Archive of SID

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 6، شماره 3، پاییز 1393، ص. 594-582

Journal of Agroecology
Vol. 6, No. 3, Fall 2014, p. 582-594

ارزیابی کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد کمّی و کیفی زنیان (*Carum copticum* L.) در کشت مخلوط نواری با شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.)

اسماعیل رضائی چیانه[1*] و عادل دباغ محمدی‌نسب[2]

تاریخ دریافت: 1392/06/23
تاریخ پذیرش: 1392/09/08

چکیده

به منظور ارزیابی کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد کمّی و کیفی زنیان (*Carum copticum* L.) در کشت مخلوط با شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه‌ای واقع در استان آذربایجان غربی- شهرستان نقده در سال زراعی 91- 1390 به اجرا در آمد. تیمارهای آزمایش شامل سه سطح کود: 100% کود شیمیایی (NPK)، 50% کود شیمیایی + کود زیستی (فسفاته بارور 2 + ازتوباکتر)، عدم کاربرد کود (شاهد) و پنج الگوی کشت مخلوط نواری شامل 4 ردیف زنیان + 2 ردیف شنبلیله، 8 ردیف زنیان + 4 ردیف شنبلیله، 12 ردیف زنیان + 6 ردیف شنبلیله و کشت خالص دو گیاه بود. صفات مورد مطالعه شامل ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، درصد اسانس و عملکرد اسانس بودند. نتایج نشان داد که الگوی کشت مخلوط بر کلیه صفات مورد بررسی زنیان به غیر از ارتفاع بوته تأثیر معنی‌دار ($p\leq0/01$) داشت. بیشترین عملکرد دانه زنیان (757 کیلوگرم در هکتار) از تیمار 4 ردیف زنیان و 2 ردیف شنبلیله و کمترین مقدار آن (با 604 کیلوگرم در هکتار) از تیمار 12 ردیف زنیان و 6 ردیف شنبلیله به دست آمد. درصد اسانس در تمامی تیمارهای کشت مخلوط بالاتر از تیمار کشت خالص بود. اثر نوع کود نیز بر عملکرد و اجزای عملکرد زنیان به جز تعداد دانه در چتر زنیان معنی‌داری بود. بالاترین و کمترین مقدار عملکرد بذر و اسانس زنیان به ترتیب در تیمارهای تلفیقی و شاهد به دست آمد. در مجموع بیشترین LER از کشت مخلوط نواری با نسبت 4 ردیف زنیان + 2 ردیف شنبلیله با تیمار کود شیمیایی (1/97)، عدم کاربرد کود (1/95) و تیمار تلفیقی (1/89) به دست آمد . همچنین، کشت مخلوط نواری با نسبت 8 ردیف زنیان + 4 ردیف شنبلیله با تیمار تلفیقی (1/9) نیز LER بالاتری را نشان داد. با توجه به اهداف کشاورزی پایدار با هدف حذف یا کاهش قابل ملاحظه مصرف نهاده‌های شیمیایی، تیمار عدم کاربرد کود و کود دهی تلفیقی برای ترکیب 4 ردیف زنیان + 2 ردیف شنبلیله و کوددهی تلفیقی برای ترکیب 8 ردیف زنیان + 4 ردیف شنبلیله مناسب و قابل توجیه است.

واژه‌های کلیدی: اسانس، کشاورزی پایدار، گیاه دارویی، نسبت برابری زمین

مقدمه

زنیان (*Carum copticum* L.) گیاهی یکساله متعلق به تیره چتریان[3]، به ارتفاع 30 تا 90 سانتی‌متر، برگ‌ها بریده و نخی‌شکل، گل‌ها با گلبرگ‌های سفید و کوچک و پرچم‌های صورتی رنگ است. بذر زنیان دارای اسانس حاوی تیمول، ترکیبات سیمن، آلفا پینن، بتاپینن، گاما ترپینن، میرسن و لیمونن می‌باشد (Majnoun Hosseini & Davazdah Emami, 2007).

شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) گیاهی است یکساله از تیره بقولات[4] که به دلیل توانایی همزیستی با باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن می‌تواند بخش زیادی از از نیتروژن مورد استفاده خود را تولید کند. این گیاه به ارتفاع 10 تا 50 سانتی‌متر با گل‌هایی منفرد و به رنگ روشن که رنگ میوه‌های آن زرد تا قهوه‌ای است،

1- استادیار گروه گیاهان دارویی مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب، دانشگاه ارومیه
2- دانشیار گروه اکوفیزیولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
(*- نویسنده مسئول: Email: Ismaeil.rezaei@gmail.com)

3- Apiaceae

4- Fabaceae

www.SID.ir

Archive of SID

دیده می‌شود. منشاء این گیاه ایران بوده و به عنوان گیاه داوریی مصرف و کاربرد دارد. دانه آن دارای آلکالوئیدی به نام تریگونیلین، ترکیب‌های موسیلاژی، پروتئین و روغن می‌باشد (Omidbaigi, 2008).

سلامت محصولات تولید شده در سیستم‌های مختلف از نظر وجود بقایای سموم و مواد شیمیایی و تأثیر آنها بر سلامت انسان و محیط زیست، توجهات ویژه‌ای را به روش‌های تولید و نهاده‌های بکار رفته در امر تولید معطوف داشته و ضرورت ایجاد تغییر در نظام‌های زراعی رایج را توجیه می‌نماید. بنابراین، بهره‌گیری از اصول بوم‌شناختی در تولید این محصولات زراعی امری ضروری می‌باشد (Nassiri Mahallati et al., 2001). کاربرد کودهای زیستی به همراه کشت مخلوط از جمله راهکارهای مناسب جهت نیل به اهداف کشاورزی اکولوژیکی است که می‌تواند برای رفع این مشکلات مورد توجه قرار گیرد. استفاده از کودهای زیستی در کشت مخلوط ضمن افزایش حاصلخیزی خاک و کاهش مصرف کودهای شیمیایی، می‌تواند منجر به بهبود عملکرد کمّی و کیفی گیاهان تولید شده نیز شود. نتایج تحقیقات قبلی نشان داده است که کودهای زیستی یا کودهای شیمیایی به تنهایی نمی‌توانند برای تولید پایدار کشاورزی مفید واقع شده و در اکثر موارد کودهای زیستی به عنوان مکمل کودهای شیمیایی می‌توانند پایداری تولید را در نظام‌های کشاورزی تضمین کنند (Muyayabantu et al., 2013; Saleem et al., 2011).

