فنآوری تولیدات گیاهی/ جلد هیجدهم/ شمارهٔ اول/ بهار و تابستان ۹۷
DOI: 10.22084/ppt.2018.8046.1461

تأثیر سیستم‌های مختلف کوددهی (شیمیایی، آلی و تلفیقی) بر شاخص‌های رقابتی و اقتصادی کشت مخلوط شنبلیله و سیاهدانه

Effect of Different Fertilization Systems (Chemical, Organic and Integrated) on Competitive and Economic Indices of Fenugreek and Black Cumin Intercropping

مریم روستایی[۱]، سینا فلاح[۲*] و علی عباسی سورکی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۶/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۰۵

چکیده

به‌منظور بررسی اثر سیستم‌های مختلف تغذیه بر شاخص‌های رقابتی و اقتصادی شنبلیله و سیاهدانه در کشت مخلوط، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد در سال ۱۳۹۲ اجرا گردید. تک کشتی شنبلیله (F)، تک کشتی 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 شامل کود شیمیایی، کود مرغی و کود تلفیقی (۱:۱) نیز به‌عنوان فاکتور دوم، در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که شنبلیله توان رقابتی بالاتری نسبت به سیاهدانه داشت ولی تغذیه با کود مرغی، میزان رقابت را کاهش داد. شاخص‌های رقابتی تحت تغذیه باکود مرغی به‌شدت کاهش یافت. بیش‌ترین میزان نسبت برابری زمین (LER)، ضریب ازدحام نسبی (K)، افت واقعی عملکرد (AYL)، مزیت پولی (MAI) و سودمندی کشت مخلوط (IA) در تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) تحت سیستم تغذیه با کود مرغی مشاهده گردید. بنابراین استفاده از کودهای دامی در کشاورزی پایدار سودمندی کشت مخلوط را بیش از سیستم تغذیه شیمیایی افزایش خواهد داد.

واژه‌های کلیدی: مجموع ارزش نسبی، نسبت رقابت، نسبت برابری زمین، کشاورزی پایدار

۱، ۲ و ۳. به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد، استاد و استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران
*: نویسنده مسئول Email: falah1357@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

کشاورزی مدرن به‌واسطه‌ی کاهش تنوع گیاهی (*گنو و گنو*[1]، 2001) و هم‌چنین کاربرد کودهای شیمیایی منجر به مشکلات زیست محیطی زیادی شده است (*ساوسی*[2]، 2012). وجود تنوع مهم‌ترین اصل در پایداری یک اکوسیستم زراعی یا طبیعی به‌شمار می‌رود، در واقع اکوسیستم‌های متنوع در مقابل عوامل محیطی نظیر شیوع آفات، بیماری‌ها و غیره دارای پایداری و ثبات هستند. بنابراین، ایجاد تنوع در اکوسیستم‌های کشاورزی می‌تواند تا حدی آن‌ها را در مقابل عوامل نامساعد یاری کند (*بومان*[3]، 2001).

یکی از مهم‌ترین روش‌ها برای افزایش تنوع در یک اکوسیستم زراعی رشد دو یا چند محصول به‌صورت کشت مخلوط است که خود، امکان برقراری روابط متقابل بین محصولات مختلف را فراهم می‌سازد (*ساستاوا*[4] و همکاران، 2004) در واقع در این سیستم کشت، دو و یا تعداد بیشتری محصولات زراعی با یکدیگر در یک قطعه زمین و در یک زمان کشت می‌شوند (*توباستی*[5]، 2009). در این سیستم انتخاب نوع گونه‌ها به‌نحوی‌که که اثرات مکملی بر یکدیگر داشته باشند شرط اصلی موفقیت می‌باشد و لازمه این کار شناخت کامل گیاه در ارتباط با نیازهای اکولوژیکی آن و نحوه واکنش آن با محیط است (*ناچیگرا*[6] و همکاران، 2008).

نتایج بسیاری از پژوهشگران حاکی از سودمندی کشت مخلوط ازجمله افزایش عملکرد (*جاناتان*[7]، 2008؛ *سیسیلیو*[8] و همکاران، 2011)، کاهش آفات و بیماری‌ها (*فرناندز آپریکیو*[9] و همکاران، 2010)، کاهش رشد علف‌های هرز (*آگگنهو*[10] و همکاران، 2006؛ *فرناندز آپریکیو* و همکاران، 2008)، حفاظت خاک و کاهش ریسک (*نعمت‌الهی*[11] و همکاران، 2013)، تعادل عناصر غذایی (*کره-هیلو*[12] و همکاران، 2011) و افزایش کارآیی زمین است (*زانگ*[13] و همکاران، 20111).

اگرچه کودهای شیمیایی یکی از نهاده‌های جبران‌کننده کمبود عناصر غذایی خاک به‌شمار می‌روند، ولی کاربرد مکرر و یا مقادیر زیاد آن‌ها باعث کاهش ماده آلی خاک، تخریب ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، آلودگی محیط‌زیست و افزایش خطر فرسایش خاک می‌گردد (*فلاح*[14] و همکاران، 2013). این درحالی است که کودهای دامی در افزایش ماده آلی، عناصر معدنی، بهبود ساختمان خاک و عملکرد دانه مؤثرند (*کارتنی* و *مولن*[15]، 2008) و به‌دلیل داشتن مقادیر مناسبی از همه عناصر غذایی برای افزایش کمیت و کیفیت محصول مناسب می‌باشند (*فلاح* و همکاران، 2013). هم‌چنین نتایج مطالعات حاکی از آن است که عملکرد بالا و پایدار می‌تواند با استفاده از کودهای شیمیایی در ترکیب با کودهای آلی به‌دست آورد (*مکینده*[16] و همکاران، 2001؛ *بایو*[17] و همکاران، 2006). ترکیب کود دامی و شیمیایی این امکان را فراهم می‌کند که در دوره‌های ابتدایی رشد گیاهان، کود شیمیایی مواد غذایی قابل جذب برای آن‌ها تأمین نماید اما کود دامی در دوره‌های بعدی رشد، عناصر غذایی پرمصرف و ریزمغذی را در اختیار گیاه قرار می‌دهد (*ارکوسا*[18] و همکاران، 2002؛ *بلایز*[19] و همکاران، 2005).

کود مرغی یکی از انواع کودهای دامی و منبع ماده آلی برای تقویت انواع خاک‌هاست. این کود علاوه برداشتن مواد مغذی، یکی از کودهای ارزان قیمت در مقایسه با کودهای متداول در تولید گیاهان زراعی است و از نظر داشتن نیتروژن نسبت به سایر کودهای دامی غنی‌تر است (*لارنس*[20] و همکاران، 2008؛ *هیرزل* و *والتر*[21]، 2008)، که با بهبود رطوبت خاک و فراهم کردن مواد مغذی برای گیاه سبب حاصلخیزی خاک می‌شود (*دکسیسا*[22] و همکاران، 2007).

بررسی‌ها حاکی است که رقابت هریک از گونه‌های موجود در کشت مخلوط می‌تواند به‌صورت تسهیل یا تداخل و یا خنثی باشد (*نعمت الهی* و همکاران، 2013) و وقوع ترکیبی از این حالات به شرایط محیطی و نوع گونه‌ها بستگی دارد. در این ارتباط گزارش شده است که کشت مخلوط سیاهدانه و ماش، و همین‌طور کشت مخلوط نخودفرنگی و تریتیکاله، میزان نسبت برابری زمین (LER)[23] بیش از یک را سبب می‌گردد (رضوانی مقدم و همکاران، ۱۳۸۸؛ *لیتورجیدیس*[24] و همکاران، 2011).

1. Geno and Geno
2. Savci
3. Bauman
4. Sastawa
5. Thobasti
6. Nachigera
7. Janathan
8. Cecilio
9. Fernandez-Aparicio
10. Agegnehu
11. Neamatollahi
12. Corre-Hellou
13. Zhang
14. Fallah
15. Courtney and Mullen
16. Makinde
17. Bayu
18. Erkossa
19. Blaise
20. Lawrence
21. Hirzell and Walter
22. Deksissa
23. Land Equivalent Ratio
24. Lithourgidis

www.SID.ir

Archive of SID

علاوه‌بر این در کشت مخلوط گندم و نخود، سودمندی کشت مخلوط (IA)[1] هردو گیاه بیشتر از تک‌کشتی به‌دست آمد (*بانیک*[2] و همکاران، 2006). اگرچه در بررسی چندساله نوعی ارزن علوفه‌ای و اسپرس در طی چهار سال متوالی کشت، هیچ یک از دو گونه در مخلوط، افت واقعی عملکرد (AYL)[3] نشان ندادند (*ژو*[4] و همکاران، 2008). در آزمایش دیگری نیز گزارش شد که مقادیر شاخص‌های AYL، مزیت پولی (MAI)[5] و سودمندی کشت مخلوط (IA) برای همه‌ی نسبت‌های مخلوط کلزا: نخود فرنگی (۲:۱، ۱:۱ و ۱:۲) مثبت بود، هم‌چنین LER و ضریب ازدحام نسبی (K)[6] نیز برای همه‌ی این نسبت‌ها بیشتر از یک به‌دست آمد، که نشان‌دهنده برتری کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی هر یک از دو گیاه بود (*فلاح* و همکاران، ۱۳۹۳).

