به زراعی کشاورزی
دوره ۲۴ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۱
صفحه‌های ۲۶۷-۲۵۳
DOI: 10.22059/jci.2022.324938.2561

مقاله پژوهشی:

تأثیر کاربرد تلفیقی کودهای فسفره بر عملکرد دانه بادام‌زمینی در کشت مخلوط با ذرت

طاهره رضاپور کویشاهی[1]، سعید سیف‌زاده[2*]، معرفت مصطفوی‌راد[3]، علیرضا ولدآبادی[4]، اسماعیل حدیدی ماسوله[5]
۱. دانشجوی دکتری، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران.
۲. دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران.
۳. استادیار، بخش علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، رشت، ایران.
۴. دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران.
۵. استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۳/۳۱ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۹/۲۰

چکیده
این آزمایش به‌منظور بررسی عملکرد دانه بادام‌زمینی در کشت مخلوط با ذرت تحت کاربرد تلفیقی کودهای فسفره شیمیایی و زیستی در طی سال‌های زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات رشت اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل پنج سطح کود فسفره (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپرفسفات تریپل، ۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل+ ۲۰۰ گرم فسفات بارور۲ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل+ ۲۰۰ گرم فسفات بارور۲) و پنج الگوی کشت شامل کشت خالص ذرت، کشت خالص بادام‌زمینی و کشت مخلوط یک ردیف ذرت+ یک ردیف بادام‌زمینی (۱:۱)، دو ردیف ذرت+ یک ردیف بادام‌زمینی (۱:۲)، یک ردیف ذرت+ دو ردیف بادام‌زمینی (۲:۱) بود. براساس نتایج این آزمایش، اثر متقابل کود فسفره و سیستم کشت مخلوط بر تمام صفات اندازه‌گیری‌شده معنی‌دار بود. حداکثر عملکرد دانه ذرت و بادام‌زمینی در سیستم تک‌کشتی با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۲۰۰ گرم فسفات بارور۲ مشاهده شد. استفاده ترکیبی از فسفر شیمیایی و زیستی منجر به افزایش عملکرد دانه ذرت و بادام‌زمینی در سیستم تک‌کشتی شد. بالاترین نسبت برابری زمین (LER) معادل ۱/۸ در تیمار شاهد و کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ردیف ۱:۱ مشاهد شد. سیستم کشت مخلوط اجزای عملکرد بادام‌زمینی از قبیل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، طول و عرض غلاف را بهبود بخشید. براساس نتایج این آزمایش، سیستم کشت مخلوط ذرت- بادام‌زمینی از نظر تولید گیاهان زراعی در واحد سطح مزیت داشت. به‌علاوه، غلظت نیتروژن و فسفر در دانه بادام‌زمینی در واکنش به کاربرد تلفیقی کودهای فسفره شیمیایی و زیستی تحت شرایط کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی افزایش پیدا کرد. کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ردیف ۱:۱ و کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۲۰۰ گرم فسفات بارور۲ بر تیمارهای دیگر برتری نشان داد. بدین ترتیب، کود زیستی فسفات بارور۲ می‌تواند برای افزایش سودمندی و تولید محصول در کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی تحت شرایط اقلیمی منطقه قابل توصیه باشد.

کلیدواژه‌ها: الگوی کشت، بارور۲، سوپرفسفات تریپل، کشاورزی پایدار، کود زیستی.

Influence of Integrated Application of Phosphorus Fertilizers on Grain Yield of Groundnut under Intercropping with Corn

Tahereh Rezapour Kavishahi[1], Saeed Sayfzadeh[2*], Marefat Mostafavi Rad[3], Ali Reza Valadabady[4], Esmaeil Hadidi Masouleh[5]
1. Ph. D. Student, Agronomy Department, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran.
2. Associate Professor, Agronomy Department, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran
3. Assistant Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Guilan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran.
4. Associate Professor, Agronomy Department, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran.
5. Assistant Professor, Agronomy Department, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran.
Received: June 21, 2021 Accepted: December 11, 2021

Abstract
In order to evaluate of grain yield of groundnut under intercropping with corn under the application of phosphorus chemical and bio-fertilizers, this experiment is performed as factorial arrangement based on randomized complete block design with three replications in Rasht, Iran in 2017 and 2018 cropping seasons. Five level of phosphorus fertilizer (PF) as triple super phosphate (TSP) including 1. Zero (as control), 2. 50 kg/ha TSP, 3. 100 kg/ha TSP, 4. 50 kg/ha TSP + 200 g/ha Barvar2 phosphate bio-fertilizer (BPB), and 5. 100 kg/ha TSP + 200 g/ha BPB, and five intercropping pattern (IP) including 1. maize sole cropping, 2. groundnut sole cropping, 3. intercropped groundnut-maize with the ratio of 1:1, 2:1, and 1:2 rows, comprise the experimental treatments. According to the results from this experiment, the interaction effect between phosphorus fertilizer × intercropping system has been significant for all measured characteristics. Maximum grain yield of maize and groundnut are observed in the application of 100 kg/ha phosphorus fertilizer plus 200 g Barvar[2] phosphat bio-fertilizer under sole crop. The combined usage of chemical and biological phosphorus fertilizer increase grain yield of maize and groundnut under sole crop. The highest land equivalent ratio (LER) equal 1.88 can be seen under control treatment and maize-groundnut intercropped system with the ratio of 1:1 rows. Intercropping system improve yield attributes of groundnut such as pod numbers per plant and grain number per pod, pod length, and diameter. Based on the results of this experiment, maize-groundnut intercropped system are advantageous for crop production per unit area. In addition, the concentration of nitrogen and phosphorus content in groundnut grain rise in response to the integrated application of chemical phosphorus and Barvar2 phosphat bio-fertilizer under maize-groundnut intercropped system. Maize-groundnut intercropped system with the ratio of 1:1 rows and the application of 100 kg/ha phosphorus fertilizer plus 200 g Barvar[2] phosphat bio-

* نویسنده مسئول Email: saeedsayfzadeh@yahoo.com

fertilizer are superior to other treatments. Hence, Barvar2 phosphat bio-fertilizer superiority could be recommendable to enhance profitability and crop production at maize-groundnut intercropping system under region climatic condition.

Keywords: Barvar2, biofertilizer, planting pattern, sustainable agriculture, triple super phosphate.

۱. مقدمه

امروزه توسعه کشت مخلوط به‌عنوان نمونه‌ای از نظام‌های پایدار در کشاورزی برای دستیابی به اهدافی نظیر ایجاد تعادل اکولوژیک، بهره‌برداری بیش‌تر از منابع، افزایش کمی و کیفی عملکرد و کاهش خسارت آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز یک ضرورت محسوب می‌شود (Lithourgidis *et al*., 2007; Fernandez Aparicio *et al*., 2007). کشت مخلوط یک روش زراعی پیشرفته است که برای افزایش عملکرد و کیفیت تولید گیاهان زراعی مورداستفاده قرار می‌گیرد (Thayamini & Brintha, 2010) و نقش اساسی در تولید پایدار مواد غذایی در کشورهای پیشرفته و در حال توسعه دارد (Adeoye *et al*., 2005). در کشت مخلوط از طریق افزایش کارایی مصرف منابع طبیعی با حداقل تأثیر بر محیط‌زیست غذای زیادی در پاسخ به افزایش تقاضای جمعیت تولید می‌شود (Amos *et al*., 2012). یکی از راه‌های افزایش بازدهی محصولات کشاورزی، استفاده از سیستم‌های کشت مخلوط گیاهان خانواده بقولات با غلات است که در تحقق کشاورزی پایدار مؤثر و کارآمد است (Ahmad *et al*., 2008). به‌علاوه، در سیستم کشت مخلوط، بقولات می‌توانند بخش قابل‌توجهی از نیتروژن موردنیاز گیاه را از طریق تثبیت زیستی تأمین کنند. انعطاف‌پذیری و کاهش ریسک‌پذیری، افزایش سوددهی، حفظ خاک و بهبود حاصل‌خیزی از مزایای دیگر کشت مخلوط است (Matusso *et al*., 2014).

کشت مخلوط غلات با بقولات محصول بیش‌تری نسبت به کشت‌های خالص گیاهان زراعی تولید می‌کند (Mucheru *et al*., 2010). کشت مخلوط ذرت *Zea mays* (L.) و بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea* L.) یکی از بهترین سیستم‌های کشت مخلوط محسوب می‌شود، چرا که تفاوت‌های رشدی و فیزیولوژیکی متفاوتی با هم دارند. ذرت به‌دلیل داشتن تنوع، سازگاری و ارزش غذایی بالا در ردیف مهم‌ترین گیاهان زراعی جهان قرار گرفته است که دارای مسیر فتوسنتزی C_4 است. بادام‌زمینی هم یکی از دانه‌های روغنی مهم خانوده بقولات با مسیر فتوسنتزی C_3 به‌شمار می‌رود. دانه بادام‌زمینی دارای ۳۰ تا ۵۰ درصد روغن، ۲۵ تا ۳۵ درصد پروتئین و مقدار انرژی بالا با قابلیت هضم و کیفیت مطلوب می‌باشد (Nobahar, 2019).

