نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد هفتم، شماره چهارم، زمستان ۹۳
۱۹۷-۲۲۲
http://ejcp.gau.ac.ir

تأثیر منابع کودی بر خصوصیات رشد و عملکرد شنبلیله در کشت مخلوط با سیاهدانه

مریم روستایی[۱]، *سیف‌اله فلاح[۲] و علی عباسی سورکی[۳]
[۱،۲،۳] دانشجوی کارشناسی‌ارشد، دانشیار و استادیارگروه اگرواکولوژی، دانشگاه شهرکرد
تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/٤/۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۹/۱۷

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثر منبع کودی بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد شنبلیله و در کشت مخلوط با سیاهدانه، آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی شهرکرد در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ انجام گرفت. کشت خالص شنبلیله (F)، کشت خالص سیاهدانه (B) و همچنین سه نسبت مخلوط این دو گیاه (B:F با نسبت‌های ۲:۱، ۱:۱ و ۱:۲) به‌عنوان فاکتور اول و سه منبع کودی (کود شیمیایی، کود شیمیایی: کود مرغی (۱:۱) و کود مرغی) نیز به‌عنوان فاکتور دوم، در نظر گرفته شد. در این آزمایش صفاتی از قبیل ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی در بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه، عملکرد دانه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که عملکرد دانه تیمارهای مخلوط تحت شرایط کاربرد کود شیمیایی کمتر از کشت خالص بود ولی استفاده از کود تلفیقی عملکرد دانه تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) را در مقایسه با تیمارهای کشت خالص شنبلیله و سیاهدانه تغذیه شده از منبع کود شیمیایی، به‌ترتیب ۱٦ و ۲۷ درصد افزایش داد. در شرایط کاربرد کودمرغی با افزایش نسبت سیاهدانه در کشت مخلوط عملکرد دانه نیز افزایش یافت. بیشترین میزان نسبت برابری زمین (۱/۵۷) در تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) تحت سیستم تغذیه با کود مرغی مشاهده گردید. بنابراین، برای تولیدکنندگان محصولات دارویی که بیشتر از کود آلی استفاده می‌نمایند کشت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) تحت تغذیه کودمرغی نه تنها کاهش عملکرد سیستم کشت خالص هر کدام از این گیاهان را تحت تغذیه کودمرغی جبران نموده بلکه افزایش تولید را نسبت به کشت خالص شنبلیله و سیاهدانه به‌ترتیب ۳۹ و ٥٤ درصد به همراه دارد.

واژه‌های کلیدی: کشت خالص، گیاه دارویی، عملکرد، مدیریت تلفیقی

*مسئول مکاتبه: falah1357@yahoo.com

مقدمه

تولید منابع دارویی به‌ویژه داروهای گیاهی مستلزم تولید بیشتر این محصولات بر اثر بهبود حاصلخیزی و باروری خاک می‌باشد که این مهم با کاربرد کودها حاصل می‌گردد. در واقع کودهای آلی و غیرآلی از رایج‌ترین مواد اصلاحی هستند که برای بهبود کیفیت خاک و عملکرد محصولات به‌کار می‌روند (ورما و شارما، ۲۰۰۷). اگرچه استفاده از کودهای شیمیایی معدنی سریع‌ترین راه برای تأمین عناصر غذایی موردنیاز گیاهان می‌باشد، اما هزینه‌های اکولوژیک کودهای شیمیایی، ایجاد آلودگی، تخریب محیط‌زیست و خاک نگران کننده می‌باشد (زایدی و همکاران، ۲۰۰۳). از طرفی، آزمایشات بلندمدت نشان می‌دهند که استفاده مداوم از کودهای شیمیایی عملکرد گیاهان زراعی را به‌علت کاهش خصوصیات مطلوب فیزیکی و شیمیایی خاک و نبود ریزمغذی‌ها در کودهای NPK کاهش می‌دهد (آددیران و همکاران، ۲۰۰٤).

یکی از راهبردهای اساسی در راستای حاصلخیزی خاک و کاهش مصرف کودهای شیمیایی استفاده از کودهای آلی است (فلاح و همکاران، ۲۰۱۳). تحقیقات نشان داده است که تأمین عناصر غذایی گیاهان زراعی با استفاده از کودهای آلی می‌تواند نقش کلیدی در حاصلخیزی خاک و پایداری کشاورزی ایفا نماید (ارهارت و همکاران، ۲۰۰۵). در این راستا، کاربرد کودهای دامی از جمله کودهای مرغی دارای فواید متعدد هستند، به‌طوری که باعث افزایش مقدار ماده آلی خاک، بهبود باروری و ظرفیت نگهداری آب خاک، ایجاد شرایط تهویه و زهکشی مناسب، تأمین و نگهداری طولانی مدت موادغذایی برای گیاه و ریزجانداران می‌شوند (سنگوان و همکاران، ۲۰۰۸؛ هایولا و همکاران، ۲۰۰۸؛ کبررا و همکاران، ۲۰۰۹).

از آن‌جا که تأمین کامل کودمرغی ممکن است در برخی شرایط با محدودیت مواجه باشد، تلفیق این کودها با کودهای شیمیایی راهکار مفیدی خواهد بود. در واقع تأمین تلفیقی عناصر غذایی با استفاده از کودهای آلی و شیمیایی، مصرف کودهای شیمیایی را کاهش و کمبود مواد غذایی را جبران کرده، حاصلخیزی خاک حفظ شده و تولید پایدار محصول را به‌همراه دارد (علیزاده و همکاران، ۲۰۱۲). همچنین کاهش وزن ظاهری خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب و ساختمان گرانوله‌ای خاک، افزایش فعالیت‌های میکروبی و آنزیمی و آزادسازی عناصر غذایی موجود در کلوئیدهای خاک از دلایل افزایش عملکرد در روش‌های تغذیه‌ای تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی می‌باشد (باسو و همکاران، ۲۰۰۸؛ گریندلر و همکاران، ۲۰۰۸).

در تحقیقات قبلی برتری کود تلفیقی (شیمیایی+ دامی) نسبت به کاربرد جداگانه کود شیمیایی در گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) (شریفی عاشورآبادی، ۱۹۹۹)، گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) (مالانگولا، ۱۹۹۵)، زنیان (*Carum copticum* Benth.) (اکبری‌نیا و همکاران، ۲۰۰۵)، گل راعی (*Hypericum perforatum* L.) (لباسچی و همکاران، ۲۰۰۱) و اسفرزه (*Plantago ovata* Frossk) (یاداو و همکاران، ۲۰۰۲؛ پوریوسف و همکاران، ۲۰۰۷؛ قاسمی‌سیانی و همکاران، ۲۰۱۱) گزارش شده است. نتایج این آزمایش‌ها حاکی از ضرورت استفاده تلفیقی از کود آلی با شیمیایی در مقایسه با کاربرد جداگانه آن‌ها می‌باشد.

در ارتباط با افزایش عملکرد در واحد سطح گزارش شده است که کشت مخلوط نیز به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های مؤثر کشاورزی پایدار ضمن افزایش تنوع اکولوژیکی و اقتصادی، باعث افزایش عملکرد در واحد سطح، استفاده‌ی کارآمدتر از منابع موجود از قبیل زمین، کار، آب و عناصر غذایی، کاهش مشکلات آفات و بیماری‌ها، افزایش ثبات نظام و تغذیه مطلوب‌تر انسان و دام و برتری اقتصادی می‌شود (نعمت‌الهی و همکاران، ۲۰۱۳). همچنین کاهش وابستگی کشاورزان به آفت‌کش‌ها، به شرط حفظ کیفیت محصول و بازارپسندی نیز از دیگر اهداف اصلی کشت مخلوط در کشاورزی پایدار می‌باشد (فرناندز آپریکو و همکاران، ۲۰۰۷).

شنبلیله گیاهی است دارویی با نام علمی *Trigonella foenum-graecum* L. از تیره بقولات که قادر به تثبیت زیستی نیتروژن می‌باشد و در درمان طیف وسیعی از بیماری‌ها از جمله دیابت، سوءهاضمه، کاهش کلسترول خون، کاهش‌دهنده پرفشاری خون، قابض و ... کاربرد دارد (حسن‌زاده و همکاران، ۲۰۱۰). سیاهدانه نیز گیاهی دارویی با نام علمی *Nigella sativa* L. و از خانواده آلاله است که علاوه‌بر داشتن روغن، پروتئین و اسانس (آنتونو و همکاران، ۲۰۰۲) در درمان بیماری‌هایی مثل آسم، فشارخون، دیابت، التهاب، سرفه، برونشیت، اگزما، تب، سرگیجه و آنفولانزا مؤثر است (مهتا و همکاران، ۲۰۰۹).

توان تثبیت زیستی نیتروژن در گیاه شنبلیله ویژگی مناسبی برای کشت مخلوط با گونه‌های غیرلگوم فراهم می‌نماید، بنابراین کشت مخلوط آن با گیاه دارویی سیاهدانه، ممکن است در افزایش تولید این دو محصول مؤثر باشد. همچنین کشت مخلوط این دو گیاه به سیستم تغذیه‌ای ممکن است پاسخی متفاوت با کشت خالص نشان دهد که رهیافتی برای افزایش کارایی مصرف کود به‌شمار رود.

بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثرات منبع کودی بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی کشت مخلوط شنبلیله در کشت مخلوط با سیاهدانه اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصافی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد (طول جغرافیایی ٥٠ درجه و ٤٩ دقیقه، عرض جغرافیایی ٣٢ درجه و ٢١ دقیقه و ارتفاع ٢٠٥٠ متر از سطح دریا) در سال زراعی ٩٢-١٣٩١ اجرا گردید. سه نسبت مخلوط شنبلیله و سیاهدانه (B:F با نسبت‌های ٢:١، ١:١ و ١:٢) و کشت خالص شنبلیله (F) و سیاهدانه (B) و سه منبع کودی (کود شیمیایی، کود شیمیایی: کودمرغی (١:١) و کود مرغی) به‌عنوان تیمار در نظر گرفته شد.

ابتدا از کودمرغی و خاک (عمق ٣٠-٠ سانتی‌متری) مزرعه نمونه مرکب تهیه و در آزمایشگاه خصوصیات آن‌ها تعیین گردید (جدول ١).

جدول ١- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و کودمرغی مورد استفاده.

ویژگی	واحد	خاک	کود مرغی
بافت	-	لومی رسی	-
هدایت الکتریکی	دسی‌زیمنس بر متر	١/٠١	٦/٢٣
اسیدیته	-	٧/٩٦	٧/٩١
نیتروژن کل	گرم بر کیلوگرم	٠/٨٢	٢١/١
فسفر*	گرم بر کیلوگرم	٠/٠١٠٨	٣/٨
پتاسیم*	گرم بر کیلوگرم	٠/٣٩١	١٨/٦
کربن آلی	گرم بر کیلوگرم	٩/٩٥	٢٧٨/١
آهن	میلی‌گرم برکیلوگرم	٨/٠٩	٢٥٦
روی	میلی‌گرم برکیلوگرم	٠/٦٨	٢٣/١٤
مس	میلی‌گرم برکیلوگرم	٠/٩١	٢١/١٥
منگنز	میلی‌گرم برکیلوگرم)	٨/٧٣	٤٧/١١
نسبت کربن به نیتروژن	–	١٢/١٣	١٣/١٨

* فرم قابل دسترس این عناصر در خاک اندازه‌گیری شده است.

عملیات آماده‌سازی بستر کاشت در اواسط اردیبهشت ماه صورت گرفت. برای تهیه بستر ابتدا زمین با گاوآهن برگردان‌دار تا عمق ۳۰ سانتی‌متری شخم زده شد و سپس دو بار دیسک اعمال گردید میزان کودمرغی مصرفی در تیمارهای دارای کود مرغی، برای تأمین ۸۰ کیلوگرم در هکتار برای گیاه شنبلیله و سیاهدانه استفاده شد. در تیمار شیمیایی دیگر عناصر غذایی به‌میزان موجودی این عناصر در تیمار کودی مرغی به‌صورت کودهای شیمیایی خاک کاربرد مصرف شد.

کاشت هر دو گیاه به‌طور هم‌زمان در ۲٦ اردیبهشت در ردیف‌هایی به فواصل ۲۵ سانتی‌متر با تراکم بالا صورت گرفت. بلافاصله بعد از کاشت، آبیاری انجام شد. آبیاری‌های بعدی در طول دوره رشد با توجه به نیاز آبی این گیاهان و شرایط محیطی به روش بارانی انجام شد. عملیات تنک برای رسیدن به تراکم مطلوب (۵۰ و ۱۰۰ بوته در مترمربع به‌ترتیب برای شنبلیله و سیاهدانه) در مرحله ٤ برگی در زمان نمناک بودن مزرعه انجام شد. در طول دوره رشد مراقبت‌های لازم از جمله وجین علف‌های هرز صورت گرفت.

در هنگام رسیدگی کامل (زرد شدن بیشتر برگ‌ها و غلاف‌ها در شنبلیله و قهوه‌ای شدن کپسول‌ها در سیاهدانه) برداشت گیاهان صورت گرفت. به‌این صورت که ابتدا ۱۰ بوته به‌طور تصادفی از هر گیاه انتخاب و سپس در گیاه شنبلیله صفاتی از قبیل میانگین ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی در بوته (تعداد شاخه‌های انشعاب یافته از شاخه اصلی)، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه و در گیاه سیاهدانه نیز ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی در بوته تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. برای تعیین عملکرد در واحد سطح پس از حذف دو ردیف کناری و ۲۵ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای کرت به‌عنوان اثر حاشیه‌ای، بوته‌های موجود برداشت شده و عملکرد دانه تعیین گردید. سپس نمونه‌هایی جهت تعیین وزن خشک درون پاکت‌های کاغذی قرار گرفتند و به‌مدت ٤۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در آون قرار گرفت و در نهایت توزین انجام شد. همچنین پس از جدا کردن دانه‌ها، عملکرد دانه با رطوبت ۸ درصد و بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد.

به‌منظور ارزیابی سودمندی کشت مخلوط شاخص نسبت برابری زمین (LER)[1] محاسبه گردید (نعمت اللهی و همکاران، ۲۰۱۳).

1- Land equivalent ratio

$LER= (LER_f+LER_b)$
$LER_f=Y_{fi}/Y_f$
$LER_b=Y_{bi}/Y_b$

که در این رابطه، LER، LER_f و LER_b به‌ترتیب نسبت برابری زمین کل، نسبت برابری زمین شنبلیله و نسبت برابری زمین سیاهدانه و Y_{fi}، Y_f، Y_{bi} و Y_b به‌ترتیب عملکرد شنبلیله در کشت مخلوط، عملکرد شنبلیله در کشت خالص، عملکرد سیاهدانه در کشت مخلوط و عملکرد سیاهدانه در کشت خالص می‌باشد.

داده‌های حاصل از آزمایش توسط نرم‌افزار SAS Version 9 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها نیز با آزمون LSD در سطح احتمال ٥ درصد با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام شد.

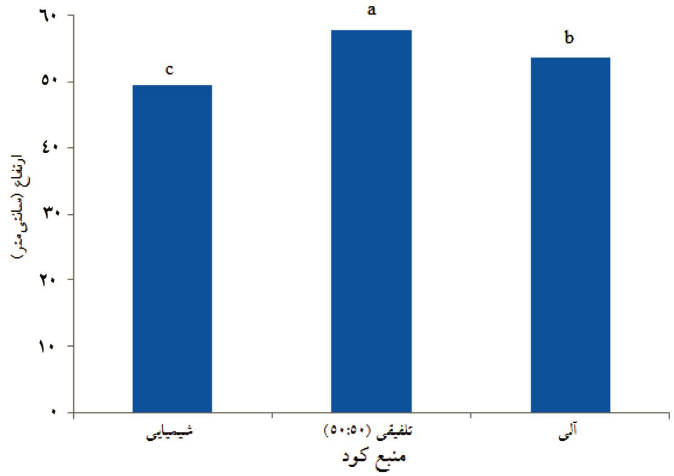
نتایج و بحث

ارتفاع بوته: اثر نوع منبع کودی بر ارتفاع گیاه شنبلیله در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود اما نسبت‌های مختلف مخلوط و اثرات متقابل این دو عامل بر ارتفاع گیاه شنبلیله اثری نداشت (جدول ٢).

جدول ٢- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) خصوصیات رشدی شنبلیله در کشت مخلوط با سیاهدانه تحت تأثیر نوع منبع کودی.

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته		تعداد شاخه جانبی در بوته		تعداد غلاف/ کپسول در بوته	
		شنبلیله	سیاهدانه	شنبلیله	سیاهدانه	شنبلیله	سیاهدانه
تکرار	٢	٣/٠٣^{ns}	١٠/٣٦^{ns}	٠/٦٥^{ns}	٢/٩٦٠^{ns}	٧١/٠٥^{ns}	٤/١^{ns}
نسبت مخلوط (Ir)	٣	٣٢/٥٢^{ns}	٨٨/٧**	١/٣٤*	٤/٠٧*	٣٧٨٥**	١٥٢٢**
منبع کودی (Fs)	٢	٢٠٦/٢**	٦/٤٢^{ns}	١/٥٢*	٠/١٥^{ns}	١٤٧/٢٨^{ns}	٧٨٣/١**
Ir×Fs	٦	١٢/٠٦^{ns}	١٤٦/٢**	١/٩٨**	٢/٥١^{ns}	١٢٣٢**	٥٦٢/٥**
خطای آزمایشی	٢٢	٢١/٥٤	١٠/٨٣	٠/٣٢	١/٠٥	١٠٦/٨	٥٧/٥٤
ضریب تغییرات (درصد)	-	٨/٦	٦	١٢/٤	٩/٥	١٠/٧	١٧/١

^{ns}، * و ** به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال ٥ و ١ درصد می‌باشند.

