نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد چهاردهم، شماره ۱(۵۳)، بهار ۱۳۹۹، صفحه ۱۱۸-۱۰۱

مقاله پژوهشی DOI:10.30495/jcep.2020.671643

ارزیابی میزان افزایش عملکرد سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* L.) در کشت مخلوط با لگوم‌های علوفه‌ای و کنترل علف‌هرز

سعید واعظی‌راد[1*]، سیدعلیرضا ولدآبادی[1]، مجید پوریوسف[2]، سعید سیف‌زاده[1]و حمیدرضا ذاکرین[1]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۹/۲۹ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۸/۳/۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۳/۱۹

چکیده

این آزمایش به‌منظور ارزیابی کشت افزایشی سورگوم با لگوم‌های علوفه‌ای بر عملکرد علوفه و کنترل علف‌هرز به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان انجام شد. نسبت‌های مختلف کشت مخلوط سورگوم با لگوم‌های علوفه‌ای در ۹ سطح شامل کشت خالص گیاهان سورگوم، خلر و ماشک، کشت مخلوط افزایشی سورگوم با نسبت‌های ۳۳٪، ۶۶٪ و ۱۰۰٪ تراکم مطلوب ماشک و خلر و مدیریت مختلف علف‌های هرز شامل کنترل کامل، یک‌بار وجین و عدم کنترل علف‌های هرز مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد بیشترین و کمترین عملکرد علوفه تر و خشک سورگوم به‌ترتیب در تیمار کشت مخلوط سورگوم با ۳۳ درصد ماشک گل‌خوشه‌ای و ۱۰۰ درصد خلر به‌دست آمدند. بیشترین شاخص محتوای کلروفیل و سطح برگ سورگوم در تیمار کشت خالص سورگوم و در شرایط کنترل کامل علف‌هرز مشاهده شد. بلندترین ارتفاع ساقه سورگوم و گیاه پوششی از تیمار کشت سورگوم با ۱۰۰٪ خلر و در شرایط عدم کنترل علف‌هرز حاصل شد. از طرف دیگر در تیمار کشت خالص ماشک و خلر در شرایط کنترل کامل علف‌های هرز، گیاهان پوششی دارای بالاترین زیست‌توده بودند. یافته‌های این آزمایش نشان داد که بیشترین تراکم و زیست‌توده علف‌های هرز در شرایط کشت خالص ماشک و عدم وجین علف‌های‌هرز حاصل شد. به‌عنوان یک نتیجه کلی، اینکه با انتخاب مناسب نسبت‌های کشت مخلوط و لگوم‌های علوفه‌ای می‌توان علاوه بر بهبود عملکرد کمّی علوفه سورگوم، علف‌های هرز سورگوم را نیز تا حدود زیادی کنترل و مدیریت نمود.

واژگان کلیدی: سورگوم، شاخص سطح برگ، علف¬هرز، کشت دوگانه، کشت مخلوط.

۱- دانشکده کشاورزی، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران.

۲- دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

(نگارنده‌ی مسئول) saeidvaezi@yahoo.com

مقدمه

با توجه به روند رو به رشد جمعیت و محدودیت اراضی قابل کشت در جهان و نیز کشور ایران، افزایش تولید، نیاز به صرف هزینه‌های زیاد در واحد سطح می‌باشد. علاوه بر این، کاربرد بی‌رویه نهاده‌های شیمیایی نظیر کودها، علف‌کش‌ها و آفت‌کش‌ها تخریب منابع آب و خاک را به همراه دارد (Poggio, 2005). از این رو پژوهشگران سعی دارند تا با طراحی و اجرای سیستم‌های کشت برخوردار از پایداری و عملکرد بالا، امنیت غذایی را تأمین نمایند. نکته حایز اهمیت در نظام کشاورزی پایدار، افزایش تولید محصولات کشاورزی در زمان و مکان می‌باشد تا بتوان از عوامل محیطی حداکثر بهره را برد (Thorsted *et al.*, 2006). یکی از روش‌های ایجاد پایداری و حفظ سلامت تولید در بوم‌نظام‌های کشاورزی استفاده از روش‌های کشت مخلوط است. کشت مخلوط به عنوان یکی از شیوه‌های زراعی هم راستا با اهداف اکولوژیک (Raei *et al.*, 2011)، افزایش کارآیی مصرف منابع و پایداری عملکرد را به همراه دارد. این شیوه یکی از نظام‌های کشاورزی پایدار است که در بیشتر کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه اجرا می‌شود (Darbaghshahi *et al.*, 2012). از این رو در بسیاری از پژوهش‌ها از آن با عنوان کاربرد عملی قوانین پایه اکولوژی مانند تنوع و رقابت یاد می‌شود (Lithourgidis *et al.*, 2011). کشت مخلوط به‌دلیل فراهم نمودن شرایط، به‌منظور استفاده کارآمدتر از منابع و کاهش تداخل علف‌های هرز، حشرات و آفات، اغلب بازده بیشتری نسبت به تک کشتی اجزای خود دارد (Echarte *et al.*, 2011). مونتی و همکاران (Monti *et al.*, 2016) کشت مخلوط را یک روش اقتصادی جهت تولید بالاتر با سطوح نهاده‌های خارجی کمتر می‌داند. ابراهیم و همکاران (Ibrahim *et al.*, 2014) نتیجه گرفتند در کشت مخلوط ذرت با لگوم‌های سازگار، عملکرد ماده خشک افزایش پیدا می‌کند. سورگوم از گیاهان اصلی چهار کربنه بوده و دارای پتانسیل رشدی زیاد و از تولید بالایی برخوردار می‌باشد (Dhima *et al.*, 2006). با توجه به اندازه کوچک بذر سورگوم، گیاهچه‌های بذری آن نسبتاً ضعیف هستند و توانایی رقابت با علف‌های هرز را ندارند (Uchino *et al.*, 2009). مدیریت علف‌های هرز یکی از اساسی‌ترین عملیات در زراعت سورگوم محسوب می‌شود. بدون کنترل علف‌های هرز، بسته به توانایی رقابتی علف‌هرز و گیاه زراعی، تراکم آنها و مدت زمان رقابت، تلفات عملکرد از ۱۰ تا ۱۰۰ درصد متغیر خواهد بود (Hamzei *et al.*, 2016). یکی از روش‌های مناسب کنترل علف‌های هرز استفاده از گیاهان پوششی بین ردیف‌های گیاهان زراعی می‌باشد (Uchino *et al.*, 2012).

