

عملکرد و اجزای عملکرد باقلا (*Vicia faba L.*) در کشت مخلوط با بادرشبی (*Dracocephalum moldavica*) تحت تأثیر کودهای آلی و شیمیایی

لیلی وفادار ینگجه^۱، روح‌اله امینی^{۲*}، عادل دباغ محمدی‌نسب^۳

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۶/۸/۲۰

۱- دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

۲- دانشیار گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

۳- استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

* مسئول مکاتبه: Email: r_amani@tabrizu.ac.ir

چکیده

اثر تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد باقلا (*Vicia faba L.*) در کشت مخلوط با بادرشبو (*Dracocephalum moldavica*)، در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در سال زراعی ۱۳۹۳ مطالعه گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول شامل نوع کشت در پنج سطح کشت خالص باقلا، کشت خالص بادرشبو و کشت مخلوط با نسبت‌های ۱:۱، ۲:۲ و ۴:۲ بادرشبو-باقلا و فاکتور دوم شامل نوع کود در سه سطح کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی اوره+ سوپرفسفات تریپل، کود زیستی از تو بارور+ بارور ۲+ ۵۰ درصد کود شیمیایی و ورمی‌کمپوست بودند. نتایج نشان داد بیشترین شاخص کلروفیل برگ و تعداد برگ در بوته با کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی به دست آمد. در بین کشت‌های مخلوط بیشترین ارتفاع بوته (۵۶/۸ سانتی‌متر) در تیمار ۱:۱ مشاهده شد. تیمار مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی بیشترین اثر را در افزایش وزن صد دانه و شاخص برداشت نسبت به سایر تیمارهای کودی داشت. بیشترین تعداد نیام در بوته (۳/۵۲) مربوط به کشت خالص باقلا و کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی بود. بیشترین عملکرد دانه در واحد سطح اشغالی به کشت خالص باقلا (۲۵۹/۲ گرم در متر مربع) و در بین تیمارهای کودی به تیمار مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی (۲۰۲/۱ گرم در متر مربع) تعلق داشت. در کلیه تیمارها، نسبت برابری زمین (LER) و مجموع ارزش نسبی (RVT) بالاتر از یک بودند و بیشترین میزان این شاخص‌ها در کشت مخلوط نواری ۲:۲ باقلا-بادرشبو حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: باقلا، عملکرد دانه، کشت مخلوط جایگزینی، کودهای زیستی، نسبت برابری زمین

Yield and Yield Components of Faba Bean (*Vicia faba* L.) in Intercropping with Moldavian Balm (*Dracocephalum moldavica*) under Organic and Chemical Fertilizers

Leyli Vafadar-Yengeje^{1*}, Rouhollah Amini², Adel Dabbagh Mohammadi Nassab³

Received: February 7, 2017 Accepted: November 11, 2017

1- PhD Student in Ecology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.

2- Assoc. Prof., Dept of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.

3- Prof., Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.

*Corresponding Author: E-mail: r_amin@tabrizu.ac.ir

Abstract

The effect of different fertilizer treatments on intercropping of faba bean and Moldavian balm, by field experiment was studied as factorial on the bases of randomized complete block design with three replications in 2014. The first factor was cropping system at five levels including sole cropping of faba bean, sole cropping of Moldavian balm and three intercropping ratios (1:1, 2:2 and 2:4) of faba bean with Moldavian balm, and the second factor was fertilizer at three levels including nitrogen and phosphorus chemical fertilizer, bio-fertilizer (Azoto Barvar + Barvar-2) + 50% of chemical fertilizers, and vermicompost. The results showed that the maximum chlorophyll content index and leaf number per plant was obtained in chemical fertilizer treatment. The highest plant height (56.8 cm) was observed in 1:1 intercropping system. The effect of fertilizer treatment was not significant on plant height and grain per pod. Chemical fertilizer had significant effect on 100-grain weight and harvest index as compared to other fertilizer treatments. The highest amount of number of pods per plant (3.52) was obtained from sole cropping and chemical fertilizer application. The maximum grain yield per occupied unit area was observed in sole cropping (259.2 g.m⁻²) and among fertilizer treatments was belonged to 100% chemical fertilizer (202.1 g.m⁻²). Also at all treatments the land equivalent ratio and total relative value were obtained more than 1 and from this comment intercropping of 2:2 faba bean-Moldavian balm were the highest. Therefore, cropping system of 2:2 faba bean-Moldavian balm is introduced as advantageous system.

Keywords: Biofertilizer, Faba Bean, Intercropping, Grain Yield, Land Equivalent Ratio.

مقدمه

یک مزرعه با هدف افزایش عملکرد در بعد زمان و مکان
اطلاق می‌شود (استریچلند و همکاران ۲۰۱۵). انتخاب

یکی از الگوهای کشاورزی پایدار کشت مخلوط
بوده که به کاشت دو و یا چند گیاه به‌طور همزمان در

گیاه در الگوی کشت مخلوط اهمیت ویژه‌ای دارد، به طوری که سعی می‌شود انتخاب گیاهان به گونه‌ای صورت گیرد که این الگو در نهایت موجب افزایش محصول در واحد سطح و برتری نسبت به الگوی کشت خالص گردد. در کشت مخلوط، با بهره‌گیری از اصول طبیعی تنوع گیاهان در مزرعه و مدیریت مطلوب کنترل آفات، علف‌های هرز و استفاده بهتر از عوامل محیطی مانند نور، آب و مواد غذایی موجود در خاک، محصول بیشتری نسبت به کشت خالص تولید می‌گردد (اسوالد و همکاران ۲۰۰۲).

اگر اجزای تشکیل دهنده کشت مخلوط در نحوه استفاده از منابع محیطی متفاوت باشند، از منابع به طور مؤثرتری استفاده می‌کنند (دباغ محمدی‌نسب و همکاران ۲۰۱۱). نتایج یک تحقیق در کشت مخلوط نعنای فلفلی (*Mentha piperita* L.) و سویا نشان داد که عملکرد نعنای فلفلی حدود ۵۰ درصد بیشتر شده و درصد منتول افزایش و درصد منتوفوران و منتیل‌اکتات کاهش یافته است که از لحاظ کیفیت اسانس حائز اهمیت می‌باشد (مافی و موسیاری ۲۰۰۳). جهانی و همکاران (۲۰۰۸) نیز گزارش کردند که در کشت مخلوط عدس و زیره سبز، وزن خشک اندام‌های رویشی، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه و تعداد دانه در هر چتر زیره سبز و عملکرد دانه آن به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است. کشت مخلوط لوبیا چشم بلبلی با ارزن در نواحی نیمه‌خشک، عملکرد ارزن را ۱۳ تا ۱۵ درصد افزایش داد (هولت و گوسی ۲۰۰۰). امیرمردفر و همکاران (۲۰۱۳) در آزمایشی دو ساله با بررسی کشت مخلوط گندم و کلزا در نسبت‌های ردیفی مختلف عنوان کردند که بیشترین عملکرد دانه گندم در کشت‌های مخلوط نواری گندم-کلزا و کمترین آن در کشت خالص گندم حاصل می‌شود. در کشت مخلوط سویا و همیشه‌بهار، ارزیابی نسبت برابری زمین نشان داد که کشت مخلوط بر کشت خالص آن‌ها برتری دارد و کشت مخلوط نواری بیشترین نسبت

برابری زمین (۱/۳۴) را به خود اختصاص داده است (اله-دادی و همکاران ۲۰۱۳). دباغ محمدی‌نسب و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی سودمندی کشت مخلوط ذرت و لوبیا به همراه کاربرد کودهای شیمیایی و زیستی، به این نتیجه رسیدند که استفاده از کود زیستی به جای کود شیمیایی سبب افزایش مجموع عملکرد نسبی و نسبت برابری زمین گردید که بیانگر افزایش کارایی کشت مخلوط ذرت و لوبیا در صورت استفاده از کودهای زیستی است.

