



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: ۹۵/۶/۸

چکیده

به منظور ارزیابی اثرات زیست محیطی نظام تولید بادام زمینی بر مبنای مصرف کود نیتروژن تحقیقی به روش ارزیابی چرخه حیات در منطقه آستانه اشرفیه در سال ۱۳۹۴ انجام گرفت. بدین منظور، آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه سطح مصرف نیتروژن (شاهد، ۳۰ و ۶۰ 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 بادام زمینی و تولید ۱۰۰۰ مگاژول انرژی مطالعه شدند. نتایج نشان داد که شاخص زیست محیطی (Eco-X) در تولید یک تن بادام زمینی با در نظر گرفتن گرمایش جهانی، اسیدیته و اوتریفیکاسیون خشکی برای تیمارهای شاهد، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن در هکتار به ترتیب ۰/۱۸، ۰/۵۲ و ۰/۶۶ به دست آمد. شاخص تخلیه منابع (RDI) نیز برای تولید یک تن بادام زمینی با در نظر گرفتن مصرف سوخت دیزل، مصرف کود فسفات و مصرف کود پتاسیم برای تیمارهای شاهد، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن در هکتار به ترتیب ۰/۸۰، ۰/۵۳ و ۰/۳۰ محاسبه شد. در مجموع، گروه‌های تأثیر زیست محیطی (گرمایش جهانی، اسیدیته و اوتریفیکاسیون 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: ۱۷۳-۱۵۶.

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

مقدمه

در مطالعه‌ای خرم‌دل و همکاران (۲۰۱۴) با ارزیابی اثرات زیست‌محیطی نظام‌های تولید گندم کشور اظهار داشتند که مصرف نیتروژن تا ۲۲۰ و ۶۰ 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 (۲۰۰۴b) با مصرف ۱۴۴ 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 ایلپوتیس 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 تأثیر 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 می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه و اجرای طرح آزمایشی

تحقیق حاضر در شهرستان آستانه‌اشرفیه واقع در شمال ایران، در محدوده‌ی عرض جغرافیایی ۱۶° ۳۷ شمالی و طول جغرافیایی ۵۶° ۴۹ شرقی با ارتفاع متوسط سه متر از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۹۴ انجام شد. یک آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه سطح نیتروژن (شاهد، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم) و در سه تکرار انجام شد. جهت تعیین ویژگی‌های خاک محل آزمایش، ۶ 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

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، ۲۰۱۴). در سال‌های گذشته، استفاده از کود اوره در ایران از مرسوم‌ترین روش‌ها جهت تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاهان زراعی و در نتیجه افزایش عملکرد آنها بوده است. این کود حاوی ۴۶ درصد نیتروژن می‌باشد (اردل و همکاران، ۲۰۰۷)، که با توجه به حمایت‌های جهاد کشاورزی ایران در دهه گذشته مصرف این کود به سطح نسبتاً 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 همکاران، 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، ۲۰۱۴). آبشویی نترات 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 نهاده‌های پراثری 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 (۵۵-۴۳ درصد) و پروتئین (۲۸-۲۵ درصد) کشت می‌شود (حسین‌زاده و همکاران، ۲۰۰۹). سطح زیر کشت بادام زمینی در دنیا حدود ۲۴/۰۷ میلیون هکتار است که ۱۱/۴۵ میلیون هکتار آن در آسیا قرار دارد. تولید جهانی غلاف بادام زمینی ۳۷/۶۴ 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).

۱۰ سانتی متری از بذرهای کشت شده و در عمق ۵ تا ۱۰ سانتی-متری خاک جایگذاری شدند. فسفر و پتاسیم مورد نیاز نیز به ترتیب از منبع K_2O و P_2O_5 با مقادیر ۲۵ و ۲۰ کیلوگرم در هکتار در بین ردیف‌های کاشت و به صورت نواری و در عمق ۵ تا ۱۰ سانتی متری خاک قرار داده شدند. بذرها قبل از کاشت با قارچ کش تیرام به نسبت دو در هزار ضدعفونی شد. در طول رشد بوته‌ها کنترل علف‌های هرز نیز به صورت دستی انجام گرفت. در انتها نمونه برداری 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 ۴۸ 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.