گیاهان پوششی با اشغال سریع فضای باز بین ردیف‌های گیاه اصلی، از جوانه‌زنی بذور علفهای هرز ممانعت به‌عمل آورده و رشد و توسعه گیاهچه‌های علف‌های هرز را کاهش می‌دهند (Hollander *et al.*, 2007). از طرفی دیگر، گیاهان پوششی از طریق ایجاد رقابت برای نور، رطوبت و مواد غذایی و تولید ترکیبات آللوپاتیک نیز موجب کاهش رشد علف‌های هرز می‌شوند (Uchino *et al.*, 2009). در این میان استفاده از لگوم‌ها به‌عنوان گیاه پوششی می‌تواند علاوه بر موارد ذکر شده وضعیت تغذیه‌ای خاک را نیز از طریق افزودن نیتروژن آلی بهبود بخشد (Abdin *et al.*, 2000). یوچینو و همکاران (Uchino *et al.*, 2009) در بررسی امکان کنترل علف‌های هرز

ذرت توسط گیاهان پوششی اظهار داشتند که با افزایش سطح پوشش خاک توسط گیاهان پوششی از میزان ماده خشک علف‌های هرز کاسته شده و کاشت گیاهان پوششی ۲۱ روز پس از گیاهان اصلی، باعث افزایش ۶۸ درصدی عملکرد ذرت می‌گردد. کشت مخلوط افزایشی سورگوم و خلر علوفه بیشتری را در مقایسه با کشت خالص هر یک از دو گیاه اعم از با وجین علف‌هرز و یا بدون وجین علف¬هرز تولید نمود. در این میان بالاترین تولید علوفه کل به کشت مخلوط سورگوم با ۴۰ درصد خلر اختصاص داشت (Dashtaki and Chaichi, 2012). در این آزمایش، کشت مخلوط سورگوم با گیاهان لگوم (خلر و ماشک) برای بررسی برتری‌های کشت مخلوط افزایشی بر برخی صفات کمّی و فیزیولوژیک و تأثیر آن روی کنترل علف‌های هرز مورد توجه قرار گرفت تا بتوان بهترین کشت مخلوط افزایشی را با توجه به شرایط اقلیمی و الگوی کشت منطقه به‌صورت کاربردی توصیه کرد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در طی سال زراعی ۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه زنجان با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه ۱۵ دقیقه شمالی و در طول ۴۷ درجه و ۵۲ دقیقه شرقی و با متوسط بارندگی منطقه ۳۷۹ میلیمتر در ارتفاع ۱۶۶۴ متری از سطح دریا اجرا گردید. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار به اجرا درآمد. در این آزمایش، نسبت‌های مختلف کشت مخلوط سورگوم با لگوم‌های علوفه‌ای در ۹ سطح شامل کشت خالص گیاهان سورگوم، خلر (*Sativus lathyrus* L.) و ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia vilosa* L.)، کشت مخلوط افزایشی سورگوم با نسبت‌های ۳۳٪، ۶۶٪ و ۱۰۰٪ تراکم مطلوب ماشک و خلر تحت مدیریت علف‌های هرز شامل کنترل کامل علف‌های هرز در طول فصل، یکبار وجین علف‌های هرز و عدم کنترل علف‌های هرز در طول فصل مورد بررسی قرار گرفتند. عملیات آماده‌سازی زمین برای کشت دوم شامل شخم و دیسک بعد از برداشت محصول اول انجام گرفت. مصرف هر یک از کودهای اوره، فسفاته و پتاسه به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بود که یک سوم کود اوره قبل از کاشت و بقیه به صورت کود سرک مصرف شد و کودهای پتاسیم و فسفر به‌طور کامل قبل از کاشت مصرف شدند. کاشت بذرها به روش دستی انجام شد. قبل از کاشت و به‌منظور پیشگیری از بیماری‌های قارچی، بذرها با قارچ‌کش ویتاواکس به میزان ۱ در هزار ضدعفونی شدند. تراکم کشت سورگوم علوفه‌ای رقم اسپیدفید برای تمامی تیمارها یکسان و به میزان ۲۵ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. کشت خللر و ماشک گل‌خوشه‌ای به‌صورت نواری در کنار سورگوم و در قالب کشت مخلوط افزایشی به ترتیب با تراکم ۱۰۰ و ۲۵۰ بوته در متر مربع انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل ۵ ردیف کشت به طول ۹ متر بود. فاصله بین کرت‌ها و بلوک‌های آزمایشی به ترتیب ۵۰ و ۱۵۰ سانتی‌متر بود. اندازه‌گیری عملکرد علوفه تر و خشک گیاهان پوششی و علف‌های هرز (در مرحله گلدهی گیاهان پوششی و مرحله شیری دانه سورگوم) و سورگوم (در مرحله شیری دانه) در هر تیمار از مساحت ۲ متر مربع از ردیف های میانی کرت‌ها انجام گرفت. همچنین در مرحله دوم اندازه‌گیری از هر واحد آزمایش تعداد ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و صفات شاخص سطح برگ، ارتفاع ساقه و شاخص سبزینگی برگ‌های سورگوم تعیین گردید. میزان سبزینگی برگ‌ها (شاخص

محتوای کلروفیل) به‌صورت غیرتخریبی و با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر (CCM200-OPTI SCIENCE.UK) از جوان‌ترین برگ بالغ شاخه اصلی اندازه‌گیری شد. برای تعیین تراکم علف‌های هرز در مرحله شیری سورگوم، کوآدراتی به ابعاد (۱ × ۱ مترمربع) به‌طور تصادفی در کرت‌ها قرار داده شد و بعد از شمارش و تعیین تراکم علف‌های هرز، هر کدام از آنها در پاکت‌های جداگانه قرار داده شده و به مدت ۴۸ ساعت در آون ۷۵ درجه سلسیوس خشک و سپس توزین گردیدند.

محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

علوفه تر و خشک سورگوم: نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثرات ساده کشت مخلوط و کنترل علف‌های هرز در سطح احتمال ۱٪ برای صفات علوفه تر و خشک سورگوم معنی‌دار بود (جدول ۱). بر اساس مقایسه میانگین‌ها بیشترین وزن تر و خشک سورگوم به‌ترتیب در تیمارهای کشت خالص سورگوم و کشت سورگوم با ۳۳٪ ماشک و کمترین میزان علوفه تر و خشک در تیمار کشت سورگوم با ۱۰۰٪ خلر به‌دست آمد (شکل ۱). هر چند در شرایط کشت ۱۰۰٪ خلر، عملکرد سورگوم به‌دلیل اصل رقابتی پایین‌تر از کشت خالص آن بود، ولی با این حال عملکرد کل علوفه این تیمار (سورگوم + خلر) بیشتر بود که با توجه به بالا بودن کیفیت خلر به‌عنوان یک لگوم، کیفیت کل علوفه نسبت به کیفیت تک کشتی سورگوم می‌تواند بهتر باشد. مدیریت علف‌های هرز بیشترین برتری را در شرایط کنترل کامل علف‌های هرز نشان داد (شکل ۲). تداخل علف‌های هرز از طریق کاهش سطح برگ باعث کاهش بیوماس تولیدی سورگوم می‌شود. کاهش سطح برگ سورگوم در اثر تداخل علف‌های هرز می‌تواند باعث شود که میزان مواد فتوسنتزی تولیدی کاهش پیدا کند و نمود این کاهش را می‌توان در کاهش وزن خشک برگ و ساقه سورگوم مشاهده کرد. گریچار (Grichar, 2006) نیز کاهش عملکرد سورگوم را در شرایط کنترل ناکافی علف‌های هرز گزارش کردند. یوچینو و همکاران (Uchino *et al.*, 2012) با کاشت گیاهان پوششی ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia villosa* Roth) و چاودار (*Secale cereal*) در بین ردیف‌های ذرت، سویا و سیب زمینی عنوان داشتند که گیاه ماشک به‌دلیل رشد سریع و تولید شاخه‌های فرعی فراوان دارای توان رقابتی بالاتری نسبت به چاودار در جهت کنترل علف‌های هرز بود. حضور تراکم بالای خلر در کشت مخلوط با سورگوم (سورگوم + ۱۰۰٪ خلر) از طریق ایجاد رقابت با علف‌های هرز تا حد زیادی از رشد علف‌های هرز جلوگیری نموده و در نهایت سبب کنترل علف‌های هرز در تیمار عدم کنترل کامل گردید. یکی از دلایل برتری عملکرد کشت مخلوط سورگوم با ۳۳ درصد ماشک گل خوشه‌ای و خلر می‌تواند ناشی از آن باشد که در زراعت مخلوط، گیاهان مخلوط شونده قادر هستند از منابع محیطی بهتر و بیشتر استفاده نموده و رقابت کمتری در جذب آب، مواد غذایی و نور با یکدیگر داشته باشند (Gomez and Gurevitch, 2005). قابلیت رقابت هر گیاه در کشت مخلوط ثابت نیست. بلکه تابعی از تغییرات تراکم می‌باشد (Mazaheri *et al.*, 1998). بنابراین، با انتخاب مناسب لگوم‌های علوفه‌ای در سیستم کشت بین ردیف و افزایش تنوع می‌توان سهم علف‌های هرز را در جذب منابع و رقابت کاهش داد. دشتکی و چایی‌چی (Dashtaki and Chaichi, 2012)

گزارش کردند کشت مخلوط افزایشی سورگوم و خلر علوفه بیشتری را در مقایسه با کشت خالص هر یک از دو گیاه اعم از با وجین علف‌هرز و یا بدون وجین علف‌هرز تولید نمود. در این میان بالاترین تولید علوفه کل به کشت مخلوط سورگوم با ۴۰ درصد خلر اختصاص داشت. همچنین، الدسانوا و ادیگون (Aladesanwa and Adigun, 2008) گزارش کردند مالچ زنده به‌دلیل رقابت کمتر نسبت به علف‌هرز با گیاه زراعی و همچنین اثر کنترلی مالچ زنده بر روی علف‌های هرز، موجب افزایش عملکرد گیاه زراعی می‌شود.

شاخص کلروفیل برگ سورگوم: نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل کشت مخلوط و کنترل علف‌های هرز روی شاخص کلروفیل برگ معنی‌دار بود (جدول ۱). بر اساس مقایسه میانگین اثر متقابل کشت مخلوط و کنترل علف‌های هرز بیشترین میانگین کلروفیل در تیمار کشت خالص سورگوم در شرایط کنترل کامل علف‌هرز و کمترین آن در تیمار کاشت سورگوم با ۱۰۰ و ۶۶٪ خلر و عدم کنترل علف‌هرز به‌دست آمد (جدول ۳). به‌عبارتی در کشت مخلوط به‌دلیل افزایش رقابت بین گیاهان (سورگوم، گیاهان پوششی و علف‌هرز) برای جذب تشعشع و نیز جذب نیتروژن و مواد غذایی و آب از خاک، شاخص محتوای کلروفیل برگ نسبت به کشت خالص سورگوم کاهش نشان داد. هر چند لین و همکاران (Lin *et al.*, 2007) گزارش نمودند که در کشت‌های مخلوط در برگیرنده لگوم و غلات، به‌دلیل تثبیت نیتروژن توسط لگوم و افزایش کلروفیل برگ، کارآیی مصرف نور افزایش می‌یابد. که این امر بیانگر تاثیر منفی حضور علف‌های هرز در کشت مخلوط بر محتوای کلروفیل برگ در مطالعه حاضر می‌باشد.

