نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد دهم، شماره ۴(۴۰)، زمستان ۱۳۹۵، صفحه ۱۰۵۴-۱۰۳۹

سودمندی کشت مخلوط کنجد-لوبیا چشم بلبلی در تیمارهای مختلف کودی

جاسم امینی‌فر[1*]، محمود رمرودی[2]، محمد گلوی[3] و غلامرضا محسن‌آبادی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۷/۱۵ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۴/۱۰/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۶/۲۳

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر مدیریت سیستم‌های مختلف مصرف کود و نقش نسبت‌های متفاوت کشت مخلوط کنجد و لوبیا چشم بلبلی در حاصل‌خیزی خاک، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال ۱۳۹۳ در استان فارس، شهرستان فسا اجرا گردید. فاکتور اصلی شامل مصرف کودهای شیمیایی و آلی: نیتروژن + فسفر (F_1)، کود آلی (F_2)، کود زیستی (F_3)، ۵۰٪ شیمیایی + ۵۰٪ آلی (F_4) و ۵۰٪ شیمیایی + ۵۰٪ زیستی (F_5)، و فاکتور فرعی شامل نسبت‌های کاشت گیاهان: کشت خالص کنجد (M_1)، کشت خالص لوبیا چشم بلبلی (M_2)، کشت مخلوط ۵۰:۵۰ (M_3)، کشت مخلوط ۲۵:۷۵ کنجد-لوبیا چشم بلبلی (M_4) و کشت مخلوط ۷۵:۲۵ کنجد-لوبیا چشم بلبلی (M_5)، بودند. نتایج نشان داد که عملکرد و اجزای عملکرد کنجد و لوبیا چشم بلبلی به طور معنی‌داری تحت تأثیر مصرف کود و نسبت‌های کاشت قرار گرفتند. بیشترین عملکرد کنجد (۱۲۹۲/۶۰ کیلوگرم در هکتار) و لوبیا چشم بلبلی (۳۷۷۲/۴۰ کیلوگرم در هکتار) در شرایط تک‌کشتی به دست آمد و در بین تیمارهای کودی بیشترین عملکرد کنجد (۹۵۰/۴۹ کیلوگرم در هکتار) و لوبیا چشم بلبلی (۲۵۸۲/۵۰ کیلوگرم در هکتار) به‌ترتیب متعلق به اعمال تیمار کود آلی (F_2) و کود زیستی (F_3) بودند. علی‌رغم این نتایج، نسبت‌های کاشت نشان داد که بیشترین مقدار نسبت برابری زمین (LER) متعلق به سیستم کودی F_4 با میانگین ۱/۲۴ و نسبت کاشت ۵۰:۵۰ (M_3) با میانگین ۱/۰۳ بودند. بنابراین، با توجه به این نتایج، به نظر می‌رسد که نسبت کاشت M_3 و مصرف ۵۰٪ کود شیمیایی + ۵۰٪ کود آلی (F_4)، می‌تواند مصرف کمتر کودهای شیمیایی و سودمندی کشت مخلوط این دو گیاه را به همراه داشته باشد.

واژگان کلیدی: حاصل‌خیزی خاک، سودمندی مخلوط، عملکرد، کنجد، لوبیا چشم بلبلی.

۱- دانشجوی دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران (* نگارنده‌ی مسئول) jaminifar500@gmail.com
۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
۳- استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران
۴- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

مقدمه

کنجد (*Sesamum indicum* L.) یکی از قدیمی‌ترین دانه‌های روغنی (از تیره Pedaliaceae) می‌باشد که به‌سبب دارا بودن مقادیر بالای روغن، پروتئین و دیگر مواد معدنی مغذی، تبدیل به جزیی مهم در تغذیه انسان شده است (Najeeb *et al*., 2012). نقش بقولات نیز به عنوان منبع مهمی در جیره غذایی انسان، تغذیه دام و افزایش حاصلخیزی خاک شناخته شده است (Nielsen *et al*., 2001; Bhatti *et al*., 2006). علاوه بر این، حبوبات گیاهانی کم توقع و مناسب کشت در نظام‌های زراعی کم نهاده به شمار می‌روند و در نتیجه از نظر اکولوژیکی و زیست محیطی، در جلوگیری از افزایش آلودگی اراضی ارزشمندند (Parsa and Bagheri, 2008). لوبیا چشم بلبلی به خوبی به مناطق خشک‌تر نواحی گرمسیری که دیگر لگوم‌ها عملکرد خوبی ندارند، سازگار شده است. این گیاه همچنین دارای توانایی مفید تثبیت نیتروژن اتمسفری از طریق گره‌های ریشه می‌باشد و به خوبی در خاک‌های فقیر با بیش از ۸۵ درصد شن و کمتر از ۰/۲ درصد ماده آلی و سطوح پایین فسفر، رشد می‌کند (Singh *et al*., 2003). امروزه، لزوم ارتقای کیفیت و سلامت محصولات تولید شده در بخش‌های مختلف کشاورزی همراه با افزایش راندمان تولید موجب ترغیب این بخش به استفاده از مواد آلی همچون بقایای گیاهی و کودهای دامی به‌منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی در راستای نظام کشاورزی پایدار گردیده است (Tarango Rivero *et al*., 2009). کاربرد منابع و نهاده‌های تجدیدپذیر، یکی از اصول کشاورزی پایدار است که موجب حداکثر بهره‌وری زراعی و کمترین خطرات زیست محیطی می‌شود (Kizilkaya, 2008). در حال حاضر مشکلات زیست محیطی ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی، انرژی کمکی و سایر نهاده‌های تولید به مقدار بیش از حد مجاز، تأثیر سویی بر چرخه‌های زیستی و پایداری بوم نظام‌های زراعی داشته است. از سوی دیگر مسئله تأمین غذای کافی و با کیفیت مناسب برای جمعیت روزافزون جهان، تجدید نظر در روش‌های افزایش تولید محصولات زراعی را ضروری ساخته است (Ghalavand *et al*., 2006). برای توسعه کشاورزی پایدار، اجرای سیستم‌های کشاورزی با نهاده کافی به‌صورت تلفیق با مصرف کودهای شیمیایی، زیستی و آلی به‌منظور تولید محصول و حفظ عملکرد در سطح قابل قبول، راه‌کاری مؤثر می‌باشد (Sharma, 2003). بسیاری از محققان نیز جهت افزایش تولید، کاهش کاربرد کودهای شیمیایی، کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و افزایش سلامت محصولات تولیدی، کاربرد کودهای زیستی را توصیه می‌کنند (Radwan *et al*., 2002). یکی از راه‌کارهای دست‌یابی به افزایش تنوع، به‌کارگیری مخلوطی از گیاهان گونه‌های مختلف، ارقام و یا ایزولاین‌های مختلف در زراعت می‌باشد (Mazaheri, 1996). طی ارزیابی کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم‌بلبلی بیان شده است که جداسازی آشیان‌های اکولوژیکی در جذب منابع را می‌توان به عنوان یک توجیه علمی برای سودمندی کشت مخلوط نسبت به تک کشتی مطرح نمود (Jamshidi *et al*., 2008). در بررسی ترکیب‌های مختلف کشت مخلوط کنجد و نخود گزارش شده است که نسبت برابری زمین به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفت، به طوری که نسبت‌های ٪۵۰ کنجد +