از آنجاکه کشت و کار گیاهان دارویی از نظر ایجاد تنوع و پایداری می‌تواند نقش مهمی در سیستم‌های کشاورزی ایفا کند (رضوانی مقدم و همکاران، ۱۳۹۱)، تولید این گیاهان به‌ویژه در شرایط تغذیه غیرشیمیایی اهمیت زیادی دارد. در این راستا تولید گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) و شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum*) به‌واسطه خواص دارویی متعدد و از طرفی توانایی تثبیت زیستی نیتروژن گیاه شنبلیله تحت سیستم تغذیه غیرشیمیایی ممکن است از طریق بهبود شاخص‌های رقابتی کشت مخلوط این دو محصول امکان ارتقای شاخص‌های اقتصادی را فراهم نماید. بنابراین، در این آزمایش تغییرات شاخص‌های رقابتی و اقتصادی کشت مخلوط شنبلیله-سیاهدانه شامل نسبت برابری زمین، نسبت رقابت، ضریب ازدحام نسبی، افت واقعی عملکرد، مجموع ارزش نسبی، سودمندی کشت مخلوط و مزیت پولی تحت شرایط سیستم‌های مختلف حاصلخیزی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصافی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد (طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۹ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و ارتفاع ۲۰۵۰ متر بالاتر از سطح دریا) در سال ۱۳۹۲ اجرا شد. تک‌کشتی شنبلیله (F)، تک‌کشتی سیاهدانه (B) و هم‌چنین سه نسبت مخلوط جانشینی این دو گیاه (B:F با نسبت‌های (۱:۲) ۳۳:۶۶، (۱:۱) ۵۰:۵۰ و (۲:۱) ۶۶:۳۳) به‌عنوان فاکتور اول و سه منبع کودی شامل کود شیمیایی، کود مرغی و کود تلفیقی (۱:۱) نیز به‌عنوان فاکتور دوم، در نظر گرفته شد. لازم به یادآوری است که نسبت شنبلیله و سیاهدانه (۱:۲)، (۱:۱) و (۲:۱) به‌ترتیب با نسبت B:F (2:1)، (1:1) و (1:2) همسان است. ابتدا از کود مرغی و خاک مزرعه نمونه مرکب تهیه و در آزمایشگاه خصوصیات آن‌ها تعیین گردید (جدول ۱).

عملیات آماده‌سازی بستر در اواسط اردیبهشت ماه صورت گرفت. تیمارهای کودی براساس تأمین ۸۰ کیلوگرم در هکتار برای گیاه شنبلیله و سیاهدانه استفاده شد. در تیمار کود شیمیایی، کودهای شیمیایی مصرفی شامل اوره (۱۷۵ کیلوگرم در هکتار) و سوپرفسفات تریپل (۱۳۰ کیلوگرم در هکتار) بودند. برای تیمار کود مرغی نیز مقدار ۷/۷ تن در هکتار (با احتساب ۵۰ درصد معدنی شدن نیتروژن کل) کود مرغی و برای تیمار تلفیقی میزان ۵۰ درصد از کود شیمیایی و ۵۰ درصد از کود مرغی مورداستفاده گردید. کودهای مورد استفاده یک روز قبل از کاشت به هر کرت اضافه شد. کاشت هر دو گیاه به‌طور هم‌زمان در ۲۶ اردیبهشت در ردیف‌هایی به فواصل ۲۵ سانتی‌متر با تراکم بالا صورت گرفت و 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 کشت خالص شنبلیله و سیاهدانه) در مرحله ۴ برگی در زمان نمناک بودن مزرعه انجام شد. در طول دوره رشد مراقبت‌های لازم ازجمله وجین علف‌های هرز به‌وسیله دست صورت گرفت.

در هنگام رسیدگی کامل پس از حذف دو ردیف کناری و ۲۵ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای کرت به‌عنوان اثر حاشیه‌ای، بوته‌های موجود برداشت شده (۴ مترمربع) و عملکرد دانه براساس کیلوگرم در هکتار تعیین گردید. سپس برای ارزیابی کارآیی و سودمندی کشت مخلوط از روابط زیر استفاده شد.

1. Intercropping Avantage
2. Banik
3. Actual Yield Loss
4. Xu
5. Monetory Advantage Index
6. Relative Crowding Coefficient

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و کود مرغی مورد استفاده
Table 1: Some physical and chemical properties of soil and used broiler litter

پارامتر Parameter	بافت Texture	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC (dS/m)	اسیدیته pH	نیتروژن (درصد) N (%)	فسفر (درصد) P (%)	پتاسیم (درصد) K (%)	آهن (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Fe (mg/kg)	مس (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Cu (mg/kg)	منگنز (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Mn (mg/kg)	روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Zn (mg/kg)
خاک Soil	لومی رسی Clay loam	1.01	7.96	0.082	0.108	3.91	8.09	0.91	8.73	0.68
کود آلی Broiler litter	-	6.23	7.91	2.11	0.38	1.86	256	21.15	47.11	23.14

نسبت برابری زمین (LER)

مقدار عددی این نسبت میزان سطح زیرکشت مورد نیاز برای تولید همان مقدار محصول مخلوط را در تک‌کشتی نشان می‌دهد، به‌طوری‌که مقدار LER بزرگ‌تر از واحد، بیانگر مزیت کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی اجزای آن است و بیانگر آن است که به همان میزان زمین بیشتری مورد نیاز است (*نعمت الهی* و همکاران، 2013). نسبت برابری زمین از رابطه زیر محاسبه شد (*مائو*[1] و همکاران، 2012).

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

که در این رابطه LER، LER_f و LER_b به‌ترتیب نسبت برابری زمین کل، نسبت برابری زمین جزیی شنبلیله و نسبت برابری زمین جزیی 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.

نسبت رقابت (CR)

این شاخص میزان رقابت یک محصول را نسبت به محصول دیگر در کشت مخلوط ارزیابی می‌کند (*وهلا*[2] و همکاران، 2009) و از رابطه زیر محاسبه شد (*باتی*[3] و همکاران، 2006).

$CR_f = (LER_f/LER_b) (Z_{bi}/Z_{fi})$
$CR_b = (LER_b/LER_f) (Z_{fi}/Z_{bi})$

ضریب ازدحام نسبی (K)

ضریب ازدحام نسبی در واقع معیاری از تسلط نسبی یک محصول بر محصول دیگر در سیستم کشت مخلوط است که از رابطه زیر محاسبه شد (*دباغ محمدی نسب*[4] و همکاران، 2011).

$K = K_f K_b$
$K_f = Y_{fi}Z_{bi}/(Y_f - Y_{fi})Z_{fi}$
$K_b = Y_{bi}Z_{fi}/(Y_b - Y_{bi})Z_{bi}$

افت واقعی عملکرد (AYL)

براساس عملکرد تک بوته، این شاخص اطلاعات دقیق‌تری نسبت به دیگر شاخص‌ها درباره رقابت‌های درون گونه‌ای و برون‌گونه‌ای گونه‌های شرکت‌کننده در کشت مخلوط، و رفتار هرگونه در کشت مخلوط ارائه می‌دهد و از رابطه زیر محاسبه گردید (*بانیک* و همکاران، 2000). افت واقعی عملکرد می‌تواند مثبت یا منفی باشد که نشان‌دهنده‌ی برتری یا عدم برتری در کشت مخلوط می‌باشد، زمانی‌که هدف اصلی عملکرد تک بوته می‌باشد (*بانیک* و همکاران، 2000).

$AYL = AYL_f + AYL_b$
$AYL_f = \{[(Y_{fi}/Z_{fi}) \div (Y_f/Z_f)] -1\}$
$AYL_b = \{[(Y_{bi}/Z_{bi}) \div (Y_b/Z_b)] -1\}$

شاخص‌های اقتصادی

به‌منظور ارزیابی مزیت اقتصادی کشت مخلوط، مجموع ارزش نسبی (RVT)[5] (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۸)، شاخص مزیت پولی (MAI) و شاخص سودمندی کشت مخلوط (IA) از رابطه‌های زیر محاسبه شد (*گوش*[6]، 2004).

$RVT= (P_f Y_f + P_b Y_b) / P_f Y_f$

در این رابطه P_f: قیمت هر کیلوگرم محصول همراه (شنبلیله)= ۵۰۰۰۰ ریال؛ Y_f: عملکرد محصول همراه؛ P_b: قیمت هر کیلوگرم محصول اصلی (سیاهدانه)=۱۵۰۰۰۰ریال؛ و Y_b: عملکرد محصول اصلی است.