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 ۳×۴ متر ایجاد گردید. کاشت بذرهای بادام‌زمینی در اواخر اردیبهشت ۱۳۹۴ 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 ۱۳۵۶ توسط بخش تحقیقات دانه‌های 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، ۱۳۹۵). بذرها با آرایش کاشت مربع و با فاصله ۴۰×۴۰ سانتی متر و در عمق ۴ سانتی متری خاک کشت شدند (بل و همکاران، ۱۹۸۷؛ گاردنر و اوما، ۱۹۸۸؛ میشر و سینگل، ۱۹۸۹). تراکم بوته‌ها معادل ۶۲۵۰۰ بوته در هکتار بود. در زمان کاشت سطوح مختلف نیتروژن از منبع اوره (حاوی ۴۶ 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

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	۲۰/۵	۳۲/۵	۴۷	۱۹۶/۷	۷/۶۷	۰/۰۵۳	۱۶۴/۷	۲/۵

روش ارزیابی چرخه حیات

پژوهش بررسی اثرات زیست محیطی تولید بادام زمینی سطوح مختلف مصرف کود نیتروژن در قالب گروه‌های تأثیر گرمایش جهانی، اسیدیته، اوتریفیکاسیون خشکی، تخلیه منابع فسفوری، 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.

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 زیست محیطی و تفسیر آن‌ها تقسیم‌بندی می‌شود (ایریارت و همکاران، ۲۰۱۰؛ خانعلی و همکاران، ۲۰۱۶). در ذیل این چهار بخش به تفکیک آورده شده 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:

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 (باستی و همکاران، ۲۰۱۶؛ بوجاکا و همکاران، ۲۰۱۴؛ فلاح‌پور و همکاران، ۲۰۱۲). هدف از این

ورودی‌های سامانه

شد. مقادیر مصرف کودهای شیمیایی 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، ۲۰۰۴؛ فاسینا، ۲۰۰۸). در این مطالعه پوست بادام زمینی با تقریبی برابر با ۲۵ درصد وزن بادام زمینی 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 بادام زمینی و تولید ۱۰۰۰ مگاژول انرژی برآورد شد.

به طور کلی در تولید محصولات در ایران، چهار نهاده سوخت دیزل، کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفات و پتاسیم به عنوان ورودی‌های با پتانسیل آلاینده‌گی زیست محیطی در نظر گرفته می‌شوند (میرحاجی و همکاران، ۲۰۱۳؛ نیکخواه و همکاران، ۲۰۱۵؛ نیکخواه و همکاران، ۲۰۱۶). 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 گازوئیل در واحد سطح هکتار برآورد

جدول ۲- میزان انرژی معادل با عملکرد بادام زمینی

منبع	انرژی معادل ($MJ.Kg^{-1}$)	نوع محصول
اوزکان و همکاران، ۲۰۰۴	۲۵	دانه بادام زمینی
فاسینا، ۲۰۰۸	۱۹/۹۳	پوست بادام زمینی

انتشار آلاینده‌ها

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؛ گوپس 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 مجمع بین‌المللی تغییرات آب و هوایی (IPCC) در سال ۲۰۰۶، 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).

مطابق روش ارزیابی چرخه حیات، آلاینده‌های منتشر شده در جریان تولید بادام زمینی 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 آلاینده‌های 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 CO_2 ، N_2O و CH_4 از سوختن هر لیتر گازوئیل طبق مطالعات صورت گرفته (تزیلیواکس و همکاران، ۲۰۰۵) برابر ۲/۷۳ کیلوگرم دی اکسید کربن، $18/1 \times 10^{-6}$ کیلوگرم اکسید نیتروژن و 173×10^{-6} کیلوگرم متان است و میزان انتشار آلاینده‌های NO_x و SO_2 به ازای سوختن هر لیتر گازوئیل به ترتیب برابر $22/2 \times 10^{-3}$ و 4×10^{-3} کیلوگرم است (دهقانی، ۲۰۰۷).