۵۰٪ نخود و ۲۵٪ کنجد + ۷۵٪ نخود دارای بیشترین نسبت برابری زمین بودند (Pouramir *et al.*, 2010b). بنابراین، با توجه به موارد فوق و ضرورت استفاده از کودهای آلی و زیستی همراه با مقادیر کاهش یافته کودهای شیمیایی در نظام‌های کشاورزی پایدار و تولید محصولات سالم و با کیفیت بالا، و همچنین با توجه به اهمیت افزایش راندمان تولید در کشت مخلوط، آزمایش فوق انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در شهرستان فسا از استان فارس، در سال ۱۳۹۳ انجام شد. این شهرستان در مختصات جغرافیایی ۵۴ درجه و ۱۵ دقیقهٔ طول شرقی و ۲۹ درجه و ۳۲ دقیقه عرض شمالی واقع شده و دارای اقلیمی نیمه‌خشک با میانگین دمای سالانه ۱۸/۵ درجه سلسیوس و میانگین بارش ۳۰۰ میلی‌متر در سال می‌باشد. ارتفاع آن از سطح دریا ۱۴۵۰ متر است. خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱، و خصوصیات شیمیایی کود آلی بیوارگانیگ در جدول ۲ آورده شده است. فاکتور اصلی شامل مقادیر و ترکیبات مختلف کودی در ۵ سطح عبارت از مصرف ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژنه + ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفره (F_1)، مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود آلی بیوارگانیک (F_2) (کودی آلی با پایه کمپوست که برای سهولت مصرف به شکل گرانوله می‌باشد)، مصرف ۳ کیلوگرم در هکتار کود زیستی بیومیک (F_3) (میکروارگانیسم‌های مورد استفاده در این کود شامل انواع باکتری‌های تثبیت کننده همزیست و غیرهمزیست نیتروژن از جنس ریزوبیوم، ازتوباکتر و آزوسپریلیوم، و باکتری‌های حل کننده فسفات و باکتری‌هایی از جنس سودوموناس و باسیلوس می‌باشد)، مصرف ۳۰ کیلوگرم کود نیتروژنه + ۵۰ کیلوگرم کود فسفره + ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود آلی بیوارگانیک (F_4) و مصرف ۳۰ کیلوگرم کود نیتروژنه + ۵۰ کیلوگرم کود فسفره + ۱/۵ کیلوگرم در هکتار کود زیستی بیومیک (F_5)، و فاکتور فرعی شامل ۵ سری جایگزینی کشت مخلوط کنجد و لوبیا چشم‌بلبلی عبارت از کشت خالص کنجد (M_1)، کشت خالص لوبیا چشم‌بلبلی (M_2)، کشت مخلوط ۵۰ درصد کنجد + ۵۰ درصد لوبیا چشم‌بلبلی (M_3)، کشت مخلوط ۷۵ درصد کنجد + ۲۵ درصد لوبیا چشم‌بلبلی (M_4) و کشت مخلوط ۲۵ درصد کنجد + ۷۵ درصد لوبیا چشم‌بلبلی (M_5)، بود که این نسبت‌ها بر اساس نسبت تراکم کل می‌باشد. نیتروژن از منبع کود اوره و فسفر از منبع کود سوپر فسفات تریپل تأمین شد. کاشت در تاریخ ۷ و ۸ تیرماه انجام شد. کود زیستی بیومیک (به صورت مایع قابل حل در آب) و مصرف نیتروژن در تیمارها، ۴۰ روز پس از کاشت و کود فسفره و کود آلی بیوارگانیک نیز در زمان کاشت، مصرف شد. تراکم بوته در مترمربع برای کنجد و لوبیا چشم‌بلبلی در کشت خالص به‌ترتیب ۳۰ و ۲۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد و تراکم آنها در کشت‌های مخلوط با توجه به نسبت‌های آنها تغییر کرد. فاصله بین ردیف‌ها ۶۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف در کشت خالص کنجد و لوبیا چشم‌بلبلی به ترتیب ۵/۵ و ۸/۳۳ سانتی‌متر در نظر گرفته شد و در سری‌های مخلوط با توجه به نسبت‌های کاشت، متفاوت بود. رقم کنجد و لوبیا چشم‌بلبلی مورد استفاده در آزمایش به‌ترتیب عبارت بودند از داراب۲ و محلی، که رقم کنجد از ایستگاه

تحقیقات کشاورزی داراب و لوبیا چشم‌بلبلی از منطقه، تهیه گردیده بود. در زمان رسیدگی (برداشت کنجد و لوبیا چشم‌بلبلی در تاریخ ۲۳ آبان صورت گرفت) صفات ارتفاع بوته، تعداد کپسول در بوته، تعداد شاخه فرعی، عملکرد دانه و زیستی برای کنجد و صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد نیام در بوته، تعداد دانه در نیام، طول نیام، تعداد دانه در بوته، عملکرد دانه و زیستی برای لوبیا چشم‌بلبلی ارزیابی و نسبت برابری زمین (LER) برای اجزای مخلوط مطابق با فرمول زیر محاسبه شد (Willey, 1979).

$$LER = LER_{sesame} + LER_{cowpea} = \frac{Ysc}{Yss} + \frac{Ycs}{Ycc}$$

که Ysc و Ycs، به‌ترتیب عملکرد کنجد و لوبیا چشم‌بلبلی در کشت مخلوط، و Yss و Ycc، عملکرد همان گونه‌ها در سیستم تک کشتی می‌باشد. در نهایت داده‌های به‌دست آمده با نرم افزار SAS نسخه ۹.۱ تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