گرایش جدید جامعه جهانی به سمت کشاورزی پایدار در راستای کاهش استفاده از نهاده‌های مختلف شیمیایی بوده و به همین دلیل کاربرد کودهای زیستی از اهمیت ویژه‌ای در افزایش تولید محصول و حفظ حاصلخیزی پایدار خاک برخوردار است (وسی ۲۰۰۳). کودهای زیستی حاوی باکتری‌های مفیدی هستند که هر یک به منظور خاصی، مانند تثبیت نیتروژن اتمسفری و آزادسازی یون‌های فسفات، پتاسیم و آهن از ترکیبات نامحلول تولید می‌شوند. این باکتری‌ها اغلب در اطراف ریشه مستقر شده و گیاه را در جذب عناصر غذایی پشتیبانی می‌نمایند. مشخص شده است که این باکتری‌ها بیش از یک نقش دارند و علاوه بر کمک به جذب یک عنصر خاص، موجب جذب سایر عناصر، کاهش بیماری‌ها و بهبود ساختمان خاک و در نتیجه تحریک بیشتر رشد گیاه و افزایش کمی و کیفی محصول می‌شوند. به همین دلیل این باکتری‌ها، محرک رشد گیاه نامیده می‌شوند (وسی ۲۰۰۳). محمدورزی و همکاران (۲۰۱۰) عنوان کردند که استفاده تلفیقی از باکتری‌های محرک رشد (نیتروکسین و بیوفسفر) به همراه کودهای نیتروژنه علاوه بر کاهش مصرف کودهای شیمیایی، منجر به افزایش نیتروژن و فسفر دانه آفتابگردان نسبت به تیمار شاهد شده است. فاطما و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیقی روی مرزنجوش (*Origanum majorana* L.) گزارش کردند که کودهای زیستی نیتروژنه و باکتری‌های حل‌کننده فسفات می‌توانند جایگزین کودهای معدنی نیتروژن و فسفر در زراعت این گیاه شوند. ناگاناندا و همکاران

آنتی‌اکسیدانی بوده که به همین دلیل این گیاه دارای خاصیت ضد سرطانی نیز می‌باشد (یوسف‌زاده و همکاران ۲۰۱۰).

برای ارزیابی کارایی کشت مخلوط از شاخص‌هایی مانند نسبت برابری زمین (LER)، مجموع عملکرد نسبی (RYT) و برای توجیه اقتصادی از شاخص مجموع ارزش نسبی (RVT) استفاده می‌کنند. LER نشانگر سودمندی کشت مخلوط از نظر بهره‌برداری از زمین می‌باشد. مجموع ارزش نسبی (RVT) بیانگر نسبت کل درآمد ناخالص کشت مخلوط به بیشترین درآمد کشت خالص است (جوانشیر و همکاران ۲۰۰۰).

با توجه به مطالب فوق و با عنایت به اهمیت حبوبات و جایگاه کشت مخلوط و نیز کاربرد کودهای زیستی در کشاورزی پایدار و حفظ سلامت محیط زیست، آزمایشی به منظور بررسی اثر کودهای زیستی و شیمیایی بر کشت مخلوط بادرشبو و باقلا طراحی گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، واقع در فاصله ۱۲ کیلومتری شرق تبریز اجرا گردید. این محل با ارتفاع ۱۳۶۰ متر از سطح دریای آزاد، در طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۳ دقیقه شمالی قرار دارد. این منطقه دارای اقلیم‌های نیمه استپی و نیمه خشک سرد است و بر اساس آمار هواشناسی، دارای زمستان‌های سرد و تابستان‌های گرم می‌باشد. دما در زمستان کم و بیش تا زیر صفر تنزل نموده و فعالیت‌های گیاهی را متوقف می‌نماید. هر چند که در تابستان ممکن است بارندگی رخ دهد، ولی در مجموع دارای فصل خشک در تابستان است. میانگین حداقل و حداکثر دمای سالانه در طی یک دوره ۱۵ ساله به ترتیب ۷/۱ و ۱۸/۴ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالیانه

(۲۰۱۰) به این نتیجه رسیدند که کاربرد کودهای زیستی نیتروژنه بر گیاه شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum*) موجب بهبود و تسریع جوانه‌زنی و رشد شنبلیله می‌شود. کومار و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که حداکثر عملکرد دانه کنجد در تیمار کاربرد ۴۵ کیلوگرم در هکتار کود فسفره و حاوی باکتری‌های حل‌کننده فسفات به دست می‌آید.

باقلا (*Vicia faba L.*) گیاهی یکساله، ایستاده، مستحکم و قوی بنیه بوده و به‌طور وسیعی در مناطق با آب و هوای معتدل و ارتفاعات بلند مناطق گرمسیری کشت می‌شود. استان گلستان با بیش از ۳۵ درصد سطح زیر کشت و به ترتیب با عملکرد ۱۰۳۰۸ و ۸۳۸۵ کیلوگرم در هکتار نیام سبز در شرایط آبی و دیم بزرگترین تولید کننده باقلا در کشور محسوب می‌شود (پنبه‌کار و همکاران ۲۰۱۵). سطح زیر کشت باقلا در آذربایجان- شرقی ۳۵۰ هکتار است که تولید محصول دانه از مزارع استان در حدود ۱۳۵۰۰ کیلوگرم است. میزان تولید باقلا در ایران حدود ۴۶ هزار تن است که از سطحی معادل ۳۶ هزار هکتار به دست می‌آید. عملکرد دانه در کشور معادل ۱۲۷۸ کیلوگرم در هکتار است که حدود ۵۰۰ کیلوگرم کمتر از میانگین جهانی می‌باشد (پنبه‌کار و همکاران ۲۰۱۵).

بادرشبو (*Dracocephalum moldavica*)

گیاهی علفی، یکساله و متعلق به تیره نعناعیان است. منشأ این گیاه جنوب سیبری و دامنه‌های هیمالیا گزارش شده است. مواد مؤثره پیکر رویشی این گیاه آرام‌بخش و اشتهاآور است. اسانس آن دارای خاصیت ضد باکتریایی بوده و برای مداوای دل‌درد و نفخ شکم و نیز در صنایع غذایی، نوشابه‌سازی و صنایع بهداشتی و آرایشی مورد استفاده قرار می‌گیرد (امیدبیگی ۲۰۰۵). تمام اندام گیاه حاوی اسانس است و مقدار آن در گل، برگ‌ها و ساقه‌های جوان بیشتر از سایر قسمت‌های گیاه است. ژرانیل استات، ژرانیال و ژرانیول اجزای اصلی شناخته شده اسانس بادرشبو هستند که این ترکیبات دارای خاصیت

از مساحت تقریبی یک متر مربع کف بر شده و در داخل پاکت‌های مجزا به آزمایشگاه منتقل گردیدند. ابتدا تعداد نیام‌های هر بوته شمارش گردید. سپس نیام‌ها از بوته جدا گردیده و تعداد دانه آن‌ها نیز شمارش شد. از محصول دانه هر واحد آزمایشی سه نمونه صدتایی توسط دستگاه بذر شمار جدا شد و پس از توزین، میانگین وزن صد دانه، عملکرد دانه در واحد سطح و شاخص برداشت اندازه‌گیری شدند.

