



واکنش عملکرد کیفی و ترکیب اسیدهای چرب روغن بادام زمینی در کشت مخلوط با ذرت و کاربرد ترکیبی کودهای شیمیایی فسفر و زیستی

ظاهره رضایپور کویشاهی^۱، معرفت مصطفوی راد^{۲*}، سعید سیف زاده^۳، علیرضا ولدآبادی^۳،
اسماعیل حدیدی ماسوله^۴

^۱ دانشجوی دکتری، گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان، تاکستان، ایران

^۲ استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان،

سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، رشت، ایران

^۳ دانشیار، گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان، تاکستان، ایران

^۴ استادیار، گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تاکستان، تاکستان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۸

چکیده

سابقه و هدف: کشت مخلوط یک راه کار ممکن برای افزایش پایداری عملکرد در گیاهان زراعی است. پژوهشگران معقدند که نظام کشت مخلوط با بقولات منجر به تولید حداکثر دانه و زیست توده می گردد. همچنین، گزارش شده است که عملکرد دانه ذرت در واکنش به کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و کودهای زیستی افزایش می یابد.

مواد و روش ها: این آزمایش به صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در سال های زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در رشت اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل کود فسفر (صفر، ۵۰، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت سوپرفسفات تریپل، ۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل + ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل + ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲)، و نظام های کشت مخلوط شامل کشت خالص ذرت و بادام زمینی و کشت مخلوط یک ردیف ذرت + یک ردیف بادام زمینی (۱:۱)، دو ردیف ذرت + یک ردیف بادام زمینی (۱:۲)، یک ردیف ذرت + دو ردیف بادام زمینی (۱:۲) بود.

یافته ها: در این آزمایش اثر برهم کنش کود فسفر × نظام کشت بر تمامی صفات اندازه گیری شده معنی دار بود. بیشترین عملکرد دانه (۲۳۶۰ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد روغن (۱۱۸۲ کیلوگرم در هکتار)، پروتئین دانه (۲۷/۷۰ درصد)، عملکرد پروتئین (۵۹۱ کیلوگرم در هکتار) و پالمیتیک اسید (۱۰/۵۸ درصد) در کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل توأم با ۲۰۰ گرم کود زیستی فسفات بارور ۲ تحت نظام کشت خالص بادام زمینی به دست آمد. بیشترین میزان روغن دانه (۵۳/۴۵ درصد) و میزان اسید چرب غیراشباع اولئیک اسید (۶۶/۶۳ درصد) در واکنش به مصرف جداگانه ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر به صورت سوپرفسفات تریپل، در نظام کشت مخلوط ذرت + بادام زمینی با نسبت ردیف های کاشت ۲:۱ به دست آمد. ولی، بالاترین میزان لینولئیک اسید (۳۲/۱۷ درصد) در نظام کشت مخلوط ذرت + بادام زمینی با نسبت ردیف های کاشت ۱:۱ تحت تاثیر کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل به علاوه ۲۰۰ گرم کود زیستی فسفات بارور ۲ مشاهده گردید.

* نویسنده مسئول: mmostafavirad@gmail.com

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که کاربرد توام کودهای شیمیایی و زیستی فسفر عملکرد دانه بادام زمینی را افزایش داد که می‌تواند ناشی از بهبود اجزای عملکرد، افزایش رشد گیاه و جذب عناصر غذایی و افزایش فتوسنتز در گیاهان بادام زمینی باشد. استفاده جداگانه از کود شیمیایی فسفر سنتز اولئیک اسید و کیفیت روغن بادام زمینی را افزایش داد. همچنین، کاربرد جداگانه کود شیمیایی فسفر و نظام کشت مخلوط بادام زمینی - ذرت با نسبت ردیف‌های کاشت ۲:۱ کیفیت روغن بادام زمینی را بهبود بخشید. کاربرد تلفیقی کود شیمیایی فسفر (سوپرفسفات تریپل) با کود زیستی بارور ۲ عملکرد کمی بادام زمینی را افزایش داد. در این آزمایش، نظام کشت مخلوط بادام زمینی - ذرت با نسبت ردیف‌های کاشت ۲:۱ و کاربرد تلفیقی کود شیمیایی فسفر با کود زیستی بارور ۲ می‌تواند جهت افزایش عملکرد دانه بادام زمینی در واحد سطح قابل توصیه باشد.

واژه کلیدی: اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع، الگوی کشت، پروتئین دانه، عملکرد روغن، کودهای بیولوژیک.

مقدمه

طریق تثبیت بیولوژیک تامین کنند و تقریباً تمامی منابع محیطی رشد برای تولید حداکثر گیاهان زراعی در واحد زمان و مکان مورد استفاده قرار می‌گیرد (۸، ۱۴، ۱۵). همچنین انعطاف‌پذیری، کاهش ریسک‌پذیری و افزایش سوددهی برخی دیگر از دلایل اصلی برای کشاورزان کوچک در استفاده از روش کشت مخلوط بیان شده است (۲۳، ۲۴). پژوهش‌گران گزارش کرده‌اند که نظام کشت مخلوط ذرت با بقولات منجر به تولید حداکثر عملکرد دانه (۲۹) و زیست‌توده ذرت (۵) و منجر به افزایش ضریب نسبت برابری زمین (LER) شد. نتایج پژوهش‌های پیشین نشان داده است که الگوی کشت مخلوط با ذرت سبب افزایش تعداد غلاف در بوته، وزن غلاف‌ها و درصد پوسته بادام زمینی گردید (۷). کشت مخلوط ذرت و سویا با نسبت ۲:۲ عملکرد سویا را بهبود بخشید (۲۲). پژوهش‌گران دیگری نشان دادند که بیش‌ترین عملکرد بادام زمینی در نظام کشت دو ردیف بادام زمینی و یک ردیف سورگوم به‌دست آمد (۱۸). همچنین، گزارش شده است که در کشت مخلوط آفتابگردان و لوبیا عملکرد دانه آفتابگردان در واحد افزایش یافت (۲۵). نتایج پژوهش‌های پیشین نشان داده است که اثر کشت مخلوط و اثر برهم‌کنش کود \times کشت مخلوط بر درصد روغن بادام زمینی مثبت بود و نظام کشت دو ردیف ذرت و دو ردیف

دانه بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.) دارای ۳۰ تا ۵۰ درصد روغن و ۲۵ تا ۳۵ درصد پروتئین با قابلیت هضم و کیفیت بسیار بالا است (۲۶). سطح زیر کشت بادام زمینی در مقیاس جهانی بیش برابر با ۲۵۵۹۶۹۶۹ هکتار است که سالانه ۸۷۵۶۷۹۰ تن غلاف بادام زمینی در دنیا تولید می‌شود. سطح کشت بادام زمینی در ایران برابر با ۳۰۹۲ هکتار و تولید سالانه غلاف بادام زمینی برابر با ۱۶۳۸۶ تن می‌باشد (۹). ذرت با نام علمی (*Zea mays* L.) به دلیل داشتن تنوع، سازگاری و ارزش غذایی بالا در ردیف مهم‌ترین گیاهان زراعی جهان قرار گرفته است و یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی در کشت مخلوط با گیاهان خانواده بقولات محسوب می‌شود. توسعه کشت مخلوط برای دستیابی به اهدافی نظیر ایجاد تعادل اکولوژیک، بهره‌برداری بیش‌تر از منابع، افزایش کمی و کیفی عملکرد و کاهش هزینه‌های تولید یک ضرورت است (۲۰، ۳۴) و نقش اساسی در تولید پایدار مواد غذایی در کشورهای پیشرفته و در حال توسعه دارد (۲). نظام‌های کشت مخلوط گیاهان زراعی خانواده بقولات با غلات ضمن کمک به افزایش عملکرد (۴) بر حاصل‌خیزی خاک هم موثر است (۱). در نظام کشت مخلوط، بقولات می‌توانند بخش قابل توجهی از نیتروژن مورد نیاز گیاه را از

افزایش داد (۱۱، ۱۲). هدف از انجام این آزمایش ارزیابی واکنش عملکرد کمی و کیفی و ترکیب اسیدهای چرب روغن بادام زمینی به نظام کشت مخلوط و کاربرد تلفیقی کودهای فسفر شیمیایی و زیستی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال‌های زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در مزرعه آزمایشی مرکز پژوهش و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان (رشت) به صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل پنج سطح کود فسفر از قبیل صفر (تیمار شاهد)، ۵۰، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت سوپرفسفات تریپل، ۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل + ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل + ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ و پنج سطح نظام‌های کشت از قبیل کشت خالص ذرت، کشت خالص بادام زمینی و کشت مخلوط یک ردیف ذرت + یک ردیف بادام زمینی (با نسبت ۱:۱)، دو ردیف ذرت + یک ردیف بادام زمینی (با نسبت ۱:۲)، یک ردیف ذرت + دو ردیف بادام زمینی (با نسبت ۲:۱) بود. در این پژوهش رقم ذرت رایج در منطقه (۷۰۴) و بادام زمینی محلی (گلی) کشت شد. فاصله ردیف کاشت ذرت ۷۵ و فاصله بوته‌های ذرت بر روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر و فواصل ردیف کاشت بادام زمینی ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌های بادام زمینی بر روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود و کشت مخلوط به صورت جایگزینی انجام شد. عملیات آماده‌سازی زمین زراعی در نیمه اول و کاشت بادام زمینی و ذرت هم‌زمان در هر دو سال زراعی در تاریخ ۱۵ اردیبهشت ماه انجام شد. قبل از کاشت یک نمونه مرکب خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر از چند نقطه مزرعه برداشت و جهت

بادام زمینی بالاترین درصد روغن دانه بادام زمینی را داشت. همچنین، نشان دادند که اثر کود و نظام کشت مخلوط و اثر برهم‌کنش آن‌ها بر میزان اسیدهای چرب اولئیک، لینولئیک، لینولنیک، استئاریک، آراشیدیک و بی‌هینیک موجود در روغن بادام زمینی معنی‌دار بود، اما تاثیر معنی‌داری بر پالمیتیک اسید نداشت. در این راستا، بیش‌ترین میزان اسیدهای چرب اولئیک و لینولئیک به ترتیب در نظام‌های کشت مخلوط یک ردیف ذرت و دو ردیف بادام زمینی و دو ردیف ذرت و یک ردیف بادام زمینی گزارش شده است (۳۱).