در رابطه با کشت مخلوط گیاهان خانواده بقولات با غلات پژوهش‌های مختلفی انجام شده است. پژوهش‌گران گزارش کرده‌اند که سیستم کشت مخلوط ذرت با لوبیا منجر به تولید حداکثر عملکرد دانه و زیست‌توده ذرت شد (Reddy & Reddy, 2007). در پژوهش دیگری، گزارش شده است که کشت مخلوط ذرت و سویا با نسبت ۲:۲ عملکرد سویا را افزایش داد (Maluleke *et al*., 2005). پژوهش‌گران نشان دادند که بیش‌ترین عملکرد بادام‌زمینی در سیستم کشت دو ردیف بادام‌زمینی و یک ردیف سورگوم به‌دست آمد (Langat *et al*., 2006). پژوهش‌گران دیگری بیش‌ترین عملکرد زیست‌توده بادام‌زمینی را در سیستم کشت مخلوط ۵۰ درصد ذرت و ۵۰ درصد بادام‌زمینی گزارش کردند (Dahmardeh, 2011). در کشت مخلوط ذرت و سویا نشان دادند که سیستم کشت مخلوط در هر دو شرایط مصرف و عدم مصرف کود فسفره سبب افزایش جذب فسفر شد (Kolawole, 2011). پژوهش‌گران دیگری نشان دادند که در کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی با آرایش کاشت یک به سه، عملکرد زیست‌توده ذرت افزایش داشت (Bihagod *et al*., 2006). Morales *et al*. (2009)

گزارش کردند که کشت مخلوط آفتابگردان با لوبیا سبب عملکرد دانه آفتابگردان شد.

تغذیه گیاهان زراعی به‌منظور حصول عملکرد بالا و ارتقای کیفیت محصول از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است و با اعمال مدیریت‌های زراعی می‌توان تغییراتی در صفات مرتبط با عملکرد کمی و کیفی گیاهان زراعی ایجاد نمود. فسفر بعد از نیتروژن مهم‌ترین عنصر موردنیاز گیاهان و ریزجانداران بوده و مهم‌ترین نقش را در فرایند تولید و انتقال انرژی دارا می‌باشد. شکل‌های مختلف فسفر در خاک به‌وسیله ویژگی‌های طبیعی خاک شامل اسیدیته خاک، کاتیون‌های محلول و تبادلی آهن، کلسیم و منیزیم و نوع ذرات خاک و سطح آن‌ها کنترل می‌شود. به‌طوری‌که در خاک‌های آهکی به‌صورت ترکیبات نامحلول کلسیم و منیزیم و در خاک‌های اسیدی به‌صورت فسفات آهن و آلومینیوم رسوب می‌کند و از دسترس گیاهان خارج می‌شود (Hameeda *et al*., 2006). در این راستا، استفاده از ریزجاندارانی بنام باکتری‌های حل‌کننده‌های فسفات برای تبدیل شکل نامحلول فسفر به‌شکل محلول ضروری به‌نظر می‌رسد. باکتری‌های حل‌کننده فسفات نه تنها راندمان جذب کود را بالا می‌برند بلکه باعث افزایش محصول نیز می‌شوند. از طرفی، لزوم استفاده از این ریزجانداران در جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی و بهبود سلامت جامعه بر کسی پوشیده نیست. امروزه استفاده از کودهای حاوی ریزجانداران متعدد تحت عنوان کودهای زیستی رونق زیادی پیدا کرده است (Wu *et al*., 2005; Hameeda *et al*., 2006). در این راستا، Madani *et al*. (2004) مشاهده کردند که کمیت و کیفیت چغندرقند با استفاده از کود زیستی فسفات بارور۲ افزایش معنی‌دار پیدا کرد. هم‌چنین، پژوهش‌گران دیگری گزارش کردند که عملکرد دانه و وزن ۱۰۰۰ دانه ذرت زمانی بالاترین مقدار را داشت که کود زیستی با کود شیمیایی فسفر به‌صورت تلفیقی مورداستفاده قرار گرفت، که علت آن را افزایش فسفر قابل دسترس برای ریشه گیاه در اثر افزایش حلالیت فسفر شیمیایی به‌وسیله باکتری‌های موجود در کود زیستی اعلام کردند (Ghasemi *et al*., 2011; Gholami Mehrabadi *et al*., 2012). پژوهش‌گران دیگری نشان دادند که تیمار با کود زیستی بارور۲ بر صفات رویشی و عملکرد پیاز خوراکی تأثیر مثبت داشت (Bolandnazar *et al*., 2013). نتایج پژوهش‌های دیگر پژوهش‌گران نشان داد که کاربرد کود سوپرفسفات تریپل به اضافه کود زیستی فسفاته بارور۲ و کود اوره به‌اضافه ازتوباکتر نسبت به سایر تیمارها باعث افزایش عملکرد کمی و کیفی عملکرد آفتابگردان شد (Shokouhfar & Khani, 2018). در مطالعه دیگری گزارش شده است که مصرف ٦٠ درصد کودهای شیمیایی به‌علاوه کودهای زیستی سبب باعث افزایش رشد بوته و عملکرد زیست‌توده گلرنگ شد (Saeidi *et al*., 2018). این آزمایش، برای اولین بار در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف آن‌ها در کشت مخلوط بادام‌زمینی با ذرت اجرا می‌شود. هدف از این آزمایش، ارزیابی نسبت برابری زمین و تغییرات عملکرد دانه بادام‌زمینی در کشت مخلوط با ذرت در واکنش به کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی فسفره بود.

۲. مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال‌های زراعی ۱۳۹٦ و ۱۳۹۷ در مزرعه آزمایشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی رشت و به‌صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل پنج سطح کود فسفره (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپرفسفات تریپل، ۵۰ کیلوگرم در هکتار

سوپرفسفات تریپل+ ۲۰۰ گرم فسات بارور۲ و فسفر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل+ ۲۰۰ گرم فسفات بارور۲) و پنج الگوی کشت شامل کشت خالص ذرت، کشت خالص بادام‌زمینی و کشت مخلوط یک ردیف ذرت+ یک ردیف بادام‌زمینی (۱:۱)، دو ردیف ذرت+ یک ردیف بادام‌زمینی (۱:۲)، یک ردیف ذرت+ دو ردیف بادام‌زمینی (۲:۱) بود. ذرت مورد آزمایش رقم ۷۰٤ و بادام‌زمینی رقم محلی گلی بود. عملیات آماده‌سازی زمین زراعی در فروردین‌ماه و کاشت بادام‌زمینی در هر دو سال زراعی در تاریخ ۱۵ اردیبهشت‌ماه انجام شد. قبل از کاشت یک نمونه مرکب خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر از چند نقطه مزرعه برداشت و جهت تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک به آزمایشگاه ارسال گردید که نتایج آن در جدول (۱) درج شده است. هر کرت شامل شش خط به طول چهار متر بود. در این روش ٦۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به‌عنوان نیتروژن آغازگر در زمان قبل از کاشت مورداستفاده قرار گرفت و به‌طور یکنواخت در سطح مزرعه پاشیده شده و به‌وسیله دیسک سبک با خاک مخلوط گردید. فاصله ردیف کاشت ذرت ۷۵ و فاصله بوته‌های ذرت بر روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر و فواصل ردیف کاشت بادام‌زمینی ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌های بادام‌زمینی بر روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود و کشت مخلوط به‌صورت جایگزینی انجام شد. هر کرت دارای شش ردیف کاشت به‌طول پنج متر بود. مبارزه با آفات و بیماری‌ها به‌روش شیمیایی و کنترل علف‌های هرز به‌روش وجین دستی در دو مرحله چهار الی پنج‌برگی و زمان پرشدن غلاف‌های بادام‌زمینی همراه با خاک‌دهی پای بوته‌ها انجام شد. در زمان برداشت محصول صفاتی نظیر عملکرد دانه ذرت، عملکرد غلاف و دانه بادام‌زمینی، وزن ۱۰۰ دانه، ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی در بوته، طول غلاف، عرض غلاف، تعداد دانه در غلاف، نیتروژن و فسفر دانه بادام‌زمینی اندازه‌گیری شد. قبل از برداشت محصول، برای اندازه‌گیری اجزای عملکرد تعداد ۱۰ بوته به‌طور تصادفی از هر کرت انتخاب شد. در زمان رسیدگی فیزیولوژیک (قهوه‌ای‌شدن غلاف‌ها) و برداشت محصول بادام‌زمینی، برای اندازه‌گیری عملکرد پس از حذف نیم متر حاشیه از ابتدا و انتهای ردیف‌های کاشت سطحی معادل شش مترمربع برداشت گردید. پس از جمع‌آوری داده‌های دو سال زراعی و انجام آزمون بارتلت و اطمینان از یکنواختی اشتباه آزمایشی، تجزیه واریانس مرکب داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه 9.1) و مقایسه میانگین‌ها به‌روش حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) انجام شد.