برای اندازه‌گیری شاخص کلروفیل برگ از دستگاه قابل حمل CCM-200 (Opti-Sciences, Tingsboro, MA) که شاخص محتوای کلروفیل برگی (CCI) را بر اساس اعداد و ارقام بدون واحد نشان می‌دهد، مورد استفاده قرار گرفت. در مرحله گلدهی، از هر کرت سه بوته به‌طور تصادفی انتخاب و شاخص کلروفیل در سه قسمت از هر برگ بالغ و سالم واقع در قسمت فوقانی، میانی و تحتانی همان بوته ثبت شد.

برای ارزیابی کارایی و سودمندی کشت مخلوط از معیارهای نسبت برابری زمین (LER) و مجموع ارزش نسبی (RVT) استفاده شد. شاخص‌های مزبور با استفاده از روابط زیر محاسبه و ارزیابی گردیدند (واندرمیر ۱۹۹۰).

نسبت برابری زمین (LER):

$$LER = LER_a + LER_b = \left(\frac{Y_{ab}}{Y_{aa}}\right) + \left(\frac{Y_{ba}}{Y_{bb}}\right)$$

که Y_{aa} عملکرد گونه a در کشت مخلوط؛ Y_{ab} عملکرد گونه a در کشت خالص؛ Y_{ba} عملکرد گونه b در کشت مخلوط و Y_{bb} عملکرد گونه b در کشت خالص می‌باشند (واندرمیر ۱۹۹۰).

مجموع عملکرد نسبی (RVT):

$$RVT = \frac{aP_1 + bP_2}{aM_1}$$

با شرط برقراری $aM_1 > bM_2$

که P_1 و P_2 به ترتیب عملکرد باقلا و بادربشی در کشت مخلوط و M_1 و M_2 عملکرد باقلا و بادربشی

۲۸۷/۸ میلی‌متر گزارش شده است (آذرخشی و همکاران ۲۰۱۳).

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در این آزمایش فاکتور اول شامل الگوهای مختلف کشت به صورت کشت خالص دو گیاه باقلا و بادربشی و کشت مخلوط این دو گیاه به صورت ردیفی ۱:۱ و نواری با نسبت‌های ۲:۲ و ۴:۲ بادربشی-باقلا و فاکتور دوم سطوح مختلف مصرف کود شامل کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی (اوره + سوپرفسفات‌تریپل)، کودهای زیستی (از تو بارور + بارور ۲) + ۵۰ درصد کود شیمیایی و ورمی‌کمپوست بودند. روش مورد استفاده در کشت مخلوط از نوع جایگزینی می‌باشد. کاشت باقلا و بادربشی به‌طور همزمان در اردیبهشت ماه و با دست انجام گرفت. مساحت هر پلات با توجه به تیمارها متفاوت بود، ولی در تمامی تیمارها طول نوارهای کاشت چهار متر و فاصله دو پشته از هم ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. تراکم مطلوب برای بادربشی ۳۰ بوته در متر مربع با فاصله روی ردیف ۱۳/۳ سانتی‌متر در کشت دو ردیفه و تراکم مطلوب باقلا ۴۰ بوته در متر مربع با فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر در کشت دو ردیفه بود. بذرهای باقلا و بادربشی پس از ضدعفونی با بنومیل، به ترتیب در شیریهایی به عمق ۳ و ۱ سانتی‌متر کاشته شدند و برای خروج هر چه بهتر گیاهچه‌ها، روی بذور کشت شده ماسه بادی ریخته شد. کودهای شیمیایی اوره و سوپرفسفات-تریپل به ترتیب به میزان ۵۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار و ورمی‌کمپوست به میزان ۵ تن در هکتار با خاک کرت تیمار مورد نظر قبل از کاشت به‌صورت یکنواخت مخلوط شد. طبق دستورالعمل شرکت سازنده، کودهای زیستی از تو بارور و بارور ۲ به میزان ۱ کیلوگرم برای هر کیلوگرم بذر به‌صورت تلقیح با بذر استفاده شد.

در اوایل مرداد، به منظور تعیین عملکرد و اجزای عملکرد دانه، بوته‌های موجود در هر یک از کرت‌ها

تیمارهای کود زیستی و ورمی کمپوست اختلاف معنی-داری وجود نداشت (شکل ۱). امیرمردفر و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کرد در تیمار کودی ۱۰۰ درصد شیمیایی در مرحله سنبله‌دهی شاخص کلروفیل در برگ پرچم و میانگین برگ‌های بوته گندم بیشتر از تیمار کودی ۵۰ درصد کود شیمیایی + بیولوژیکی بود، که با نتایج حاصل از این آزمایش مطابقت دارد. اکبری و همکاران (۲۰۰۹) نیز با مقایسه کودهای بیولوژیکی و شیمیایی بر شاخص کلروفیل برگ آفتابگردان به این نتیجه رسیدند که تیمار کودهای شیمیایی بیشتر از سایر تیمارها موجب افزایش میزان کلروفیل برگ می‌شود. دسترسی به عناصر غذایی و در نتیجه افزایش شاخص کلروفیل برگ باقلا بر اثر کاربرد کود ورمی کمپوست یکی از دلایل احتمالی عدم تفاوت معنی‌دار بین دو تیمار کود شیمیایی و ورمی کمپوست می‌تواند باشد.

در کشت خالص و a و b به ترتیب قیمت باقلا (۴۰۰۰۰ ریال) و بادرشبو (۱۲۰۰۰۰ ریال) می‌باشند.

کلیه تجزیه‌های آماری بر اساس طرح فاکتوریل و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید. رسم شکل‌ها با بهره‌گیری از نرم‌افزار Excel انجام پذیرفت.

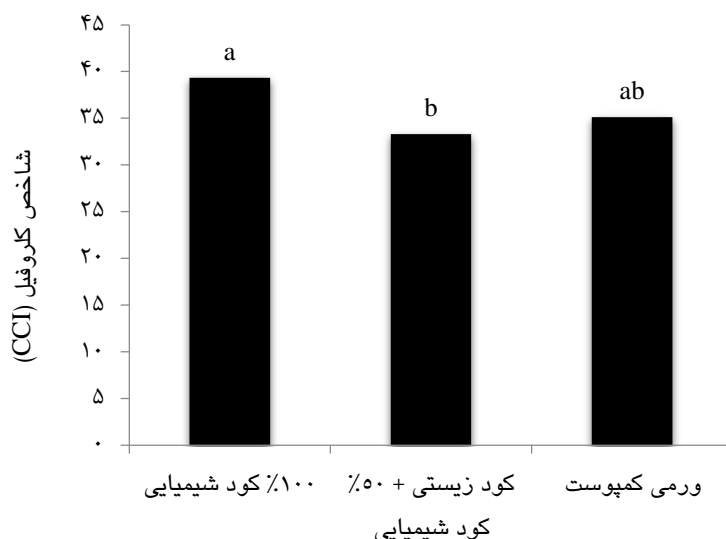
نتایج و بحث

اثر تیمار کودی بر شاخص کلروفیل برگ باقلا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، ولی اثر الگو-های مختلف کشت و اثر متقابل الگوی کشت × تیمار کود بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۱). مقایسه سطوح مختلف کودی نشان داد که در تیمار مصرف ۱۰۰ درصد کود شیمیایی شاخص کلروفیل برگ (۳۹/۳۴) بیشتر از تیمارهای کود بیولوژیک و ورمی کمپوست بود و بین

