



بهره‌زایی کشاورزی

دوره ۲۴ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۴۰۱

صفحه‌های ۲۶۷-۲۵۳

DOI: 10.22059/jci.2022.324938.2561

مقاله پژوهشی:

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

طاهره رضاپور کویشاهی^۱، سعید سیف‌زاده^{۲*}، معرفت مصطفوی‌راد^۳، علیرضا ولدآبادی^۴، اسماعیل حدیدی ماسوله^۵
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 به منظور بررسی عملکرد دانه بادام‌زمینی در کشت مخلوط با ذرت تحت کاربرد تلفیقی کودهای فسفوره شیمیایی و زیستی در طی سال‌های زراعی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات رشت اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل پنج سطح کود فسفوره (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع 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 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 فسفوره و سیستم کشت مخلوط بر تمام صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود. حداکثر عملکرد دانه ذرت و بادام‌زمینی در سیستم تک‌کشتی با کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ 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 مشاهده 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. به علاوه، غلظت نیتروژن و فسفر در دانه بادام‌زمینی در واکنش به کاربرد تلفیقی کودهای فسفوره 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 بارور ۲ بر تیمارهای دیگر برتری نشان داد. بدین ترتیب، کود زیستی فسفات بارور ۲ می‌تواند برای افزایش سودمندی و تولید محصول در کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی تحت شرایط اقلیمی منطقه قابل توصیه باشد.

کلیدواژه‌ها: الگوی کشت، بارور ۲، سوپرفسفات تریپل، کشاورزی پایدار، کود زیستی.

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

Tahereh Rezapour Kavishahi¹, Saeed Sayfzadeh^{2*}, Marefat Mostafavi Rad³, Ali Reza Valadabady⁴, Esmaeil Hadidi Masouleh⁵

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 Barvar² 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 Barvar² phosphat bio-

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

سیستم‌های کشت مخلوط محسوب می‌شود، چرا که تفاوت‌های رشدی و فیزیولوژیکی متفاوتی با هم دارند. ذرت به دلیل 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 خانواده 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)

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 مورد استفاده 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

شیمیایی فسفر به صورت تلفیقی مورد استفاده قرار گرفت، که علت آن را افزایش فسفر قابل دسترس برای ریشه گیاه در اثر افزایش حلالیت فسفر شیمیایی به وسیله باکتری‌های موجود در کود زیستی اعلام کردند (Ghasemi *et al.*, 2012; Gholami Mehrbadi *et al.*, 2011). پژوهش‌گران دیگری نشان دادند که تیمار با کود زیستی بارور ۲ 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 فسفات بارور ۲ و کود اوره به اضافه 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 ۶۰ درصد کودهای شیمیایی به علاوه 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 ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ در مزرعه آزمایشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی رشت و به صورت 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

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

تغذیه گیاهان زراعی به منظور 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 مورد نیاز گیاهان و ریزجانداران بوده و مهم‌ترین نقش را در فرایند تولید و انتقال انرژی دارا می‌باشد. شکل‌های مختلف فسفر در خاک به وسیله ویژگی‌های طبیعی خاک شامل اسیدیته خاک، کاتیون‌های محلول و تبادل آهن، کلسیم و منیزیم و نوع ذرات خاک و سطح آن‌ها کنترل می‌شود. به طوری که در خاک‌های آهکی به صورت ترکیبات نامحلول کلسیم و منیزیم و در خاک‌های اسیدی به صورت 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 به شکل محلول ضروری به نظر 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 چغندر قند با استفاده از کود زیستی فسفات بارور ۲ 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

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 (قهوه‌ای شدن 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 بارور 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 (۶۹/۱۹ سانتی‌متر) را تولید کرد (جدول ۳).