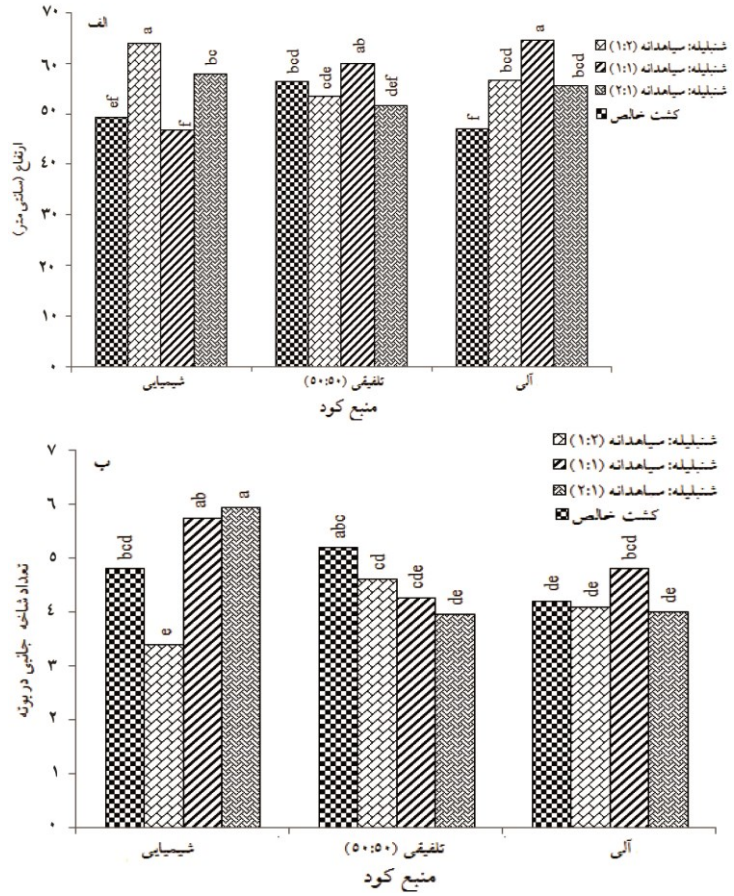


شکل ۱- مقایسه میانگین اثر اصلی منبع کودی بر ارتفاع بوته شنبلیله. میانگین‌های دارای حروف مشابه در شکل بر اساس آزمون LSD فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند. منبع تلفیقی (۵۰:۵۰) شامل ۵۰ درصد منبع شیمیایی و ۵۰ درصد منبع آلی است.

ارتفاع گیاه شنبلیله تحت منابع مختلف کودی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری داشت. به‌طوری که بیشترین و کمترین ارتفاع به‌ترتیب در تیمار تلفیقی و کود شیمیایی ۵۷/۷۷ سانتی‌متر و ۴۹/۴۸ سانتی‌متر برابر با به‌دست آمد (شکل ۱). از آن‌جا که شنبلیله گیاهی لگوم و رشد نامحدود است، بنابراین تأمین عناصر غذایی از طریق کود دامی و یا تلفیقی احتمالاً باعث فراهم نمودن نیتروژن قابل دسترس گیاه و در نتیجه افزایش رشد طولی گیاه شده است، در تیمار کود شیمیایی ممکن است در مراحل انتهایی رشد طولی گیاه میزان نیتروژن قابل دسترس کمتر از سایر تیمارها باشد (پورعزیزی، ۲۰۱۱). در آزمایشی بر روی گیاه دارویی اسفرزه مشخص گردید که کاربرد تلفیقی کود شیمیایی به‌همراه کود دامی به‌طور معنی‌داری سبب افزایش ارتفاع بوته گردید و این امر به اثر مفید کود دامی در افزایش عرضه عناصر غذایی و در نتیجه بهبود فتوسنتز و تسهیم بهتر مواد در مخازن نسبت داده شده است (یاداو و همکاران، ۲۰۰۲).

ارتفاع گیاه سیاهدانه تحت تأثیر منبع کودی قرار نگرفت اما نسبت مختلف مخلوط و اثرات متقابل این دو عامل بر ارتفاع گیاه سیاهدانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). با توجه به شکل ۲- الف می‌توان بیان نمود که ارتفاع گیاه شنبلیله در کشت خالص تغذیه شده با تیمار شیمیایی و

کودمرغی مشابه بود اما با تیمار حاوی کود تلفیقی اختلاف معنی‌داری داشت، به‌طوری که کشت خالص تغذیه شده با تلفیقی دارای بیشترین ارتفاع (٥٦/٣ سانتی‌متر) بود. همچنین ارتفاع گیاه سیاهدانه با نسبت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (١:٢) در تیمار تغذیه شده با کود تلفیقی و کودمرغی اختلاف معنی‌داری نشان ندادند اما هر دو تیمار نسبت به تیمار کود شیمیایی به‌ترتیب ١٦ درصد و ١١ درصد کاهش نشان دادند. داشتند. ارتفاع گیاه سیاهدانه با نسبت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (١:١) تغذیه شده با کود تلفیقی و کود مرغی نیز تفاوت معنی‌داری وجود نداشت اما این دو تیمار با تیمار تغذیه شده از منبع کود شیمیایی اختلاف معنی‌داری نشان دادند، به‌طوری‌که تیمار حاوی کودمرغی دارای بیشترین ارتفاع گیاه سیاهدانه بود (شکل ٢- الف). در نسبت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (٢:١) نیز ارتفاع گیاه سیاهدانه در تیمار تغذیه شده با کودمرغی و کود تلفیقی اختلاف معنی‌داری نشان دادند. به‌طور کلی بررسی میانگین‌های شکل ٢- الف بیانگر آن است که در سیستم تغذیه شیمیایی بیشتر بودن نسبت شنبلیله ممکن است با تثبیت زیستی نیتروژن در بهبود فراهمی نیتروژن قابل دسترس سیاهدانه نقش داشته است اما در سیستم تغذیه تلفیقی و مرغی تیمار مخلوط با نسبت (١:١) به‌دلیل دریافت نور بیشتر و در نتیجه کاهش نور برای بخش‌های رویشی از وضعیت رشد طولی بهتری (٦٤/٤ سانتی‌متر) برخوردار بوده است. در کشت مخلوط سیاهدانه- ماش مشاهده شده است که کشت مخلوط سبب افزایش ارتفاع سیاهدانه در کشت مخلوط سیاهدانه و ماش شد، به‌طوری که نسبت مخلوط سیاهدانه: ماش (١:٢) و کشت خالص به‌ترتیب بیشترین و کمترین ارتفاع را با ارتفاع ١٨/٥ و ١٤/٨ سانتی‌متر حاصل نمود (رضوانی مقدم و همکاران، ٢٠٠٩). همچنین گزارش شده است که کود دامی در خاک ضمن تأمین مقداری مواد غذایی، باعث بهبود ساختمان خاک، افزایش نگهداری رطوبت، امکان آماده‌سازی بستر زمین برای رشد بهتر ریشه و به‌دلیل بیشتر بودن مقدار نیتروژن نسبت به سایر تیمارها باعث افزایش رشد رویشی و افزایش ارتفاع بوته می‌شود (احمدیان و همکاران، ٢٠٠٦).

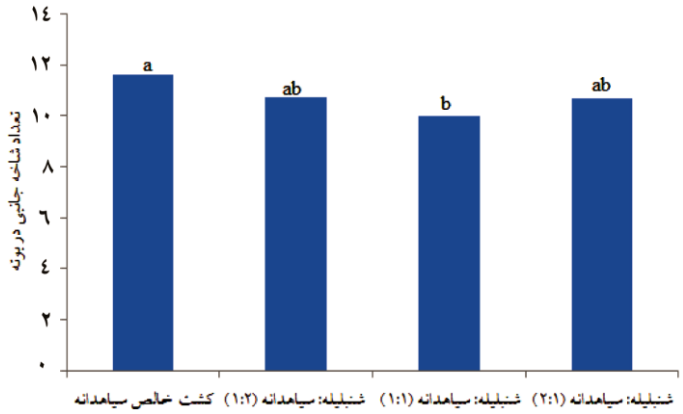


شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل نسبت‌های مخلوط و نوع منبع کودی بر ارتفاع گیاه سیاهدانه (الف) و تعداد شاخه جانبی شنبلیله (ب). میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر شکل بر اساس آزمون LSD فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند. منبع تلفیقی (۵۰:۵۰) شامل ۵۰ درصد منبع شیمیایی و ۵۰ درصد منبع آلی است.