میزان انتشار مستقیم انواع ترکیبات نیتروژنه از اوره

ارزیابی اثرات

هدف از ارزیابی اثرات، تفسیر بیشتر ورودی‌ها و خروجی‌های سامانه تولید بادام زمینی است که دارای سه مرحله طبقه‌بندی، نرمال‌سازی و وزن‌دهی است (برنتراب و همکاران، ۲۰۰۴a).

طبقه‌بندی

محاسبه شود. شاخص هر گروه تأثیر i ، با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد.

(۱)

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

E_j یا R_j : انتشار ترکیب j یا مصرف منبع j بر هر واحد کارکردی، CF_{ij} : فاکتور طبقه‌بندی برای ترکیب j سهم 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.

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 داده می‌شوند. در این مطالعه شش گروه تأثیر گرمایش جهانی، اسیدیته، اتریفیکاسیون خشکی، تخلیه منابع فسفیلی، تخلیه منابع فسفات و تخلیه منابع پتاسیم بررسی شد. در این مرحله پس از طبقه‌بندی اثرات باید شاخص هرگروه تأثیر

جدول ۳- طبقه‌بندی اثرات

منبع	کارایی هر ترکیب	ترکیبات	گروه تأثیر (واحد)
(سنیدر و همکاران، ۲۰۰۹)	$310, N_2O=21, CH_4=1CO_2=$	CH_4, CO_2, N_2O	گرمایش جهانی (kg CO ₂ eq)
(برنتراب و همکاران، ۲۰۰۴ a)	$1/6, NH_3=1/5, NO_x=1/2SO_2=$	NH_3, SO_2, NO_x	اسیدیته (kg SO ₂ eq)
(نیکخواه و همکاران، ۲۰۱۵)	$1/2, NO_x=4/4NH_3=$	NH_3, NO_x	اتریفیکاسیون خشکی (kg NO _x eq)
(طاهری راد و همکاران، ۱۳۹۴)	۵۶۳۱	مصرف سوخت دیزل	تخلیه منابع فسفیلی (MJ)
(برنتراب و همکاران، ۲۰۰۴ a)	۰/۲۵	مصرف فسفات	تخلیه منابع فسفات (kg P ₂ O ₅ eq)
(برنتراب و همکاران، ۲۰۰۴ a)	۰/۱۰۵	مصرف پتاسیم	تخلیه منابع پتاسیم (kg K ₂ O eq)

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، ۲۰۰۴ a). فاکتور نرمال‌سازی گروه‌های تأثیر مختلف در جدول ۴ 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 ۴ ارائه شده است. در انتها با ضرب کردن شاخص‌های نرمال‌سازی بر فاکتورهای وزن‌دهی، شاخص نهایی بدست می‌آید (سلطانعلی و همکاران، ۲۰۱۵).

جدول ۴- فاکتورهای وزن‌دهی و نرمال‌سازی

منبع	فاکتور وزن‌دهی	فاکتورهای نرمال‌سازی (واحد)	گروه تأثیر
(میرحاجی و همکاران، ۲۰۱۳)	۱/۰۵	(kg CO ₂ eq) ۸۱۴۳	گرمایش جهانی
(میرحاجی و همکاران، ۲۰۱۳)	۱/۸	(kg SO ₂ eq) ۵۲	اسیدیته
(میرحاجی و همکاران، ۲۰۱۳)	۱/۴	(kg NO _x eq) ۶۳	اتریفیکاسیون خشکی
(میرحاجی و همکاران، ۲۰۱۳)	۱/۱۴	(MJ) ۳۹۱۶۷	تخلیه منابع فسفیلی
(برنتراب و همکاران، ۲۰۰۴ a)	۱/۲۰	(kg P ₂ O ₅ eq) ۷/۶۶	تخلیه منابع فسفات
(برنتراب و همکاران، ۲۰۰۴ a)	۰/۳۰	(kg K ₂ O eq) ۸/۱۴	تخلیه منابع پتاسیم