MAI = Value of combined intercrops × (LER-1/LER)
Value of combined intercrops= $P_{fi}Y_{fi} + P_{bi}Y_{bi}$
$IA = IA_f + IA_b$ $IA_f = AYL_f P_f$ $IA_b = AYL_b P_b$

1. Mao
2. Wahla
3. Bhatti
4. Dabbagh Mohammadi Nasab
5. Relative Value Total
6. Ghosh

www.SID.ir

Archive of SID

داده‌های حاصل از آزمایش شاخص‌های اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS ver. 9.2 مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. اثرات متقابل معنی‌دار تیمارهای آزمایشی نیز توسط نرم‌افزار MSTAT-C مقایسه شدند. مقایسه میانگین تیمارها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

اثر منبع کودی و اثرات متقابل الگوی مخلوط در منبع کودی بر مجموع عملکرد دانه دو گیاه معنی‌دار بود، این درحالی بود که الگوی مخلوط بر این صفت اثری نداشت (جدول ۲). مقایسات میانگین شکل (۱) بیانگر آن است که عملکرد دانه کشت خالص گیاه سیاهدانه و شنبلیله تحت سیستم‌های مختلف تغذیه‌ی شیمیایی و تلفیقی مشابه، اما در مقایسه با منبع کود مرغی افزایش معنی‌داری نشان دادند. عملکرد دانه در نسبت شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) حاوی منبع تغذیه تلفیقی و مرغی دارای عملکرد دانه مشابه بود اما در مقایسه با تیمار کود شیمیایی افزایش معنی‌داری مشاهده شد. نسبت شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) تحت سیستم‌های مختلف تغذیه دارای عملکرد دانه مشابهی بودند. عملکرد دانه در نسبت شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) حاوی منبع شیمیایی و مرغی مشابه بود اما در مقایسه با منبع تلفیقی دارای کاهش معنی‌داری بودند. نسبت شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) تغذیه شده از منبع کود تلفیقی و الگوهای مختلف کشت مخلوط تغذیه شده از منبع آلی، دارای مجموع عملکرد دانه بیشتری در مقایسه با کشت خالص هر دو گیاه بوده است، این درحالی بود که در الگوهای مختلف مخلوط تحت سیستم تغذیه کود شیمیایی، مجموع عملکرد دانه کمتر از کشت خالص هر دو گیاه مشاهده گردید. در نسبت شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) تداوم معدنی شدن نیتروژن کود مرغی در سیستم تلفیقی در طی دوره رشد (*علیزاده*[1] و همکاران، 2012) و هم‌چنین میزان تثبیت زیستی نیتروژن گیاه شنبلیله، و ایجاد رابطه مکملی مثبت سبب شده است که این تیمار بیش‌ترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دهد.

در آزمایش صالحی و همکاران (۱۳۹۳) بیش‌ترین عملکرد دانه گیاه سیاهدانه از کاربرد غیرتقسیط کود گاوی- شیمیایی به‌دست آمد در پژوهشی مشخص گردید که کاربرد کودهای دامی و تلفیق آن‌ها، نقش مثبتی در افزایش عملکرد گیاه دارویی نعناع داشته است (*باجلی*[2] و همکاران، 2016). از طرفی دیگر، نتایج رضایی چیانه و همکاران (۱۳۹۳) در کشت مخلوط لوبیا و شوید حاکی از آن است که، بیش‌ترین عملکرد دانه لوبیا (۱۶۳۰ کیلوگرم در هکتار) از کشت مخلوط ردیفی این گیاهان (یک ردیف لوبیا و یک ردیف شوید) به‌دست آمد. در آزمایش *کومار*[3] و همکاران (2006) کشت مخلوط شنبلیله و رازیانه، سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه زنیان در مقایسه با تک‌کشتی شد. افزایش عملکرد دانه در سیستم تلفیقی را می‌توان به نقش مثبت کود دامی در افزایش فعالیت ریزجانداران مفید، بهبود ساختمان خاک، افزایش فراهمی و جذب عناصر مورد نیاز، بهبود فعالیت‌های فیزیکی و بیولوژیکی و همین‌طور افزایش ظرفیت نگهداری آب نسبت داد (*عزیز*[4] و همکاران، 2010؛ *مگ بیز و آبو*[5]، 2010).

نسبت برابری زمین (LER)

نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که نسبت برابری زمین سیاهدانه و مجموع (شنبلیله و سیاهدانه) تحت تأثیر عوامل آزمایشی و اثرات متقابل آن‌ها قرار گرفت، این درحالی بود که اثر الگوی مخلوط و منبع کودی بر نسبت برابری زمین گیاه شنبلیله معنی‌دار بود، ولی اثرات متقابل آن‌ها بر نسبت برابری زمین گیاه شنبلیله اثری نداشت (جدول ۳). همان‌طورکه در شکل ۲ ارائه شده است در الگوهای مختلف مخلوط تحت تغذیه کود مرغی، LER بیشتر از یک مشاهده گردید (شکل ۲). در سیستم تغذیه تلفیقی نیز در نسبت شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱)، مقدار LER بیشتر از یک بود (LER>1)، این درحالی بود که در الگوهای مختلف کشت مخلوط تحت تغذیه کود شیمیایی، LER بیشتر از یک مشاهده نشد. فلاح و همکاران (۱۳۹۳) در کشت مخلوط کلزا و نخود فرنگی، بیش‌ترین مقدار LER را در نسبت مخلوط کلزا: نخودفرنگی (۲:۱) به‌دست آوردند. *اصغرپور* و *رفیعی*[6] (2010) در بررسی کشت مخلوط عدس و اسفرزه، نسبت برابری زمین در همه تیمارهای کشت مخلوط را بیشتر از یک گزارش نمودند. علت بالا بودن LER بیشتر از یک را می‌توان جذب نیتروژن در کشت مخلوط (*قنبری*[7]، 2000) و سودمندی ناشی از مواد آلی موجود در کود مرغی عنوان کرد، علاوه‌بر این جذب بهتر برای فسفر موجود در خاک تحت کود مرغی (*فلاح* و همکاران، 2013) در افزایش راندمان نیتروژن مصرفی می‌تواند مؤثر باشد (*شارما و تاندن*[8]، 1991).

1. Alizadeh
2. Bajeli
3. Kumar
4. Aziz
5. Mgbeze and Abu
6. Asgharipour and Rafiei
7. Ghanbari
8. Sharma and Tandon

www.SID.ir

Archive of SID

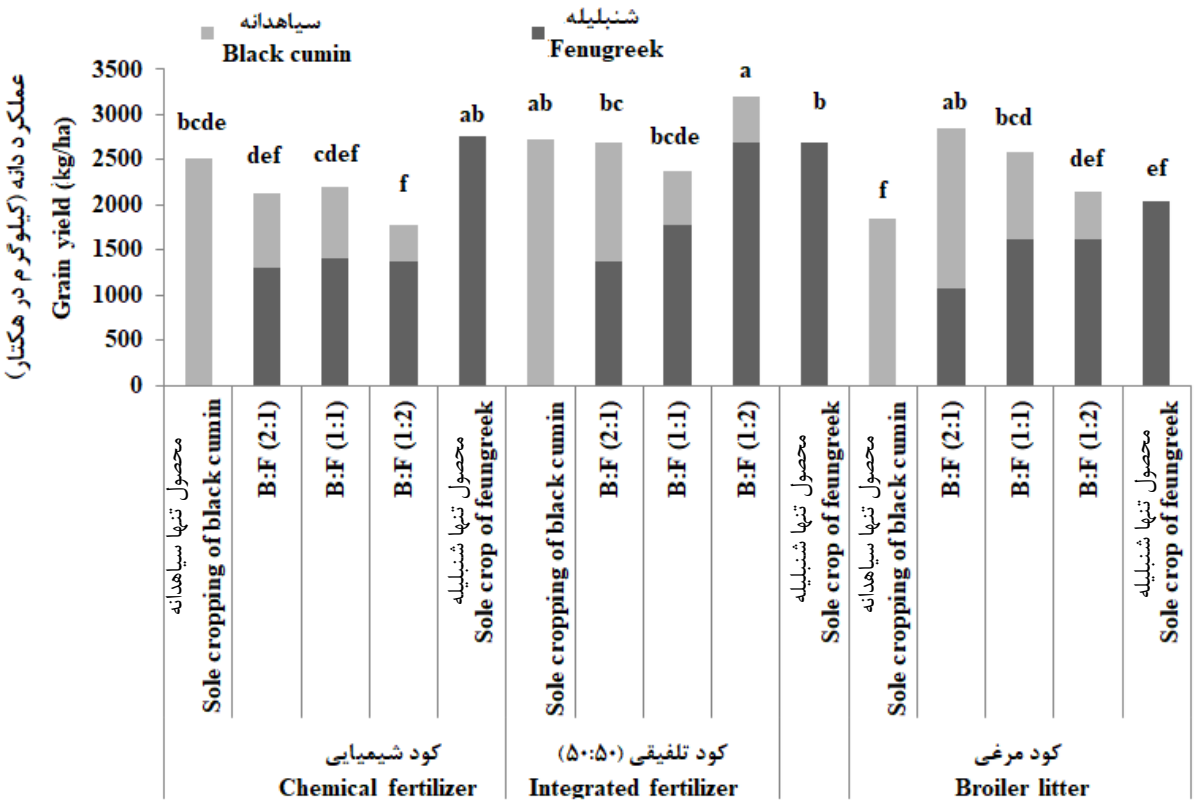
جدول ۲: تجزیه واریانس (میانگین مربعات) مجموع عملکرد دانه گیاه شنبلیله و سیاهدانه تحت تأثیر الگوی مخلوط و منبع کودی

Table 2: Analysis of variance (mean square) of grain yield total of fenugreek and black cumin under intercropping pattern and fertilization source

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	مجموع عملکرد دانه Total grain yield
تکرار Replication	2	60657^{ns}
الگوی مخلوط Intercropping pattern (Ip)	4	64618^{ns}
منبع کودی Fertilization source (Fs)	2	1024032**
الگوی مخلوط × منبع کودی Ip × Fs	8	567813*
خطای آزمایشی Error	28	84522
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	11.94

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

ns, * and **: Indicate non-significant, significant at the 5 and 1% probability level, respectively



شکل ۱: مقایسه میانگین مجموع عملکرد دانه شنبلیله و سیاهدانه تحت تأثیر الگوی مخلوط و منبع کودی. B و F به‌ترتیب بیانگر سیاهدانه و شنبلیله می‌باشند