ارتفاع ساقه سورگوم و گیاه پوششی: اثرات متقابل کشت مخلوط و کنترل علف‌های هرز روی ارتفاع ساقه سورگوم در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). همچنین، اثرات ساده کشت مخلوط و مدیریت علف‌های هرز بر ارتفاع گیاهان پوششی معنی‌دار بود (جدول ۲). بر اساس مقایسه میانگین اثر متقابل کشت مخلوط و کنترل علف‌های بیشترین ارتفاع ساقه سورگوم در تیمار کشت سورگوم با ۱۰۰٪ خلر و در شرایط عدم کنترل علف‌هرز کمترین میانگین این صفت نیز در شرایط کشت خالص سورگوم با کنترل کامل علف‌هرز به‌دست آمد (جدول ۳). در شرایط کشت مخلوط به‌دلیل رقابت شدید بین گونه‌ای برای دریافت نور، افزایش در ارتفاع گیاه اتفاق خواهد افتاد. از طرف دیگر خلر گیاهی با قابلیت تثبیت نیتروژن زیاد و همچنین کنترل بهتر علف‌های هرز است (Khorramdel *et al.*, 2013). بنابراین، به نظر می‌رسد که این امر نیز شرایط را برای رشد سورگوم بهبود بخشیده که در نهایت سبب افزایش ارتفاع بوته سورگوم شده است. رمرودی و همکاران (Ramrodi *et al.*, 2010) نیز گزارش کردند که ارتفاع بوته سورگوم در تیمار کشت خالص نسبت به تیمارهای ماشک و خلر کمتر بود.

بیشترین ارتفاع گیاه پوششی در تیمار کشت سورگوم با ۱۰۰٪ خلر به‌دست آمد. هر چند اختلاف معنی‌داری با تیمارهای کشت سورگوم با ۶۶ و ۳۳٪ خلر نداشت. کمترین میانگین ارتفاع نیز در تیمار کشت خالص ماشک به‌دست آمد (شکل ۳). بر اساس یافته‌ها یک‌بار وجین علف‌هرز سبب افزایش ارتفاع گیاه پوششی نسبت به بقیه تیمارها گردید (شکل ۴). برخی محققان معتقدند که رقابت علف‌های هرز با گیاه زراعی در مراحل اولیه رشد و یا رقابت ضعیف آنها می‌تواند موجب

افزایش ارتفاع گیاه زراعی شود (Zand *et al.*, 2010). در شرایط سایه با کاهش نسبت نور قرمز به قرمز دور (R/FR) و کاهش میزان تشعشعات فعال فتوسنتزی (PAR) افزایش ارتفاع گیاهان قابل انتظار است (Yang *et al.*, 2014).

شاخص سطح برگ سورگوم

اثر متقابل کشت مخلوط و کنترل علف‌های هرز روی شاخص سطح برگ سورگوم در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). همچنین، مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که بیشترین شاخص سطح برگ در تیمار کشت خالص سورگوم و کنترل کامل علف‌هرز به‌دست آمد. در کشت خالص گیاهان به‌دلیل عدم رقابت و شرایط مطلوب برای رشد، گیاه شاخص سطح برگ را با بالا رفتن میزان تشعشع افزایش می‌دهد (جدول ۳). شیوارائوم و شیواشانکار (Shivaraum and Shivashankar, 1994) در پژوهش خود روی کشت مخلوط آفتابگردان و سویا گزارش کردند هر دو گیاه در کشت خالص، سطح برگ بیشتری نسبت به کشت مخلوط دارا بودند. آنها عنوان کردند هر چه تراکم در کشت مخلوط افزایش یافت از میزان شاخص سطح برگ کاسته شد. تولنار و اگولار (Tollenaar and Aguilar, 1992) نشان دادند که تداخل علف‌های هرز بر تجمع ماده خشک، شاخص سطح برگ و شدت جریان فوتون‌های فتوسنتزی (PPFD) دریافتی توسط کانوپی ذرت تاثیر می‌گذارند. کاهش شاخص سطح برگ ذرت بر اثر رقابت با سوروف، حدود ۲ تا ۲۱ درصد گزارش شده است.

زیست‌توده گیاه پوششی: اثر متقابل کشت مخلوط و کنترل علف‌هرز روی زیست‌توده گیاه پوششی معنی‌دار بود (جدول ۲). بر اساس مقایسه میانگین‌ها اثر متقابل کشت مخلوط و کنترل علف‌هرز بیشترین عملکرد زیست‌توده گیاه پوششی در تیمار کشت خالص ماشک و خلر در شرایط کنترل کامل علف‌هرز و کمترین میانگین نیز در تیمار کشت سورگوم با ۳۳٪ ماشک با عدم کنترل علف‌هرز به‌دست آمد (جدول ۳). مونتی و همکاران (Monti *et al.*, 2016) بیان کردند عملکرد گیاهان لگوم در کشت مخلوط با گراس‌های C_4 به دلیل رقابت برای نور (Yang *et al.*, 2014) کاهش معنی‌داری پیدا می‌کند. کوردالی و همکاران (Kurdali *et al.*, 1996) تولید ماده خشک کمتر توسط ماشک علوفه‌ای در مخلوط جو و ماشک علوفه‌ای را به سایه‌اندازی جو نسبت دادند. کاهش عملکرد علوفه لگوم‌ها به کاهش معنی‌دار زیست‌توده ساقه، برگ، غلاف و عملکرد دانه آنها در کشت مخلوط نسبت داده می‌شود.