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی باقلا تحت تأثیر الگوی کشت و تیمار کودی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		کلروفیل	تعداد برگ	ارتفاع بوته	تعداد نیام در بوته	تعداد دانه در نیام	وزن صد دانه	عملکرد دانه برداشت
تکرار	۲	۲/۷۶۶	۳/۵۱۴	۱۱/۳۹۳	۰/۲۷۲ **	۰/۱۳۴	۳۹/۷۲۵	۵۸۹۱/۸۶۹ **
الگوی کشت	۳	۰/۰۲۲	۷/۰۱۱	۳۱/۰۴۹ **	۰/۱۶۴ **	۰/۰۳۵	۰/۵۷۷	۲۶۱۹۹/۹۴ **
کود	۲	۱۱۵/۱۷۲ **	۲۴/۹۲۲ **	۰/۹۱	۰/۷۱۵ **	۰/۱۳۵	۱۵۷/۰۳۲ *	۴۷۰۳/۶۹۳ **
الگوی کشت × کود	۶	۰/۰۲۱	۰/۵۴۴	۰/۳۱۶	۰/۰۷۱ **	۰/۰۵۱	۱/۴۲۱	۵۶/۷۳۶
خطا	۲۲	۱۴/۹۵۳	۳/۹۷۵	۵/۴۹۶	۰/۰۱	۰/۰۸۱	۳۲/۸۵۷	۶۴/۴۶۶
ضریب تغییرات (%)	-	۱۰/۷۶	۱۵/۸	۴/۳۴	۲/۲۵	۱۴/۱۷	۴/۹۴	۴/۳۸

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشد.

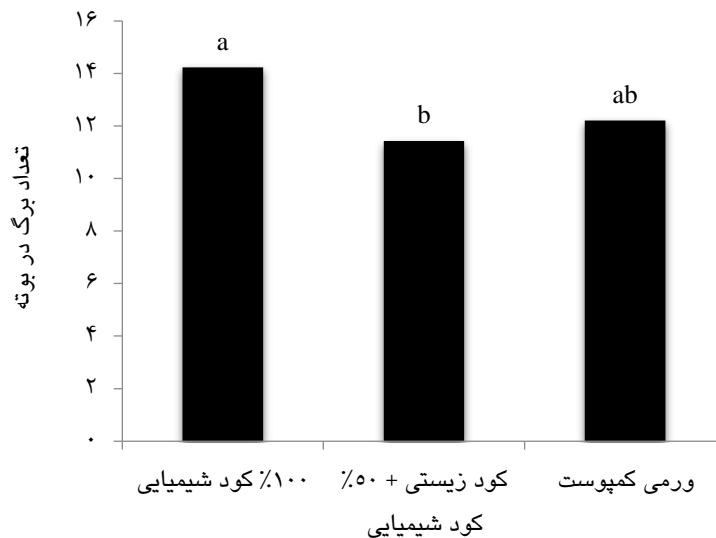


شکل ۱- شاخص کلروفیل برگ باقلا تحت تاثیر تیمارهای کودی

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است.

(۲۰۱۲) در کشت مخلوط لوبیا چیتی و سیب‌زمینی گزارش کرد که بیشترین تعداد برگ در بوته سیب‌زمینی در تیمارهای کشت مخلوط جایگزینی به‌دست آمده است که دلیل آن را کاهش رقابت برون‌گونه‌ای نسبت به رقابت درون‌گونه‌ای و اختصاص فضای بیشتر برای رشد سیب‌زمینی عنوان کرده است. دباغ محدی نسب و همکاران (۲۰۱۵) نیز گزارش کردند تعداد برگ ذرت با کاربرد کود شیمیایی به‌طور معنی‌داری نسبت به کاربرد کود بیولوژیکی افزایش یافته است. احتمالاً بهبود محتوای ماده آلی و عناصر غذایی خاک پس از مصرف ورمی-کمپوست سبب شده تا تفاوت بین تیمارهای کود شیمیایی و ورمی‌کمپوست از نظر آماری معنی‌دار نباشد.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، از نظر تعداد برگ در بوته باقلا بین تیمارهای کودی در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت. تأثیر الگوهای کاشت و اثر متقابل الگوی کشت × تیمار کودی بر تعداد برگ در بوته باقلا معنی‌دار نبود (جدول ۱). تعداد برگ باقلا با کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی بیشتر از سایر تیمارهای کودی بود، به‌طوری که بیشترین میانگین تعداد برگ (۱۴/۲۳) در تیمار ۱۰۰ درصد مصرف کود شیمیایی به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمار کاربرد ورمی-کمپوست نداشت، ولی با تیمار کود زیستی اختلاف معنی‌داری نشان داد (شکل ۲). نتایج آزمایش دباغ محدی نسب و همکاران (۲۰۱۵) نیز روی کشت مخلوط ذرت و لوبیا نشان داد که کشت مخلوط اثر معنی‌داری بر تعداد برگ ذرت نداشته است. اما، نصراله‌زاده اصل

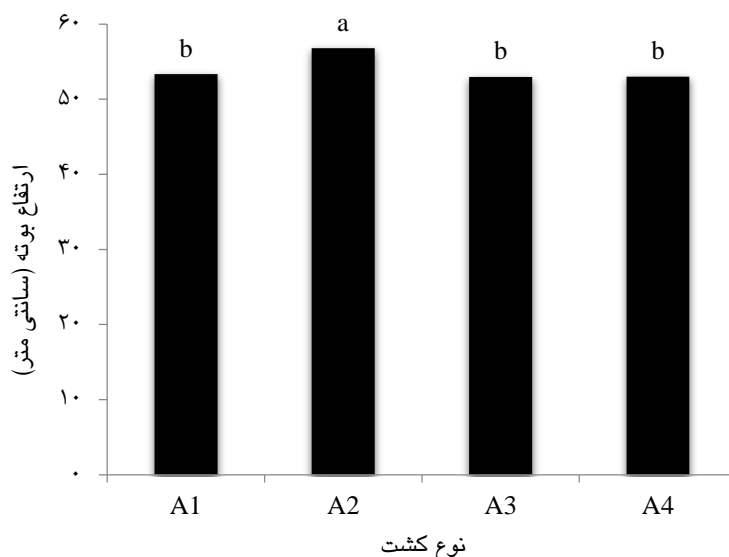


شکل ۲- تعداد برگ در بوته باقلا در تیمارهای کودی

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است.

بیشتر بودن ارتفاع باقلا در تیمار ۱:۱ کشت مخلوط به دلیل رقابت برون‌گونه‌ای بیشتر با بادرشبی بوده است. زیرا تعداد ردیف‌های نوار باقلا در بین نوار بادرشبی کمتر است، بنابراین در این الگوی کشت نسبت به سایر الگوهای کشت، باقلا از اثر مجاورتی نوارها بیشتر متأثر می‌شود که در نتیجه برای دسترسی به نور، ارتفاع بوته را افزایش می‌دهد. بر خلاف نتایج این تحقیق، در اغلب تحقیقات افزایش ارتفاع بوته با کاربرد کودهای شیمیایی، زیستی و آلی گزارش شده است. برای مثال، کاربرد کود شیمیایی ارتفاع بوته کنجد را افزایش داده است (مالیک و همکاران ۲۰۰۳). کاربرد کودها سبب تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه شده و در نتیجه موجب تقسیم و بلند شدن سلول‌های گیاهی می‌گردد (استریچلند و همکاران ۲۰۱۵). یکی از دلایل اصلی افزایش ارتفاع بوته بر اثر کاربرد کودهای بیولوژیک مربوط به بیشتر شدن طول میان‌گره‌های گیاه است که این امر می‌تواند به دلیل تحریک تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه توسط این کودها باشد (ناگاناندا و همکاران ۲۰۱۰).