Fig. 1: Mean comparison of grain yield total of fenugreek and black cumin under intercropping pattern and fertilization source. B and F represent the fenugreek and black cumin, respectively

www.SID.ir

Archive of SID

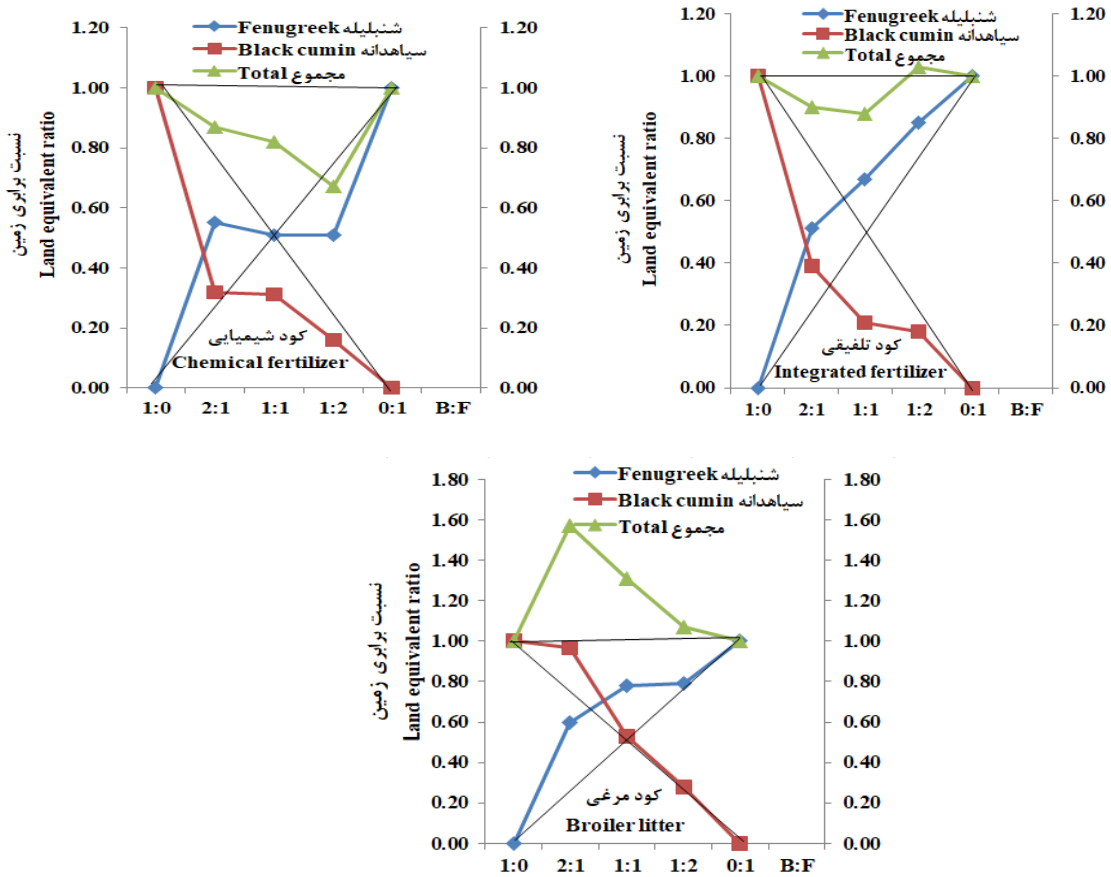
جدول ۳: تجزیه واریانس (میانگین مربعات) نسبت برابری زمین شنبلیله و سیاهدانه تحت تأثیر الگوی مخلوط و منبع کودی

Table 3: Analysis of variance (mean square) of land equivalent ratio of fenugreek and black cumin under intercropping pattern and fertilization source

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	نسبت برابری زمین Land equivalent ratio		
		شنبلیله LER_f	سیاهدانه LER_b	مجموع LER_t
تکرار Replication	2	0.025^{ns}	0.005^{ns}	0.009^{ns}
الگوی مخلوط Intercropping pattern (Ip)	2	0.058^{*}	0.287^{**}	0.087^{*}
منبع کودی Fertilization source (Fs)	2	0.100^{**}	0.336^{**}	0.688^{**}
الگوی مخلوط × منبع کودی Ip × Fs	4	0.03^{ns}	0.072^{**}	0.080^{*}
خطای آزمایشی Error	16	0.014	0.010	0.018

ns، * و **: به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشند

ns, * and **: Indicate non-significant, significant at the 5 and 1% probability level, respectively



شکل ۲: نسبت برابری زمین شنبلیله و سیاهدانه و مجموع (شنبلیله + سیاهدانه) تحت تأثیر الگوی مخلوط و منبع کودی. B و F به‌ترتیب بیانگر سیاهدانه و شنبلیله می‌باشند

Fig. 2: Land equivalent ratio of fenugreek and black cumin under intercropping pattern and fertilization source. B and F represent the fenugreek and black cumin, respectively

نسبت رقابت (CR)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد نسبت رقابت گیاه شنبلیله و سیاهدانه تحت تأثیر الگوی مخلوط و همین‌طور منبع کودی و اثرات متقابل این عوامل گرفت (جدول ۴). باتوجه به مقایسه میانگین شکل (۳) می‌توان اظهار داشت که گیاه شنبلیله در تمامی تیمارهای آزمایشی به جز در تیمار شنبلیله: سیاهدانه

www.SID.ir

Archive of SID

(۱:۲) تحت تغذیه کود مرغی دارای نسبت رقابت بیشتر از یک بوده است. علاوه‌بر این بیش‌ترین نسبت رقابت متعلق به گیاه شنبلیله بود و در تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) تحت سیستم شیمیایی بود که با تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) تغذیه شده از منبع تلفیقی اختلاف معنی‌داری نشان نداد. کم‌ترین نسبت رقابت نیز در تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) تحت سیستم تغذیه شیمیایی و همین‌طور شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) و (۲:۱) تغذیه شده از منبع تلفیقی در گیاه سیاهدانه مشاهده شد. در منبع شیمیایی افزایش تراکم هر گیاه با نسبت رقابت گیاه رابطه معکوس داشت، این حالت بیانگر نقش تسهیلی هر محصول برای محصول مجاور است اما در شرایط تغذیه تلفیقی و یا کود مرغی به دلیل فراهمی بهتر عناصر نقش تسهیل محصول مجاور ضعیف‌تر بود. *دایما*[1] و همکاران (2007) نیز در کشت مخلوط گندم و ماشک مشاهده کردند که گیاه ماشک دارای نسبت رقابت بیشتری بود.

ضریب ازدحام نسبی (K)

ضریب ازدحام نسبی گیاه شنبلیله تحت تأثیر منبع کودی و اثرات متقابل الگوی مخلوط در منبع کودی قرار گرفت اما الگوی مخلوط بر این صفت تأثیری نداشت، این درحالی بود که ضریب ازدحام نسبی گیاه سیاهدانه و مجموع (شنبلیله و سیاهدانه) تحت تأثیر الگوی مخلوط، منبع کودی و اثرات متقابل آن‌ها در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها در جدول (۵) نشان داد ضریب ازدحام نسبی شنبلیله در تمامی تیمارها به جز تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) تحت تغذیه کود شیمیایی بیشتر از یک بود. تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) تغذیه شده با کود مرغی دارای بیشترین ضریب ازدحام نسبی گیاه شنبلیله بود، اگرچه که با تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) حاوی کود تلفیقی اختلاف معنی‌داری نشان ندادند. کم‌ترین ضریب ازدحام نسبی شنبلیله در تیمارهای شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) و (۲:۱) تحت سیستم تغذیه شیمیایی مشاهده شد (جدول ۵).

ضریب ازدحام نسبی گیاه سیاهدانه و مجموع (شنبلیله و سیاهدانه) در نسبت‌های مختلف مخلوط تحت تغذیه کود شیمیایی مشابه و کمتر از یک بود. این در حالی بود که ضریب ازدحام نسبی سیاهدانه و کل در الگوهای مخلوط در منبع کود آلی دارای اختلاف معنی‌داری بودند. همچنین ضریب ازدحام نسبی سیاهدانه و کل در منبع کود تلفیقی، در تیمارهای شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) و (۲:۱) مشابه و در مقایسه با شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) کاهش معنی‌داری نشان دادند. بیش‌ترین و کم‌ترین ضریب ازدحام نسبی کل به ترتیب در تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) تحت سیستم تغذیه مرغی و شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) تغذیه شده با کود شیمیایی مشاهده گردید. در سیستم تغذیه کود مرغی با افزایش تراکم شنبلیله، ضریب ازدحام نسبی سیاهدانه و کل روند کاهشی داشت. ضریب ازدحام نسبی کل بیشتر تحت تأثیر ضریب ازدحام نسبی شنبلیله بوده است. *دایما* و همکاران (2007) در کشت مخلوط ماشک با جو و یولاف، ضریب ازدحام نسبی کشت مخلوط جز ماش، کمتر از یک به‌دست آوردند. در کشت مخلوط نخود فرنگی و گندم، ضریب ازدحام نسبی کشت مخلوط جز گندم بیشتر از یک به‌دست آمد (*لیتورجیدیس* و همکاران، 2011).