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

تفسیر اثرات

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 بادام زمینی در سطوح مختلف مصرف کود نیتروژن در جدول ۵ مشخص گردیده است. همانطور که مشاهده می‌شود در تیمارهای شاهد، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن در هکتار، عملکرد به ترتیب ۱۶۸۴، ۲۵۰۵ و ۳۵۱۳ کیلوگرم در هکتار عملکرد حاصل شد. در مطالعه دیگری با میانگین مصرف حدود ۵۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، عملکرد بادام زمینی ۳۲۱۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (نیکخواه و همکاران، ۲۰۱۵).

در جدول ۶ میزان مصرف چهار نهاده سوخت دیزل، کود نیتروژن، کود فسفر و کود پتاسیم به ازای 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 بادام زمینی در تیمارهای شاهد، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن در هکتار به ترتیب ۱۰۲/۴۳، ۶۷/۸۵ و ۴۹/۱۰ 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 ۵۶/۶۷ (نیکخواه و همکاران، ۲۰۱۵) و ۳۶/۶۳ (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 بادام زمینی 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 بادام زمینی بدست آمد. با توجه به اینکه میزان مصرف فسفر و پتاسیم در تمامی کرت‌های آزمایشی ثابت بود، لذا با افزایش عملکرد بادام زمینی در واحد سطح مقادیر مصرف آن‌ها در واحد تولید یک تن یا ۱۰۰۰ مگاژول انرژی تولیدی روندی کاهشی بود.

محسوب می‌شوند. این در حالی است که گروه‌های تأثیر تخلیه منابع فسیلی، تخلیه منابع فسفات و تخلیه منابع پتاسیم جز گروه‌های تأثیر تخلیه منابع^۲ 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 (سلطانعلی و همکاران، ۲۰۱۵).

شاخص زیست محیطی (EcoX)

هرچه شاخص زیست محیطی 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 زیست محیطی 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 زیست محیطی در واحد کارکردی برای تأثیرات زیست محیطی، N_i : نتایج نرمال‌سازی برای گروه تأثیر i در هر واحد کارکردی و WF_i : فاکتور وزن‌دهی برای هر گروه 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 زیست محیطی 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، ۲۰۰۴ a).

(۳)

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

RDI: شاخص 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 هر گروه تأثیر i است. داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم‌افزارهای Excel و MSTAT-C مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. علاوه بر تجزیه

نیکخواه (فیروزی و نیکخواه، ۲۰۱۵) نیز در نظام تک کشتی بادام زمینی میزان مصرف کود فسفر و پتاسیم را به ترتیب ۲۴/۵۶ و ۱۹/۸۶ کیلوگرم به ازای تولید هر تن بادام زمینی و در نظام کشت مخلوط به ترتیب ۱۲/۵۹ و ۹/۹۵ کیلوگرم به ازای تولید هر تن بادام زمینی گزارش کرده‌اند.

میانگین مصرف کود فسفر و پتاسیم در این مطالعه به ترتیب ۸/۴۶ و ۱۰/۶۵ کیلوگرم به ازای تولید هر تن بادام زمینی به دست آمد. در مطالعه دیگری نیز مصرف کود فسفر و پتاسیم به ترتیب ۷/۴۴ و ۶/۸۱ کیلوگرم به ازای تولید هر تن بادام زمینی گزارش شده است (نیکخواه و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین فیروزی و

