Archive of SID

نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار/ جلد ۳۰ شماره ۱ / بهار ۱۳۹۹

اثر خاک‌ورزی حفاظتی و کشت مخلوط با لوبیا و سویا بر رقابت علف‌های هرز، پتانسیل تولید و کارایی مصرف آب و نیتروژن آفتابگردان

محسن سیدی[۱]، جواد حمزه ئی[۲]*

تاریخ دریافت: ۹۸/۵/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۰/۱۲

۱ – دانش آموخته دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

*مسئول مکاتبه: Email: j.hamzei@basu.ac.ir

چکیده

برای افزایش قدرت رقابتی آفتابگردان با علف‌های هرز، پتانسیل تولید و کارایی مصرف آب و نیتروژن از طریق کشت مخلوط با لوبیا و سویا تحت سیستم خاک‌ورزی حفاظتی، آزمایشی در دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان طی دو سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ انجام شد. آزمایش به صورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. خاک‌ورزی شامل خاک‌ورزی مرسوم، خاک‌ورزی با چیزل و خاک‌ورزی با دیسک و الگوهای مختلف کاشت بصورت کشت خالص آفتابگردان با وجین علف‌های‌هرز، کشت خالص آفتابگردان بدون وجین علف‌های‌هرز، کشت‌های مخلوط افزایشی ۳۰، ۶۰ و ۹۰ درصد لوبیا با آفتابگردان و کشت‌های مخلوط افزایشی ۳۰، ۶۰ و ۹۰ درصد سویا با آفتابگردان به‌ترتیب به عنوان فاکتور اصلی و فرعی بودند. بیشترین مقادیر تراکم و بیوماس کل علف-های‌هرز در تیمارهای خاک‌ورزی کاهش یافته و کشت خالص مشاهده شد. ولی، خاک‌ورزی مرسوم و سیستم کشت مخلوط توانستند تراکم و بیوماس علف‌های‌هرز غالب مانند تاج‌خروس، چسبک و پیچک را کاهش دهند. با توجه به افزایش عملکرد کل کشت مخلوط (مجموع عملکرد گیاه اصلی و همراه) این سیستم‌ها کارایی مصرف آب و نیتروژن را در مقایسه با کشت خالص آفتابگردان بدون وجین افزایش دادند. بر اساس نتیجه حاصل از این تحقیق، کشت‌های مخلوط در تراکم-های بیش از ۳۰ درصد لوبیا یا سویا با آفتابگردان در مقایسه با کشت خالص، سودمندی کشت مخلوط را نشان دادند. بنابراین، نتایج آزمایش حاضر بیانگر این است که در شرایط مشابه، کاربرد ترکیبی خاک‌ورزی حفاظتی و کشت مخلوط در زراعت آفتابگردان می‌تواند مدیریت علف‌های‌هرز را بهبود بخشیده و عملکرد اقتصادی و کارایی استفاده از زمین را در مقایسه با تک کشتی آفتابگردان در خاک‌ورزی مرسوم افزایش دهد.

واژه‌های کلیدی: رقابت، خاک‌ورزی، شاخص‌های کشت مخلوط، عملکرد دانه، کارایی زمین

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Conservation Tillage and Intercropping with Beans and Soybeans on Weed Competition, Production Potential and Water and Nitrogen Use Efficiency of Sunflower

Mohsen Seyedi[1], Javad Hamzei[2*]

Received: August 9, 2019 Accepted: January 2, 2020

1-Former PhD Student of Crop Ecology, Dept. of Crop Production and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
2-Assoc. Prof., Dept. of Crop Production and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
*Corresponding Author Email: j.hamzei@basu.ac.ir

Abstract

For increasing sunflower competitiveness to weeds, potential of production and water-nitrogen use efficiency through intercropping of bean and soybean under conservation tillage system, an experiment was conducted at the Agricultural Research Station, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, during 2013 and 2014 growing seasons. Experiments were conducted as split plot based on randomized complete block design with three replications. Tillage as conventional tillage, reduced tillage by chisel and reduced tillage by disc) and different planting patterns :sunflower sole cropping with weeding, sunflower sole cropping without weeding, additive intercroppings of 30, 60 and 90%bean, as well as 30, 60 and 90%soybean with sunflower were considered as main plots and sub-plots, respectively. Results showed that the highest total weed density and biomass values were observed at reduced tillage and sole cropping treatments. However, conventional tillage and intercropping system were able to decrease density and biomass of dominant weeds, such as pigweed, foxtail and bindweed. Considering to the increasing total yield of intercropping (the sum of the yield of main and associated plants), these systems increased water and nitrogen use efficiency in comparison with sunflower sole cropping without weeding. The land equivalent ratio (LER) was calculated to measure efficiency of intercropping compared to sole cropping. Based on our findings, >30%bean: sunflower or >30%soybean: sunflower combination showed grain yield advantage (LER>1). In conclusion, our results suggest that under similar and favorable conditions, applying a combination of conservation tillage and intercropping to sunflower cultivation can improve weed management and increase the economical yield and land use efficiency when compared to sunflower sole crop under conventional tillage.

Keywords: Competition, Grain Yield, Intercropping Indices, Land Efficiency, Tillage

مقدمه

کاربرد روش‌های کم خاک‌ورزی به منظور پایداری منابع و حفظ مواد آلی خاک از اهداف اصلی پژوهش‌های کشاورزی در زمینه پایداری خاک می‌باشد (سالم و همکاران ۲۰۱۵). استفاده از خاک‌ورزی مرسوم (گاوآهن برگردان‌دار + دیسک) در زراعت، سبب صرف

www.SID.ir

Archive of SID

هزینه‌های اضافی، خاک‌ورزی بیش از حد و در نهایت به خاطر یکنواختی عمق شخم در طی سالیان متمادی سبب تشکیل لایه‌های سخت در خاک می‌گردد. از این‌رو، استفاده از سایر سیستم‌های خاک‌ورزی مشکل‌گشا خواهد بود (گیاکومینی و همکاران ۲۰۱۰ و سالم و همکاران ۲۰۱۵). سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی بقایای گیاهی سطح خاک را حفظ می‌کنند و در نتیجه باعث کاهش فرسایش آبی و بادی، افزایش ذخیره آب، کاهش هزینه تولیدات کشاورزی (اسدی و همکاران ۲۰۱۸ و کاستلینی و ونترلا ۲۰۱۲) و نیز افزایش ذخیره کربن و نیتروژن خاک (ایماز و همکاران ۲۰۱۰) می‌شوند. ولی معمولا در این سیستم‌ها، مشکلات ناشی از علف‌های-هرز افزایش یافته و استقرار و عملکرد گیاه زراعی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (میشرا و سینگ ۲۰۱۲). در مقایسه با علف‌کش‌های شیمیایی، یکی از راهکارهای عملی اکولوژیک در مدیریت تلفیقی علف‌های هرز، استفاده از کشت مخلوط است. به طوری که، کنترل علف‌های هرز بر اثر تداخل گیاه زراعی به عنوان یک عامل تعیین کننده برتری عملکرد کشت مخلوط قلمداد می‌گردد (توباتسی ۲۰۰۹). مهمترین دلایل افزایش تولید در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی، استفاده بهتر از عوامل محیطی مانند نور (بلید و همکاران ۲۰۱۱)، آب (رن و همکاران ۲۰۱٦) زمین (حمزه‌ئی و سیدی ۲۰۱۲؛ چاپاگین و رایزمن ۲۰۱٤؛ مائو و همکاران ۲۰۱۵؛ فن و همکاران ۲۰۱٦؛ رن و همکاران ۲۰۱٦ و لعل و همکاران ۲۰۱۹، نیاوید و همکاران ۲۰۱۹) و مواد غذایی موجود در خاک (اولبرمن و همکاران ۲۰۱۵) ذکر شده است. ولیزادگان (۲۰۱٦) گزارش کرد در کشت مخلوط گیاهان همیشه بهار و نخود صفات کمی و کیفی همیشه بهار مانند اسانس و عملکرد دانه نسبت به تک کشتی بهبود یافتند که احتمالا مربوط به مزایای کشت مخلوط گیاهان مختلف با یکی از اعضای خانواده لگوم می‌باشد. حمزه-ئی و سیدی (۲۰۱۳) نیز کشت مخلوط افزایشی جو با نخود را موثرتر و بهتر از تک کشتی جو از نظر صفاتی مانند شاخص کارایی استفاده از زمین دانستند. این محققین اظهار داشتند که کشت مخلوط افزایشی از روش‌های موثر در کنترل اکولوژیک علف‌های‌هرز است و کشت مخلوط افزایشی جو با نخود علف‌های‌هرز را به‌طور بسیار معنی‌داری کاهش داد. بنیک و همکاران (۲۰۰٦) نیز ضمن مطالعه بر روی کشت مخلوط افزایشی نخود و گندم، اعلام داشتند که کشت مخلوط نخود و گندم سودبری کل و نسبت برابری زمین را افزایش داده و سبب کنترل علف‌های هرز می‌شود. در مطالعه این پژوهشگران کشت مخلوط افزایشی ۱۰۰ درصد نخود و ۵۰ درصد گندم از لحاظ این صفات برتری مناسبی داشت. اسکالیس و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه خود روی کشت برخی گیاهان لگوم و جو دریافتند که حضور اعضای خانواده لگوم در کشت مخلوط باعث افزایش مزایای کشت مخلوط نسبت به تک‌کشتی گیاهان می‌گردد.

آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) گیاهی یکساله و یکی از مهمترین دانه‌های روغنی و آجیلی در جهان می باشد. در حدود ۱۳ درصد از تولید جهانی روغن نباتی به آفتابگردان اختصاص دارد. به دلیل عملکرد بالای روغن و نیز بالا بودن ارزش غذایی، سطح زیر کشت آفتابگردان روغنی افزایش یافته است (فائو ۲۰۱۸). آفتابگردان یک محصول زراعی متحمل به خشکی و با سیستم ریشه ای عمیق است که ریشه این گیاه در شرایط خشکی در مقایسه با دیگر گیاهان زراعی می-تواند آب را به طور معنی‌داری از لایه‌های زیرین و عمیق‌تر خاک جذب کند (اکبرلو و همکاران ۲۰۱۳).

حبوبات از جمله گیاهان زراعی هستند که در سراسر دنیا کشت می‌شوند و به شرایط آب و هوایی متفاوت از معتدل تا گرمسیر و از مرطوب تا خشک، سازگاری یافته‌اند. حبوبات بعد از غلات، دومین منبع مهم غذایی انسان به شمار می‌روند و نیز در تغذیه دام و در نتیجه تأمین پروتئین حیوانی، نقش بسیار مهمی دارند. این گیاهان به خاطر همزیستی با باکتری‌های

www.SID.ir

Archive of SID

تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن هوا، در حاصلخیزی خاک تأثیر بسیار مثبتی دارند. علاوه بر این، حبوبات به صورت کود سبز برای تقویت و بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک به کار می‌روند (پارسا و باقری ۲۰۱۳ و مجنون حسینی ۲۰۰۸). لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) و سویا (*Glycine max* L.) دو گیاه مهم از خانواده حبوبات هستند که علاوه بر مصارف خوراکی و صنعتی، اهمیت بالایی در حفظ و افزایش حاصلخیزی خاک دارند. کاربرد گیاهان لگوم در کشت مخلوط با دیگر گیاهان سابقه طولانی دارد (مجنون حسینی ۲۰۰۸). از این رو، هدف این پژوهش مقایسه شاخص‌های رشد، عملکرد و کارایی مواد در اجتماع گیاهی کشت مخلوط آفتابگردان – لوبیا/سویا در حضور و عدم حضور علف‌های‌هرز و با اعمال خاک‌ورزی‌های مرسوم و حفاظتی بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در دو سال زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان انجام گرفت. محل اجرای آزمایش در ٤٨ درجه و ٣١ دقیقه طول شرقی، ٣٥ درجه و ١ دقیقه عرض شمالی و ١٦٩٠ متر ارتفاع از سطح دریا قرار دارد. همچنین، متوسط دما طی ماه‌های اجرای آزمایش در سال ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ حدود ۲۳/۰ درجه سانتی‌گراد بود. آزمون خاک، بافت خاک را لوم رسی و pH آن را ۷/٤٩ نشان داد. سایر ویژگی‌های خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در سال‌های زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳.

سال	رس٪	سیلت٪	شن٪	بافت خاک	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	نیتروژن کل٪	pH	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	کربن آلی٪
۱۳۹۲	۲٥	٣٤	٤١	لوم رسی	٢٦	٣٦٢	۰/۱۱	۷/٤٩	۰/٤۲۸	۱/۱۸
۱۳۹۳	۲٥	٣٤	٤١	لوم رسی	۲٥	٣٥٩	۰/۱۱	۷/٥۱	۰/٤۲٦	۱/۲۰

آزمایش به صورت اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. خاک-ورزی (خاک‌ورزی مرسوم، خاک‌ورزی با چیزل و خاک ورزی با دیسک) و الگوهای مختلف کاشت (کشت خالص آفتابگردان با وجین علف‌های‌هرز، کشت خالص آفتابگردان بدون وجین علف‌های‌هرز، کشت‌های مخلوط افزایشی ۳۰، ٦٠ و ۹۰ درصد لوبیا با آفتابگردان و کشت‌های مخلوط افزایشی ۳۰، ٦٠ و ۹۰ درصد سویا با آفتابگردان) به‌ترتیب به عنوان فاکتور اصلی و فرعی بودند. در اجرای خاک‌ورزی مرسوم از گاوآهن برگردان‌دار + دیسک بهره‌گیری شد. در این آزمایش، آفتابگردان گیاه اصلی بود و لوبیا و سویا به عنوان گیاه همراه برای کنترل علف‌های‌هرز مزرعه آفتابگردان در کشت مخلوط استفاده شد. عملیات کاشت هر سه گونه گیاهی (آفتابگردان، لوبیا و سویا) در تاریخ ۱۰ خرداد ۱۳۹۲ و ۸ خرداد ۱۳۹۳ بطور همزمان با دست انجام گرفت. برای لوبیا و سویا در هر کرت ٦ ردیف کاشت به‌طول ٤/٥ متر و با فاصله ردیف ٥٠ سانتی‌متر و با تراکم نهایی ٤٠ بوته در متر مربع و برای آفتابگردان در هر کرت ٥ ردیف کاشت به‌طول ٤/٥ متر و با فاصله ردیف ٦٠ سانتی‌متر و با تراکم نهایی ۹ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. قابل ذکر است که تراکم آفتابگردان، لوبیا و سویا طبق توصیه محققین مرکز تحقیقات کشاورزی همدان، انتخاب شدند. بر اساس نتایج تجزیه خاک و توصیه کودی، ۷۵ کیلوگرم اوره در هکتار در کشت خالص لوبیا و سویا به عنوان استارتر و در زمان کشت به خاک اضافه گردید. همچنین، ۲۵۰ کیلو گرم اوره در بقیه الگوهای کشت استفاده شد که

www.SID.ir

Archive of SID

نصف آن به‌صورت پایه و در زمان کشت و نصف دیگر به‌صورت سرک و در مرحله ٦ تا ٨ برگی آفتابگردان مصرف گردید. آبیاری به صورت بارانی (کلاسیک ثابت) و اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت صورت گرفت و پس از سبز شدن بر اساس عرف منطقه (معیار آبیاری توسط کشاورزان منطقه) هر هفت روز یک بار مزرعه آبیاری شد. میزان آب مصرفی در پلات‌های آزمایشی یکسان بوده و توسط کنتور اندازه گیری شد، به طوری که میزان مصرف آب حدود ٦٠٠٠ متر مکعب در هکتار ثبت شد. جوانه‌زنی، رشد و پراکنش علف‌های-هرز در کرت‌های آزمایشی به صورت طبیعی بود. در پلات‌های آزمایشی عاری از علف‌هرز (کشت‌های خالص)، چندین مرتبه علف‌های هرز در طول فصل رشد و به صورت دستی وجین شدند ولی در پلات‌های بدون وجین (الگوهای کشت مخلوط) به علف‌های‌هرز اجازه رشد داده شد. برای تعیین تراکم نهایی علف‌های هرز نیز از یک کوادرات یک مترمربعی استفاده شد و نمونه برداری از آن‌ها قبل از برداشت گیاهان زراعی و در زمان رسیدگی فیزیولوژیک صورت گرفت و پس از شمارش و خشک کردن در آون ۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ٤٨ ساعت، توزین شدند. در نهایت تراکم و وزن خشک علف‌های هرز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. به منظور اندازه‌گیری شاخص‌های رشد، ۲ نمونه برداری از هر سه گونه گیاهی در زمان گلدهی و ۲ هفته بعد از آن به عمل آمد. جهت نمونه برداری از ده بوته هر گیاه استفاده شد. سطح برگ گیاهان بوسیله کاغذ شطرنجی تعیین شد و وزن خشک کل بعد از خشک کردن در آون ۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ٤٨ ساعت ثبت گردید. به منظور تجزیه و تحلیل سرعت رشد محصول (CGR) و سرعت جذب خالص (NAR) گیاه از روابط زیر استفاده گردید (هوزاین و همکاران ۲۰۰۷):

$$CGR = (1/GA) \times (W_2 - W_1)/(T_2 - T_1) \quad \text{(رابطه ۱)}$$

$$NAR = ((W_2 - W_1)/(T_2 - T_1)) \times ((\ln LA_2 - \ln LA_1)/(LA_2 - LA_1)) \quad \text{(رابطه ۲)}$$

که در این معادله‌ها T زمان بر حسب روز، W وزن خشک بوته بر حسب گرم، LA سطح برگ بر حسب سانتی‌متر مربع و GA سطح زمین بر حسب متر مربع می‌باشد. قابل ذکر است که مجموع داده‌های مربوط به آفتابگردان و گیاه همراه (لوبیا یا سویا) در هر کرت آزمایشی به عنوان شاخص سطح برگ، ماده خشک کل، سرعت رشد محصول و سرعت جذب خالص کانوپی (آفتابگردان + گیاه همراه) در نظر گرفته و آنالیز شدند.