۳. نتایج و بحث

۳. ۱. ارتفاع بوته

نتایج نشان داد که اثر سال، کود فسفره، الگوی کشت مخلوط، اثر متقابل کود فسفره× الگوی کشت مخلوط و اثر متقابل سال× کود فسفره بر ارتفاع بوته بادام‌زمینی معنی‌دار بود (جدول ۲). بالاترین ارتفاع بوته بادام‌زمینی (۷۸/۳۳ سانتی‌متر) در کشت خالص بادام‌زمینی با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل همراه با ۲۰۰ گرم فسفات بارور۲ مشاهده شد. در بین الگوهای کشت مخلوط، الگوی کشت یک ردیف ذرت و یک ردیف بادام‌زمینی در شرایط استفاده از ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل، بلندترین بوته بادام‌زمینی (٦۹/۱۹ سانتی‌متر) را تولید کرد (جدول ۳).

جدول ۱. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

آهن	پتاسیم	فسفر	درصد	درصد	اسیدیته	درصد	درصد	درصد	بافت	عمق

قابل‌تبادل (meq/100g)	قابل‌دسترس ($mg\ kg^{-1}$)	قابل‌دسترس ($mg\ kg^{-1}$)	نیتروژن کل (%)	کربن آلی (%)	خاک	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	خاک	نمونه‌برداری (cm)
۱۵۶	۲۲۹	۹/۷	۰/۱۷۱	۱/۸۸	۵/۹	۴۰/۲	۲۷/۱	۳۲/۷	لومی رسی	۰-۳۰

جدول ۲. تجزیه واریانس اثر سطوح کود فسفر و نوع کشت بر صفات اندازه‌گیری‌شده در با دام‌زمینی در دو سال زراعی

منبع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه‌های فرعی در بوته	عملکرد میوه	عملکرد دانه	تعداد غلاف در بوته	دانه در غلاف
سال	۱	۳۱۷**	۲/۱۳۶**	۶۸۲۰۸۸**	۱۷۰۰۱۶**	۵۸/۵۰**	۱/۱۲۱۴**
سال (تکرار)	۴	۴۹۵/۶	۶/۴۵۹	۷۶۷۹۹۵	۳۷۹۷۲۳	۲۶۸/۱	۱/۰۱۲۴
کود فسفره	۴	۱۲۱/۲**	۰/۸۰۴۲**	۲۹۷۷۰۱۲**	۲۰۱۶۰۳۹**	۱۲۰/۷**	۰/۰۵۸۶**
الگوی کشت	۴	۲۰۸/۹**	۵/۱۵۶۹**	۳۰۶۳۵۴۳۳**	۶۲۴۶۳۴۱**	۴۵/۰۸**	۱/۰۸۷۰**
کود فسفره× الگوی کشت	۱۶	۲۳۴/۰**	۱/۷۳۸**	۶۰۵۲۳۱**	۳۶۲۲۸۹**	۵۲/۳۱**	۰/۲۱۲۶**
سال× کود فسفره	۴	۱/۳۱۹ns	۰/۰۹۱۷ns	۱۸۴۷۱*	۷۳۲۷*	۰/۴۷۷ns	۰/۰۰۳۸ns
سال× الگوی کشت	۴	۲۶/۱۸*	۰/۰۳۵ns	۴۲۱۸۶**	۶۲۶۸*	۰/۴۳۲ns	۰/۰۰۸۲**
سال× کود فسفره× الگوی کشت	۱۶	۱۴/۴۵ns	۰/۱۰۵*	۹۶۴۴ns	۲۰۸۷ns	۱/۶۲۹**	۰/۰۰۳۳ns
اشتباه آزمایشی	۹۶	۸/۷۸	۰/۰۴۸۵	۷۴۹۵/۸	۲۵۱۵/۶۹	۰/۶۹۷	۰/۰۰۱۹
ضریب تغییرات	---	۰/۸	۷/۲۶	۵/۱۹	۵/۶۶	۶/۴۴	۳/۶

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ادامه جدول ۲. تجزیه واریانس اثر سطوح کود فسفر و نوع کشت بر صفات اندازه‌گیری شده در بادام‌زمینی در دو سال زراعی

منبع تغییرات	درجه آزادی	وزن صددانه	طول غلاف	عرض غلاف	نیتروژن دانه	فسفر دانه	عملکرد دانه ذرت
سال	۱	۸۷/۲**	۳۱/۶۴**	۵۷/۸۴**	۱/۱۹۳۴**	۶۰۲۹**	۳۹۶۹۷۸۵/۶**
سال (تکرار)	۴	۲۵۸/۶	۵۳۷/۴	۸۱/۲۶	۱/۰۸۴۹	۱۰۳۵۲	۲۰۹۵۶۹/۱
کود فسفره	۴	۱۵۰۲/۵**	۱۰۳/۸**	۳/۵۳۳**	۱/۰۶۰۵**	۱۴۹۹۱۱/۴**	۶۵۸۱۸۰۸۵/۲**
الگوی کشت	۴	۸۱۴۴/۳**	۱۳۱/۹**	۶۸/۷۷**	۸/۰۵۲۶**	۹۲۵۸/۵**	۶۰۰۷۰۷۹۸/۶**
کود فسفره× الگوی کشت	۱۶	۱۲۸۲/۶**	۴۴/۰۲**	۹/۵۸۰**	۳/۱۵۸۱**	۲۰۶۵۴**	۶۲۹۹۵۲۴/۰۰**
سال× کود فسفره	۴	۱۳/۸۱**	۱/۶۱۳ns	۰/۴۸۰ns	۰/۰۰۸ns	۷۴۳/۰۵**	۲۰۳۹۲۸/۸ns
سال× الگوی کشت	۴	۳/۹۱۷ns	۱/۸۲۳ns	۰/۶۳۳ns	۰/۲۶۷**	۴۸۷/۴۴ns	۶۳۴۳۳/۹ns
سال× کود فسفره× الگوی کشت	۱۶	۷/۱۲۹**	۲/۰۰۹ns	۰/۸۶۸ns	۰/۲۵۷**	۳۶۷/۹۶ns	۸۴۴۹۰/۸ns
اشتباه آزمایشی	۹۶	۸۲۵۲/۲	۱/۶۱۸	۰/۷۳۸	۰/۰۷۱۴	۳۰۶	۴۲۷۳۳۰/۸
ضریب تغییرات	---	۹/۳۱	۹/۳۴	۶/۶۶	۷/۷۵	۶/۵۶	۱۱/۱۵

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

نتایج نشان داد که کاربرد کود زیستی فسفات بارور۲ سبب افزایش ارتفاع بوته بادام‌زمینی شد که علت آن می‌تواند ترشح هورمون‌های گیاهی و بهبود وضعیت جذب عناصر غذایی به‌ویژه فسفر از طریق ریشه گیاه در واکنش به کاربرد کود زیستی باشد (Sharma, 2003). گزارش شده است که کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی با ۵۰ درصد مقدار توصیه‌شده توأم با کودهای زیستی سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه نخود شد (Arya *et al.*, 2007). پژوهش‌گران دیگری نشان دادند که بیش‌ترین ارتفاع بوته بادام‌زمینی در الگوی کشت مخلوط ۵۰ درصد ذرت+ ۵۰ درصد بادام‌زمینی

به‌دست آمد (Dahmardeh, 2011).

کود فسفره× الگوی کشت مخلوط بر تعداد شاخه‌های فرعی بوته بادام‌زمینی معنی‌دار بود (جدول ۳).