افت واقعی عملکرد (AYL)

نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که افت واقعی عملکرد گیاه شنبلیله، سیاهدانه و کل تحت تأثیر الگوی مخلوط و منبع کودی و اثرات متقابل آن‌ها در سطح احتمال یک درصد قرار گرفت (جدول ۶). با توجه به مقایسه میانگین ارائه شده در جدول (۵) می‌توان بیان نمود که گیاه شنبلیله در نسبت‌های مختلف مخلوط تحت تغذیه کود آلی و تلفیقی با افزایش عملکرد همراه بوده است. عملکرد گیاه شنبلیله در تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) تحت سیستم تغذیه شیمیایی افزایش یافت به طوری‌که همین تیمار دارای بیشترین افزایش عملکرد بود. به نظر می‌رسد در این تیمار گیاه شنبلیله، سیاهدانه را در استفاده از نیتروژن زیستی به‌واسطه‌ی رابطه مکملی سهیم کرده (*فستک*[2] و همکاران، 2010) و با استفاده از منبع شیمیایی که در اوایل رشد سریع‌تر در اختیار گیاه قرار گرفته و بیش‌ترین افزایش عملکرد را به خود اختصاص داد. هم‌چنین در منبع شیمیایی و تلفیقی با افزایش تراکم شنبلیله، از عملکرد شنبلیله کاسته شد. به نظر می‌رسد افزایش تراکم شنبلیله به‌ویژه تحت تغذیه کود شیمیایی با تشدید رقابت درون گونه‌ای برای رشد این محصول محدودیت شدیدی ایجاد نموده است. درگیاه سیاهدانه مشاهده شد که این گیاه تحت تغذیه کود شیمیایی و تلفیقی کاهش عملکرد داشته است و فقط تحت منبع کود مرغی و در تراکم‌های کمتر شنبلیله افزایش عملکرد داشته است. این نتیجه نشان‌دهنده بهره‌وری گیاه سیاهدانه از همراهی گیاه شنبلیله و هم‌چنین مواد آلی موجود درکود مرغی می‌باشد. بیش‌ترین افزایش عملکرد سیاهدانه مربوط به شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) تحت سیستم تغذیه مرغی بود. در

1. Dhima

2. Fustec

www.SID.ir

Archive of SID

مجموع افزایش عملکرد در تیمارهای مختلف مخلوط حاوی کود مرغی مشاهده شد که دارای اختلاف معنی‌داری بودند. در سیستم تغذیه کود تلفیقی و شیمیایی تیمارهای شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) و (۲:۱) با کاهش عملکرد همراه بود و در این دو سیستم تغذیه (شیمیایی و تلفیقی) در تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) افزایش عملکرد مشاهده شد. در این آزمایش افت واقعی عملکرد مجموع به استثنای تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) تغذیه شده با کود مرغی تابع عملکرد افت واقعی عملکرد شنبلیله بود، این نتیجه را می‌توان به کاهش نسبت رقابتی شنبلیله در این تیمار نسبت داد (شکل ۳). *دایما* و همکاران (2007) در کشت مخلوط ماش و یولاف گزارش نمودند، افت واقعی عملکرد ماش و یولاف به‌ترتیب دارای کاهش و افزایش نسبی بود.

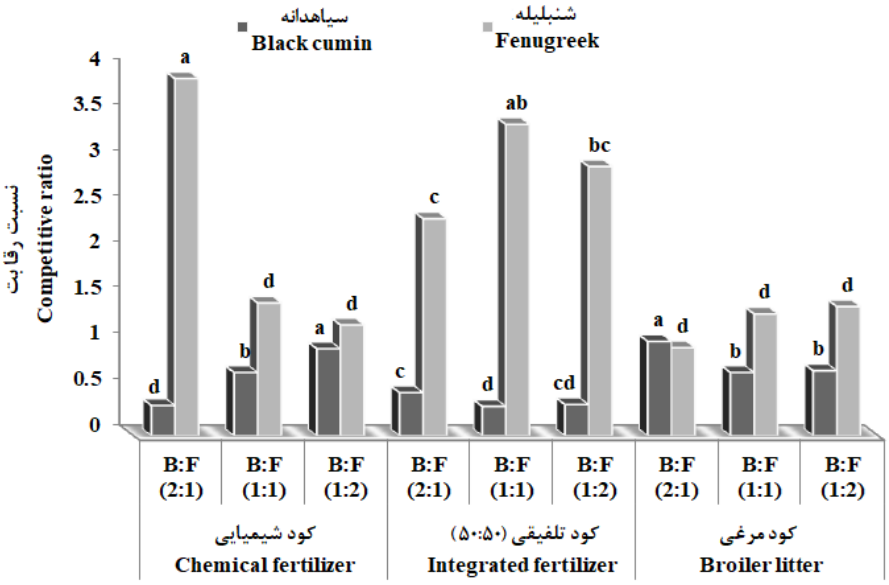
جدول ۴: تجزیه واریانس (میانگین مربعات) نسبت رقابت و ضریب ازدحام نسبی شنبلیله و سیاهدانه تحت تأثیر الگوی مخلوط و منبع کودی

Table 4: Analysis of variance (mean square) of competitive ratio and relative crowding coefficient of fenugreek and black cumin under intercropping pattern and fertilization source

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	نسبت رقابت Competitive ratio		ضریب ازدحام نسبی Relative crowding coefficient		
		شنبلیله CR_f	سیاهدانه CR_b	شنبلیله K_f	سیاهدانه K_b	مجموع K_t
تکرار Replication	2	0.04^{ns}	0.002^{ns}	0.66^{ns}	0.127^{ns}	0.82^{ns}
الگوی مخلوط Intercropping pattern (Ip)	2	0.72^{*}	0.024^{*}	0.10^{ns}	2.75^{**}	12.46^{**}
منبع کودی Fertilization source (Fs)	2	6.3^{**}	0.437^{**}	4.76^{**}	3.7^{**}	30.36^{**}
الگوی مخلوط × منبع کودی Ip × Fs	4	3.45^{**}	0.2^{**}	2.38^{**}	1.06^{**}	3.31^{**}
خطای آزمایشی Error	16	0.134	0.006	0.357	0.177	0.755

ns، * و **: به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشند

ns, * and **: Indicate non-significant, significant at the 5 and 1% probability level, respectively



شکل ۳: مقایسه میانگین نسبت رقابت شنبلیله و سیاهدانه تحت تأثیر الگوی مخلوط و منبع کودی. در هر گیاه، میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف آماری معنی‌دار براساس آزمون LSD هستند. B و F به‌ترتیب بیانگر سیاهدانه و شنبلیله می‌باشند

Fig. 3: Mean comparison of competitive ratio of fenugreek and black cumin under intercropping pattern and fertization source. In each plant, means with similar letter, are not significantly different ($p \leq 0.05$) based on LSD test. B and F represent the fenugreek and black cumin, respectively

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵: مقایسه میانگین ضریب ازدحام نسبی و افت واقعی عملکرد شنبلیله و سیاهدانه تحت تأثیر الگوی مخلوط و منبع کودی

Table 5: Mean comparison of relative crowding coefficient and actual yield loss of fenugreek and black cumin under intercropping pattern and fertilization source

تیمار Treatment			ضریب ازدحام نسبی Relative crowding coefficient			افت واقعی عملکرد Actual yield loss	
مجموع AYL_t	سیاهدانه AYL_b	شنبلیله AYL_f	مجموع K_t	سیاهدانه K_b	شنبلیله K_f	منبع کودی Fertilization source	الگوی مخلوط Intercropping pattern
0.55c	-0.046ef	1.01a	0.59de	0.32d	1.86cd	Chemical	B:F (2:1)
-0.5c	-0.42e	-0.08e	0.51de	0.46cd	1.11de	Chemical	B:F (1:1)
-0.97f	-0.51efg	-0.046f	0.07e	0.223d	0. 32e	Chemical	B:F (1:2)
0.42c	-0.27d	0.69b	2.05c	1.15b	1.79cd	Integrated (50:50)	B:F (2:1)
-0.11e	-0.57g	0.46c	0.43de	0.27d	1.62cd	Integrated (50:50)	B:F (1:1)
-0.25e	-0.054fg	0.295d	0.84d	0.281d	3.02ab	Integrated (50:50)	B:F (1:2)
1.18a	0.62a	0.56bc	5.94a	2.71a	2.03bc	Broiler litter	B:F (2:1)
0. 81b	0.18b	0.63b	4.98b	1.54b	3.26a	Broiler litter	B:F (1:1)
0.164d	-0.07c	0.234d	0.77d	0.38d	2.2bc	Broiler litter	B:F (1:2)

میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف آماری معنی‌دار براساس آزمون LSD می‌باشند

Means with similar letters, are not significantly different ($p \leq 0.05$) based on LSD test

جدول ۶: تجزیه واریانس (میانگین مربعات) افت واقعی عملکرد و مجموع ارزش نسبی شنبلیله و سیاهدانه تحت تأثیر الگوی مخلوط و منبع کودی

Table 6: Analysis of variance (mean square) of actual yield loss and relative value total of fenugreek and black cumin under intercropping pattern and fertilization source

مجموع ارزش نسبی Total relative value	افت واقعی عملکرد Actual yield loss			درجه آزادی	منبع تغییرات
مجموع RVT	مجموع AYL_t	سیاهدانه AYL_b	شنبلیله AYL_f	df	S.O.V
0.021^{ns}	0.0082^{ns}	0.003^{ns}	0.005^{ns}	2	تکرار Replication
1.66^{**}	2.88^{**}	0.26^{**}	1.22^{**}	2	الگوی مخلوط Intercropping pattern (Ip)
0.24^{*}	2.44^{**}	1.5^{**}	0.31^{**}	2	منبع کودی Fertilization source (Fs)
0.081^{*}	0.026^{**}	0.09^{**}	0.39^{**}	4	الگوی مخلوط × منبع کودی Ip × Fs
0.02	0.0019	0.0042	0.009	16	خطای آزمایشی Error

ns، * و **: به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشند

ns, * and **: Indicate non-significant, significant at the 5 and 1% probability level, respectively