زیست‌توده علف‌های هرز اثرات متقابل کشت مخلوط و مدیریت علف‌های هرز روی صفت زیست‌توده علف‌هرز در هر دو مرحله اندازه‌گیری (در مرحله گلدهی گیاهان پوششی و مرحله شیری دانه سورگوم) در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین زیست‌توده علف‌هرز در هر دو مرحله اندازه‌گیری در تیمار کشت خالص ماشک و در شرایط عدم کنترل علف‌هرز به‌دست آمد، در صورتی‌که کمترین زیست‌توده علف‌هرز در مرحله اول اندازه‌گیری (مرحله گلدهی گیاهان پوششی) در تیمار کشت سورگوم با ۱۰۰٪ خلر و در شرایط یک‌بار کنترل علف‌هرز و در مرحله دوم اندازه‌گیری (مرحله شیری دانه سورگوم) در تیمار کشت سورگوم با ۳۳٪ ماشک و یک‌بار وجین علف‌هرز مشاهده شد (جدول ۵). بر اساس نتایج، بالاترین وزن خشک علف‌های هرز در شرایط پایین‌ترین تراکم گیاه زراعی (کشت خالص گیاهان) مشاهده

شد. تأثیر بیشتر کشت مخلوط به علت تراکم گیاهی بر وزن خشک علف‌های هرز به این دلیل می‌تواند باشد که در تراکم‌های پایین‌تر، وجود فضای کافی و دسترسی بیشتر به منابع مصرفی باعث افزایش وزن خشک علف‌های هرز شده است. عبداللهیان نوقابی (Abdollahian-Noghabi, 2003) گزارش کرد که بیشترین وزن خشک اندام هوایی علف‌های هرز در تیمار شاهد بدون گیاه پوششی و کمترین آن مربوط به تیمار برخوردار از گیاه پوششی بود. به‌نظر می‌رسد مهار تشعشع توسط کانوپی گیاهان پوششی و عدم رسیدن نور به سطح زمین منجر به کاهش درصد جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز شده است. کیو و جیلوم (Kuo and Jellum, 2002) اظهار داشتند که عبور نورقرمز دور از برگ‌ها مانع جوانه‌زنی بذور علف‌های هرز موجود در سایه‌انداز گیاهان شد. همچنین، آنها اشغال فضای رشد و تا حدودی اثرات آللوپاتیک ایجاد شده توسط گیاهان پوششی را از دلایل کاهش جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز دانستند. نتایج آزمایش هیلت‌برانر و همکاران (Hiltbrunner *et al*., 2007) نیز حاکی از کاهش تراکم علف‌های هرز در تیمار گیاه پوششی شبدر بود. تیسدال و همکاران (Teasdale *et al*., 2003) اظهار داشتند گیاهان پوششی از طریق آزادسازی مواد سمی در محیط و ایجاد یک محیط نامساعد برای جوانه‌زنی و استقرار علف‌های هرز، آنها را کنترل می‌کنند. گیاهان پوششی به‌واسطه رشد سریع و تولید کانوپی انبوه و پربرگ می‌توانند بر جوانه‌زنی، استقرار و رشد بسیاری از گونه‌های علف‌هرز اثرگذار باشند (Gabriel and Quemada, 2011). پژوهش‌های انجام شده پیشین نیز نشان داده‌اند کشت مخلوط یک رویکرد مؤثر در کنترل علف‌های هرز می‌باشد. در کشت مخلوط، گیاه زراعی اضافه شده در نظام کشت با کاهش فضا و افزایش سایه علف‌های هرز را کنترل می‌کند (Sulivan, 2003).

محققین دیگر نیز در آزمایشات خود نتایج همسانی را گزارش کردند (Hauggaard- Nielsen *et al*., 2003; Kathiresan, 2006).

تعداد و تنوع علف‌هرز در مرحله برداشت سورگوم: نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثرات متقابل کشت مخلوط و مدیریت علف‌های هرز بر تعداد علف‌های هرز معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین مربوط به اثرات متقابل نشان داد که کشت خالص ماشک در شرایط عدم کنترل علف‌هرز دارای بیشترین تعداد علف‌هرز و تیمار کشت سورگوم با ۱۰۰٪ ماشک در شرایط یک‌بار وجین علف‌هرز دارای کمترین تعداد علف‌هرز بود (جدول ۵). در مجموع، ۱۳ گونه علف‌هرز در نسبت‌های مختلف کشت مخلوط مشاهده شد (جدول ۶). کشت مخلوط با افزایش تنوع، آشیان‌های کمتری را در اختیار علف‌های هرز قرار داده که این امر کاهش تعداد گونه علف‌هرز را در تیمارهای مخلوط در مقایسه با کشت خالص به دنبال داشته است. نتایج برخی محققان نیز کاهش تعداد گونه علف‌هرز را در شرایط کشت مخلوط نسبت به کشت خالص تأیید کرده است (Zimdahl, 2007; Fernandez-Aparicio *et al*., 2008). راجاسوارا رائو (Rajsawara Rao, 2002) علت کاهش تراکم علف‌هرز را به ترکیب مکملی گیاهان در کشت مخلوط مربوط دانستند. با مقایسه تعداد گونه علف‌هرز در تیمارهای کشت خالص سورگوم و خلر و ماشک به نظر می‌رسد که ماشک گل خوشه‌ای به‌دلیل دارا بودن خاصیت آللوپاتیک، قابلیت بالاتری در کنترل علف‌هرز در مقایسه با خلر داشته که این امر کاهش تعداد

گونه علف‌هرز را در شرایط کاشت ماشک در مقایسه با خلر و سورگوم خالص به‌دنبال داشته است. میشلر و همکاران (Mischler *et al*., 2010) گزارش نمودند که جوانه‌زنی و سبز شدن علف‌های هرز یک‌ساله و چندساله تحت تأثیر کاشت ماشک گل‌خوشه‌ای به میزان زیادی کاهش یافت. از آنجا که علف‌های‌هرز یک‌ساله دارای توان بازیابی و قابلیت تکثیر سریع بعد از تخریب بوده و ویژگی-های مشابهی با گیاهان زراعی یک‌ساله دارند (Lososova *et al*., 2008)، بنابراین قابل انتظار است که فراوانی و تراکم نسبی این گونه‌ها در بوم نظام‌های زراعی به‌مراتب بالاتر از گونه‌های چندساله باشد.

