

بررسی صفات رشدی و عملکرد بادرشبو (*Dracocephalum moldavica*) تحت تیمارهای مختلف کودی در کشت مخلوط با باقلا (*Vicia faba* L.)

لیلی وفادار ینگجه^۱، روح اله امینی^{۲*}، عادل دباغ محمدی نسب^۲

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۶/۷/۱۶

۱- دانشجوی دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

۲- دانشیار و استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

*مسئول مکاتبه: ramini58@gmail.com

چکیده

به منظور بررسی اثر تیمارهای مختلف کودی و کشت مخلوط با باقلا (*Vicia faba* L.)، بر صفات رشدی و عملکرد بادرشبو (*Dracocephalum moldavica*) آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز در سال ۱۳۹۳ اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول نوع کشت در چهار سطح شامل کشت خالص بادرشبو، کشت مخلوط باقلا و بادرشبو به روش جایگزینی به صورت مخلوط ردیفی ۱:۱ و نواری با نسبت‌های ۲:۲ و ۴:۲ بادرشبو-باقلا و فاکتور دوم نوع کود در سه سطح شامل کاربرد ۱۰۰ درصد کودهای شیمیایی (اوره + سوپرفسفات‌تریپل)، کودهای زیستی (ازتو بارور + بارور ۲) + ۵۰ درصد کودهای شیمیایی و ورمی‌کمپوست بودند. بیشترین وزن خشک سرشاخه گلدار در واحد سطح مخلوط (۱۱۵/۵ گرم در متر مربع) از تیمار کشت خالص بادرشبو به همراه کاربرد ۱۰۰٪ کود شیمیایی حاصل شد. بیشترین عملکرد دانه در واحد سطح مخلوط در کشت خالص با میانگین ۵۶/۰۲ گرم در متر مربع و در بین تیمارهای کودی تحت تیمار ۱۰۰٪ شیمیایی به میزان ۴۱/۰۶ گرم در متر مربع به دست آمد. بیشترین عملکرد اسانس (۲۷/۴۱ کیلوگرم در هکتار) در تیمار کشت مخلوط جایگزینی ۲:۲ مشاهده شد. در بین تیمارهای کودی، بیشترین عملکرد اسانس (۳۱/۸۸ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار کودی ۱۰۰٪ شیمیایی بود. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که در کشت مخلوط بادرشبو و باقلا، استفاده از تیمار جایگزینی با نسبت ۲:۲ و نیز کاربرد ۱۰۰٪ کودهای شیمیایی می‌تواند سبب بهبود عملکرد اسانس در واحد سطح شود.

واژه‌های کلیدی: اسانس، بادرشبو، کشت مخلوط جایگزینی، کود زیستی، ورمی‌کمپوست

Assessment of Growth Characteristics and Yield of Moldavian balm (*Dracocephalum moldavica*) under Different Fertilizer Treatments in Intercropping with Faba Bean (*Vicia faba* L.)

Leylei Vafadar Yengageh¹, Ruhollah Amini^{2*}, Adel Dabbagh Mohammadi Nasab²

Received: March 9, 2017 Accepted: October 8, 2017

1- Ph.D. Student, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran.

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

*Corresponding Author: E-mail: ramini58@gmail.com

Abstract

The effect of different fertilizer treatments on yield, yield components and essential oil of Moldavian balm in intercropping with faba bean was evaluated by field experiment as factorial based on randomized complete block design with three replications in 2014. The first factor was cropping system at four levels including 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 maximum flowering branches yield per occupied unit area (115.5 g.m⁻²) was recorded in the pure cropping of Moldavian balm with the application of the 100% chemical fertilizers. The maximum grain yield per occupied unit area was observed in sole cropping (56.02 g.m⁻²) and among fertilizer treatments was belonged to 100% chemical fertilizer (41.06 g.m⁻²). The highest essential oil yield (27.41 Kg.ha⁻¹) was recorded in the cropping system of 2:2 faba bean-Moldavian balm. Additionally, among fertilizer treatments, the highest essential oil yield (31.88 Kg.ha⁻¹) was observed in 100% chemical fertilizers treatment. Thus, in faba bean-Moldavian balm intercropping, cropping system of 2:2 and application of 100% chemical fertilizers can improve the essential oil yield in the unit area.

Keywords: Biofertilizer, Essential Oil, Intercropping, Moldavian Balm, Vermicompost

مقدمه

شیوه‌های زراعی هم راستا با اهداف اکولوژیک می باشد که به کشت دو یا چند گیاه زراعی به‌طور هم زمان در یک قطعه از زمین گفته می‌شود. در این الگوی کشت، گیاهان در تمام یا بخشی از دوره رشد با یکدیگر رقابت می‌کنند. در کشت مخلوط مقدار عملکرد به صورت مجموع عملکرد محصولات کاشته شده محاسبه می‌شود (استریچلند و همکاران ۲۰۱۵).

افزایش جمعیت، تخریب محیط زیست و پایین بودن بازده تولید در واحد سطح، از مهم‌ترین و نگران کننده‌ترین معضلات جامعه بشری در بخش کشاورزی هستند. بنابراین، بازنگری در روش‌های رایج زراعت و روش‌های مربوط به استفاده بیشتر و بهینه‌تر از زمین‌های زراعی و افزایش تولید در واحد سطح، اهمیت خود را بیش از پیش نمایان می‌سازد. کشت مخلوط یکی از

امروزه در کشاورزی پایدار به فراهم کردن عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان و افزایش حاصلخیزی خاک از طریق به کارگیری کودهای زیستی تاکید می-شود. کود زیستی عبارت است از مواد نگه‌دارنده با جمعیت متراکم از یک یا چند نوع موجود مفید خاکزی و یا فرآورده‌های متابولیکی آن‌ها که به منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان، کنترل بیماری‌های خاکزاد و حفظ پایداری ساختمان خاک، مورد استفاده قرار می‌گیرند (جهان و همکاران ۲۰۱۳). باکتری‌های موجود در کودهای زیستی، افزون بر تثبیت نیتروژن، توانایی حل‌کنندگی فسفر خاک، ترشح انواع هورمون‌های محرک رشد، آنزیم‌های طبیعی، انواع آنتی‌بیوتیک‌ها و ترکیباتی مانند سیدروفورها و گازهای فرار را دارند که سبب رشد ریشه، توسعه بخش هوایی گیاه، مقاومت به عوامل بیماری‌زا و حمله نماتدها می‌شوند (سپاپین و دوبلییر ۲۰۰۸).

بر اساس پژوهش‌های انجام شده، کاربرد کودهای زیستی توانسته است تغییرات مثبتی در ویژگی‌های رشدی و عملکرد گیاهان ایجاد کند (وو و همکاران ۲۰۰۵). آزاز و همکاران (۲۰۰۹) امکان استفاده از کودهای زیستی به جای کودهای شیمیایی را در گیاه رازیانه بررسی کردند و پی‌بردند که رشد رویشی، عملکرد و میزان اسانس گیاه رازیانه در تیمارهای مصرف کود زیستی افزایش یافته است. کوچکی و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که کاربرد کودهای زیستی مانند نیتروکسین، سوپرنیتروپلاس و باکتری حل‌کننده فسفات *Pseudomonas fluorescens* نقش مفید و موثری در بهبود رشد، عملکرد اندام هوایی، خصوصیات کیفی و اسانس گیاه دارویی زوفا داشته است.