اجزای عملکرد کنجد

نتایج نشان داد که بالاترین ارتفاع بوته کنجد با میانگین ۷۰/۲۴ و ۷۱/۲۱ سانتی‌متر به ترتیب متعلق به تیمار مصرف ۳ کیلوگرم در هکتار کود زیستی بیومیک و کشت خالص کنجد بود (جدول ۳). در کشت خالص کنجد به نظر می‌رسد به‌دلیل تراکم بالاتر بوته‌ها، رقابت بین بوته‌ای برای کسب نور بیشتر از کشت‌های مخلوط بوده است و همین امر ممکن است منجر به افزایش ارتفاع بیشتر بوته‌ها شده است. چنانچه بیان شده است که در تراکم‌های بالا با افزایش رقابت درون گونه‌ای طول میانگره‌ها زیاد می‌شود و به تبع آن ارتفاع گیاه افزایش می‌یابد (Bigonah *et al.*, 2014). بیشترین تعداد کپسول در بوته با مصرف ۳۰ کیلوگرم کود نیتروژنه + ۵۰ کیلوگرم کود فسفره + ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود آلی بیوارگانیک به‌دست آمد که البته با تیمارهای مصرف ۳ کیلوگرم در هکتار کود زیستی بیومیک و مصرف ۳۰ کیلوگرم کود نیتروژنه + ۵۰ کیلوگرم کود فسفره + ۱/۵ کیلوگرم در هکتار کود زیستی بیومیک در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳). در مورد نسبت‌های کاشت نیز بیشترین تعداد کپسول متعلق به کشت خالص کنجد بود. کشت خالص کنجد در بین نسبت‌های کاشت بیشترین تولید ماده خشک را نیز به خود اختصاص داده بود (جدول ۲). از طرفی به دلیل این که معمولاً اجزای عملکرد برای متعادل کردن تولید با یکدیگر در تعادل می‌باشند، احتمالاً بوته‌هایی که تعداد شاخه فرعی کمتری داشتند (در کشت خالص کنجد کمترین تعداد شاخه فرعی به‌وجود آمد)، قسمت اعظم مواد فتوسنتزی خود را صرف تولید کپسول و دانه‌های بیشتر کرده و در نهایت عملکرد بیشتری را به‌همراه داشته‌اند (در کشت خالص کنجد بیشترین تعداد کپسول در بوته و عملکرد به‌دست آمد). بیشترین تعداد شاخه فرعی با میانگین ۳/۰۷ و ۲/۹۳ به‌ترتیب متعلق به تیمار مصرف ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژنه + ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفره و نسبت کشت مخلوط ۵۰ درصد کنجد + ۵۰ درصد لوبیا چشم‌بلبلی بود (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد که در آرایش‌های کاشتی که در آنها گیاه از فضای بیشتری برخوردار بوده است، گیاه با دریافت نور بیشتر جهت افزایش تعداد شاخه‌های جانبی بیشتر تحریک شده است و در آرایش کاشت فشرده‌تر به دلیل نبود نور کافی تحریک لازم جهت شاخه‌دهی صورت نگرفته است

و در نتیجه ارتفاع گیاه افزایش و تعداد شاخه‌های جانبی آن کاهش پیدا کرده است (Zargari, 1993). به دلیل اینکه کانوپی کنجد در ارتفاع بالاتری از لوبیا تشکیل می‌شود این عامل می‌تواند باعث شود که در نسبت‌های پایین، کانوپی کنجد فضای بیشتری برای تولید و گسترش شاخه‌های خود داشته باشد. کنجد از جمله گیاهانی است که قادر است تراکم خود را با شاخه‌دهی بیشتر جبران کند، یعنی در دامنه وسیعی از تغییرات تراکم سعی می‌کند تا با ایجاد شاخه‌های فرعی بیشتر مانع از کاهش قابل توجه عملکرد در واحد سطح، ناشی از کاهش تراکم شود (Pouramir *et al*., 2010a).

عملکرد دانه و زیستی کنجد

بیشترین مقدار عملکرد دانه و عملکرد زیستی کنجد طی شرایط مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود آلی بیوارگانیک و همچنین در نسبت کشت خالص آن به‌دست آمد (جدول ۳). شاید افزایش عملکرد در شرایط مصرف کود آلی را بتوان به بهینه‌تر شدن شرایط رشد و اضافه کردن مواد غذایی به خاک و در نتیجه استفاده بهتر از منابع محیطی و در نهایت تولید ماده خشک بیشتر نسبت داد، چرا که کود آلی علاوه بر اضافه کردن مواد آلی به خاک، عناصر غذایی را نیز در اختیار آن قرار می‌دهد. کودهای آلی نه تنها قادر به تأمین عناصر غذایی مورد نیاز و بهبود قابلیت تولید گیاه بوده بلکه بر موفقیت آمیز بودن محصول نیز مفید واقع می‌شوند (Ghosh *et al*., 2004). جانوورا و همکاران (Jannoura *et al*., 2014) نیز طی بررسی کاربرد کود آلی بر رشد و عملکرد مخلوط نخود و یولاف، اثر مثبت آن را بر افزایش عملکرد گزارش کرده‌اند. شاید این افزایش عملکرد را بتوان به نرخ فتوسنتزی بالاتر و تولید ماده خشک بیشتر در شرایط کاربرد کودهای آلی با توجه به اثرات مثبت آنها بر مطلوبیت شرایط رشد گیاه، نسبت داد چرا که در برخی پژوهش‌ها نیز همبستگی مثبت بین فتوسنتز و عملکرد (Ghosh *et al*., 2006; Efthimiadou *et al*., 2009) و افزایش نرخ فتوسنتز در شرایط کاربرد کودهای آلی (Jannoura *et al*., 2014; Antolín *et al*., 2010; Liu *et al*., 2004) گزارش شده است. کمتر بودن عملکرد دانه و زیستی در شرایط مخلوط نسبت به تک‌کشتی نیز شاید به دلیل کاهش تراکم کنجد در واحد سطح و افزایش فاصله بوته‌های کنجد روی ردیف که باعث کاهش رقابت درون گونه‌ای و در نتیجه افزایش تعداد شاخه‌های فرعی و کاهش تعداد کپسول در بوته باشد که احتمالاً این تغییرات در اجزای عملکرد در تیمارهای کشت مخلوط نتوانسته است جبران کننده تأثیر کاهش تراکم در عملکرد شود. همچنین به نظر می‌رسد که روند تجمع ماده خشک نیز در تیمارهای مخلوط نسبت به تک کشتی در طول فصل رشد در سطح پایین‌تری قرار گرفته بوده است. پورامیر و همکاران (Pouramir *et al*., 2010b) نیز طی بررسی کشت مخلوط کنجد و نخود مشاهده کرده‌اند که بیشترین عملکرد زیستی کنجد در شرایط کشت خالص کنجد به‌دست آمد و کاهش عملکرد کنجد را در شرایط مخلوط، به کاهش تراکم کنجد نسبت داده‌اند.

اجزای عملکرد لوبیا چشم‌بلبلی

بیشترین ارتفاع بوته لوبیا چشم‌بلبلی در تیمار مصرف ۳۰ کیلوگرم کود نیتروژنه + ۵۰ کیلوگرم کود فسفره + ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود آلی بیوارگانیک و نسبت کاشت مخلوط ۷۵ درصد کنجد + ۲۵ درصد لوبیا چشم‌بلبلی به