سوپرفسفات تریپل + ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ و فسفر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل + ۲۰۰ گرم فسفات بارور (۲) 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 ۷۰۴ 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 ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به‌عنوان نیتروژن آغازگر در زمان قبل از کاشت مورد استفاده 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

جدول ۱. مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

آهن	پتاسیم	فسفر	درصد	درصد	درصد	درصد	بافت	عمق
-----	--------	------	------	------	------	------	------	-----

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

نمونه برداری	خاک	رس	سیلت	شن	خاک	کربن آلی	نیتروژن کل	قابل دسترس	قابل دسترس	قابل تبادل
(cm)		(%)	(%)	(%)		(%)	(%)	(mg kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	(meq/100g)
۰-۳۰	لومی رسی	۳۲/۷	۲۷/۱	۴۰/۲	۵/۹	۱/۸۸	۰/۱۷۱	۹/۷	۲۲۹	۱۵۶

جدول ۲. تجزیه واریانس اثر سطوح کود فسفره و نوع کشت بر صفات اندازه گیری شده در بادام زمینی در دو سال زراعی

منبع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه های فرعی در بوته	عملکرد میوه	عملکرد دانه	تعداد غلاف در بوته	دانه
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**	۱/۸۳۸**	۶۰۵۲۳۱**	۳۶۲۲۸۹**	۵۲/۳۱**	۰/۲۱۲۶**
سال × کود فسفره	۴	۱/۳۱۹ns	۰/۰۹۱۷ns	۱۸۴۷۱*	۷۳۲۷*	۰/۴۷۷ns	۰/۰۰۳Ans
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 **: به ترتیب عدم وجود معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ادامه جدول ۲. تجزیه واریانس اثر سطوح کود فسفره و نوع کشت بر صفات اندازه گیری شده در بادام زمینی در دو سال زراعی

منبع تغییرات	درجه آزادی	وزن صدانه	طول غلاف	عرض غلاف	نیتروژن	فسفر	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 **: به ترتیب عدم وجود معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی با ۵۰ درصد مقدار توصیه شده توأم با کودهای زیستی سبب افزایش معنی دار ارتفاع گیاه نخود شد (Arya et al., 2007). پژوهشگران دیگری نشان دادند که بیشترین ارتفاع بوته بادام زمینی در الگوی کشت مخلوط ۵۰ درصد ذرت + ۵۰ درصد بادام زمینی

نتایج نشان داد که کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ سبب افزایش ارتفاع بوته بادام زمینی شد که علت آن می تواند ترشح هورمون های گیاهی و بهبود وضعیت جذب عناصر غذایی به ویژه فسفر از طریق ریشه گیاه در واکنش به کاربرد کود زیستی باشد (Sharma, 2003). گزارش شده است که

طاهره رضایپور کویشاهی، سعید سیف‌زاده، معرفت مصطفوی‌راد، علیرضا ولدآبادی، اسماعیل حدیدی ماسوله

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

به‌دست آمد (Dahmardeh, 2011).