پژوهش‌های بسیاری نشان داده‌اند که استفاده تلفیقی از کودهای زیستی و شیمیایی می‌تواند بهتر از کاربرد هر یک از آن‌ها به تنهایی عمل کند، به طوری که استفاده تلفیقی از این منابع، آثار زیان‌بار کاربرد کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد و نیز موجب افزایش عملکرد می‌شود. بنابراین، با استفاده از تلفیق کودهای زیستی با درصدی از کودهای شیمیایی، از یک سو می‌توان از

استفاده از گیاهان دارویی به منظور درمان بیماری‌ها با تاریخ زندگی انسان هم زمان بوده است. اگر چه در نیم قرن گذشته استفاده از داروهای شیمیایی و سنتزی رواج زیادی یافته است، ولی آثار زیان‌بار آن‌ها بر سلامت انسان سبب گرایش مجدد به کاربرد گیاهان دارویی شده است. بدین ترتیب، به خوبی روشن است که همواره در طول تاریخ، استفاده از گیاهان دارویی یکی از روش‌های مهم در درمان بیماری‌ها بوده است (امیدبگی ۲۰۰۵). بادرشو (*Dracocephalum moldavica*) گیاهی علفی، یکساله و متعلق به تیره نعناع است. منشأ این گیاه جنوب سیبری و دامنه‌های هیمالیا گزارش شده است. مواد مؤثره پیکر رویشی این گیاه آرام‌بخش و اشته‌آور 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 (امیدبگی ۲۰۰۵). تمام اندام گیاه حاوی اسانس است و مقدار آن در گل، برگ‌ها و ساقه‌های جوان بیشتر از سایر قسمت‌های گیاه است. ژرانیل استات، ژرانیل و ژرانیلول اجزای اصلی شناخته شده اسانس بادرشو هستند که این ترکیبات دارای خاصیت آنتی-اکسیدانی بوده که به همین دلیل این گیاه دارای خاصیت ضد سرطانی نیز می‌باشد (یوسف‌زاده و همکاران ۲۰۱۰).

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. سطح زیر کشت باقلا در ایران حدود ۳۵۰۰۰ هکتار است. 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. 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 (آمارنامه کشاورزی ۲۰۱۵).

با توجه به مطالب فوق و با عنایت به اهمیت گیاهان دارویی و جایگاه کشت مخلوط و نیز کاربرد کودهای زیستی در کشاورزی پایدار و حفظ سلامت محیط زیست، این آزمایش به منظور بررسی اثر کودهای زیستی و شیمیایی و کشت مخلوط با باقلا بر برخی صفات رشدی و عملکرد بادرشبو اجرا شد.

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 ۲۸۷/۸ میلی‌متر گزارش شده است (آذرخشی و همکاران، ۲۰۱۳). مشخصات خاک مزرعه در جدول ۱ ارائه شده است.

کاهش عملکرد جلوگیری کرد و از سوی دیگر می‌توان مصرف کودهای شیمیایی را کاهش داد (کاندیل و همکاران ۲۰۰۴). محفوظ و شرف‌الدین (۲۰۰۷) گزارش کردند که کاربرد کودهای ازتوباکتر، آزوسپیرلیوم و باسیلوس به همراه ۵۰ درصد کودهای شیمیایی موجب افزایش رشد رویشی و اسانس گیاه رازیانه شده است. نجات‌زاده و غلامی (۲۰۱۴) عنوان کردند که کاربرد تلفیقی کود نیتروکسین و کود شیمیایی نیتروژن‌دار ارتفاع، عملکرد بیولوژیکی و اجزای عملکرد دانه شوید را افزایش داده است. سخاوی و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه کشت مخلوط باقلا و زیره سبز (*Cuminum cyminum* L) تحت تاثیر تیمارهای مختلف کود آلی و زیستی مشاهده کردند که کشت مخلوط ردیفی ۱:۱ بیشترین عملکرد دانه باقلا را به خود اختصاص داد و عملکرد دانه باقلا در تیمار کاربرد ورمی کمپوست تفاوت معنی داری با تیمار ۵۰ درصد کود شیمیایی + کود زیستی (ازتو بارور + بارور ۲) نداشت. بنابراین، کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی در تلفیق با کشت مخلوط می‌تواند راهکار مناسبی برای کاهش مصرف کودهای شیمیایی به شمار رود. مافی و مارکسیاریل (۲۰۰۳) اظهار داشتند که در کشت مخلوط نعنای و سویا کیفیت و عملکرد اسانس نعنای به دلیل افزایش منتول در مقایسه با کشت خالص، بیشتر بود. کیانی و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که کاربرد کود نیتروژن و استفاده از الگوی کشت مخلوط اثر معنی‌داری بر عملکرد اسانس رازیانه داشته است.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک قطعه مورد آزمایش

هدایت الکتریکی (میکروموس بر سانتی‌متر)	pH	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	بافت	ماده آلی (%)	نیتروژن (%)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
۴۷۵	۷/۷۵	۱۵	۲۰	۶۵	لوم شنی	۰/۷۶	۰/۰۸	۶/۱	۳۰۴

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.

به منظور تعیین عملکرد و اجزای عملکرد دانه بادرشبو، بوته‌های موجود در هر یک از کرت‌ها از مساحت تقریبی یک متر مربع کف بر شده و در داخل پاکت‌های مجزا به آزمایشگاه منتقل گردیدند. از محصول دانه هر واحد آزمایشی سه نمونه صد تایی توسط دستگاه بذر شمار جدا شد و پس از توزین، میانگین وزن صد دانه بدست آمد. عملکرد دانه در واحد سطح نیز اندازه‌گیری شد. شاخص برداشت نیز با تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیکی محاسبه گردید.

برای استخراج اسانس بادرشبو، در مرحله گل-دهی کامل تعداد ۱۰ بوته، از هر کرت آزمایشی، به‌طور تصادفی و با رعایت اثر حاشیه‌ای، برداشت شد. سپس بوته‌ها به آزمایشگاه منتقل و در سایه خشک شدند. استخراج اسانس با روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر صورت گرفت. بدین منظور ۵۰ گرم از ماده خشک گیاهی به مدت ۳ ساعت در محفظه دستگاه کلونجر قرار داده شد و سپس استخراج اسانس صورت گرفت. حجم اسانس اندازه‌گیری شده از دستگاه کلونجر در چگالی اسانس بادرشبو (۰/۹۸ گرم بر میلی‌لیتر) ضرب شد (آزاز و همکاران، ۲۰۰۹) و بدین ترتیب، وزن اسانس به‌دست آمد. درصد اسانس نیز از رابطه زیر محاسبه شد:

$$۱۰۰ \times \text{وزن نمونه (گرم)} / \text{وزن اسانس حاصل از نمونه (گرم)} = \text{درصد اسانس}$$

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 بادرشبو و کشت مخلوط بادرشبو و باقلا به صورت ردیفی جایگزینی به نسبت ۱:۱ و نواری با نسبت-های ۲:۲ و ۴:۲ بادرشبو-باقلا و فاکتور دوم سطوح مختلف مصرف کود شامل کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی (اوره + سوپرفسفات‌تریپل)، کودهای زیستی (ازتو بارور + بارور ۲) + ۵۰ درصد کود شیمیایی و ورمی‌کمپوست بودند. روش مورد استفاده در کشت مخلوط از نوع جایگزینی می‌باشد. کاشت باقلا و بادرشبو 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 بادرشبو 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. بذره‌های باقلا و بادرشبو پس از ضدعفونی با بنومیل، به ترتیب در شیارهایی 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 سوپرفسفات‌تریپل 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 ازتو بارور و بارور ۲ به میزان ۱ کیلوگرم برای هر کیلوگرم بذر به‌صورت تلقیح با بذر استفاده شد.