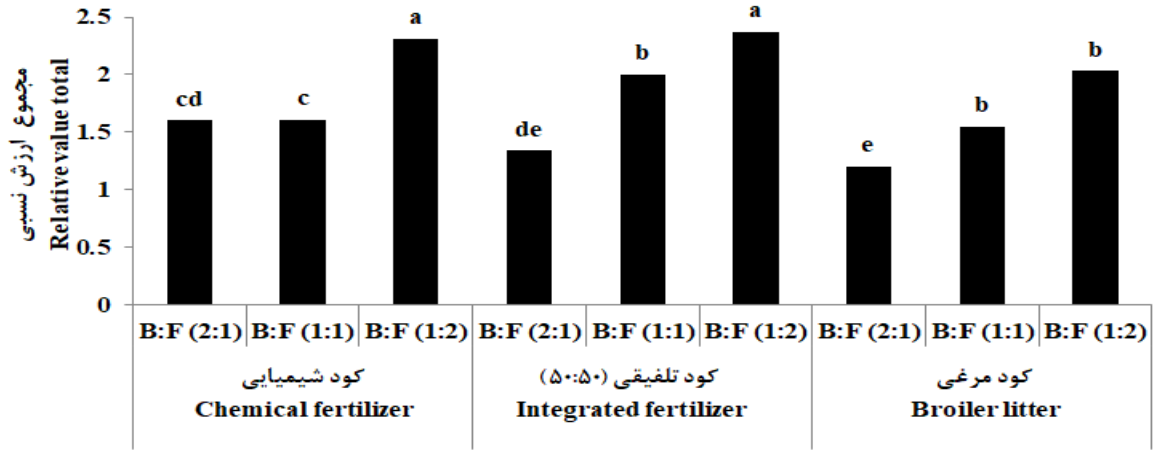
مجموع ارزش نسبی (RVT)

شاخص مجموع ارزش نسبی تحت تأثیر عوامل آزمایشی و اثرات متقابل آن‌ها قرار گرفت (جدول ۶). باتوجه به مقایسه میانگین شکل ۴ می‌توان بیان نمود مجموع ارزش نسبی تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) تغذیه شده از منبع کود شیمیایی و تلفیقی و همین‌طور منبع کود تلفیقی و مرغی مشابه بود، این درحالی بود که منبع کود شیمیایی و مرغی با هم اختلاف معنی‌داری نشان دادند. مجموع ارزش نسبی تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) تغذیه شده از منبع تلفیقی و مرغی مشابه بود اما در مقایسه با منبع کود شیمیایی افزایش معنی‌داری نشان دادند. تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) تغذیه شده از منبع شیمیایی و تلفیقی دارای مجموع ارزش نسبی مشابهی بودند اما در مقایسه با منبع کود مرغی افزایش معنی‌داری داشتند. هم‌چنین می‌توان اظهار داشت مجموع ارزش نسبی الگوهای مختلف مخلوط تحت تغذیه منابع مختلف کودی بیشتر از یک به‌دست آمد که نشان‌دهنده سودمندی کشت مخلوط می‌باشد. علاوه‌بر این در سیستم‌های مختلف تغذیه (شیمیایی، تلفیقی و آلی) با افزایش تراکم شنبلیله بر مجموع ارزش نسبی افزوده شد، که در سیستم کود تلفیقی افزایش مجموع ارزش نسبی با شیب بیشتری همراه بود. که می‌توان به افزایش بیشتر عملکرد در الگوهای مختلف مخلوط در این سیستم تغذیه نسبت داد. تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) تحت سیستم تغذیه تلفیقی دارای بیش‌ترین مجموع ارزش نسبی بود، که با تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) تغذیه شده از منبع کود شیمیایی اختلاف

www.SID.ir

Archive of SID

معنی‌داری نشان نداد که این افزایش عملکرد را می‌توان به افزایش عملکرد شنبلیله در این تیمارها نسبت داد. در ارزیابی کشت مخلوط زعفران با گیاهان مختلف، بیش‌ترین مجموع ارزش نسبی در کشت مخلوط با گیاه زنیان (۲/۱۶) و سیاهدانه (۱/۸۵) به‌دست آمد (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۸).



شکل ۴: مقایسه میانگین مجموع ارزش نسبی شنبلیله و سیاهدانه تحت تأثیر الگوی مخلوط و منبع کودی. میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف آماری معنی‌دار بر اساس آزمون LSD هستند. B و F به‌ترتیب بیانگر سیاهدانه و شنبلیله می‌باشند

Fig. 4: The means comparison of relative value total of fenugreek and black cumin under intercropping pattern and fertilization source. Means with similar letter, are not significantly different ($p \leq 0.05$) based on LSD test. B and F represent the fenugreek and black cumin, respectively

سودمندی کشت مخلوط (IA)

نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که سودمندی کشت مخلوط شنبلیله، سیاهدانه و مجموع تحت تأثیر عوامل آزمایشی و اثرات متقابل آن‌ها قرار گرفت (جدول ۷). مقایسه میانگین ارائه شده در جدول (۸) حاکی از آن است که سودمندی کشت مخلوط شنبلیله در همه تیمارها مثبت بود. سودمندی این گیاه در تیمارهای شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) و (۲:۱) تحت سیستم تغذیه کود شیمیایی مشابه بودند، اما در مقایسه با تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) کاهش معنی‌داری نشان دادند (جدول ۸). گیاه شنبلیله در سیستم تغذیه تلفیقی، در تیمارهای شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) و (۱:۱) و همین‌طور تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) و (۱:۱) دارای سودمندی مشابهی بود اما تیمارهای شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) و (۱:۲) دارای اختلاف معنی‌داری بودند. در سیستم تغذیه کود مرغی تیمارهای شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) و (۲:۱) دارای سودمندی مشابهی بودند، اما در مقایسه با شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) کاهش معنی-داری نشان دادند (جدول ۸). سودمندی کشت مخلوط سیاهدانه و مجموع دو گیاه در سیستم کود شیمیایی و تلفیقی منفی بود این در حالی بود که سودمندی گیاه سیاهدانه و مجموع دو گیاه در تراکم‌های کمتر شنبلیله در منبع کود مرغی مثبت بود و به موازات کاهش نسبت سیاهدانه به‌طور معنی-داری کاهش یافت. در سیستم تلفیقی سودمندی کشت مخلوط سیاهدانه و کل در تیمارهای شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) و (۲:۱) مشابه و کاهش معنی‌داری در مقایسه با تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) نشان دادند. همچنین سودمندی گیاه سیاهدانه و مجموع دو گیاه در سیستم تغذیه کود شیمیایی در تیمارهای شنبلیله: سیاهدانه (۱:۱) و (۱:۲) مشابه بود و نسبت به تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۲:۱) کاهش معنی‌داری داشتند. به‌طورکلی سودمندی کشت مخلوط شنبلیله-سیاهدانه تابعی از سودمندی گیاه سیاهدانه بود و در این میان تیمار شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) تغذیه شده از منبع کود مرغی دارای بیش‌ترین سودمندی کشت مخلوط بود که سودمندی کشت مخلوط در این تیمار می‌توان به افزایش عملکرد هردو گیاه در کشت مخلوط در مقایسه با کشت خالص نسبت داد (شکل ۱). نتایج فلاح و همکاران (۱۳۹۳) حاکی از آن است که کشت مخلوط کلزا و نخود فرنگی، اگرچه در برخی نسبت‌ها با کاهش سودمندی کشت مخلوط جز نخودفرنگی همراه بود اما سودمندی کشت مخلوط جز کلزا و در نهایت سودمندی کشت مخلوط مجموع دو گیاه به دنبال داشت.

مزیت پولی (MAI)

همان‌طورکه در جدول ۷ ارائه شده است عوامل آزمایشی و اثرات متقابل آن‌ها بر مزیت پولی کشت مخلوط تأثیرگذار بود. مقایسه میانگین (جدول ۸) حاکی از آن است که مزیت پولی

www.SID.ir

Archive of SID

در تیمارهای مخلوط تغذیه شده از منابع مختلف کودی اختلاف معنی‌داری نشان دادند. مزیت پولی در الگوهای شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) و (۲:۱) تحت تغذیه کود شیمیایی و تلفیقی مثبت بود. در سیستم تغذیه آلی در الگوهای مختلف مخلوط، این شاخص مثبت گردید، و در این سیستم تغذیه، نسبت شنبلیله: سیاهدانه (۱:۲) دارای بیش‌ترین مزیت پولی بود. از آن‌جاکه این شاخص با شاخص نسبت برابری زمین رابطه مستقیمی دارد؛ لذا برتری این شاخص در این تیمارها، را می‌توان به افزایش نسبت برابری زمین در این تیمارها نسبت داد (*گوش*، 2004). فلاح و همکاران (۱۳۹۳) در کشت مخلوط کلزا و نخودفرنگی، افزایش مزیت پولی را مشاهده نمودند. هم‌چنین در کشت مخلوط نخودفرنگی و گندم، در برخی نسبت‌ها افزایش مزیت پولی و در برخی نسبت‌ها کاهش مزیت پولی مشاهده گردید (*لیتورجیدیس* و همکاران، 2011).