تغذیه گیاهان زراعی در بهبود عملکرد کمی و کیفی محصولات از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. فسفر نقش بارزی در فرآیند تولید و انتقال انرژی ایفا می‌کند. مقدار فسفر قابل دسترس گیاهان به وسیله عواملی نظیر اسیدیته خاک، کاتیون‌های محلول و تبدالی آهن، کلسیم و منیزیم و نوع ذرات خاک کنترل می‌شود. فسفر در خاک‌های اسیدی به صورت فسفات آهن و آلومینیوم رسوب می‌کند و از دسترس گیاهان خارج می‌شود. در چنین شرایطی، استفاده از ریز جاندارانی بنام باکتری‌های حل‌کننده‌های فسفات برای تبدیل شکل نامحلول فسفر به شکل محلول و قابل جذب برای گیاه زراعی ضروری به نظر می‌رسد. این باکتری‌ها راندمان جذب کود و میزان تولید محصول را افزایش می‌دهند. به علاوه، استفاده از این میکروارگانیسم‌ها سبب کاهش مصرف کودهای شیمیایی و بهبود سلامت جامعه می‌شود. کود فسفات بارور ۲ حاوی باکتری‌های حل‌کننده فسفات شامل باکتری‌های *Pseudomonas putida strain P13* و *Pantoea agglomerans strain P5* با شمارش 10^7 تا 10^8 (CFU/gr) می‌باشد. پژوهش‌گران گزارش کردند که کاربرد تلفیقی کود زیستی با کود شیمیایی فسفر عملکرد دانه و وزن ۱۰۰۰ دانه در ذرت را

عملکرد روغن، درصد پروتئین، عملکرد پروتئین، برخی اسیدهای چرب مهم در ترکیب روغن بادام زمینی نظیر اولئیک، لینولئیک، لینولنیک، پالمیتیک، استئاریک، آراشیدیک و بی‌هنیک اسید اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری عملکرد پس از حذف حاشیه از ابتدا و انتهای ردیف‌های کاشت سطحی معادل ۲ متر مربع برداشت گردید. نسبت برابری زمین (LER) با استفاده از رابطه ۱ محاسبه شد که در این رابطه Y_{aa} و Y_{bb} به ترتیب عملکرد خالص ذرت و بادام زمینی و Y_{ba} و Y_{ab} به ترتیب عملکرد ذرت و بادام زمینی در نظام کشت مخلوط می‌باشد (۲۱).

$$\text{LER} = (Y_{ab} / Y_{aa}) + (Y_{ba} / Y_{bb}) \quad \text{رابطه ۱:}$$

درصد روغن و پروتئین دانه بادام زمینی با دستگاه اینفراماتیک (۳۰) و اسیدهای چرب به روش HPLC (۳۵) اندازه‌گیری گردید. پس از انجام آزمون بارتلت و اطمینان از یکنواختی اشتباه آزمایشی، تجزیه واریانس مرکب داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها به روش حداقل اختلاف معنی دار (LSD) انجام گردید.

تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک به آزمایشگاه ارسال گردید که نتایج آن در جدول ۱ درج شده است. همچنین، ویژگی‌های اقلیمی منطقه در جدول ۲ ارائه شده است. توصیه کودی برای مزرعه آزمایشی در این مطالعه شامل ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل، ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و حدود ۱۳۰ کیلوگرم در هکتار اوره بود. هر کرت شامل ۶ خط به طول ۴ متر بود. در این مطالعه آفات و بیماری مشاهده نگردید و کنترل علف‌های هرز به روش وجین دستی در دو مرحله ۳ الی ۴ برگی بوته‌های بادام زمینی و مرحله تشکیل غلاف‌های بادام زمینی (حدود ۶ الی ۷ هفته پس از عملیات کاشت) و هم‌زمان با خاک‌دهی پای بوته‌ها انجام شد. در این روش ۶۰ کیلوگرم نیتروژن به‌عنوان آغازگر و ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم قبل از کاشت مورد استفاده قرار گرفت و به‌طور یکنواخت در سطح مزرعه پاشیده شد و به‌وسیله دیسک سبک با خاک مخلوط گردید. در زمان رسیدگی و برداشت محصول صفاتی نظیر عملکرد دانه ذرت، عملکرد دانه بادام زمینی، نسبت برابری زمین (LER)، درصد روغن دانه،

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

Table 1. Physical and chemical properties of experimental field soil.

| عمق نمونه برداری (سانتی‌متر) | بافت خاک | درصد رس | درصد سیلت | درصد شن | اسیدیته خاک | درصد کربن آلی | درصد نیتروژن کل | فسفر قابل دسترس (میلی‌گرم در کیلوگرم) | پتاسیم قابل دسترس (میلی‌گرم در کیلوگرم) | آهن قابل تبادل (میلی‌گرم) | کلسیم والان در ۱۰۰ (میلی‌گرم) |
|------------------------------|---------------------------|----------|-----------|----------|-------------|--------------------|--------------------|---|--|------------------------------|-------------------------------|
| Soil depth (cm) | Soil texture | Clay (%) | Silt (%) | Sand (%) | pH | Organic carbon (%) | Total nitrogen (%) | Available phosphorus (mg kg ⁻¹) | Available potassium (mg kg ⁻¹) | Exchangeable iron (meq/100g) | |
| 0-30 | رس سیلتی Silty Clay | 32.7 | 27.1 | 40.2 | 5.9 | 1.88 | 0.171 | 9.7 | 229 | 156 | |

جدول ۲- پارامترهای اقلیمی منطقه در طی سال‌های زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷

Table 2. Climatic parameters of region in 2016 and 2017 cropping seasons.

| 2016 | | | | | | |
|-----------|----------|-----------------------------|-------------------------|---------------|---------------------------|------------------|
| Months | ماه | Average of temperature (°C) | Average of humidity (%) | Rainfall (mm) | sun shine hours (sundial) | Evaporation (mm) |
| April | فروردین | 13.1 | 85 | 111.3 | 100.8 | 46.5 |
| May | اردیبهشت | 20.6 | 73 | 11.2 | 222.8 | 113.9 |
| June | خرداد | 24.3 | 67 | 15.3 | 306.3 | 174.7 |
| July | تیر | 26.4 | 74 | 15 | 253.3 | 159.3 |
| August | مرداد | 27.2 | 74 | 1.3 | 226.9 | 139.6 |
| September | شهریور | 26.9 | 81 | 42.2 | 123.5 | 73.9 |
| 2017 | | | | | | |
| April | فروردین | 13.7 | 76 | 20.4 | 145.9 | 65.1 |
| May | اردیبهشت | 19.4 | 74 | 37.2 | 170.4 | 95.3 |
| June | خرداد | 23.1 | 75 | 48.7 | 230.3 | 124.9 |
| July | تیر | 28.1 | 73 | 30.8 | 295.4 | 167.2 |
| August | مرداد | 27.0 | 77 | 68.4 | 164.9 | 110.8 |
| September | شهریور | 25.1 | 74 | 13.8 | 209.7 | 105.3 |

Source: I.R. of Iran Meteorological Organization

ماخذ: سازمان هواشناسی کشور

نتایج و بحث

عملکرد دانه بادام زمینی: در این آزمایش اثر سال،

کود فسفر، نظام کشت، اثر برهم‌کنش کود فسفر × نظام کشت، اثر برهم‌کنش سال × کود فسفر و اثر برهم‌کنش سال × نظام کاشت بر عملکرد دانه بادام زمینی معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه بادام زمینی (۲۳۶۰ کیلوگرم در هکتار) به اثر برهم‌کنش کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل توأم با ۲۰۰ گرم فسفر بارور و نظام کشت خالص بادام زمینی اختصاص داشت. نتایج بیان‌گر کاهش عملکرد دانه بادام زمینی در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص بود. ولی، کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل + ۲۰۰ گرم فسفات بارور و نظام کاشت یک ردیف ذرت + دو ردیف بادام زمینی با تولید ۱۱۰۲ کیلوگرم در هکتار بادام زمینی سبب افزایش نسبت برابری زمین و بهبود تولید در واحد سطح شد (جدول ۴). شارما (۲۰۰۳) اظهار