تعداد شاخه جانبی در بوته: نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که تعداد شاخه جانبی در گیاه شنبلیله تحت تأثیر نسبت مخلوط و منبع کودی (در سطح احتمال ۵ درصد) و اثرات متقابل نسبت مخلوط در منبع کودی (در سطح احتمال ۱ درصد) قرار گرفت (جدول ۲). با توجه به شکل ۲-ب تعداد شاخه جانبی گیاه شنبلیله در کشت خالص تغذیه شده با کود شیمیایی و کود تلفیقی اختلاف معنی‌داری نشان ندادند. همچنین از نظر تعداد شاخه جانبی گیاه شنبلیله در نسبت‌های مختلف مخلوط

تغذیه شده با کودهای مرغی و کود تلفیقی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. اگرچه بیشترین تعداد شاخه جانبی (۵/۷۵ شاخه جانبی در بوته) به کشت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) تحت تغذیه کود شیمیایی تعلق داشت ولی با کشت شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) تحت کود شیمیایی و کودمرغی و همچنین کشت خالص شنبلیله تحت تغذیه تلفیقی اختلاف معنی‌داری نشان نداد (شکل ۲- ب). به‌طورکلی، می‌توان گفت که در سیستم تغذیه شیمیایی وجود حداقل ۵۰ درصد گیاه سیاهدانه در مجاورت شنبلیله احتمالاً با کاهش رقابت فضایی موجب شرایط بهتر برای گسترش شاخه‌های جانبی شنبلیله شده است، ولی در سیستم تغذیه‌ای تلفیقی و مرغی به‌نظر می‌رسد فراهمی نیتروژن حاصل از کودمرغی با کاهش میزان تثبیت زیستی نیتروژن توان گیاه را برای گسترش انشعابات کاهش داده و یا با افزایش توان رقابتی سیاهدانه (شکل ۲- الف) منجربه کاهش فضای قابل دسترس بوته‌های شنبلیله و در نتیجه کاهش انشعابات آن شده است. در بررسی کشت مخلوط زنیان و شنبلیله گزارش شده است که نسبت‌های مخلوط تأثیر معنی‌داری بر روی تعداد شاخه‌های جانبی زنیان داشتند، به‌طوری که بیشترین و کمترین تعداد شاخه جانبی زنیان به‌ترتیب در کشت مخلوط تک ردیفی و در تک کشتی تولید شد (میرهاشمی و همکاران، ۲۰۰۹).

از بین عوامل آزمایشی و اثرات متقابل آن‌ها تنها اثر نسبت مخلوط بر تعداد شاخه جانبی در گیاه سیاهدانه معنی‌دار بود (جدول ۲). با توجه به مقایسه میانگین‌ها، می‌توان ملاحظه نمود که تعداد شاخه جانبی گیاه سیاهدانه در تیمارهای کشت خالص، شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) و شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) از لحاظ آماری مشابه بود، ولی تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) و شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) دارای کمترین تعداد شاخه جانبی در بوته بود (شکل ۳). کاهش معنی‌دار تعداد شاخه جانبی در بوته گیاه سیاهدانه در کشت مخلوط با نسبت متعادل در مقایسه با کشت خالص ممکن است به‌علت افزایش ارتفاع بوته سیاهدانه و یا افزایش تعداد شاخه‌های جانبی شنبلیله باشد (شکل ۳) که به‌ترتیب با کاهش فرصت برای رشد انشعابات و یا کاهش فضای لازم برای رشد انشعابات این نتیجه را ایجاد نموده‌اند. در بررسی کشت مخلوط سیاهدانه- ماش بیشترین تعداد شاخه جانبی سیاهدانه ابتدا در کشت خالص و سپس در نسبت مخلوط سیاهدانه: ماش (۲:۳) به‌دست آمد (رضوانی مقدم و همکاران، ۲۰۰۹).

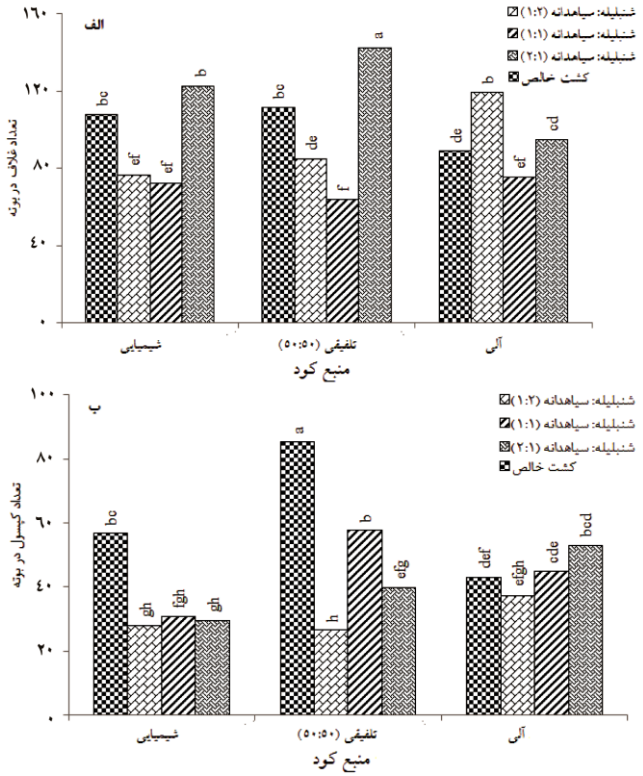


شکل ۳- مقایسه میانگین اثر اصلی نسبت مخلوط بر تعداد شاخه جانبی گیاه سیاهدانه. میانگین‌های دارای حروف مشابه در شکل بر اساس آزمون LSD فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

تعداد غلاف/ کپسول در بوته: نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها بر روی گیاه شنبلیله نشان داد که تعداد غلاف در بوته به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نسبت مخلوط و اثرات متقابل نسبت مخلوط در منبع کودی در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت اما منبع کودی بر تعداد غلاف در بوته تأثیرگذار نبود (جدول ۲). تعداد غلاف در بوته گیاه شنبلیله در کشت خالص تغذیه شده با کود شیمیایی و کود تلفیقی مشابه بود اما در تیمار کود مرغی کاهش معنی‌داری داشت (شکل ٤- الف). همان‌طور که در شکل ٤- الف مشاهده می‌شود تعداد غلاف در بوته شنبلیله در تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) تغذیه شده با کودهای شیمیایی و تلفیقی مشابه بود اما در مقایسه با تیمار کودمرغی (۱۱۹/۷ غلاف در بوته) کاهش معنی‌داری داشتند. برای تعداد غلاف در بوته گیاه شنبلیله با نسبت شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) تحت سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ٤- الف). با توجه به شکل ۵ می‌توان اظهار نمود در شرایطی که گیاه شنبلیله حداقل ۵۰ درصد مخلوط را تشکیل می‌دهد به استثنای کشت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) تحت تغذیه کودمرغی تفاوت معنی‌داری بین نوع سیستم تغذیه‌ای مشاهده نشد اما در خصوص کشت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) کود تلفیقی برتری معنی‌داری نسبت به دو منبع دیگر نشان داد (شکل ٤- الف). کاهش احتمالی میزان نیتروژن قابل دسترس در تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) منجربه بهبود تثبیت زیستی نیتروژن و در نتیجه افزایش تعداد

غلاف در بوته شده است زیرا کاهش تراکم بوته‌های شنبلیله در کشت مخلوط به کمتر از ۵۰ درصد ممکن است آن را از نظر نور در شرایط بهتری قرار داده و نیتروژن را در بخش‌های گیاه متابولیسم نموده است و یا جمعیت بیشتر سیاهدانه میزان نیتروژن قابل دسترس شنبلیله را کاهش داده و در نتیجه توان تثبیت زیستی را حفظ کرده است. در کشت مخلوط عدس با اسفرزه گزارش شده است که کشت مخلوط افزایش تعداد سنبله در بوته گیاه دارویی اسفرزه در مقایسه با کشت خالص به‌دنبال داشت. همچنین محققان دیگری نیز اظهار داشتند که بیشترین تعداد سنبله در بوته، در تیمار جایگزینی ۵۰ درصد کود شیمیایی توسط کودمرغی، نسبت به کاربرد جداگانه هریک از آن‌ها حاصل شد (قاسمی‌سیانی و همکاران، ۲۰۱۱). دلیل افزایش عملکرد اسفرزه در تیمار تلفیق کودمرغی و شیمیایی این است که در زمان استفاده از کود شیمیایی همراه با کود دامی بازدهی استفاده از کود شیمیایی، بازدهی استفاده از کود را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد. بنابراین تیمارهای تلفیقی عناصر بیشتری را در دسترس گیاه قرار داده است و در نتیجه رشد آن را افزایش می‌دهد (شاه و احمد، ٢٠٠٦).

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها بر روی گیاه سیاهدانه نشان داد که تعداد کپسول در بوته به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر عوامل اصلی و اثر متقابل این عوامل قرار گرفت (جدول ۲). در شکل مقایسه میانگین‌ها (شکل ٤–ب) می‌توان مشاهده نمود که تعداد کپسول گیاه سیاهدانه در کشت خالص تغذیه شده با منابع کودی مختلف اختلاف معنی‌داری داشتند، به‌طوری که تیمار کود تلفیقی دارای بیشترین تعداد کپسول بود. تعداد کپسول گیاه سیاهدانه در نسبت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) در تیمارهای مختلف کودی مشابه بود. ولی در نسبت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) تغذیه شده با تیمار کود تلفیقی بیشترین تعداد کپسول به‌دست آمد. همچنین تعداد کپسول گیاه سیاهدانه در نسبت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) در تیمار حاوی کودمرغی برتری معنی‌داری در مقایسه با دو سیستم تغذیه‌ای دیگر نشان داد. در مجموع می‌توان گفت که کشت خالص تغذیه شده با کود تلفیقی دارای بیشترین تعداد کپسول (۸۵/٤۵ کپسول در بوته) بود (شکل ٤– ب).



شکل ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل نسبت مخلوط و منبع کودی مختلف بر تعداد غلاف گیاه شنبلیله (الف) و تعداد کپسول گیاه سیاهدانه (ب). میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر شکل بر اساس آزمون LSD فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند. منبع تلفیقی (۵۰:۵۰) شامل ۵۰ درصد منبع شیمیایی و ۵۰ درصد منبع آلی است.

