نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار/ جلد ۲۷ شماره ۲/ تابستان ۱۳۹۶

اثر کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد دانه و اسانس زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) در کشت مخلوط با باقلا (*Vicia faba* L.)

شفیقه سخاوی[۱]، روح اله امینی[۲*]، محمدرضا شکیبا[۳]، عادل دباغ محمدی نسب[۳]

تاریخ دریافت: ۹۵/٤/٥ تاریخ پذیرش: ۹۵/۹/۳

۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته زراعت، گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
۲-دانشیار گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
۳ -استاد گروه اکوفیزیولوژی گیاهی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز ، تبریز، ایران
مسئول مکاتبه: r_amini@tabrizu.ac.ir, ramini58@gmail.com,

چکیده

به منظور بررسی اثر کودهای زیستی در ترکیب با کود شیمیایی بر عملکرد دانه و اسانس زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) در کشت مخلوط با باقلا (*Vicia faba* L.)، آزمایشی در سال ۱۳۹۳ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز اجرا شد. فاکتور اول شامل الگوی کاشت در چهار سطح کشت خالص زیره سبز و سه الگوی کشت مخلوط جایگزینی باقلا و زیره سبز به صورت ردیفی (یک ردیف باقلا + یک ردیف زیره سبز)؛ و نواری شامل دو ردیف باقلا + دو ردیف زیره سبز و چهار ردیف باقلا + چهار ردیف زیره سبز بود. فاکتور دوم سه سطح کودی به صورت کاربرد ۱۰۰ درصد کود شیمیایی (۵۰ کیلوگرم کود اوره + ۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار)، ۵۰ درصد کود شیمیایی + کودهای زیستی (ازتو بارور + فسفات بارور ۲) و ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست در نظر گرفته شد. بیشترین تعداد برگ و اجزای عملکرد دانه زیره سبز در کشت مخلوط ۱:۱ مشاهده شد. کشت مخلوطردیفی با کاربرد ۱۰۰٪ کود شیمیایی بیشترین عملکرد اسانس زیره (٤/۸ کیلوگرم در هکتار) را نسبت به سایر ترکیبات تیماری تولید کرد. ارزیابی شاخص‌های کشت مخلوط نیز نشان داد که کشت مخلوط ردیفی در همه سطوح کودی بیشترین مجموع ارزش نسبی(۱/۹) و نسبت برابری زمین استاندارد (۱/۳-۱/٤) را داشت.

واژه‌های کلیدی: کشت مخلوط، کود زیستی، زیره سبز، نسبت برابری زمین، ورمی کمپوست

Effect of Bio- and Chemical Fertilizers on Grain and Essential Oil Yield of Cumin (*Cuminum cyminum* L.) in Intercropping with Faba Bean (*Vicia faba* L.)

Shafighe Sakhavi[1], Rouhollah Amini[2]*, Mohammad Reza Shakiba[3], Adel Dabbagh Mohammadi-Nasab[3]

Received: June 25, 2016 Accepted: November 23, 2016
1-Post Graduate Student of Agronomy, Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
2-Assoc. Prof., Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
3-Prof., Dept. of Plant Ecophysiology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran.
*Corresponding Author: Email: r_amini@tabrizu.ac.ir, ramini58@gmail.com

Abstract

The effect of bio-fertilizers and intercropping with faba bean (*Vicia faba* L.) on grain and essential oil yield of cumin (*Cuminum cyminum* L.) evaluated by field experiment as factorial based on randomized complete block design with 12 treatments and three replications at the Research Farm of the Faculty of Agriculture, University of Tabriz in 2014. The first factor was four levels of cropping systems including, monoculture of cumin; three replacement intercropping patterns including row intercropping of faba bean with cumin (1 row faba bean-1 row cumin); strip intercropping as 2 rows faba bean-2 row cumin and 4 rows faba bean - 4 rows cumin. The second factor was three levels of fertilizers including 100% chemical fertilizer, 50% chemical fertilizer + biofertilizer (Azotobarvar + Barvar 2) and vermicompost (10 ton.ha^{-1}). Results showed that the highest leaf number per plant of cumin was observed in 1:1 intercropping. The yield components of cumin in row intercropping pattern were higher than them in other intercropping patterns. The row intercropping +100% chemical fertilizer, had the highest cumin essential oil yield (4.8 kg.ha^{-1}). Evaluating the intercropping indices showed that 1:1 intercropping had the highest relative value total (1/9) and standard land equivalent ratio (1/3-1/4) at all fertilizer levels.

Keywords: Bio-Fertilizer, Cumin, Intercropping, Land Equivalent Ratio, Vermicompost

مقدمه

مشکلات ناشی از کاربرد بی‌رویه مواد شیمیایی در کشاورزی و روش‌های رایج تولید مواد غذایی اخیراً توجه بیشتری را به کشاورزی پایدار معطوف کرده است. کشاورزی پایدار، سودمندترین نحوه استفاده از انرژی خورشیدی و تبدیل آن به محصولات کشاورزی است که بدون تخریب خاک، آب و محیط زیست انجام می‌گیرد (بارکر و برایسون ۲۰۰۶، ارول و همکاران ۲۰۰۹). از بین راهکارهای مورد نظر در کشاورزی پایدار می‌توان

به سیستم‌های کشت مخلوط، تناوب زراعی و مصرف کودهای زیستی اشاره نمود (سولیوان ۲۰۰۳).

کشت مخلوط به کاشت دو و یا چند گیاه زراعی به طور همزمان در یک مزرعه اطلاق می¬شود. در این سیستم کاشت هدف افزایش عملکرد در ابعاد زمان و مکان بوده و گیاهان بیشترین با بیشترین کارایی از منابع محیطی استفاده می‌کنند (شرودر و کوپکه ۲۰۱۲، وریگنون برناس و همکاران ۲۰۱٦). از مهمترین فواید کشت مخلوط افزایش تولید در واحد سطح نسبت به تک-کشتی به دلیل استفاده بهتر از عوامل محیطی مانند نور، آب و مواد غذایی موجود در خاک است (بانیک و همکاران ۲۰۰٦). نتایج یک تحقیق در کشت مخلوط نعناع فلفلی (*Mentha piperita*) و سویا (*Glycine max* L.) نشان داد که عملکرد اسانس نعناع فلفلی در کشت مخلوط در مقایسه با تک¬کشتی حدود ۵۰ درصد افزایش یافت (مافی و موکسیارلی ۲۰۰۳). همچنین کیفیت اسانس نعناع فلفلی در کشت مخلوط در مقایسه با تک¬کشتی افزایش یافت و درصد منتول افزایش و درصد منتوفوران و منتیل اکتات کاهش یافت که از لحاظ کیفیت اسانس اهمیت زیادی دارد (مافی و موکسیارلی ۲۰۰۳). عباسی علی¬کمر و همکاران (۲۰۰٦) در کشت مخلوط زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) و نخود (*Cicer arietinum* L.) مشاهده نمود که کشت مخلوط تأثیر مثبتی بر روی زیره داشت، زیرا افزایش عملکرد زیره با وجود کاهش نسبت حضور آن در کشت مخلوط مشخص بود. در بررسی اثر کودهای زیستی بر کشت مخلوط شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) و زیره سبز مشاهده شد که تیمار کودی نیتروکسین بیشترین عملکرد دانه و اسانس زیره سبز را به خود اختصاص داده و نسبت برابری زمین در تیمار مذکور کمتر از تیمار کودی سودوموناس بود (رضوانی مقدم و مرادی ۲۰۱۲).