۳. ۲. تعداد شاخه‌های فرعی

اثر سال، اثر کود فسفره، الگوی کشت مخلوط، اثر متقابل

پژوهش‌های کشاورزی ■ دوره ۲۴ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۱ ■ صفحه‌های ۲۷-۴۳
DOI: 10.22059/jci.2022.324938.2561

جدول ۳. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری‌شده در بادام‌زمینی تحت اثر متقابل سطوح کود فسفر× سیستم کشت مخلوط با ذرت

کود فسفره	الگوی کشت	ارتفاع بوته (cm)	عملکرد میوه (kg/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)	تعداد دانه در غلاف (mm)	طول غلاف (mm)	عرض غلاف (mm)	عملکرد دانه ذرت (kg/ha)	نسبت برابری زمین
عدم مصرف کود فسفره (به‌عنوان شاهد)	کشت خالص ذرت	–	–	–	–	–	–	۳۵۵۰/۰۰gh	–
	کشت خالص بادام‌زمینی	۵۶/۲۸efg	۲۱۷۵d	۸۴۵/۸۳h	۱/۲۶۸۳eh	۳۲/۸۹۸cd	۱۲/۶۹۰de	--	–
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت۱:۱	۶۴/۳۶cd	۱۱۸۸i	۷۳۹/۱۷i	۱/۱۳۳۳i	۲۸/۹۷۶f	۱۱/۸۵۸e	۳۵۷۵/۸۳g	۱/۸۸
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت۲:۱	۶۷/۲۴bc	۷۵۳k	۳۹۳/۳۳l	۱/۳۴۵۰eg	۲۹/۲۴۱f	۱۲/۹۱۰d	۴۳۷۵/۰۰ef	۱/۶۲
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت۱:۲	۶۴/۹۳c	۱۴۵۵g	۶۵۲/۵۰j	۱/۴۲۸۳f	۳۰/۸۴۸df	۱۴/۴۳۳c	۱۷۲۵/۰۰i	۱/۲۵
۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات‌تریپل در هکتار	کشت خالص ذرت	–	–	–	–	–	–	۴۴۵۱/۱۶fg	–
	کشت خالص بادام‌زمینی	۵۶/۵۱efg	۳۳۶۷/۵۰c	۱۱۹۰/۸۳d	۱/۴۹۰۰d	۳۲/۵۶۶cde	۱۴/۸۳۵b	--	–
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت۱:۱	۵۶/۸۰efg	۱۰۷۱/۵۰j	۵۲۳/۳۳k	۱/۳۵۵۰g	۳۳/۶۶۸c	۱۲/۹۶۳d	۵۴۳۷/۵۰ef	۱/۶۵
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت۲:۱	۵۵/۳۵fg	۱۰۰۳/۳۳j	۴۷۸/۳۳k	۱/۲۵۶۶h	۳۱/۳۴۰e	۱۲/۲۸۰de	۵۷۲۸/۱۶de	۱/۶۸
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت۱:۲	۶۳/۴۰d	۱۲۰۴/۱Vi	۶۴۵/۰۰j	۱/۳۸۳۳fg	۲۹/۸۲۰f	۱۲/۵۰۵de	۳۳۸۹/۶۶h	۱/۳
۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات‌تریپل در هکتار	کشت خالص ذرت	–	–	–	–	–	–	۵۸۰۵/۱۶e	–
	کشت خالص بادام‌زمینی	۶۳/۲۸d	۳۸۳۰/۰۰a	۱۷۸۰/۰۰c	۱/۶۰۶۶c	۳۴/۸۰۶c	۱۵/۹۱۶a	--	–
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت۱:۱	۶۶۷۶۳bc	۱۳۸۶۷۵۰g	۶۱/۶۷j	۰/۹۷۸۳k	۳۱/۷۶۳de	۱۱/۸۸۰e	۶۴۲۱/۵۰de	۱/۴۴
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت۲:۱	۵۶۷۱۰efg	۱۵۵۹/۶۷fg	۹۱۴/۱۷g	۱/۰۴۵۰j	۳۱/۳۶۶e	۱۲/۰۸۱de	۶۶۷۲/۲۶d	۱/۶۵
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت۱:۲	۵۹/۸۱fe	۱۴۶۹/۱۷g	۹۴۱/۶۷g	۱/۱۲۳۳i	۳۹/۴۶۶a	۱۴/۸۰۶b	۴۳۳۷/۶۶fg	۱/۲۶
۵۰ کیلوگرم‌سوپرفسفات‌تریپل در هکتار + ۲۰۰ گرم فسفات باروژ	کشت خالص ذرت	–	–	–	–	–	–	۹۸۱۶/۵۰a	–
	کشت خالص بادام‌زمینی	۶۴/۷۵cd	۳۹۱۸/۳۳a	۲۱۶۳/۳۳b	۱/۶۸۸۳b	۳۷/۲۹۰b	۱۶/۲۹۵a	--	–
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت۱:۱	۶۹/۰۴b	۱۲۷۹/۱Vhi	۶۷۸/۳۳j	۰/۹۵۸۳k	۳۱/۸۸۸d	۱۱/۹۲۰e	۶۵۹۵/۳۳d	۰/۹۸
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت۲:۱	۵۸/۶۱fe	۱۴۲۹/۱Vg	۸۸۸/۳۳gh	۱/۰۲۵۰j	۳۱/۲۲۸def	۱۲/۰۹۸de	۸۹۶۵/۵۰b	۱/۳۲
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت۱:۲	۶۳/۰۵d	۱۳۰۳/۳۳h	۹۳۸/۳۳g	۱/۱۲۳۳i	۳۹/۹۱۳a	۱۴/۷۰۱bc	۵۰۷۳/۳۳ef	۰/۹۴
۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات‌تریپل در هکتار + ۲۰۰ گرم فسفات باروژ	کشت خالص ذرت	–	–	–	–	–	–	۹۹۳۷/۰۰a	–
	کشت خالص بادام‌زمینی	۷۸/۳۳a	۳۷۹۰/۸۳b	۲۳۶۰/۰۰a	۱/۷۹۵۰a	۳۷/۹۶۰b	۱۶/۷۶۰a	--	–
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت۱:۱	۵۶۷۹۸f	۱۵۷۵/۸۳f	۷۹۲/۵۰hi	۱/۲۳۰۰h	۲۹/۸۷۶f	۱۲/۲۵۵d	۶۳۷۹/۱۶de	۰/۰۹۷
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت۲:۱	۵۲/۲۷g	۱۸۹۲/۵۰e	۱۱۰۲/۵۰e	۱/۱۴۸۳i	۳۱/۴۳۱de	۱۱/۰۱۱ef	۷۸۷۱/۳۳c	۱/۲۵
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت۱:۲	۶۹/۱۹b	۱۹۶۰/۰۰e	۱۰۰۴/۱Vf	۰/۹۷۶۶k	۲۹/۱۲۰f	۱۰/۷۹۶f	۴۹۲۶/۱۶fg	۰/۹۱
LSD (α=5%)	–	۱/۵۱۸۷	۲۵/۷۰۶	۰/۸۶۸۲	۰/۰۲۲۸	۰/۶۵۲۱	۰/۳۶۵۴	۴۴/۳۷۳	--

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

* نویسنده مسئول
Email: saeedsayfzadeh@yahoo.com

به‌زراعی کشاورزی
دوره ۲۴، شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۱
صفحه‌های ۲۶۷-۲۵۳
DOI: 10.22059/jci.2022.324938.2561

نتایج نشان داد که عدم کاربرد کود فسفاته در الگوی کشت مخلوط یک ردیف ذرت و دو ردیف بادام‌زمینی به‌واسیله ریشه بوته‌های بادام‌زمینی سبب کاهش وابستگی عدد) در هر بوته بادام‌زمینی شد که تفاوت معنی‌داری الگوی کشت مخلوط یک ردیف ذرت و یک ردیف بادام‌زمینی با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و ۲۰۰ گرم فسفات بارور۲ نداشت (جدول ٤). استفاده از کودهای زیستی به موازات افزایش کاربرد کودهای فسفره سبب افزایش تعداد شاخه‌های فرعی در بادام‌زمینی شد. برخلاف نتایج این آزمایش، پژوهش‌گران دیگری در بررسی کشت مخلوط ذرت و لوبیا گزارش نمودند که بیش‌ترین تعداد شاخه‌های فرعی در سیستم کشت خالص لوبیا حاصل شد (Koocheki *et al*., 2008). علت این امر می‌تواند ناشی از تفاوت در رقابت بین گونه‌های گیاهی تشکیل‌دهنده الگوی کشت مخلوط باشد.

۳. ۳. عملکرد غلاف بادام‌زمینی

اثر سال، کود فسفره، الگوی کشت، اثر متقابل کود فسفره× الگوی کشت، اثر متقابل سال× کود فسفره و اثر متقابل سال× الگوی کاشت بر عملکرد غلاف بادام‌زمینی معنی‌دار بود (جدول ۲). کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل همراه با ۲۰۰ گرم فسفات بارور۲ در کشت خالص بادام‌زمینی بیش‌ترین عملکرد میوه بادام‌زمینی (۳۹۱۸ کیلوگرم در هکتار) را تولید کرد که تفاوت معنی‌داری با کاربرد جداگانه ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل (۳۸۳۰ کیلوگرم در هکتار نداشت (جدول ۳). نتایج نشان داد که کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل همراه با ۲۰۰ گرم فسفات بارور۲ در شرایط اقلیمی منطقه می‌تواند بیش‌ترین میوه بادام‌زمینی را تولید کند بدون این‌که کاهش معنی‌داری در عملکرد میوه بادام‌زمینی ایجاد شود. به‌نظر می‌رسد که استفاده از کود فسفات بارور۲ از طریق افزایش رهاسازی یون فسفات از ترکیبات فسفردار خاک و بهبود کارایی جذب فسفر منجر به تولید بیش‌ترین تعداد شاخه‌های فرعی و گره شیمیایی فسفات شد. Alikhani *et al*. (2006) نشان دادند که کود زیستی فسفردار با اسیدی‌کردن خاک و ترشح آنزیم‌های فسفاتاز باعث رهاسازی یون فسفات قابل جذب توسط گیاهان از ترکیبات فسفردار خاک شد. در این آزمایش، کشت مخلوط سبب کاهش عملکرد غلاف در مقایسه با کشت خالص شد. اما، نسبت برابری زمین (LER) نشان داد که عملکرد در واحد سطح زمین در کشت مخلوط الگوی کاشت یک ردیف ذرت+ دو ردیف بادام‌زمینی بیش‌تر بود (جدول ۳). هم‌چنین، Kolawole *et al*. (2000) گزارش کردند که کاربرد کود فسفات زیستی سبب افزایش عملکرد سویا در کشت مخلوط با ذرت شد.