داشت که کودهای زیستی علاوه بر افزایش فراهمی زیستی عناصر خاک از طریق تثبیت زیستی نیتروژن، محلول کردن ترکیبات فسفردار و پتاسیم و مهار عوامل بیماری‌زا، با تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه باعث افزایش عملکرد گیاهان زراعی می‌شوند (۳۳). در این مطالعه، عملکرد دانه و غلاف بادام زمینی در کشت مخلوط کاهش یافت ولی عملکرد دانه ذرت افزایش یافت. علت این امر می‌تواند بهبود شرایط رشد برای گیاه زراعی ذرت نظیر تامین بخشی از نیتروژن مورد نیاز از طریق همزیستی باکتری ریزوبیوم با ریشه بادام زمینی (کاهش رقابت دو گونه از نظر نیتروژن) و سایه‌اندازی گیاه ذرت بر بوته‌های بادام زمینی (افزایش رقابت برای جذب نور) و ایجاد تنش کمبود تشعشع نوری در گیاه مزبور باشد که خود سبب کاهش ظرفیت فتوسنتزی و کاهش عملکرد بادام زمینی می‌شود. نتایج این پژوهش با یافته‌های سید نوری و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت داشت که نشان داد

زمینی و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل توأم با ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ مشاهده شد (جدول ۴). افزایش محتوای روغن دانه بادام زمینی می‌تواند ناشی از افزایش جذب مواد غذایی به‌ویژه فسفر از طریق ریشه گیاه و بهبود فرآیند فتوسنتزی برگ‌های بادام زمینی در واکنش به کاربرد توأم کودهای فسفر شیمیایی و زیستی باشد (۳۷). پژوهش‌گران دیگری نشان دادند که بالاترین مقدار روغن گلرنک در پاسخ به استفاده ترکیبی از کودهای فسفر شیمیایی و کودهای زیستی به‌دست آمد (۳۰).

عملکرد روغن بادام زمینی: در این مطالعه، اثر سال، اثر کود فسفر، اثر نظام کاشت و اثر برهم‌کنش کود فسفر x نظام کاشت بر عملکرد روغن بادام زمینی بود (جدول ۳). نتایج نشان داد که بیش‌ترین عملکرد روغن بادام زمینی (۱۱۸۲ کیلوگرم در هکتار) در کشت خالص بادام زمینی در واکنش به کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل و ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ به‌دست آمد (جدول ۴). نتایج نشان داد که کاربرد توأم کودهای شیمیایی و زیستی سبب بهبود عملکرد دانه بادام زمینی گردید که می‌تواند ناشی از آزادسازی هورمون رشد از ریشه گیاه، بهبود جذب عناصر غذایی و به تبع آن بهبود فرآیند فتوسنتزی و افزایش عملکرد دانه در واحد سطح باشد. پژوهش‌گران در مطالعه مشابهی نشان دادند که استفاده از کود شیمیایی فسفر به‌همراه کود زیستی باعث افزایش عملکرد روغن گلرنک گردید (۳۰). سنتز روغن در دانه‌های روغنی به انرژی بیش‌تری نیاز دارد. از طرفی انرژی مورد نیاز فرآیندهای گیاهی به صورت مولکول‌های پر انرژی ATP تامین می‌شود که به دلیل نقش فسفر در این مولکول‌ها، فراهمی فسفر سبب تولید بیشتر مولکول‌های پر انرژی و به تبع آن افزایش سنتز و عملکرد روغن می‌شود.

عملکرد دانه ذرت در پاسخ به نظام مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت یک ردیف ذرت و دو ردیف بادام زمینی افزایش و عملکرد غلاف بادام زمینی کاهش پیدا کرد (۳۱). پژوهش‌گران دیگری گزارش کرده‌اند که در کشت مخلوط ذرت و سویا، عملکرد ذرت در مقایسه با نظام تک‌کشتی افزایش یافت و علت آن را فراهمی و جذب نیتروژن به وسیله ذرت بیان کرده‌اند (۳). همچنین، گزارش شده است که عملکرد کم‌تری از سویا در کشت مخلوط با آفتابگردان در مناطق معتدله به‌دست آمد (۱۰). به‌علاوه، پژوهش‌گران دیگری گزارش کردند که عملکرد سویا کم‌تر از دیگر غلات کشت شده در الگوی کشت مخلوط بود (۱۹). پراساد و برووک (۲۰۰۵) نیز نشان دادند که عملکرد دانه سویا در کشت مخلوط با جو کاهش یافت (۲۸). علت کاهش عملکرد بقولات در کشت مخلوط با غلات همان طوری که در مورد ذرت بیان شده است بهبود شرایط رشد برای غلات و تامین بخشی از نیتروژن مورد نیاز از طریق همزیستی باکتری ریزوبیوم با ریشه بادام زمینی (کاهش رقابت دو گونه از نظر نیتروژن) و سایه‌اندازی غلات بر روی بوته‌های بادام زمینی (افزایش رقابت برای جذب نور) و ایجاد تنش کمبود تشعشع نوری در بقولات سبب کاهش ظرفیت فتوسنتزی و کاهش عملکرد آن‌ها می‌شود که با یافته‌های سید نوری و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت داشت (۳۱).

درصد روغن دانه: نتایج نشان داد که اثر سال، کود فسفر، نظام کشت و اثر برهم‌کنش کود فسفر و نظام کشت بر درصد روغن دانه بادام زمینی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). در این آزمایش، بیش‌ترین درصد روغن دانه (۵۳/۴۵ درصد) در نظام کشت دو ردیف ذرت + یک ردیف بادام

طاهره رضایور کویشاهی و همکاران

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده در بادام زمینی تحت تاثیر کود فسفر و نظام کشت مخلوط.

Table 2- Combined variances analysis (mean squares) of measured traits in groundnut as affected by phosphorus fertilizer and intercropping system.

| منابع تغییر | درجه آزادی | عملکرد دانه | عملکرد دانه بادام زمینی | روغن دانه بادام زمینی | عملکرد روغن بادام زمینی | پروتئین دانه بادام زمینی | عملکرد پروتئین |
|----------------------------------|------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|
| S.O.V | df | Corn grain yield | Groundnut grain yield | Grain oil content | Oil yield | Grain protein content | Protein yield |
| سال | 1 | 3969785.6** | 170016** | 28.4** | 222362.911** | 191.9** | 120 ^{ns} |
| Year (Y) | | | | | | | |
| سال (تکرار) | 4 | 209569.1 | 379723 | 203.5 | 213723.88 | 161.9 | 62813 |
| Year (replication) | | | | | | | |
| کود فسفر | 4 | 65818085.2** | 2016039** | 66.01** | 726523.69** | 186.5** | 83282** |
| Phosphorus fertilizer (PF) | | | | | | | |
| الگوی کشت مخلوط | 4 | 60070798.6** | 6246341** | 11.72** | 1499661.65** | 39.04** | 377302** |
| Intercropping system (IS) | | | | | | | |
| کود فسفر × الگوی کشت مخلوط | 16 | 6299524.00** | 362289** | 50.65** | 117903.385* | 26.11** | 25181** |
| PF × IS | | | | | | | |
| سال × کود فسفر | 4 | 203928.8 ^{ns} | 7327* | 3.01 ^{ns} | 56593.50 ^{ns} | 0.624 ^{ns} | 687 ^{ns} |
| Y × PF | | | | | | | |
| سال × الگوی کشت مخلوط | 4 | 63433.9 ^{ns} | 6268* | 0.466 ^{ns} | 58401.71 ^{ns} | 3.050 ^{ns} | 342 ^{ns} |
| Y × IS | | | | | | | |
| سال × کود فسفر × الگوی کشت مخلوط | 16 | 84490.8 ^{ns} | 2087 ^{ns} | 1.145 ^{ns} | 56407.78 ^{ns} | 2.87 ^{ns} | 349 ^{ns} |
| Y × PF × IS | | | | | | | |
| اشتباه آزمایشی | 96 | 427330.8 | 2515.69 | 2.86 | 54520.42 | 2.227 | 722 |
| Error | | | | | | | |
| ضریب تغییرات (درصد) | - | 11.15 | 5.66 | 3.48 | 5.53 | 6.34 | 12.95 |
| CV (%) | | | | | | | |

^{ns}, * و **: به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

^{ns}, * and ** are non-significant, significant at 5% and 1% probability level, respectively.

ادامه جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات اندازه‌گیری شده در بادام زمینی تحت تاثیر کود فسفر و نظام کشت مخلوط.