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

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

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

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

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

میزان انتشار (کیلوگرم به ازای تولید یک تن بادام زمینی)			میزان انتشار (کیلوگرم به ازای تولید ۱۰۰۰ مگاژول انرژی)			تیمارهای نیتروژن منبع انتشار
شاهد	۳۰ کیلوگرم	۶۰ کیلوگرم	شاهد	۳۰ کیلوگرم	۶۰ کیلوگرم	
-	-	-	-	-	-	NH_3 کود اوره
-	-	-	-	-	-	N_2O کود اوره
۰/۰۰۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۱۸	۰/۰۲۵	N_2O سوخت دیزل
-	-	-	-	-	-	NO_x کود اوره
۲/۳۹۳	۱/۶۰۸	۱/۱۴۷	۰/۰۷۸	۰/۰۶۸	۰/۰۴۹	NO_x سوخت دیزل
-	-	-	-	-	-	CO_2 کود اوره
۳۲۰/۵۱۱	۲۱۵/۴۳۶	۱۵۳/۶۳۷	۱۰/۴۵۱	۹/۱۳۷	۶/۵۰۸	CO_2 سوخت دیزل
-	-	-	-	-	-	CH_4 کود اوره
۰/۴۷۲	۰/۳۱۷	۰/۲۲۶	۰/۰۱۵	۰/۰۱۳	۰/۰۱۰	CH_4 سوخت دیزل
-	-	-	-	-	-	SO_2 کود اوره
۰/۶۴۷	۰/۴۳۵	۰/۳۱۰	۰/۰۲۱	۰/۰۱۸	۰/۰۱۳	SO_2 سوخت دیزل

مشاهده است که در انتها برای محاسبه شاخص زیست محیطی (EcoX) و شاخص تخلیه منابع (RDI) مورد استفاده قرار می-گیرند.

پتانسیل گرمایش جهانی تولید هر تن بادام زمینی برای تیمارهای مختلف نیتروژن (شاهد، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب برابر با ۳۴۱/۵۳، ۳۷۰/۵۷ و ۳۶۴/۹۲ کیلوگرم معادل دی اکسیدکربن بود. در مطالعه دیگری پتانسیل گرمایش جهانی برای تولید هر تن بادام زمینی معادل ۳۱۱ kg CO₂ eq گزارش شد (نیکخواه و همکاران، ۲۰۱۵). فیروزی و نیکخواه (۲۰۱۵) نیز در نظام های تک کشتی بادام زمینی و کشت مخلوط بادام زمینی- لوبیا به ترتیب ۲۵۴/۸۳ kg CO₂ eq و ۱۷۴/۴۳ kg CO₂ eq گزارش نمودند. در مطالعه این محققان گزارش شده بود که در نظام تک کشتی بادام زمینی کود نیتروژن بیشتری مصرف می شد. شاخص طبقه بندی گروه تأثیر گرمایش جهانی در بخش زراعی تولید گندم ۱۱۹/۵ kg CO₂ eq (وانگ و همکاران، ۲۰۰۷)، برای تولید یک تن چغندر قند ۲۲/۹ kg CO₂ eq (میرحاجی و همکاران، ۲۰۱۲) گزارش شده است. نتایج بیانگر پتانسیل گرمایش جهانی نسبتاً زیاد تولید بادام زمینی در استان گیلان در مقایسه با این محصولات است که از دلایل این امر، مصرف نسبتاً زیاد سوخت دیزل برای تولید بادام زمینی در منطقه می باشد.