نتیجه‌گیری کلی

کشت مخلوط و استفاده از گیاهان پوششی به‌عنوان مالچ زنده می‌تواند در افزایش تولید علوفه و کنترل علف‌های هرز نقش مثبتی ایفا کند. در این مطالعه تراکم بالای گیاه زراعی (سورگوم و لگوم) تعادل رقابتی بین علف‌هرز و گیاه زراعی را تحت تأثیر قرار داده و شرایط را به نفع گیاه زراعی تغییر داد به‌طوری‌که بسیاری از آشیان‌های اکولوژیکی مورد نیاز علف‌هرز توسط گیاه زراعی اشغال شده و سبب محدود شدن منابع مورد نیاز علف¬هرز و افزایش رقابت درون گونه‌ای شد. در نتیجه با افزایش تراکم گیاه زراعی، از منابع غذایی و نور استفاده بیشتری کرد و در مجموع فضای مزرعه را با سرعت بیشتری تسخیر کرده و در نهایت توانست علف‌های هرز را از نظر دسترسی به آب، مواد غذایی و نور فعال فتوسنتزی تحت فشار قرار دهد. بدین ترتیب می‌توان اظهار داشت که کشت مخلوط به‌دلیل تأثیر بر کارآیی دریافت نور توسط کانوپی گیاهی به‌عنوان یکی از استراتژی‌های مهم در سیستم کنترل علف‌هرز تلقی شود. همچنین، استفاده از گیاهان پوششی به‌صورت مخلوط با سورگوم منجر به کاهش زیست‌توده علف‌های هرز در مقایسه با تک کشتی گیاهان پوششی و سورگوم شد. به نظر می‌رسد افزودن گیاه لگوم در نظام کشت سبب کاهش فضا برای علف‌های هرز و افزایش سایه‌اندازی روی علف‌های هرز می‌شود. ضمن اینکه حفظ گیاه لگوم به‌دلیل ویژگی‌های خاص خودش با گیاه اصلی دارای کمترین رقابت خواهد بود.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات کمی مورد مطالعه گیاه سورگوم علوفه‌ای

Table 1- Analysis of variance for studied traits of forage sorghum

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	وزن تر سورگوم Fresh weight of sorghum	زیست توده سورگوم Dry weight of sorghum	شاخص محتوای کلروفیل Chlorophyll content index	ارتفاع ساقه سورگوم Sorghum stem height	شاخص سطح برگ LAI
تکرار Rep	2	٭٭124.93	5.55ns	٭٭64.08	254.44**	0.078
کشت مخلوط Intercropping (A)	6	٭٭298.29	٭٭12.34	٭٭175.99	409.81**	٭0.701*
علف هرز Weed management (B)	2	٭٭577.51	٭٭103.99	٭٭289.77	2998.55**	٭٭2.09
A×B	12	29.17ns	5.17ns	16.36*	112.15**	0.052**
خطا Error	40	12.96	1.67	12.27	35.26	0.038
ضریب تغییرات C.V. (%)		8.01	11.09	7.85	3.61	4.46

٭، ٭٭ معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد و ns غیرمعنی‌دار.

*, ** mean significant difference at 5% and 1% level of probability, ns: non-significant.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه گیاهان پوششی

Table 2- Analysis of variance for studied traits of cover crops

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	زیست توده گیاه پوششی مرحله اول Dry weight of forage legumes on first stage	زیست توده گیاه پوششی مرحله دوم Dry weight of forage legumes on second stage	ارتفاع گیاه پوششی Cover crops height
تکرار Rep	2	0.141ns	0.563ns	25.11ns
کشت مخلوط Intercropping (A)	7	2.021**	27.221**	2505.02**
علف هرز Weed management (B)	2	2.348**	21.754**	369.489*
A×B	14	0.301**	1.735**	146.737ns
خطا Error	46	0.067	0.304	98.927
ضریب تغییرات C.V. (%)		14.47%	19.37%	12.03%

٭ ، ٭٭ معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد و ns غیر معنی‌دار.

*, ** mean significant difference at 5% and 1% level of probability. ns: non-significant.

جدول ۳ - مقایسه میانگین اثرات متقابل تراکم‌های کاشت و کنترل علف‌هرز روی صفات کمی سورگوم و گیاهان پوششی
Table 3- Interaction effect of intercropping and weed management on quantitative traits of sorghum and cover crops