Continuance of Table 2- Combined variances analysis (mean squares) of measured traits in groundnut as affected by phosphorus fertilizer and intercropping system.

| منابع تغییر | درجه آزادی | پالمیتیک اسید | استتاریک اسید | اولئیک اسید | لینولنیک اسید | لینولئیک اسید | آراشیدیک اسید | بی هینیک اسید |
|----------------------------|------------|---------------|---------------|---------------------|---------------------|---------------|----------------|---------------|
| S.O.V | df | Palmitic acid | Stearic acid | Oleic acid | Linolenic acid | Linoleic acid | Arachidic acid | Behenic acid |
| سال | 1 | 2.506** | 1.1598** | 4.070 ^{ns} | 526.3** | 0.0726** | 0/2587** | 0.40041** |
| Year (Y) | | | | | | | | |
| سال (تکرار) | 4 | 14.086 | 1.5917 | 306.1 | 180.8 | 0.17861 | 0.77116 | 2.29949 |
| Year (replication) | | | | | | | | |
| کود فسفر | 4 | 8.3846** | 4.3184** | 292.95** | 3.051 ^{ns} | 0.03448** | 0.43069** | 1.19957** |
| Phosphorus fertilizer (PF) | | | | | | | | |
| الگوی کشت مخلوط | 4 | 0.716** | 1.9478** | 222.77** | 119.68** | 0.002537** | 0.0034208 | 0/40872** |
| Intercropping system (IS) | | | | | | | | |
| کود فسفر × الگوی کشت مخلوط | 16 | 1.6258** | 0/3108* | 85/17** | 36.51** | 0.000851** | 0.0426** | 0.13638** |
| PF × IS | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|-----|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| سال × کود فسفر Y × PF | 4 | 0.0731 ^{ns} | 0/1265 ^{**} | 5.24 ^{ns} | 1.686 ^{ns} | 0.000731 * | 0.01087 ^{ns} | 0.05917* |
| سال × الگوی کشت مخلوط Y × IS | 4 | 0.0846 ^{ns} | 0/0284 ^{ns} | 2.93 ^{ns} | 4.407 ^{ns} | 0.001083 ^{**} | 0.00757 ^{ns} | 0.00180 ^{ns} |
| سال × کود فسفر × الگوی کشت مخلوط Y × PF × IS | 16 | 0.0920 ^{ns} | 0/0325 ^{ns} | 1.344 ^{ns} | 1.69 ^{ns} | 0.000225 ^{ns} | 0/01097 ^{**} | 0.0183 ^{ns} |
| اشتباه آزمایشی Error | 96 | 0.0798 | 0.0369 | 3.63 | 2.14 | 0/000232 | 0/00447 | 0.372220 |
| ضریب تغییرات (درصد) CV (%) | --- | 3.25 | 9.56 | 12.39 | 7.48 | 5.209 | 4.043 | 5.21 |

^{ns}، * و **: به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشند.

^{ns}, * and ** are non-significant, significant at 5% and 1% probability level, respectively.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده در بادام زمینی تحت اثر برهم کنش سطوح کود فسفر × نظام کشت مخلوط.

Table 3- Mean comparison of measured traits in groundnut as affected by interaction effect between phosphorus fertilizer and intercropping system.

| عملکرد | درصد | عملکرد دانه | نسبت برابری زمین (LER) | عملکرد دانه | درصد | عملکرد | پروتئین (کیلوگرم در هکتار) |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|--|----------------------------|
| پروتئین (کیلوگرم در هکتار) | پروتئین دانه | بادام زمینی (کیلوگرم در هکتار) | زمین (LER) | عملکرد دانه | روغن (کیلوگرم در هکتار) | عملکرد | پروتئین (کیلوگرم در هکتار) |
| Protein yield (kg/ha) | Grain protein content (%) | Groundnut grain yield (kg/ha) | Land equivalent ratio (LER) | Corn grain yield (kg/ha) | Oil yield (kg/ha) | Interaction effect between cropping system and phosphorus fertilizer | Protein yield (kg/ha) |
| - | - | - | - | 3550.00 ^{gh} | - | A | - |
| 220.10 ^e | 25.733 ^b | 845.83 ^h | - | -- | 398.60 ^{cd} | B | 220.10 ^e |
| 183.09 ^f | 25.157 ^b | 739.17 ⁱ | 1.88 | Phosphorus (check) 1:1 | 50.04 ^{bc} | 1:1 | 183.09 ^f |
| 95.64 ^{hi} | 24.277 ^{bc} | 333.93 ^l | 1.62 | 2:1 | 48.97 ^c | 2:1 | 95.64 ^{hi} |
| 170.30 ^{fg} | 25.867 ^{bc} | 652.50 ^j | 1.25 | 1:2 | 41.66 ^f | 1:2 | 170.30 ^{fg} |
| - | - | - | - | 50 کیلوگرم سوپرفسفات | - | A | - |
| 280.44 ^d | 23.380 ^c | 1190.83 ^d | - | -- | 603.98 ^c | B | 280.44 ^d |
| 144.46 ^g | 27.260 ^{ab} | 523.33 ^k | 1.65 | 1:1 | 50.75 ^{bc} | 1:1 | 144.46 ^g |
| 102.80 ^h | 21.285 ^{cde} | 478.33 ^k | 1.68 | 2:1 | 41.70 ^c | 2:1 | 102.80 ^h |
| 160.97 ^{fg} | 24.733 ^b | 645.00 ^j | 1.3 | 1:2 | 48.02 ^{dc} | 1:2 | 160.97 ^{fg} |
| - | - | - | - | 100 کیلوگرم سوپرفسفات | - | A | - |
| 495.78 ^b | 27.707 ^a | 1780.00 ^c | - | -- | 893.73 ^b | B | 495.78 ^b |
| 165.33 ^{fg} | 24.703 ^b | 61.67 ^j | 1.44 | 1:1 | 46.00 ^{cd} | 1:1 | 165.33 ^{fg} |
| 208.46 ^{ef} | 22.582 ^c | 914.17 ^g | 1.65 | 2:1 | 50.00 ^{bc} | 2:1 | 208.46 ^{ef} |
| 198.49 ^{ef} | 20.868 ^{de} | 941.67 ^g | 1.26 | 1:2 | 50.36 ^{cb} | 1:2 | 198.49 ^{ef} |
| - | - | - | - | 50 کیلوگرم سوپرفسفات | - | A | - |
| 591.85 ^a | 27.252 ^{ab} | 2163.33 ^b | - | -- | 1082.58 ^b | B | 591.85 ^a |
| 169.38 ^{fg} | 24.718 ^b | 678.33 ^j | 0.98 | 1:1 | 49.92 ^{bc} | 1:1 | 169.38 ^{fg} |
| 201.12 ^{ef} | 22.462 ^{cd} | 888.33 ^{gh} | 1.32 | 2:1 | 45.93 ^e | 2:1 | 201.12 ^{ef} |
| 197.37 ^{ef} | 20.798 ^{de} | 938.33 ^g | .94 | 1:2 | 49.95 ^{bc} | 1:2 | 197.37 ^{ef} |

ظاهره رضایور کویشاهی و همکاران

| | | | | | | | | |
|---|-----|-----------------------|-------|-----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| | A | 9937.00 ^a | - | - | - | - | - | - |
| ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات | B | --- | - | 2360.00 ^a | 49.95 ^{cb} | 1182.38 ^a | 18.047 ^f | 428.12 ^c |
| تریپل | 1:1 | 6379.16 ^{de} | 0.097 | 7792.50 ^{hi} | 51.45 ^b | 408.97 ^{cd} | 19.822 ^e | 158.75 ^{fg} |
| در هکتار + ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ | 2:1 | 7871.33 ^e | 1.25 | 1102.50 ^e | 51.10 ^b | 565.09 ^{cd} | 22.610 ^c | 251.15 ^d |
| Phosphorus (100 kg/ha) + 200 g Barvar2 phosphat | 1:2 | 4926.16 ^{fg} | .91 | 1004.17 ^f | 53.45 ^a | 538.68 ^{cd} | 17.440 ^g | 176.33 ^f |
| LSD ($\alpha=5\%$) | - | 44.373 | - | 0.8682 | 13.78 | 0.765 | 13.78 | 0.8607 |

میانگین‌هایی که در هر ستون برای هر تیمار دارای حروف مشترک می‌باشند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 5% probability level LSD test.

A= کشت خالص ذرت، B= کشت خالص بادام زمینی، ۱:۱، ۱:۲ و ۲:۱ نسبت ردیف‌های ذرت و بادام زمینی در سیستم‌های کشت مخلوط.

A= Corn sole cropping, B= Groundnut sole cropping, 1:1; 1:2 and 2:1 = the ratio of maize and groundnut rows in intercropping systems.

ادامه جدول ۴- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در بادام زمینی تحت اثر برهم‌کنش سطوح کود فسفر × نظام کشت مخلوط.