اگرچه برای کشت خالص، تغذیه شیمیایی بعد از تغذیه تلفیقی نقش مؤثری در تولید کپسول در بوته ایفا نمود ولی در کل تغذیه تلفیقی هم برای کشت خالص و هم کشت مخلوط با نسبت مساوی تعداد کپسول بیشتری را ایجاد نمود و کودمرغی برای نسبت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) ارجحیت داشت (شکل ٤- ب). در تک‌کشتی و تغذیه شیمیایی ممکن است کاهش دسترسی به نیتروژن باعث تغییر تعادل منبع و مخزن به نفع بخش زایشی شده است و در این شرایط از ریزش احتمالی گل‌ها نیز ممانعت گردد. این در حالی است که در دیگر تیمارها نیتروژن حاصل از تجزیه کودمرغی و یا تثبیت زیستی نیتروژن ممکن است رشد رویشی را در مقایسه با رشد زایشی بیشتر نماید. در کشت سیاهدانه

تحت تیمارهای مختلف کودی نیز بیشترین تعداد کپسول در بوته با میانگین ۲۵/۸۳ کپسول در بوته متعلق به تیمار ½ کود گاوی + ½ کود اوره تلفیقی غیرتقسیطی بود و کاربرد همین تیمار به‌صورت تقسیطی با میانگین ۲۲/۲۷ کپسول در بوته در مرتبه بعد قرار گرفت (صالحی، ۲۰۱۳). همچنین در کشت مخلوط سیاهدانه و ماش بیشترین تعداد کپسول سیاهدانه در نسبت مخلوط سیاهدانه: ماش (۲:۳) به‌دست آمده است (رضوانی مقدم و همکاران، ۲۰۰۹).

تعداد دانه در غلاف/ کپسول: نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که اثر منبع کودی و همین‌طور نسبت مخلوط و اثرات متقابل این عوامل بر تعداد دانه در غلاف گیاه شنبلیله معنی‌دار شد (جدول ۳). اثرات متقابل ارائه شده در شکل ۵ الف بیانگر آن است که تعداد دانه در غلاف گیاه شنبلیله در کشت خالص و نسبت‌های مخلوط (۱:۲) و (۲:۱) تحت تأثیر منبع کودی قرار نگرفت، اما در کشت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) تغذیه شده با کود شیمیایی و کود تلفیقی مشابه بود و برتری معنی‌داری نسبت به تیمار کودمرغی حاصل نمود. در مجموع بیشترین تعداد دانه در غلاف شنبلیله با کشت شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) تحت شرایط کود شیمیایی و یا تلفیقی به‌دست آمد (شکل ۵- الف). از آن‌جا که بین تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در بوته به‌عنوان مخازن پتانسیل تعادل وجود دارد (فنرو تامپسون، ۲۰۰۵)، بنابراین افزایش معنی‌دار تعداد دانه در غلاف در کشت شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) می‌تواند دلیل کاهش معنی‌دار تعداد غلاف در بوته باشد (شکل ۵- الف). اما در سایر نسبت‌های مخلوط وجود غلاف‌های بیشتر هم رقابت را برای پرشدن افزایش داده و هم کاهش احتمالی تعداد دانه برای آن دسته از غلاف‌هایی که دیرتر تشکیل شده‌اند (غلاف‌بندی طولانی‌تر بوده است) را به همراه دارد. از طرفی، به‌نظر می‌رسد در نسبت مخلوط متعادل رقابت کمتر برای منابع از جمله نور و نیتروژن در زمان پرشدن دانه در مجموع امکان تشکیل و پرشدن دانه‌ها را بهتر از سایر تیمارها فراهم نموده است. در کشت مخلوط و کشت خالص ماش و سیاهدانه، تعداد دانه اختلاف معنی‌داری نداشتند (رضوانی‌مقدم و همکاران، ۲۰۰۹). همچنین نتایج دیگر محققان حاکی از آن است که کاربرد تلفیقی کود شیمیایی به‌همراه کود دامی به‌طور معنی‌داری سبب افزایش تعداد دانه در سنبله گیاه اسفرزه شد (یاداو و همکاران، ۲۰۰۲).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) خصوصیات رشدی و عملکرد دانه شنبلیله در کشت مخلوط با سیاهدانه تحت تأثیر نوع منبع کودی.

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد دانه در غلاف/ کپسول		وزن هزار دانه		عملکرد دانه	
		شنبلیله	سیاهدانه	شنبلیله	سیاهدانه	شنبلیله	سیاهدانه
تکرار	۲	۱/۰۹^{ns}	۸۱/۲^{ns}	۰/۸۱^{ns}	۰/۰۵٤^{ns}	۹۱۳۵۷^{ns}	۲۵۳۱٤۷^{ns}
نسبت مخلوط (Ir)	۳	۱۰۲/۰۰^{ns}	۱٦۱/۰^{ns}	۳/۵۲^{ns}	۰/۰۷۳*	۲۵۹۹٤٦۸**	۱۵۵۵۳۷۲**
منبع کودی (Fs)	۲	۷/۸۲*	۷٦۳/۰*	۱/۵۲*	۰/۰۸٤^{ns}	۲۹۷۷۷۷۸۸**	٤٦۱۵۵۹*
Ir×Fs	٦	۹/۸۸**	۷۸٤/۰**	٦/۲۲*	۰/۰۵۳^{ns}	٦۹٦۹۰۱*	۷۷۸٤٦۸**
خطای آزمایشی	۲۲	۱/۸۹	۱۵۹/۰	۱/۸٦	۰/۰۲٤	۱۸۸۰۰۵	۸۳۱۲۹
ضریب تغیرات		۱۷/۵	۱۸/٦	۱۰/۲	٦/۸	۱٤/۲	۱۵/٦

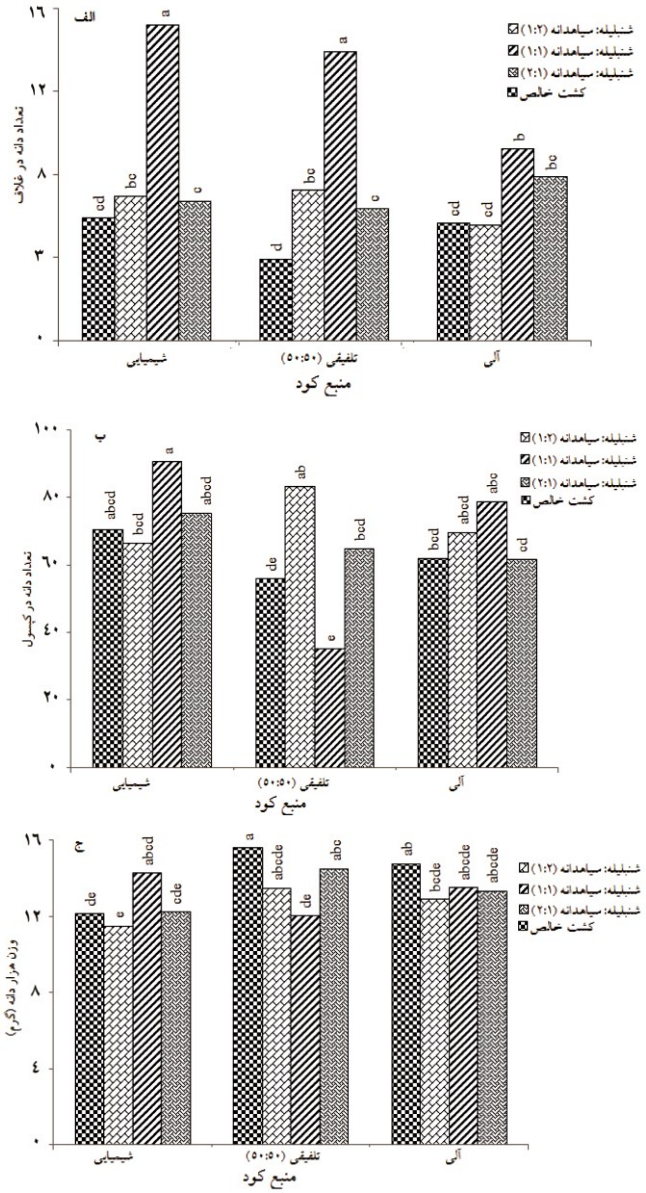
^{ns}، * و ** به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

تجزیه واریانس برای تعداد دانه در غلاف گیاه سیاهدانه نشان داد که اثر منبع کودی و اثرات متقابل نسبت مخلوط در منبع کودی بر تعداد دانه در کپسول سیاهدانه به‌ترتیب در سطح پنج و یک درصد معنی‌دار بود. این در حالی است که تعداد دانه در کپسول تحت تأثیر نسبت مختلف مخلوط قرار نگرفت (جدول ۳). اثر متقابل نسبت مخلوط در منبع کودی بر تعداد دانه در کپسول سیاهدانه در شکل ۵- ب نشان داده شده است. تعداد دانه در کپسول گیاه سیاهدانه در کشت خالص و همچنین کشت مخلوط به استثنای مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) تحت تغذیه تلفیقی مشابه بود (شکل ۵- ب). تشکیل تعداد زیاد کپسول در بوته برای کشت شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) تحت شرایط تغذیه تلفیقی (شکل ٤- ب) موجب افزایش رقابت مخزن و به تبع آن کاهش تعداد دانه تشکیل شده در کپسول شده است (فنر و تامپسون، ۲۰۰۵). بررسی میانگین‌های نسبت مخلوط تحت هر منبع کودی نیز حاکی از آن است که تحت شرایط کودمرغی تعداد دانه در کپسول کلیه نسبت‌های مخلوط مشابه بود، اما در تغذیه شیمیایی فقط تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) نسبت به شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) برتری داشت و در تغذیه تلفیقی کشت خالص و مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) در مقایسه با دیگر نسبت‌های مخلوط تعداد دانه در کپسول کمتری دارا بودند (شکل ۵- ب). اگرچه این نتایج حدوداً با میانگین تعداد دانه در کپسول گزارش شده در کشت خالص گیاه سیاهدانه همخوانی داشت (صالحی، ۲۰۱۳) ولی در آن