در نظام‌های کشاورزی پایدار کاربرد کودهای زیستی نیز از اهمیت ویژه‌ای در افزایش تولید محصول و پایداری حاصلخیزی خاک برخوردار است. کودهای زیستی به مواد حاصلخیزکننده‌ای اطلاق می‌شودکه حاوی تعداد کافی از یک و یا چند گونه از ارگانیسم‌های مفید خاکزی هستند که روی مواد نگهدارنده مناسبی عرضه می‌شوند (وسی ۲۰۰۳). کودهای زیستی به صورت مایه تلقیح میکروبی مؤثر و با راندمان بالا برای تأمین یک و یا چند عنصر غذایی مورد نیاز گیاه تولید می‌شوند (شارما ۲۰۰۵). برخی از میکروارگانیسم‌های خاک اثرات مثبتی در تحریک رشد گیاه دارند که به آنها ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه اطلاق می‌شود که در چرخه عناصر غذایی و استقرار گیاهچه نقش ایفا می‌کنند (ویو و همکاران ۲۰۰۵). کاربرد فرآورده‌های زیستی در تغذیه گیاهان زراعی به عنوان راهکاری بنیادین برای توسعه سیستم‌های مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه و به منظور افزایش کمی و کیفی مواد غذایی در واحد سطح از طریق تلفیق روش‌های تغذیه معدنی و آلی گیاهان زراعی و کاهش مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی اخیراً مورد توجه بیشتر قرار گرفته‌اند (منافی و کلوپر ۱۹۹٤). نتایج پژوهشی که با استفاده ازمقادیر مختلف ورمی‌کمپوست درگیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) انجام شد، نشان داد که مصرف پنج تن ورمی‌کمپوست + NPK به میزان ۵۰:۲۵:۲۵ کیلوگرم درهکتار باعث افزایش کمیت و کیفیت اسانس، عملکرد اسانس و عملکرد زیستی نسبت به تیمار شاهد شد (انور و همکاران ۲۰۰۵). همچنین مطالعه دیگری که بر روی گیاه دارویی بابونه (*Matricaria chamomilla*) انجام شد، نشان داد که مصرف ۱۰ تن ورمی‌کمپوست موجب بهبود قابل ملاحظه عملکرد اسانس در مقایسه با شاهد گردید که بهبود عملکرد اسانس، در این گیاه ناشی از افزایش تولید ماده خشک، عملکرد گل و درصد اسانس حاصل ازمصرف ورمی-کمپوست بود (صالحی و همکاران ۲۰۱۱). کشت گیاهان دارویی و معطر نیز از دیرباز جایگاه ویژه‌ای را در نظام-های سنتی کشاورزی ایران برخوردار بوده است. این

نظام‌ها از نظر ایجاد تنوع و پایداری نقش مهمی را ایفا می‌کنند.

زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) به عنوان یکی از گیاهان دارویی با ارزش در ایران مطرح است (امیدبیگی ۲۰۱۱). مهم‌ترین ترکیبات اسانس بذر این گیاه شامل: کومینول، سایمن، فلاندرن، کاروون، الکل کومین، بتاپینن و دی‌پنتن هستند (نبی‌زاده مرودشت و همکاران ۲۰۰۳). صرف نظر از ارزش اقتصادی، گیاهان دارویی از قابلیت تطابق با روش‌های کشت ارگانیک نیز برخوردار هستند (سوجاتا و همکاران ۲۰۱۱). از این رو تولید ارگانیک گیاهان دارویی، احتمال اثرات منفی روی کیفیت دارویی آنها را کاهش می‌دهد (ود و همکاران ۲۰۰۶). در این راستا هدف از اجرای این تحقیق ارزیابی اثر تیمارهای کود زیستی و کشت مخلوط بر برخی صفات رشدی، عملکرد دانه و اجزای عملکرد و اسانس زیره سبز و نیز سودمندی کشت مخلوط باقلا و زیره سبز و تعیین بهترین الگوی کشت مخلوط این دو گونه جهت حصول بالاترین میزان نسبت برابری زمین (LER)[1] بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۹۳در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، واقع در ۱۲ کیلومتری شرق تبریز اجرا گردید. این محل با ارتفاع ۱۳۶۰ متر از سطح دریای آزاد، در طول جغرافیایی ٤٦ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۳ دقیقه شمالی قرار دارد. میانگین حداقل و حداکثر دمای سالانه در طی یک دوره ۱۵ ساله به ترتیب ۷/۱ و ۱۸/٤ درجه سانتی-گراد و متوسط بارندگی سالانه برابر با ۲۸۷/۸ میلی‌متر گزارش شده است. مشخصات خاک مزرعه در جدول ۱ ارائه شده است. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو عامل نوع کشت و تیمار کودی در ۱۲ تیمار و سه تکرار در زمینی به مساحت ۵۰۰ متر مربع انجام شد. فاکتور اول شامل چهار الگوی کاشت شامل کشت خالص زیره سبز و سه الگوی کشت مخلوط جایگزینی باقلا و زیره سبز به صورت ردیفی (یک ردیف باقلا – یک ردیف زیره سبز)؛ و نواری (دوردیف باقلا –دو ردیف زیره سبز وچهار ردیف باقلا –چهار ردیف زیره سبز) بود. فاکتور دوم عبارت از سه سطح کودی شامل کاربرد ۱۰۰٪ کود شیمیایی (۵۰ کیلوگرم کود اوره + ۱۵۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل در هکتار)، ۵۰٪ کود شیمیایی + کودهای زیستی (ازتو بارور + بارور- ۲) و ورمی کمپوست بود. تیمارهای کودی شامل کودهای زیستی ازتوبارور و بارور-۲ به طور همزمان و موقع کاشت به صورت تلقیح با بذر انجام گرفت. ورمی‌کمپوست (به میزان ۱۰ تن در هکتار) و سوپرفسفات تریپل (به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) قبل از کاشت با خاک مخلوط شدند و کود شیمیایی اوره (به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار) در مرحله سه برگی و اوایل گلدهی به کار برده شد. کشت مخلوط به صورت جایگزینی انجام گرفت و در کلیه تیمارها طول نوارهای کاشت چهار متر و فاصله دو پشته از هم ۵۰ سانتیمتر در نظر گرفته شد. فاصله روی ردیف در کشت دو ردیفه برای زیره سبز ۳/۳ سانتیمتر بود. جهت اطمینان از استقرار یکنواخت بوته‌ها، کاشت بذر با تراکم بالا صورت گرفت، بعد از استقرار کامل بوته‌های زیره سبز تنک انجام شد تا تراکم مطلوب ۱۲۰ بوته در مترمربع برای زیره سبز حاصل شود. اولین نوبت آبیاری پس از اتمام کاشت انجام شد. آبیاری‌های بعدی بر حسب شرایط اقلیمی منطقه به طور متوسط هر هفته یکبار به طریقه آبیاری نشتی انجام گرفت. قبل از رسیدگی کامل محصول، آبیاری قطع شد تا ضمن کاهش رطوبت مازاد، بذر جهت برداشت آماده شود. همچنین در طی داشت از هیچ نوع آفت‌کشی استفاده نشد.