همچنین، به‌منظور محاسبه عملکرد اسانس از رابطه زیر استفاده گردید:

$$\text{درصد اسانس} \times \text{عملکرد بخش مورد اسانس‌گیری در واحد سطح} = \text{عملکرد اسانس}$$

با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح

کلیه تجزیه‌های آماری بر اساس طرح فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی و مقایسه میانگین‌ها

احتمال ۵٪ استفاده گردید. رسم شکل‌ها با بهره‌گیری از نرم‌افزار Excel انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

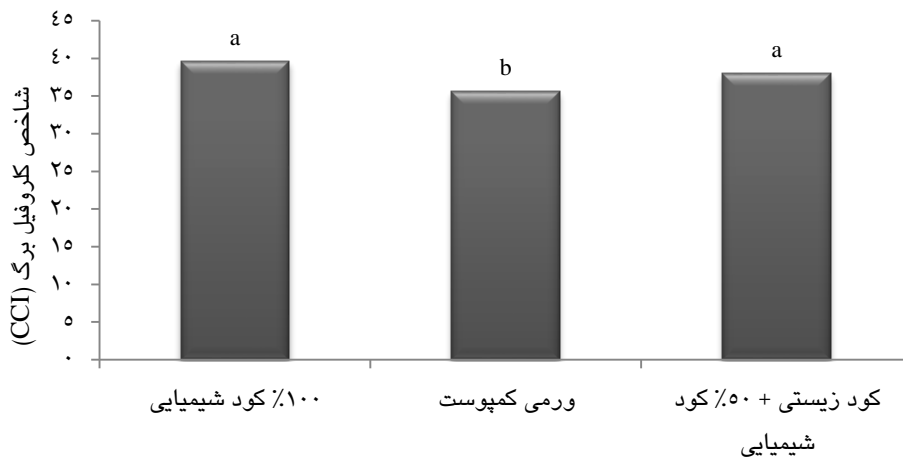
اثر تیمار کودی بر شاخص کلروفیل برگ بادرشبو در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، ولی اثر الگوهای مختلف کشت و اثر متقابل الگوی کشت × تیمار کودی بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه سطوح تیمار کودی نشان می‌دهد که در تیمار کودی ۱۰۰٪ شیمیایی شاخص کلروفیل برگ (۳۹/۵۷) بیشتر از تیمارهای کود بیولوژیکی و نیز ورمی‌کمپوست

بود ولی بین تیمارهای کود شیمیایی و کاربرد کودهای زیستی + ۵۰٪ کودهای شیمیایی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۱). امیرمردفر و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کرد در تیمار کودی ۱۰۰٪ شیمیایی در مرحله سنبله‌دهی شاخص کلروفیل در برگ پرچم و میانگین برگ‌های بوته گندم بیشتر از تیمار کودی ۵۰٪ 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.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی بادرشبو تحت تأثیر الگوی کشت و تیمار کودی

میانگین مربعات											
منابع تغییر	درجه آزادی	شاخص کلروفیل	ارتفاع بوته	تعداد شاخه جانبی	تعداد شاخه گلدار	وزن سرشاخه گلدار	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	شاخص برداشت	درصد اسانس	عملکرد اسانس
بلوک	۲	۱/۸۳۱	۵/۱۳۹	۰/۳۰۲	۹۹/۵۱ **	۲۵۷/۱ **	۰/۰۰۶	۶۲/۷۴۴ **	۰/۰۵۳	۰/۰۲۷	۳۱/۶۷۶
الگوی کشت	۳	۱۱/۸۴۸	۶۵/۹۵۳ *	۱۲/۳۳۴ *	۲۶/۲۶ **	۴۶۴۵/۵ **	۰/۰۰۳	۱۵۵۴/۷ **	۰/۰۰۴	۰/۰۰۳	۱۱۷/۲ **
کود	۲	۴۸/۱۸۲ **	۳/۴۶۵	۱۳/۱۲۷ *	۹۶/۳۲ **	۴۷۰/۵ **	۰/۰۰۳	۸۰/۷۶۳ **	۰/۰۰۱	۰/۶۰۸ **	۶۳۸/۶ **
الگوی کشت × کود	۶	۱/۹۷۴	۱/۲۵۸	۱/۸۸۱	۴/۳۶ **	۳۳/۷ **	۰/۰۰۵	۴/۴۸۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۴/۸۳۲
خطا	۲۲	۶/۲۰۲	۲۰/۰۹۳	۳/۲۵۳	۰/۸۲	۲/۹۷۱	۰/۰۱۷	۱/۹۲۹	۰/۰۶۳	۰/۰۲	۱۸/۲۰۲
ضریب تغییرات (%)	-	۶/۶۱	۶/۶۷	۱۲/۹۶	۳/۰۹	۲/۳	۸/۷۵	۳۱/۳۶	۲۲/۷۵	۱۴/۶۵	۱۷/۶۶

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

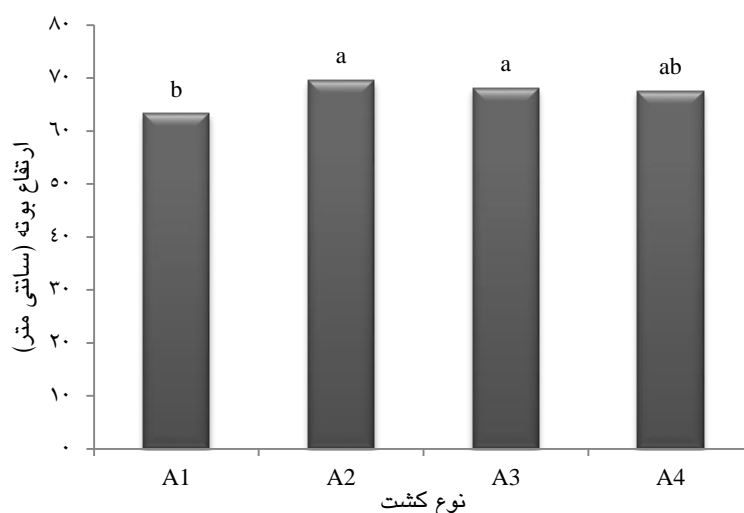


شکل ۱- شاخص کلروفیل برگ بادرشبو در تیمارهای کودی

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

به دلیل رقابت برون‌گونه‌ای بیشتر با باقلا بوده است. زیرا تعداد ردیف‌های نوار بادرشبو در بین نوار باقلا کمتر است، بنابراین در این الگوی کشت نسبت به سایر الگوهای کشت، بادرشبو از اثر مجاورتی نوارها بیشتر متأثر می‌شود که در نتیجه برای دسترسی به نور، ارتفاع بوته را افزایش می‌دهد. بر خلاف نتایج این پژوهش، در اغلب تحقیقات افزایش ارتفاع بوته با کاربرد کودهای شیمیایی، زیستی و آلی گزارش شده است. برای مثال، کاربرد کود شیمیایی ارتفاع بوته کنگد 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).