عملیات برداشت در اوایل مهر ماه هر سال و با توجه به زمان رسیدگی محصولات در کرت‌های مختلف آزمایشی انجام گرفت. بدین صورت که بعد از حذف دو ردیف از هرطرف و حدود نیم متر از ابتدا و انتهای تمام ردیف‌ها به عنوان حاشیه، نمونه برداری از واحدهای آزمایشی به عمل آمد. عملکرد دانه آفتابگردان و سویا با ۱۲ درصد رطوبت و عملکرد دانه لوبیا با ١٤ درصد رطوبت محاسبه شد. برای تعیین عملکرد نهایی دانه و عملکرد بیولوژیک هر سه گونه گیاهی، ۲ متر مربع از هر کرت برداشت شد. ساقه‌های آفتابگردان برای تعیین دقیق وزن خشک نهایی پس از خشک کردن در آون ۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ٤٨ ساعت، توزین شدند. کارایی مصرف نیتروژن از تقسیم میزان عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار به نیتروژن مصرف شده بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. همچنین، کارایی مصرف آب از میزان عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار به آب مصرف شده بر حسب متر مکعب در هکتار محاسبه شد (فن و همکاران ۲۰۱٦). شاخص نسبت برابری زمین بر اساس سطح زمین زیر کشت محاسبه می‌گردد و به وسیله آن مشخص می-شود که برای به دست آوردن مقدار محصولی که از یک هکتار کشت مخلوط عاید می‌شود چه مقدار از زمین به

www.SID.ir

Archive of SID

صورت زراعت تک کشتی مورد نیاز است تا همان مقدار محصول برداشت شود (بنیک و همکاران ۲۰۰۶): این شاخص با استفاده از معادله شماره ۳ محاسبه شد.

(رابطه ۳)

$$LER = (I_1/P_1) + (I_2/P_2)$$

در این فرمول: I مقدار محصول یک گونه (در واحد سطح) در کشت مخلوط و P عبارت از محصول همان گونه (در واحد سطح) در کشت خالص است.

شاخص نسبت معادل سطح زیر کشت و زمان نیز بر اساس معادله زیر محاسبه شد (مظاهری، ۱۳۸۷):

(رابطه ٤)

$$ATER= [(T_{AA}/T_{AB}) \times (Y_{AB}/Y_{AA})] + [(Y_{BA}/Y_{BB}) \times (T_{BB}/T_{BA})]$$

تجزیه مرکب داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها (بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد) توسط نرم افزار آماری SAS 9.1 صورت گرفت. لازم به ذکر است که چون در این آزمایش اثر سال بر صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود، لذا از ارائه نتایج آزمایش سال‌ها به صورت جداگانه خودداری شد و بر اساس تجزیه مرکب داده‌ها، نتایج ارائه و تفسیر گردید. تعیین روابط رگرسیونی و رسم نمودارها نیز توسط نرم افزار Excel 2013 انجام شد.

نتایج و بحث

در این مطالعه و بر حسب شرایط اکولوژیکی محل آزمایش، تاج‌خروس (*Amaranthu retroflexus*)، چسبک (*Setaria gluaca*) و پیچک (*Convolvulus arvensis*) علف‌های هرز غالب بودند.

تراکم علف‌های هرز

تراکم علف‌های هرز در این آزمایش محاسبه و مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفت. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تراکم کل علف‌های‌هرز تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفتند (جدول ۲). تیمار تک کشتی آفتابگردان در خاک‌ورزی دیسک به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها در بالاترین وضعیت از نظر تراکم کل علف‌های هرز قرار گرفت (حدود ٦٨ بوته در متر مربع). عباس دخت و همکاران (۲۰۱۳) نیز در مطالعه خود بیشترین میزان تراکم علف‌های‌هرز را در خاک‌ورزی با دیسک و کمترین مقدار آن را در خاک‌ورزی مرسوم گزارش کردند. میشرا و سینگ (۲۰۱۲) نیز این یافته‌ها را تأیید کردند. با انجام کشت مخلوط به‌طور معنی‌داری از میزان تراکم علف‌های‌هرز مختلف کاسته شد. در این مطالعه کمترین میزان تراکم کل علف‌های هرز (حدود ۹ بوته در متر مربع) به تیمار کشت مخلوط افزایشی ۹۰٪ سویا + آفتابگردان در خاک‌ورزی مرسوم تعلق گرفت (جدول ۳). عمده‌ترین دلیل این موضوع به فرونشانی و سرکوب علف‌های هرز توسط کشت مخلوط افزایشی و زیر و رو شدن کامل خاک باز می‌گردد. بنیک و همکاران (۲۰۰٦) نیز در بررسی کشت مخلوط نخود و گندم، نشان دادند که کشت مخلوط نخود و گندم به‌طور معنی‌داری تراکم و بیوماس علف‌های هرز را نسبت به کشت خالص این گیاهان کاهش داد. ویسانی و همکاران (۲۰۱٦) در پژوهشی روی کشت مخلوط شوید–لوبیا دریافتند که کشت مخلوط باعث کاهش تراکم علف‌های‌هرز شد.

بیوماس علف‌های هرز

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بیوماس کل علف‌های‌هرز تحت تأثیر تیمارهای خاک‌ورزی، الگوهای کشت و اثر متقابل خاک‌ورزی و الگوهای کشت قرار گرفتند (جدول ۲). بیشترین بیوماس کل علف‌های‌هرز در تیمار خاک‌ورزی حفاظتی به‌دست آمد. تیمار تک کشتی آفتابگردان در خاک‌ورزی دیسک نسبت به سایر تیمارها بیشترین بیوماس کل علف‌های‌هرز را به خود اختصاص داد (جدول ۳). مطالعات دیگر نیز حاکی از افزایش بیوماس علف‌های‌هرز در سیستم‌های خاک‌ورزی حداقل است (عباس دخت و همکاران ۲۰۱۳ و میشرا و سینگ ۲۰۱۲). در میان الگوهای کشت، تیمار

www.SID.ir

Archive of SID

تک کشتی آفتابگردان در هر سه حالت خاک‌ورزی دارای بیوماس بالایی از علف‌های‌هرز مختلف و کل علف‌های‌هرز بود. با اجرای کشت مخلوط به‌طور معنی-داری از بیوماس علف‌های‌هرز کاسته شد. کمترین بیوماس کل علف‌های هرز (۶۷/۶۹ گرم در متر مربع) به تیمار کشت مخلوط افزایشی ۹۰٪ سویا + ۱۰۰٪ آفتابگردان در خاک‌ورزی مرسوم تعلق گرفت (جدول ۳). توباتسی (۲۰۰۹) نشان داد که کشت مخلوط ذرت با سه گونه مختلف لوبیا چشم بلبلی موجب کاهش وزن خشک علف‌هرز نسبت به کشت خالص ذرت گردید. قدرت رقابتی سیستم کشت مخلوط با توجه به افزایش تراکم گونه‌های زراعی نسبت به کشت خالص هر گونه بیشتر خواهد بود که این عامل مهار مناسب علف‌های-هرز را در پی دارد (آموسه و همکاران ۲۰۱۳؛ میدگا و همکاران ۲۰۱٤؛ کائور و همکاران ۲۰۱٦ و ویسانی و همکاران ۲۰۱٦).