1-Land Equivalent Ratio (LER)

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک قطعه مورد آزمایش

هدایت الکتریکی (میکروموس بر سانتی‌متر)	pH	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	بافت	ماده آلی (%)	نیتروژن (%)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)
٤٧٥	٧/٧٥	١٥	٢٠	٦٥	لوم شنی	٠/٧٦	٠/٠٨	٦/١	٣٠٤

به منظور بررسی مراحل رشد (فنولوژی) و اندازه-گیری برخی صفات مورفولوژیک در طول دوره رشد، پنج بوته از هر گونه در هر کرت توسط نخ رنگی علامت-گذاری شدند و به طور منظم یادداشت‌برداری بر روی آنها انجام گرفت و ارتفاع بوته و تعداد برگ در بوته زیره سبز اندازه‌گیری شد. اجزای عملکرد مورد اندازه‌گیری در زیره سبز شامل تعداد چتر در هر بوته، تعداد چترک در هر چتر، تعداد دانه در هر چترک، تعداد دانه در هر چتر و وزن هزار دانه در هر ۱۰ بوته بود که پس از برداشت محصول در آزمایشگاه شمارش و توزین گردید. عملکرد دانه در تک بوته و در واحد سطح با جداسازی دانه از بوته‌های برداشت شده و توزین آنها تعیین شد. به منظور استخراج اسانس، به میزان ۵۰ گرم از دانه تولیدی زیره سبز در هر کرت جداسازی و آسیاب شده و درون بالن یک لیتری با ۷۵ میلی‌لیتر آب به مدت سه ساعت در دستگاه کلونجر قرار گرفت و اسانس روغنی آن به روش تقطیر استخراج و با سولفات سدیم خشک گردید و درصد، مقدار و عملکرد اسانس در واحد سطح تعیین شد. ارزیابی کشت مخلوط با شاخص‌های نسبت برابری زمین استاندارد (LER_S)[1] و مجموع ارزش نسبی (RVT)[2] بر اساس فرمول‌های مربوطه ذیل صورت پذیرفت (بانیک و همکاران ۲۰۰٦):

نسبت برابری زمین استاندارد (LERs):

$$LER_S = (Yab/Yaa) + (Yba/Ybb)$$

که در آن Yab و Yba به ترتیب عملکرد گونه‌های a و b در کشت مخلوط و Yaa و Ybb به ترتیب ماکزیمم عملکرد هر یک از گونه‌های a و b در کشت خالص می-باشند.

مجموع ارزش نسبی (RVT):

مجموع ارزش نسبی (RVT) بیانگر نسبت کل درآمد ناخالص کشت مخلوط به بیشترین درآمد کشت خالص است (بانیک و همکاران ۲۰۰٦). برای محاسبه این شاخص از قیمت واحد وزن دو محصول و از عملکرد آنها استفاده شد. قیمت هر کیلوگرم دانه باقلا ۳۰۰۰۰ ریال و هر کیلوگرم زیره سبز ۹۰۰۰۰ ریال در نظر گرفته شد. در محاسبه این شاخص زیره سبز به عنوان محصول اصلی و باقلا به عنوان محصول فرعی در نظر گرفته شد.

$$RVT = (ap1 + bp2) / aM1$$

که در این رابطه a قیمت محصول اصلی(زیره سبز)، b قیمت محصول فرعی (باقلا)، p1 و p2 به ترتیب عملکرد زیره سبز و باقلا در کشت مخلوط، M1 حداکثر عملکرد در کشت خالص زیره سبز است.

محاسبات آماری با نرم افزار آماری SPSS (Ver,21) و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

1 - Standard Land Equivalent Ratio

2 - Relative Value Total

نتایج و بحث

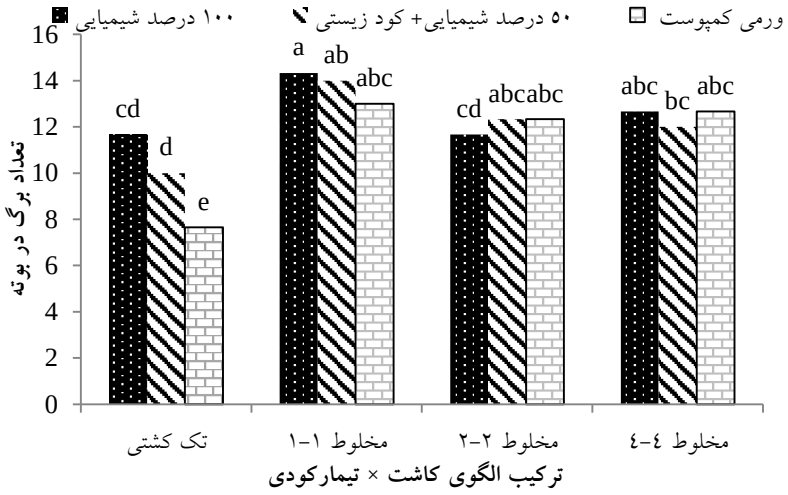
تعداد برگ در بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول۲) نشان داد که تیمار کودی در سطح احتمال ۵ درصد و الگوی کاشت در سطح احتمال ۱ درصد تاثیر معنی‌داری بر روی تعداد برگ در بوته زیره سبز داشت، همچنین ترکیب تیماری الگوی کاشت و تیمار کودی در سطح احتمال ۵ درصد بر تعداد برگ در بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین تعداد برگ در بوته زیره سبز در کشت مخلوط ۱:۱ مشاهده شد که مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی NPK بود که با تیمار ۵۰ درصد کود شیمیایی NPK + ۵۰ درصد کود زیستی و ورمی‌کمپوست اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. همچنین بین کشت‌های مخلوط تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۱). کمترین تعداد برگ در بوته نیز در کشت خالص زیره سبز در تیمار ورمی‌کمپوست مشاهده شد. در کشت مخلوط سویا (*Glycine max* L.) و نعناع فلفلی (*Mentha piperita*) گزارش شد که تعداد برگ نعناع فلفلی به طور معنی‌داری تحت تاثیر آرایش‌های مختلف کاشت قرار گرفت (مافی و موکسیارلی ۲۰۰۳). اثر کود نیتروژن‌دار بر تعداد برگ به نقش نیتروژن در متابولیسم گیاه و تولید فرآورده‌های فتوسنتزی و افزایش ویژگی‌های رویشی مانند تعداد برگ مربوط می‌شود. از نظر افزایش تعداد برگ متاثر از کاربرد کود زیستی نیز می‌توان اظهار داشت که کود زیستی با افزایش جذب و همچنین کارایی نیتروژن در فرآیند فتوسنتز و تولید سطح سبز بیشتر ارتباط پیدا می‌کند (چاکماک و همکاران ۲۰۰۷).