۳. ٤. عملکرد دانه بادام‌زمینی

در این آزمایش اثر سال، کود فسفره، الگوی کشت، اثر متقابل کود فسفره× الگوی کشت، اثر متقابل سال× کود فسفره و اثر متقابل سال× الگوی کاشت بر عملکرد دانه بادام‌زمینی معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه بادام‌زمینی (۲۳٦۰ کیلو گرم در هکتار) به اثر متقابل کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل توأم با ۲۰۰ گرم فسفر بارور۲ و کشت خالص بادام‌زمینی اختصاص داشت. نتایج بیانگر کاهش عملکرد دانه بادام‌زمینی در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص بود. اما، کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل+ ۲۰۰ گرم فسفات بارور۲ و الگوی کاشت یک ردیف ذرت+ دو ردیف بادام‌زمینی با تولید حدود ۱۱۰۲ کیلوگرم در هکتار دانه بادام‌زمینی سبب افزایش نسبت برابری زمین و بهبود تولید در واحد سطح شد (جدول ۳).

* نویسنده مسئول
Email: saeedsayfzadeh@yahoo.com

به‌زراعی کشاورزی
دوره ۲۴ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۱
صفحه‌های ۲۶۷-۲۵۳
DOI: 10.22059/jci.2022.324938.2561

جدول ٤. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری‌شده در باکلم زمینی تحت اثر متقابل سال× کود فسفره× سیستم کشت مخلوط

سال	کود فسفره	الگوی کشت	تعداد شاخه فرعی	تعداد غلاف در بوته	وزن صددانه (g)	نیتروژن دانه (%)
سال ۱۳۹٦	عدم مصرف کود فسفره (به‌عنوان شاهد)	کشت خالص ذرت	-	-	-	-
		کشت خالص بادام‌زمینی	۸/۳۰۰cdef	۱۳/٤۳i	۳۹/۰۸f	۳/۹۸cd
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۱	۷/۰٦٦h	۱۲/۷۹i	٤۰/۵۵f	۳/٦۳de
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۲	۸/۱٦٦cde	۱٦/۷٤g	۳۹/۵۸f	۳/۷۳de
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۲	۷/۸۰۰cg	۲۱/۱٦bcd	٤۵/۱۵f	۳/٦۳de
	۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات‌تریپل در هکتار	کشت خالص ذرت	-	-	-	-
		کشت خالص بادام‌زمینی	۸/۱٦cde	۱۹/۹۹cd	۵٤/۱۱d	۲/۸۷f
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۱	۹/۰٦٦ab	۱۲/۹۸i	٤۷/۲۱e	۳/۲۳٦ef
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۲:۱	۷/۷۰۰cfg	۱۹/۹۹d	۵۵/۱۳d	٤/۰۵۰cd
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۲	۹/۰٦٦ab	۱۸/۹۳ef	٦۹/۰۵b	۳/٦۳de
	۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات‌تریپل در هکتار	کشت خالص ذرت	-	-	-	-
		کشت خالص بادام‌زمینی	۸/۱۳cef	۲۰/۰۰d	۲۵/۲٦g	۲/۸٦fg
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۱	۸/۰۳cef	۲۱/۳۰bd	٦۳/۲٦c	٤/۲۲c
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۲:۱	۸/۹۳b	۱۸/۳۲ef	۷۰/۹۷ab	۳/۵۱de
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۲	۷/۳٦gh	۲۳/۲۲a	۳۵/۰۳f	۳/۲۵ef
	۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار + ۲۰۰ گرم فسفات بارور۲	کشت خالص ذرت	-	-	-	-
		کشت خالص بادام‌زمینی	۸/۵۰ce	۱۸/۱۵f	۷۵/۳۸a	۷/۳٦a
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۱	۸/۱۰cef	۱٦/۰۸gh	٤۸/۱٤e	۲/۷۵fg
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۲:۱	۸/۲٦cde	۱٤/۳٤hi	۵۲/٦۵d	۳/۲٦ef
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۲	۸/۵۰be	۱۳/۰۰i	٤۹/۰۸e	۲/۵۵fg
	۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار + ۲۰۰ گرم فسفات بارور۲	کشت خالص ذرت	-	-	-	-
		کشت خالص بادام‌زمینی	۸/٦۰b	۱۲/۹٤i	۳۷/٦۳f	۳/۷٦d
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۱	۷/٦۰g	۱٤/۸۸h	٤۰/۷۷f	۳/۵٤de
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۲:۱	۸/٤٦de	۱۹/٤٦de	٤۲/۰۳ef	۳/٤۷de
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۲	۷/۵٦g	۲۱/۷٦b	۵٤/٦۷d	۳/٤۳de
سال ۱۳۹۷	عدم مصرف کود فسفره (به‌عنوان شاهد)	کشت خالص ذرت	-	-	-	-
		کشت خالص بادام‌زمینی	۸/٤٦de	۲۱/٤۸bcd	۵۱/۷۲de	۲/٤٤g
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۱	۹/۳۰a	۱۳/۵۱i	٤٦/۵۹f	۳/۳۸e
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۲:۱	۷/۷۳cfg	۲۱/٤٦bcd	۵۱/۵۳de	۳/۸۹cde
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۲	۹/٤۰a	۲۰/۳۹cd	٦۳/۵۹c	۳/۵۳d
	۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات‌تریپل در هکتار	کشت خالص ذرت	-	-	-	-
		کشت خالص بادام‌زمینی	۸/٤٦de	۲۱/۵۳bcd	۲۳/۸۱g	۲/۵۹fg
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۱	۸/۳٦l	۲۱/۵٤bcd	٦۲/۰۷c	٤/۱۰cd
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۲:۱	۸/۸٦gh	۱۹/٦۷d	۷۰/٤۸ab	۳/۲۲ef
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۲	۷/۳٦bde	۲۳/٤٤a	۵۱/۸٦de	۳/۱۰ef
	۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات‌تریپل در هکتار	کشت خالص ذرت	-	-	-	-
		کشت خالص بادام‌زمینی	۸/٤۰e	۱۹/٦۱de	٦٤/۷۲bc	۵/٦۰b
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۱	۸/۵٦bde	۱۷/۵۳efg	٤٦/۲٦ef	۲/۷٤fg
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۲:۱	۸/٦۰be	۱٦/۵۳g	۵۰/۹۰dc	۳/٤۹de
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۲	۸/۸۳bd	۱۳/۱۸i	٤٤/۵۱ef	۲/۸۱fg
	۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار + ۲۰۰ گرم فسفات بارور۲	کشت خالص ذرت	-	-	-	-
		کشت خالص بادام‌زمینی	۸/۰۳f	۱۳/٤۳i	۳۹/۰۸f	۳/۹۸cd
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۱	۷/۰٦h	۱۲/۷۹i	٤۰/۵۵e	۳/٦۳de
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۲:۱	۸/۱٦cde	۱٦/۷٤g	۳۹/۵۸f	۳/۷۳de
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۲	۷/۸۰cg	۲۱/۱٦bcd	۵۵/۱۵d	۳/٦۳de
	۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار + ۲۰۰ گرم فسفات بارور۲	کشت خالص ذرت	-	-	-	-
		کشت خالص بادام‌زمینی	۸/۱٦cde	۱۹/۹۹cd	۵٤/۱۱d	۲/۸۷f
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۱	۹/۰٦ab	۱۲/۹۸i	٤۷/۲۱ef	۳/۲۳f
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۲:۱	۷/۷۰cfg	۱۹/۹۹d	۵۵/۱۳d	٤/۰۵cd
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۲	۹/۰٦ab	۱۸/۹۳ef	٦۹/۰۵b	۳/٦۳de

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

* نویسنده مسئول
Email: saeedsayfzadeh@yahoo.com

پژوهش‌های بذر زراعی کشاورزی
دوره ۲۴ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۲
صفحه‌های ۲۶۷-۲۵۳
DOI: 10.22059/jci.2022.324938.2561