میزان آلاینده های انتشار یافته در تولید بادام زمینی بر مبنای تیمارهای مختلف نیتروژن در جدول ۷ ارائه شده است. میزان انتشار آلاینده های SO₂، CH₄، CO₂، NO_x، N₂O، NH₃ برای تولید یک تن بادام زمینی در تیمار شاهد به ترتیب صفر، ۰/۰۰۴، ۰/۰۰۴، ۲/۴۵۰، ۳۳۰/۱۰۴ و ۰/۴۹۰ کیلوگرم به ازای هر تن بادام زمینی محاسبه گردید. به همین ترتیب در تیمار مصرف ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب ۲/۴۶، ۰/۴۲، ۰/۱۷۰، ۲۳۲/۸۷، ۰/۳۴ و ۰/۵۳ کیلوگرم به ازای هر تن بادام زمینی مشاهده شد. این مقادیر در تیمار مصرف ۶۰ کیلوگرم نیتروژن نیز به ترتیب به مقادیر ۳/۵۱، ۰/۶۰، ۱/۲۵، ۱۷۳/۹۲، ۰/۲۵، ۰/۳۹ کیلوگرم به ازای هر تن بادام زمینی تغییر کرد. همانطور که ملاحظه می شود با افزایش مصرف نیتروژن در هکتار انتشار N₂O، NH₃ روند افزایشی به ازای تولید هر تن بادام- زمینی داشت. در عین حالی با افزایش مصرف نیتروژن در هکتار، انتشار SO₂، CH₄، CO₂، NO_x به ازای هر تن تولید روندی کاهشی را نشان داد.

شاخص های طبقه بندی گروه های تأثیر به ازای تولید یک تن بادام زمینی و همچنین به ازای تولید ۱۰۰۰ مگاژول انرژی تولیدی به ترتیب در جدول های ۸ و ۹ آورده شده است. شاخص های نرمال سازی و شاخص های وزن داده شده نیز در این جداول قابل

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

تیمارهای نیتروژن گروه تأثیر	شاخص طبقه بندی			شاخص نرمال سازی			شاخص نهایی		
	شاهد	۳۰ کیلوگرم	۶۰ کیلوگرم	شاهد	۳۰ کیلوگرم	۶۰ کیلوگرم	شاهد	۳۰ کیلوگرم	۶۰ کیلوگرم
گرمایش جهانی	(kgCO ₂ eq)	۳۴۱/۵۳	۳۷۰/۵۷	۳۶۴/۹۲	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۵
اسیدیته	(kgSO ₂ eq)	۲/۱۵	۵/۴۲	۶/۷۱	۰/۱۳	۰/۱۰	۰/۰۷	۰/۱۹	۰/۲۳
اتریفیکاسیون خشکی	(kgNO _x eq)	۲/۹۶	۱۲/۸۶	۱۶/۹۳	۰/۲۷	۰/۲۰	۰/۰۷	۰/۲۹	۰/۳۸
تخلیه منابع فسفیلی	(MJ)	۵۷۶۷/۸۳	۳۸۷۶/۹۴	۲۷۶۴/۸۲	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۱۷	۰/۱۱	۰/۰۸
تخلیه منابع فسفات	(kgP ₂ O ₅ eq)	۳/۷۱	۲/۵۰	۱/۷۸	۰/۲۳	۰/۳۳	۰/۵۸	۰/۳۹	۰/۲۸
تخلیه منابع پتاسیم	(kgK ₂ Oeq)	۱/۲۵	۰/۸۴	۰/۶۰	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۰۲

۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب برابر با ۲/۹۶، ۱۲/۸۶ و ۱۶/۹۳ بر حسب $\text{kg NO}_x \text{ eq}$ محاسبه شد. این شاخص در شرایطی که میانگین مصرف نیتروژن ۵۲ کیلوگرم در هکتار بود، $\text{kg NO}_x \text{ eq}$ ۱۶/۲۲ گزارش شد (نیکخواه و همکاران، ۲۰۱۵). شاخص طبقه‌بندی اوتریفیکاسیون برای تولید کلزا و آفتابگردان نیز در شبلی به ترتیب $\text{kg NO}_x \text{ eq}$ ۷/۲ و ۹ محاسبه شد (ایریارت و همکاران، ۲۰۱۰).

تخلیه منابع فسیلی به ترتیب ۵۷۶۷، ۳۸۷۶ و ۲۷۶۴ بر حسب MJ برای تیمارهای مختلف نیتروژن (شاهد، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار) بود. همچنین تخلیه منابع فسفات با مقادیر ۳/۷۱، ۲/۵۰ و ۱/۷۸ بر حسب $\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ eq}$ به ترتیب متعلق به تیمارهای شاهد، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم مصرف نیتروژن در هکتار بود. به همین ترتیب تیمارها تخلیه منابع پتاسیم نیز ۱/۲۵، ۰/۸۴ و ۰/۶۰ برحسب $\text{kg K}_2\text{O eq}$ بدست آمد (جدول ۸).