Continuance of Table 3- Mean comparison of measured traits in groundnut as affected by interaction effect between phosphorus fertilizer and intercropping system.

| اثر برهم‌کنش بین کود فسفر و الگوی کشت مخلوط Interaction effect between cropping system and phosphorus fertilizer | | پالمیتیک | استئاریک | اولئیک | لینلئیک | لینولئیک اسید | بی‌هنیک اسید |
|---|----------------------|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| | | اسید (درصد) Palmitic acid (%) | اسید (درصد) Stearic acid (%) | اسید (درصد) oleic acid (%) | اسید (درصد) Linoleic acid (%) | (درصد) Linolenic acid (%) | (درصد) Behenic acid (%) |
| عدم مصرف کود فسفر Phosphorus (check) | A | - | - | - | - | - | - |
| | B | 7.381 ^h | 3.298 ^{de} | 48.21 ^{cde} | 19.79 ^d | 0.3433 ^{ab} | 2.660 ^{cd} |
| | 1:1 | 8.8881 ^{cde} | 2.713 ^{fg} | 44.44 ^e | 31.91 ^a | 0.3416 ^{ab} | 2.925 ^{bc} |
| | 2:1 | 8.113 ^f | 2.600 ^{fg} | 40.97 ^{ef} | 31.86 ^a | 0.3533 ^a | 2.970 ^b |
| 1:2 | 8.113 ^f | 3.070 ^e | 45.41 ^d | 31.82 ^a | 0.3266 ^{bc} | 2.796 ^c | |
| ۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار Phosphorus (50 kg/ha) | A | - | - | - | - | - | - |
| | B | 8.223 ^f | 3.090 ^{ef} | 50.13 ^c | 27.12 ^a | 0.3000 ^{cd} | 2.943 ^{bc} |
| | 1:1 | 7.738 ^g | 3.206 ^e | 46.62 ^e | 32.13 ^a | 0.3183 ^{cb} | 2.985 ^b |
| | 2:1 | 8.585 ^{de} | 3.253 ^{de} | 45.52 ^{de} | 30.47 ^b | 0.3266 ^{cb} | 3.276 ^a |
| 1:2 | 8.421 ^{def} | 3.235 ^{de} | 48.26 ^{cde} | 29.55 ^b | 0.2800 ^{de} | 2.888 ^{bc} | |
| ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار Phosphorus (100 kg/ha) | A | - | - | - | - | - | - |
| | B | 8.583 ^d | 4.015 ^b | 48.34 ^{cde} | 29.19 ^{bc} | 0.2750 ^{de} | 2.860 ^c |
| | 1:1 | 8.620 ^e | 3.270 ^{de} | 46.54 ^e | 31.75 ^a | 0.2833 ^{de} | 2.921 ^{bc} |
| | 2:1 | 9.115 ^c | 3.440 ^d | 46.40 ^e | 31.03 ^{ab} | 0.2950 ^{cd} | 2.866 ^c |
| 1:2 | 8.015 ^{fg} | 4.205 ^a | 66.63 ^a | 28.22 ^{bc} | 0.2800 ^{de} | 2.868 ^c | |
| ۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار + ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ Phosphorus (50 kg/ha) + 200 g Barvar2 phosphat | A | - | - | - | - | - | - |
| | B | 8.455 ^{def} | 4.083 ^b | 52.39 ^b | 29.13 ^{bc} | 0.2816 ^{de} | 2.830 ^{bc} |
| | 1:1 | 8.820 ^{cde} | 3.471 ^d | 49.47 ^{cd} | 30.56 ^{ab} | 0.2900 ^d | 2.873 ^{bc} |
| | 2:1 | 8.928 ^{cde} | 3.638 ^{cd} | 49.88 ^c | 30.93 ^{ab} | 0.3083 ^c | 2.905 ^{bc} |
| 1:2 | 8.091 ^f | 4.391 ^a | 52.38 ^b | 27.78 ^c | 0.2700 ^e | 3.040 ^b | |
| ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار + ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ Phosphorus | A | - | - | - | - | - | - |
| | B | 10.583 ^a | 3.753 ^c | 50.37 ^{bc} | 29.19 ^{bc} | 0.2466 ^f | 2.296 ^e |
| | 1:1 | 8.980 ^{cd} | 3.356 ^{de} | 49.42 ^{cd} | 32.17 ^a | 0.2683 ^e | 2.556 ^d |
| 2:1 | 9.093 ^c | 2.906 ^f | 49.97 ^c | 31.53 ^a | 0/2250 ^g | 2.530 ^{de} | |

| | | | | | | | |
|---|-----|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| (100 kg/ha) + 200 g Barvar2 phosphat | 1:2 | 9.673 ^b | 3.418 ^{de} | 52.01 ^{bc} | 28.89 ^{bc} | 0.2383 ^f | 2.360 ^e |
| LSD ($\alpha=5\%$) | - | 0.1448 | 0.0986 | 0.9765 | 0.7506 | 0.0078 | 0.0764 |

میانگین‌هایی که در هر ستون برای هر تیمار دارای حروف مشترک می‌باشند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 5% probability level LSD test

A= کشت خالص ذرت، B= کشت خالص بادام زمینی، ۱:۱، ۱:۲ و ۲:۱ نسبت ردیف‌های ذرت و بادام زمینی در سیستم‌های کشت مخلوط.

A= Corn sole cropping, B= Groundnut sole cropping, 1:1; 1:2 and 2:1 = the ratio of maize and groundnut rows in intercropping systems.

بر اساس مقایسه میانگین داده‌ها بیش‌ترین درصد پروتئین دانه بادام زمینی (۲۷/۷۰ درصد) در کشت خالص بادام زمینی و کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل در هکتار به دست آمد که تفاوت معنی‌داری با کشت خالص بادام زمینی در واکنش به مصرف ۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل همراه با ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ و نظام کشت مخلوط یک ردیف ذرت و یک ردیف بادام زمینی تحت شرایط مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر نداشت (جدول ۴). نتایج بیان‌گر آن است که در شرایط کشت خالص بادام زمینی، کاربرد کود شیمیایی فسفر توام با ۲۰۰ گرم زیستی فسفات بارور ۲ توانست نتایج مشابه با کاربرد جداگانه ۱۰۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل در هکتار نشان دهد. بدین ترتیب، کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ در زراعت بادام زمینی می‌تواند وابستگی به کود شیمیایی فسفر و آلودگی زیست‌محیطی و هزینه تولید را کاهش دهد. به علاوه، نتایج نشان داد که در کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ۱:۱ شرایط بهتری برای جذب فسفر از طریق ریشه گیاه فراهم می‌شود و سبب کاهش اعمال کود شیمیایی فسفر می‌گردد. پژوهش‌گران دیگری گزارش کردند که مصرف ۷۵ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر باعث افزایش میزان پروتئین دانه بادام زمینی گردید. نتایج این آزمایش بیان‌گر آن است که محتوای روغن دانه بیش‌تر از غلظت پروتئین دانه تحت تاثیر کاربرد کودهای زیستی قرار گرفت و با

همچنین، نتایج بیانگر وابستگی بیش‌تر تولید روغن دانه در واحد به عملکرد دانه بادام زمینی بود و نشان داد که حداکثر عملکرد روغن با افزایش حداکثری درصد روغن دانه حاصل نگردید. بدین ترتیب، بر اساس نتایج این آزمایش، افزایش عملکرد دانه در واحد سطح راه‌کار مناسبی برای دست‌یابی بیش‌ترین میزان تولید روغن بادام زمینی در واحد سطح به شمار می‌رود. به علاوه، بالاترین نسبت برابری زمین (۱/۸۸) در شرایط کشت یک ردیف ذرت + یک ردیف بادام زمینی به دست آمد و با توجه به وابستگی بیش‌تر عملکرد روغن به عملکرد دانه می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کشت مخلوط سبب افزایش تولید در واحد سطح و افزایش بازدهی و سودمندی محصول می‌گردد. با این توصیف، نظام کشت مخلوط یک ردیف ذرت و یک ردیف بادام زمینی پس از کشت خالص بادام زمینی در واکنش به کاربرد ۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار همراه با ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ بیش‌ترین عملکرد دانه (۷۸۵ کیلوگرم در هکتار) را نشان داد (جدول ۳). پژوهش‌گران دیگری نتایج نشان دادند که عملکرد روغن بادام زمینی بیش‌تر به عملکرد دانه بستگی داشت (۳۲).

درصد پروتئین دانه: نتایج نشان داد که اثر سال، اثر کود فسفر، نظام کشت و اثر برهم‌کنش کود فسفر × نظام کشت بر درصد پروتئین دانه بادام زمینی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

پالمیتیک اسید: اثر سال، کود فسفر، نظام کشت و اثر برهم‌کنش کود فسفر × نظام کشت بر میزان اسید چرب پالمیتیک اسید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیش‌ترین میزان پالمیتیک اسید (۱۰/۵۸ درصد) در کشت خالص بادام زمینی و کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم شیمیایی فسفر به‌صورت سوپرفسفات تریپل توأم با ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ به‌دست آمد. کم‌ترین میزان پالمیتیک اسید (۷/۳۸ درصد) در کشت خالص بادام زمینی و تحت شرایط مصرف ۵۰ کیلوگرم کود فسفر شیمیایی به‌صورت سوپرفسفات تریپل مشاهده شد (جدول ۴). میزان اسید چرب پالمیتیک در دامنه ۸/۷ تا ۱۳/۰۳ درصد گزارش شده است (۲۷). نتایج نشان داد که افزایش مصرف کود شیمیایی فسفر همراه با کود زیستی فسفات بارور ۲ سبب افزایش محتوای اسید چرب اشباع شده پالمیتیک در روغن بادام زمینی شد و کیفیت روغن بادام زمینی را کاهش داد. پژوهش‌گران دیگری نشان دادند که مصرف کود فسفر به‌میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با تیمار شاهد میزان اسیدهای چرب اشباع شده در روغن ذرت را افزایش داد (۱۶). به‌علاوه، نظام کشت مخلوط میزان اسید پالمیتیک روغن بادام زمینی را در مقایسه با کشت خالص آن کاهش داد و نشان داد که نظام کشت مخلوط می‌تواند میزان اسید چرب اشباع شده پالمیتیک را کاهش و کیفیت روغن بادام زمینی را بهبود بخشد.