جدول ۲- میانگین مربعات اثر خاک‌ورزی و الگوهای مختلف کشت بر تراکم و بیوماس علف‌های‌هرز

منابع تغییر	درجه آزادی	تراکم	بیوماس
سال (Y)	۱	۱٤/٦۷	۳۹۸/۲۲
تکرار × سال	٤	۱۲۸/۰٦	٤۸۸۳/۳۹
خاک‌ورزی (T)	۲	۳٥۲۰/۰۳**	۳۳۳٤۳/۰٥**
T×Y	۲	٦/۸۸	٤۱۱/۷۲
خطای اصلی	۸	٤۹/۳۱	۳۷۰/۳۹
الگوی کاشت (P)	٦	۲۷۹٦/٤۱**	۱۱۱۲۰۹/٥۱**
T×P	۱۲	٦٤/۲٤**	۱۳۳۰/۳۷**
P×Y	٦	۱/۹۳	٥۳/۲۲
Y×T×P	۱۲	۰/٦۲	٤٤/٥۲
خطای فرعی	۷۲	۱۱/٦٥	۳۹۲/۱۱
ضریب تغییرات (٪)	--	۱۲/٦٤	۱۳/۸٥

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد.

شاخص‌های رشد

تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ٤ آمده است. نتایج نشان دادند که اثر الگوهای کاشت بر شاخص سطح برگ کانوپی معنی‌دار بود. ولی اثر خاک‌ورزی و اثر متقابل خاک‌ورزی در الگوهای کشت بر این ویژگی معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تمام الگوهای کشت مخلوط دارای شاخص سطح برگ کانوپی بیشتری نسبت به تک کشتی آفتابگردان بودند. بیشترین مقدار LAI در الگوهای مختلف کشت، مربوط به تیمار کشت مخلوط ۹۰٪ سویا + آفتابگردان بود که البته با تیمار ۹۰٪ لوبیا + آفتابگردان تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین شاخص سطح برگ کانوپی نیز متعلق به تیمار کشت خالص آفتابگردان بدون کنترل علف‌هرز بود. محققان دیگر نیز افزایش شاخص سطح برگ را در کشت مخلوط نسبت به تک کشتی گزارش کرده‌اند (حمزه‌ئی و سیدی ۲۰۱٤). ممکن است گیاهان موجود در کشت مخلوط جهت جذب نور اقدام به افزایش سطح برگ خود بنمایند که این امر احتمالاً موجب حفظ بیشتر رطوبت خاک و کاهش دما گردیده و نهایتاً موجب افزایش رطوبت نسبی کانوپی می‌گردد. در نهایت، تعدیل میکروکلیمای کانوپی مخلوط می‌تواند موجب افزایش شاخص سطح برگ کانوپی مخلوط نسبت به کانوپی خالص گردد (حمزه‌ئی و سیدی ۲۰۱٤). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان دادکه ماده خشک کل کانوپی تحت تأثیر اثر خاک‌ورزی و الگوهای کاشت قرار گرفت، ولی اثر متقابل خاک‌ورزی در الگوی کاشت بر این

www.SID.ir

Archive of SID

صفت معنی‌دار نبود (جدول ٤). بیشترین ماده خشک کل کانوپی (۱٦۳۱/۲۹ گرم در متر مربع) در تیمار خاک-ورزی مرسوم به‌دست آمد (شکل ۱). با این حال اختلاف بین خاک‌ورزی مرسوم با تیمار خاک‌ورزی با چیزل از نظر ماده خشک کل کانوپی معنی‌دار نبود. اجرای کشت مخلوط آفتابگردان- لوبیا و سویا سبب افزایش ماده خشک کل کانوپی نسبت به کشت خالص آفتابگردان شد. به‌طوریکه، بیشترین ماده خشک کل کانوپی در تیمار ۹۰٪ سویا + آفتابگردان به‌دست آمد (جدول ٥). کمترین ماده خشک کل کانوپی نیز متعلق به تیمار تک کشتی آفتابگردان بدون وجین علف‌هرز بود (۹۱٦/۲۲ گرم بر متر مربع). از بهترین فواید کشت مخلوط افزایش تولید در واحد سطح نسبت به تک کشتی، به دلیل استفاده بهتر از عوامل مختلف محیطی است (رن و همکاران ۲۰۱٦). استولز و نادئا (۲۰۱٤) میزان وزن خشک کل را در کشت مخلوط ذرت و باقلا بیش از کشت خالص گزارش کردند.

جدول ۳- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری خاک‌ورزی در الگوی کشت برای تراکم و بیوماس علف-های‌هرز

تیمار	تراکم ($plant.m^{-2}$)	بیوماس ($g.m^{-2}$)
RC×NWH	٥۰/٥۰^{b}	۳۱۲/٥۰^{b}
RC×HP30	۳۱/۰۰^{fg}	۱۳٦/٦۷^{ef}
RC×HP60	۲٤/۰۰^{ij}	۱۱۲/۳۳^{ghi}
RC×HP90	۱۷/۳۳^{kl}	۹۱/۸۳^{ijk}
RC×HG30	۲۷/۳۳^{ghi}	۱۳۲/۳۳^{efg}
RC×HG60	۲۰/۳۳^{jk}	۱۱۱/٦۷^{ghi}
RC×HG90	۱٤/٦٦^{lm}	۸٥/٦۷^{jk}
RD×NWH	٦۸/۱٦^{a}	۳۷۷/۳۳^{a}
RD×HP30	٤۲/٦٦^{c}	۱۷٤/۰۰^{d}
RD×HP60	۳۳/٥۰^{ef}	۱٤٦/۸۳^{e}
RD×HP90	۲٥/٥۰^{hi}	۱۱٤/٦۷^{fgh}
RD×HG30	۳٦/۸۳^{de}	۱٥٥/۰۰^{de}
RD×HG60	۲۸/۱٦^{gh}	۱۳۲/۸۳^{efg}
RD×HG90	۲۰/۰۰^{k}	۱۰٤/۸۳^{hij}
CT×NWH	۳۸/۰۰^{d}	۲٥٦/٦۷^{c}
CT×HP30	۲۰/٥۰^{jk}	۱۱٤/۰۰$^{f-i}$
CT×HP60	۱٦/٦٦^{kl}	۹٦/۸۳ ^{hij}
CT×HP90	۱۱/۳۳^{mn}	۷۳/۰۰^{k}
CT×HG30	۱۷/۱٦^{kl}	۱۱۰/٥۰^{ghi}
CT×HG60	۱٤/۰۰^{lm}	۹۱/٥۰^{ijk}
CT×HG90	۹/۱٦^{n}	٦۹/٦۷^{k}

خاک‌ورزی مرسوم (CT)، خاک‌ورزی با چیزل (RC) و خاک‌ورزی با دیسک (RD)، کشت خالص آفتابگردان بدون وجین علف‌های‌هرز (NWH)، کشت مخلوط ۳۰، ٦۰ و ۹۰ درصد لوبیا با آفتابگردان (به‌ترتیب HP30، HP60 و HP90) و کشت مخلوط ۳۰، ٦۰ و ۹۰ درصد سویا با آفتابگردان (به‌ترتیب HG30، HG60 و HG90)

میانگین مربعات صفات سرعت رشد محصول (CGR) و سرعت جذب خالص (NAR) در کانوپی نشان

www.SID.ir

Archive of SID

داد که تنها اثر تیمار الگوی کاشت بر این ویژگی‌ها معنی‌دار بود (جدول ٤). اغلب الگوهای کشت مخلوط دارای سرعت رشد محصول کانوپی و سرعت جذب خالص کانوپی بیشتری نسبت به تک کشتی آفتابگردان بودند (جدول ٥). بیشترین سرعت رشد محصول کانوپی و سرعت جذب خالص کانوپی در تیمار کشت مخلوط ۹۰٪ سویا + آفتابگردان به‌دست آمد (جدول ٥). ضمن اینکه، کمترین سرعت رشد محصول کانوپی و سرعت جذب خالص کانوپی متعلق به تیمار کشت خالص آفتابگردان بدون کنترل علف‌هرز بود (به‌ترتیب ۱۷/٤۲ و ۷/۲٤ گرم بر متر مربع در روز). به نظر می‌رسد یکی از دلایل عمده افزایش این شاخص‌ها، افزایش شاخص سطح برگ کانوپی بوده که به نوبه خود با حفظ رطوبت خاک از طریق سایه‌اندازی و نیز دریافت نور بیشتر سبب افزایش روند ماده سازی در گونه‌های زراعی شده‌است. در تیمار کشت خالص آفتابگردان بدون کنترل علف‌هرز، شاخص‌های رشد در کانوپی کاهش معنی‌داری یافتند که علت این امر را باید در رقابت شدید علف‌های هرز با گیاه زراعی دانست. کنترل علف‌های‌هرز منجر به افزایش شاخص‌های رشد در تیمار تک کشتی آفتابگردان شد (جدول ٥). علاوه بر این نباید نقش سیستم کشت مخلوط را در کنترل علف‌های‌هرز و در نتیجه آن افزایش شاخص‌های رشد کانوپی نادیده گرفت (حمزه‌ئی و سیدی ۲۰۱٤ و استولز و نادئا ۲۰۱٤).