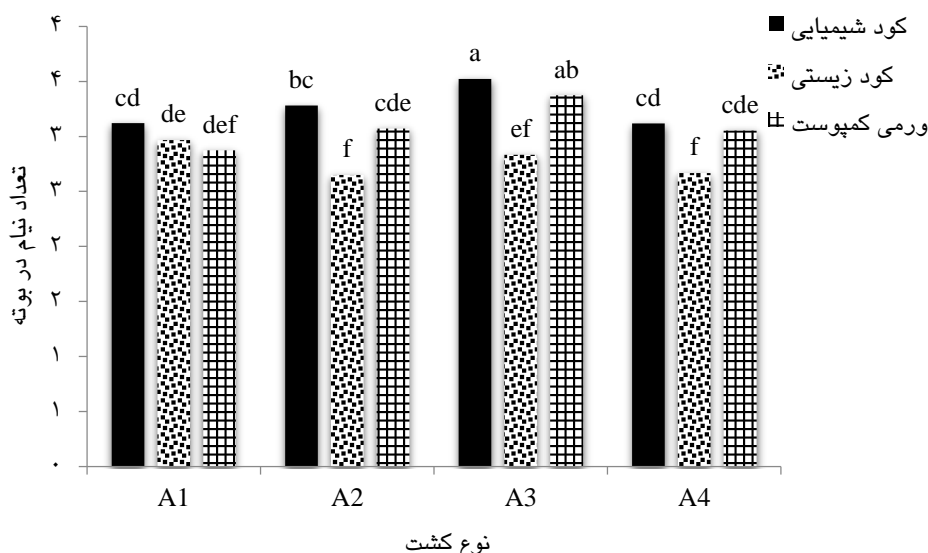
افزایش ارتفاع اغلب بارزترین تغییر ناشی از رشد در اغلب گیاهان است، افزایش ارتفاع می‌تواند از نظر رقابت با سایر گیاهان در یک جامعه گیاهی مزیت محسوب شود. این خصوصیت کارآمدترین برگ‌ها را در بهترین موقعیت از نظر فرایند فتوسنتز قرار می‌دهد، در کشت مخلوط ارتفاع بوته روی رقابت نوری مؤثر است (استریچلند و همکاران ۲۰۱۵). طبق جدول ۱، اثر الگوی کشت بر ارتفاع بوته باقلا معنی دار بود، ولی اثر تیمار کودی و اثر متقابل الگوی کشت × تیمار کود بر این صفت معنی دار نشد. تیمار ۱ ردیف باقلا + ۱ ردیف بادرشبی با ۵۶/۸ سانتی‌متر دارای بیشترین ارتفاع بوته بود. کشت خالص باقلا با الگوهای کشت مخلوط ۲:۲ و ۲:۴ اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (شکل ۳). ابوانگو و همکاران (۲۰۰۱) در کشت مخلوط نرت و سیب‌زمینی به روش جایگزینی مشاهده کردند که ارتفاع بوته سیب‌زمینی در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص افزایش یافته است. گزارش خان و همکاران (۲۰۰۵) مبنی بر کاهش ارتفاع گندم در کشت مخلوط با کلزا است که این گزارش با نتایج به‌دست آمده از این آزمایش مغایرت دارد. از طرف دیگر،



شکل ۳- اثر الگوهای مختلف کشت (A₁: کشت خالص باقلا، A₂: کشت مخلوط جایگزینی با نسبت ۱:۱، A₃: کشت مخلوط نواری با نسبت ۲:۲ و A₄: کشت مخلوط نواری با نسبت ۲ ریف باقلا و ۴ ریف بادرشیبو) بر ارتفاع بوته باقلا
حروف متفاوت نشان دهندهی اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است (آزمون دانکن).

جهانی و همکاران (۲۰۰۸) در کشت مخلوط ردیفی عدس و زیره سبز عنوان کردند که از کشت خالص به طرف مخلوط نواری و مخلوط ردیفی، تعداد نیام در بوته عدس افزایش یافته است. علی و همکاران (۲۰۰۰) مغایر با نتایج این تحقیق گزارش کردند که کشت مخلوط کلزا با گندم موجب کاهش تعداد خورجین در بوته نسبت به تک کشتی می‌شود. بدوساک و جاستیس (۲۰۱۱) نیز اظهار داشتند که با مصرف کود شیمیایی نیتروژن‌دار، تعداد سنبله در بوته و نیز عملکرد دانه گندم دوروم افزایش می‌یابد.

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تعداد نیام در بوته باقلا نشان می‌دهد که اثر الگوهای مختلف کشت، تیمار کود و اثر متقابل الگوهای کشت × تیمار کودی بر این صفت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین تعداد نیام در بوته به الگوی کشت مخلوط ۲:۲ و با کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی بدون تفاوت معنی‌دار تیمار کودی و رمی کمپوست تعلق داشت. الگوی کشت ۱:۱ با کاربرد کود بیولوژیکی با ۲/۶۵ و الگوی کشت ۲:۴ با ۲/۶۶ دارای کمترین تعداد نیام در بوته بودند (شکل ۴). رشد رویشی بهتر بوته‌ها در کشت‌های مخلوط سبب افزایش درصد نور دریافتی و افزایش فتوسنتز می‌گردد و این عامل در نهایت منجر به افزایش میانگین اجرای عملکرد می‌شود (استریچلند و همکاران ۲۰۱۵).

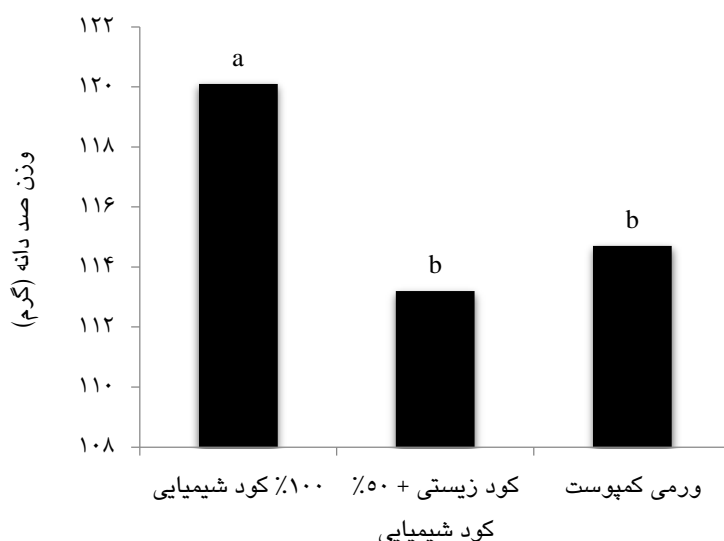


شکل ۴- اثر الگوهای مختلف کشت (A₁: کشت خالص باقلا، A₂: کشت مخلوط جایگزینی با نسبت ۱:۱، A₃: کشت مخلوط نواری با نسبت ۲:۲ و A₄: کشت مخلوط نواری با نسبت ۲ ریف باقلا و ۴ ریف بادرشبو) و تیمار کودی بر تعداد نیام در بوته باقلا. حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است.

دانه (۱۲۰/۱ گرم) در تیمار کودی ۱۰۰ درصد شیمیایی به دست آمد. کمترین وزن صد دانه باقلا (۱۱۳/۲ گرم) به کاربرد کود زیستی مربوط بود که با تیمار ورمی-کمپوست اختلاف معنی داری نداشت (شکل ۵). دباغ محمدی نسب و همکاران (۲۰۱۵) عنوان نمودند که در کشت مخلوط ذرت و لوبیا نیز وزن صد دانه ذرت تحت تأثیر الگوهای کشت قرار نگرفته است. مغایر با نتیجه این تحقیق، علی و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که وزن هزار دانه کلزا در کشت مخلوط نواری گندم-کلزا نسبت به تک کشتی آن افت پیدا می کند. اسوالد و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که وفور عناصر غذایی در کودهای شیمیایی نسبت به کودهای آلی و زیستی از دلایل اصلی اثر بخشی بیشتر در تحریک رشد رویشی و در نتیجه افزایش وزن دانه گیاهان است.