۲.۳. تعداد شاخه‌های فرعی

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



بهره زراعی کشاورزی

دوره ۲۴ شماره ۱ بهار ۱۴۰۰
شماره ۲۵۳-۲۷۷
DOI: 10.22059/jci.2022.24938.2561

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

نسبت برای زمین	عملکرد دانه ذرت (kg/ha)	عرض غلاف (mm)	طول غلاف (mm)	تعداد دانه در غلاف (mm)	عملکرد دانه (kg/ha)	عملکرد میوه (kg/ha)	ارتفاع بوته (cm)	الگوی کشت	کود فسفره
-	۳۵۵/۰۰gh	-	-	-	-	-	-	کشت خالص ذرت	۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل
-	-	۱۷/۶۹۰de	۳۶/۸۹۰cd	۱/۳۷۸۲ch	۸۴۵/۸۳h	۲۱۷۵d	۵۷۲۸efg	کشت خالص بادام‌زمینی	علم مصرف کود فسفره (به عنوان شاهد)
۱/۸۸	۳۵۷۵/۸۳g	۱۱/۸۵۵e	۲۸/۹۷۳f	۱/۱۳۳۳i	۷۳۹/۱۷i	۱۱۸۸i	۶۴/۳۱cd	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱	
۱/۶۲	۴۳۷۵/۰۰ef	۱۷/۹۱۰d	۲۹/۷۴۱f	۱/۳۴۵۰eg	۳۹۷۳۳j	۷۵۳k	۶۸/۲۴bc	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۲	
۱/۲۵	۱۷۲۵/۰۰i	۱۴/۶۳۳c	۳۰/۸۴۸df	۱/۴۲۸۳j	۶۵۶/۵۰j	۱۴۵۵g	۶۴/۹۳c	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱	
-	۴۴۵/۱۳fg	-	-	-	-	-	-	کشت خالص ذرت	
-	-	۱۴/۸۳b	۳۷/۵۳۳cde	۱/۴۹۰۰d	۱۱۹۰/۸۲d	۳۳۷/۵۰e	۵۲/۵۱efg	کشت خالص بادام‌زمینی	
۱/۶۵	۵۴۳۶۰۰ef	۱۷/۹۲۳d	۳۷/۶۱۸c	۱/۳۵۰۰g	۵۲۳۳۳k	۱۰۷/۵۰j	۵۷/۸۰efg	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱	
۱/۶۸	۵۷۸۸۱۳de	۱۷/۲۸۰de	۳۶/۳۴۰e	۱/۲۵۶۳h	۴۷۸۳۳k	۱۰۰/۳۳۳j	۵۵/۳۵fg	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۲	
۱/۳	۳۳۹۹۶۶b	۱۷/۵۰۵de	۳۹/۸۲۰f	۱/۳۸۳۳g	۶۴۵۰۰j	۱۲۰/۴۱۷i	۶۳/۴۰d	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱	
-	۵۸۰۵/۱۶e	-	-	-	-	-	-	کشت خالص ذرت	
-	-	۱۵/۹۱۷a	۳۴/۸۰۳c	۱/۶۰۶۶c	۱۷۸۰/۰۰c	-	۶۳/۲۷d	کشت خالص بادام‌زمینی	
۱/۴۴	۶۴۲۱۵۰de	۱۱/۸۸۰e	۳۱/۷۳۳de	۰/۹۷۸۳k	۶۱/۶۷j	۱۳۸/۵۰g	۶۶/۳۳bc	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱	
۱/۶۵	۶۶۷۲۳۱d	۱۷/۸۸۱de	۳۶/۳۳۶e	۱/۰۴۵۰j	۹۱۴/۱۷g	۱۵۵۹/۱۷g	۵۶/۱۰efg	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۲	
۱/۲۶	۴۳۳۷/۲۶g	۱۴/۸۰۷b	۳۹/۴۶۳a	۱/۱۳۳۳i	۹۴۱/۶۷g	۱۴۶۹/۱۷g	۵۹/۸۱fe	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱	
-	۹۸۱/۶۵۰a	-	-	-	-	-	-	کشت خالص ذرت	
-	-	۱۶/۲۹۵a	۳۷/۲۹۰b	۱/۶۸۸۳b	۲۱۶/۳۳b	۳۹۱/۸۳۳a	۶۴/۷۵cd	کشت خالص بادام‌زمینی	۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار
۰/۹۸	۶۵۹۵/۳۳d	۱۱/۹۲۰e	۳۱/۸۸۸d	۰/۹۵۸۳k	۶۷/۸۳۳j	۱۶۷۹/۱۷hi	۶۹/۰۴b	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱	
۱/۳۲	۸۹۶۵۰۰b	۱۷/۰۹۸de	۳۱/۳۲۸def	۱/۰۲۵۰j	۸۸۸/۳۳gh	۱۴۲۹/۱۷g	۵۸/۶۱fe	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۲	
۰/۹۴	۵۰۳۳۳۳ef	۱۴/۷۰۱bc	۳۹/۹۱۳a	۱/۱۳۳۳i	۹۳۸/۳۳g	۱۳۰/۳۳۳h	۶۳/۰۵d	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱	
-	۹۹۳۷۰۰a	-	-	-	-	-	-	کشت خالص ذرت	
-	-	۱۶/۸۶۰a	۳۷/۹۲۰b	۱/۷۹۵۰a	۲۳۶/۰۰a	۳۷۹/۰۸۳b	۷۸/۳۳۳a	کشت خالص بادام‌زمینی	۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار
۰/۹۷	۶۳۹۸۱۳de	۱۷/۲۵۵d	۲۹/۸۷۳f	۱/۲۲۰۰h	۷۹۶/۵۰hi	۱۵۷/۵۰۸۳i	۵۶/۹۹f	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱	
۱/۲۵	۷۸۷۱۳۳c	۱۱/۰۱۱ef	۳۱/۴۳۱de	۱/۱۴۸۳j	۱۱۰/۲۵۰e	۱۸۹/۵۰۵e	۵۶/۲۷g	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۲	
۰/۹۱	۴۹۳۲۱۳fg	۱۰/۸۹۶f	۲۹/۱۲۰f	۰/۹۷۳۳k	۱۰۰/۴۱۷f	۱۹۶/۰۰e	۶۹/۱۹b	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱	
-	۴۴/۳۷۳	۰/۳۳۵۴	۰/۶۵۶۱	۰/۰۲۲۸	۰/۸۶۲۲	۲۵/۰۰۶	۱/۵/۱۷۷	-	LSD (p=5%)