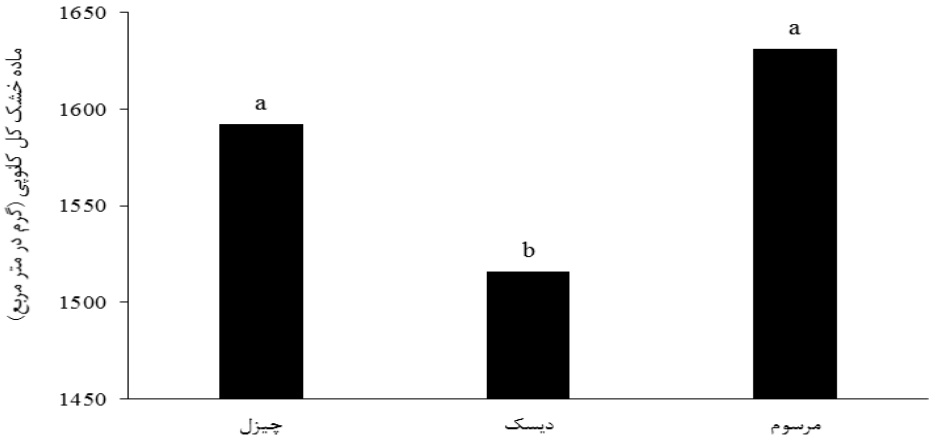
جدول ۴- میانگین مربعات اثر خاک‌ورزی و الگوهای مختلف کشت بر شاخص‌های رشد کانوپی (مجموع داده‌های گیاه اصلی و گیاه همراه)

منابع تغییر	درجه آزادی	شاخص سطح برگ	ماده خشک کل	سرعت رشد محصول	سرعت جذب خالص
سال (Y)	۱	۰/٤۳	۱۰۸٦۷٤/٥۱	۷٤/۸۲	۰/٥٦
تکرار × سال	٤	۰/۰٤	٥٤۷٤۳۷/٦۱	۲۰٦/٦۷	۸/۳۸
خاک‌ورزی (T)	۲	۰/٤۹	۱٦۲٦۷۲/۸۰**	۲۳/۰۳	۱/۹۲
T×Y	۲	۰/۰۰۳	۱۹/۱۷	۰/۰۲	۰/۰٦
خطای اصلی	۸	۰/۱۸	۲٥۸۹۳/٥۳	٥۲/۹۷	۱/۲۳
الگوی کاشت (P)	۷	۲۰/۷۷**	۲٥۱۱٥۳٦/۰۷**	۷۷۰/٥۸**	۹٥/٥۸**
T×P	۱٤	۰/۱۰	٤٤۳۳/۹۸	٤/۰٥	۰/٤۰
P×Y	۷	۰/۰۹	۱٦۸٥/۳٦	۰/۷٤	۰/۱٦
Y×T×P	۱٤	۰/۰٥	۱۱/۹۱	۰/۲۸	۰/۱٦
خطای فرعی	۸٤	۰/۱٦	۲٤۱۰۷/۲۱	۱٥/۷۹	۱/٥۱
ضریب تغییرات (٪)	--	۷/٤۰	۱۰/۸۲	۱۳/۷۸	۱۰/۹۸

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد میباشد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- مقایسه میانگین ماده خشک کل کانوپی (مجموع داده‌های گیاه اصلی و گیاه همراه) در اثر خاک‌ورزی

جدول ۵- مقایسه میانگین شاخص‌های رشد کانوپی (مجموع داده‌های گیاه اصلی و گیاه همراه) در زمان گلدهی در الگوهای کشت

الگوهای کشت	شاخص سطح برگ	ماده خشک کل ($g.m^{-2}$)	سرعت رشد محصول ($g.m^{-2}\ day^{-1}$)	سرعت جذب خالص ($g.m^{-2}\ day^{-1}$)
WH	٤/٥٢^{d}	١٣٠٣/٧٢^{f}	٢٥/٦٤^{c}	٨/٠٤^{e}
NWH	٣/٦٥^{e}	٩١٦/٢٢^{g}	١٧/٤٢^{d}	٧/٢٤^{e}
HP30	٥/٠٧^{c}	١٤٣١/٦١^{e}	٢٥/٣١^{c}	١١/٤٧^{d}
HP60	٥/٩٧^{b}	١٦٤٢/٥٠^{cd}	٣٣/١٦^{b}	١١/٩٠^{cd}
HP90	٦/٦٠^{a}	١٩٧٣/٦٧^{b}	٣٤/٩٢^{ab}	١٢/٠٧^{bcd}
HG30	٥/١٢^{c}	١٥٤٨/٢٢^{d}	٢٤/٧٠^{c}	١٢/٤٠^{bc}
HG60	٦/١٦^{b}	١٧٤٢/٧٢^{c}	٣٣/٥٠^{ab}	١٢/٧٩^{b}
HG90	٦/٧٢^{a}	٢٠٨١/٣٩^{a}	٣٦/٠٥^{a}	١٣/٦٩^{a}

کشت خالص آفتابگردان با و بدون وجین علف‌های‌هرز (به‌ترتیب WH و NWH)، کشت مخلوط ۳۰، ٦۰ و ۹۰ درصد لوبیا با آفتابگردان (به‌ترتیب HP30، HP60 و HP90) و کشت مخلوط ۳۰، ٦۰ و ۹۰ درصد سویا با آفتابگردان (به‌ترتیب HG30، HG60 و HG90)

عملکرد کل

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که عملکرد کل بیولوژیک و دانه در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر اثر خاک‌ورزی و الگوهای کاشت قرار گرفتند، ولی اثر متقابل خاک‌ورزی در الگوی کاشت بر این صفات معنی‌دار نشد (جدول ٦). بیشترین عملکرد کل بیولوژیک و دانه (به‌ترتیب ۱۲۱۵/۷۵ و ۳٦۷/۱۵ گرم در مترمربع) در بین روش‌های خاک‌ورزی به تیمار خاک‌ورزی مرسوم تعلق گرفت (شکل A ۲). کمترین عملکرد کل بیولوژیک و دانه (به‌ترتیب ۱۱۰۲/۷٤ و ۳۲۱/۳۸ گرم در مترمربع) که در تیمار خاک‌ورزی با دیسک مشاهده شد نسبت به خاک‌ورزی مرسوم به‌ترتیب کاهش ۱۰ و ۱۳ درصدی نشان دادند. با اینکه عملکرد کل بیولوژیک و دانه در تیمار خاک‌ورزی مرسوم به‌طور معنی‌داری بیش از تیمار خاک‌ورزی با دیسک بود ولی اختلاف آن با تیمار خاک‌ورزی با چیزل معنی‌دار نبود. سالم و همکاران (۲۰۱۵) نیز در تحقیق خود اظهار داشتند که عملکرد دانه ذرت در خاک‌ورزی مرسوم و حفاظتی معنی‌دار نبود. در این مطالعه با اینکه تا حدودی رقابت برون گونه‌ای نیز میان گیاهان زراعی مشاهده شد و تراکم بالای لگوم

www.SID.ir

Archive of SID

سبب کاهش عملکرد آفتابگردان شد ولی، اجرای کشت مخلوط آفتابگردان با تراکم‌های بیش از ۳۰٪ لوبیا و سویا اغلب سبب افزایش عملکرد بیولوژیک و دانه نسبت به کشت خالص آفتابگردان شد. به‌طوریکه، بیشترین عملکرد کل بیولوژیک در تیمارهای ۹۰٪ لوبیا و سویا + آفتابگردان به‌دست آمد (شکل ۲ B). همچنین، بیشترین عملکرد کل دانه در تیمارهای ٦۰٪ لوبیا و سویا + آفتابگردان مشاهده شد (شکل ۲ B). کمترین عملکرد کل بیولوژیک و دانه نیز متعلق به تیمار تک کشتی آفتابگردان بدون وجین علف‌هرز بود (به‌ترتیب ۷۵۷/۵٦ و ۲۰٤/۵۰ گرم بر متر مربع). تیمار کشت خالص آفتابگردان بدون وجین علف‌هرز در عملکردهای بیولوژیک و دانه نسبت به تیمارهای برتر (به‌ترتیب کشت مخلوط ۹۰٪ لوبیا + آفتابگردان و ٦۰٪ لوبیا + آفتابگردان) به‌ترتیب افت ۵۱ و ۵۳ درصدی نشان داد. از فواید کشت مخلوط افزایش تولید در واحد سطح نسبت به تک کشتی، به دلیل استفاده بهتر از عوامل محیطی مانند آب و مواد غذایی موجود درخاک است (رن و همکاران ۲۰۱٦). در کشت مخلوط گزارش‌های متعددی مبنی بر افزایش عملکرد در این نظام کشتی وجود دارد (نیک نیائی و همکاران ۲۰۱۹؛ فیونته و همکاران ۲۰۱٤؛ یان و همکاران ۲۰۱٤؛ اسلامی زاده و همکاران ۲۰۱۵).