در این مطالعه، عملکرد دانه ذرت و بادام‌زمینی در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص کاهش یافت. هم‌چنین، Fuente *et al.* (2014) گزارش کردند که عملکرد کم‌تری از سویا در کشت مخلوط با ذرت در مناطق معتدله به‌دست آمد. به‌علاوه، Layek *et al.* (2015) گزارش دادند که عملکرد سویا کم‌تر از دیگر غلات کشت شده در الگوی کشت مخلوط بود. Prasad & Brook (2005) گزارش دادند که عملکرد دانه سویا در کشت مخلوط با جو کاهش یافت. با این توصیف، حداکثر نسبت برابری زمین (۱/۸۸) در شرایط کشت یک ردیف ذرت و یک ردیف بادام‌زمینی و عدم مصرف کود فسفره مشاهده شد. Sharma (2003) اظهار داشت که کودهای زیستی علاوه بر افزایش فراهمی زیستی عناصر خاک از طریق تثبیت زیستی نیتروژن، محلول‌کردن فسفردار و پتاسیم و مهار عوامل بیماری‌زا، با تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه باعث افزایش عملکرد گیاهان زراعی می‌شوند. نتایج نشان داد که کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی سبب افزایش فراهمی فسفر به‌وسیله ریشه ذرت و بادام‌زمینی و بهبود بازدهی محصول در واحد سطح و افزایش سودمندی کشت مخلوط شد. هم‌چنین، Rajaii & Dah Mardeh (2014) نشان دادند که سیستم کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی در مقایسه با کشت خالص سبب افزایش حاصلخیزی خاک و بهبود عملکرد گیاهان زراعی کشت شده در مخلوط شد. پژوهش‌گران دیگری نشان دادند که کشت مخلوط دارای مزیت بود و در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص از یک سطح معین زمین زراعی محصول بیش‌تری برداشت شد (Saeidi *et al.*, 2017). هم‌چنین، پژوهش‌گران دیگری نشان دادند که کشت مخلوط ذرت و سویا از نظر تولید زراعی بر کشت خالص آن‌ها برتری داشت (Kolawole, 2011).

۳. ۵. تعداد غلاف در بوته

نتایج نشان داد که اثر سال، کود فسفره، الگوی کشت مخلوط، اثر متقابل کود فسفره و الگوی کشت مخلوط و اثر متقابل سه‌جانبه سال× الگوی کشت مخلوط و کود فسفره× الگوی کشت مخلوط بر تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). براساس نتایج این آزمایش، بیش‌ترین تعداد غلاف در بوته بادام‌زمینی (۲۳/٤٤ عدد) به اثر متقابل کشت مخلوط با نسبت یک ردیف ذرت + دو ردیف بادام‌زمینی و کاربرد ۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و در سال زراعی دوم اختصاص داشت و از نظر تعداد غلاف در بوته بادام‌زمینی نسبت به کشت خالص بادام‌زمینی برتری داشت (جدول٤). Nyoki *et al.* (2018) نشان دادند که سیستم‌های زراعی تعداد غلاف در بوته سویا را به‌طور قابل‌توجهی افزایش داد. در این آزمایش، کاربرد سوپر فسفات توأم با کود زیستی فسفات بارور۲ تأثیر معنی‌داری بر تعداد غلاف در بوته نداشت، با این توصیف، پژوهش‌گران دیگری دریافتند که کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و کودهای زیستی در کشت مخلوط باعث افزایش تعداد طبق در گلرنگ شد (Saeidi *et al.*, 2018). دلیل این اختلاف می‌تواند تفاوت ژنتیکی گیاهان زراعی مختلف در واکنش به شرایط محیطی مختلف می‌باشد.

۳. ٦. تعداد دانه در غلاف

نتایج نشان داد که اثر سال، کود فسفره، الگوی کشت مخلوط، اثر متقابل کود فسفره و الگوی کشت مخلوط و اثر متقابل سال× کود فسفره بر تعداد دانه در غلاف بادام‌زمینی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در این آزمایش، کشت خالص بادام‌زمینی در شرایط کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل توأم با ۲۰۰ گرم فسفات بارور۲ از نظر تعداد دانه در غلاف (۱/۷۹ عدد) بر تیمارهای دیگر برتر بود. هم‌چنین، در بین

* نویسنده مسئول
Email: saeedsayfzadeh@yahoo.com

الگوهای مختلف کشت مخلوط بیش‌ترین تعداد دانه در غلاف (۱/۱۲) در الگوی کشت دو ردیف ذرت+ یک ردیف بادام‌زمینی در واکنش به مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل به‌دست آمد (جدول ۳). Chung & Janzen (2000) دریافتند که کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی توأم با کود زیستی سبب تولید بیش‌ترین تعداد دانه در غلاف سویا در مقایسه با تیمارهای دیگر شد. در این آزمایش، تعداد دانه در غلاف بادام‌زمینی با افزایش تعداد غلاف در بوته کاهش یافت. علت این امر وجود رابطه جبرانی بین اجزای عملکرد دانه در گیاهان زراعی می‌باشد. Nobahar *et al*. (2019) نشان دادند بین تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف بادام‌زمینی رابطه منفی وجود داشت و افزایش یکی سبب کاهش جزء دیگری شد.

۳. ۷. وزن صددانه

اثر سال، کود فسفره، الگوی کشت مخلوط، اثر متقابل کود فسفره× الگوی کشت مخلوط، اثر متقابل سال× کود فسفره و اثر متقابل سه‌جانبه سال× کود فسفره× الگوی کشت مخلوط بر وزن ۱۰۰ دانه بادام‌زمینی معنی‌دار بود (جدول ۲). براساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، بیش‌ترین وزن ۱۰۰ دانه (۷۵/۳۸ گرم) در سال زراعی اول و کشت خالص بادام‌زمینی در واکنش به کاربرد ۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل+ ۲۰۰ گرم فسفات به‌دست آمد. نتایج نشان داد که تغییر شرایط اقلیمی از سالی به سال دیگر سبب تغییر وزن ۱۰۰ دانه بادام‌زمینی می‌شود. در میان الگوهای مختلف کشت مخلوط، بیش‌ترین وزن ۱۰۰ دانه بادام‌زمینی (۶۹/۰۵ گرم) در شرایط کشت دو ردیف ذرت+ یک ردیف بادام‌زمینی و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۲۰۰ گرم فسفات بارور۲ به‌دست آمد (جدول ٤). در کشت دو ردیف ذرت+ یک ردیف بادام‌زمینی با افزایش تعداد بوته ذرت نسبت به بوته بادام‌زمینی و افزایش رقابت بین گونه‌ای به نفع ذرت، تعداد غلاف در بوته بادام‌زمینی کاهش یافت و مواد فتوسنتزی بیش‌تری در اختیار غلاف‌های بالغ موجود قرار گرفت و بدین ترتیب سبب افزایش وزن ۱۰۰ دانه بادام-زمینی گردید. نتایج نشان داد که کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل توأم با ۲۰۰ گرم فسفات بارور۲ سبب افزایش وزن ۱۰۰ دانه بادام‌زمینی در هر دو الگوی کشت خالص و کشت مخلوط با ذرت گردید. نتایج پژوهش‌های پیشین نیز نشان داد که وزن ۱۰۰ دانه گلرنگ در واکنش به کاربرد توأم کودهای شیمیایی و کودهای زیستی در کشت مخلوط افزایش یافت (Saeidi *et al*., 2018).

۳. ۸. طول غلاف

نتایج نشان داد که اثر سال، کود فسفره، الگوی کشت مخلوط و اثر متقابل کود فسفره× الگوی کشت مخلوط بر طول غلاف بادام‌زمینی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بلندترین طول غلاف بادام‌زمینی (۳۹/۹۱ میلی‌متر) در الگوی کشت مخلوط دو ردیف ذرت و یک ردیف بادام‌زمینی و مصرف ۵۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل به‌همراه ۲۰۰ گرم فسفات بارور۲ به‌دست آمد (جدول ۳). هم‌چنین، کودهای زیستی باعث افزایش طول غلاف بادام‌زمینی شد. افزایش طول غلاف بادام‌زمینی سبب ایجاد فضای بیش‌تری برای رشد دانه بادام‌زمینی می‌شود و بدین ترتیب، طول غلاف بادام‌زمینی از صفات مهم موردمطالعه به‌شمار می‌رود و افزایش طول غلاف بادام‌زمینی باعث افزایش بازارپسندی محصول بادام‌زمینی افزایش می‌یابد. نتایج نشان داد که کشت مخلوط بادام‌زمینی و کاربرد کودهای زیستی سبب بهبود بازارپسندی بادام‌زمینی از طریق افزایش طرفیت غلاف‌ها برای رشد دانه می‌شود. پژوهش‌گران دیگری در مطالعه

مشابهی گزارش کردند که مصرف کودهای زیستی باعث افزایش طول غلاف در گیاه باقلا شده است (Kazemi Poshtmasari *et al*., 2007).