در مطالعه‌ای که روی کشت مخلوط زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.) و شنبلیله صورت گرفت، مشاهده شد که استفاده از کودهای زیستی در کشت مخلوط بر عملکرد دانه و اسانس هر دو گونه اثر مثبتی داشت، به طوری که بیشترین عملکرد دانه و اسانس زیره سبز از تیمار ترکیبی *ازتوباکتر* + *آزوسپریلوم* و در گیاه شنبلیله از تیمار *سودوموناس* به دست آمد. همچنین، تیمار *سودوموناس* نسبت به تیمار ترکیبی *ازتو باکتر* + *آزوسپریلیوم* و تیمار شاهد از نسبت برابری زمین (LER) [1] بالاتری برخوردار بود (Rezvani Moghaddam & Moradi, 2012). نتایج آزمایش انجام شده در کشت مخلوط ذرت (*Zea mays* L.) و کاساوا (*Manihot esculenta* Crantz) نشان داد که بالاترین عملکرد ذرت از تیمار تلفیقی کودهای ارگانیک و شیمیایی حاصل شد (Ayoola & Makinde, 2011). در مطالعه دیگری روی کشت مخلوط ذرت و سویا (*Glycine max* L.) مشخص گردید که کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و شیمیایی ضمن افزایش عملکرد دو گونه، مصرف کودهای شیمیایی را نیز کاهش داد (Muyayabantu et al., 2013). نقی‌زاده و گلوی (Naghizadeh & Galavi, 2012) با ارزیابی کشت مخلوط ذرت و خلر (*Lathyrus sativus* L.) بیان داشتند که کاربرد توأم کودهای زیستی و شیمیایی، سبب بهبود عملکرد و اجزای عملکرد هر دو گونه گردید. در بررسی اکولوژیک الگوهای مختلف کشت مخلوط ردیفی گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) مشخص شد که بیشترین عملکرد اقتصادی لوبیا و گاوزبان اروپایی از کشت خالص و کمترین مقدار آنها از الگوی چهار ریف لوبیا و چهار ردیف گاوزبان (4:4) به دست آمد، اما بالاترین نسبت برابری زمین (LER) در الگوی کشت نواری 2:2 مشاهده گردید (Koocheki et al., 2012).

به نظر می‌رسد با کاربرد تلفیقی کود های شیمیایی و زیستی، تا اندازه‌ای بتوان مصرف کودهای شیمیایی را کاهش داد. حتی در صورتی‌که عملکرد این گیاهان در نتیجهٔ استفاده از کودهای زیستی، کمتر و یا برابر با عملکرد آنها در نتیجهٔ مصرف کودهای شیمیایی باشد، تولید این گیاهان با استفاده از نهاده‌های طبیعی مثل کودهای زیستی، راه‌حل مناسبی برای تولید محصولات کشاورزی در راستای اهداف کشاورزی پایدار باشد. اکثر مطالعات انجام شده در مورد کود های زیستی بر مبنای کشت خالص بوده است. لذا شناخت تأثیر کودهای زیستی بر عملکرد کمی و کیفی این گیاهان در کشت مخلوط، نیازمند مطالعه و تحقیق می‌باشد. با توجه به اهمیت این موضوع، آزمایشی جهت بررسی تأثیر تلفیقی کود شیمیایی و زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی زنیان در کشت مخلوط نواری با شنبلیله اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه‌ای واقع در استان آذربایجان غربی- شهرستان نقده با طول جغرافیایی °45 و ´24 و عرض جغرافیایی °36 و ´57 و ارتفاع 1328 متر از سطح دریا و با متوسط درجه حرارت و بارندگی سالیانه به ترتیب برابر 12/4 درجه سانتی‌گراد و 323 میلی‌متر درسال زراعی 91-1390 به اجرا در آمد. قبل از کاشت، از محل اجرای آزمایش نمونهٔ خاک تهیه و سپس تیمارهای کودی بر اساس نقشه طرح، در کرت‌های مورد نظر اعمال و با خاک مخلوط گردید.

1- Land equivalent ratio

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک
Table 1- Physical and chemical characteristics of the soil

بافت خاک Soil texture	شن (درصد) Sand (%)	سیلت (درصد) Silt (%)	رس (درصد) Clay (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC × 10 ^{3} (dS.m^{-1})	نیتروژن کل (درصد) %T. N	درصد مواد آلی %O.C.	فسفر قابل دسترس (پی‌پی‌ام) Available P (ppm)	پتاسیم قابل دسترس (پی‌پی‌ام) Available K (ppm)
رس سیلتی Silty clay	17	41	42	7.9	0.83	0.14	1.48	10.5	407

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول 1 آورده شده است. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و 15 تیمار اجرا شد.

عامل اول شامل نوع الگوی کاشت دارای پنج سطح شامل کشت خالص زنیان، کشت خالص شنبلیله، کشت مخلوط نواری با نسبت 4 ردیف زنیان+ 2 ردیف شنبلیله، کشت مخلوط نواری با نسبت 8 ردیف زنیان+ 4 ردیف شنبلیله، کشت مخلوط نواری با نسبت 12 ردیف زنیان+ 6 ردیف شنبلیله و عامل دوم نوع کود دارای سه سطح عدم کاربرد کود (شاهد)، 100% کود شیمیایی (NP) و 50% کود شیمیایی + کود زیستی (فسفاته بارور 2 +*ازتوباکتر*) بود.

کوددهی بر اساس آزمون خاک به مقدار 150 کیلو گرم کود اوره به صورت سرک (در سه مرحله قبل از کاشت، مرحله ساقه رفتن زنیان و شروع گلدهی زنیان)، 150 کیلوگرم کود سوپر فسفات تریپل در هکتار به صورت نواری عمقی همزمان با بذرکاری تماماً قبل از کاشت برای تیمار 100% شیمیایی مورد نظر اعمال گردید. در تیمار کودی 50 % کود شیمیایی + کود زیستی نصف این مقادیر اعمال شد. به علت بالا بودن مقدار پتاسیم قابل جذب، از کود پتاسیم استفاده نشد. بذر هر دو گیاه یک ساعت قبل از کشت با کود زیستی فسفاته بارور-2 (حاوی دو نوع باکتری حل‌کننده فسفات از گونه‌های *باسیلوس لنتوس*[1] و *سودوموناس پوتیدا*[2]) و *ازتو باکتر* (حاوی باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن) هر دو به صورت پودر با نسبت‌های مشخص (100 گرم در هکتار) و بر اساس دستور العمل توصیه شده تلقیح شدند. به این صورت که محتوی بسته با آب مخلوط و روی بذرها اسپری شدند تا یک پوشش یکنواخت روی سطح آن‌ها تشکیل شود. سپس بذرها در سایه خشک شده و عملیات کاشت صورت گرفت.

فاصله بین ردیف برای هر دو گونه 40 سانتی‌متر و طول هر ردیف چهار متر بود. بذور زنیان به فاصله 25 سانتی‌متر و بذور شنبلیله به فاصله 10 سانتی‌متر روی ردیف‌ها با عمق دو الی چهار سانتی‌متر، در تاریخ 20 فروردین ماه به صورت جوی و پشته، به صورت همزمان کشت شدند. بذور شنبلیله قبل از کاشت با باکتری *ریزوبیوم لگومینوزاروم*[3] آغشته گردید. عملیات وجین علف‌های هرز در هنگام لزوم و به صورت دستی انجام شد و آبیاری به طور متوسط هر هفته یک‌بار به روش آبیاری جوی و پشته انجام گرفت.