جدول ۲ - نتایج تجزیه واریانس دو صفت مورفولوژیک زیره سبز تحت تاثیر الگوهای مختلف کاشت و تیمار کودی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		ارتفاع بوته	تعداد برگ در بوته
بلوک	۲	۳/۲۵^{ns}	۰/۶۹۴^{ns}
کود	۲	۰/۳۳۳^{ns}	۴/۱۱۱*
الگوی کاشت	۳	۰/۵۱۹^{ns}	۲۴/۹۱۷**
کود× الگوی کاشت	۶	۳/۱۸۵^{ns}	۳/۴۴۴*
اشتباه آزمایشی	۲۲	۳/۰۰۸	۱/۱۷۹
ضریب تغییرات (٪)		۱۴/۸۶	۹/۰۳

ns، * و ** به ترتیب عدم معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.



شکل۱- میانگین تعداد برگ در بوته زیره سبز تحت تأثیر ترکیبات تیماری الگوی کاشت و نوع کود
میانگین‌های دارای حروف متفاوت دارای تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

اجزای عملکرد

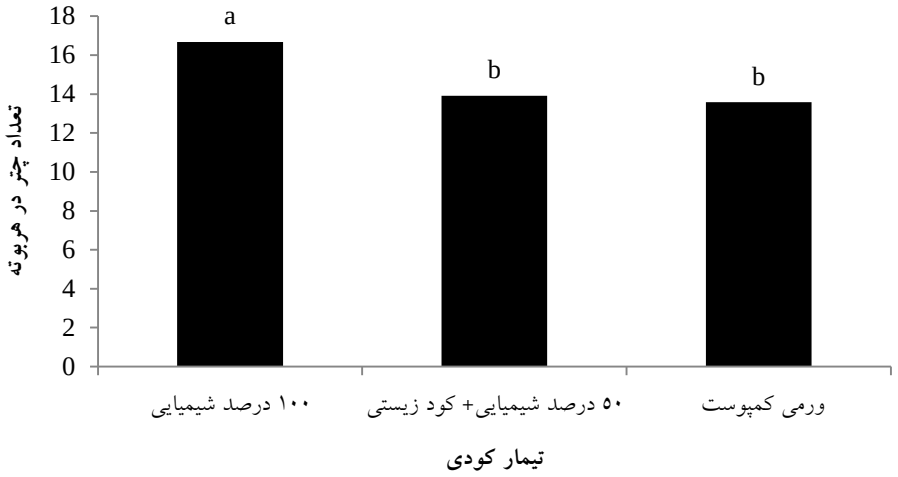
تعداد چتر در بوته

تیمار کودی تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر تعداد چتر در هر بوته زیره سبز داشت (جدول۳) و در تیمار کودی ۱۰۰ درصد کود شیمیایی NPK بیشترین میزان چتر در هر بوته گزارش شد (شکل۲) کمترین تعداد چتر در هر بوته در تیمار کودی ورمی‌کمپوست بدست آمد که با تیمار ۵۰ درصد کود شیمیایی + ۵۰ درصد کود زیستی اختلاف معنی‌داری نداشت. تعداد چتر در بوته مطابق جدول ۳ به طور معنی‌داری تحت تاثیر الگوهای کاشت قرار گرفت. به طوری‌که در کشت مخلوط ۱:۱ بیشترین تعداد چتر در هر بوته مشاهده شد (شکل ۳)، کمترین تعداد چتر در هر بوته مربوط به تک کشتی زیره سبز بود ولی بین کشت مخلوط ۲:۲ و ٤:٤ از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. این نتیجه نشان می دهد که در تیمار مخلوط ۱:۱ به دلیل تعامل بیشتر باقلا و زیره سبز، اثرات مثبت باقلا روی زیره سبز افزایش می یابد.

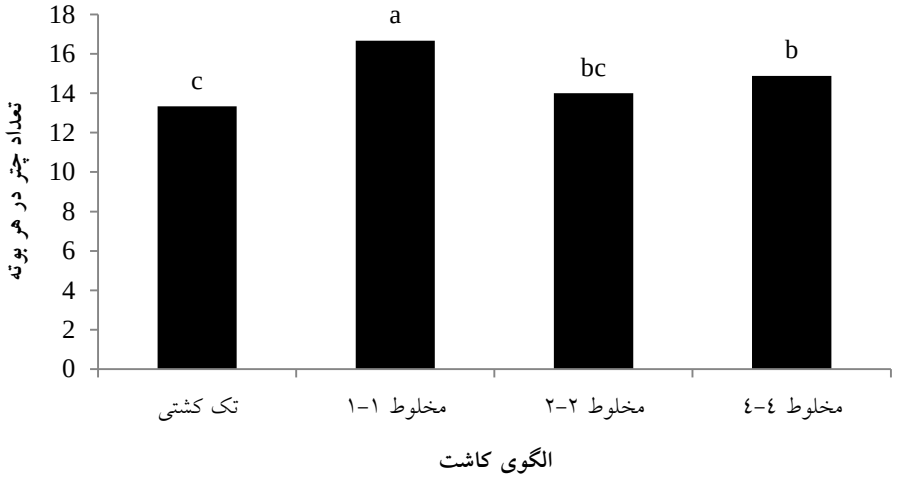
جدول۳- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد زیره سبز تحت تاثیر الگوهای مختلف کاشت و تیمارهای کودی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		تعداد چتر در هر بوته	تعداد چترک در هر چتر	تعداد دانه در هر چتر	وزن هزار دانه	عملکرد دانه در واحد سطح
بلوک	۲	۰/۳٦۱^{ns}	۰/۰۸۳^{ns}	۰/۱۱۱^{ns}	٦/۸۲۷**	۱۱۹۲/۱۳٦ *
کود	۲	۳٤/۳٦۱**	۰/۷۵۰ ^{ns}	٤٦/۳٦۱**	۲ /۰٦۰ ^{ns}	۳۸۲٤/۱٦۵ **
الگوی کاشت	۳	۱۸/۷۷۸**	۱/٦۵۷**	٦۱/٤۰۷**	۲/ ۰۹۷^{ns}	۷٤۵۳۹/۵٤۷**
کود× الگوی کاشت	٦	۳/۵۸۳^{ns}	۰/۱۵۷ ^{ns}	۱/۵٤٦^{ns}	۰/ ٤٦۹^{ns}	۱۵۰۹/۳۰۳**
اشتباه آزمایشی	۲۲	۱/٦۳٤	۰/۳۲٦	۳/۲۳۲	۰/۹۱۵	۳۱٤/۵۷۹
ضریب تغییرات (٪)		۸/٦۸	۱٦/۷۰	۷/۱٦	۱٦/۵۷	۵/۷۱

ns ، * و ** به ترتیب عدم معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.