جدول ۷: تجزیه واریانس (میانگین مربعات) سودمندی کشت مخلوط و مزیت پولی شنبلیله و سیاهدانه تحت تأثیر الگوی مخلوط و منبع کودی

Table 7: Analysis of variance (mean square) of intercropping advantage and monetary advantage of fenugreek and black cumin under intercropping pattern and fertilization source

مزیت پولی Monetary advantage	سودمندی کشت مخلوط Intercropping advantage			درجه آزادی	منبع تغییرات
مجموع MAI	مجموع IA_t	سیاهدانه IA_b	شنبلیله IA_f	df	S.O.V
932975*	992611266^{ns}	9245799827^{ns}	1235621^{ns}	2	تکرار Replication
99267864**	4793276592*	4128912077*	28471688**	2	الگوی مخلوط Intercropping pattern (Ip)
316082937**	2748951896**	27810038274**	462111291*	2	منبع کودی Fertilization source (Fs)
59731880**	4208364596**	4469580657**	8427522**	4	الگوی مخلوط × منبع کودی Ip × Fs
242762	887337762	823829122	806842	16	خطای آزمایشی Error

ns، * و **: به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشند

ns, * and **: Indicate non-significant, significant at the 5 and 1% probability level, respectively

جدول ۸: مقایسه میانگین سودمندی کشت مخلوط و مزیت پولی شنبلیله و سیاهدانه تحت تأثیر الگوی مخلوط و منبع کودی

Table 8: Mean comparison of intercropping advantage and monetary advantage of fenugreek and black cumin under intercropping pattern and fertilization source

مزیت پولی Monetary advantage	سودمندی کشت مخلوط Intercropping advantage			تیمار Treatment	
مجموع MAI	مجموع IA_f	سیاهدانه IA_b	شنبلیله IA_f	منبع کودی Fertilization source	الگوی مخلوط Intercropping pattern
d219	-63553ef	-69969ef	6416a	Chemical	B:F (2:1)
-5196f	-62400e	-63000e	600f	Chemical	B:F (1:1)
12171g	-24148cd	-24242cd	94f	Chemical	B:F (1:2)
2647c	-26871d	-31818d	4939ab	Integrated (50:50)	B:F (2:1)
-4159e	-82350g	-86000g	3650bc	Integrated (50:50)	B:F (1:1)
642d	-78935fg	-81545fg	2609cd	Integrated (50:50)	B:F (1:2)
11190a	101090a	93181a	3954cd	Broiler litter	B:F (2:1)
5889b	31775b	27500b	4275b	Broiler litter	B:F (1:1)
551d	-10364c	-12443c	2079de	Broiler litter	B:F (1:2)

میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف آماری معنی‌دار براساس آزمون LSD می‌باشند

Means with similar letter, are not significantly different ($p \leq 0.05$) based on LSD test

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۹: ضرایب همبستگی بین شاخص‌های مورد مطالعه

Table 9: Correlation cofficients among studied indices

همبستگی Correlation	1	2	3	4	5	6	7	8
نسبت برابری زمین Land equivalent ratio	1							
نسبت رقابت (شنبلیله) Competitive ratio (Fenugreek)	-0.311^{ns}	1						
نسبت رقابت (سیاهدانه) Competitive ratio (Black cumin)	0.33^{ns}	-0.88^{**}	1					
ضریب ازحام نسبی Relative crowding coefficient	0.812^{**}	-0.42^{*}	0.42^{*}	1				
افت واقعی عملکرد Actual yield loss (Total)	0.74^{**}	-0.02^{ns}	0.02^{ns}	0.75^{**}	1			
مجموع ارزش نسبی Relative value total	-0.39^{*}	0.19^{ns}	-0.28^{ns}	-0.59^{**}	-0.63^{**}	1		
سودمندی کشت مخلوط Intercropping avantage	0.65^{**}	-0.69^{**}	0.69^{**}	0.76^{**}	0.57^{**}	-0.4^{*}	1	
مزیت پولی Monetory advantage index	0.88^{**}	-0.14^{ns}	0.14^{ns}	0.79^{**}	0.88^{**}	-0.46^{*}	0.61^{**}	1

ns، * و **: به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم همبستگی، وجود همبستگی در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشند

ns, * and **: Indicate the presence of correlations at the levels of 5% and 1%, respectively

همبستگی‌ها

ضرایب همبستگی در جدول ۹ نشان می‌دهد که بین اکثر شاخص‌های موردمطالعه در این پژوهش همبستگی معنی‌داری وجود داشت. شاخص نسبت رقابت شنبلیله با شاخص نسبت رقابت سیاهدانه همبستگی منفی ($r= -0.88^{**}$) نشان داد. هم‌چنین نسبت برابری زمین از همبستگی بالایی با شاخص‌های ضریب ازدحام نسبی ($r= 0.81^{**}$)، افت واقعی عملکرد ($r= 0.74^{**}$)، سودمندی کشت مخلوط ($r= 0.65^{**}$) و مزیت پولی ($r= 0.88^{**}$) همبستگی برخوردار بود، این درحالی بود که نسبت برابری زمین با مجموع ارزش نسبی ($r= -0.39^{*}$) همبستگی معنی‌دار و منفی نشان داد. وجود همبستگی معنی‌دار بین صفات مورد مطالعه حاکی از آن است که شاخص‌های نسبت برابری زمین، افت واقعی عملکرد، مجموع ارزش نسبی و مزیت پولی مستقل از نسبت رقابت شنبلیله و سیاهدانه است.

نتیجه‌گیری

در این آزمایش رقابت بین‌گونه‌ای برای استفاده از منابع غذایی و بالطبع رقابت برای نور و آب موجود در خاک نه تنها به نسبت شنبلیله - سیاهدانه بستگی داشت بلکه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سیستم تغذیه‌ای قرار گرفت. به‌طوری‌که در سیستم تغذیه با کود شیمیایی نسبت‌های بالاتر شنبلیله در کاهش رقابت و افزایش سودمندی مؤثر بود ولی کود مرغی باکاهش شدت شدید رقابت بین دو محصول بیش‌ترین بهره‌وری از زمین را سبب شد و نهایتاً بیشترین سودمندی اقتصادی را برای کشت مخلوط این دو گیاه به همراه داشت. بنابراین کاربرد کود مرغی در کشت مخلوط گیاهان دارویی توصیه می‌شود.

منابع

رضایی‌چیانه، ا.، ولیزادگان، ا.، تاج بخش، م.، دباغ محمدی‌نسب، ع. و ریماز، و. ۱۳۹۳. بررسی عملکرد زراعی و تنوع حشرات در الگوهای مختلف کشت مخلوط لوبیا و شوید. مجله به زراعی، ۱۶ (۲): ۳۶۸-۳۵۳.

رضوانی مقدم، پ.، رئوفی، م. ر.، راشدمحصل، م. ح.، و مرادی، ر. ۱۳۸۸. بررسی ترکیب‌های مختلف کاشت و اثر کنترل علف‌های هرز در کشت مخلوط ماش (*Vigna radiata* (L.) Willczek) و سیاهدانه (*Negella sativa* L.). مجله بوم‌شناسی، ۱ (۱): ۷۹-۶۵.

رضوانی‌مقدم، پ. و مرادی، ر.۱۳۹۱. بررسی تاریخ کاشت، کود بیولوژیک و کشت مخلوط بر عملکرد و کمیت اسانس زیره سبز و شنبلیله. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۳ (۲): ۲۳۰-۲۱۷.

www.SID.ir

Archive of SID

صالحی، ع.، فلاح، س.، ایرانی پور، ر.، و عباسی سورکی، ع. ۱۳۹۳. اثر زمان مصرف کود شیمیایی در تلفیق با کود گاوی بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سیاهدانه (*Nigella sativa* L.). مجله بوم‌شناسی کشاورزی، ۶ (۳): ۵۰۷-۴۹۵.

فلاح، س.، بهارلویی، س. و عباسی سورکی، ع. ۱۳۹۳. ارزیابی شاخص‌های رقابتی و اقتصادی کشت مخلوط کلزا (*Brassica napus* L.) و نخودفرنگی (*Pisum sativum* L.) تحت مقادیر مختلف کود نیتروژن. مجله بوم‌شناسی کشاورزی، ۶ (۳): ۵۸۱-۵۷۱.

کوچکی، ع. ر.، نجیب‌نیا، س. و لله گانی، ب. ۱۳۸۸. ارزیابی عملکرد زعفران (*Crocus sativus* L.) در کشت مخلوط با غلات، حبوبات و گیاهان دارویی. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، ۷ (۱): ۱۸۲-۱۷۳.

Agegnehu, G., Ghizaw, A. and Sinebo, W. 2006. Yield performance and land-use efficiency of barley and faba bean mixed cropping in Ethiopian highlands. European Journal of Agronomy, 25 (3): 202-207.

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. International Journal of Plant Production, 6 (4): 493-512.

Asgharipour, M. and Rafiei, M. 2010. Intercropping of isabgol (*Plantago ovate* L.) and lentil as influenced by drought stress. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Science, 9 (1): 62-92.

Aziz, T., Ullah, S., Sattar, A., Nasim, M., Farooq, M. and Mujtabakhan, M. 2010. Nutrient availability and maize (*Zea mays* L.) growth in soil amended with organic manure. Journal of Agriculture and Biology, 12 (4): 621-624.

Bajeli, J., Tripathi, S., Kumar, A., Tripathi, A. and Upadhyay, R. K. 2016. Organic manures a convincing source for quality production of Japanese mint (*Mentha arvensis* L.). Industrial Crops and Products, 83: 603-606.