استتاریک اسید: براساس نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها، اثر سال، کود فسفر، نظام کشت مخلوط، اثر برهم‌کنش کود فسفر × نظام کشت مخلوط و اثر برهم‌کنش سال × کود فسفر بر میزان اسد چرب استتاریک در روغن بادام زمینی معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج نشان داد که نظام کشت مخلوط تأثیر معنی‌داری بر میزان استتاریک اسید در روغن بادام زمینی داشت و بیش‌ترین میزان استتاریک اسید (۴/۳۹

نتایج مطالعه ژائو و همکاران (۲۰۰۷) مشابهت داشت که نشان دادند که استفاده از کودهای زیستی باعث افزایش محتوای روغن دانه در مقایسه با پروتئین دانه بادام زمینی گردید (۳۷). سنتز روغن در مقایسه با سنتز پروتئین دانه به انرژی بیش‌تری نیاز دارد. به همین دلیل، کودهای زیستی با افزایش فراهمی و جذب عناصر غذایی به وسیله ریشه گیاه منجر به تامین انرژی بیش‌تری برای انجام این فرآیندها می‌شود و منجر به افزایش سنتز روغن می‌شود.

عملکرد پروتئین دانه: اثر کود فسفر، نظام کشت و اثر برهم‌کنش کود فسفر و نظام کشت بر عملکرد پروتئین دانه بادام زمینی معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج نشان داد که بیش‌ترین عملکرد پروتئین دانه (۵۹۱ کیلوگرم در هکتار) به کشت خالص بادام زمینی و کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل توأم با ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ در هکتار اختصاص داشت (جدول ۴). نتایج نشان داد که عملکرد پروتئین بادام زمینی نیز تا حد زیادی به عملکرد دانه بستگی داشت و افزایش هم‌زمان درصد پروتئین و عملکرد دانه، سبب تولید حداکثر پروتئین بادام زمینی در واحد سطح شد. به‌علاوه، کاربرد کودهای زیستی به‌همراه کود شیمیایی فسفر سبب افزایش عملکرد پروتئین تحت شرایط استفاده جداگانه از سطوح پایین‌تر کود شیمیایی فسفر شد (جدول ۳). پروتئین دانه در بادام زمینی به مولکول‌های نیتروژن و گوگرد (پروتئین‌های گوگردی) وابسته است. ولی، سنتز پروتئین به وجود انرژی و مولکول‌های پر انرژی قابل دسترس گیاه بستگی دارد. به نظر می‌رسد که کودهای زیستی در کنار کودهای شیمیایی سبب افزایش سطح تماس ریشه با خاک و در نتیجه جذب بیشتر عناصر غذایی به وسیله گیاه می‌شود که این امر سبب تامین بهتر انرژی و بهبود سنتز پروتئین دانه در بادام زمینی می‌شود.

درصد)، لینولنیک (۰/۳-۰/۲ درصد)، آراشیدیک (۱/۳۹-۱/۵۳ درصد) و بی‌هنیک (۳/۴۷-۲/۴۰ درصد) گزارش کرده‌اند (۲۷). کاهش کاربرد کود فسفر شیمیایی با کاهش اسید چرب غیر اشباع اولئیک اسید و افت کیفیت روغن بادام زمینی همراه بود. همچنین، نتایج نشان داد که کاربرد کودهای زیستی با کود شیمیایی فسفر تا حدودی سبب افزایش اسید چرب غیر اشباع اولئیک اسید در روغن بادام زمینی گردید ولی کاربرد جداگانه کود شیمیایی فسفر در بیش‌ترین سطح مورد مطالعه از نظر افزایش اسید چرب غیر اشباع اولئیک اسید در روغن بادام زمینی بر تیمارهای دیگر برتری نشان داد و با یافته‌های دیگر پژوهش‌گران مطابقت داشت که گزارش کردند استفاده از کودهای فسفر باعث افزایش محتوای اسید اولئیک در روغن سویا شد (۳۷). به‌علاوه، نتایج بیانگر برتری کشت مخلوط از نظر میزان اسید چرب غیر اشباع اولئیک اسید در روغن بادام زمینی تک‌کشتی بادام زمینی بود. در مطالعه مشابه‌ای گزارش شده است که بالاترین میزان اسید چرب غیر اشباع اولئیک اسید در روغن بادام زمینی در نظام کشت مخلوط ذرت و بادام زمینی با نسبت ردیف کاشت ۲:۱ حاصل شد و کیفیت روغن بادام زمینی افزایش پیدا کرد (۳۲).

لینولنیک اسید: در این آزمایش، اثر سال، اثر کود فسفر، الگوی کشت، اثر برهم‌کنش کود فسفر × نظام کشت مخلوط، اثر برهم‌کنش سال × کود فسفر و اثر برهم‌کنش سال × الگوی کشت مخلوط بر میزان اسید چرب غیر اشباع لینولنیک اسید در روغن بادام زمینی معنی‌دار بود و اثر دیگر تیمارها غیر معنی‌دار بود (جدول ۳). براساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، بیش‌ترین میزان اسید چرب غیر اشباع لینولنیک اسید (۳۲/۱۷ درصد) در روغن بادام زمینی تحت شرایط استفاده از ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفر در نظام کشت مخلوط یک ردیف ذرت + یک ردیف بادام زمینی

درصد) در کشت مخلوط دو ردیف ذرت و یک ردیف بادام زمینی و مصرف ۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار همراه با ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ به‌دست آمد (جدول ۴). نتایج بیان‌گر آن است که در کشت خالص بادام زمینی در صورت مصرف کود فسفر همراه با ۲۰۰ گرم فسفات بارور میزان مصرف کود شیمیایی فسفر کاهش یافت. این موضوع اگرچه سبب کاهش هزینه‌های تولید و جلوگیری از آلودگی زیست‌محیطی می‌شود، میزان اسید چرب اشباع شده استتاریک اسید را در روغن بادام زمینی افزایش و کیفیت آن را کاهش می‌دهد. نتایج پژوهش‌های پیشین نیز نشان داد که استفاده از کودهای شیمیایی توام با کودهای زیستی باعث افزایش اسیدهای چرب اشباع شده مانند اسید استتاریک در روغن گلرنگ شد (۳۰).

اولئیک اسید: در این آزمایش، اثر کود فسفر، نظام کشت و اثر برهم‌کنش کود فسفر و نظام کشت بر میزان اولئیک اسید در روغن بادام زمینی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). براساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، بیش‌ترین میزان اسید چرب غیر اشباع اولئیک اسید (۶۶/۶۳ درصد) به نظام کشت مخلوط دو ردیف ذرت + یک ردیف بادام زمینی و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی فسفر اختصاص داشت (جدول ۴). نتایج حاکی از آن است که کاربرد کود شیمیایی فسفر تا سطح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپرفسفات تریپل سبب افزایش درصد اسید چرب غیر اشباع اولئیک اسید در روغن بادام زمینی و بهبود کیفیت روغن بادام زمینی شد. پژوهش‌گران دیگری اسیدهای چرب اصلی بادام زمینی را شامل اولئیک، لینولنیک، پالمیتیک و استتاریک اسید برشمردند و میزان اسیدهای چرب مختلف آن را شامل پالمیتیک (۱۳/۰۳-۸/۷ درصد)، استتاریک (۴/۵۳-۳/۷۷ درصد)، اولئیک (۲۵/۱۳-۵۵/۱) درصد، لینولنیک (۳۵/۲-۲۵/۱۳)

روغن بادام زمینی نداشت. چنین استنباط می‌شود که اسید چرب لینولئیک اسید کمتر تحت تاثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرد و بیش‌تر تابع ویژگی‌های ژنتیکی بادام زمینی است. پژوهش‌گران در مطالعه بر روی ذرت دریافتند که بالاترین مقادیر اسید لینولئیک در واکنش به کودهای شیمیایی فسفر و زیستی به‌دست آمد (۳۲) که نشان می‌دهد واکنش اسید چرب لینولئیک اسید به عوامل محیطی بسته به نوع محصول می‌تواند، متفاوت باشد.

آراشیدیک اسید: اثر سال، کود فسفر، اثر برهم‌کنش کود فسفر × نظام کشت مخلوط و اثر برهم‌کنش سه جانبه سال × کود فسفر × نظام کشت مخلوط بر میزان اسید چرب آراشیدیک اسید در روغن بادام زمینی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیش‌ترین میزان اسید چرب آراشیدیک اسید (۱/۹۷ درصد) در سال دوم زراعی و نظام کشت خالص بادام زمینی و عدم مصرف کود شیمیایی فسفر به‌دست آمد (جدول ۴). نتایج نشان داد که تغییر شرایط اقلیمی از سالی به سال دیگر می‌تواند بر میزان اسید چرب آراشیدیک اسید تأثیرگذار باشد. با افزایش مصرف کودهای شیمیایی و زیستی فسفر، میزان اسید چرب اشباع شده آراشیدیک اسید کاهش و کیفیت روغن بادام زمینی افزایش یافت. دیگر پژوهش‌گران نشان دادند که بین تغییرات اقلیمی و ترکیب اسیدهای چرب روغن در گیاه همیشه بهار ارتباط تنگاتنگی وجود داشت (۱۷).