اثر الگوهای مختلف کشت، تیمار کودی و اثر متقابل آنها بر تعداد دانه در نیام باقلا معنی دار نبود (جدول ۱). عنوان شده است که تعداد دانه در نیام اغلب تحت تأثیر ژنوتیپ قرار می گیرد و عوامل محیطی بر این صفت اثر معنی داری ندارند (محمدی و همکاران ۲۰۰۶). مشابه با نتیجه به دست آمده از این تحقیق، امیرمردفر و همکاران (۲۰۱۳) نیز عنوان نمودند که کشت مخلوط نواری کلزا-گندم با کاربرد کودهای شیمیایی و بیولوژیکی اثر معنی داری بر تعداد دانه در خورجین کلزا نداشته است.

اثر تیمار کودی بر وزن صد دانه باقلا معنی دار بود، ولی این صفت تحت تأثیر الگوهای مختلف کشت و نیز اثر متقابل الگوهای کشت × تیمار کودی قرار نگرفت (جدول ۱). وزن هزار دانه از عوامل مهم و تعیین کننده عملکرد دانه است و نقش مهمی در پتانسیل عملکرد یک رقم دارد (سانا و همکاران ۲۰۰۳). بیشترین وزن هزار

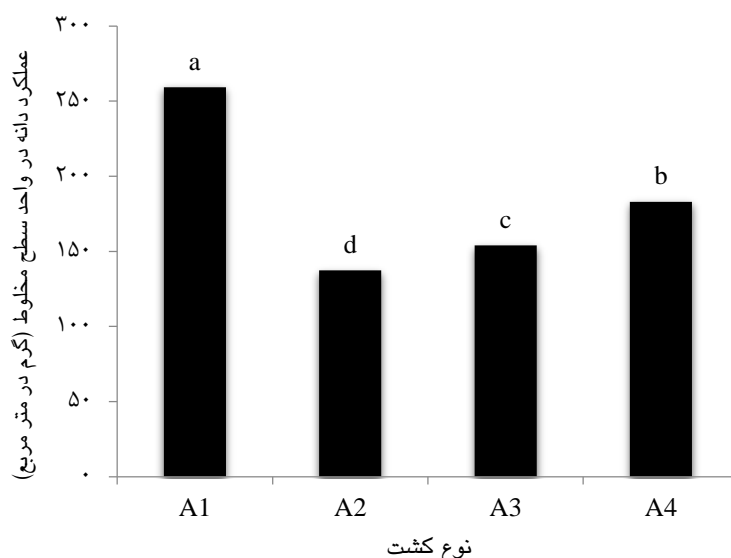


شکل ۵- وزن صد دانه باقلا در تیمارهای کودی

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است.

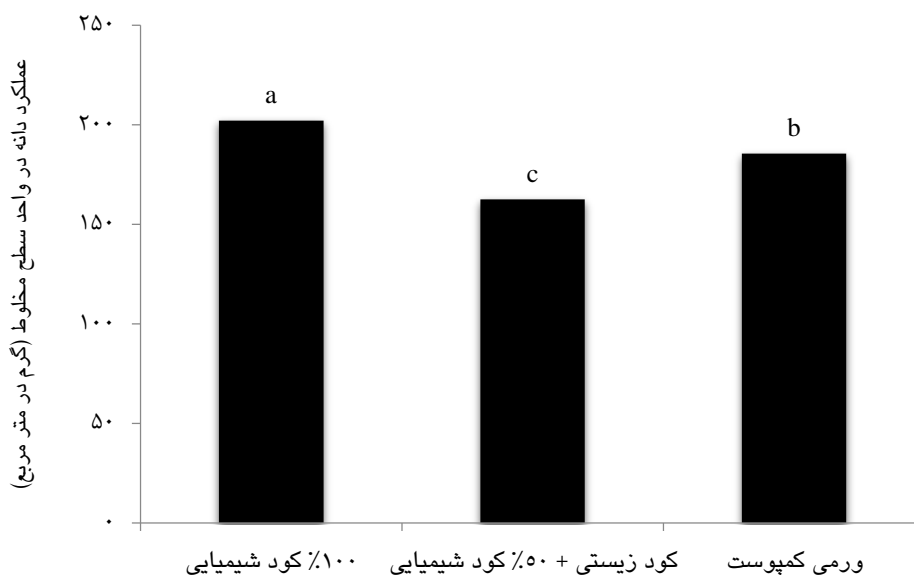
واحد سطح مربوط است. از دلایل دیگر شاید بتوان به سایه اندازی و افزایش رقابت برون گونه ای بین باقلا و بادرشی اشاره کرد رفرنس؟. مشهدی و همکاران (۲۰۱۲) با مطالعه تأثیر مصرف کودهای شیمیایی و کشت مخلوط گندم و نخود به این نتیجه رسیدند که بیشترین عملکرد محصول در کشت خالص گندم و حداقل آن در کشت مخلوط یک ردیف گندم و دو ردیف نخود حاصل می شود. همچنین با افزایش مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر از صفر تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار میانگین عملکرد و اجزای عملکرد دانه نخود افزایش می یابد.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، تأثیر الگوهای کشت و تیمار کودی بر عملکرد دانه باقلا در واحد سطح مخلوط معنی دار بود، ولی اثر متقابل الگوی کشت × تیمار کود بر این صفت معنی دار نگردید (جدول ۱). بیشترین میانگین عملکرد دانه در واحد سطح (۲۵۹/۲ گرم در متر مربع) در تیمار کشت خالص باقلا به دست آمد (شکل ۶). میانگین عملکرد دانه در واحد سطح (۲۰۲/۱ گرم در متر مربع) در تیمار کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی به طور معنی داری بیشتر از کود زیستی و ورمی کمپوست بود (شکل ۷). با توجه به نتایج به دست آمده می توان چنین اظهار داشت که از دلایل اصلی کاهش عملکرد دانه در کشت مخلوط نسبت به خالص در درجه اول به کاهش تعداد بوته در



شکل ۶- اثر الگوهای مختلف کشت (A₁: کشت خالص باقلا، A_۲: کشت مخلوط جایگزینی با نسبت ۱:۱، A_۳: کشت مخلوط نواری با نسبت ۲:۲ و A_۴: کشت مخلوط نواری با نسبت ۲ ریف باقلا و ۴ ریف بادرشبو) بر عملکرد دانه باقلا در واحد سطح مخلوط

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار بین تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است.



شکل ۷- عملکرد دانه باقلا در واحد سطح مخلوط در تیمارهای کودی

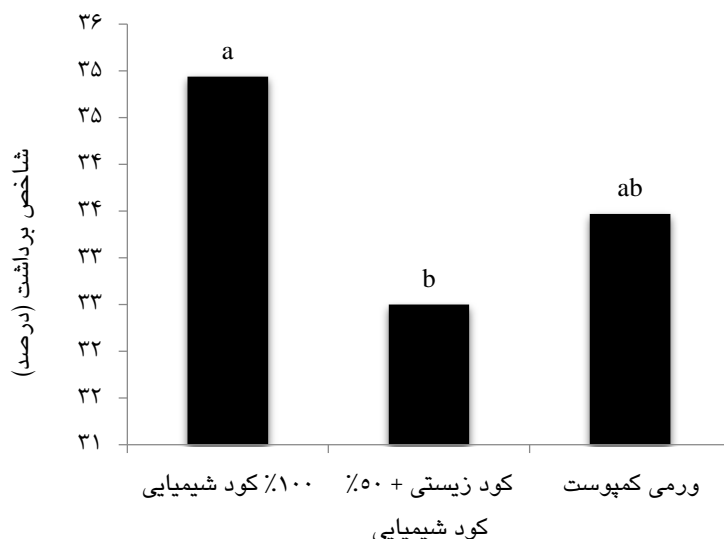
حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار بین تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن است.

