زمینی محاسبه گردید. به همین ترتیب در تیمار مصرف ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۲/٤٦، ۰/٤۲، ۱/۷۰، ۲۳۲/۸۷، ۰/۳٤ و ۰/۵۳ کیلوگرم به ازای هر تن بادام زمینی مشاهده شد. این مقادیر در تیمار مصرف ٦۰ کیلوگرم نیتروژن نیز به ترتیب به مقادیر ۳/۵۱، ۰/٦۰، ۱/۲۵، ۱۷۳/۹۲، ۰/۲۵، ۰/۳۹ کیلوگرم به ازای هر تن بادام زمینی تغییر کرد. همانطور که ملاحظه می‌شود با افزایش مصرف نیتروژن در هکتار انتشار NH_3، N_2O روند افزایشی به ازای تولید هر تن بادام-زمینی داشت. در عین حالی با افزایش مصرف نیتروژن در هکتار، انتشار NO_X، CO_2، CH_4 و SO_2 به ازای هرتن تولید روندی کاهشی را نشان داد.

شاخص‌های طبقه‌بندی گروه‌های تاثیر به ازای تولید یک تن بادام‌زمینی و همچنین به ازای تولید ۱۰۰۰ مگاژول انرژی تولیدی به ترتیب در جدول‌های ۸ و ۹ آورده شده است. شاخص‌های نرمال‌سازی و شاخص‌های وزن داده شده نیز در این جداول قابل مشاهده است که در انتها برای محاسبه شاخص زیست‌محیطی (EcoX) و شاخص تخلیه منابع (RDI) مورد استفاده قرار می-گیرند.

پتانسیل گرمایش جهانی تولید هر تن بادام‌زمینی برای تیمارهای مختلف نیتروژن (شاهد، ۳۰ و ٦۰ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب برابر با ۳٤۱/۵۳، ۳۷۰/۵۷ و ۳٦٤/۹۲ کیلوگرم معادل دی‌اکسیدکربن بود. در مطالعه دیگری پتانسیل گرمایش جهانی برای تولید هر تن بادام‌زمینی معادل ۳۱۱ $kg\ CO_2\ eq$ گزارش شد (نیکخواه و همکاران، ۲۰۱۵). فیروزی و نیکخواه (۲۰۱۵) نیز در نظام‌های تک‌کشتی بادام‌زمینی و کشت مخلوط بادام‌زمینی-لوبیا به ترتیب ۲۵٤/۷۳ $kg\ CO_2\ eq$ و ۱۷٤/٤۳ $kg\ CO_2\ eq$ گزارش نمودند. در مطالعه این محققان گزارش شده بود که در نظام تک‌کشتی بادام‌زمینی کود نیتروژن بیشتری مصرف می‌شد. شاخص طبقه‌بندی گروه تأثیر گرمایش جهانی در بخش زراعی تولید گندم ۱۱۹/۵ $kg\ CO_2\ eq$ (وانگ و همکاران، ۲۰۰۷)، برای تولید یک تن چغندرقند ۲۲/۹ $kg\ CO_2\ eq$ (میرحاجی و همکاران، ۲۰۱۲) گزارش شده است. نتایج بیانگر پتانسیل گرمایش جهانی نسبتاً زیاد تولید بادام‌زمینی در استان گیلان در مقایسه با این محصولات است که از دلایل این امر، مصرف نسبتاً زیاد سوخت دیزل برای تولید بادام‌زمینی در منطقه می‌باشد.

جدول ۸- نتایج ارزیابی میانگین اثرات برای تولید یک تن بادام زمینی

تیمارهای نیتروژن / گروه تأثیر	شاخص طبقه‌بندی			شاخص نرمال‌سازی			شاخص نهایی	
	شاهد	۳۰ کیلوگرم	٦۰ کیلوگرم	شاهد	۳۰ کیلوگرم	٦۰ کیلوگرم	شاهد	۳۰ کیلوگرم	٦۰ کیلوگرم
گرمایش جهانی	($kgCO_2eq$) ۳٤۱/۵۳	($kgCO_2eq$) ۳۷۰/۵۷	($kgCO_2eq$) ۳٦٤/۹۲	۰/۰٤	۰/۰۵	۰/۰٤	۰/۰٤	۰/۰۵	۰/۰۵
اسیدیته	($kgSO_2eq$) ۲/۱۵	($kgSO_2eq$) ۵/٤۲	($kgSO_2eq$) ٦/۷۱	۰/۰٤	۰/۱۰	۰/۱۳	۰/۰۷	۰/۱۹	۰/۲۳
اتریفیکاسیون خشکی	($kgNO_xeq$) ۲/۹٦	($kgNO_xeq$) ۱۲/۸٦	($kgNO_xeq$) ۱٦/۹۳	۰/۰۵	۰/۲۰	۰/۲۷	۰/۰۷	۰/۲۹	۰/۳۸
تخلیه منابع فسیلی	(MJ) ۵۷٦۷/۸۳	(MJ) ۳۸۷٦/۹٤	(MJ) ۲۷٦٤/۸۲	۰/۱۵	۰/۱۰	۰/۰۷	۰/۱۷	۰/۱۱	۰/۰۸
تخلیه منابع فسفات	(kgP_2O_5eq) ۳/۷۱	(kgP_2O_5eq) ۲/۵۰	(kgP_2O_5eq) ۱/۷۸	۰/٤۸	۰/۳۳	۰/۲۳	۰/۵۸	۰/۳۹	۰/۲۸
تخلیه منابع پتاسیم	(kgK_2Oeq) ۱/۲۵	(kgK_2Oeq) ۰/۸٤	(kgK_2Oeq) ۰/٦۰	۰/۱۵	۰/۱۰	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۲