به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با برخی تیمارها در واکنش به کاربرد ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم کودسوپر فسفات تریپل به‌صورت جداگانه یا استفاده توأم با ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ نداشت (جدول ۴). در این مطالعه، استفاده از ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل توأم با ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ تاثیر مشابه بر میزان اسید چرب غیر اشباع لینولئیک اسید در مقایسه با کاربرد جداگانه ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفر داشت و نشان داد که کاربرد کودهای شیمیایی و زیستی مورد مطالعه کارایی آن‌ها را در افزایش میزان اسید چرب غیر اشباع لینولئیک اسید در روغن بادام زمینی افزایش داد و کیفیت آن را بهبود بخشید.

لینولئیک اسید: نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سال، نظام کشت و اثر برهم‌کنش کود فسفر × نظام کشت مخلوط بر میزان اسید چرب لینولئیک اسید در روغن بادام زمینی معنی‌دار بود (جدول ۳). بیش‌ترین میزان لینولئیک اسید (۰/۳۵ درصد) در نظام کشت مخلوط یک ردیف ذرت و دو ردیف بادام زمینی در واکنش به عدم مصرف کود فسفر به‌دست آمد و در شرایط مشابه تفاوت معنی‌داری با نظام کشت یک ردیف ذرت + یک ردیف بادام زمینی و کشت خالص بادام زمینی نداشت (جدول ۴). نتایج نشان داد که کاربرد کودهای شیمیایی و زیستی فسفر به‌صورت توأم و یا جداگانه تاثیر معنی‌داری بر میزان اسید چرب لینولئیک اسید در

جدول ۵- مقایسه میانگین محتوای آراشیدیک اسید در روغن بادام زمینی تحت اثر برهم کنش سال × فسفر × الگوی کشت مخلوط.
Table 4- Mean comparison of Arachidic acid content in groundnut oil as affected by interaction effect between year, phosphorus fertilizer and intercropping system.

| اثر برهم کنش سال × کود فسفر × نظام کشت مخلوط | | آراشیدیک اسید (درصد) | |
|---|-----|----------------------|---------|
| Interaction effect between year, cropping system and phosphorus fertilizer | | Arachidic acid | |
| | A | | - |
| | B | | 1.62cde |
| عدم مصرف کود فسفر Phosphorus (check) | 1:1 | | 1.65cde |
| | 2:1 | | 1.56ce |
| | 1:2 | | 1.61cd |
| | 1:2 | | 1.61cd |
| | A | | - |
| ۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار Phosphorus (50 kg/ha) | B | | 1.85bd |
| | 1:1 | | 1.74cd |
| | 2:1 | | 1.63cde |
| | 1:2 | | 1.67cd |
| | A | | - |
| ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار Phosphorus (100 kg/ha) | B | | 1.62cde |
| | 1:1 | | 1.59cde |
| | 2:1 | | 1.63cde |
| | 1:2 | | 1.86c |
| | A | | - |
| ۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار + ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ Phosphorus (50 kg/ha) + 200 g Barvar2 phosphat | B | | 1.26g |
| | 1:1 | | 1.56e |
| | 2:1 | | 1.45f |
| | 1:2 | | 1.38f |
| | A | | - |
| ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار + ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ Phosphorus (100 kg/ha) + 200 g Barvar2 phosphat | B | | 1.72cd |
| | 1:1 | | 1.78bc |
| | 2:1 | | 1.65d |
| | 1:2 | | 1.77bcd |
| | A | | - |
| عدم مصرف کود فسفر Phosphorus (check) | B | | 1.97ad |
| | 1:1 | | 1.80bc |
| | 2:1 | | 1.74cd |
| | 1:2 | | 1.78bcd |
| | A | | - |
| ۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار Phosphorus (50 kg/ha) | B | | 1.81bc |
| | 1:1 | | 1.81bc |
| | 2:1 | | 1.67cd |
| | 1:2 | | 1.48ef |
| | A | | - |
| ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار Phosphorus (100 kg/ha) | B | | 1.39f |
| | 1:1 | | 1.68cd |
| | 2:1 | | 1.55ce |
| | 1:2 | | 1.48ef |
| | A | | - |
| ۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار + ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ Phosphorus (50 kg/ha) + 200 g Barvar2 phosphat | B | | 1.62cde |
| | 1:1 | | 1.65cde |
| | 2:1 | | 1.56ce |
| | 1:2 | | 1.61cd |
| | A | | - |
| ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار + ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ Phosphorus (100 kg/ha) + 200 g Barvar2 phosphat | B | | 1.85bd |
| | 1:1 | | 1.74cd |
| | 2:1 | | 1.63cde |
| | 1:2 | | 1.67cd |

میانگین‌هایی که در هر ستون برای هر تیمار دارای حروف مشترک می‌باشند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 5% probability level LSD test

A= کشت خالص ذرت، B= کشت خالص بادام زمینی، ۱:۱، ۱:۲ و ۲:۱ نسبت ردیف‌های ذرت و بادام زمینی در سیستم‌های کشت مخلوط.

A= Corn sole cropping, B= Groundnut sole cropping, 1:1; 1:2 and 2:1 = the ratio of maize and groundnut rows in intercropping systems.

نظیر اولئیک اسید و لینولئیک اسید و اسید چرب اشباع پالمیتیک اسید تحت تاثیر نظام‌های کشت مخلوط قرار گرفتند. نتایج نشان داد که با اعمال الگوهای مختلف کشت مخلوط می‌توان عملکرد کیفی روغن بادام زمینی را که تابع اسیدهای چرب موجود در آن است، تغییر داد. به‌علاوه، نتایج نشان داد که افزایش مصرف کود شیمیایی فسفر تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار همراه با کود زیستی فسفات بارور ۲ سبب افزایش محتوای اسید چرب اشباع پالمیتیک روغن بادام زمینی شد و کیفیت روغن بادام زمینی را کاهش داد. ولی، کاربرد جداگانه کود شیمیایی فسفر تا سطح ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سبب افزایش درصد اسید چرب غیر اشباع اولئیک اسید در روغن بادام زمینی و بهبود کیفیت روغن بادام زمینی شد. نتایج نشان داد که کاربرد کودهای زیستی با کود شیمیایی فسفر تا حدودی سبب افزایش اسید چرب غیر اشباع اولئیک اسید در روغن بادام زمینی شد، اما کاربرد جداگانه کود شیمیایی فسفر در بیش‌ترین سطح مورد مطالعه از نظر افزایش اسید چرب غیر اشباع اولئیک اسید در روغن بادام زمینی بر تیمارهای دیگر برتری نشان داد. به‌طور کلی، نتایج نشان داد که کاربرد کودهای شیمیایی فسفر به‌طور جداگانه برای افزایش درصد اسید چرب غیر اشباع اولئیک اسید و بهبود کیفیت روغن بادام زمینی لازم است و کاربرد ترکیبی کودهای شیمیایی فسفر با کود زیستی بارور ۲ سبب ارتقای عملکرد بادام زمینی می‌شود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از زحمات مدیران محترم مرکز پژوهش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان و همکاران بخش پژوهش علوم زراعی و باغی آن مرکز جهت همکاری صمیمانه در اجرای پروژه و ارائه توصیه‌های فنی و علمی تشکر و سپاسگزاری می‌شود.

بی‌هینیک اسید: در این آزمایش، اثر سال، کود فسفر، نظام کشت و اثر برهم‌کنش کود فسفر × نظام کشت مخلوط بر اسید چرب بی‌هینیک اسید در سطح احتمال یک درصد و اثر برهم‌کنش سال × کود فسفر در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیش‌ترین میزان اسید چرب بی‌هینیک (۳/۲۷ درصد) در اثر کاربرد ۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپرفسفات تریپل و نظام کشت مخلوط یک ردیف ذرت + دو ردیف بادام زمینی به‌دست آمد (جدول ۴). نتایج بیان‌گر آن است که مصرف کودهای فسفر شیمیایی تا سطح ۵۰ کیلوگرم در هکتار سبب کاهش محتوای اسید چرب اشباع شده بی‌هینیک اسید در روغن بادام زمینی شد و کیفیت روغن افزایش یافت و در سطوح بالاتر کود شیمیایی فسفر نتایج معکوسی مشاهده شد. همچنین، نتایج نشان داد که کودهای زیستی تاثیری بر میزان محتوای اسید چرب اشباع شده بی‌هینیک اسید در روغن بادام زمینی نداشت.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که کاربرد توام کودهای شیمیایی و زیستی سبب بهبود عملکرد دانه بادام زمینی گردید که می‌تواند ناشی از آزادسازی هورمون رشد از ریشه گیاه، بهبود جذب عناصر غذایی و به تبع آن بهبود فرآیند فتوسنتزی و افزایش عملکرد دانه در واحد سطح باشد. در شرایط کشت خالص بادام زمینی، کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود شیمیایی فسفر توام با ۲۰۰ گرم کود زیستی فسفات بارور ۲ توانست نتایج مشابه با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل در هکتار نشان دهد. بدین ترتیب، کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ در زراعت بادام زمینی می‌تواند وابستگی به کود شیمیایی فسفر و آلودگی زیست محیطی و هزینه تولید را کاهش دهد. در این مطالعه، دو اسید چرب مهم غیر اشباع در روغن بادام زمینی