۳. ۹. عرض غلاف

اثر سال، کود فسفره، آرایش کشت مخلوط و اثر متقابل کود فسفره× الگوی کشت بر عرض غلاف بادام‌زمینی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در این آزمایش، کشت خالص بادام‌زمینی در شرایط استفاده از ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات‌تریپل به‌همراه ۲۰۰ گرم فسفات بارور۲ بیش‌ترین عرض غلاف بادام‌زمینی (۱۶/۷۹ میلی‌متر) را نشان داد که تفاوت معنی‌داری با کابرد توأم ۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل با ۲۰۰ گرم فسفات بارور۲ و کاربرد جداگانه ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات‌تریپل نداشت (جدول ۳). افزایش ظرفیت مخازن فیزیولوژیک بادام‌زمینی (غلاف‌ها) از طریق افزایش طول و عرض غلاف بادام‌زمینی ایجاد می‌شود. هر چه غلاف‌ها رشد طولی و عرضی بیش‌تری داشته باشند مواد فتوسنتزی بیش‌تری دریافت کرده و سبب تولید دانه‌های بزرگ‌تری می‌شود. نتایج نشان داد که کاربرد کود زیستی فسفات بارور۲ توام با کودهای شیمیایی فسفره در افزایش عرض غلاف‌های بادام‌زمینی تأثیر مثبت داشت که با نتایج پژوهش‌های پیشین مطابقت داشت (Nobahar *et al*., 2019).

۳. ۱۰. محتوای نیتروژن دانه

اثر سال، کود فسفره، الگوی کشت مخلوط، اثر متقابل کود فسفره× الگوی کشت مخلوط و اثر متقابل سال× الگوی کشت مخلوط و اثر متقابل سه جانبه سال× کود فسفره× الگوی کشت مخلوط بر نیتروژن دانه بادام‌زمینی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در این آزمایش، کاربرد ۵۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل با ۲۰۰ گرم فسفات بارور۲ در کشت خالص بادام‌زمینی در سال زراعی اول منجر به افزایش محتوای نیتروژن دانه (۷/۳۶ درصد) بادام‌زمینی شد. نتایج نشان داد که شرایط اقلیمی در سال زراعی اول برای تثبت زیستی نیتروژن به‌وسیله ریشه بوته‌های بادام‌زمینی و افزایش غلظت آن در دانه بادام‌زمینی مساعدتر بود. در کشت خالص بادام‌زمینی در مقایسه با الگوی مختلف کشت مخلوط میزان نیتروژن دانه افزایش یافت. علت این امر می‌تواند رقابت ذرت و بادام‌زمینی برای جذب نیتروژن قابل دسترس باشد. با این توصیف الگوی کشت مخلوط یک ردیف ذرت+ یک ردیف بادام‌زمینی در شرایط مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات‌تریپل بیش‌ترین غلظت نیتروژن دانه (۳/۹۸) در مقایسه با دیگر تیمارها نشان داد (جدول ٤). نتایج نشان داد که تراکم مساوی از دو گیاه ذرت و بادام‌زمینی سبب کاهش قدرت رقابت بوته‌های ذرت و تجمع نیتروژن بیش‌تری در دانه بادام‌زمینی شد. پژوهش‌گران نشان دادند که مقدار نیتروژن در دانه نخود و خردل در سیستم کشت مخلوط در مقایسه با شاهد باعث افزایش جذب نیتروژن در گیاهان نخود و خردل شد (Arya *et al*., 2007)، که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت.

۳. ۱۱. محتوای فسفر دانه

اثر سال، کود فسفره، الگوی کشت مخلوط، اثر متقابل کود فسفره× الگوی کشت مخلوط و اثر متقابل سال× کود فسفره بر میزان فسفر دانه بادام‌زمینی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیش‌ترین محتوای فسفر دانه بادام‌زمینی (٤۳۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در کشت مخلوط دوردیف ذرت و یک ردیف بادام‌زمینی و کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات‌تریپل توأم با ۲۰۰ گرم فسفات بارور۲ در سال زراعی اول به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل توأم با ۲۰۰ گرم فسفات بارور۲

نداشت (جدول ٤). نتایج نشان داد که الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی در مقایسه با سیستم تک کشتی و کاربرد کود زیستی فسفات بارور۲ همراه با کود سوپرفسفات تریپل سبب بهبود جذب فسفر از طریق ریشه گیاه و افزایش محتوای فسفر در دانه بادام‌زمینی شد. Han *et al*. (2006) بیان داشتند که کودهای زیستی متشکل از باکتری‌ها و قارچ‌های مفیدی هستند که هر یک به‌منظور خاصی مانند تثبیت نیتروژن و رهاسازی یون‌های فسفات، پتاسیم و آهن از ترکیبات نامحلول تولید می‌شوند. این باکتری‌ها علاوه بر کمک به جذب عنصری خاص باعث جذب سایر عناصر، کاهش بیماری‌های گیاه و بهبود ساختمان خاک و در نتیجه تحریک بیش‌تر رشد گیاه و افزایش کمی و کیفی محصول می‌شوند. پژوهش‌گران دیگری نشان دادند که کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی و کودهای زیستی باعث افزایش مقدار فسفر در دانه نخود و خردل شد و کشت مخلوط، جذب فسفر و محتوای فسفر دانه‌ها در گیاهان نخود و خردل را افزایش داد (Arya *et al*., 2007).

۱۲,۳. عملکرد دانه ذرت

نتایج نشان داد که اثر سال، کود فسفره، الگوی کشت و اثر متقابل کود فسفره× الگوی کشت بر عملکرد دانه ذرت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). بیش‌ترین عملکرد دانه ذرت (۹۹۳۷ کیلوگرم در هکتار) در کشت خالص و کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل همراه با ۲۰۰ گرم فسفات بارور۲ به‌دست آمد که در شرایط مشابه تفاوتی با کاربرد ۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل توام با ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ نداشت (جدول ۳). کاربرد کود فسفات بارور ۲ کارایی مصرف کود فسفره را افزایش داد. به‌طوری که با کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل+ کود زیستی فسفات بارور۲ می‌توان عملکردی مشابه با تیمار مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل به‌دست آورد، که این امر ضمن جلوگیری از آلودگی زیست‌محیطی سبب کاهش هزینه‌های تولید می‌گردد. علت این امر افزایش فسفر قابل‌دسترس برای ریشه گیاه در اثر افزایش حلالیت فسفر شیمیایی به‌وسیله باکتری‌های موجود در کود زیستی فسفات بارور ۲ می‌باشد. پژوهش‌گران دیگری گزارش کردند که عملکرد دانه ذرت در واکنش به کاربرد تلفیقی کود زیستی با کود شیمیایی فسفره افزایش یافت (Ghasemi *et al*., 2011; Gholami Mehrabadi *et al*., 2012).

۳. ١٤. نسبت برابری زمین

در این آزمایش، بالاترین مقدار نسبت برابری زمین در شرایط کشت مخلوط با نسبت یک ردیف ذرت و یک ردیف بادام‌زمینی مشاهده گردید که تفاوت چشم‌گیری با الگوی کشت یک ردیف ذرت و دو ردیف بادام‌زمینی نداشت (جدول ۳). نتایج نشان داد که کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی سبب بهره‌برداری حداکثر از عوامل محیطی رشد می‌شود و موجب افزایش عملکرد گیاهان تشکیل‌دهنده کشت مخلوط در واحد سطح می‌شود و بدین ترتیب سودآوری گیاهان زراعی در واحد سطح زمین را افزایش می‌دهد. در مطالعه مشابهی گزارش شده است که بالاترین نسبت برابری زمین در سیستم کشت مخلوط دو ردیف ذرت+ یک ردیف بادام‌زمینی به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با سیستم‌های کشت مخلوط یک ردیف ذرت+ یک ردیف بادام‌زمینی و دو ردیف ذرت و دو ردیف بادام‌زمینی نداشت (Seyed Noori *et al*., 2017).

٤. نتیجه‌گیری

به‌طورکلی، نتایج نشان داد که کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی و استفاده از کودهای زیستی فسفره در شرایط

اقلیمی منطقه می‌تواند یک مزیت محسوب شود و سبب افزایش تولید در واحد سطح می‌شود و سودمندی محصول را افزایش می‌دهد. به‌علاوه، غلظت نیتروژن و فسفر در دانه بادام‌زمینی در واکنش به کاربرد تلفیقی کودهای فسفره شیمیایی و زیستی تحت شرایط کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی افزایش پیدا کرد که این امر می‌تواند ظرفیت فتوسنتزی بوته‌های بادام‌زمینی را افزایش داد. بدین ترتیب، براساس نتایج به‌دست‌آمده، کشت مخلوط با نسبت یک ردیف بادام‌زمینی و یک ردیف ذرت و کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۲۰۰ گرم فسفات بارور۲ توانست سودمندی و تولید گیاهان زراعی را در کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی در شرایط اقلیمی منطقه افزایش دهد.