1- *Bacillus lentus*
2- *Pseudomonas putida*
3- *Rhizobium leguminozarum*

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) بر برخی صفات کمّی زنیان تحت تأثیر الگوهای مختلف کشت مخلوط و نوع کود

Table 2- Analysis of variance (mean of squares) of some ajowan traits affected by different intercropping patterns and fertilizer

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی d.f	ارتفاع بوته Plant height	تعداد چتر در بوته Number of umbels per plant	تعداد دانه در چتر Number of seed per umbel	وزن هزاردانه 1000-seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	درصد اسانس Essential oil percentage	عملکرد اسانس Essential oil yield
تکرار Replication	2	38.3 $^{n.s}$	23.4 $^{n.s}$	151.7 $^{n.s}$	0.1 $^{n.s}$	9077.7 $^{n.s}$	1351717.4 *	0.8 **	77.2 **
الگوی کشت مخلوط (A) Intercropping pattern (A)	3	32.9 $^{n.s}$	224.9 **	1118. 2 **	0.16 **	76047.2 **	4818352.8 **	3.2 **	333.4 **
کود (B) Fertilizer (B)	2	148.3 *	247.5 **	106.7 $^{n.s}$	0.08 *	45411.1 **	1724355.1 *	0.9 **	170.4 **
A×B	6	31.2 $^{n.s}$	13.2 $^{n.s}$	317 $^{n.s}$	0.53 $^{n.s}$	1355.5 $^{n.s}$	827109.8 $^{n.s}$	0.09 $^{n.s}$	2.4 $^{n.s}$
خطا Error	22	32.9	20.5	167.8	0.02	5156.5	408341.7	0.1	13.1
ضریب تغییرات (٪) CV (%)	-	7	11.9	7.9	9.3	10.7	15.1	10.9	17.5

n.s ،* ،** :به ترتیب نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار و وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد است.

ns,* and **: non significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر الگوهای مختلف کشت مخلوط زنیان و شنبلیله بر صفات کمّی و کیفی زنیان

Table 3- Comparison of means for the effect of different intercropping patterns of ajowan and fenugreek on quantitative and qualitative traits of ajowan

الگوی کشت Cropping pattern	تعداد چتر در بوته Number of umbels per plant	تعداد دانه در چتر Number of seed per umbel	وزن هزار دانه (گرم) 1000- seed weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار) Biological yield ($kg.ha^{-1}$)	درصد اسانس Essential oil percentage	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار) Essential oil yield ($kg.ha^{-1}$)
کشت خالص Sole cropping	34.2 b*	159.2 b	1.54 a	632.2 b	3943.56 b	2.17 c	14 b
۴ ردیف زنیان + ۲ردیف شنبلیله 4 rows of ajowan + 2 rows of fenugreek	43.1 a	172.3a	1.65 a	757.7 a	4821.89 a	3.47 a	26.1 a
۸ ردیف زنیان + ۴ ردیف شنبلیله 8 rows of ajowan + 4 rows of fenugreek	41.6 a	174 a	1.57 a	732.2 a	4806.67 a	3.42 a	25.5 a
۱۲ ردیف زنیان + ۶ ردیف شنبلیله 12 rows of ajowan + 6 rows of fenugreek	33.4 b	149.7 b	1.32 b	558.9 c	3312.70 c	2.95 b	16.9 b

*میانگین‌های فاقد حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد هستند.

*Means with different letters in each column are significantly different based on Duncan's multiple range tests at 5% probability level.

جدول ٤- اثر کود بر صفات کمّی و کیفی مورد مطالعه گیاه زنیان درکشت مخلوط با شنبلیله

Table 4- Comparison of means the effect of fertilizer on quantitative and qualitative traits of ajowan in intercropping with Fenugreek

کود Fertilizer	ارتفاع بوته (سانتیمتر) Plant height (cm)	تعداد چتر در بوته Number of umbels per plant	وزن هزار دانه (گرم) 1000-Seed weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار) Biological yield ($kg.ha^{-1}$)	درصد اسانس Essential oil percentage	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار) Essential oil yield ($kg.ha^{-1}$)
عدم کاربرد کود (شاهد) Control	77.9 b*	33 b	1.42 b	604.1 b	3784 b	2.7 b	16.5 b
کود شیمیایی Chemical fertilizer	84.6 a	39.3 a	1.54 ab	680.8 a	4419.8 a	3 a	21.5 a
کود شیمیایی + کود زیستی Chemical fertilizer + biofertilizer	83 a	41.9 a	1.6 a	725.8 a	4459.6 a	3.23 a	23.8 a

*میانگین‌های فاقد حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد هستند.

*Means with different letters in each column are significantly different based on Duncan's multiple range tests at 5% probability level.

www.SID.ir

Archive of SID

در پایان فصل رشد، ابتدا از هر کرت به طور تصادفی تعداد 10 بوته انتخاب و صفاتی نظیر ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر و وزن هزار دانه زنیان اندازه گیری شد. سپس با در نظر گرفتن حاشیه از هر طرف، برداشت گیاهان هر کرت به منظور تعیین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی صورت گرفت. برای تعیین عملکرد بیولوژیکی، پس از جدا نمودن بذور، نمونه‌ها در دمای 70 درجه سانتی‌گراد تا ثابت ماندن وزن خشک درون آون قرار گرفتند و سپس وزن شدند.

برای ارزیابی کشت مخلوط زنیان و شنبلیله در مقایسه با کشت خالص از شاخص نسبت برابری زمین (بر اساس عملکرد دانه) با استفاده از معادله (1) استفاده شد (Mazaheri, 1998).

$$LER = \frac{Y_1}{F_1} + \frac{Y_2}{A_2} \quad \text{(معادله 1)}$$

در این معادله، Y_1 و Y_2: به ترتیب عملکرد گونه‌های زنیان و شنبلیله در کشت مخلوط و F_1 و A_2: نیز عملکرد گونه‌های شنبلیله و زنیان در کشت خالص است.

استخراج اسانس زنیان به روش تقطیر با آب، توسط دستگاه کلونجر از 30 گرم نمونه بذری هر کرت صورت گرفت. سپس درصد اسانس به روش وزنی و عملکرد اسانس براساس عملکرد دانه x درصد اسانس محاسبه گردید. جهت تجزیه و تحلیل داده‌های بدست آمده از نرم‌افزار SPSS 16 استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها توسط روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

خصوصیات رشدی، اجزای عملکرد و عملکرد زنیان

ارتفاع بوته تحت تأثیر الگوی کاشت قرار نگرفت، اما اثر نوع کود مصرفی بر این صفت معنی‌دار بود (جدول 2). به طوری که بیشترین ارتفاع بوته گیاه زنیان (84/6 سانتی‌متر) در تیمار کود شیمیایی به دست آمد که با تیمار 50 % کود شیمیایی + کود زیستی اختلاف معنی‌داری نشان نداد. کمترین ارتفاع بوته (77/9 سانتی‌متر) نیز از تیمار شاهد حاصل شد (جدول 4).

بالا بودن فراهمی عناصر غذایی به خصوص نیتروژن از طریق تحریک رشد رویشی و افزایش طول میانگره‌ها باعث افزایش ارتفاع گیاه می‌شود. محققین افزایش ارتفاع گیاه در نتیجه کاربرد کودهای زیستی را نیز ناشی از افزایش توسعه ریشه و جذب بهتر آب و مواد غذایی و تولید هورمون‌های رشد از جمله جیبرلین و اکسین‌ها می‌دانند (Nazeri et al., 2010). در مطالعه اثر کاربرد مواد آلی، کودهای بیولوژیک و کود شیمیایی در گیاه سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* L.)، مشخص شد که در تمامی تیمارهای اعمال شده نسبت به شاهد، ارتفاع گیاه افزایش معنی‌داری یافت (Saeidnejad et al., 2012). رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2012) در پژوهش خود مشاهده نمودند که مصرف کودهای بیولوژیک (نیتراژین، نیتروکسین و ورمی‌کمپوست) سبب افزایش ارتفاع بوته در گیاه مرزه (*Satureja hortensis* L.) شد.