References

1. Adeleke, M.A., and Haruna, I.M. 2012. Residual nitrogen contribution from grain legume to the growth and development of succeeding maize crop. *J. Animal Sci.* 2: 197-207.
2. Adeoye, G.O., Sridhar, M.K.C., Adeoluwa, O.O., and Akinsoji, N.A. 2005. Evaluation of naturally decomposed solid waste from municipal dump sites for their manorial value in southwest Nigeria. *J. Sust. Agric.* 26: 4. 143-152.
3. Adesoji, A.G., Abubakar, I.U., Tanimu, B., and Labe, D.A. 2013. Influence of Incorporated short duration legume fallow and nitrogen on maize (*Zea mays* L.) growth and development in northern guinea savannah of Nigeria. *Am-Eur J. Agric. Environ. Sci.* 13: 1. 58-67.
4. Ahmad, Z., Mezori, H.A.M., and Duhoky, M.M.S. 2008. Effect of intercropping systems and nitrogen fertilizer on yield, yield components of corn (*Zea mays* L.) and peanut (*Arachis hypogea* L.). *J. Dohuk Univ.* 11: 1. 206-214.
5. Amos, R.N., Jens, B.A., and Symon, M. 2012. On farm evaluation of yield and economic benefits of short term maize legume intercropping systems under conservation Agriculture in Malawi. *Field Crop Res.* 132: 149-157.
6. Baker, E. 2006. Nitrogen uptake characteristics of corn roots at low N concentration as influenced by plant age. *Agron J.* 132: 17-19.
7. Bihagad, S.B., Chavan, S.A., Zagade, M.V., and Dahiphale, A.V. 2006. Intercropping groundnut and sweet corn at different fertility levels and row proportions. *Ind. J. Crop Sci.* 1: 1-2. 151-153.
8. Brintha, I., and Seran, T.H. 2009. Effect of paired row intercropping of raddish (*Raphanus Sativus* L.) intercropped with vegetable amaranths (*Amaranthus tricolor* L.) on yield components in sandy regosol. *J. Agric. Sci.* 4: 19-28.
9. Food and Agriculture Organization (FAO). 2019. Available at <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx>. Last access on March.01.2021.
10. Fuente, E.B., Suarez, S.A., Lenardis, A.E., and Poggio, S.L. 2014. Intercropping sunflower and soybean in intensive farming systems: Evaluating yield advantage and effect on weed and insect assemblages. *NJAS - Wageningen J. Life Sci.* 70: 47-52.
11. Ghasemi, S., Siavoshi, K., Choukan, R., and Khavazi, K. 2011. Effect of biofertilizer phosphate on grain yield and its components of maize (*Zea mays* L.) cv. KSC704 under water deficit stress conditions. *Seed Plant Prod. J.* 27: 2. 219-223. (In Persian)
12. Gholami Mehrabadi, A., Madani, H., and Malboobi, M.A. 2012. Response of maize hybrids to biological and chemical phosphorus fertilizer sources in Arak climate. 12th Iranian Crop Science Congress. 4-6 Sep. Karaj, Iran. (In Persian)
13. Gou, F., Van Ittersum, M.K., Couedel, A., Zhang, Y., Wang, Y., Van Der Putten, P.E.L., Zhang, L., and Van Der Werf, W. 2018. Intercropping with wheat lowers nutrient uptake and biomass accumulation of maize, but increases photosynthetic rate of the ear leaf. *AOB Plants*, 10, ply010; doi: 10.1093/aobpla/ply010.
14. Hugar, H.Y., and Palled, Y.B. 2008. Studies on maize-vegetable intercropping systems. *Karnataka J. Agric. Sci.* 21: 162-164.
15. Ijoyah, M.O., and Fanen, F.T. 2012. Effects of different cropping system on yield of maize-soybean mixture in Makurdi. Nigeria. *J. Crop Sci.* 1: 2. 39-47.
16. Kaptan, M.A., Koka, Y.O., and Canavar, O. 2017. Effect of NPK fertilization on mineral content and fatty acid compounds of corn seed. *Aduziraat Dergipark J.* 14: 2. 19-22.
17. Krol, B., and Paszko, T. 2017. Harvest date as a factor affecting crop yield, oil content and fatty acid composition of the seeds of calendula cultivars. *Indust. Crops and Prod.* 97: 242-251.
18. Langat, M.C., Okiror, M.A., Ouma, J.P., and Gesimba, R.M. 2006. The effect of

- intercropping groundnut (*Arachis hypogea* L.) with sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) on yield and cash income. *Agric. Trop. Subtrop.* 39: 2. 87-91.
19. Layek, J., Shivakumar, B.G., Rana, D.S., Munda, S., and Lakshman, K. 2015. Effect of nitrogen fertilization on yield, intercropping indices and produce quality of different soybean (*Glycine max*) + cereal intercropping systems. *Ind. J. Agron.* 60: 230-235.
 20. Lithourgidis, A.S., Dhima, K.V. Vasilakoglou, I.B., Dordas, C.A., and Yiakoulaki, M.D. 2007. Sustainable production of barley and wheat by intercropping common vetch. *Agron. Sust. Develop.* 27: 95-99.
 21. Loomis, R.S., and Connor, D.J. 1996. *Crop ecology: productivity and management in agriculture systems.* Cambridge University Press. 305 p.
 22. Maluleke, M.H., Bediako, A.A., and Ayisi, K.K. 2005. Influence of maize-lablab intercropping on Lepidopterous stem borer infestation in maize. *J. Entom.* 98: 384-388.
 23. Matusso, J.M.M., Mugwe, J.N., and Mucheru-Muna, M. 2012. Potential role of cereal-legume intercropping systems in integrated soil fertility management in smallholder farming systems of sub-Saharan Africa Research Application Summary. Third Reforum Biennial Meeting. Pp: 24-28. September 2012, Entebbe, Uganda.
 24. Mobasser, H.R., Vazirimehr, M.R., and Rigi, K. 2014. Effect of intercropping on resources use, weed management and forage quality. *Int. J. Plant, Animal Environ. Sci.* 4: 2. 706-713.
 25. Morales, R.E.J., Escalante, E.J.A., Sosa, C.L., and Volke, H.V.H. 2009. Biomass, yield and land equivalent ratio of *Helianthus annuus* L in sole crop and intercropped with *Phaseolus vulgaris* L. in high valleys of Mexico. *Trop. Subtrop. Agro. Ecos.* 10: 431-439.
 26. Nobahar, A., Zakerin, H.R., Mostafavi Rad, M., Sayfzadeh, S., and Valadabady, A.R. 2019. Response of yield and some physiological traits of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) to topping height and application methods of Zn and Ca nano chelates. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 1532-2416 Online J. homepage: <https://www.tandfonline.com/loi/lcss20>.
 27. Ozcan, M., and Seven, S. 2003. Physical and chemical analysis and fatty acid composition of peanut, peanut oil and peanut butter from ÇOM and NC-7 cultivars. *Grasasy Aceites.* 54: 1. 12-18
 28. Prasad, R.B., and Brook, R.M. 2005. Effect of varying maize densities on intercropped maize and soybean in Nepal. *Exp Agric.* 41: 365-382.
 29. Reddy, T.Y., and Reddi, G.H.S. 2007. *Principles of Agronomy.* Kalyan Publishers India. Pp: 468-489.
 30. Saeidi, M., Raei, Y., Amini, R., Taghizadeh, A., and Pasban Eslam, B. 2018. Changes in fatty acid and protein of safflower as response to bio-fertilizers and cropping system. *Turk. J. Field Crops.* 23: 2. 117-126.
 31. Seyed Noori, O. 2017. Evaluation of peanut (*Arachis hypogaea* L.) and maize (*Zea mays* L.) intercropping as affected by different nitrogen levels. M.Sc. Thesis in Agronomy, Islamic Azad University, Rasht, Iran. (In Persian)
 32. Seyed Noori, O., Mostafavi Rad, M., and Ansari, M.H. 2017. Evaluation of grain yield, land equivalent ratio and fatty acids combination of peanut oil in intercropping with corn as affected by different levels of nitrogen. *J. Crops Improv. (J. Agric)* 18: 4. 805-820. (In Persian)
 33. Sharma, A.K. 2003. Biofertilizers for sustainable agriculture. *Agron. Ind. Sci.* 6: 4. 344-358.
 34. Thayamini, H.S., and Brintha, I. 2010. Review on maize based intercropping. *J. Agron.* 9: 3. 135-145.
 35. Tie, C., Hu, T., Jia, Z.X., and Zhang, J.L. 2015. Automatic identification approach for high-yield liquid chromatography-multiple reaction monitoring fatty acid global profiling. *Anal Chem.* 87: 16. 81-85.
 36. Wan, L., Sun, H., Ni, Z., and Yan, G. 2017. Rapid determination of oil quantity in intact rape grains using near

- infrared spectroscopy. J. Food Engin. 41:1-7.
37. Zhou, L., Li, X., Tang, X., Lin, Y., and Li, Z. 2007. Effects of different application amount of N, P, K fertilizers on physiological characteristics, yield and kernel quality of peanut. Ying. Yong. Sheng. Tai. Xue. Bao. 18: 11. 2468-2474.