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



نتایج نشان داد که عدم کاربرد کود فسفات در الگوی کشت مخلوط یک ردیف ذرت و دو ردیف بادام زمینی در الگوی کشت مخلوط یک ردیف ذرت و دو ردیف بادام زمینی فرعی دوره ۲۴، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱ ریشه بوته‌های بادام زمینی سبب کاهش وابستگی منجر به تولید بیش‌ترین تعداد شاخه‌های فرعی دوره ۲۴، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱ ریشه بوته‌های بادام زمینی سبب کاهش وابستگی (عدد) در هر بوته بادام زمینی شد که تفاوت معنی‌دار در *J. Sci. Res. 10: 22659-22661* (2022) و *Journal of Guilan University of Agriculture and Veterinary Medicine* (2006) Alikhani et al. نشان دادند که کود زیستی فسفردار با اسیدی کردن 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 بادام زمینی بیش‌تر بود (جدول ۳). همچنین، (2000) Kolawole et al. گزارش کردند که کاربرد کود فسفات زیستی سبب افزایش عملکرد سویا در کشت مخلوط با ذرت شد.

۳.۳. عملکرد غلاف بادام زمینی

اثر سال، کود فسفره، الگوی کشت، اثر متقابل کود فسفره × الگوی کشت، اثر متقابل سال × کود فسفره و اثر متقابل سال × الگوی کشت بر عملکرد غلاف بادام زمینی معنی‌دار بود (جدول ۲). کاربرد ۵۰ کیلوگرم کود سوپرفسفات تریپل همراه با ۲۰۰ گرم فسفات بارور در کشت خالص بادام زمینی بیش‌ترین عملکرد میوه بادام زمینی (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 بارور در شرایط اقلیمی منطقه می‌تواند بیش‌ترین میوه بادام زمینی را تولید کند بدون این‌که کاهش معنی‌داری در عملکرد میوه بادام زمینی ایجاد شود. به نظر می‌رسد که استفاده از کود

۴.۳. عملکرد دانه بادام زمینی

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 کشت بر عملکرد دانه بادام زمینی معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه بادام زمینی (۲۳۶۰ کیلوگرم در هکتار) به اثر متقابل کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل توأم با ۲۰۰ گرم فسفر بارور و کشت خالص بادام زمینی اختصاص داشت. نتایج بیانگر کاهش عملکرد دانه بادام زمینی در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص بود. اما، کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل + ۲۰۰ گرم فسفات بارور و الگوی کاشت یک ردیف ذرت + دو ردیف بادام زمینی با تولید حدود ۱۱۰۲ کیلوگرم در هکتار دانه بادام زمینی سبب افزایش نسبت برابری زمین و بهبود تولید در واحد سطح شد (جدول ۳).



جدول ۴. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در باکلم زمینی تحت اثر متقابل سال × کود فسفره × سیستم کشت مخلوط