الگوی کاشت بر تعداد چتر در بوته زنیان تأثیر معنی‌داری ($p\leq 0/01$) داشت (جدول 2). بیشترین تعداد چتر در بوته با میانگین 43 چتر در بوته از تیمار کشت مخلوط نواری 4 ردیف زنیان+ 2 ردیف شنبلیله و کمترین آن با میانگین 33 چتر در بوته در تیمار 12 ردیف زنیان+ 6 ردیف شنبلیله حاصل شد که البته تفاوت معنی‌داری با کشت خالص نداشت (جدول 3). به نظر می‌رسد که در کشت مخلوط نواری 4 ردیف زنیان+ 2 ردیف شنبلیله، شرایط مطلوبی برای بوته‌های زنیان در دستیابی به شرایط و منابع محیطی از جمله فراهمی نیتروژن حاصل از جزء شنبلیله و با بهره برداری مطلوب‌تر از این منابع بر تعداد چتر در بوته افزوده شده است، اما با افزایش عرض نوار، به دلیل کاهش اثرات تسهیل و تکمیل‌کنندگی دو گونه از تعداد چتر در بوته کاسته شده است. در کشت مخلوط سویا و نعناع (*Mentha piperita* L.) مشخص شد که تعداد غلاف در بوته سویا در کشت مخلوط به دلیل افزایش بهره‌وری در استفاده از منابع بالاتر از کشت خالص بود (Maeffei & Mucciarelli, 2003). نامداری و محمودی (Namdari & Mahmoudi, 2012) در کشت مخلوط کلزا (*Brassica napus* L.) و نخود (*Cicer arietinum* L.) بیان داشتند که تعداد خورجین در بوته کلزا در کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص بوده است که علت آن را افزایش تعداد شاخه‌های فرعی کلزا و بهبود فراهمی و کارایی مصرف منابع محیطی عنوان کردند.

بین تیمارهای کودی مورد استفاده از نظر تعداد چتر در بوته اختلاف معنی‌داری مشاهده شد ($p\leq 0/01$) (جدول 2). تیمار تلفیقی کود زیستی با کود شیمیایی بیشترین (41/92 چتر در بوته) و تیمار عدم مصرف کود کمترین (33 چتر در بوته) تعداد چتر در بوته را دارا

www.SID.ir

Archive of SID

بودند (جدول 4). به نظر می‌رسد در تحقیق حاضر، وجود باکترهای ناشی از کاربرد کود *ازتو باکتر* و فسفر بارور-2 در محیط ریشه، میزان فراهمی نیتروژن و جذب فسفر نامحلول موجود در خاک را برای گیاه به خصوص در مرحله زایشی افزایش داده و سبب بهبود رشد گیاه و اختصاص مواد فتوسنتزی بیشتر به بخش زایشی و در نتیجه افزایش تعداد چتر در بوته شده است. از طرفی، افزودن کود شیمیایی (مانند نیتروژن و فسفر) که در فرایندهای رویشی و زایشی گیاه نقش کلیدی دارند، می‌تواند اجزای عملکرد گیاه را به میزان قابل توجهی افزایش دهد، اما تغییرات این افزایش در حضور کود زیستی چشمگیرتر می‌باشد. رضوانی مقدم و مرادی (Rezvani Moghaddam & Moradi, 2012) در کشت مخلوط زیره سبز و شنبلیله مشاهده کردند که کودهای زیستی سبب افزایش تعداد چتر در گیاه زیره سبز گردید. خرم‌دل و همکاران (Khorramdel et al., 2010) با بررسی اثر تلقیح باکتری های محرک رشد بر سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) اظهار داشتند که تلقیح با *آزوسپیریلوم*، *ازتوباکتر* و میکوریزا باعث افزایش تعداد کپسول در بوته شد.

اثر الگوی کاشت بر تعداد دانه در چتر معنی‌دار ($p\leq0/01$) بود، اما نوع کود مصرفی بر این صفت اثر معنی‌دار نداشت (جدول 2). بیشترین تعداد دانه در چتر در دو تیمار کشت مخلوط نواری 8 ردیف زنیان+ 4 ردیف شنبلیله و 4 ردیف زنیان و 2 ردیف شنبلیله و کمترین آن در تیمار 12ردیف زنیان و 6 ردیف شنبلیله به دست آمد (جدول 3). هنگامی که گیاهان تیره حبوبات همراه با گیاهان دیگر به صورت مخلوط کشت می‌شوند، اغلب نیتروژن تثبیت شده توسط این دسته از گیاهان در خاک می‌تواند مورد استفاده گیاه همراه قرار گرفته و در نتیجه منجر به بهبود اجزا عملکرد و در نهایت، افزایش محصول آن گردد. جهانی و همکاران (Jahani et al., 2007) نیز در کشت مخلوط زیره سبز و عدس (*Lens culinary* L.) نشان دادند که بیشترین تعداد دانه در چتر زیره سبز در کشت مخلوط ردیفی و نواری 3:3 به دست آمد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول 2) داده‌ها نشان داد که اثر الگوی کاشت بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ($p\leq0/01$). از نظر تأثیر الگوهای کاشت مخلوط بر وزن هزار دانه مشاهده شد که کشت مخلوط نواری با نسبت 4 ردیف زنیان+ 2 ردیف شنبلیله با میانگین 1/65 گرم بیشترین و کشت مخلوط نواری با نسبت 12 ردیف زنیان+ 6 ردیف شنبلیله با میانگین 1/32 گرم کمترین وزن هزار دانه را دارا بودند. وزن هزار دانه در تیمار کشت مخلوط نواری با نسبت 4 ردیف زنیان+ 2 ردیف شنبلیله با کشت مخلوط نواری با نسبت 8 ردیف زنیان+ 4 ردیف شنبلیله و کشت خالص تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول 3). طبق نتایج به دست آمده توسط سایر محققان نیز مشخص گردید هنگامی‌که ساختار کانوپی در کشت مخلوط طوری طراحی گردد که فشار رقابت بین گونه‌ای کمتر باشد و نفوذ نور و جذب آن توسط کانوپی گیاه افزایش یابد، اجزای عملکرد بهبود می‌یابد (Rezaei-Chianeh et al., 2010). بررسی-های مختلف نشان داده است که در صورت انتخاب آرایش کاشت و تراکم مناسب در کشت مخلوط، جذب آب و مواد غذایی به دلیل تفاوت در توانایی رقابت بین گیاهان مختلف افزایش می‌یابد (Hauggard-Nielson et al., 2001). بنابراین به نظر می‌رسد که درکشت مخلوط نواری با نسبت 4 ردیف زنیان+ 2 ردیف شنبلیله با ایجاد ساختار کانوپی و آرایش مطلوب باعث افزایش جذب نور کانوپی و در نتیجه تولید مواد فتوسنتزی بالاتر توانسته مواد فتوسنتزی بیشتری را به مخازن (دانه‌ها) خود اختصاص دهد و در تولید بیشتر وزن هزار دانه موفق‌تر از سایر الگوهای کشت عمل کند، اما در کشت مخلوط نواری با نسبت 12 ردیف زنیان+ 6 ردیف شنبلیله به موازات افزایش عرض نوارها به دلیل کاهش اثرات تسهیل و تکمیل‌کنندگی دو گونه در کنار یکدیگر منجر به کاهش وزن هزار دانه گردید. در کشت مخلوط زیره سبز و عدس مشخص شد که با جابجایی از کشت خالص به سمت کشت مخلوط ردیفی وزن هزار دانه افزایش پیدا کرد (Jahani et al., 2007). نقی زاده و همکاران (Naghizadeh et al., 2012) در کشت مخلوط ذرت و خلر دریافتند که وزن هزار دانه ذرت در نسبت 75 ذرت: 25 خلر بالاتر از سایر نسبت‌های کاشت بود.