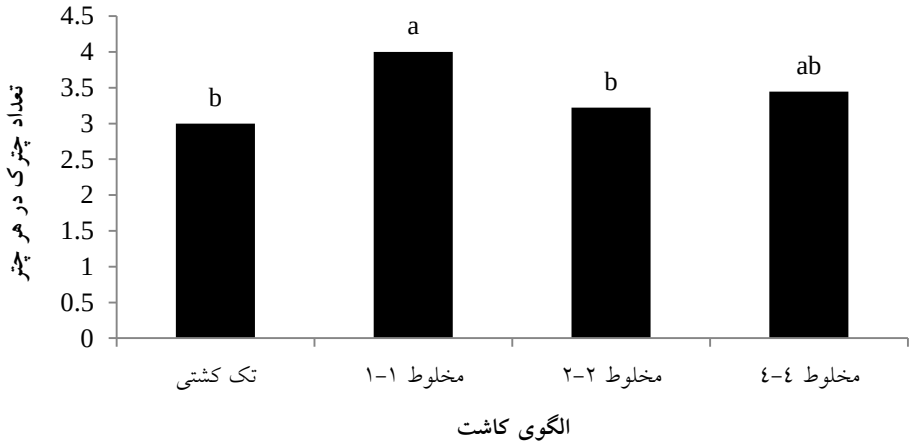
شکل۲- میانگین تعداد چتر در هر بوته زیره سبز درتیمارهای کودی
میانگین‌های دارای حروف متفاوت دارای تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.



شکل۳- میانگین تعداد چتر در هر بوته زیره سبز در الگوهای مختلف کاشت
میانگین‌های دارای حروف متفاوت دارای تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

تعداد چترک در هر چتر

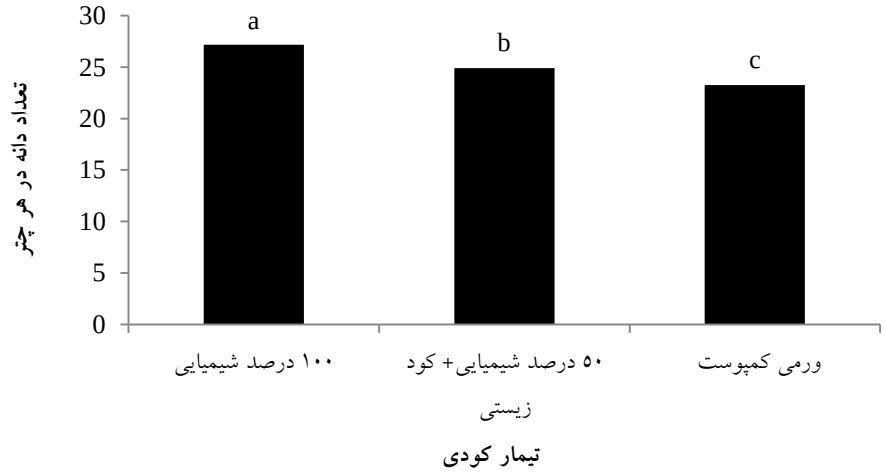
بر اساس نتایج تجزیه واریانس الگوی کاشت اثر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر تعداد چترک در هر چترداشت ولی برای تیمار کودی تاثیر معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). بیشترین تعداد چترک در هر چتر در کشت مخلوط ۱:۱ به دست آمد و کمترین آن از کشت خالص زیره سبز بدست آمد که از لحاظ آماری با کشت مخلوط ۲:۲ و ٤:٤ اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل٤).



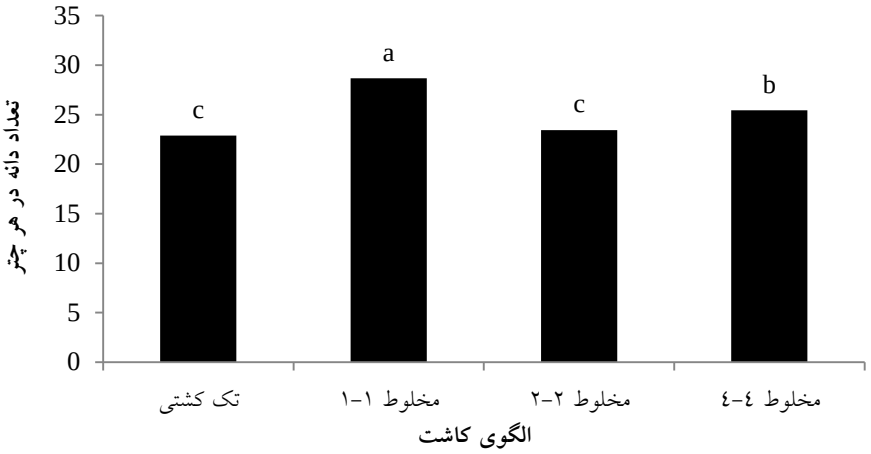
شکل۴ – میانگین تعداد چترک در هر چتر بوته زیره سبز در الگوهای مختلف کاشت
میانگین‌های دارای حروف متفاوت دارای تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

تعداد دانه در هر چتر

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تعداد دانه در هر چتر به طور معنی‌داری تحت تاثیر تیمار کودی و الگوی کاشت در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت، ولی اثر متقابل این دو فاکتور معنی‌دار نبود (جدول ۳). در تیمار ۱۰۰ درصد کود شیمیایی بیشترین تعداد دانه در هر چتر بدست آمد (شکل ۵) و کمترین تعداد دانه در هر چتر مربوط به تیمار ورمی‌کمپوست بود. در الگوهای مختلف کاشت، کشت مخلوط ۱:۱ بیشترین تعداد دانه در هر چتر را به خود اختصاص داد و کمترین آن مربوط به کشت خالص زیره سبز بود که با کشت مخلوط ۲:۲ از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ٦).



شکل ۵- میانگین تعداد دانه در هر چتر بوته زیره سبز در تیمارهای کودی
میانگین‌های دارای حروف متفاوت دارای تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.



شکل ۶- میانگین تعداد دانه در هر چتر بوته زیره سبز در الگوهای مختلف کاشت
میانگین‌های دارای حروف متفاوت دارای تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