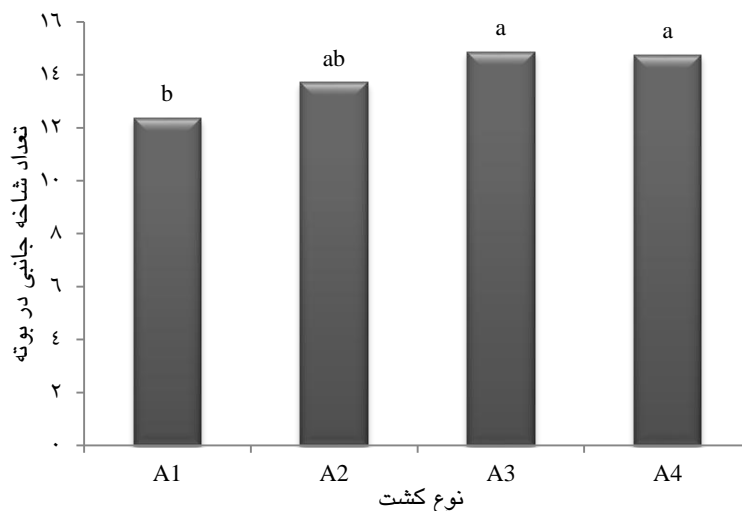
افزایش ارتفاع بارزترین تغییر ناشی از رشد در اغلب گیاهان است، افزایش ارتفاع می‌تواند از نظر رقابت با سایر گیاهان در یک جامعه گیاهی مزیت محسوب شود. این خصوصیت کارآمدترین برگ‌ها را در بهترین موقعیت از نظر فرایند فتوسنتز قرار می‌دهد، در کشت مخلوط ارتفاع بوته روی رقابت نوری مؤثر است (استریچلند و همکاران ۲۰۱۵). طبق جدول ۲، اثر الگوی کشت بر ارتفاع بوته بادرشبو معنی‌دار بود، ولی اثر تیمار کودی و اثر متقابل الگوی کشت × تیمار کود بر این صفت معنی‌دار نشد. تیمار ۱:۱ باقلا-بادرشبو با ۶۳/۲۷ سانتی-متر دارای بیشترین ارتفاع بوته بود که با الگوهای کشت مخلوط ۲:۲ و نیز ۴:۲ باقلا-بادرشبو اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (شکل ۲). در کشت مخلوط سه گونه‌ای آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)، ذرت (*Zea mays* L.) و سویا (*Glycine max* (L.) Merrill) مشاهده شد که الگوی کشت مخلوط اثر معنی‌داری بر ارتفاع بوته آفتابگردان نداشت (امینی و همکاران، ۲۰۱۴). بیشتر بودن ارتفاع بادرشبو در تیمار ۱:۱ کشت مخلوط



شکل ۲- ارتفاع بوته بادرشبو در الگوهای مختلف کشت (A₁: کشت خالص بادرشبو، 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 ۴:۲ ردیف باقلا و ۲ ردیف بادرشبو) حروف متفاوت نشان دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است (آزمون دانکن)

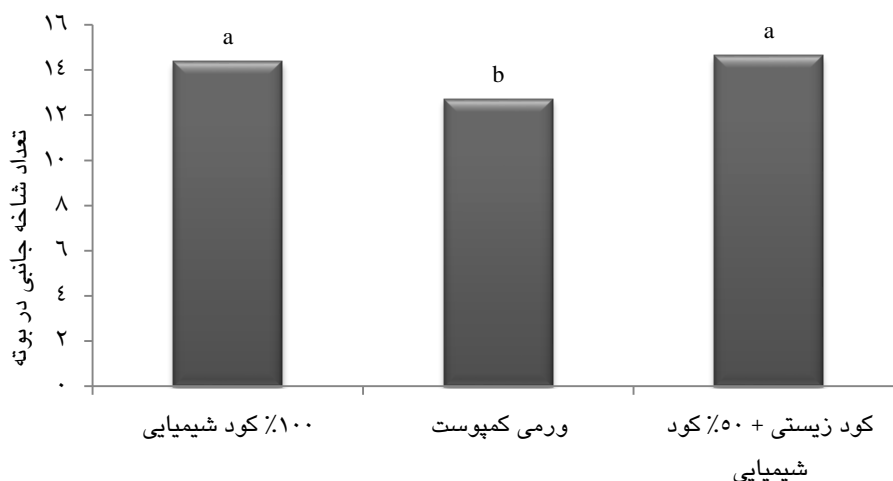
آن را کاهش رقابت برون‌گونه‌ای نسبت به رقابت درون‌گونه‌ای و اختصاص فضای بیشتر برای رشد سیب‌زمینی عنوان کرده است. امینی و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه کشت مخلوط ذرت، سویا آفتابگردان مشاهده نمودند که آفتابگردان بیشترین تعداد برگ در بوته را در الگوی کشت مخلوط نواری ۳-۴-۳ داشت. مکی‌زاده تفتی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی تعداد شاخه فرعی را در گیاه دارویی مرزه افزایش داد. آن‌ها دلیل این موضوع را تأمین مناسب نیتروژن توسط کود شیمیایی و نیز توانایی باکتری‌های ازت‌باکتر و آزوسپیریلوم در تثبیت نیتروژن و ساخت و ترشح برخی مواد زیستی فعال مانند اکسین، جیبرلین، بیوتین، اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتنیک و ویتامین‌های گروه B دانستند.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر الگوهای کشت و تیمار کودی بر تعداد شاخه جانبی بادرشبو معنی‌دار بود، ولی اثر متقابل الگوی کشت × تیمار کود بر این صفت معنی‌دار نگردید (جدول ۲). بیشترین میانگین تعداد شاخه جانبی (۱۴/۸۷) از الگوی کشت ۲:۲ بادرشبو-باقلا به دست آمد (شکل ۳). تعداد شاخه جانبی در تیمار کاربرد ۱۰۰٪ کودهای شیمیایی (۱۴/۳۸) و تیمار کاربرد تلفیقی کودزیستی + ۵۰٪ کودهای شیمیایی (۱۴/۶۵) به‌طور معنی‌داری بیشتر از ورمی‌کمپوست بودند (شکل ۴). نصراله‌زاده اصل (۲۰۱۲) در کشت مخلوط لوبیا چیتی و سیب‌زمینی گزارش کرد که بیشترین تعداد انشعابات در بوته سیب‌زمینی در تیمار های کشت مخلوط جایگزینی به‌دست آمده است که دلیل



شکل ۳- تعداد شاخه جانبی بوته در بادرشبو در الگوهای مختلف کشت (A_۱: کشت خالص بادرشبو، 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 ۴ ردیف باقلا و ۲ ردیف بادرشبو)