وزن هزار دانه زنیان تحت تأثیر نوع کود مصرفی ($p\leq0/05$) قرار گرفت (جدول 2). بیشترین و کمترین وزن هزار دانه به ترتیب به تیمارهای تلفیقی کود زیستی با کود شیمیایی و شاهد برابر با 1/6 و 1/4 گرم تعلق داشت؛ به طوریکه وزن هزاردانه در تیمار تلفیقی کود زیستی با کود شیمیایی نسبت به تیمار شاهد حدود 11 درصد افزایش نشان داد (جدول 4). کود زیستی با بهبود رشد ریشه و افزایش آسیمیلاسیون مواد فتوسنتزی از طریق افزایش سطح برگ و افزایش ظرفیت فتوسنتزی در دوره قبل از گلدهی، می‌تواند در مرحله پس از گلدهی با انتقال مجدد این مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن وزن هزار دانه را بهبود ببخشد (Jahan et al., 2010). سلیم و همکاران

www.SID.ir

Archive of SID

(Saleem et al., 2011) ضمن بررسی کشت مخلوط ذرت با دو گونه از حبوبات گزارش کردند که بیشترین وزن هزار دانه ذرت از تیمار تلفیقی کودآلی+کود شیمیایی+ کود زیستی به دست آمد. در بررسی تأثیر کاربرد سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای و کود زیستی در گیاه آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) مشخص شد که بالاترین وزن هزار دانه از تیمار تلفیقی کود آلی و شیمیایی به دست آمد (Akbari et al., 2009).

تأثیر الگوی کاشت بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی زنیان در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار ($p\leq0/01$) بود (جدول 2). بیشترین میزان عملکرد دانه برابر با 757 کیلوگرم در هکتار و عملکرد بیولوژیکی زنیان برابر با 4821 کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار کشت مخلوط نواری با نسبت 4 ردیف زنیان+ 2 ردیف شنبلیله بود که البته تفاوت معنی‌داری با تیمار 8 ردیف زنیان+ 4 ردیف شنبلیله نداشت و کمترین میزان عملکرد دانه با 558 کیلوگرم در هکتار و عملکرد بیولوژیکی با 3312 کیلوگرم در هکتار از کشت مخلوط نواری با نسبت 12ردیف زنیان+ 6 ردیف شنبلیله به دست آمد (جدول 3). اگر اجزای تشکیل دهنده کشت مخلوط در نحوه استفاده از منابع محیطی متفاوت عمل کنند از این منابع به طور مؤثرتری استفاده خواهد شد و در نتیجه در چنین حالتی عملکرد افزایش می‌یابد (Willey, 1990). از آنجا که زنیان نسبت به شنبلیله دارای ارتفاع و زیست توده بیشتری می‌باشد، به نظر می‌رسد که زنیان در کشت مخلوط فشار رقابتی کمتری نسبت به کشت خالص تحمل کرده و با بهره‌برداری مطلوبتر از شرایط و احتمالاً منابع ایجاد شده از طرف شنبلیله به ویژه نیتروژن تثبیت شده، سبب بهبود اجزای عملکرد و عملکرد دانه شده است. حسن‌زاده اول و همکاران (Hasanzadeh Aval et al., 2011) در کشت مخلوط مرزه و شبدر دریافتند که عملکرد شبدر در کشت مخلوط افزایش یافت. کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2012) درکشت مخلوط گاوزبان اروپایی با لوبیا بیان نمودند که بین الگوهای مختلف کشت مخلوط لوبیا و گاوزبان اروپایی، الگوی دو ردیف لوبیا+ دو ردیف گاوزبان، دارای رقابت بین گونه ای کمتری در مقایسه با رقابت درون گونه‌ای بود و باعث شد تا گیاهان همراه در این الگو برای نیچ‌های اکولوژیکی یکسان رقابت نکرده که در نهایت منجر به افزایش عملکرد در این شرایط، در مقایسه با سایر الگوهای مخلوط گردید.

عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی گیاه زنیان نیز تحت تأثیر نوع کود مصرفی قرار گرفت (به ترتیب $p\leq0/01$ و $p\leq0/05$)، به طوری‌که بیشترین میزان عملکرد دانه با 725 کیلوگرم در هکتار و عملکرد بیولوژیکی با 4459 با کیلوگرم در هکتار از تیمار تلفیقی کود زیستی و شیمیایی و کمترین مقدار عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی از تیمار شاهد به ترتیب به میزان 604 و 3784 کیلوگرم در هکتار به دست آمد (جدول 4). تیمار تلفیقی کود زیستی و شیمیایی سبب افزایش 17 و 6 درصدی عملکرد دانه به ترتیب نسبت به دو تیمار شاهد و شیمیایی گردید. اگرچه فراهمی عناصر غذایی موجود در انواع کودهای شیمیایی در رشد و نمو گیاهان تأثیر بسزایی دارد، اما عناصر غذایی مثل فسفر شیمیایی در خاک به سرعت تثبیت می‌شود. باکتری‌های موجود در کود زیستی نیز برای شروع فعالیت اولیه نیاز به مقداری فسفر دارند. در صورت نبود فسفر یا عدم دسترسی باکتری‌های موجود در کود زیستی به فسفر مورد نیاز در خاک فعالیت آنها کاهش می‌یابد. در نتیجه کارایی کود زیستی پایین می‌آید. به نظر می‌رسد که تغذیه تلفیقی توانسته است با متعادل کردن جذب عناصر اصلی پر مصرف و ریزمغذی مورد نیاز گیاه سبب افزایش رشد، تولیدات فتوسنتزی و در نهایت موجب افزایش عملکرد شود. همچنین در سیستم کشت مخلوط، به دلیل اثرات مکملی اجزای کشت مخلوط در جذب عناصر غذایی، امکان جذب بیشتر عناصر غذایی در طول نیمرخ خاک به دلیل تفاوت در عمق توسعه ریشه فراهم می‌شود (Willey, 1990) که این مسأله نیز در افزایش عملکرد دانه نیز می‌تواند تأثیر داشته باشد. رضوانی مقدم و مرادی (Rezvani Moghaddam & Moradi, 2012) در کشت مخلوط زیره‌سبز و شنبلیله گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه زیره‌سبز از تیمار ترکیبی *ازتو باکتر* + *آزوسپریلوم* حاصل شد. نقی‌زاده و همکاران (Naghizadeh et al., 2012) در کشت مخلوط ذرت و خلر بیان داشتند که بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی ذرت در کاربرد توأم کود زیستی و شیمیایی مشاهده شد. سلیم و همکاران (Saleem et al., 2011) ضمن بررسی کشت مخلوط ذرت با دو گونه از ماش (*Vigna radiata* L.) گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی ذرت از تیمار تلفیقی کود آلی + کود شیمیایی + کود زیستی به دست آمد.