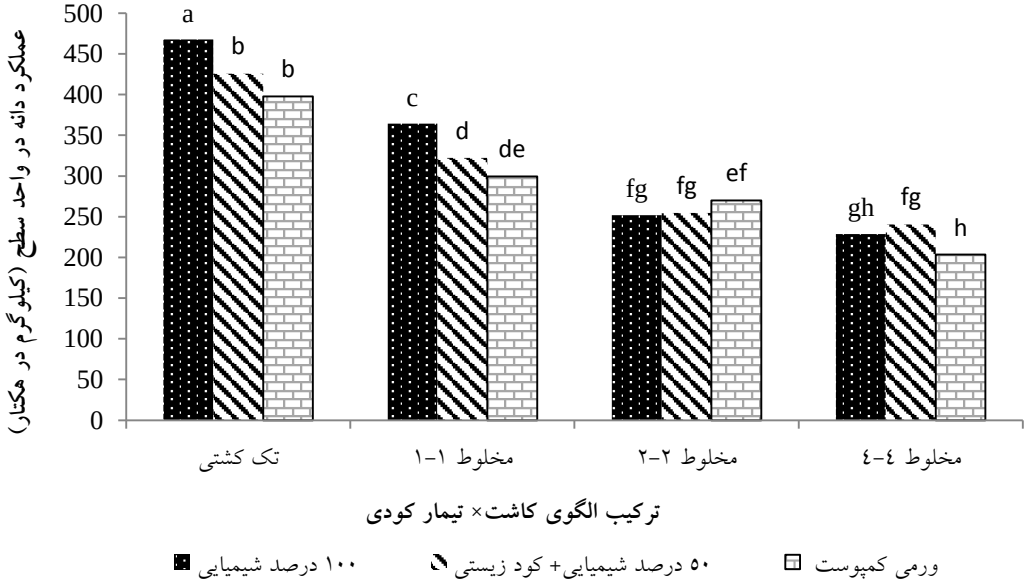
عملکرد دانه در واحد سطح

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس، اثر تیمارهای کودی و الگوی کاشت بر عملکرد دانه در واحد سطح زیره سبز معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل کود و الگوی کاشت نیز در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). در تک کشتی زیره سبز تیمار ۱۰۰ درصد شیمیایی بیشترین عملکرد دانه را دارا بود (شکل ۷) و بین تیمار ۵۰ درصد کود شیمیایی + ۵۰ درصد کود زیستی و ورمی کمپوست اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. کمترین عملکرد دانه به کشت مخلوط ٤:٤ اختصاص یافت (شکل ۷) که بین تیمار ۱۰۰ درصد شیمیایی و ۵۰ درصد شیمیایی + ۵۰ درصد زیستی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بین کشت‌های مخلوط ۲:۲ و ٤: ٤ نیز از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۷). پورامیر و همکاران (۲۰۱۰) نیز در تحقیق خود گزارش کردند که نسبت‌های کاشت تاثیر معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد دانه کنجد (*Sesamum indicum*) داشت. همچنین در ارزیابی اثر کودهای زیستی بر کشت مخلوط زیره سبز و شنبلیله مشاهده شد که بیشترین عملکرد دانه زیره سبز در تیمار کاربرد نیتروکسین و در شنبلیله در تیمار استفاده از سودوموناس (*Pseudomonas* sp.) حاصل گردید (رضوانی مقدم و مرادی ۲۰۱۲).

درصد اسانس

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس، درصد اسانس دانه زیره سبز تحت تأثیر تیمارهای کودی و الگوی کاشت و ترکیب تیماری نوع کود و الگوی کاشت قرار گرفت (جدول ٤). کشت مخلوط ۱:۱در تیمار کودی ۱۰۰ درصد شیمیایی بیشترین درصد اسانس دانه را دارا بود (شکل ۸). کمترین میزان درصد اسانس دانه نیز مربوط به کشت خالص زیره سبز در تیمار کودی ۱۰۰ درصد شیمیایی بود و این مطلب نشان می‌دهد که کارایی استفاده از کودهای شیمیایی در کشت مخلوط افزایش می‌یابد (شکل ۸). بین کشت مخلوط ۲:۲ و ٤:٤ نیز از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در مورد افزایش درصد اسانس با کاربرد کود شیمیایی می‌توان بیان داشت که اسانس‌ها ترکیبات ترپنوئیدی هستند که واحدهای سازنده آنها (ایزوپرنوئیدها) مانند ایزوپنتنیل پیرو فسفات (IPP) و دی متیل آمیل پیرو فسفات (DMAPP) نیاز مبرم به NADPH و ATP دارند و حضور عناصری مانند نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیب‌های اخیر ضروری می‌باشد (جمشیدی و همکاران ۲۰۱۲). مکی زاده و همکاران (۲۰۱۲) نیز در گیاه دارویی ریحان مشاهده نمودند که در بین منابع مختلف کودی،

کود شیمیایی بیشترین درصد اسانس را تولید می کند. در کشت مخلوط شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum*) و گشنیز (*Coriandrum sativum*)، بیشترین میزان اسانس برگ گشنیز، در تیمار ۱۷۵ درصد تراکم مطلوب گشنیز+ ۲۵ درصد تراکم مطلوب شنبلیله مشاهده گردید (بی گناه و همکاران ۲۰۱٤).

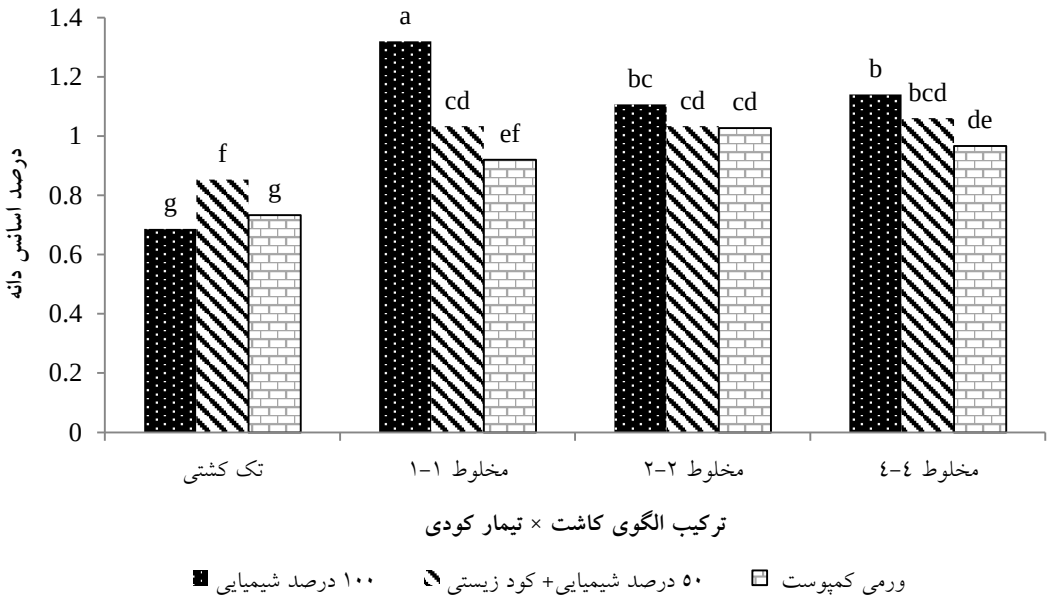


شکل۷- میانگین عملکرد دانه در واحد سطح زیره سبز در ترکیب تیماری الگوی کاشت و نوع کود
میانگین‌های دارای حروف متفاوت دارای تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن می‌باشند.

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس درصد و عملکرد اسانس زیره سبز تحت تاثیر الگوهای مختلف کاشت و مدیریت کودی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		درصد اسانس دانه	عملکرد اسانس در واحد سطح
بلوک	۲	۰/۰۰٤^{ns}	۰/۳٤۲^{ns}
کود	۲	۰/۵٦۵**	۹/۳۳٤**
الگوی کاشت	۳	۰/۱۸٦**	٦/۹۳٤**
کود × الگوی کاشت	٦	۰/۵۱۹**	۷/٤٦۳**
اشتباه آزمایش	۲۲	۰/۰۱۱	۰/۲٤۲
ضریب تغییرات (٪)		۱۱/۲۰	۱۷/۰۵

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد. می باشد.