دست آمد (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد که کاربرد کود آلی به همراه مقادیر کاهش یافته کود شیمیای، توانسته است که با فراهمی این عناصر برای گیاه، کاهش مصرف آنها را جبران کند و باعث رشد بیشتر بوته‌های لوبیا چشم‌بلبلی شود. آدویه و همکاران (Adeoye *et al*., 2011) و ریحان و امیراصلانی (Reyhan and Amiraslani 2006) نیز بهبود عواملی گیاهی را در شرایط کاربرد کودهای آلی، با افزایش سطوح نیتروژن، فسفر و پتاسیم مرتبط می‌دانند. بیشترین تعداد شاخه فرعی در لوبیا چشم‌بلبلی در تیمار مصرف ۳ کیلوگرم در هکتار کود زیستی بیومیک و کشت خالص لوبیا چشم‌بلبلی به‌دست آمد (جدول ۳). در بین سیستم‌های کودی مورد بررسی، کمترین تعداد شاخه فرعی متعلق به تیمار مصرف ۳۰ کیلوگرم کود نیتروژنه + ۵۰ کیلوگرم کود فسفره + ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود آلی بیوارگانیک بود. همانگونه که قبلاً ذکر شد این تیمار بیشترین ارتفاع بوته را به خود اختصاص داده بود (جدول ۴). با توجه به‌نتایج به‌نظر می‌رسد که با افزایش ارتفاع بوته از تعداد شاخه‌های فرعی کاسته می‌شود که این امر احتمالاً با اثر غالبیت جوانه انتهایی و کاهش شرایط رشد برای جوانه‌های جانبی، در ارتباط می‌باشد. در مورد افزایش تعداد شاخه فرعی در کشت خالص لوبیا چشم‌بلبلی بایستی اشاره شود که کمترین ارتفاع بوته نیز در این تیمار به‌دست آمده بود. شاید کاهش ارتفاع بوته‌های لوبیا چشم‌بلبلی در کشت خالص که از تراکم بالاتری برخوردار بود، را بتوان به افزایش رقابت بوته‌ها برای جذب منابع و در نتیجه رشد کمتر بوته‌ها، نسبت داد. به‌نظر می‌رسد در مورد لوبیا چشم‌بلبلی که دارای تیپ رشدی نیمه خزنده بود، رقابت بیشتر بر سر عامل فضا بین بوته‌ها صورت گرفته است، در حالی که در کنجد که تیپ رشدی آن به‌صورت بوته‌ای استوار می‌باشد، رقابت بیشتر برای دریافت نور بوده است. سلوسه و همکاران (Selosse *et al*., 2004) در بررسی خود نشان داده‌اند که کودهای زیستی حاوی باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، گیاه را در جذب عناصر بیشتر یاری می‌کنند که در نتیجه آن رشد اندام هوایی و انشعابات جانبی گیاه افزایش پیدا می‌کند. بیشترین تعداد نیام در بوته در لوبیا چشم‌بلبلی در تیمار مصرف ۳۰ کیلوگرم کود نیتروژنه + ۵۰ کیلوگرم کود فسفره + ۱/۵ کیلوگرم در هکتار کود زیستی بیومیک به‌دست آمد (جدول ۳). وجود رطوبت و عناصر غذایی و عدم وجود پاتوژن‌ها مهم‌ترین عوامل باروری تعداد نیام و تولید دانه می‌باشد (Ghalavand *et al*., 2009). به نظر می‌رسد که کاربرد توأم کودهای شیمیایی و زیستی با تأمین مواد غذایی بیشتر برای گیاه، به افزایش تعداد نیام منتهی شده است. با توجه به نتایج، احتمالاً میکروارگانسیم‌های موجود در کودهای زیستی با افزایش فراهمی عناصر غذایی، به افزایش تعداد نیام کمک کرده‌اند. نتایج قلاوند و همکاران (Ghalavand *et al*., 2009) نیز نشان داده است که کودهای آلی، زیستی و شیمیایی و برهمکنش دوجانبه آنها تأثیر معنی‌داری بر تعداد نیام در بوته و تعداد نیام بارور در نخود داشت. توگای و همکاران (Togay *et al*., 2008) گزارش کرده‌اند که تلقیح باکتریایی، تعداد نیام در بوته لوبیا را افزایش داد. در نسبت‌های کاشت نیز بیشترین تعداد نیام در بوته مانند تعداد شاخه فرعی متعلق به کشت خالص لوبیا چشم بلبلی بود (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد که تعداد زیادی از نیام‌ها روی شاخه‌های فرعی تشکیل شده است که توانسته تفاوتی معنی‌دار در تعداد آن در

نسبت‌های کاشت ایجاد کند. به‌نظر می‌رسد در مورد صفت‌های تعداد شاخه فرعی و تعداد نیام در بوته، تیمارهای مخلوط در مقایسه با کشت خالص نتوانسته‌اند شرایطی بهتر برای افزایش آنها به وجود آورند و در کشت خالص گیاهان توانسته‌اند به‌طور کارآمدتری عمل کنند. بیشترین تعداد دانه در نیام در لوبیا چشم‌بلبلی در تیمار مصرف ۳۰ کیلوگرم کود نیتروژنه + ۵۰ کیلوگرم کود فسفره + ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود آلی بیوارگانیک به دست آمد (جدول ۳). این صفت یکی از معیارهای تعیین کننده عملکرد دانه محسوب می‌شود به طوری که هر چه تعداد دانه در نیام بیشتر باشد، مخزن بزرگتری برای مواد متابولیکی به‌وجود آمده و هر عاملی که باعث افزایش این معیار شود، به نظر می‌رسد می‌تواند باعث افزایش عملکرد شود، البته به شرطی که محدودیت منبع وجود نداشته باشد و شاخص برداشت گیاه هم بالا باشد. به نظر می‌رسد که استفاده توأم از کودهای شیمیایی و آلی در مقایسه با مصرف آنها به تنهایی به‌دلیل فراهمی بیشتر عناصر غذایی باعث افزایش تعداد دانه در نیام گردیده است. تأمین عناصر غذایی نقش مهمی در افزایش تعداد دانه در نیام دارد (Rudresh *et al*., 2005). بیشترین تعداد دانه در نیام در نسبت‌های کاشت نیز متعلق به کشت مخلوط ۵۰ درصد کنجد + ۵۰ درصد لوبیا چشم بلبلی بود (جدول ۳). جمشیدی و همکاران (Jamshidi *et al*., 2008) نیز طی ارزیابی کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم‌بلبلی، اثر معنی‌دار الگوی کاشت بر تعداد دانه در نیام در لوبیا چشم بلبلی گزارش کرده‌اند. بیشترین طول نیام در لوبیا چشم‌بلبلی در تیمار مصرف ۶۰ کیلوگرم کود نیتروژنه + ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفره به‌دست آمد (جدول ۳). افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی در خاک چه به‌صورت معدنی و غیرمعدنی می‌تواند بر بهبود رشد و صفات زراعی، اثر مثبت داشته باشد. به نظر می‌رسد که مصرف کود، باعث فراهم شدن محیط تغذیه‌ای مناسب برای نیام‌های در حال رشد و انتقال مواد فتوسنتزی به آنها شده است (Abdzad Gohari *et al*., 2010). در بین الگوهای کاشت بیشترین طول نیام مربوط به کشت مخلوط ۷۵ درصد کنجد + ۲۵ درصد لوبیا چشم‌بلبلی بود (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد در شرایطی که تراکم بوته‌های لوبیا چشم‌بلبلی در نسبت‌های کاشت، کاهش یافته، شرایط برای رشد بیشتر نیام‌ها بهبود یافته که همین امر منجر به افزایش طول نیام‌ها گردیده است. بیشترین تعداد دانه در نیام در لوبیا چشم‌بلبلی در تیمار مصرف ۳۰ کیلوگرم کود نیتروژنه + ۵۰ کیلوگرم کود فسفره + ۱/۵ کیلوگرم در هکتار کود زیستی بیومیک به‌دست آمد (جدول ۳). از آن‌جایی که بیشترین تعداد نیام در بوته نیز به این تیمار اختصاص داشت و از تعداد دانه در نیام بالایی نیز برخوردار بود، این نتایج قابل انتظار به‌نظر می‌رسد. میکروارگانسیم‌های موجود در کودهای زیستی با افزایش سطح جذب فسفر و در اختیار گذاشتن نیتروژن بیشتر، دو عنصر ضروری برای رشد گیاه را تأمین می‌کنند. بیشترین تعداد دانه در بوته در نسبت‌های کاشت نیز متعلق به کشت مخلوط ۵۰ درصد کنجد + ۵۰ درصد لوبیا چشم‌بلبلی بود (جدول ۳). این نسبت کشت بیشترین تعداد دانه در نیام را نیز به خود اختصاص داده بود و در ضمن از تعداد نیام در بوته بالایی نیز برخوردار بود. به نظر می‌رسد با کاهش تراکم، رقابت درون گونه‌ای کاهش یافته و در نتیجه شرایطی مطلوب‌تری برای افزایش صفت‌های مؤثر در تولید

تعداد دانه بیشتر در بوته‌های لوبیا چشم‌بلبلی فراهم شده است.