جدول ۶- میانگین مربعات اثر خاک‌ورزی و الگوهای مختلف کشت بر عملکرد کل بیولوژیک و عملکرد کل دانه

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد کل بیولوژیک	عملکرد کل دانه
سال (Y)	۱	۵۳۳۷۳/٦۷	۸۸۰٤/٦۹
تکرار × سال	٤	۲٤۵۹۳٦/۳۵	۱۱٤۲۱٦/۲٦
خاک‌ورزی (T)	۲	۱۵۷۲۵۵/٦۹**	۲٦۷۲۹/٦۵**
T×Y	۲	۱۷۵/۱۳	٤٤٦/۹٦
خطای اصلی	۸	۹۹۷۲/۲۰	۲۸٤۵/٦۳
الگوی کاشت (P)	۷	۱۳۰٦۰٦۰/۹۲**	۱۲۰۳٤٤/۰۳**
T×P	۱٤	۷۳۰۱/۲۲	۱۹۸۵/۳٤
P×Y	۷	٦۲۲/٤٦	۱۲۲۳/۷۸
Y×T×P	۱٤	٦۰۰/۲۵	۸۷۷/۵۳
خطای فرعی	۸٤	۱۵۵۲۲/٦۷	۲٦٦۹/۳۲
ضریب تغییرات (٪)	--	۱۰/۷۵	۱٤/۸٦

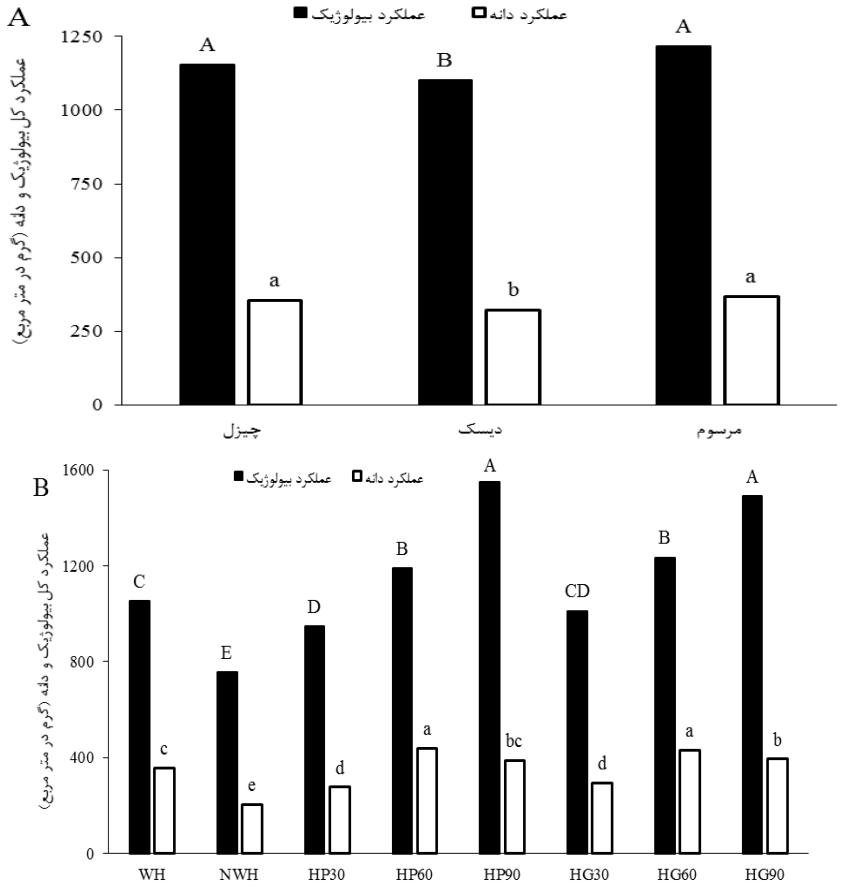
* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد میباشد.

کارایی مصرف نیتروژن و آب

کارایی مصرف نیتروژن و آب بر اساس عملکرد کل دانه تعیین شد و اثر خاک‌ورزی، الگوی کاشت و اثر متقابل خاک‌ورزی در الگوی کاشت بر این ویژگی‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۷). بیشترین و کمترین میزان کارایی مصرف نیتروژن (۱۸/۹٦ و ۷/۰۸) به‌ترتیب در تیمارهای کشت مخلوط ٦۰٪ لوبیا + آفتابگردان در خاک‌ورزی چیزل و کشت خالص آفتابگردان بدون وجین علف‌هرز در خاک‌ورزی دیسک مشاهده شد (جدول ۸). بیشترین و کمترین میزان کارایی مصرف آب (۰/۷٦ و ۰/۳۲ کیلوگرم بر متر مکعب) نیز در تیمارهای کشت مخلوط ٦۰٪ لوبیا + آفتابگردان در خاک-ورزی چیزل و کشت خالص آفتابگردان بدون وجین علف‌هرز در خاک‌ورزی دیسک به‌دست آمد (جدول ۸). اجرای کشت مخلوط و کمک این سیستم در کنترل مؤثر علف‌های‌هرز و همچنین افزایش عملکرد کل دانه تأثیر

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر خاک‌ورزی (A) و الگوهای کشت (B) بر عملکرد کل بیولوژیک و دانه

کشت خالص آفتابگردان با و بدون وجین علف‌های‌هرز (به‌ترتیب WH و NWH)، کشت مخلوط ۳۰، ۶۰ و ۹۰ درصد لوبیا با آفتابگردان (به‌ترتیب HP30، HP60 و HP90) و کشت مخلوط ۳۰، ۶۰ و ۹۰ درصد سویا با آفتابگردان (به‌ترتیب HG30، HG60 و HG90)

به‌سزایی در افزایش کارایی مصرف نیتروژن و آب در الگوهای کشت مخلوط با خاک‌ورزی‌های مختلف داشته است. شاید بتوان یکی دیگر از عوامل افزایش کارایی مصرف نیتروژن را تثبیت بیولوژیکی این عنصر توسط گیاهان لگوم دانست. از طرفی، رقابت علف‌های‌هرز در کشت خالص آفتابگردان بدون وجین علف‌هرز، باعث افت شدید عملکرد دانه شد که همین عامل کاهش کارایی مصرف نیتروژن و آب را در پی داشت، البته این کاهش عملکرد دانه در خاک‌ورزی با دیسک به‌سبب هجوم شدیدتر علف‌های‌هرز، بیشتر بود. از مهم‌ترین فواید کشت مخلوط افزایش تولید در واحد سطح نسبت به تک کشتی، به دلیل استفاده بهتر از عوامل محیطی مانند نور، آب و مواد غذایی موجود در خاک است. در واقع در کشت مخلوط، استفاده بهینه از منابع محیطی به اختلاف ارتفاع، نحوه قرار گرفتن اندام‌های هوایی و زیرزمینی و نیاز غذایی متفاوت گیاهان نسبت داده می‌شود (تانوار و همکاران ۲۰۱٤). استفاده بهینه از آب در سیستم کشت مخلوط گزارش شده است (رن و همکاران ۲۰۱٦).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- میانگین مربعات اثر خاک‌ورزی و الگوی کشت بر کارایی مصرف نیتروژن و آب

منابع تغییر	درجه آزادی	کارایی مصرف نیتروژن	کارایی مصرف آب
سال (Y)	۱	۰/۰۶	۰/۰۰۰۱
تکرار × سال	٤	۰/۲۰	۰/۰۰۰۲
خاک‌ورزی (T)	۲	٤۱/٤۷**	۰/۰۷**
T×Y	۲	۰/۱۲	۰/۰۰۰۲
خطای اصلی	۸	۰/۲٦	۰/۰۰۰٦
الگوی کاشت (P)	۷	۱۹۱/۳٥**	۰/۳۱**
T×P	۱٤	۳/٤٤**	۰/۰۰٥**
P×Y	۷	۰/۱۳	۰/۰۰۰٥
Y×T×P	۱٤	۰/۱۳	۰/۰۰۰۷
خطای فرعی	۸٤	۰/۲۲	۰/۰۰۰۳

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد میباشد.