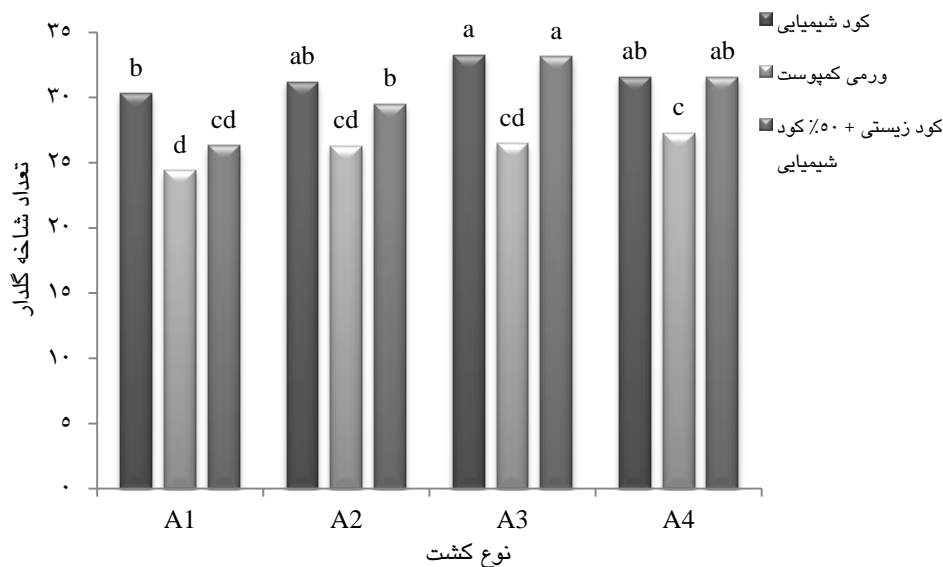
حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است (آزمون دانکن).



شکل ۴- تعداد شاخه جانبی بوته بادرشبو در تیمارهای کودی
حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ است (آزمون دانکن)

عملکرد می‌شود (استریچلند و همکاران ۲۰۱۵). نتایج مشابهی نیز توسط رضائی‌چیانه و دباغ محمدی‌نسب (۲۰۱۴) گزارش شده است. آن‌ها اظهار کردند که در کشت مخلوط زنیان و شنبلیله کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی سبب افزایش تعداد چتر در زنیان شد. چون تعداد شاخه گلدار از اجزای اصلی عملکرد بادرشبو محسوب می‌شود، بنابراین افزایش تعداد شاخه گلدار، سبب افزایش تعداد دانه در واحد سطح می‌گردد که این افزایش، تأثیر زیادی در عملکرد دانه خواهد داشت. افزایش تعداد سرشاخه گلدار موجب بهبود عملکرد سرشاخه گلدار نیز می‌گردد و در نتیجه عملکرد اسانس این گیاه در واحد سطح نیز افزایش خواهد یافت.

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تعداد شاخه گلدار بوته بادرشبو نشان می‌دهد که اثر الگوهای مختلف کشت، تیمار کود و اثر متقابل الگوهای کشت \times تیمار کودی بر این صفت در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بوده است (جدول ۲). الگوهای مخلوط ۲:۲ و نیز ۲:۴ باقلا- بادرشبو و کاربرد ۱۰۰٪ کود شیمیایی و نیز کاربرد تلفیقی کود زیستی + ۵۰٪ کودهای شیمیایی به‌طور معنی‌داری تعداد شاخه گلدار بیشتری نسبت به کشت خالص و نیز کشت مخلوط این دو گیاه تولید کردند. تیمارهای کشت خالص بادرشبو و کاربرد ورمی-کمپوست دارای کمترین تعداد شاخه گلدار بود (شکل ۵). 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 اجزای

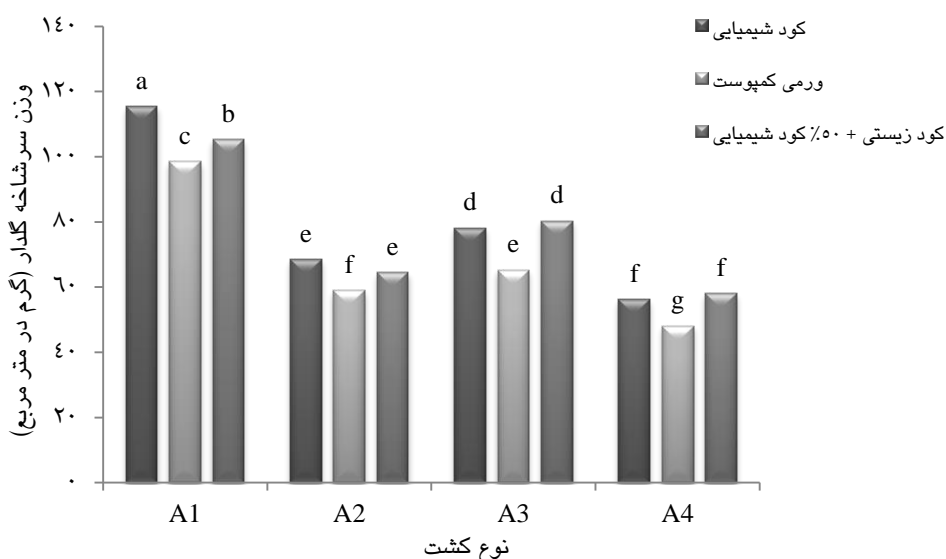


شکل ۵- تعداد شاخه گلدار بادرشبو در الگوهای مختلف کشت (A_۱: کشت خالص بادرشبو، A_۲: کشت مخلوط جایگزینی با نسبت ۱:۱، A_۳: کشت مخلوط نواری با نسبت ۲:۲ و A_۴: کشت مخلوط نواری با نسبت ۴ ردیف باقلا و ۲ ردیف بادرشبو) و تیمار کودی

حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ است (آزمون دانکن)

گل آذین و گلبرگ همیشه بهار (*Calendula officinalis* L. در کشت مخلوط با سویا (*Glycine max* (L.) Merrill در آرایش کشت ۱:۱ و ۶:۴ حاصل شد. شالان (۲۰۰۵) اظهار کرد که استفاده از باکتری‌های آزوسپریلیوم و ازتوباکتر تعداد کپسول در سیاهدانه را افزایش داد. آن‌ها دلیل این موضوع را اثر مثبت مصرف کودهای زیستی بر اندام‌های زایشی و گل‌دهی گیاه دانستند. در این آزمایش، دلیل کاهش وزن سرشاخه گلدار بادرشبو در الگوهای کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص را می‌توان به کاهش تعداد بوته‌های بادرشبو در واحد سطح مخلوط نسبت داد.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر الگوهای مختلف کشت، تیمار کود و اثر متقابل الگوهای کشت × تیمار کودی بر عملکرد سرشاخه گلدار در واحد سطح مخلوط در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بوده است (جدول ۲). کشت خالص بادرشبو و کاربرد ۱۰۰٪ کود شیمیایی به‌طور معنی‌داری وزن سرشاخه گلدار بیشتری (۱۱۵/۵ گرم در متر مربع) نسبت به کشت‌های مخلوط این دو گیاه تولید کرد. تیمارهای کشت مخلوط ۲:۴ باقلا-بادرشبو و ورمی‌کمپوست با ۴۸/۰۷ گرم در متر مربع دارای کمترین عملکرد سرشاخه گلدار بود (شکل ۶). اله دادی و همکاران (۲۰۱۳، ۲۰۱۵) گزارش کردند که بیشترین عملکرد خشک



شکل ۶- اثر الگوهای مختلف کشت (A_۱: کشت خالص بادرشبو، 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 ۴ رديف باقلا و ۲ رديف بادرشبو) و تیمار کودی بر عملکرد شاخه گلدار بادرشبو در واحد سطح مخلوط حروف متفاوت نشان دهنده‌ی اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است (آزمون دانکن)