کشت مخلوط Intercropping	مدیریت علف هرز Weed management	زیست توده گیاه پوششی مرحله برداشت نهایی Dry weight of forage legumes on second stage ($g.m^{-2}$)	زیست توده گیاه پوششی مرحله اول Dry weight of forage legumes on first stage ($g.m^{-2}$)	شاخص سطح برگ LAI	ارتفاع ساقه سورگوم Sorghum stem height (cm)	شاخص محتوای کلروفیل Chlorophyll content index
کشت خالص سورگوم Sole planting of sorghum	کنترل کامل Full weed control	-	-	5.03a	139.4m	44.83a
	یک بار وجین Single weed control	-	-	4.89a	160.5g-j	34.94c-e
	عدم کنترل Weed-infested	-	-	4.17d-f	169.4c-g	34.35d-f
کشت خالص ماشک Sole planting of vetch	کنترل کامل Full weed control	7.19ab	3.49a	-	-	-
	یک بار وجین Single weed control	4.22c	2.21bc	-	-	-
	عدم کنترل Weed-infested	3.05c-e	1.67c-g	-	-	-
کشت خالص خلر Sole planting of Lathyrus	کنترل کامل Full weed control	8.32a	3.26a	-	-	-
	یک بار وجین Single weed control	6.20b	2.33b	-	-	-
	عدم کنترل Weed-infested	4.19c	1.98b-e	-	-	-
سورگوم با ۳۳٪ ماشک Sorghum with 33% of vetch	کنترل کامل Full weed control	1.40f-g	1.33e-f	4.97a	143.3lm	42.46ab
	یک بار وجین Single weed control	1.58f-g	1.34e-f	4.70a-c	172.7b-e	36.46b-d
	عدم کنترل Weed-infested	1h	1.20g	4.03f	182.2ab	34.24d-f
سورگوم با ۶۶٪ ماشک Sorghum with 66% vetch	کنترل کامل Full weed control	2.53d-g	1.54d-g	4.82ab	147.8k-m	40.89a-c
	یک بار وجین Single weed control	1.99d-h	1.45e-g	4.49b-d	164.2e-i	35.86cd
	عدم کنترل Weed-infested	1.81e-h	1.23g	4.15d-f	180.5ab	28.32e-g
سورگوم با ۱۰۰٪ ماشک Sorghum with 100 % vetch	کنترل کامل Full weed control	3.27cd	1.76b-g	4.74a-c	151.3j-l	34.23d-f
	یک بار وجین Single weed control	1.92d-h	1.47e-g	4.41c-e	156.9h-k	31.22d-g
	عدم کنترل Weed-infested	1.84e-h	1.55c-g	4.19d-f	157.2h-k	30.74d-g
سورگوم با ۳۳٪ خلر Sorghum with 33% Lathyrus	کنترل کامل Full weed control	2.25d-g	1.58c-g	4.45c-e	153.9i-l	35.32cd
	یک بار وجین Single weed control	1.5f-h	1.35e-g	4.20d-f	167.2c-h	33.45d-f
	عدم کنترل Weed-infested	1.34f-h	1.29fg	4.08ef	176.0a-d	26.09g
سورگوم با ۶۶٪ خلر Sorghum with 66% Lathyrus	کنترل کامل Full weed control	2.63d-f	1.93b-f	4.41c-e	161.1f-j	30.90d-g
	یک بار وجین Single weed control	2.09d-g	1.75b-g	4.17d-f	168.9c-g	29.80d-g
	عدم کنترل Weed-infested	1.12gh	1.62c-g	3.91fg	177.2a-c	25.86g
سورگوم با ۱۰۰٪ خلر Sorghum with 100% Lathyrus	کنترل کامل Full weed control	3.29cd	2.15b-d	4.15d-f	165.2d-h	27.71fg
	یک بار وجین Single weed control	2.16d-g	1.79b-g	3.83fg	172.2b-f	26.16g
	عدم کنترل Weed-infested	1.75e-h	1.59c-g	3.64g	185.5a	24.81g

میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.
Means with the same letters based on Duncan Multiple Rang test at the 5% level no significant.

جدول ۴- نجزیه واریانس صفات علف‌های هرز

Table 4- Analysis of variance for weeds traits

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	زیست توده علف هرز در مرحله اول Dry weight of weeds on first stage	زیست توده علف هرز در مرحله دوم Dry weight of weeds on second stage	تراکم علف هرز Weed density
تکرار Rep	2	1259.049ns	368.574ns	13.82ns
کشت مخلوط Intercropping (A)	8	42397.591**	58427.088**	39.14**
علف هرز Weed management (B)	1	432159.774**	637656**	2226.82**
A×B	8	11284.132**	15994.625**	13.49*
خطا Error	34	1523.919	3907.907	7.50
ضریب تغییرات C.V. (%)		11.48%	12.28%	25.93%

* ، ** معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد و ns غیر معنی‌دار.

*, ** mean significant difference at 5% and 1% level of probability, ns: non-significant.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل تراکم‌های مختلف کاشت و کنترل علف‌هرز بر روی صفات علف‌های هرز

Table 5- Interaction effect of intercropping and weed management on studied traits of weeds

کشت مخلوط Intercropping	مدیریت علف هرز Weed management	تراکم علف هرز Weed density (no)	زیست توده علف هرز مرحله دوم Dry weight of weeds on second stage ($g.m^{-2}$)	زیست توده علف هرز مرحله اول Dry weight of weeds on first stage ($g.m^{-2}$)
کشت خالص سورگوم Sole planting of sorghum	عدم کنترل Full weed control	11.67gh	475.3c-e	192.6g
	یک بار وجین Single weed control	17.33c-f	649.0b	306.8d-f
کشت خالص ماشک Sole culture of vetch	عدم کنترل Full weed control	9hi	533.3b-d	319.9de
	یک بار وجین Single weed control	13.67d-h	941.3a	643.8a
کشت خالص خلر Sole culture of Lathyrus	عدم کنترل Full weed control	10.33g-i	423.3de	374.7b-d
	یک بار وجین Single weed control	25.33a	678.7b	598.1a
سورگوم با ۳۳ ٪ ماشک Sorghum with 33% vetch	عدم کنترل Full weed control	12.67e-h	319.0e	248.7e-g
	یک بار وجین Single weed control	17.67c-e	592.3bc	345.4b-e
سورگوم با ۶۶ درصد ماشک Sorghum with 66% vetch	عدم کنترل Full weed control	14.33d-g	376.7e	254.5be-g
	یک بار وجین Single weed control	20bc	607.7bc	377.6b-d
سورگوم با ۱۰۰٪ ماشک Sorghum with 100 % vetch	عدم کنترل Full weed control	5.67i	359.7e	196.6g
	یک بار وجین Single weed control	15d-g	543.7b-d	424.8bc
سورگوم با ۳۳٪ خلر Sorghum with 33% Lathyrus	عدم کنترل Full weed control	15d-g	334.7e	212.2fg
	یک بار وجین Single weed control	22.67ab	600.0bc	389.6b-d
سورگوم با ۶۶٪خلر Sorghum with 66% Lathyrus	عدم کنترل Full weed control	13.33e-h	349.7e	275.1e-g
	یک بار وجین Single weed control	21.33a-c	468.3c-e	336.6c-e
سورگوم با ۱۰۰٪ خلر Sorghum with 100% Lathyrus	عدم کنترل Full weed control	12.33f-h	430.7de	179.9g
	یک بار وجین Single weed control	18.67b-d	477.3c-e	441.8b