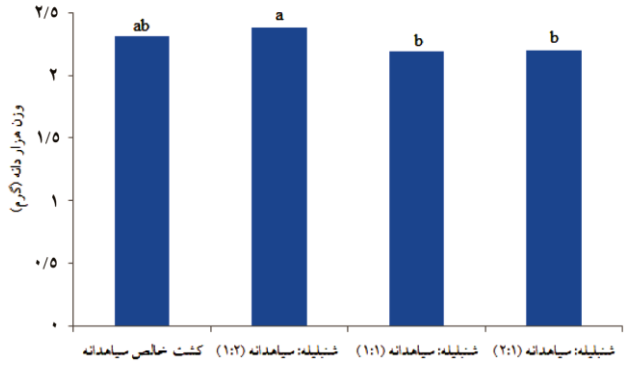
آزمایش بیشترین تعداد دانه در کپسول (٦٤/٤٥ عدد) متعلق به تیمار کودی $\frac{2}{3}$ کود گاوی + $\frac{1}{3}$ کود اوره تلفیقی تقسیطی بود. این در حالی است که در آزمایش حاضر تثبیت زیستی نیتروژن و یا راهبرد تلفیقی کودها در تشکیل تعداد دانه بیشتری در گیاه سیاهدانه مؤثر بود (شکل ٥–ب).

وزن هزار دانه: وزن هزار دانه گیاه شنبلیله تحت تأثیر نسبت مختلف مخلوط قرار نگرفت اما اثر منبع کودی و اثرات متقابل این دو عامل بر صفت مذکور در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). همان‌طور که در شکل ٥ ج مشاهده می‌شود وزن هزار دانه کشت خالص تغذیه شده با کود تلفیقی و کودمرغی مشابه بود و برتری معنی‌داری نسبت به وزن هزار دانه تحت شرایط کود شیمیایی داشت. وزن هزار دانه در تیمارهای مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) و (۱:۱) و (۲:۱) تحت تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه قرار نگرفت. از طرفی، در سیستم تغذیه شیمیایی نسبت متعادل مخلوط احتمالاً در افزایش دسترسی گیاه به منابع مؤثرتر از نسبت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) بوده است. وزن هزار دانه گزارش شده برای گیاه شنبلیله در تیمار شیمیایی با عدم دریافت کود تفاوت معنی‌داری نشان نداد (فلاح و نظری، ۲۰۱۲).

وزن هزار دانه سیاهدانه تحت تأثیر نسبت مخلوط قرار گرفت (سطح احتمال ٥ درصد) ولی اثر منبع کودی و اثرات متقابل نسبت مخلوط با منبع کودی بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۳). همان‌طور که در شکل ٦ مشاهده می‌شود بیشترین وزن هزار دانه در تیمار مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) به‌دست آمد ولی اختلاف معنی‌داری با وزن هزار دانه کشت خالص نداشت. وجود یک ردیف گیاه شنبلیله در مجاورت بوته‌های سیاهدانه احتمالاً با کاهش رقابت برای نیتروژن در افزایش دسترسی سیاهدانه به نیتروژن بیشتر مؤثر بوده و علاوه‌بر این مشابه دیگر نسبت‌های مخلوط که جمعیت شنبلیله بالاتری داشته‌اند برای بوته‌های سیاهدانه محدودیت ایجاد ننموده است. بنابراین پرشدن دانه‌ها بیشتر از دیگر نسبت‌های مخلوط انجام شده است.



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل نسبت مخلوط و منبع کودی مختلف بر تعداد دانه در غلاف شنبلیله (الف)، تعداد دانه در کپسول سیاهدانه (ب) و وزن هزار دانه شنبلیله (ج). میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر شکل بر اساس آزمون LSD فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند. منبع تلفیقی (۵۰:۵۰) شامل ۵۰ درصد منبع شیمیایی و ۵۰ درصد منبع آلی است.

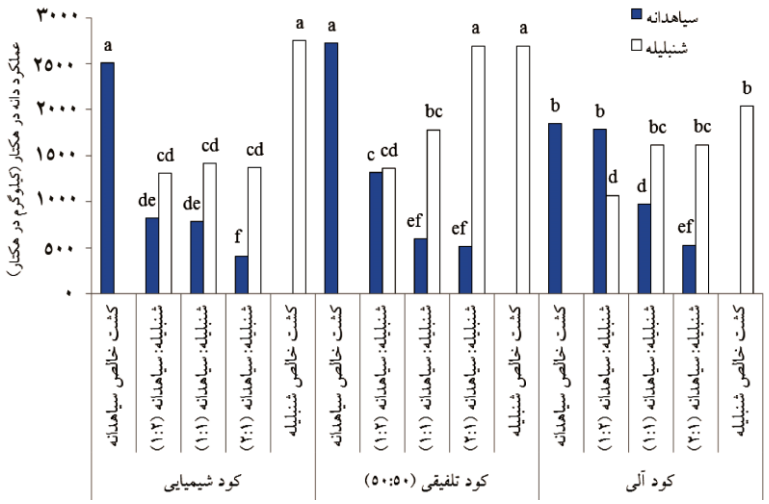


شکل ٦- مقایسه میانگین اثر اصلی نسبت مخلوط بر وزن هزار دانه سیاهدانه. میانگین‌های دارای حروف مشابه در شکل بر اساس آزمون LSD فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر نسبت مخلوط و منبع کودی بر عملکرد گیاه شنبلیله در سطح احتمال یک درصد و اثرات متقابل این دو عامل در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). شکل ۷ بیانگر آن است که عملکرد دانه کشت خالص گیاه شنبلیله تحت سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای شیمیایی و تلفیقی مشابه و بیشتر از کودمرغی بود. همچنین عملکرد دانه شنبلیله کشت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) که کود شیمیایی و کودمرغی دریافت کرده بودند در سطح آماری یکسانی قرار داشتند و به‌طوری معنی‌داری کمتر از تیمار کود تلفیقی بود. اثر کود شیمیایی و کودمرغی و تلفیقی بر عملکرد دانه گیاه شنبلیله در نسبت مخلوط (۱:۱) و (۱:۲) مشابه بود (شکل ۷). تداوم معدنی شدن نیتروژن کود مرغی در طی دوره رشد (علیزاده و همکاران، ۲۰۱۲) ممکن است میزان تثبیت زیستی نیتروژن گیاه شنبلیله را در تیمار کودمرغی کاسته باشد اما در تیمار کود شیمیایی بوته‌های سیاهدانه در مجاورت شنبلیله با مصرف نیتروژن موجود در خاک و یا قرار دادن نیچ وسیع‌تری برای گیاه شنبلیله منجر افزایش تشکیل دانه در غلاف شنبلیله (شکل ۷) و در نهایت افزایش عملکرد این نسبت مخلوط شده است. زایش عملکرد مخلوط نسبت به کشت خالص توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (سابان و همکاران، ۲۰۰۷؛ شری و همکاران، ۲۰۰۸). از طرفی دیگر، در تغذیه تلفیقی ظاهراً پتانسیل دسترسی به عناصر غذایی در خاک به‌گونه‌ای بوده است که نسبت‌های مخلوط موجب افزایش رشد زایشی گیاه و در نتیجه برتری نسبت به کشت خالص شده است. در این

میان می‌توان به گزارش دیگر محققان استناد نمود. که دلیل آن را ناشی از مطابقت بیشتر بین نیتروژن قابل دسترس با نیازهای گیاه در سیستم تلفیقی می‌دانند (علیزاده و همکاران، ۲۰۱۲).