سال	کود فسفره	تعداد شاخه فرعی	تعداد غلاف در بوته	وزن صدانه (g)	نیترژن دانه (%)	
سال ۱۳۹۶	عدم مصرف کود فسفره (به‌عنوان شاهد)	کشت خالص ذرت	-	-	-	
		کشت خالص بادام‌زمینی	۸/۳۰۰cdef	۱۳/۴۳i	۳۹/۰۸f	
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۱	۷/۰۶۶h	۱۲/۷۹i	۴۰/۵۵f	
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۲:۱	۸/۱۶۶cde	۱۶/۷۴g	۳۹/۵۸f	
	۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار	کشت خالص ذرت	۷/۸۰۰cg	۲۱/۱۶bcd	۴۵/۱۵f	۳/۶۳de
		کشت خالص بادام‌زمینی	۸/۱۶cde	۱۹/۹۹cd	۵۴/۱۱d	۲/۸۷f
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۱	۹/۰۶۶ab	۱۲/۹۸i	۴۷/۲۱e	۳/۲۳۶ef
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۲:۱	۷/۷۰۰cfg	۱۹/۹۹d	۵۵/۱۳d	۴/۰۵۰cd
	۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار	کشت خالص ذرت	۹/۰۶۶ab	۱۸/۹۳ef	۶۹/۰۵b	۳/۶۳de
		کشت خالص بادام‌زمینی	۸/۱۳cef	۲۰/۰۰d	۲۵/۲۶g	۲/۸۶fg
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۱	۸/۰۳cef	۲۱/۳۰bd	۶۳/۲۶c	۴/۲۲c
		کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۲:۱	۸/۹۳b	۱۸/۳۲ef	۷۰/۹۷ab	۳/۵۱de
۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار + ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲	کشت خالص ذرت	۷/۳۶gh	۲۳/۲۲a	۳۵/۰۳f	۳/۲۵ef	
	کشت خالص بادام‌زمینی	۸/۵۰ce	۱۸/۱۵f	۷۵/۳۸a	۷/۳۶a	
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۱	۸/۱۰cef	۱۶/۰۸gh	۴۸/۱۴e	۲/۷۵fg	
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۲:۱	۸/۲۶cde	۱۴/۳۴hi	۵۲/۶۵d	۳/۲۶ef	
۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار + ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲	کشت خالص ذرت	۸/۵۰be	۱۳/۰۰i	۴۹/۰۸e	۲/۵۵fg	
	کشت خالص بادام‌زمینی	۸/۶۰b	۱۲/۹۴i	۳۷/۶۳f	۳/۷۶d	
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۱	۷/۶۰g	۱۴/۸۸h	۴۰/۷۷f	۳/۵۴de	
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۲:۱	۸/۴۶de	۱۹/۴۶de	۴۲/۰۳ef	۳/۴۷de	
عدم مصرف کود فسفره (به‌عنوان شاهد)	کشت خالص ذرت	۹/۴۰a	۲۰/۳۹cd	۶۳/۵۹c	۳/۵۳d	
	کشت خالص بادام‌زمینی	۸/۴۶de	۲۱/۴۸bcd	۵۱/۷۲de	۲/۴۴g	
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۱	۹/۳۰a	۱۳/۵۱i	۴۶/۵۹f	۳/۳۸e	
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۲:۱	۷/۷۳cfg	۲۱/۴۶bcd	۵۱/۵۳de	۳/۸۹cde	
۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار	کشت خالص ذرت	۹/۴۰a	۲۰/۳۹cd	۶۳/۵۹c	۳/۵۳d	
	کشت خالص بادام‌زمینی	۸/۴۶de	۲۱/۵۳bcd	۲۳/۸۱g	۲/۵۹fg	
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۱	۸/۳۱۱	۲۱/۵۴bcd	۶۲/۰۷c	۴/۱۰cd	
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۲:۱	۸/۸۶gh	۱۹/۶۷d	۷۰/۴۸ab	۳/۲۲ef	
۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار + ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲	کشت خالص ذرت	۷/۳۶bde	۲۳/۴۴a	۵۱/۸۶de	۳/۱۰ef	
	کشت خالص بادام‌زمینی	۸/۴۰e	۱۹/۶۱de	۶۴/۷۲bc	۵/۶۰b	
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۱	۸/۵۶bde	۱۷/۵۳efg	۴۶/۲۶ef	۲/۷۴fg	
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۲:۱	۸/۶۰be	۱۶/۵۳g	۵۰/۹۰cd	۳/۴۹de	
۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار + ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲	کشت خالص ذرت	۸/۸۳bd	۱۳/۱۸i	۴۴/۵۱ef	۲/۸۱fg	
	کشت خالص بادام‌زمینی	۸/۰۳f	۱۳/۴۳i	۳۹/۰۸f	۳/۹۸cd	
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۱	۷/۰۶h	۱۲/۷۹i	۴۰/۵۵e	۳/۶۳de	
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۲:۱	۸/۱۶cde	۱۶/۷۴g	۳۹/۵۸f	۳/۷۳de	
۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار + ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲	کشت خالص ذرت	۷/۸۰cg	۲۱/۱۶bcd	۵۵/۱۵d	۳/۶۳de	
	کشت خالص بادام‌زمینی	۸/۱۶cde	۱۹/۹۹cd	۵۴/۱۱d	۲/۸۷f	
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۱:۱	۹/۰۶ab	۱۲/۹۸i	۴۷/۲۱ef	۳/۲۳f	
	کشت ذرت و بادام‌زمینی با نسبت ۲:۱	۷/۷۰cfg	۱۹/۹۹d	۵۵/۱۳d	۴/۰۵cd	