جدول ۸- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری خاک‌ورزی در الگوی کشت برای کارایی مصرف نیتروژن و آب و مقادیر عددی شاخص‌های نسبت برابری زمین و نسبت معادل سطح زیر کشت و زمان

تیمار	کارایی مصرف نیتروژن	کارایی مصرف آب ($kg.m^{-3}$)	نسبت برابری زمین	نسبت معادل سطح زیر کشت و زمان
RC×WH	۱۳/۹۲^{i}	۰/٥٥^{h}	–	–
RC×NWH	۸/۱۲^{no}	۰/۳۳^{op}	–	–
RC×HP30	۱۱/۰۷^{l}	۰/٤٥^{lm}	۰/۸۱	۰/۷۷
RC×HP60	۱۸/۹٦^{a}	۰/۷٦^{a}	۱/٤۱	۱/۳٦
RC×HP90	۱٦/٤٤^{e}	۰/٦٦^{de}	۱/۲٦	۱/۱۸
RC×HG30	۱۱/٦٥^{k}	۰/٤٦^{kl}	۰/۸٥	۰/۸۱
RC×HG60	۱۷/۲٥^{cd}	۰/۷۰^{c}	۱/۲۸	۱/۲۲
RC×HG90	۱٥/۹٥^{ef}	۰/٦٤^{ef}	۱/۱۹	۱/۱۲
RD×WH	۱۳/۷۱^{i}	۰/٥٤^{hi}	–	–
RD×NWH	۷/۸۸^{o}	۰/۳۲^{p}	–	–
RD×HP30	۱۰/٤۳^{m}	۰/٤۲^{n}	۰/۷٦	۰/۷۳
RD×HP60	۱٥/٦٥^{fg}	۰/٦۳^{f}	۱/۱٦	۱/۱۱
RD×HP90	۱۳/۰٤^{j}	۰/٥۳^{ij}	۱/۰٦	۰/۹۲
RD×HG30	۱۰/۹۳^{lm}	۰/٤٤^{m}	۰/۸۲	۰/۷۹
RD×HG60	۱٦/۲٦^{e}	۰/٦٥^{de}	۱/۲۷	۱/۲۱
RD×HG90	۱٤/۹۷^{h}	۰/٦۰^{g}	۱/۲۱	۱/۱٥
CT×WH	۱٥/۱۲^{gh}	۰/٥۹^{g}	–	–
CT×NWH	۸/٥٤^{n}	۰/۳٤^{o}	–	–
CT×HP30	۱۱/٦۷^{k}	۰/٤۷^{k}	۰/۷۹	۰/۷٥
CT×HP60	۱۷/۸٦^{bc}	۰/۷۲^{bc}	۱/۲٥	۱/۱٦
CT×HP90	۱٦/۹۹^{d}	۰/٦۹^{c}	۱/۲۲	۱/۱۲
CT×HG30	۱۲/۹۰^{j}	۰/٥۲^{j}	۰/۸۷	۰/۸۲
CT×HG60	۱۸/۰۷^{b}	۰/۷۳^{b}	۱/۲٤	۱/۱٥
CT×HG90	۱٦/۳۳^{e}	۰/٦٦^{d}	۱/۱٥	۱/۰٦

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص‌های ارزیابی سودمندی کشت مخلوط

نسبت برابری زمین

نسبت برابری زمین جهت بیان این ادعا که کشت مخلوط عملکرد بیشتری از کشت خالص در واحد سطح تولید می‌کند مورد استفاده قرار می‌گیرد. بررسی شاخص نسبت برابری زمین در این مطالعه نشان داد که تیمارهای کشت مخلوط افزایشی که در آن‌ها تراکم لوبیا و سویا بیش از ۳۰ درصد بود، LER بیشتر از یک داشتند (جدول ۸) که نشان از برتری کشت مخلوط دو گونه نسبت به تک کشتی هر یک از دو گونه دارد. در میان الگوهای مختلف کشت، کمترین نسبت برابری زمین مربوط به تیمار کشت مخلوط افزایشی ۳۰٪ لوبیا و سویا + آفتابگردان بود که در هر سه حالت خاک-ورزی دارای LER کمتر از یک بودند (جدول ۸). به نظر می‌رسد عملکرد بسیار کم لوبیا و سویا و نیز رقابت شدید علف‌های‌هرز با گیاهان زراعی باعث کاهش نسبت برابری زمین در این تیمارها شده است. با افزایش تراکم لوبیا و سویا و در نتیجه با افزایش عملکرد آن‌ها در واحد سطح، نسبت برابری زمین نیز افزایش یافت، به-طوریکه در تمام الگوهای کشت مخلوط دارای ٦٠٪ و بیش از ٦٠٪ سویا و لوبیا نسبت برابری زمین بیشتر از یک بود. بیشترین میزان شاخص نسبت برابری زمین (۱/٤۱) درتیمار کشت مخلوط افزایشی ٦٠٪ لوبیا + آفتابگردان در خاک‌ورزی چیزل به‌دست آمد. کمترین میزان این شاخص (۰/۷٦) نیز از تیمار کشت مخلوط افزایشی ۳۰٪ لوبیا + آفتابگردان در خاک‌ورزی دیسک حاصل شد. بسیاری از پژوهشگران نیز در مطالعات خود به چنین نتایجی دست یافته اند (حمزه‌ئی و سیدی، ۱۳۹۱؛ موسی پور و همکاران ۱۳۹٤ و قلی نژاد و همکاران ۲۰۱۸). چاپاگین و رایزمن (۲۰۱٤)، فن و همکاران (۲۰۱٦)، رن و همکاران (۲۰۱٦)، چیمونیو و همکاران (۲۰۱٦) و لعل و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعات خود دریافتند که در سیستم‌های کشت مخلوط کارایی استفاده افزایش می‌یابد.

نسبت معادل سطح زیر کشت و زمان

با بررسی عامل زمان می‌توان تشخیص بهتری از سیستم و الگوی مورد کاشت به‌دست آورد. در این مطالعه، ارزیابی تیمارهای مختلف آزمایشی نشان داد که اغلب تیمارها دارای نسبت معادل سطح زیر کشت و زمان بالاتر از یک بودند که نشان دهنده سودمندی کشت مخلوط نسبت به کشت خالص گیاهان مورد کشت است. بیشترین میزان این شاخص (۱/۳٦) به تیمار ٦٠٪ لوبیا + آفتابگردان در خاک‌ورزی چیزل تعلق گرفت. کمترین مقدار نسبت معادل سطح زیر کشت و زمان (۰/۷۳) نیز در تیمار ۳۰٪ لوبیا + آفتابگردان در خاک-ورزی دیسک مشاهده شد که دلیل این کاهش را می-توان پایین بودن عملکرد لوبیا به سبب تراکم پایین آن و نیز هجوم علف‌های‌هرز دانست. بنیک و همکاران (۲۰۰٦) نیز با بررسی شاخص نسبت معادل سطح زیر کشت و زمان در کشت مخلوط گندم–نخود، کشت مخلوط را سودمندتر از کشت خالص گزارش کردند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمایش نشان داد که در بیشتر تیمارهای آزمایشی عملکرد کل کشت مخلوط آفتابگردان با لوبیا یا سویا بیش از کشت خالص این گونه‌ها بود. به-طوریکه، بیشترین عملکرد دانه کل از تیمار کشت مخلوط افزایشی ٦۰ درصد لوبیا + آفتابگردان حاصل شد. در حقیقت شاخص‌های نسبت برابری زمین و نسبت معادل سطح زیر کشت و زمان و شاخص رقابت برتری کشت مخلوط آفتابگردان + لوبیا/سویا را نسبت به کشت خالص تایید کردند، بنحویکه در الگوهای کشت مخلوط ٦۰ و ۹۰ درصد لوبیا/سویا + آفتابگردان، میزان شاخص نسبت معادل سطح زیر کشت و زمان بالاتر از یک بود که نشان دهنده برتری کشت مخلوط است. بیشترین مقدار شاخص نسبت برابری زمین از تیمار

www.SID.ir

Archive of SID

کشت مخلوط افزایشی ٦٠ درصد لوبیا + آفتابگردان در خاک‌ورزی چیزل به‌دست آمد. سیستم‌های کشت مخلوط توانستند کارایی مصرف آب و نیتروژن را در مقایسه با کشت خالص آفتابگردان بدون وجین افزایش دهند. به‌طور کلی، نتایج نشان داد که در شرایط مشابه، کاربرد ترکیبی خاک‌ورزی حفاظتی و کشت مخلوط در زراعت آفتابگردان می‌تواند مدیریت علف‌های‌هرز را بهبود بخشیده و عملکرد اقتصادی و کارایی استفاده از زمین را در مقایسه با تک کشتی آفتابگردان در خاک-ورزی مرسوم افزایش دهد. با توجه به یافته‌های این مطالعه تیمار ٦٠٪ لوبیا + آفتابگردان سودمندی بیشتری نسبت به سایر الگوهای کشت داشت.

منابع مورد استفاده

Abbasdokht H, Noorolahi M and Amerian MR, 2013. Investigation of integrated velvetleaf (*Abutilon theophrasti* L.) and redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) control methods under different tillage condition on weed control and soybean (*Glycine max* L.) yield. Journal of Weed Research, 5(2): 167-182. (In Persian).