شکل ۸- درصد اسانس دانه زیره سبز در ترکیب تیماری الگوی کاشت و کود
(میانگین‌های دارای حروف متفاوت دارای تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن می‌باشند)

عملکرد اسانس

با توجه به اینکه این شاخص از حاصلضرب عملکرد دانه و درصد اسانس بدست می‌آید، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بین تیمارهای کشت مخلوط و خالص زیره و تیمارهای کودی مختلف مشاهده شد (جدول ٤)، به طوری که بیشترین عملکرد اسانس به تیمار کشت مخلوط ۱:۱ در تیمار کودی ۱۰۰٪ شیمیایی مشاهده شد (شکل ۹). کمترین عملکرد اسانس نیز در کشت مخلوط ۲:۲ در تیمار کودی ورمی‌کمپوست بدست آمد. بین مخلوط ۲:۲ و ٤:٤ نیز از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۹).

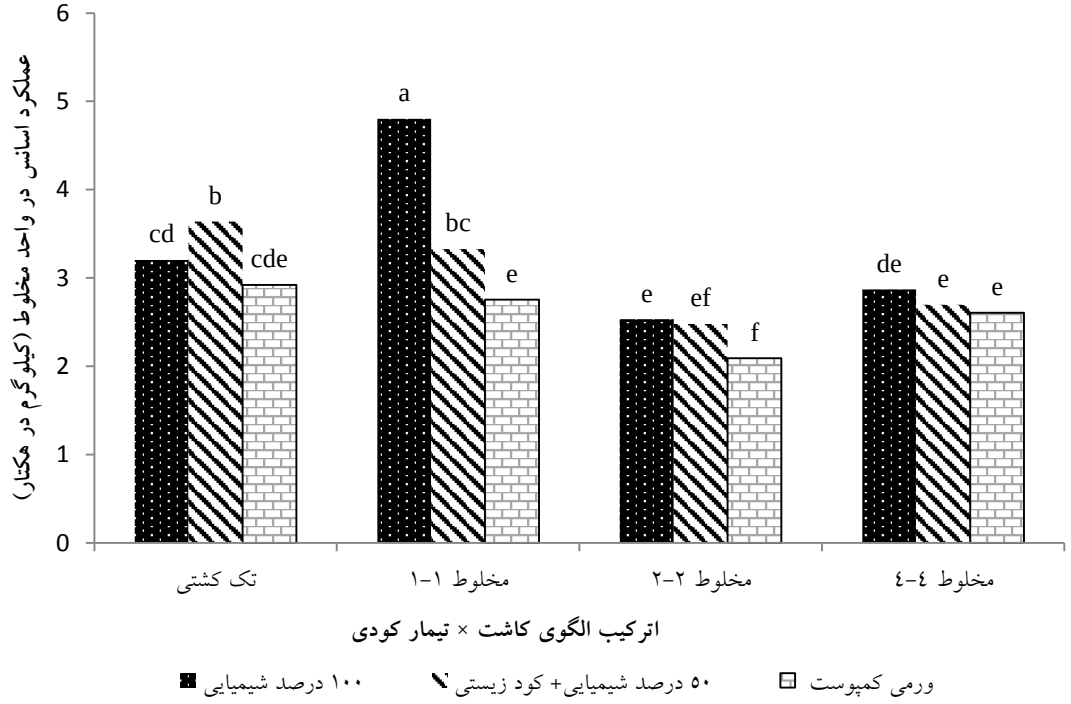
شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط

نسبت برابری زمین استاندارد (LERs)

تعیین شاخص نسبت برابری زمین استاندارد در تیمارهای مختلف نشان داد که در کلیه تیمارهای کشت مخلوط به جز مخلوط ٤:٤ در تیمار کودی ۱۰۰٪ شیمیایی و ۵۰٪ شیمیایی + ۵۰٪ زیستی، LERs بزرگتر از یک بوده که نشان‌دهنده سودمندی کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی می‌باشد. بیشترین میزان نسبت برابری زمین استاندارد در کشت مخلوط ۱:۱ در تیمار کودی ۱۰۰٪ شیمیایی برابر با ۱/٤ بدست آمد و کمترین میزان آن در مخلوط ٤:٤ در تیمار کودی ۱۰۰٪ شیمیایی برابر با ۰/۹۵ حاصل شد (جدول ۵). در ارزیابی اثر کودهای زیستی بر سودمندی کشت مخلوط زیره سبز و شنبلیله مشاهده شد که تیمار کودی استفاده از سودوموناس نسبت برابری زمین بیشتری نسبت به تیمار شاهد و کاربرد کود زیستی نیتروکسین داشت (رضوانی مقدم و مرادی ۲۰۱۲).

مجموع ارزش نسبی (RVT)

بر اساس نتایج بدست آمده کشت مخلوط ۱:۱ در تمام تیمارهای کودی دارای بیشترین مجموع ارزش نسبی بود، وقتی زیره سبز به عنوان محصول اصلی در نظر گرفته شد (جدول ۵). کمترین مجموع ارزش نسبی بدست آمده مربوط به کشت مخلوط ٤:٤ در تیمار کودی ۱۰۰٪ شیمیایی (۱/۳۲) می‌باشد.



شکل۹- عملکرد اسانس زیره سبز در تیمارهای الگوی کاشت و تیمار کودی (میانگین‌های دارای حروف متفاوت دارای تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن می‌باشند)

جدول ۵- شاخص‌های ارزیابی کشت مخلوط زیره سبز و باقلا در الگوهای مختلف کشت و سطوح مختلف کودی

الگوی کشت مخلوط	تیمار کودی	مجموع ارزش نسبی (RVT)	نسبت برابری زمین استاندارد (LERs)
کشت مخلوط ۱:۱	۱۰۰٪ شیمیایی	۱/۸۹	۱/٤
	۵۰٪ شیمیایی+ زیستی	۱/۸۹	۱/۳
	ورمی‌کمپوست	۱/۹۰	۱/٤
کشت مخلوط ۲:۲	۱۰۰٪ شیمیایی	۱/۵۷	۱/۱۲
	۵۰٪ شیمیایی+ زیستی	۱/۷۳	۱/۰٦
	ورمی‌کمپوست	۱/۷۹	۱/۳۱
کشت مخلوط ٤:٤	۱۰۰٪ شیمیایی	۱/۳۲	۰/۹۵
	۵۰٪ شیمیایی+ زیستی	۱/٤۵	۰/۹۹
	ورمی‌کمپوست	۱/٤۰	۱/۰۲