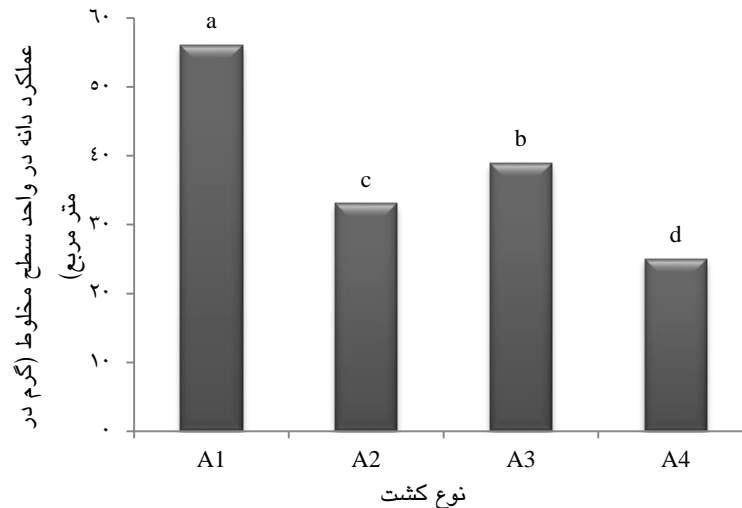
× تیمار کودی بر این صفت معنی‌دار نگردید (جدول ۲). بیشترین میانگین عملکرد دانه در واحد سطح مخلوط (۵۶/۰۲ گرم در متر مربع) از تیمارهای کشت خالص بادرشبو به دست آمد (شکل ۷). میانگین عملکرد دانه در تیمار کاربرد ۱۰۰٪ کودهای شیمیایی (۴۱/۰۶ گرم در متر مربع) به‌طور معنی‌داری بیشتر از کود زیستی و ورمی‌کمپوست بود (شکل ۸). با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان چنین اظهار داشت که از دلایل اصلی کاهش عملکرد دانه در کشت مخلوط نسبت به خالص در درجه اول کاهش تعداد بوته در واحد سطح و سپس تعداد شاخه فرعی و گلدار است. از دلایل دیگر کاهش شاید بتوان به سایه‌اندازی و افزایش رقابت برون‌گونه‌ای بین باقلا و بادرشبو اشاره کرد. امینی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که الگوی کشت مخلوط اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه نرت داشت. 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 کمترین آن در کشت مخلوط یک

وزن هزار دانه بادرشبو تحت تأثیر الگوهای مختلف کشت، تیمار کودی و نیز اثر متقابل الگوهای کشت × تیمار کودی قرار نگرفت (جدول ۲). دباغ محمدی-نسب و همکاران (۲۰۱۵) نیز عنوان نمودند که در کشت مخلوط نرت و لوبیا، وزن صد دانه نرت تحت تأثیر الگو-های کشت قرار نگرفته است. اما، اسوالد و همکاران (۲۰۰۲) عنوان 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. فلاح و نظری (۲۰۱۲) نیز نتایج یکسانی را در مورد اثر کود زیستی بر وزن هزار دانه مشاهده کردند. به نظر می‌رسد وزن هزار دانه بیشتر به ویژگی‌های ژنتیکی گیاه وابسته است و کمتر تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (مشهدی و همکاران، ۲۰۱۲).

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، تأثیر الگوهای کشت و تیمار کودی بر عملکرد دانه بادرشبو در واحد سطح مخلوط معنی‌دار بود، ولی اثر متقابل الگوی کشت

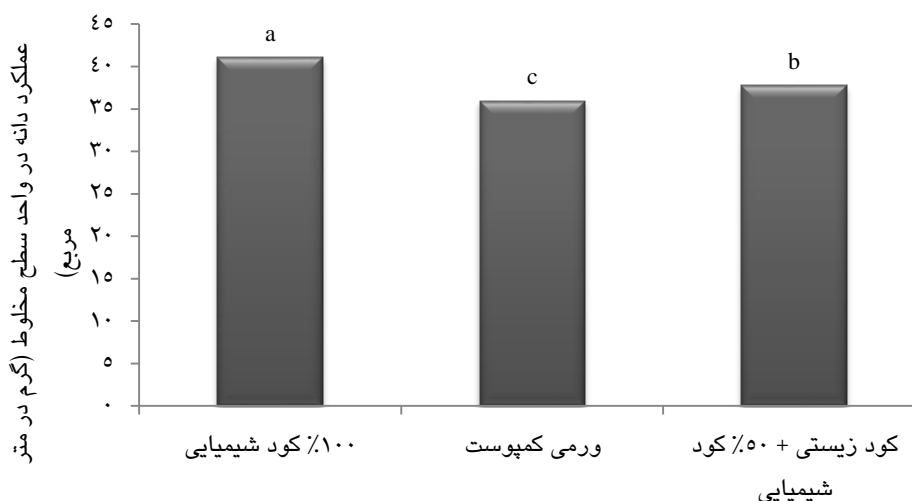
جو در کشت مخلوط با نخود فرنگی کاهش پیدا کرده است. همچنین، در تیمار کشت مخلوط، عملکرد دانه در ارقام رشد محدود نخود فرنگی، در شرایط عدم کوددهی حدود ۶۵ درصد و در شرایط کاربرد کود نیتروژن دار ۳۶ درصد کمتر از عملکرد کشت خالص بوده است.

ردیف گندم و دو ردیف نخود حاصل می‌شود. همچنین با افزایش مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر از صفر تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار میانگین عملکرد و اجزای عملکرد دانه نخود افزایش می‌یابد. هاگاردنیلسون و جنسن (۲۰۰۱) در پژوهش خود دریافتند که عملکرد دانه



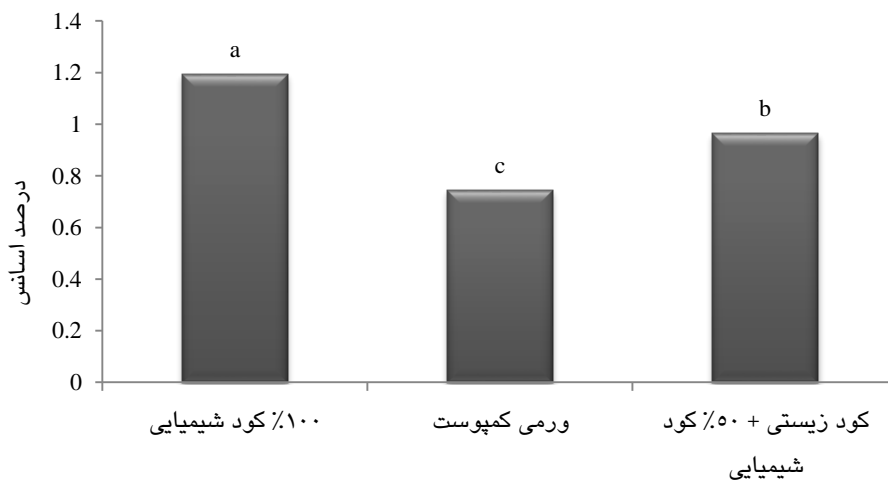
شکل ۷- اثر الگوهای مختلف کشت (A_۱: کشت خالص بادرشبو، A_۲: کشت مخلوط جایگزینی با نسبت ۱:۱، A_۳: کشت مخلوط نواری با نسبت ۲:۲ و A_۴: کشت مخلوط نواری با نسبت ۴ ردیف باقلا و ۲ ردیف بادرشبو) بر عملکرد دانه بادرشبو در واحد سطح مخلوط

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



شکل ۸- عملکرد دانه بادرشبو در واحد سطح مخلوط در تیمارهای کودی
حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است (آزمون دانکن).