Akbarloo H, Dehrooieh AR and Arshi Y, 2013. Sunflower cropping. Ministry of Education, Pp: 153. (In Persian).

Amossé C, Jeuffroy MH, Celette F and David C, 2013. Relay-intercropped forage legumes help to control weeds in organic grain production. European Journal of Agronomy, 49: 158–167.

Asadi Saryazdi A, Veisi H, Mirzai Talarposhti R, Liaghati H and khoshbakht K, 2017. A performance assessment of the agroecosystem of forage maize under different tillage methods and crop residue management. Journal of Agroecology, 7(1): 1-16. (In Persian).

Baldé AB, Scopel E, Affholder F, Corbeels M, Da Silva FAM, Xavier JHV and Wery J, 2011. Agronomic performance of no-tillage relay intercropping with maize under smallholder conditions in Central Brazil. Field Crops Research, 124: 240–251.

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

Castellini M and Ventrella D, 2012. Impact of conventional and minimum tillage on soil hydraulic conductivity in typical cropping system in Southern Italy. Soil Tillage Research, 124: 47–56.

Chapagain T and Riseman A, 2014. Barley–pea intercropping: Effects on land productivity, carbon and nitrogen transformations. Field Crops Research, 166: 18–25.

Eslamizadeh A, Kashani A, Siyadat SA, Modhej A and Lak S, 2015. Study of soybean forage at different planting dates intercropped with corn. WALIA Journal, 31 (S4): 108-112.

Fan Z, An T, Wu K, Zhou F, Zi S, Yang Y, Xue G and Wu B, 2016. Effects of intercropping of maize and potato on sloping land on thewater balance and surface runoff. Agriculture Water Management, 166: 9–16.

Fuente EB, Suárez SA, Lenardis AE and Poggio SL, 2014. Intercropping sunflower and soybean in intensive farming systems: Evaluating yield advantage and effect on weed and insect assemblages. NJAS - Wageningen Journal Life Science, 70-71: 47-52.

Gholi Nejad A, Yadavi A, Movahhedi Dehnavi M and Farajee H, 2018. The effect of additive intercropping on yield and yield components of sweet corn (*Zea mays* L.var. Saccharata) and mungbean (*Vigna radiata* L.) and weed biomass. Journal of Agroecology, 10(1): 120-134. (In Persian).

Giacomini SJ, Machet JM, Boizard H and Recous S, 2010. Dynamics and recovery of fertilizer 15 N in soil and winter wheat crop under minimum versus conventional tillage. Soil Tillage Research, 108: 51–58.

www.SID.ir

Archive of SID

Hamzei J and Seyedi SM, 2012. Determination of the best intercropping combination of wheat and rapeseed based on agronomic indices, total yield and land use equivalent ratio. Crop Production and Processing, 2 (5), 109-119. (In Persian).

Hamzei J and Seyedi SM, 2014a. Soil physicochemical characteristics and land use efficiency in cereal-legume intercropping systems. Water and Soil, 24 (4): 261-271. (In Persian).

Hamzei J and Seyedi SM, 2014b. Study of canopy growth indices in mono and intercropping of chickpea and barley under weed competition. Agriculture Science and Sustainable Production, Special Issue, 75-90(In Persian).

Hozayn M, Zeidan MS, Abd El-Lateef EM and Abd El-Salam MS, 2007. Performance of Some Mungbean (*Vigna radiate* L. Wilczek) Genotypes under Late Sowing Condition in Egypt. Research Journal Agriculture and Biotechnology Science, 3: 972-978.

Imaz MJ, Virto I, Bescansa P, Enrique A, Fernandez-Ugalde O and Karlen DL, 2010. Soil quality indicator response to tillage and residue management on semi-arid Mediterranean cropland. Soil Tillage Research, 107: 17–25.

Kaur N, Bhullara MS and Gill G, 2016. Weed management in sugarcane-canola intercropping systems innorthern India". Field Crop Research, 188: 1–9.

Lal B, Rana KS, Rana DS, Shivay YS, Sharma DK, Meena BP, Gautam P, 2019. Biomass, yield, quality and moisture use of Brassica carinata as influenced by intercropping with chickpea under semiarid tropics. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 18(1): 61-71.

Majnoun Hosseini N, 2008. Agronomy and production of legume. Jahad Daneshgahi Press. Tehran, Iran. Pp: 284. (In Persian).

Mao L, Zhang L, Zhang S, Evers JB, van der Werf W, Wang J, Sun H, Su Z and Spiertz H, 2015. Resourse use efficiency, ecological intensification and sustainability of intercropping systems. Journal Integrated Agriculture, 14(8): 1542–1550.

Mazaheri D, 2008. Intercropping. (2nd Ed.). Tehran, Iran. Pp: 262. (In Persian).

Midega CAO, Salifu D, Bruce TJ, Pittchar J, Pickett JA and Khan ZR, 2014. Cumulative effects and economic benefits of intercropping maize with food legumes on Striga hermonthica infestation. Field Crops Research, 155: 144–152.

Mishra JS and Singh VP, 2012. Tillage and weed control effects on productivity of a dry seeded rice-wheat system on a Vertisol in Central India. Soil Tillage Research. 123: 11–20.

Mosapour H, Ghanbari A, Sirousmehr AR and Asgharipour MR, 2015). Effect of sowing time on seed yield, advantage and competitive indices in ajwain and isabgol intercropping. Iranian Journal of Crop Sciences, 17(2): 139-152. (In Persian).

Nikniaei AB, Akbari GA, Chaeichi MR, Rahimian Mashhadi, H, Afzalzadeh A and Ghorbani Javid M, 2017. The effect of additive intercropping of maize and sorghum with legumes on yield, forage quality and weed dry weight. Journal of Agroecology, 7(1): 17-32. (In Persian).

Nyawade SO, Karanja NN, Gachene CKK, Gitari HI, Schulte-Geldermann E and Parker ML, 2019. Short-term dynamics of soil organic matter fractions and microbial activity in smallholder potato-legume intercropping systems. Applied Soil Ecology, In press, corrected proof, Available online 2 May 2019.

Oelbermann M, Regehr A and Echarte L, 2015. Changes in soil characteristics after six seasons of cereal–legume intercropping in the Southern Pampa. Geoderma Regional, 4: 100–107.

Parsa M and Bagheri A, 2013. Pulses. Publications by Ferdowsi University of Mashhad, Iran. Pp: 528. (In Persian).

Ren Y, Liuc J, Wangd Z and Zhanga S, 2016. Planting density and sowing proportions of maize–soybean intercropsaffected competitive interactions and water-use efficiencies on the Loess Plateau, China. European Journal Agronomy, 72: 70–79.

www.SID.ir

Archive of SID

Salem HM, Valero C, Muñoz MÁ, Rodríguez M and Silva LL, 2015. Short-term effects of four tillage practices on soil physical properties, soil water potential, and maize yield. Geoderma, 237: 60–70.

Scalise A, Tortorella D, Pristeri A, Petrovicova B, Gelsomino A, Lindstrom K and Monti M, 2015. Legume-barley intercropping stimulates soil N supply and crop yield in the succeeding durum wheat in a rotation under rainfed conditions. Soil Biology & Biochemistry, 89: 150-161.

Stoltz E and Nadeau E, 2014. Effects of intercropping on yield, weed incidence, forage quality and soil residual N in organically grown forage maize and faba bean. Field Crops Research, 169: 21–29.

Tanwar SPS, Rao SS, Regar PL, Datt S, Kumar P, Jodha BS, Santra P, Kumar R and Ramb R. 2014. Improving water and land use efficiency of fallow-wheat system in shallow Lithic Calciorthid soils of arid region: Introduction of bed planting and rainy season sorghum–legume intercropping. Soil Tillage Research, 138: 44–55.

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

Valizadegan A, 2015. Study of Yield Quality and Quantiting in Pot Marigold (*Calendula officinalis* L.) and Chickpea (*Cicer arietinum* L.) and Species Diversity and Relative Abundance of Insects in Row and Strip Intercropping. Agriculture Sience and Sustainable Production, 25 (3): 15-30. (In Persian).

Weisany W, Zehtab-Salmasia S, Raeia Y, Sohrabib Y and Ghassemi-Golezani K, 2016. Can arbuscular mycorrhizal fungi improve competitive ability ofdill + common bean intercrops against weeds? European Journal of Agronomy, 75: 60–71.

Yan S, Du X, Wu F, Li L, Li C and Meng Z, 2014. Proteomics insights into the basis of interspecific facilitation for maize (*Zea mays*) in faba bean (*Vicia faba*)/ maize intercropping. Journal Proteomics, 109: 111-124.

www.SID.ir