تأثیر الگوی کاشت بر درصد اسانس و عملکرد اسانس معنی‌دار ($p\leq0/01$) شد (جدول 2). درصد اسانس در تمامی تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از کشت خالص بود. بیشترین درصد اسانس (3/47 درصد) و عملکرد اسانس (26/11 کیلوگرم در هکتار) از تیمار کشت

www.SID.ir

Archive of SID

مخلوط نواری با نسبت 4 ردیف زنیان+ 2 ردیف شنبلیله و کمترین درصد اسانس (2/17 درصد) و عملکرد اسانس (14 کیلوگرم در هکتار) از تیمار کشت خالص حاصل شد (جدول 3). عملکرد اسانس برآیندی از عملکرد دانه و درصد اسانس دانه می‌باشد. بنابراین بالا بودن عملکرد اسانس در کشت مخلوط نواری با نسبت 4 ردیف زنیان+ 2 ردیف شنبلیله به دلیل بالا بودن عملکرد دانه و درصد اسانس در این تیمار بود. افزایش درصد اسانس در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی را می‌توان به افزایش فراهمی نیتروژن از طریق تثبیت زیستی نیتروژن توسط شنبلیله نسبت داد. از آنجا که نیتروژن یکی از عناصر غذایی موثر بر میزان فعالیت آنزیم‌های فتوستزی گیاهان است (Ekrena et al., 2012)، چنین به نظر می‌رسد که وجود شرایط مناسب برای رشد بوته‌های زنیان از جمله فراهم شدن نیتروژن در شرایط مخلوط با شنبلیله، باعث بهبود رشد و فتوسنتز و به تبع آن افزایش میزان اسانس در مقایسه با کشت خالص شده است. علیزاده و همکاران (Alizadeh et al., 2012)، در بررسی کشت مخلوط لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و ریحان (*Ocimum basilicum* L.) دریافتند که از نظر درصد اسانس بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، اما عملکرد اسانس در کشت خالص و کشت مخلوط چهار ریحان دو لوبیا در شرایط کنترل علف هرز بیشتر از همه تیمارها بود. راجسوارا (Rajsawara, 2002) در کشت مخلوط شمعدانی عطری (*Pelargonium* sp.) و نعناع دریافت که عملکرد اسانس نعناع با افزایش عرض نوار از 60 به 120 سانتی‌متر به دلیل کاهش عملکرد بیوماس این گیاه به طور معنی‌داری کاهش یافت، اما عملکرد اسانس شمعدانی عطری تحت تأثیر عرض نوار قرار نگرفت.

درصد اسانس دانه و عملکرد اسانس تحت تأثیر کود مصرفی ($p\leq0/01$) قرار گرفت (جدول 2) و تلفیق کود زیستی و شیمیایی سبب افزایش درصد اسانس نسبت به تیمار شاهد شد (جدول 4). همچنین، تیمار تلفیقی کود زیستی با کود شیمیایی بیشترین و تیمار شاهد کمترین عملکرد اسانس را تولید کردند. میزان تشکیل مواد موثره گیاهان تحت تأثیر عوامل متعددی قرار می‌گیرد. نتایج برخی از تحقیقات نشان داده که کاربرد کودهای زیستی و فراهمی عناصر غذایی، باعث افزایش تولید اسانس شده است. به طور مثال، رضوانی مقدم و مرادی (Rezvani Moghaddam & Moradi, 2012) در کشت مخلوط زیره سبز و شنبلیله، به اثر مثبت استفاده از کود زیستی در افزایش عملکرد اسانس گیاه دارویی زیره سبز اشاره داشتند. اکبری‌نیا و همکاران (Akbarinia et al., 2003) گزارش کردند که بیشترین اسانس دانه زنیان در سیستم تغذیه تلفیقی کودهای شیمیایی و کود دامی به دست آمد. در تحقیق علیجانی و همکاران (Alijani et al., 2011)، بیشترین درصد و عملکرد اسانس گیاه دارویی بابونه (*Matricaria recutita* L.) از تیمار تلفیقی کود شیمیایی فسفر و کود زیستی فسفر بارور-2 حاصل شد. رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2013) در یک بررسی روی مرزه نشان دادند که تیمار ترکیبی نیتراژین، حل‌کننده فسفات و ورمی کمپوست، درصد اسانس را به طور چشمگیری نسبت به شاهد افزایش داد.

نسبت برابری زمین (LER)

همانگونه که در جدول 5 مشاهده می‌شود، LER جزئی زنیان در تمامی تیمارها نسبت به شنبلیله بالاتر بود که نشان می‌دهد گیاه زنیان از کشت مخلوط با شنبلیله اثر مثبت پذیرفته است. بالاترین LER جزئی شنبلیله (0/87) و زنیان (1/16) از کشت مخلوط نواری با نسبت 4 ردیف زنیان و 2 ردیف شنبلیله به دست آمد (جدول 5). LER جزئی در زنیان در تمامی تیمار ا بالاتر از شنبلیله بود که می‌توان چنین نتیجه گیری نمود که زنیان از کشت مخلوط با شنبلیله اثر مثبت پذیرفته است. LER جزئی زنیان در تیمارهای تلفیقی کود زیستی و شیمیایی مصرف کود نسبت به تیمار عدم کاربرد کود (شاهد) بالاتر بود. LER جزئی شنبلیله در تیمار عدم کاربرد کود (شاهد) نسبت به تیمار مصرف کود بیشتر بود. افزیش کود شیمایی به خصوص نیتروژن در مخلوط لگوم (شنبلیله) با غیرلگوم (زنیان) رقابت را به نفع گونه غیرلگوم افزایش می‌دهد و این امر در LER جزئی شنبلیله در تیمار عدم کاربرد کود (شاهد) و کود دهی قابل ملاحظه است. همچنین، با توجه به نیاز غذایی پایین شنبلیله، واکنش ضعیف گیاه شنبلیله به تیمارهای کودی مختلف، به نیاز کم این گیاه به عناصر غذایی که خود ناشی از خصوصیات ژنتیکی این گیاه می‌باشد. در تحقیق مشابهی نیز گزارش شد که ارقام محلی گیاهان زراعی دارای ظرفیت کودپذیری پایینی بوده و عملکردشان تحت تأثیر مصرف عناصر غذایی قرار نمی‌گیرد (Mohammad Abadi et al., 2012).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- نسبت برابری زمین جزئی و نسبت برابری زمین کل برای عملکرد دانه زنیان و شنبلیه در تیمارهای کشت مخلوط