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



۳.۵. تعداد غلاف در بوته

در این مطالعه، عملکرد دانه ذرت و بادام‌زمینی در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص کاهش یافته است. گزارش کردوونو ۲۴ شماره ۱ فصلنامه الگوی کشت مخلوط و اثر متقابل سه‌جانبه سال × هم‌چنین، (2014) Fuente et al. در کشت مخلوط با سویا در کشت مخلوط با آغلیگودادان صفحه‌های ۲۶۷-۲۵۳ DOI: 10.22659/jci.2022.324938.2561 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 (۲۳/۴۴ 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 (جدول ۴). (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 بارور تأثیر معنی‌داری بر تعداد غلاف در بوته نداشت، با این توصیف، پژوهش‌گران دیگری دریافته‌اند 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.

۳.۶. 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 بارور ۲ از نظر تعداد دانه در غلاف (۱/۷۹ عدد) بر تیمارهای دیگر برتر بود. هم‌چنین، در بین

در این مطالعه، عملکرد دانه ذرت و بادام‌زمینی در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص کاهش یافته است. گزارش کردوونو ۲۴ شماره ۱ فصلنامه الگوی کشت مخلوط و اثر متقابل سه‌جانبه سال × هم‌چنین، (2014) Fuente et al. در کشت مخلوط با سویا در کشت مخلوط با آغلیگودادان صفحه‌های ۲۶۷-۲۵۳ DOI: 10.22659/jci.2022.324938.2561 الگوی کشت مخلوط بر تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). 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).

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 بادام‌زمینی گردید. نتایج نشان داد که کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل توأم با ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ 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 بارور ۲ 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 مورد مطالعه 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

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 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 صدانه

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 بارور ۲ به‌دست آمد (جدول ۴). در کشت دو ردیف ذرت + یک

بارور ۲ 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 تثبیت 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 ۴). 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 (۴۳۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در کشت مخلوط دوردیف ذرت و یک ردیف بادام‌زمینی و کاربرد ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات‌تریپل توأم با ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ در سال زراعی اول به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات‌تریپل توأم با ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲

مشابهی گزارش کردند که مصرف کودهای زیستی باعث افزایش طول غلاف در گیاه باقلا شده است (Kazemi, 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 بارور ۲ بیش‌ترین عرض غلاف بادام‌زمینی (۱۶/۷۹ میلی‌متر) را نشان داد که تفاوت معنی‌داری با کاربرد توأم ۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات‌تریپل با ۲۰۰ گرم فسفات بارور ۲ 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 بارور ۲ توأم 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 فسفات‌تریپل با ۲۰۰ گرم فسفات

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, 2012).

۳.۱۴. 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).

۴. نتیجه‌گیری

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

نداشت (جدول ۴). نتایج نشان داد که الگوی کشت مخلوط ذرت و بادام‌زمینی در مقایسه با سیستم تک کشتی و کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ 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).

۳.۱۲. 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 بارور ۲ به‌دست آمد که در شرایط مشابه تفاوتی با کاربرد ۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل توأم 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 بارور ۲ می‌توان عملکردی مشابه با تیمار

- nitrogen fertilizer on yield, yield components of corn (*Zea mays* L.) and peanut (*Arachis hypogaea* 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 term maize 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 corn at 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).

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 فسفوره 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 بارور ۲ 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.

۶. 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., Mezeri, H. A. M., & Duhoky, M. M. S. (2008). Effect of intercropping systems and

- 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. 4-6 Sep. 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., Pyrdshy, 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 annuus* 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 Research*, 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.