کودهای زیستی + ۵۰٪ کودهای شیمیایی و نیز ورمی-کمپوست بود (شکل ۹). عواملی مانند کاربرد کود می-تواند تولید اسانس را در برخی از گیاهان تحت تأثیر قرار دهد. اثر این عوامل بر ساز و کار گیاه و به دنبال آن تولید متابولیت‌های ثانوی، بستگی به شرایط محیطی مانند فراهمی مواد معدنی در خاک، نوع خاک، شرایط اقلیمی و نوع گیاه دارد (اراباسی و بایرام ۲۰۰۴). کاربرد کودهای نیتروژن‌دار سبب افزایش درصد اسانس ریحان شده است (اراباجی و بایرام ۲۰۰۴). درزی و همکاران (۲۰۰۶) اثر مثبت کودهای زیستی بر ویژگی‌های کمی و کیفی رازیانه را گزارش کردند. باکتری‌های موجود در کودهای زیستی افزون بر تثبیت نیتروژن هوا و محلول کردن فسفر خاک، با تولید و ترشح مواد محرک رشد گیاه، اسیدهای آمینه و آنتی‌بیوتیک‌ها، می‌توانند شرایط مطلوبی را برای انجام بهتر فرآیندهای بیوشیمیایی در گیاه فراهم سازند. تولید و تجمع اسانس در گیاهان دارویی نیازمند ATP و NADPH است و برای تولید این ترکیبات وجود عناصری مانند نیتروژن و فسفر ضروری است، بنابراین تغذیه مناسب گیاه از طریق کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی، ممکن است سبب تسهیل در انجام فرآیندهای بیوشیمیایی تولید اسانس شود و در نتیجه درصد اسانس را افزایش دهد (هان و لی ۲۰۰۶).



شکل ۹- درصد اسانس بادرشبو در تیمارهای کودی

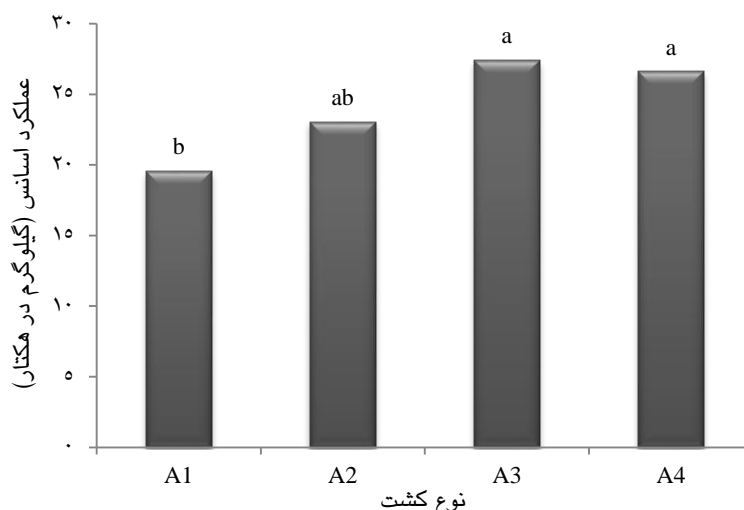
حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است (آزمون دانکن)

اثر الگوهای مختلف کشت، تیمار کودی و اثر متقابل الگوهای کشت × تیمار کودی بر شاخص برداشت دانه بادرشبو معنی‌دار نگردید (جدول ۲). مغایر با نتیجه این آزمایش، 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 به‌وسیله 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.

اثر تیمار کودی بر درصد اسانس بادرشبو در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، ولی اثر الگوهای مختلف کشت و اثر متقابل الگوی کشت × تیمار کود بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه سطوح تیمار کودی نشان می‌دهد که در تیمار کودی ۱۰۰٪ شیمیایی درصد اسانس (۱/۱۹) بیشتر از تیمارهای کاربرد

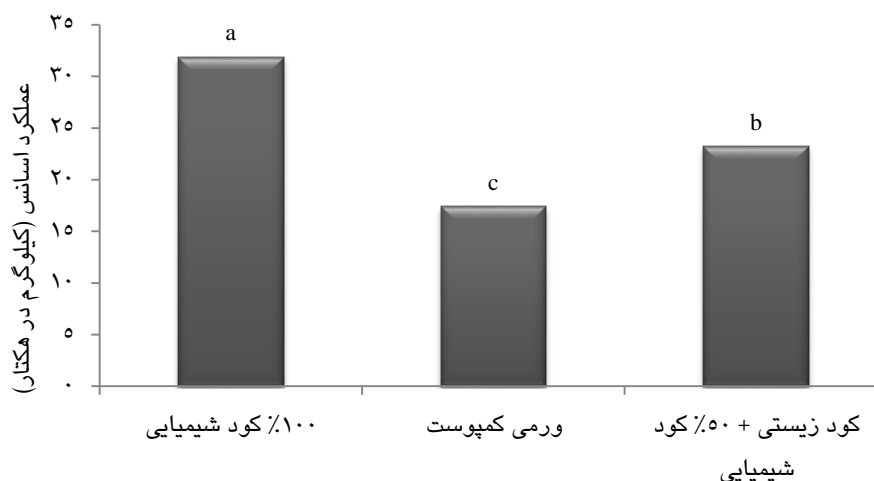
عامل عملکرد اندام هوایی در واحد سطح و درصد اسانس دارد، بنابراین انتظار می‌رود که اثر جمعی این دو عامل ممکن است دلیل تغییرات عملکرد اسانس در این تیمارها باشد. کیانی و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که کاربرد کود نیتروژن و استفاده از الگوی کشت مخلوط اثر معنی-داری بر عملکرد اسانس رازیانه داشته است. دهقانی-مشکانی و همکاران (۲۰۱۱) نیز دریافتند که کاربرد تلفیقی کود زیستی نیتروکسین و کود شیمیایی اوره، عملکرد اسانس بابونه آلمانی را افزایش داده است. بر اساس یافته‌های بانچیو و همکاران (۲۰۰۹) استفاده از کود زیستی، زیست توده، درصد اسانس و عملکرد اسانس ریحان را افزایش داده است.