Table 5- Partial Land Equivalent Ratio and Land Equivalent Ratio (LER) for grain yields of Ajowan and Fenugreek at intercropping treatment

تیمار Treatment	۴ زنیان+۲ شنبلیه 4 Ajowan + 2 Fenugreek			۸ زنیان+۴ شنبلیه 8 Ajowan + 4 Fenugreek			۱۲ زنیان+۶ شنبلیه 12 Ajowan + 6 Fenugreek		
	شاهد	کود شیمیایی	تیمار تلفیقی	شاهد	کود شیمیایی	تیمار تلفیقی	شاهد	کود شیمیایی	تیمار تلفیقی
نسبت برابری زمین جزئی زنیان Partial Land Equivalent Ratio of ajowan	1.08	1.16	1.15	0.76	1.1	1.13	0.82	0.79	0.87
نسبت برابری زمین جزئی شنبلیه Partial Land Equivalent Ratio of Fenugreek	0.87	0.81	0.74	0.92	0.73	0.77	0.65	0.69	0.72
Total LER نسبت برابری زمین کل	1.95	1.97	1.89	1.68	1.83	1.9	1.47	1.48	1.59

با توجه به نتیجه آزمایش نسبت برابری زمین کل در تمامی تیمارهای مخلوط بیشتر از یک بود که نشان دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به تک کشتی در این الگوهای کشت می‌باشد. کشت مخلوط نواری با نسبت 4 ردیف زنیان + 2 ردیف شنبلیله بالاترین نسبت برابری زمین کل را در بین الگوهای مختلف کشت مخلوط به خود اختصاص داد، اما با افزایش عرض نوارها میزان LER کاهش یافت (جدول 5). علت کاهش LER با افزایش عرض نوارها احتمالا به دلیل کاهش اثرات تسهیل و تکمیل کنندگی دو گونه باشد. کشت مخلوط زمانی سودمند است که عملکرد دانه مخلوط، بیشتر از حداکثر محصول تک کشتی باشد. اضافه عملکرد به دست آمده را می‌توان به استفاده بهتر از منابع موجود توسط دو گیاه و اختلافات مورفولوژیک و فیزیولوژیک بین آنها و کمتر بودن علف هرز در سیتم کشت مخلوط نسبت داد (Hemayati et al., 2012). شاید بتوان بالا بودن LER از یک را به خاطر تثبیت و جذب نیتروژن در کشت مخلوط نسبت داد (Ghanbari-Bonjar & Lee, 2003). وقتی دو گونه در مجاورت هم رشد می‌کنند، هر دو گونه برای جذب عناصر غذایی در رقابت خواهند بود. اگر یکی از گونه‌ها دارای منبع دیگری مانند گره‌های تثبیت نیتروژن باشد، در این صورت فشار رقابتی کاهش می‌یابد. زیرا گونه لگوم در جذب نیتروژن موجود در خاک با گونه مجاور رقابت کمتری خواهد داشت. در نتیجه دو گونه به رقابت در مورد سایر منابع می‌پردازند (Vandermeer, 1989).

در کشت مخلوط لوبیا و گاوزبان، مقدار نسبت برابری زمین جزئی دو گونه با افزایش عرض نوار کاهش یافت (Koocheki et al., 2012). نتایج تحقیقات نامداری و محمودی (Namdari & Mahmoudi, 2012) نشان داد در بین نسبت‌های مختلف کشت مخلوط ارقام پاکوتاه و پابلند سویا بیشترین نسبت برابر زمین (LER= 1/39) مربوط به الگوی کاشت یک ردیفه بود. رضائی چیانه و همکاران (Rezaei-chianeh et al., 2010) در کشت مخلوط ذرت و باقلا (*Vicia faba* L.) مقدار LER را در تمام تیمارهای مخلوط بالاتر از یک گزارش کرده اند که این امر نشان دهنده برتری کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص است. شایگان و همکاران (Shayagan et al., 2008) در کشت مخلوط ذرت با لوبیا، کوچکی و همکاران (Koocheki et al., 2010) در کشت مخلوط نواری ذرت و لوبیا، رضوانی‌مقدم و مرادی (Rezvani Moghaddam & Moradi,

www.SID.ir

Archive of SID

2012) در کشت مخلوط زیره سبز و شنبلیله و لیلی و همکاران (et Lili al., 2012) در کشت مخلوط ذرت و نخود فرنگی نیز مقدار LER را بالاتر از یک گزارش کرده‌اند.

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج آزمایش حاضر نشان داد که عملکرد زنیان تحت تأثیر الگوهای مختلف کشت مخلوط و نوع کود قرار گرفت. به طوری که با افزایش عرض نوار به دلیل کاهش اثرات تسهیل و تکمیل‌کنندگی دو گونه، عملکرد و LER کاهش پیدا کرد. در تیمارهای کشت مخلوط، زنیان گیاه غالب بود و از کشت مخلوط با شنبلیله اثر مثبت پذیرفت. به احتمال زیاد با حضور شنبلیله در کنار گیاه زنیان از طریق تثبیت بیولوژیکی نیتروژن سبب افزایش تولید دانه و اسانس زنیان گردید. در تحقیق حاضر کاربرد تغذیه تلفیقی کودهای شیمیایی و زیستی نیز توانست عملکرد و اجزای عملکرد دانه را بهبود ببخشد. بنابراین، چنین به نظر می‌رسد که استفاده از کودهای زیستی در کشت مخلوط یکی از راهکارهای مناسب برای دسترسی به عملکرد مطلوب با حداقل مصرف نهاده‌های خارجی است که در بلندمدت می‌تواند منجر به کاهش نیاز سیستم‌های زراعی به نهاده‌های شیمیایی - شود.

منابع

Akbari, P., Ghalavand, A., and Modarres Sanavi, S.A.M. 2009. Effects of different nutrition systems (organic, chemical and integrated) and biofertilizer on yield and other growth traits of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Journal of Sustinable Agriculture and Prodution Science 1: 84-93. (In Persian with English Summary)

Akbarinia, A., Ghalavand, A., Sefidcon, F., Rezaee, M.B., and Sharifi, A. 2003. Study on the effect of different rates of chemical fertilizer, manure and mixure of them on seed yield and main, compositions of essential oil of ajowan (*Trachyspermum copticum*). Pajouhesh and Sazandegi 61: 32-41. (In Persian with English Summary)

Alijani, M., Amini Dehaghi, M., Malboobi, M.A., Zahedi, M., and Modares Sanavi, S.A.M. 2011. The effect of different levels of phosphorus fertilizer together with phosphate bio-fertilizer (Barvar II) on yield, essential oil amount and chamazulene percentage of *Matricaria recutita* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 3: 450-459. (In Persian with English Summary)

Alizadeh, Y., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2010. Yield, yield components and potential weed control of intercropping bean (*Phaseolus vulgaris*) with sweet basil (*Ocimum basilicum*). Iranian Journal of Field Crops Research 7: 541-553. (In Persian with English Summary)

Ayoola, O., and Makinde, T.E.A. 2011. Cassava/maize intercrop performance and soil nutrient changes with fertilizers. Journal of Agricultural Science 3: 136-140.