عملکرد دانه و زیستی لوبیا چشم‌بلبلی

بیشترین مقدار عملکرد دانه و عملکرد زیستی کنجد طی شرایط مصرف ۳ کیلوگرم در هکتار کود زیستی بیومیک به‌دست آمد که البته عملکرد دانه با تیمار مصرف ۳۰ کیلوگرم کود نیتروژنه + ۵۰ کیلوگرم کود فسفره + ۱/۵ کیلوگرم در هکتار کود زیستی بیومیک در یک گروه آماری قرار گرفت و در مورد نسبت‌های کاشت، بیشترین عملکرد دانه و زیستی متعلق به کشت خالص آن بود (جدول ۳). از نظر اثر اجزای عملکرد، علت بالاتر بودن عملکرد دانه را در این تیمارها می‌توان به بالاتر بودن تعداد نیام در بوته در این تیمارها نسبت داد. به‌نظر می‌رسد که تعداد نیام در بوته بیشترین سهم را در تشکیل عملکرد دانه لوبیا چشم‌بلبلی دارد چراکه در سیستم‌های کودی بیشترین تعداد نیام در بوته نیز متعلق به تیمار مصرف ۳۰ کیلوگرم کود نیتروژنه + ۵۰ کیلوگرم کود فسفره + ۱/۵ کیلوگرم در هکتار کود زیستی بیومیک بود و تیمار مصرف ۳ کیلوگرم در هکتار کود زیستی نیز از تعداد نیام در بوته بالایی برخوردار بود. در ضمن این دو تیمار به‌ترتیب بیشترین تعداد دانه در بوته را نیز به خود اختصاص داده بودند. همانگونه که قبلاً ذکر شد، صفت‌های مؤثر در تعداد دانه در بوته، تعداد نیام در بوته و تعداد دانه در نیام می‌باشند، به نظر می‌رسد که برآیند این دو صفت در کل توانسته که تعداد دانه در بوته را افزایش داده و در نهایت منجر به افزایش عملکرد گردند. نتایج امینی‌فر و همکاران (Aminifar *et al*., 2013) در سویا نیز نشان داده است که مهم‌ترین صفت در تعیین عملکرد دانه، تعداد نیام در بوته بود. به‌نظر می‌رسد که میکروارگانسیم‌های موجود در کودهای زیستی از طریق فراهمی بیشتر عناصر غذایی و بهبود رشد گیاه و تولید ماده خشک بیشتر، اجزای عملکرد را افزایش داده و در نهایت کمک به بهبود عملکرد می‌کنند. افزایش عملکرد حبوباتی مانند نخود (Valverde *et al*., 2006) و ماش (Ahmad *et al*., 2012) نیز در شرایط کاربرد باکتری‌های محرک رشد گزارش شده است. افزایش رشد ریشه، افزایش جذب آب و عناصر غذایی توسط ریشه‌ها، جلوگیری از آلودگی توسط عوامل بیماری‌زای قارچی و باکتریایی و تثبیت زیستی نیتروژن مولکولی را جزو سازوکارهایی دانسته‌اند که باکتری‌های محرک رشد از طریق آنها رشد و عملکرد دانه را بهبود می‌بخشند (Okon and Itzigsohn, 1995). در این آزمایش نیز بیشترین تعداد شاخه فرعی در تیمار کاربرد کود زیستی به‌دست آمد. این احتمال وجود دارد که همین عامل نیز در افزایش تعداد نیام در بوته و در نهایت افزایش عملکرد در این تیمار مؤثر بوده است. در نسبت‌های‌کشت مخلوط نیز کشت خالص دارای بیشترین تعداد نیام در بوته بود و نیز از تعداد دانه در نیام بالایی برخوردار بود. جمشیدی و همکاران (Jamshidi *et al*., 2008) طی ارزیابی کشت مخلوط ذرت و لوبیا چشم‌بلبلی بیان داشته‌اند که با افزایش تراکم گیاهی، عملکرد دانه برای هر دو گیاه در تک کشتی و کشت مخلوط افزایش یافت، که این افزایش به‌دلیل افزایش پوشش گیاهی و نزدیک شدن آنها به تراکم مطلوب در شرایط مخلوط و استفاده بهتر از منابع محیطی می‌تواند باشد. آنها همچنین اضافه کرده‌اند که عملکرد ذرت در الگوی کشت مخلوط بیشتر از عملکرد آن در تک‌کشتی بود و عملکرد لوبیا چشم‌بلبلی در سیستم تک کشتی اندکی

بیشتر از الگوی کشت مخلوط شد که دلیل کلی آن است که رقابت درون گونه‌ای بیشتر از رقابت بین گیاهان گونه‌های مختلف است.

نسبت برابری زمین (LER)