میانگین شاخص برداشت دانه باقلا نشان داد که تیمار کودی ۱۰۰ درصد شیمیایی نسبت به تیمار کود زیستی و ورمی کمپوست شاخص برداشت دانه بیشتری تولید نموده است (شکل ۸). مغایر با نتیجه این آزمایش،

نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده اثر معنی داری تیمار کودی بر شاخص برداشت دانه باقلا بود، ولی اثر الگو-های مختلف کشت و اثر متقابل الگوهای کشت × تیمار کودی بر این صفت معنی دار نگردید (جدول ۱). مقایسه

کودهای شیمیایی را عامل افزایش شاخص برداشت دانه آفتابگردان عنوان کرده‌اند. بدوساک و جاستس (۲۰۱۱) نیز عنوان نمودند که کاربرد کود شیمیایی در کشت مخلوط گندم دوروم و نخود نسبت به سایر کودها افزایش بیشتری در شاخص برداشت دانه گندم ایجاد نموده است.

اسماعیلی و همکاران (۲۰۱۲) با مطالعه کشت مخلوط یونجه و جو بهاره به روش افزایشی و جایگزینی در نسبت‌های مختلف گزارش کردند که کشت مخلوط افزایشی یونجه با جو موجب افزایش شاخص برداشت دانه جو نسبت به تککشتی می‌شود. اکبری و همکاران (۲۰۰۹) افزایش میزان مواد غذایی قابل دسترس بوسیله



شکل ۸- شاخص برداشت دانه باقلا در تیمارهای کودی

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است (آزمون دانکن).

کردند که همه تیمارهای کشت مخلوط LER بالاتری را نسبت به کشت خالص داشته‌اند. خرمی‌وفا و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی سودمندی کشت نخود و عدس در بین ردیف‌های کدوی تخم‌کاغذی و در سطوح مختلف نیتروژن (صفر، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار) به این نتیجه رسیدند که در هر دو کشت مخلوط کدوی تخم-کاغذی با نخود و کدوی تخم‌کاغذی با عدس بیشترین مقدار LER با مصرف ۷۵ کیلوگرم نیتروژن به دست آمده است. دباغ محمدی‌نسب و همکاران (۲۰۱۱) در کشت مخلوط نرت با آفتابگردان در مکان‌ها و سال‌های متفاوت عنوان کردند که میزان LER با کاربرد کود نیتروژنه در محیط‌های مختلف نتایج متغیری شامل افزایش، کاهش یا عدم تغییر را از خود نشان می‌دهد.

بیشترین میزان نسبت برابری زمین برابر با ۱/۲۸ بود که در کشت مخلوط نواری ۲:۲ و با کود ورمی‌کمپوست به دست آمد، یعنی سودمندی استفاده از زمین در این کشت مخلوط ۲۸ درصد بیشتر از کشت خالص است. کمترین نسبت برابری زمین در کشت مخلوط ۱:۱ تحت تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی به میزان ۱/۱ حاصل شد (جدول ۲). در همه نسبت‌های کشت مخلوط، نسبت برابری زمین بیشتر از یک است که نشان دهنده کارایی کشت مخلوط این دو گیاه نسبت به تککشتی می‌باشد. بررسی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که تیمارهای مخلوط همراه با کود زیستی یا ورمی‌کمپوست، LER بالاتری نسبت به سایر تیمارها دارند که نشان دهنده کارایی بالای کودهای زیستی و ورمی‌کمپوست نسبت به کودهای شیمیایی می‌باشد. احمدی و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش

ایجاد تنوع در اکوسیستم‌های کشاورزی و همچنین ایجاد پایداری تولید، می‌تواند در افزایش درآمد اقتصادی و بهره‌وری استفاده از زمین‌های کشاورزی به‌طور قابل ملاحظه‌ای مؤثر باشد. در بررسی بانیک و همکاران (۲۰۰۶) کشت مخلوط افزایشی گندم و نخود به خصوص در تراکم‌های بالا منجر به افزایش درآمد خالص تا ۴۰ درصد نسبت به کشت خالص گندم و نخود شد. رضایی‌چیانه و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که در تمامی کشت‌های مخلوط ذرت-باقلا میزان RVT بیشتر از یک بوده و کشت‌های مخلوط به میزان ۲ تا ۳۱ درصد نسبت به کشت خالص سودمندی اقتصادی داشته است.

مجموع ارزش نسبی (RVT) یک شاخص با ارزش در ارزیابی کشت‌های مخلوط می‌باشد که توسط شولتز و همکاران (۱۹۸۲) ارائه شده است. اگر میزان این شاخص بزرگتر از یک باشد نشان می‌دهد که کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی از نظر اقتصادی مزیت و برتری دارد. مقادیر این شاخص برای تیمارها و الگوهای مختلف کاشت محاسبه شد (جدول ۲) و در کلیه تیمارهای مخلوط بزرگتر از یک بود، که نشانگر برتری این نوع کشت مخلوط بر تک‌کشتی‌ها می‌باشد. بیشترین مجموع ارزش نسبی در کشت مخلوط ۲:۲ در تیمار کود شیمیایی به مقدار ۱/۳ حاصل شد و کمترین آن در کشت مخلوط ۱:۱ در تیمار کود شیمیایی به دست آمد (جدول ۲). بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که کشت مخلوط علاوه بر

جدول ۲- شاخص‌های سودمندی در کشت مخلوط باقلا و بادرشبو نسبت به کشت‌های خالص

RVT	LER	تیمارهای کشت مخلوط و کودی
۱/۰۹	۱/۱	۱:۱ باقلا-بادرشبو - ۱۰۰٪ کود شیمیایی
۱/۱۴	۱/۱۲	۱:۱ باقلا-بادرشبو - کود زیستی + ۵۰٪ کود شیمیایی
۱/۱۲	۱/۱۳	۱:۱ باقلا-بادرشبو - ورمی‌کمپوست
۱/۳	۱/۳	۲:۲ باقلا-بادرشبو - ۱۰۰٪ کود شیمیایی
۱/۲۹	۱/۲۶	۲:۲ باقلا-بادرشبو - کود زیستی + ۵۰٪ کود شیمیایی
۱/۲۷	۱/۲۸	۲:۲ باقلا-بادرشبو - ورمی‌کمپوست
۱/۱۶	۱/۱۷	۲:۴ باقلا-بادرشبو - ۱۰۰٪ کود شیمیایی
۱/۱۵	۱/۱۳	۲:۴ باقلا-بادرشبو - کود زیستی + ۵۰٪ کود شیمیایی
۱/۱۳	۱/۱۴	۲:۴ باقلا-بادرشبو - ورمی‌کمپوست

منابع مورد استفاده

- Ahmadi A, Dabbagh Mohammadi-Nassab A, Zehtab-Salmasi S and Amini R. 2010. Evaluation of yield and advantage indices in barley and vetch intercropping. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 20: 77-87. (In Persian).
- Akbari P, Ghalavand A and Modarres S. 2009. Effects of different nutrition systems and biofertilizers on yield and other growth traits of sunflower. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 19: 83-93. (In Persian).
- Ali Z, Asghar-Malik M and Akhtar-Cheema M. 2000. Studies on determining a suitable canola-wheat intercropping pattern. *International Journal of Agriculture and Biology*, 2: 42-44.