Ekrena S., Sonmez, C., Ozcakal, E., Kurttas, Y.S.K., Bayram, E., and Gurgulu, H. 2012. The effect of different irrigation water levels on yield and quality characteristics of purple basil (*Ocimum basilicum* L.). Agricultural Water Management 109: 155–161.

Ghanbari-Bonjar, A., and Lee, H.C. 2003. Intercropped wheat (*Triticum aestivum* L.) and bean (*Vicia faba* L.) as whole-crop forage: effect of harvest time on forage yield and quality. Grass and Forage Science 58: 28–36.

Hassanzadeh Aval, F., Koocheki, A., Khazaie, H.R., and Nassiri Mahallati, M. 2011. Effect of plant density on growth characteristics and yield of summer savory (*Satureja hortensis* L.) and Persian clover (*Trifolium resupinatum* L.) Intercropping. Iranian Journal of Field Crops Research 8: 920-929. (In Persian with English Summary)

Hauggard-Nielson, H., Ambus, P., and Jensen, E.S. 2001. Interspecific competition, N use and interference with weeds in pea barley intercropping. Field Crops Research 70: 101-109.

Hemayati, S., Siadat, A., and Sadeghzade, F. 2002. Evaluation of intercropping of two corn hybrids in different densities, Iranian. Journal of Agricultural Science 25: 73-87. (In Persian with English Summary)

Jahan, M., Nassiri Mahallati, M., Salari, M.D., and Ghorbani, R. 2010. The effects of time of manure application and different biological fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of *Cucurbita pepo* L. Iranian Journal of Field Crops Research 4: 726-737. (In Persian with English Summary)

Jahani, M., Koocheki, A., and Nassiri Mahallati, M. 2007. Comparison of different intercropping arrangements of cumin (*Cuminum cyminum*) and lentil (*Lens culinaris*). Iranian Journal of Field Crops Research 1: 67-78 (In Persian with English Summary)

www.SID.ir

Archive of SID

Khorramdel, S., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., and Ghorbani, R. 2010. Effect of biofertilizers on the yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 5: 768-776. (In Persian with English Summary)

Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Feizi, H., Amirmoradi, S., and Mondani, F. 2010. Effect of strip intercropping of maize (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.) on yield and land equivalent ratio in weedy and weed free conditions. Agroecology 2: 225-235. (In Persian with English Summary)

Koocheki, A., Shabahang, J., Khorramdel, S., and Amin Ghafouri, A. 2012. Row intercropping of borage (*Borago officinalis* L.) with bean (*Phaseolus vulgaris* L.) on possible evaluating of the best strip width and assessing of its ecological characteristics. Agroecology 4: 1-11. (In Persian with English Summary)

Lili, M., Zhang, L., Li, W., Werf, W.V., Sun, J., Spiertz, H., and Li, L. 2012. Yield advantage and water saving in maize/pea intercrop. Field Crops Research 138: 11–20.

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

Majnoun Hosseini, N., and Davazdah Emami, S. 2007. Cultivation and production of certain herbs and spices. Tehran University Press, Theran, Iran 300 pp. (In Persian)

Mazaheri, D. 1998. Intercropping. (First Ed.) Tehran University Press, Theran, Iran 262 pp. (In Persian)

Mohammad Abadi, A.A., Rezvani Moghaddam, P., Fallahi, J., and Bromand Rezazadeh, Z. 2012. Effect of chemical and organic fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) forage. Journal of Agroecology 3: 491-499. (In Persian with English Summary)

Muyayabantu, G.M., Kadiata, B.D., and Nkongolo, K.K. 2013. Assessing the effects of integrated soil fertility management on biological efficiency and economic advantages of intercropped maize (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.) in DR Congo. American Journal of Experimental Agriculture 3: 520-541.

Naghizadeh, M., Ramroodi, M., Galavi, M., Siahsar, B., Heydari, M., and Maghsoodi, A. 2012. The effects of various phosphorus fertilizers on yield and yield components of maize and grass pea intercropping. Iranian Journal of Field Crop Sciences 2: 203-215 (In Persian with English Summary)

Namdari, M., and Mahmoudi, S. 2012. Evaluation of yield and productivity indices in planting ratios of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and canola (*Brassica napus* L.) intercropping. Iranian Journal of Field Crop Sciences 4: 346-357. (In Persian with English Summary)

Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., and Beheshti, A. 2001. Agroecology. Ferdowsi University Mashhad Press, Mashhad, Iran 460 pp. (In Persian)

Nazeri, P., Kashani, A., Khavazi, K., Ardakani, M.R., Mirakhori, M., and Pour siah bidi, M. 2010. The effect of biofertilizer and phosphorus fertilizer banding with zinc on white bean (*Phaseolus vulgaris* L). Agroecology 2: 175-185. (In Persian with English Summary)

Omidbaigi, R. 2008. Production and Processing of Medicinal Plants. (5th Ed.). Astan Ghods Press, Mashhad, Iran Vol. III 397 pp. (In Persian)

Rajsawara, R.B.R. 2002. Biomass yield, essential oil yield and essential oil composition of rose-scented geranium (*Pelargonium* species) as influenced by row Spacing and intercropping with cornmint (*Mentha arvensis* L.f. piperascens Malin. ex Holmes). Crop Production 16: 133-144.

Rezaei-chianeh, E., Dabbagh Mohammadi Nassab, A., Shakiba, M.R., Ghassemi-Golezani, K., and Aharizad, S. 2010. Evaluation of light interception and canopy characteristics in mono-cropping and intercropping of maize (*Zea mays* L.) and faba bean (*Vicia faba* L). Agroecology 2: 437-447. (In Persian with English Summary)

Rezvani Moghaddam, P., Aminghafori, A., Bakhshaie, S., and Jafari, L. 2013.The effect of organic and biofertilizers on some quantitative characteristics and essential oil content of summer savory (*Satureja hortensis* L.). Agroecology 2: 105-112.

Rezvani Moghaddam, 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 Field Crop Sciences 2: 217-230. (In Persian with English Summary)

Saeidnejad, A.H., Khazaei, H.R., and Rezvani Moghaddam, P. 2012. Assessing the effect of organic compounds, biofertilizers and chemical fertilizers on morphological properties, yield and yield components of forage sorghum (*Sorghum bicolor*). Iranian Journal of Field Crops Research 3: 503-510. (In Persian with English Summary)

Saleem, R., Zammurad, I.A., Ahmed, M., Muhammad, A., Muhammad, A.M., Muhammad, S., and Muhammad, A.K.

www.SID.ir

Archive of SID

2011. Response of maize-legume intercroppoing system to different fertility sources under rained conditions. Sarhad Journal of Agriculture 4: 503-511.

Shaygan, M., Mazaheri, D., Rahimian Mashhadi, H., and Peyghambari, S.A. 2008. Effect of planting date and intercropping maize (*Zea mays* L.) and foxtail millet (*Setaria italica* L.) on their grain yield and weeds control. Iranian Journal of Crop Sciences 10: 31-46. (In Persian with English Summary)

Vandermeer, J.H. 1989. The Ecology of Intercropping, Cambridge. University Press, 297 pp.

Willey, R.W. 1990. Resource use in intercropping system. Journal of Agriculture and Water Management 17: 215-231.

www.SID.ir