Banik, P., Sasmal, T., Ghosal, P. K. and Bagchi, D. K. 2000. Evaluation of mustard (*Brassica campestris* var. Toria) and legume intercropping under 1:1 and 2:1 row replacement series systems. Journal of Agronomy and Crop Science, 185 (1): 9-14.

Banik, P., Midya, A., Sarkar, B. K. and Ghoshe, S. S. 2006. Wheat and chickpea intercropping systems in an additive series experiment: advantages and weeds mothering. European Journal of Agronomy, 24 (4): 325-332.

Bauman, D. T. 2001. Competitive suppression of weed in a leek-celery intercropping system. PhD Thesis. Wageningen Agricultural University. The Netherlands.

Bayu, W., Rethman, N. F. G., Hammes, P. S. and Alemu, G. 2006. Effects of farmyard manure and in organic fertilizers on sorghum growth, yield and nitrogenuse in a Semi-arid area of Ethiopia. Journal of Plant Nutrition, 29 (2): 391-407.

Bhatti, I. H., Ahmad, R., Jabbar, A., Nazir, M. S. and Mahmood, T. 2006. Competitive behaviour of component crops in different sesame-legume intercropping systems. International Journal of Agriculture and Biology (Pakistan), 8: 165-167.

Blaise, D., Singh, J. V., Bonde, A. N., Tekale, K. U. and Mayee, C. D. 2005. Effects of farmyard manure and fertilizers on yield, fiber quality and nutrient balance of rain fed cotton (*Gossypium hirsutum*). Bioresource Technology, 96 (3): 345-349.

Cecilio, A. B., Rezende, B. L. A., Barbosa, J. C. and Grangeiro, L. C. 2011. Agronomic efficiency of intercropping tomato and lettuce. Anais da Academia Brasileria de Ciencias, 83 (3): 1109-1119.

Corre-Hellou, G., Dibet, A., Hauggaard-Nielsen, H., Crozat, Y., Gooding, M., Ambus, P., Dahlmann, C., Von Fragstein, P., Pristeri, A., Monti, M. and Jensen, E. S. 2011. The competitive ability of pea-barley intercrops against weeds and the interactions with crop productivity and soil N availability. Field Crops Research, 122 (3): 264-272.

Courtney, R. G. and Mullen, G. J. 2008. Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost types. Bioresource Technology, 99 (8): 2913-2918.

Dabbagh Mohammadi Nasab, A., Amon, T., and Kaul, H.P. 2011.Competition and yield intercrops of maize and sunflower for biogas. Industrial Crops and Products, 34 (1): 1203-1211.

Deksissa, T., Wyche Moore, G. S. and Hare, W. W. 2007. Occurrence, fate and transport of 17 beta-estradiol and testosterone in the environment. In: Proceeding of 2007 AWRA Summer Specialty Conference, Vail. Co., June 25-27.

Dhima, K. V., Lithourgidis, A. S., Vasilakoglou, I. B. and Dordas, C. A. 2007. Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. Field Crops Research, 100 (2): 249-256.

Erkossa, T., Stahr, K. and Tabor, G. 2002. Integration of Organic and Inorganic Fertilizers: Effect on Vegetable Productivity. Ethiopian Agricultural Research Organization, Debre Zeit Agricultural Research Centre, Ethiopia.

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. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 44 (21): 3120-3136.

Fernandez-Aparicio, M., Emeran, A. A. and Rubiales, D. 2008. Control of *Orobanche crenata* in legumes intercropped with fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). Crop Protection, 27 (3): 653-659.

Fernandez-Aparicio, M., Amrib, M., Kharrat, M. and Rubiales, D. 2010. Intercropping reduces *Mycosphaerella pinodes* severity and delays upward progress on the pea plant. Crop Protection, 29 (7): 744-750.

Fustec, J., Lesuffleur, F., Mahieu, S. and Cliquet, J. B. 2010. Nitrogen rhizodeposition of legumes. A review. Agronomy for Sustainable Development, 30: 57-66

Geno, L. and Geno, B. 2001. Polyculture production principles benefits and risks of multiple cropping land management systems for Australia, CIRDC Publication.

www.SID.ir

Archive of SID
Ghanbari, B. A. 2000. Intercropping field bean (*Vicia faba* L.) and wheat (*Triticume estivume* L.) as a low-input forage. PhD Thesis Wye Collage University of London UK.

Ghosh, P. K. 2004. Growth, yield, competition and economics of groundnut/cereal fodder intercropping systems in the semi-arid tropics of India. Field Crops Research, 88 (2): 227-237.

Hirzell, J. and Walter, I. 2008. Availability of nitrogen, phosphorus and potassium from poultry litter and conventional fertilizers in a volcanic soil cultivated with silage corn. Chilean Journal of Agricultural Research, 68 (3): 264-273.

Janathan, D. C. 2008. Intercropping with maize in sub-Arid Regions. Community planning and Analysis. Definition and benefits of intercropping. Technical Brief, April, 16. 2008.

Kumar, A., Singh, R. and Chhillar, R. K. 2006. Nitrogen requirement of fennel (*Foeniculum vulgare*) based cropping systems. Indian Journal of Agricultural Science, 76 (10): 599-602.

Lawrence, J. R., Ketterings, Q. M. and Cherney, J. H. 2008. Effect of nitrogen application on yield and quality of silage corn after forage legume-grass. Agronomy Journal, 100 (1): 73-79.

Lithourgidis, A. S., Vlachostergios, D. N., Dordasc, C. A. and Damalas, C. A. 2011. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea-cereal intercropping systems. Eurpean Journal of Agronomy, 34 (4): 287-294.

Makinde, E. A., Agboola, A. A. and Oluwatoyinbo, F. I. 2001. The effects of organic and inorganic fertilizers on the growth and yield of maize in a maize/melon intercrop. Moor Journal of Agricultural Research, 2: 15-20.

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

Mgbeze, G. C. and Abu, Y. 2010. The effects of NPK and farmyard manure on the growth and development of the African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa* Hochst ex. a rich). African Journal of Biotechnology, 9 (37): 6085-6090.

Nachigera, G. M., Ladent, L. F. and Draye, X. 2008. Shoot and root competition in potato-maize intercropping: effect on growh and yeild. Environmental and Experimental Botany, 64 (2): 180-188.

Neamatollahi, E., Jahansuz, M. R., Mazaheri, D. and Bannayan, M. 2013. Intercropping. In: E. Lichtfouse (ed.), Sustainable Agriculture Reviews .

Sastawa, B. M., Lavan, M. and Maina, Y. T. 2004. Management of insect pests of soybean: effects of sowing date and intercropping on damage and grain yield in the Nigerian Sudan savanna. Crop Protection, 23 (2): 155-161.

Savci, S. 2012. Investigation of effect of chemical fertilizers on environment. APCBEE Procedia, 1: 287-292.

Sharma, P. K. and Tandon, H. L. S. 1992. Nitrogen and phosphorus in crop production in management of nutrient interactions, Tandon, H. L. S. ed., Fertilizer Development and Consultation Organization, New Delhi, Pp. 1.20.

Thobasti, T. 2009. Growth and yeild responses of maize (*Zea mays* L.) and cowpea (*Vigna unguiculata*) in a intercropping system. MSc Thesis. University of Pretoria. 149 p.

Wahla, I. H., Ahmad, R., Ehsanullah, A. A. and Jabbar, A. 2009. Competitive functions of components crops in some barley based intercropping systems. International of Journal of Agriculture and Biology, 11 (1): 69-71.

Xu, B., Shan, L., Zhang, S., Deng, X. and Li, F. 2008. Evaluation of switch grass and sainfoin intercropping under 2:1 row-replacement in semiarid region, northwest China. African Journal of Biotecnology, 7 (22): 4056-4067.

Zhang, G., Yang, Z. and Dong, S. 2011. Interspecific competiveness affecet the total biomass yield in an alfalfa and corn intercropping system. Field Crops Research, 124: 66-73.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Different Fertilization Systems (Chemical, Organic and Integrated) on Competitive and Economic Indices of Fenugreek and Black Cumin Intercropping

Rosataei[1], M., Fallah[2*], S. and Abbasi Surki[3], A.

Abstract

In order to assess the effect of different fertilization systems on competitive and economic indices of fenugreek and black cumin intercropping, a factorial experiment was conducted based on randomized complete block design with three replications at Shahrekord University Research Farm in 2013. Sole cropping of fenugreek (F), Sole cropping of black cumin (B) and three intercropping ratios (B:F; 2:1, 1:1, and 1:2) were evaluated as the first factor and three sources of fertilizer consist of chemical fertilizer, broiler litter and integrated fertilizer (1:1) as the second factor. Results showed that fenugreek was dominant plant and had greater competitive inetensity than black cumin, but broiler litter application reduced the amount of competition. The competitive indices were markedly reduced under broiler litter application. The greatest value of land equivalent ratio (LER), relative crowding coefficient (K), actual yield loss (AYL), monetary advantage (MA) and intercropping advantage (IA) was observed for B:F (2:1) treatment under broiler litter application. Overall, the application of animal manures in sustainable agriculture will increase intercropping advantages compared to chemical fertilization system.

Keywords: Relative value total, Competitive ratio, Land equivalent ratio, Sustainable agriculture

1, 2 and 3. MSc Graduated Student, Professor and Assistant Professor, Respectively, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

*: Corresponding author Email: falah1357@yahoo.com

www.SID.ir