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، تأثیر الگوهای کشت و تیمار کودی بر عملکرد اسانس بادرشبو در واحد سطح معنی‌دار بود، ولی اثر متقابل الگوی کشت × تیمار کود بر این صفت معنی‌دار نگردید (جدول ۲). بیشترین میانگین عملکرد اسانس در واحد سطح (۲۷/۴۱ کیلوگرم در هکتار) از الگوی کشت مخلوط ۲:۲ بادرشبو-باقلا به دست آمد که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با الگوی کشت ۲:۴ نداشت (شکل ۱۰). میانگین عملکرد اسانس در واحد سطح (۳۱/۸۸ کیلوگرم در هکتار) در تیمار کاربرد ۱۰۰٪ کودهای شیمیایی به‌طور معنی‌داری بیشتر از کود زیستی + ۵۰٪ کودهای شیمیایی و ورمی‌کمپوست بود (شکل ۱۱). به دلیل این‌که عملکرد اسانس بستگی به دو



شکل ۱۰- اثر الگوهای مختلف کشت (A_۱: کشت خالص بادرشبو، 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 ۴ رديف باقلا و ۲ رديف بادرشبو) بر عملکرد اسانس بادرشبو در واحد سطح

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



شکل ۱۱- عملکرد اسانس بادرشبو در واحد سطح در تیمارهای کودی
حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ است (آزمون دانکن)

نتیجه‌گیری کلی

نسبت به سایر تیمارهای کودی افزایش داد. در مورد ورمی کمپوست نیز توصیه می‌شود از مقادیر بیشتر آن استفاده شود تا تاثیر معنی داری در عملکرد بادرشبو داشته باشد. بنابراین، استفاده از الگوی کشت مخلوط نواری ۲:۲ بادرشبو-باقلا به همراه کاربرد کودهای شیمیایی سبب تولید مطلوب عملکرد دانه و اسانس این گیاه خواهد شد.

به‌طور کلی یافته‌های حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که الگوی کشت مخلوط بادرشبو و باقلا به دلیل افزایش اجزای عملکرد نسبت به کشت خالص برتری داشت. کاربرد کود شیمیایی عملکرد، اجزای عملکرد دانه و نیز عملکرد اسانس بادرشبو را به‌طور معنی‌داری

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).
- Allahdadi M, Dabbagh Mohammadi Nasab A, Shakiba MR and Amini R, 2015. Evaluation of competition, yield quantity and quality of soybean (*Glycine max* L. Merrill.) and calendula (*Calendula officinalis* L.) in intercropping systems. *Journal of Agroecology*, 7(1): 38-51. (In Persian).
- Allahdadi M, Shakiba MR, Dabbagh Mohammadi Nasab 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 Agriculture Science and Sustainable Production*, 23(3): 47-58. (In Persian).
- Amini R, Shamayeli M and Dabbagh Mohammadi Nasab A, 2014. Yield and relative advantage of sunflower (*Helianthus annuus* L.) intercropping under different patterns with soybean (*Glycine max* L. Merrill) and corn (*Zea mays* L.) in Tabriz condition. *Journal of Agroecology*, 6(3): 529-541. (In Persian).
- Amini R, Shamayeli M, Dabbagh Mohammadi Nasab A, 2013a. Assessment of yield and yield components of corn (*Zea mays* L.) under two and three strip intercropping systems. *International Journal of Biosciences*, 3: 65-690.

- Amini R, Shamayeli M, Dabbagh Mohammadi Nasab A, Ghanepour S and Alavi-Kia S, 2013b. Relative yield total of two- and three-species intercropping of soybean, maize and sunflower. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5(11): 1260-1264.
- Arabaci O and Bayram E. 2004. The effect of nitrogen fertilization and different plant densities on some agronomic and technologic characteristic of *Ocimum basilicum* L. *Journal of Agronomy*, 3: 255-262.
- 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).
- Azzaz NA, Hassan EA and Hamad EH. 2009. The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of fennel plants treated with organic and bio-fertilizer instead of mineral fertilizer. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(2): 579-87.
- Banchio E, Xie X, Zhang H and Pare PW. 2009. Soil bacteria elevate essential oil accumulation and emissions in sweet basil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57: 653-657.
- 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 Agricultural Science and Sustainable Production*, 25: 99-113. (In Persian).
- Darzi M, Ghalavand A, Rajali F and Sefidkon F. 2006. Study the effect of biofertilizer on the yield of *Foeniculum vulgare* Mill. *Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 22: 276-292.
- Dehghani-Mashkani M, Naghdi-Badi H, Darzi M and Mehrafarin A. 2011. The effect of biological and chemical fertilizers on quantitative and qualitative yield of *Matricaria recutita*. *Journal of Medicinal Plants*, 2: 35-48. (In Persian).
- 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).
- Fallah S and Nazari M. 2012. Application effects of biofertilizers and zinc sulfate on growth and yield of fenugreek medicinal plant under drought stress conditions in Shahrekord region. *Environmental Stresses in Crop Sciences*, 5: 14-159.
- Han HS and Lee KD. 2006. Effect of inoculation with phosphate and potassium in solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. *Plant, Soil and Environment*, 52: 130-136.
- Hauggaard-Nielsen H, Ambus P and Jensen ES. 2001. Interspecific competition, N use and interference with weeds in pea barley intercropping. *Field Crops Research*, 70: 101-109.
- Jahan M, Nassiri-Mahallati M, Amiri MB and Ehyayi HR. 2013. Radiation absorption and use efficiency of sesame as affected by biofertilizers inoculation in a low input cropping system. *Industrial Crops and Products*, 43: 606-611.
- Kandil AA, Badawi MA, El-moursy SA and Abdou UM. 2004. Effect of planting dates, nitrogen levels and Bio-fertilization treatment on growth attributes of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Scientific Journal of King Faisal University*, 5: 227-237.
- Kiani S, Siadat SA, Moradi-Telavat MA, Abdali-Mashhadi AR and Sare M. 2014. Effect of nitrogen rates on yield and quality of forage in intercropping of barley (*Hordeum vulgare* L.) and fennel (*Foeniculum vulgare* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 16(2): 77-90. (In Persian).
- Koocheki A, Tabrizi L and Ghorbani R. 2008. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of Hyssop (*Hyssopus officinalis*). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 6: 127-137. (In Persian).
- Maffi M and Mucciarelli M. 2003. Essential oil yield in peppermint/soybean strip intercropping. *Field Crops Research*, 84:229-240.

- Makkizadeh-Tafti M, Naghdi-Badi H, Chaichi M and Soltani-Miri G. 2013. Effect of biological fertilizers on growth, yield and essential oil of *Satureja rechingeri*. *Plant and Ecosystem*, 2: 27-37.
- Mahfouz SA and Sharaf-Eldin MA. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *International Agrophysics*, 21(4): 361-366.
- 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).
- 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).
- Nejatzadeh F and Gholami F. 2014. Application of different fertilizers on morphological traits of dill. *Organic and Medicinal Chemistry*, 4(1): 27-31.
- 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-Chiyaneh, E and Dabbagh Mohammadi-Nassab A. 2014. Evaluation of the integrated application of bio and chemical fertilizers on quantitative and qualitative yield of *Carum copticum* in intercropping with *Trigonella foenum-graecum*. *Journal of Agroecology*, 6: 582-594. (In Persian).
- Sakhavi Sh, Amini R, Shakiba MR, Dabbagh Mohammadi-Nasab A. 2017. Advantage of faba bean (*Vicia faba* L.) and cumin (*Cuminum cyminum* L.) intercropping under organic, biological and chemical fertilizer treatments. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 26(4): 17-32. (In Persian).
- Shalan MN. 2005. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of (*Nigella sativa* L.) plants. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 83: 811-828.
- Spaepen S and Dobbelaere S. 2008. Effects of *Azospirillum brasilense* indole-3-acetic acid production on inoculated wheat plants. *Plant and Soil*, 312: 15-23.
- Strichland MS, Leggett ZH and Bradford MA. 2015. Biofuel intercropping effects on soil carbon and microbial activity. *Ecological Applications*, 25: 140-150.
- Wu SC, Cao ZH, Li ZG, Cheung KC and Wong MH. 2005. Effect of biofertilizer containing N fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma*, 125: 155-166.
- 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).