Archive of SID

www.SID.ir

شاخص طبقه‌بندی گروه تاثیر اسیدیته برای تولید یک تن بادام‌زمینی برای تیمارهای مختلف نیتروژن (شاهد، ۳۰ و ٦۰ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب برابر با ۲/۱۵، ۵/٤۲ و ٦/۷۱ بر حسب kg SO_2 eq محاسبه شد. همچنین در مطالعه دیگری این شاخص با میانگین مصرف حدود ۵۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، ٦/۲۵ kg SO_2 eq گزارش شده است (نیکخواه و همکاران، ۲۰۱۵). فیروزی و نیکخواه (۲۰۱۵) نیز در نظام‌های تک‌کشتی بادام‌زمینی و کشت مخلوط بادام‌زمینی- لوبیا به ترتیب ۵/۸۸ kg SO_2 eq و ۳/۵۹ kg SO_2 eq گزارش کردند. در تحقیقی روی تولید گندم این شاخص ٤ kg SO_2 eq بدست آمد (وانگ و همکاران، ۲۰۰۷). شاخص طبقه‌بندی گروه تاثیر اسیدیته برای تولید کلزا و آفتابگردان در شیلی به ترتیب kg SO_2 eq ۱۹ و ۲۳ محاسبه شد (ایریارت و همکاران، ۲۰۱۰).

شاخص طبقه‌بندی گروه تأثیر اوتریفیکاسیون خشکی برای تولید یک تن بادام‌زمینی برای تیمارهای مختلف نیتروژن (شاهد، ۳۰ و ٦۰ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب برابر با ۲/۹٦، ۱۲/۸٦ و ۱٦/۹۳ بر حسب kg NO_x eq محاسبه شد. این شاخص در شرایطی که میانگین مصرف نیتروژن ۵۲ کیلوگرم در هکتار بود، ۱٦/۲۲ kg NO_x eq گزارش شد (نیکخواه و همکاران، ۲۰۱۵). شاخص طبقه‌بندی اوتریفیکاسیون برای تولید کلزا و آفتابگردان نیز در شیلی به ترتیب ۷/۲ kg NO_x eq و ۹ محاسبه شد (ایریارت و همکاران، ۲۰۱۰).

تخلیه منابع فسیلی به ترتیب ۵۷٦۷، ۳۸۷٦ و ۲۷٦٤ بر حسب MJ برای تیمارهای مختلف نیتروژن (شاهد، ۳۰ و ٦۰ کیلوگرم در هکتار) بود. همچنین تخلیه منابع فسفات با مقادیر ۳/۷۱، ۲/۵۰ و ۱/۷۸ بر حسب kg P_2O_5 eq به ترتیب متعلق به تیمارهای شاهد، ۳۰ و ٦۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن در هکتار بود. به همین ترتیب تیمارها تخلیه منابع پتاسیم نیز ۱/۲۵، ۰/۸٤ و ۰/٦۰ برحسب kg K_2O eq بدست آمد (جدول ۸).

جدول ۹- نتایج ارزیابی میانگین اثرات برای تولید ۱۰۰۰ مگاژول انرژی

تیمارهای نیتروژن / گروه تأثیر	شاخص طبقه‌بندی			شاخص نرمال‌سازی			شاخص نهایی		
	شاهد	۳۰ کیلوگرم	٦۰ کیلوگرم	شاهد	۳۰ کیلوگرم	٦۰ کیلوگرم	شاهد	۳۰ کیلوگرم	٦۰ کیلوگرم
گرمایش جهانی	(kgCO_2eq) ۱//۲٤	(kgCO_2eq) ۱۵/۷٤	(kgCO_2eq) ۱۵/٤۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲
اسیدیته	(kgSO_2eq) ۰/۰۷	(kgSO_2eq) ۰/۲۳	(kgSO_2eq) ۰/۲۸	۰/۰۰۱	۰/۰۰٤	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲	۰/۰۰۸	۰/۰۱۰
اتریفیکاسیون خشکی	(kgNO_xeq) ۰/۱۰	(kgNO_xeq) ۰/۵۵	(kgNO_xeq) ۰/۷۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۹	۰/۰۱۱	۰/۰۰۲	۰/۰۱۲	۰/۰۱٦
تخلیه منابع فسیلی	۱۸۸/۰۸ (MJ)	۱٦٤/٤۳ (MJ)	۱۱۷/۱۲ (MJ)	۰/۰۰۵	۰/۰۰٤	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳
تخلیه منابع فسفات	(kgP_2O_5eq) ۰/۱٦	(kgP_2O_5eq) ۰/۱۱	(kgP_2O_5eq) ۰/۰۸	۰/۰۲۱	۰/۰۱٤	۰/۰۱۰	۰/۰۲۵	۰/۰۱٦	۰/۰۱۲
تخلیه منابع پتاسیم	(kgK_2Oeq) ۰/۰۵	(kgK_2Oeq) ۰/۰٤	(kgK_2Oeq) ۰/۰۳	۰/۰۰٦	۰/۰۰٤	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین سطوح مختلف نیتروژن تفاوت معنی‌داری از لحاظ عملکرد بادام‌زمینی در واحد سطح وجود داشت (جدول ۱۰). افزایش نیتروژن گیاه، زمینه را برای بالا بردن مقدار کلروفیل در برگ فراهم می‌کند و افزایش عملکرد را به همراه دارد (پنج‌تن‌دوست، ۲۰۰۸). در مطالعه مشابه نیز بیشترین میانگین عملکرد غلاف بادام‌زمینی مربوط به تیمار کودی ٦۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود (گوهری و نورحسینی، ۲۰۱۰).

نتایج تجزیه واریانس اثرات زیست‌محیطی و تخلیه منابع نیز

Archive of SID

www.SID.ir