نتایج آزمایش نشان داد که در سیستم‌های کودی بالاترین نسبت برابری کنجد با میانگین ۰/۶۶ در تیمار F_1 و بالاترین نسبت برابری لوبیا چشم بلبلی و نسبت برابری کل به‌ترتیب با میانگین ۰/۶۶ و ۱/۲۴ در تیمار کودی F_4 به دست آمد (جدول ۴). به‌طورکلی سهم لوبیا در نسبت برابری کل بالاتر بود. به نظر می‌رسد دلیل بالاتر بودن سهم لوبیا در نسبت برابری کل در سیستم‌های کودی، استفاده کارآمدتر از منابع کودی بوده است. به نظر می‌رسد لوبیا چشم‌بلبلی نسبت به کنجد از فضایی که در اختیار داشته بهره بیشتری برده که در نتیجه آن عملکرد نسبی بالاتری نیز تولید کرده و در نهایت در نسبت برابری زمین مؤثرتر واقع شده است. در تیمارهای نسبت کاشت بیشترین نسبت برابری زمین جزیی کنجد در تیمار کشت مخلوط ۷۵ درصد کنجد + ۲۵ درصد لوبیا چشم‌بلبلی و بالاترین نسبت برابری زمین جزیی لوبیا چشم‌بلبلی در تیمار کشت مخلوط ۲۵ درصد کنجد + ۷۵ درصد لوبیا چشم‌بلبلی به‌دست آمد که این نتایج با توجه به درصد بالاتر آنها در این دو تیمار قابل انتظار به نظر می‌رسد. اما بیشترین نسبت برابری زمین کل متعلق به تیمار کشت مخلوط ۵۰ درصد کنجد + ۵۰ درصد لوبیا چشم‌بلبلی بود (جدول ۴). این امر شاید حاکی از این می‌باشد که زمانی که نسبت‌های مساوی از دو گیاه زراعی در مخلوط به کار برده می‌شوند با متعادل‌تر شدن شرایط رشد، هر دو گیاه با ایجاد رقابت کمتر، از منابع موجود بهره بهتری برده و اثر مطلوب بیشتری نیز بتوانند بر رشد یکدیگر داشته باشند. با این وجود، اثر دو گیاه کنجد و لوبیا چشم‌بلبلی بر عملکرد نسبی کل، نزدیک به هم، ولی برابر نبود، به‌طوری‌که کنجد با نسبت برابری ۰/۵۴، نسبت به لوبیا چشم‌بلبلی (با نسبت برابری ۰/۴۹)، سهم بیشتری در آن داشت. شاید دلیل بالاتر بودن نسبت برابری کنجد، برتری این گیاه در رقابت با لوبیا چشم بلبلی و فشار رقابتی ناچیزی که بر آن وارد کرده، می‌باشد. اما به‌طورکلی، به نظر می‌رسد که این نسبت کاشت کنجد و لوبیا چشم‌بلبلی می‌تواند سودمندی کشت مخلوط این دو گیاه را به همراه داشته باشد. همچنین، بالاتر بودن مقدار نسبت برابری کل در کشت مخلوط ۵۰ درصد کنجد + ۵۰ درصد لوبیا چشم‌بلبلی می‌تواند ناشی از اثر مثبت گیاه لوبیا چشم‌بلبلی از طریق تثبیت نیتروژن (Bhatti *et al*., 2006) و فراهمی عناصر غذایی دیگری مثل فسفر (Tsubo *et al*., 2001) روی رشد کنجد و همچنین کاهش رقابت درون گونه‌ای برای کسب منابع رشدی باشد. در کشت مخلوط کنجد و لوبیا گزارش شده است که به‌طور کلی سهم لوبیا از نسبت برابری زمین کل بالاتر بود و تیمارهایی که لوبیا در آنها تراکم بالاتری را داشتند از نسبت برابری زمین بالاتری برخوردار بودند (Koocheki *et al*., 2014).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به ارزیابی شاخص نسبت برابری زمین کل (LERt) به‌نظر می‌رسد که کاربرد تلفیقی کود آلی به همراه مقادیر کاهش یافته کودهای شیمیایی، علاوه بر تأمین عناصر غذایی ضروری، موجب بهبود قابلیت تولید گیاهان می‌شود که این امر به واسطه افزایش عملکرد کنجد و لوبیا چشم‌بلبلی بازتاب پیدا کرده است. کود آلی ابزاری مهم در بهبود حاصلخیزی خاک

بوده و سیستم‌های زراعی را پایدارتر نموده و در نتیجه موجب افزایش قابلیت تولید گیاهان زراعی می‌گردد. در مورد نسبت‌های کاشت نیز باید بیان شود که بیشترین نسبت برابری زمین کل (LERt) متعلق به تیمار کشت مخلوط ۵۰ درصد کنجد + ۵۰ درصد لوبیا چشم‌بلبلی بود. این امر شاید حاکی از این می‌باشد که زمانی که نسبت‌های مساوی از دو گیاه زراعی در مخلوط به کار برده می‌شوند با متعادل‌تر شدن شرایط رشد، هر دو گیاه با ایجاد رقابت کمتر، از منـابع مـوجود بهـره بهتری برده و اثر مطلوب بیشتری نیز بتوانند بر رشد یکدیگر داشته باشند. بنابراین، به‌طورکلی با توجه به نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که نسبت کاشت کشت مخلوط ۵۰ درصد کنجد + ۵۰ درصد لوبیا چشم‌بلبلی و مصرف ۳۰ کیلوگرم کود نیتروژنه + ۵۰ کیلوگرم کود فسفره + ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود آلی بیوارگانیک، می‌تواند مصرف کمتر کودهای شیمیایی و سودمندی کشت مخلوط این دو گیاه را به همراه داشته باشد.

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1- Chemical and physical properties of the soil in experimental site

هدایت الکتریکی Ec ($dS.cm^{-1}$)	اسیدیته pH	نیتروژن N (%)	فسفر P ($mg.kg^{-1}$)	کربن آلی OC (%)	سیلت Silt (%)	رس Clay (%)	شن Sand (%)	بافت خاک Soil texture
1.9	7.3	0.06	2.4	0.58	62	10	28	سیلتی لوم Silty loam

ادامه جدول ۱- خصوصیات شیمیایی کود آلی بیوارگانیگ

Table 1- Chemical properties of the bioorganic fertilizer

کلسیم Ca (%)	پتاسیم K (%)	فسفر P (%)	نیتروژن N (%)	رطوبت Humidity (%)	ماده آلی OC (%)
10	2	2	3	10-12	70

جدول ۲- اثر سیستم‌های کودی و نسبت‌های کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد کنجد

Table 2- Yield and yield components of sesame as affected by fertilizer rates and cropping systems

مقادیر کود fertilizer rates	ارتفاع بوته plant height (cm)	تعداد کپسول در بوته number of capsules per plant	تعداد شاخه در بوته number of branches per plant	عملکرد دانه seed yield (kg ha^{-1})	عملکرد بیولوژیک biological yield (kg ha^{-1})
F_1	58.49 e	15.91 c	3.07 a	800.80 b	2941.45 b
F_2	63.69 c	16.99 b	2.49 b	950.49 a	3482.62 a
F_3	70.24 a	18.41 a	2.33 c	782.29 b	2805.15 c
F_4	65.98 b	18.49 a	2.55 b	670.96 d	2433.58 e
F_5	60.65 d	18.16 a	2.08 d	711.06 c	2551.73 d
سیستم‌های کاشت cropping systems					
M_1	71.21a	20.39a	1.99c	1292.60a	4691.04a
M_3	61.22c	16.26c	2.93a	648.27c	2358.87c
M_4	60.56d	17.46b	2.52b	885.21b	3220.25b
M_5	62.25b	16.26c	2.57b	306.40d	1101.46d

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون دانکن اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Different letters in each columns indicate a significant difference according to the Duncan test ($P < 0.05$).

جدول ۳- اثر سیستم‌های کودی و نسبت‌های کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چشم بلبلی

Table 3- Yield and yield components of cowpea as affected by fertilizer rates and cropping systems

مقادیر کود fertilizer rates	ارتفاع بوته plant height (cm)	تعداد شاخه فرعی number of branches per plant	تعداد نیام در بوته number of pods per plant	تعداد دانه در نیام number of seeds per pod	عملکرد دانه Seed Yield (kg ha^{-1})	عملکرد زیستی Biological yield (kg ha^{-1})
F_1	60.74 d	2.08 b	7.91 c	10.06 b	1628.63 d	4033.59 e
F_2	66.49 c	2.08 b	7.08 d	7.71 e	2010.05 b	4791.50 c
F_3	73.16 b	2.74 a	11.16 b	9.91 c	2582.50 a	6256.56 a
F_4	116.3 a	1.49 d	7.66 c	10.33 a	1754.51 c	4451.39 d
F_5	67.99 c	2.07 c	11.58 a	9.73 d	2472.06 a	5919.44 b
سیستم‌های کاشت cropping systems						
M_2	60.29d	2.61a	9.59a	9.73b	3772.40a	9179.20a
M_3	73.73c	2.08b	9.26b	9.87a	1666.60c	3926.40c
M_4	91.56a	1.94c	9.26b	9.28d	961.20d	2296.40d
M_5	82.19b	1.74d	8.19c	9.31c	2510.00b	5960.00b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون دانکن اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

Different letters in each columns indicate a significant difference according to the Duncan test ($P < 0.05$).