تجزیه داده‌ها بر روی گیاه سیاهدانه حاکی از آن است که عامل منبع کودی بر عملکرد دانه سیاهدانه و همین‌طور نسبت مخلوط و اثرات متقابل این دو عامل به‌ترتیب در سطح پنج و یک درصد معنی‌دار بود. با توجه به شکل (۷) می‌توان مشاهده کرد که اثر منبع کودی شیمیایی و کود تلفیقی بر عملکرد دانه گیاه سیاهدانه در کشت خالص مشابه بود، اما با منبع کودی مرغی اختلاف معنی‌داری نشان دادند به‌طوری که تیمار کود مرغی به‌دلیل کاهش تعداد کپسول در بوته کمترین عملکرد دانه را حاصل نمود. عملکرد دانه سیاهدانه در نسبت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) با منابع مختلف کودی، مشابه بود. نسبت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) تغذیه شده با کود شیمیایی دارای عملکرد دانه مشابهی با کود تلفیقی و کودمرغی بود. اما در تیمار تغذیه شده با کود تلفیقی اختلاف معنی‌داری با کودمرغی مشاهده گردید. در نسبت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) با افزایش میزان به کارگیری کودمرغی عملکرد دانه سیاهدانه به‌دلیل افزایش تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. به‌نظر می‌رسد که دسترسی گیاه سیاهدانه به عناصر غذایی از طریق کود شیمیایی و تلفیقی برای به‌دست آوردن بیشترین تولید این گیاه امکان‌پذیر است. این در حالی است که در تغذیه ارگانیک سیاهدانه اگرچه عملکرد کشت خالص کمتری داشته است ولی فراهم بودن عناصر غذایی در طی پرشدن دانه با افزایش وزن دانه موجب برتری عملکرد در نسبت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) شده است (اکبری‌نیا و همکاران، ۲۰۰٤). در بررسی تأثیر کودهای شیمیایی، دامی و تلفیقی بر عملکرد و میزان ترکیبات اسانس دانه زنیان نشان دادند که تیمارهای کوددهی تلفیقی بالاترین عملکرد دانه را داشتند. تأمین تلفیقی عناصر غذایی با استفاده از کودهای آلی و شیمیایی، مصرف کودهای شیمیایی را کاهش و کمبود مواد غذایی را جبران کرده، حاصل‌خیزی خاک حفظ شده و تولید پایدار محصول را به‌همراه دارد (قاسمی‌سیانی و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین ترکیب کودهای آلی و غیرآلی ممکن است هم‌زمانی آزادسازی عناصر با نیاز گیاه را افزایش و تلفات عناصر را با تبدیل نیتروژن غیرآلی به نیتروژن آلی کاهش دهد (آبانیو و همکاران، ۲۰۰۷).



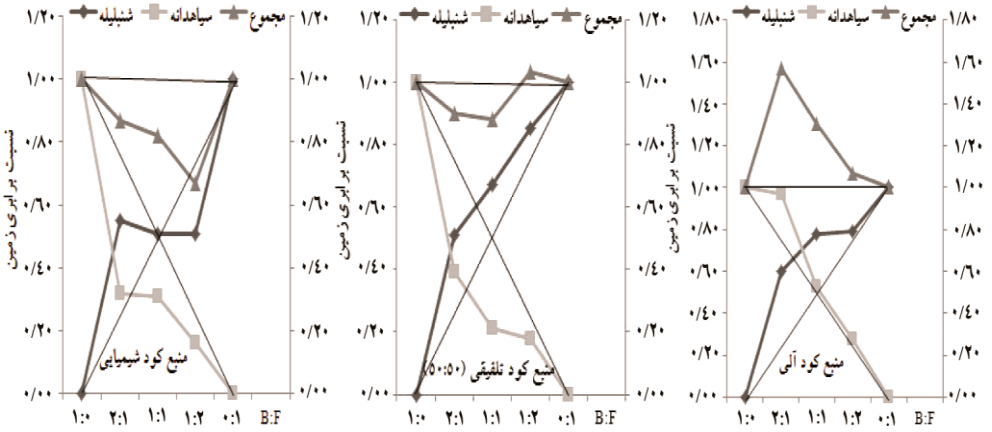
شکل ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل نسبت مخلوط و منبع کودی مختلف بر عملکرد دانه شنبلیله و سیاهدانه. برای هر گیاه **میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند. منبع تلفیقی (۵۰:۵۰) شامل ۵۰ درصد منبع شیمیایی و ۵۰ درصد منبع آلی است.**

نسبت برابری زمین: نتایج تجزیه واریانس (جدول ٤) نشان داد که عوامل آزمایشی و اثرات متقابل آن‌ها بر نسبت برابری زمین گیاه شنبلیله، سیاهدانه و مجموع دو گیاه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همان‌طور که در شکل ۸ ارائه شده است، نسبت‌های مخلوط تغذیه شده با کود مرغی، LER کل بیشتری در مقایسه با کشت خالص داشتند. در این نوع سیستم دو برابر بودن تعداد ردیف‌های گیاه سیاهدانه در مقایسه با شنبلیله دارای بیشترین مقدار LER بود. در سیستم تغذیه شیمیایی و تلفیقی به‌ترتیب در نسبت شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) و (۲:۱)، مقادیر LER بیشتر از کشت خالص (LER>1) بود و در سیستم کودمرغی و کود شیمیایی با افزایش شنبلیله، از میزان LER کل کاسته شد ولی در سیستم تلفیقی روند منظمی مشاهده نشد. در کشت مخلوط عدس و اسفرزه نسبت برابری زمین در همه تیمارهای کشت مخلوط بیشتر از یک به‌دست آمد (اصغرپور و رفیعی، ۲۰۱۰). علت بالابودن LER بیشتر از یک را می‌توان تثبیت و جذب نیتروژن در کشت مخلوط (قنبری، ۲۰۰۰) و بهره‌وری دو گیاه از شرایط ایجاد شده از طریق اضافه شدن کودمرغی عنوان کرد، علاوه‌بر این جذب بهتر برای فسفر موجود در خاک تحت کودمرغی (فلاح و همکاران، ۲۰۱۳) در افزایش راندمان نیتروژن مصرفی می‌تواند مؤثر باشد (شارما و تاندن، ۱۹۹۲).

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) نسبت برابری زمین گیاه شنبلیله، سیاهدانه و مجموع تحت تأثیر نسبت مخلوط و منبع کودی.

منابع تغییرات	درجه آزادی	نسبت برابری زمین		
		شنبلیله	سیاهدانه	مجموع
تکرار	۲	۰/۰۰۹^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}	۰/۰۱۲*
نسبت مخلوط (Ir)	٤	۱/۰۷۰**	۰/٦٨۰۰**	۳/۰۱۰**
منبع کودی (Fs)	۲	۰/۰٦۰**	۰/۲۳۰۰**	۰/٤۳۰**
(Ir) × (Fs)	۸	۰/۰۵۰**	۰/۰۸۰۰**	۰/۱۰۰**
خطای آزمایشی	۲۸	۰/۰۰۳	۰/۰۰۲۰	۰/۰۰٤
ضریب تغییرات (درصد)		۱۵/۱	۱۷/۰	۹/۵

ns، * و ** به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند.



شکل ۸- اثر متقابل نسبت مخلوط و منبع کودی بر نسبت برابری زمین شنبلیله، سیاهدانه و مجموع F و B به‌ترتیب بیانگر شنبلیله و سیاهدانه است. منبع تلفیقی (۵۰:۵۰) شامل ۵۰ درصد منبع شیمیایی و ۵۰ درصد منبع آلی است.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج این آزمایش بیانگر آن است عملکرد دانه تیمارهای مخلوط تحت شرایط کاربرد کود شیمیایی کمتر از کشت خالص بود ولی با کاربرد کود تلفیقی و یا کودمرغی تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) برتری معنی‌داری نسبت به تیمارهای تک‌کشتی نشان داد. بیشترین میزان نسبت برابری

زمین (LER) در تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) تحت سیستم تغذیه با کودمرغی مشاهده گردید. بنابراین، برای تولیدکنندگان محصولات دارویی که بیشتر از کودآلی استفاده می‌نمایند کشت مخلوط شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) تحت تغذیه کودمرغی نه تنها کاهش عملکرد سیستم کشت خالص هر کدام از این گیاهان را تحت تغذیه کودمرغی جبران نموده بلکه افزایش تولید را نیز به‌همراه دارد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مساعدت مالی دانشگاه شهرکرد در اجرای این پژوهش قدردانی می‌نماییم.

منابع

1.Abunyewa, A.A., Osei, C., Asiedu, E.K., and Safo, E.Y. 2007. Integrated manure and fertilizer use, maize production and sustainable soil fertility in subhumid zone of West Africa. J. Agron., 6: 302-309.
2.Adediran, J.A., Taiwo, L.B., Akande, M.O., Sobulo, R.A., and Idowu, O.J. 2004. Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria. J. Plant Nut., 27: 1163-1181.
3.Ahmadian, A., Ghanbari, A., and Galavi, M. 2006. Effect of animal manure on quantitative and qualitative yield and chemical composition of essential oil in cumin (*Cuminum cyminum*). Iran. J. Field Crop Res., 4: 1-10.
4.Akbarinia, A., Ghalavand, A., and Sharifi Ashorabadi, E. 2004. Study on the effect of different rates of chemical fertilizer, manure and mixture of them on seed yield and main, composition of essential oil of ajowan (*Trachysspermum copticom*). Agron. J. (Pajouhesh and Sazanegi), 61: 32-41.
5.Akbarinia, A., Ghalavand, A., Tahmasebi Sarvestani, Z., Sharifi Ashorabadi, E., and Banj Shafieei, S. 2005. Effect of different nutrition systems on soil properties, elemental uptake and seed yield of ajowan (*Carum copticum*). Agron. J. (Pajouhesh and Sazanegi), 62:11-19.
6.Alizadeh, P., Fallah, S., and Raiesi, F. 2012. Potential N mineralization and availability to irrigated maize in a calcareous soil amended with organic manures and urea under field conditions. Int. J. Plant Prod., 6: 493-512.
7.Antuono, L.F., Moretti, A., and Lovato, A.F.S. 2002. Seed yield, yield components, oil content and essential oil content and composition of *Nigella sativa* L. and damascena. Ind. Crop Prod., 15: 59-69.
8.Asgharipour, M., and Rafiei, M. 2010. Intercropping of isabgol (*Plantago ovata* Forsk.) and lentil as influenced by drought stress. Am. Eurasian J. Agric. Environ. Sci., 9: 62-92.