۵. تشکر و قدردانی

از ریاست محترم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان و اعضای محترم هیات علمی و پژوهش‌گران بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی آن مرکز که ما را در اجرای این آزمایش یاری رساندند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

٦. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۷. منابع

Adeleke, M. A., & Haruna, I. M. (2012). Residual nitrogen contribution from grain legume to the growth and development of succeeding Maize crop. *Journal of Animal Science, 2,* 197-207.

Adeoye, G. O., Sridhar, M. K. C., Adeoluwa, O. O., & Akinsoji, N. A. (2005). Evaluation of naturally decomposed solid waste from municipal dump sites for their manorial value in southwest Nigeria. *Journal of Sustainable Agriculture, 26(4),* 143-152.

Ahmad, Z., Mezori, H. A. M., & 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.). *Journal of Dohuk University, 11(1),* 206–214.

Alikhani, H. A., Saleh-Rastin, N., & Antoun, H. (2006). Phosphate solubilization activity of rhizobia native to Iranian soils. *Plant and Soil, 287,* 41-35.

Amos, R. N., Jens, B. A., & Symon, M. (2012). On farm evaluation of yield and economic benefits of short termmaize legume intercropping systems under conservation Agriculture in Malawi. *Field crop research, 132,* 149-157.

Arya, R.L., Varshney, J. G., & Kumar, L. (2007). Effect of integrated nutrient application in chickpea + mustard intercropping system in the semi- arid tropics of North India. *Journal of Communications in Soil Science and Plant Analysis, 38(1-2),* 229-240.

Bihagad, S. B., Chavan, S. A., Zagade, M. V., & Dahiphale, A. V. (2006). Intercropping groundnut and sweet cornat different fertility levels and row proportions. *Indian Journal of Crop Science, 1(1-2),* 151-153.

Bolandnazar, S., Khorsandi, S., & Adlipoor, M. (2013). The effect of bio-fertilizer (Phosphate Barvar2) on onion (*Allium cepa* L.) yield and quality. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 24(2),* 20-30.

Chung, C., & Janzen, H. H. (2000). Long term fate of nitrogen from annual feedlot manure application. *Journal Environmental, 25,* 785-790.

Dahmardeh, M. (2013). Intercropping two varieties of maize (*Zea mays* L.) and peanut (*Arachis hypogaea* L.): Biomass yield and intercropping advantages. *International Journal of Agriculture and Forestry, 3(1),* 7-11.

Food and Agriculture Organization (FAO). (2019). The FAOSTAT Database. Available at Web site http://www.faostat.fao.org. (Accessed 15 October 2020).

Fernandez Aparicio, M., Sillero, J. C., & Rubials, D. (2007). Intercropping with cereals reduces infection by Orobanche crenata in legumes. *Crop Protection, 26,* 1166-1172.

Fuente, E. B., Suarez, S. A., Lenardis, A. E., & Poggio, S. L. (2014). Intercropping sunflower and soybean in intensive farming systems: Evaluating yield advantage and effect on weed and insect assemblages. *NJAS-Wageningen Journal of Life Science, 70,* 47-52.

Ghasemi, S., Siavoshi, K., Choukan, R., & Khavazi, K. (2011). Effect of biofertilizer phosphate on grain yield and its components of maize (*Zea mays* L.) cv. KSC 704 under water deficit stress conditions. *Seed and Plant Production Journal, 27(2),* 219-233. (In Persian).

Gholami Mehrabadi, A., Madani, H., & Malboobi, M. A. (2012). Response of maize hybrids to biological and chemical phosphorus fertilizer sources in Arak climate. 12th Iranian Crop Science Congress. 4-6Sep. Karaj. Iran. (In Persian).

Hameeda, B., Rupela, O., Reddy, P., & Satyavani, K. (2006). Application of plant growth-promoting bacteria associated with composts and macro fauna for growth promotion of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.). *Biology and Fertility of Soils, 44*, 260-266.

Han H., Supanjani, K., & Lee, D. (2006). Effect of co-inoculation with phosphate and potassium solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. *Plant Soil Environment, 52(3),* 130-136.

Kazemi Poshtmasari, H., Pyrdshty, H., & Bahmanyar, M. A. (2007). Compare the effects of organic phosphorus and biological fertilizer on agronomic characteristics of two varieties of beans. *Iranian Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 14(6),* 21-32. (In Persian).

Kolawole, G. O. (2011). Effect of phosphorus fertilizer application on the performance of maize/soybean intercrop in the southern Guinea savanna of Nigeria. *Archives of Agronomy and Soil Science, 58(2),* 1-10.

Koocheki, A., Lalehgani, B., & Najibnia, S. (2008). Valuation of productivity in bean and corn intercropping. *Iranian Journal of Field Crops Research, 6,* 605-614. (In Persian).

Langat, M. C., Okiror, M. A., Ouma, J. P., & Gesimba, R. M. (2006). The effect of intercropping groundnut (*Arachis hypogea* L.) with sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) on yield and cash income. *Agricultura Tropica and Subtropica, 39(2),* 87-91.

Layek, J., Shivakumar, B. G., Rana, D. S., Munda, S., & Lakshman, K. (2015). Effect of nitrogen fertilization on yield, intercropping indices and produce quality of different soybean (*Glycine max*) + cereal intercropping systems. *Indian Journal of Agronomy, 60,* 230-235.

Lithourgidis, A. S., Dhima, K. V., Vasilakoglou, I. B., Dordas, C. A., & Yiakoulaki, M. D. (2007). Sustainable production of barley and wheat by intercropping common vetch. *Agronomy Sustainable Development, 27,* 95-99.

Madani, H., Malboubi, M. H., Noshad, H., & Gohari, J. (2004). *The effect of Barvar2 biological fertilizer on yield and other agronomic properties sugar beet (cv. IC1).* 3th National Congress of Developing Biological Material and Optimum Use of Fertilizer and Pesticide in Agriculture. 21-23 February. Karaj, Iran. (In Persian).

Maluleke, M. H., Bediako, A. A., & Ayisi, K. K. (2005). Influence of maize-lablab intercropping on Lepidopterous stem borer infestation in maize. *Journal of Entomology, 98,* 384-388.

Matusso, J. M. M., Mugwe, J. N., & Mucheru-Muna, M. (2014). Potential role of cereal-legume intercropping systems in integrated soil fertility management in smallholder farming systems of Sub-Saharan Africa. *Research Journal of Agriculture and Environmental Management, 3(3),* 162-174.

Morales, R. E. J., Escalante, E. J. A., Sosa, C. L., & Volke, H. V. H. (2009). Biomass, yield and land equivalent ratio of *Helianthus annus* L in sole crop and intercropped with *Phaseolus vulgaris* L. in high valleys of Mexico. *Tropical and Subtropical Agro ecosystems, 10,* 431-439.

Mucheru-Muna, M., Pypers, P., Mugendi, D., Kung'u, J., Mugwe, J., Merckx, R., & Vanlauwe, B. (2010). A staggered maizelegume intercrop arrangement robustly increases crop yields and economic returns in the highlands of central Kenya. *Field Crops Researsch, 115,* 132-139.

Nobahar, A., Zakerin, H. R., Mostafavi Rad, M., Sayfzadeh, S., & 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 nan-ochelates. *Journal of Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 1532-2416. doi: https://www.tandfonline.com/loi/lcss20.

Nyoki, D., & Ndakidemi, P. A. (2018). Yield response of intercropped soybean and maize under rhizobia (*Bradyrhizobium japonicum*) inoculation and P and K fertilization. *Journal of Communications in Soil Science and Plant Analysis, 49(10),* 1168-1185.

Prasad, R.B., & Brook, R.M. (2005). Effect of varying maize densities on intercropped maize and soybean in Nepal. *Experimental Agriculture, 41,* 365-382.

Reddy, T. Y., & Reddi, G. H. S. (2007). Principles of Agronomy. Kalyan Publishers India. Pp. 468-489.

Saeidi, M., Raei, Y., Amini, R., Taghizadeh, A., & Pasban Eslam, B. (2018). Changes in fatty acid and protein of safflower as response to bio-fertilizers and cropping system. *Turk Journal of Field Crops, 23(2),* 117-126.

Seyed Noori, O., Mostafavi Rad, M., & 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. *Journal of Crops Improvement*, *18(4)*, 805-820. (In Persian).

Sharma, A. K. (2003). Biofertilizers for sustainable agriculture. *Agronomy India Sciences*, *6(4)*, 344-358.

Thayamini, H. S., & Brintha, I. (2010). Review on Maize based intercropping. *Journal of Agronomy*, *9(3)*, 135-145.

Shokouhfar, A. & Khani, S. (2018). Investigation of combined effect of biological and chemical fertilizers of phosphorus and nitrogen on quantitative and qualitative characteristics of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Plant Production Science*, *8(2)*, 83-93.

Wu, S. C., Cao, Z. H., Li, Z. G., Cheung, K. C., & Wong, M. H. (2005). Effect of biofertilizer containing Nfixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma*, *125*, 155-166.