نتیجه گیری کلی

اثر متقابل تیمار کودی در الگوی کاشت بر تعداد برگ در بوته زیره سبز معنی دار بود به طوری که در تیمار تک کشتی زیره ، ۱۰۰٪ مصرف کود شیمیایی بیشترین تعداد برگ را تولید کرد ولی در الگوهای مخلوط تفاوت بین سطوح کودی معنی دار نبود. در اکثر اجزای عملکرد زیره سبز، الگوی مخلوط ۱-۱ دارای برتری نسبت به سایر کشت‌های مخلوط بود. در بین الگوهای کشت مخلوط، الگوی ۱:۱ بیشترین عملکرد اسانس زیره در واحد سطح را داشت و سطح کودی ۱۰۰٪ شیمیایی در این الگوی کشت، عملکرد اسانس بیشتری نسبت به تیمار تک کشتی داشت. ارزیابی شاخص‌های کشت مخلوط نشان داد که کشت مخلوط ۱:۱ در همه سطوح کودی بیشترین مجموع ارزش نسبی و نسبت برابری زمین استاندارد را داشت. همچنین مقایسه شاخص ها بین سطوح کودی نشان می‌دهد که در مخلوط ۱:۱، ورمی کمپوست بیشترین مجموع ارزش نسبی (۱/۹۰) را داشته و نسبت برابری زمین استاندارد آن (۱/٤) با سطح کودی ۱۰۰٪ شیمیایی برابر بود. در کشت مخلوط ۲:۲ نیز سطح کودی ورمی‌کمپوست بیشترین مجموع ارزش نسبی (۱/۷۹) و نسبت برابری زمین استاندارد (۱/۳۱) را به خود اختصاص داد. در کشت مخلوط نواری ٤:٤ بیشترین مجموع ارزش نسبی مربوط به سطوح کودی ۵۰٪ کود شیمیایی+ ۵۰ درصد کود زیستی (۱/٤۵) بوده و بیشترین نسبت برابری زمین استاندارد در سطح کودی ورمی کمپوست (۱/۰۲) مشاهده شد. به طور کلی از نتایج این آزمایش استنباط می شود که در الگوهای کشت های مخلوط نواری مثل ۲:۲ و ٤:٤ تیمارهای کودی غیر شیمیایی مثل ۵۰٪ کود شیمیایی + ۵۰ درصد کود زیستی (ازتو بارور + فسفات بارور ۲) و ورمی کمپوست بازدهی بیشتری نسبت به تیمار ۱۰۰٪ کود شیمیایی داشته و در صورت استفاده از کودهای زیستی، الگوهای کشت مذکور برای باقلا و زیره سبز قابل توصیه هستند.

منابع مورد استفاده

Abbasi Ali-Kamar R, Hejazi A, Akbari G, Kafi M and Zand E. 2006. Evaluating the effect of different densities of cumin and chick pea intercropping with emphasis on weed control. Iranian Journal of Field Crops Research, 4 (1): 83-95.(In Persian)

Anwar M, Patra DD, Chand S, Alpesh K, Naqvi AA and Khanuja SPS. 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 36(13-14): 1737-1746.

Banik P, Midya A, Sarkar BK and Ghose SS. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive experiment: Advantages and weed smothering. European Journal of Agronomy, 24:325-332.

Barker AV and Bryson GM. 2006. Comparisons of compost with low or high nutrient status for growth of plants in containers. Communication in Soil Science and Plant Analysis, 37:1303-1319 .

Bigonah R, Rezvani Moghaddam P and Jahan M. 2014. Effects of intercropping on biological yield, percentage of nitrogen and morphological characteristics of coriander and fenugreek. Iranian Journal of Field Crops Research, 12 (3): 369-377. (In Persian)

Cakmakc R, Donmez MF and Erdogan U. 2007. The effect of plant growth promoting rhizobacteria on barley seedling growth, nutrient uptake, some soil properties, and bacterial counts. Turkish Journal of Agriculture, 31: 139-199.

Clarck EA and Francis CA. 1985. Transgressive yielding in time and space. Field Crops Research, 11: 37-53.

Erol A, Kaplan M, and Kizilsimsek M. 2009. Oats (*Avena sativa*)- common vetch (*Vicia sativa*) mixtures grown on a low-input basis for a sustainable agriculture. Tropical Grassland, 43: 191-196.

Jamshidi E, Ghalavand A, Sefidkon F, and Goltaph EM. 2012. Effects of different nutrition systems (organic and chemical) on quantitative and qualitative characteristics of Fennel (*Foeniculum valgare* Mill.) under water deficit stress. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 28 (2):309-323. (In Persian)

Lithourgidis AS, Dhima KV, Vasilakoglou IB, Dordas CA and Yiakoulaki MD. 2007. Sustainable production of barley and wheat by intercropping common vetch. Journal of Agronomy, 27:95-99.

Maffi M, and Mucciarelli M. 2003. Essential oil yield in peppermint/soybean strip intercropping. Field Crops Research, 84: 229 – 240.

Makkizadeh M, Nasrollahzadeh S, Zehtab Salmasi S, Chaichi M, Khavazi K. 2012. The effect of organic, biologic and chemical fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Sustainable Agriculture and Production Science, 22(1): 1-12. (In Persian)

Manaffee WF, and Kloepper JW. 1994. Applications of plant growth agriculture. in:Soil biota management in sustainable farming. Pankburst CE, Doube BM, Gupta VVSR and Grace PR, (eds.) pp:23-31. CSIRO, Pub. East Melbourne, Australia. Nabizadeh-Marvdasht MR, Kafi M, and Rashed-Mohassel MH. 2003. Effects of salinity on growth, yield salts accumulation and essential oil percentage of cumin. Iranian Journal of Field Crops Research, 1 (1): 53-60. (In Persian)

Omidbaigi, R., 2011. Production and Processing of Medicinal Plants. Astane Ghods Razavi, Mashhad. (In Persian)

Pouramir F, Nassiri Mahallati M, Koocheki A, and Ghorbani R. 2010. Assessment of sesame and chickpea yield and yield components in the replacement series intercropping. Iranian Journal of Field Crops Research, 8 (5): 747-757. (In Persian).

Rezvani-Moghadam P, and Moradi R. 2012. Assessment of planting date, biological fertilizer and intercropping on yield and essential oil of cumin and fenugreek. Iranian Journal of Crop Sciences, 43(2): 217-230. (In Persian).

Salehi A, Ghalavand A, Sefidkon F, and Asgharzade A. 2011. The effect of zeolite, PGPR and vermicompost application on N, P, K concentration , essential oil content and yield in organic cultivation of German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 27 (2): 188-201. (In Persian)

Schröder D and Köpke U. 2012. Faba bean (*Vicia faba* L.) intercropped with oil crops — a strategy to enhance rooting density and to optimize nitrogen use and grain production? Field Crop Research, 135: 74–81.

Sharma AK. 2005. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India.

Sujatha S, Bhat R, Kannan C and Balasimha D. 2011. Impact of intercropping of medicinal and aromatic plants with organic farming approach on resource use efficiency in arecanut (*Areca catechu* L.) plantation in India. Industrial Crops and Products, 33: 78-83.

Sullivan P. 2003. Applying the principle of sustainable farming. ATTRA National Sustainable Agriculture Information Service.

Vessey JK. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as bio-fertilizers. Plant and Soil, 255: 571-586.

Vrignon-Brenas S, Celette F, Piquet-Pissaloux A, Jeuffroy MH and Davi C. 2016. Early assessment of ecological services provided by forage legumes in relay intercropping. European Journal of Agronomy, 75: 89-98.

Wood R, Lenzen M, Dey C and Lundie S. 2006. A comparative study of some environmental impacts of conventional and organic farming in Australia. Agricultural Systems, 89: 324-348.

Wu SC, Caob ZH, Lib ZG, Cheunga KC and Wonga MH. 2005. Effects of bio-fertilizer containing N-fixer, P and K solubilize and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma, 125: 155-166.