9.Basu, M., Bhadoria, P.B.S., Mahaptra, S.C. 2008. Growth, nitrogen fixation, yield and kernel quality of peanut in response to lime, organic fertilizer levels. Bioresour. Technol., 99: 4675-4683.
10.Cabrera, V.E., Stavast, L.J., Baker, T.T., Wood, M.K., Cram, D.S., Flynn, R.P., and Ulery, A.L. 2009. Soil and runoff response to dairy manure application on New Mexico rangeland. Agri., Ecosyst. Environ., 131: 255–262.
11.Erhart, E., Hatrl, W., and Putz, B. 2005. Biowaste compost effect rate yield, nitrogen supply during the vegetation period and crop quality of agricultural crops. Eur. J. Agron., 23: 305-314.
12.Fallah, S., Ghalavand., A., and Raiesi, F. 2013. Soil chemical properties and growth and nutrient uptake of maize grown with different combination of broiler litter and chemical fertilizer in a calcareous soil. Comm. Soil Sci. Plant An., 44: 3120-3136.
13.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. Environ. Stress Crop Sci., 5: 14-159.
14.Fenner, M., and Thompson, K. 2005. The Ecology of Seeds. Cambridge University Press, 248p.
15.Fernandez-Aparicio, M., Sillero, J.C., and Rubials, D. 2007. Intercropping with cereals reduce infection be *Orobanche crenata* in legumes. Crop Prot., 26: 1166-1720.
16.Ghanbari, B.A. 2000. Intercropping field bean (*Vicia faba* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) as a low-input forage. PhD Thesis Wye Collage University of London UK.
17.Ghasemi Siani, E., Fallah, S., and Tayaddon A. 2011. Study on yield and seed quality of *Plantago ovata* Forssk under different nitrogen treatments and deficit irrigation. Iran. J. Med. Aromat. Plant., 27: 517-528.
18.Gryndler, M., Sudova, R., and Rydlova, J. 2008. Cultivation of high-biomass crops on mine spoil banks: Can microbial inoculation compensate for highdoses of organic matter. Bioresour. Technol., 99: 6391-6399.
19.Haouala, R., Hawala, S., El-Ayeb, A., Khanfir, R., and Boughanmi, N. 2008. Aqueous and organic extract of *Trigonella foenum-graecum* L. inhibit the mycelia growth of fungi. J. Environ. Sci. (China), 20(12): 1453-7.
20.Hasanzadeh, E., Rezazadeh, Sh., Shamsa, F., Dolat abadi, R., and Zarringhalam J. 2010. An overview of therapeutic and phytochemical properties of fenugreek. J. Med. Plant., 34: 1-13.
21.Lebaschi, M.H., Ghalavand, A., Matin, A., Heydari Sharifabadi, H., and Amin, GH. 2001. Effect of organic manure and chemical and plant density on hypericum content of *Hypericum perforatum*. Agron. J. (Pajouhesh and Sazanegi), 51: 18-24.

22. Mallanagoula, B. 1995. Effect of NPK. and FYM on growth paramers of onion, garlic and coriander. J. Med. Aromat. Plant Sci., 4: 916- 918.
23. Mehta, B.K., Pandit, V., and Gupta, M. 2009. New principle from seeds of *Nigella sativa*. Nat. Prod. Res., 23: 138-148.
24. Mirhashemi, M., Koocheki, A., Parsa, M., and Nasiri mahallati, M. 2009. Evaluation benefit of ajowan and fenugreek intercropping in different levels of manure and planting pattern. J. Iran. Field Crop Res., 7: 269-279.
25. Neamatollahi, E., Jahansuz, M.R., Mazaheri, D., and Bannayan, M. 2013. Intercropping. In: Lichtfouse, E. (ed.), Sustainable Agriculture Reviews, Sustainable Agriculture Reviews 12. Springer Dordrecht Heidelberg New York London.
26. Pourazizi, M. 2011. Effect of integrated and conventional methods of fertilization on soil nitrogen mineralization, quantitative and qualitative characteristics of forage sorghum. M.Sc.. thesis of Agroecology, Agriculture College, Shahrekord University.
27. Pouryousef, M., Chaichi, M.R., Mazaheri, D., Tabatabaii, M.F., and Jafari, A.A. 2007. Effect of different soil fertilizering system seed and mucliage yield and seed P content of isabgul (*Planto ovata Forssk*). Asian J. of Plant Sci., 7: 1088-1092.
28. Rezvani Moghaddam, P., Raoofi, M.R., Rashed Mohassel, M.H., and Moradi, R. 2009. Evaluation of sowing patterns and weed control on mung bean (*Vigna radiate* L. Wilczek)-black cumin (*Nigella sativa* L.) intercropping system. J. Agron., 1: 65-79.
29. Saban, Y., Mehmt, A., and Mustafa, E. 2007. Identification of advantage of maize-legume intercropping over solitary cropping through competition indices in the East Mediterean region. Turk J. Agric., 32: 111-119
30. Salehi, A. 2013. Effect of soility and interated application of cattle manure and urea fertilizer on soil CO2 flux, growht and yield of black cumin (*Nigeilla sativa* L.). MSc. thesis of Agroecology, Agriculture College, Shahrekord University.
31. Sangwan, P., Kaushik, C.P., and Garg, V.K. 2008. Vermiconversion of industrial sludge for recycling the nutrients. Bioresour. Technol., 99: 8699–8704.
32. Shah, Z., and Ahmad, M.I. 2006. Effect of integrated use of farmyard manure and urea on yield and nitrogen uptake of wheat. J. Agric. Biol. Sci., 1: 60-65.
33. Sharifi Ashourabadi, A. 1999. Effects of soil fertility in agroecosystems. Ph.D. thesis of Agronomy, Islamic Azad University, Sci. and Res., 252p.
34. Sharma, P.K., and Tandon, H.L.S. 1992. Nitrogen and phosphorus in crop production. In: Tandon, H.L.S. (ed), Management of Nutrient Interaction, Fertilizer Development and Consultation Organization, New Dehli, Pp: 1-20.

35. Sheri, M., Strydhorst, J., King, R., Lopetinsky, K.J., and Neil Harker, K. 2008. Froge potential of intercopping barly with faba bean, lupin, or field pea. Agron. J., 100: 182-190.
36. Verma, S., and Sharma, P.K. 2007. Effect of long-term manuring and fertilizers on carbon pools, soil structure, and sustainability under different cropping systems in wet-temperate zone of northwest Himalayas. Biol. Fert. Soils, 44: 235-240.
37. Yadav, R.D., Keshwa, G.L., and Yadav, S.S. 2002. Effect of intergrated use of FYM, urea and sulphor on growth and yield of isabgol (*Plantago ovata*). J. Med. Aromat. Plant Sci., 25: 668-671.
38. Zaidi, A., Saghir Khan, M., and Amil, M.D. 2003. Interactive effect of rhizotrophic microorganisms on yield and nutrient uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Eur. J. Agron., 19: 15- 21.

EJCP., Vol. 7 (4): 197-222
http://ejcp.gau.ac.ir

Effect of fertilizer sources on growth, yield and yield components of fenugreek intercropped with black cumin

M. Rostaei[1], S. Fallah[2*] and A. Abbasi Sorki[3]
[1,2,3] M.Sc. Student, Associate Prof and Assistant Prof Dept. of Agroecology, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
Received: 30-6-2014 ; Accepted: 8-12-2014

Abstract

In order to examine the effects of fertilizer source on growth, yield and yield components of fenugreek intercropped with black cumin, an experiment was conducted as factorial layout based on a randomized complete block design with three replications at the research farm, College of Agriculture, Shahrekord, during growing season of 2012-2013. Sole cropping of fenugreek (F) and sole cropping of black cumin (B) and three intercropping ratios (F:B; 2:1, 1:1, and 1:2) were evaluated as the first factor and three sources of fertilizer (Chemical fertilizer, broiler litter, and integrated fertilizer 50:50) as the second factor. In this experiment, the plant height, number of branches/plant, pods/plant, seeds/pod, capules/plant, seed/capsule, 1000-seed weight, and seed yield were measured. The results indicated that seed yield in intercropping treatments fertilized with chemical fertilizer was less than sole cropping for both species. However, application of integrated fertilizer and/or broiler increased the seed yield of F:B (2:1) treatment (16 and 27%) compared with F and B treatment, respectively. Increasing black cumin ratio resulted in increasing seed yield, under broiler litter application. The highest land equivalent ratio (1.57) was observed in F:B (1:2) treated with broiler litter. Therefore, medicinal plant grower that prefer organic manure, fenugreek: black cumin (1:2) treatment under broiler litter application not only compensated the reduce of yield in sole cropping treated with broiler litter but also can be increase the production of fenugreek (39%) and black cumin (54%) in comparison to their sole cropping.

Keywords: Integrated management, Medicinal plant, Sole cropping, Yield

*Corresponding author; falah1357@yahoo.com