- Allahdadi M, Shakiba MR, Dabbagh Mohammadi-Nassab A and Amini R. 2013. Evaluation of yield and advantages of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill.) And calendula (*Calendula officinalis* L.) intercropping systems. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science, 23(3): 47-58. (In Persian).
- Amir-Mardfar R, Raei Y, Dabbagh Mohammadi-Nassab A, Khaghaninia S and Amini R. 2013. Yield and yield components of wheat as influenced by intercropping of oilseed rape and fertilizers. Journal of Biodiversity and Environmental Science, 3: 38-46.
- Azarakhshi M, Farzadmehr J, Eslah M and Sahabi H. 2013. An investigation on trends of annual and seasonal rainfall and temperature in different climatologically regions of Iran. Journal of Range and Watershed Management, 66: 1-16. (In Persian).
- Banik P, Midya A, Sarkar BK and Ghose SS. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: Advantages and weed smothering. European Journal of Agronomy, 24: 325-332.
- Bedoussac L and Justes E. 2011. A comparison of commonly used indices for evaluating species interacts and intercrop efficiency: Application to durum wheat-winter pea intercrops. Field Crop Research, 124: 25-36.
- Dabbagh Mohammadi-Nassab A, Amini R and Tamari E. 2015. Evaluation of maize and three cultivars of common bean intercropping with application of biofertilizers and chemical fertilizers. Journal of Sustainable Agriculture and Production Science, 25: 99-113. (In Persian).
- Dabbagh Mohammadi-Nassab A, Amon T and Kaul H. 2011. Competition and yield in intercropping of maize and sunflower for biogas. Industrial Crops and Products, 34: 1203-1211.
- Ebwongu M, Adipala E, Sekabembe CK, Yamanywa SK and Bhagsari AS. 2001. Effect of intercropping maize and potato on yield of the component crops in central Uganda. African Crop Science Journal, 9: 83-96.
- Esmaeili A, Hosseini M, Mohammadi M and Hosseinikhah F. 2012. Effects of alfalfa and barley intercropping patterns on dry matter yield of forage and silage. Iranian Journal of Field Crop Science, 2: 297-277. (In Persian).
- Fatma EM, El-Zamik I, Tomader T, El-Hadidy HI, Abd El-Fattah L and Seham-Salem H. 2006. Efficiency of bio-fertilizers, organic and in-organic amendments application on growth and essential oil of marjoram (*Majorana hortensis* L.) plants grown in sandy and calcareous. Desert Research Center, 1: 212-264.
- Hulet H and Gosseye P. 2000. Effect of intercropping cowpea on dry-matter and grain yield of millet in the semi-arid zone of Mail. http://www.fao.org/Wairdocs/ILRI/x_5488E/x_5488e0r.
- Jahani M, Koochaki A and Nassiri-Mahalati M, 2008. Comparison of different intercropping arrangements of cumin (*Cuminum cyminum*) and lentil (*Lens culinaris*). Iranian Journal of Field Crop Science, 6 (1): 67-87. (In Persian).
- Javanshir A, Dabbagh Mohammadi-Nassab A, Hamidi A and Gholypour M. 2000. The Ecology of Intercropping (Translated). Jahad Daneshgahi Mashhad Publications. (In Persian).
- Khan M, Khan RU, Wahab A and Rashid A. 2005. Yield and yield components of wheat as influenced by intercropping of chickpea, lentil and rapeseed in different properties. Pakistan Journal of Agricultural Sciences, 42: 1-3.
- Khoramivafa M, Eftekharinasab N, Nemati A, Sayadian K and Najafi A. 2011. Economic evaluation of medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) chickpea intercropping system associated with several nitrogen levels. Journal of Agronomy Sciences, 3(5): 53-62. (In Persian).
- Kumar B, Pandey P and Maheshwari DK, 2009. Reduction in dose of chemical fertilizers and growth enhancement of sesame (*Sesamum indicum* L.) with application of rhizospheric competent *Pseudomonas aeruginosa*. European Journal of Soil Biology 45: 334-340.
- Maffi M and Mucciarelli M. 2003. Essential oil yield in peppermint and soybean strip intercropping. Field Crops Research, 84: 229-240.

- Malik MA, Farrukh-Saleem M, Cheema MA and Ahmed S, 2003. Influence of different nitrogen levels on productivity of sesame (*Sesamum indicum* L.) under varying planting patterns. International Journal of Agriculture and Biology 4: 490-492.
- Mashhadi T, Nakhzari-Moghadam A and Sabouri H. 2012. Investigation of competition of wheat and chickpea under nitrogen consumption. Agroecology Journal, 3: 344-355. (In Persian).
- Mohammadi G, Ghassemi-Golezani K and Javanshir A. 2006. The influence of water limitation on the yield of three chickpea cultivars. Journal of Water and Soil Research, 10: 109-120. (In Persian).
- Mohammad-Varzi R, Habibi D, Vazan S and Pazeki A. 2010. Effect of nitrogen fertilizer and growth promoter on quality of sunflower seeds. Journal of Crop Ecophysiology, 3: 150-160. (In Persian).
- Nagananda GS, Das A, Bhattacharya S and Kalpana T, 2010. In vitro studies on the effects of bio-fertilizers (*Azotobacter* and *Rhizobium*) on seed germination and development of *Trigonella foenum-graecum* L. using a novel glass marble containing liquid medium. International Journal of Botany, 6: 394-403.
- Nasrollahzadeh-Asl A, Dabbagh Mohammadi-Nassab A, Zehtab Salmasi S, Moghaddam M and Javanshir A. 2012. Evaluation of potato and cowpea intercropping. Crops Ecophysiology Journal, 6(2): 111-126. (In Persian).
- Omidbeigi R. 2005. Production and Processing of Medicinal Plants. Astaneh Ghods-e-Razavi Publications, Mashhad. (In Persian)
- Oswald A, Ransom JK, Kroschel J and Sauerborn J. 2002. Intercropping controls *Striga* in maize based farming systems. Crop Protection, 21: 367-374.
- Panbekar N, Dastan S, Yadi R and Shahidifar A. 2015. Effect of nitrogen splitting and planting row space on yield and yield components in faba bean (*Vicia Faba* L.). Journal of Crop Production Research, 6: 341-347. (In Persian).
- Rezaei-Chianeh E, Dabbagh Mohammadi Nassab A, Shakiba MR, Ghassemi-Goleezani K and Aharizad S. 2010. Intercropping of maize (*Zea mays* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.) at different plant population densities. African Journal of Agricultural Research, 6(7): 1786-1793.
- Sana MA, Ali M, Asghar-Malik M, Farrukh-Saleem M and Rafiq M. 2003. Comparative yield potential and oil contents of different canola (*Brassica napus* L.) cultivars. Pakistan Journal of Agronomy, 2: 1-7.
- Schultz B, Phillips C, Rosset P and Vandermeer J. 1982. An experiment in intercropping cucumbers and tomatoes in Southern Michigan, USA. Scientia Horticulturæ, 18: 1-8.
- Strichland MS, Leggett ZH and Bradford MA. 2015. Biofuel intercropping effects on soil carbon and microbial activity. Ecological Applications, 25: 140-150.
- Vandermeer J. 1990. Intercropping. In Agroecology. McGraw-Hill publishing.
- Vessey JK. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil, 255: 571-586.
- Yousefzadeh S, Modarres-Sanavy S, Sefidkon F, Asgarzadeh A and Ghalavand A. 2010. Effects of different harvest time on essential oil and composition of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 26: 562-573. (In Persian).