جدول ۴- نسبت برابری زمین مخلوط کنجد-لوبیا چشم بلبلی در سیستم‌های کودی

Table 4- Land equivalent ratio (LER) of sesame-cowpea intercrops in fertilizer rates

مقادیر کود fertilizer rates	نسبت برابری کنجد LERs	نسبت برابری لوبیا چشم بلبلی LERc	نسبت برابری کل LERt
۶۰کیلوگرم نیتروژن+۱۰۰ کیلوگرم فسفر 60 kg ha^{-1} Urea + 100 kg ha^{-1} Triple superphosphate	0.65	0.43	1.09
۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود آلی بیوارگانیک 300 kg ha^{-1} Bio-organic (organic fertilizer)	0.35	0.42	0.78
۳ کیلوگرم در هکتار کود زیستی بیومیک 3 kg ha^{-1} Bioumik (biofertilizer)	0.40	0.42	0.83
۳۰ کیلوگرم+۵۰ کیلوگرم فسفر+۱۵۰ کیلوگرم کود بیوارگانیک 30 kg ha^{-1} Urea + 50 kg ha^{-1} Triple superphosphate + 150 kg ha^{-1} Bio-organic	0.58	0.66	1.24
۳۰ کیلوگرم+۵۰ کیلوگرم فسفر+۱/۵ کیلوگرم کود بیومیک 30 kg ha^{-1} Urea + 50 kg ha^{-1} Triple superphosphate + 1.5 kg ha^{-1} Bioumik	0.46	0.37	0.83
کشت مخلوط Intercropping			
مخلوط ۵۰:۵۰ کنجد-لوبیا چشم بلبلی 50:50 sesame-cowpea intercropping	0.54	0.49	1.03
مخلوط ۲۵:۷۵ کنجد-لوبیا چشم بلبلی 75:25 sesame-cowpea intercropping	0.70	0.27	0.97
مخلوط ۷۵:۲۵ کنجد-لوبیا چشم بلبلی 25:75 sesame-cowpea intercropping	0.24	0.73	0.97

References منابع مورد استفاده

- Abdzad Gohari, A., A. Amiri, M. Porhelme Gohari, and Z. Babaei Bazkiaei. 2010. Effect of nitrogen and potassium on yield and traits of cowpea in rainfed conditions. *Journal of Research in Crop Science*. 3(10): 73-84. (In Persian).
- Adeoye, P.A., S.E. Adebayo, and J.J. Musa. 2011. Growth and yield response of cowpea to poultry and cattle manure as amendments on sandy loam soil plot. *Agricultural Journal*. 6(5): 218-221.
- Ahmad, M., Z.A. Zahir, H.N. Asghar, and M. Arshad. 2012. The combined application of rhizobial strains and plant growth promoting rhizobacteria improves growth and productivity of mung bean (*Vigna radiata* L.) under salt-stressed conditions. *Annals of Microbiology*. 62: 1321-1330.
- Aminifar, J., Gh. Mohsenabadi, M.H. Bigluei, and H. Samizadeh. 2013. Effect of deficit irrigation on yield, yield components and water productivity of soybean T.215 cultivar. *Journal of Water and Irrigation Engineering*. 3(11): 24-34. (In Persian).
- Antolín, M.C., I. Muro, and M. Sánchez-Díaz. 2010. Application of sewage sludge improves growth, photosynthesis and antioxidant activities of nodulated alfalfa plants under drought conditions. *Environmental and Experimental Botany*. 68: 75–82.
- Bhatti, I.H., R. Ahmad, A. Jabbar, M.S. Nazir, and T. Mahmood. 2006. Competitive behavior of component crops in different sesame – legume intercropping systems. *International Journal of Agriculture and Biology*. 2: 165-167.
- Bigonah, R., P. Rezvani Moghadam, and M. Jahan. 2014. Effect of intercropping on biological yield, nitrogen percentage and morphological charactristics of *Coriandrum sativum* and *Trigonella foenum-graecum*. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 12(3): 369-377. (In Persian).
- Efthimiadou, A., D. Bilalis, A. Karkannis, B. Froud-Williams, and I. Eleftherochorinos. 2009. Effects of cultural system (organic and conventional) on growth, photosynthesis and yield components of sweetcorn (*Zea mays* L.) under semi-arid environment. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca.* 37: 104–111.
- Ghalavand, A., A. Hamidi, M.J. Malakooti, A. Asgharzadeh, and R. Chogan. 2006. Biofertilizer applications. 9th Agronomy and Plant Breeding Congress, University of Tehran (College of Aboriahan), 28th-30th August, Tehran, Iran, pp 200-225.
- Ghalavand, A., Kh. Mohammadi, M. Aghaalikhani, and Y. Sohrabi. 2009. Effect of organic, biological and chemical fertilizers on yield and quality of pea. *Journal of Soil and Water Science*. 19(2): 213-234. (In Persian).
- Ghosh, P.K., K.K. Ajay, M.C. Bandyopadhyay, K.G. Manna, A.K. Mandal, and K.M. Hati. 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phospho-compost and fertilizer-NPK on three cropping system in vertisols of semi-arid tropics. II. dry matter yield, nodulation, chlorophyll content and enzyme activity. *Bioresource Technology*. 95: 85–93.