شاخص طبقه‌بندی گروه تاثیر اسیدیته برای تولید یک تن بادام‌زمینی برای تیمارهای مختلف نیتروژن (شاهد، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب برابر با ۲/۱۵، ۵/۴۲ و ۶/۷۱ بر حسب $\text{kg SO}_2 \text{ eq}$ محاسبه شد. همچنین در مطالعه دیگری این شاخص با میانگین مصرف حدود ۵۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، $\text{kg SO}_2 \text{ eq}$ ۶/۲۵ گزارش شده است (نیکخواه و همکاران، ۲۰۱۵). فیروزی و نیکخواه (۲۰۱۵) نیز در نظام‌های تک‌کشتی بادام‌زمینی و کشت مخلوط بادام‌زمینی-لوبیا به ترتیب $\text{kg SO}_2 \text{ eq}$ ۵/۸۸ و $\text{kg SO}_2 \text{ eq}$ ۳/۵۹ گزارش کردند. در تحقیقی روی تولید گندم این شاخص $\text{kg SO}_2 \text{ eq}$ ۴ بدست آمد (وانگ و همکاران، ۲۰۰۷). شاخص طبقه‌بندی گروه تاثیر اسیدیته برای تولید کلزا و آفتابگردان در شبلی به ترتیب $\text{kg SO}_2 \text{ eq}$ ۱۹ و ۲۳ محاسبه شد (ایریارت و همکاران، ۲۰۱۰). شاخص طبقه‌بندی گروه تاثیر اوتریفیکاسیون خشکی برای تولید یک تن بادام‌زمینی برای تیمارهای مختلف نیتروژن (شاهد،

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

شاخص نهایی			شاخص نرمال‌سازی			شاخص طبقه‌بندی			تیمارهای نیتروژن / گروه تاثیر
۶۰	۳۰	شاهد	۶۰	۳۰	شاهد	۶۰ کیلوگرم	۳۰ کیلوگرم	شاهد	
۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	(kgCO_2eq)	(kgCO_2eq)	(kgCO_2eq)	گرمایش جهانی
						۱۵/۴۲	۱۵/۷۴	۱/۲۴	
۰/۰۱۰	۰/۰۰۸	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	(kgSO_2eq)	(kgSO_2eq)	(kgSO_2eq)	اسیدیته
						۰/۲۸	۰/۲۳	۰/۰۷	
۰/۰۱۶	۰/۰۱۲	۰/۰۰۲	۰/۰۱۱	۰/۰۰۹	۰/۰۰۲	(kgNO_xeq)	(kgNO_xeq)	(kgNO_xeq)	اثریفیکاسیون خشکی
						۰/۷۱	۰/۵۵	۰/۱۰	
۰/۰۰۳	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	(MJ)	(MJ)	(MJ)	تخلیه منابع فسیلی
						۱۱۷/۱۲	۱۶۴/۴۳	۱۸۸/۰۸	
۰/۰۱۲	۰/۰۱۶	۰/۰۲۵	۰/۰۱۰	۰/۰۱۴	۰/۰۲۱	($\text{kgP}_2\text{O}_5\text{eq}$)	($\text{kgP}_2\text{O}_5\text{eq}$)	($\text{kgP}_2\text{O}_5\text{eq}$)	تخلیه منابع فسفات
						۰/۰۸	۰/۱۱	۰/۱۶	
۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۶	(kgK_2Oeq)	(kgK_2Oeq)	(kgK_2Oeq)	تخلیه منابع پتاسیم
						۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۵	

تیمار کودی ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود (گوهری و نورحسینی، ۲۰۱۰).

نتایج تجزیه واریانس اثرات زیست‌محیطی و تخلیه منابع نیز

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