- Ghosh, P.K., M.C. Manna, K.K. Bandyopadhyay, A.K. Ajay, R.H. Tripathi, K.M. Wanjari, A.K. Hati, C.L. Misra, and A. Acharya Subba Rao. 2006. Interspecific interaction and nutrient use in soybean/sorghum intercropping system. *Agronomy Journal*. 98: 1097–1108.
- Jamshidi, Kh., D. Mazaheri, N. Majnoun Hosseini, H. Rahimian, and A. Peyghambari. 2008. Evaluation of yield in intercropping of maize and cowpea. *Pajouhsh & Sazandegi*. 80: 110 – 118. (In Persian).
- Jannoura, R., R.G. Joergensen, and C. Bruns. 2014. Organic fertilizer effects on growth, crop yield, and soil microbial biomass indices in sole and intercropped peas and oats under organic farming conditions. *European Journal of Agronomy*. 52: 259-270.
- Kizilkaya, R. 2008. Yield response and nitrogen concentration of spring wheat inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. *Ecological Engineering*. 33: 150-156.
- Koocheki, A., M. Nassiri Mahalati, Y. Alizadeh, and R. Moradi. 2014. Response-surface analysis for evaluation of competition in different densities of sesame (*Sesamum indicum*) and bean (*Phaseolus vulgaris*) intercropping. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 12(3): 335-342. (In Persian).
- Liu, X., S.J. Herbert, J. Jin, Q. Zhang, and G. Wang. 2004. Responses of photosynthetic rates and yield/quality of main crops to irrigation and manure application in the black soil area of Northeast China. *Plant and Soil*. 261: 55–60.
- Mazaheri, D. 1996. Facilitative production in intercropping. 4th Agronomy and Plant Breeding Congress, Industrial University of Isfahan (College of Aboriahan), 26th-29th August, Isfahan, Iran.
- Najeeb, U., M.Y. Mirza, G. Jilani, A.K. Mubashir, and W.J. Zhou. 2012. Sesame. In: Gupta S.K. (eds). Technological Innovations in Major World Oil Crops, Volume 1: Breeding. © Springer Science+Business Media, LLC 2012.
- Nielsen, H.H., P. Ambus, and E.S. Jensen. 2001. Interspecific competition N use and interference with weeds in pea – barley intercropping. *Field Crops Research*. 70: 101-109.
- Okon, Y., and R. Itzigsohn. 1995. The development of Azospirillum as a commercial inoculant for improving crop yields. *Biotechnol Advances*. 13: 415–424.
- Parsa, M., and A. Bagheri. 2008. Pulses. Mashhad Jihad Publications, Iran (In Persian).
- Pouramir, F., M. Nassiri Mahallati, A. Koocheki, and R. Ghorbani. 2010a. Evaluation the effect of different planting ratios on yield and yield components of intercropping sesame and chickpea in additive series. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 8(3): 393-402. (In Persian).
- Pouramir, F., M. Nassiri Mahallati, A. Koocheki and R. Ghorbani. 2010b. Assessment of sesame and chickpea yield and yield components in the replacement series intercropping. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 8(5): 757-767. (In Persian).

- Radwan, S.M., H.F. Hussein, J.L. Rubio, R.P. Morgan, S. Asins, and V. Andreu. 2002. Response of wheat plants to bio and organic fertilization under different weed control treatments. Man and Soil at the Third Millennium Proceedings International Congress of the European Society of Soil Conservation, Valencia, Spain. (1): 1015-1023.
- Reyhan, M.K., and F. Amiraslani. 2006. Studying the relationship between vegetation and physico-chemical properties of soil, case study: Tabas region, Iran. *Pakistan Journal of Nutrition*. 5: 169-171.
- Rudresh, D.L., M.K. Shivaprakash, and R.D. Prasad. 2005. Effect of combined application of rhizobium, phosphate solubilizing bacterium and Trichoderma spp. on growth, nutrient uptake and yield of chickpea (*Cicer aritenium* L.). *Applied Soil Ecology*. 28: 139-146.
- Selosse, M.A., E. Baudoin, and P. Vandenkoornhyse. 2004. Symbiotic microorganisms, a key for ecological success and protection of plants. *Comptes Rendus Biologies*. 327: 639 -648.
- Sharma, A.K. 2003. Biofertilizer for sustainable agriculture. Agrobios Publication, India.
- Singh, B., H.A. Ajeigbe, S.A. Tarawali, S. Fernandez-Rivera, and M. Abubakar. 2003. Improving the production and utilization of cowpea as food and fodder. *Field Crops Research.* 84: 169–150.
- Tarango Rivero, S.H., V.G. Nevarez Moorillon, and E. Orrantia Borund. 2009. Growth, yield, and nutrient status of pecans fertilized with biosolids and inoculated with rizosphere fungi. *Bioresource Technology*. 100: 1992–1998.
- Togay, N., Y. Tgay, K.M. Cimrin, and M. Turan. 2008. Effect of rhizobium inoculation, sulfur and phosphorus applications on yield, yield components and nutrient uptakes in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *African Journal Biotechnology*. 7: 776-782.
- Tsubo, M., S. Walker, and E. Mukhala. 2001. Comparison of radiation use efficiency of mono-inter –cropping systems with different row orientations. *Field Crops Research*. 71: 17-29.
- Valverde, A., A. Burgos, T. Fiscella, R. Rivas, E. Velázquez, C. Rodríguez-Barrueco, E. Cervantes, M. Chamber, and J.M. Igual. 2006. Differential effects of coinoculations with *Pseudomonas jessenii* PS06 (a phosphate-solubilizing bacterium) and *Mesorhizobium ciceri* C-2/2 strains on the growth and seed yield of chickpea under greenhouse and field conditions. *Plant and Soil*. 287: 43-50.
- Willey R.W. 1979. Intercropping its importance and research needs. I. Competition and yield advantages. *Field Crops Abstract*. 32: 1–10.
- Zargari, K. 1993. The effects of irradiation on morphological, physiological and cytological traits of mung bean. M.Sc. Dissertation. Islamic Azad University of Karaj, Karaj, Iran. (In Persian).

Advantage of Sesame and Cowpea Intercrops in Different Fertilizer Application Systems

Jasem Aminifar [1*], Mahmood Ramroudi [2], Mohammad Galavi [3], and Gholamreza Mohsenabadi [4]

Received: March 2016, Revised: 28 June 2016, Accepted: 3 January 2017

Abstract

To investigate the effects of different fertilizer applications and sesame/cowpea intercropping systems on soil fertility, a split plot experiment based on randomized complete block design was conducted in Fasa, Fars province, during 2014. The main plots were five fertilizer levels consisted of: using chemical fertilizers nitrogen+phosphorous (F_1), organic fertilizers (F_2), biofertilizers (F_3), 50% chemical fertilizer + 50% organic fertilizer (F_4) and 50% chemical fertilizer + 50% biofertilizer (F_5), and sub plots consisted of: sole cropping of sesame (M_1), sole cropping of cowpea (M_2), 50:50 sesame-cowpea intercropping (M_3), 75:25 sesame-cowpea intercropping (M_4) and 25:75 sesame-cowpea intercropping (M_5). The results showed that soil fertility and cropping systems affected the yield and yield components of sesame and cowpea significantly. The highest yield of sesame (1292.6 kg.ha^{-1}), and cowpea (3772.4 kg.ha^{-1}) were obtained from their sole croppings. Among the applications of fertilizer, the highest yield of sesame (950.49 kg.ha^{-1}) and cowpea (2582.50 kg.ha^{-1}) belonged to bioorganic and biofertilizer treatments, respectively. In spite of these results, the highest land equivalent ratio (LER) belonged to F_4 (1.24) and M_3 (1.03) treatments. In general, according to the results, it seems that 50:50 sesame-cowpea intercropping (M_3) and application of 30 kg.ha^{-1} N + 50 kg.ha^{-1} P + 150 kg.ha^{-1} bio-organic fertilizer (F_4), may reduce application of chemical fertilizers and be beneficial to sesame-cowpea intercropping system.

Key words: Cowpea, Intercropping usefulness, Sesame, Soil fertility, Yield.

1- Ph.D. Student of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran
2- Associate Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran
3- Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Zabol, Zabol, Iran
4- Assistant Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran
***Corresponding Author:** jaminifar500@gmail.com*