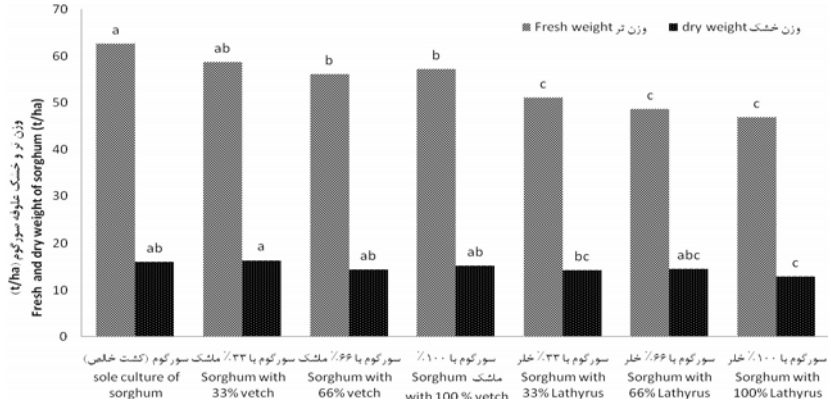
میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means with the same letters based on Duncan Multiple Rang test at the 5% level no significant.

جدول ۶- علف‌های هرز مشاهده شده در مزرعه

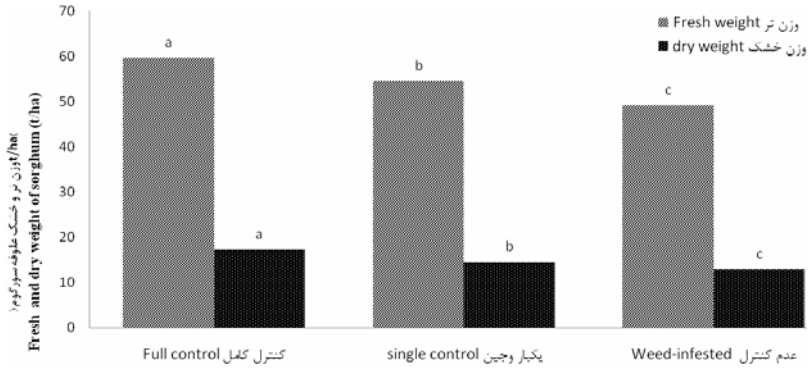
Table 6- Weeds observed in the field

نام علمی Scientific name	نام فارسی Persian name	نام علمی Scientific name	نام فارسی Persian name
Solanum nigrum	تاج‌ریزی	*Setaria glauca*	دم‌روباهی
Vigna radiata	ماش	*Amaranthus tricolor*	تاج خروس
Gundelia tournefortii	کنکر وحشی	*Convolvulus arvensis*	پیچک صحرایی
Xanthium strumarium	توق	*Chenopodium album*	سلمه‌تره
Lactuca canadensis	کاهو وحشی	*Echinochloa crus-galli*	سوروف
Sorghum halepense	قیاق	*Sonchus oleraceus*	شیرتیغی



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر کشت مخلوط بر وزن تر و خشک علوفه سورگوم

Figure 1- Mean comparison for intercropping effects on sorghum fresh and dry weight

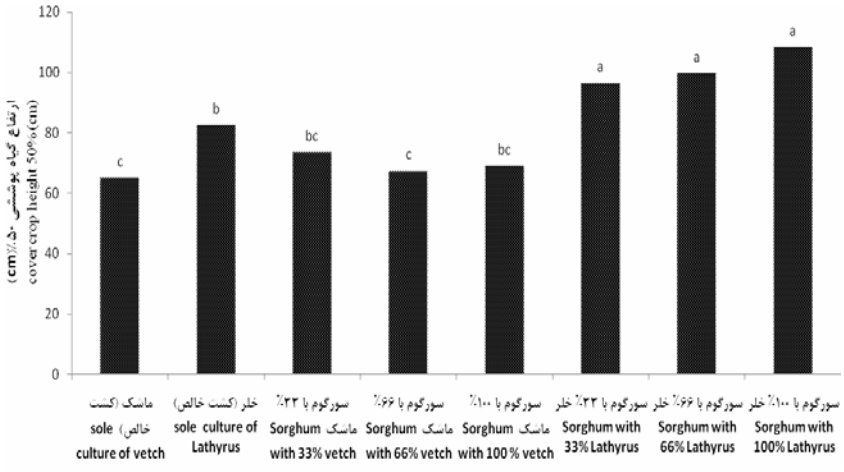


شکل ۲- اثر مدیریت علف هرز بر وزن تر و خشک علوفه سورگوم

Figure 2- Mean comparisan for the weed managment effect on sorghum fresh and dry weight

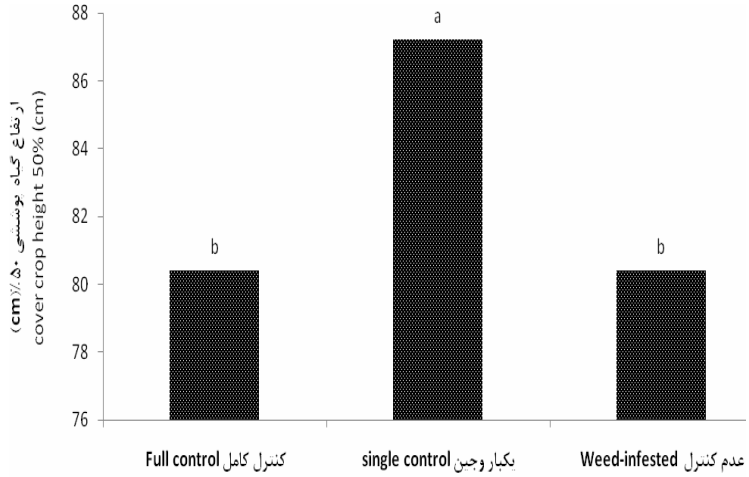
میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means with the same letters based on Duncan Multiple Rang test at the 5% level no significant.



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر مدیریت علف‌های هرز بر ارتفاع گیاه پوششی

Figure 3- Mean comparison for intercropping density effect on height of cover crops



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر مدیریت علف‌های هرز بر ارتفاع گیاه پوششی

Figure 4- Mean comparison for weed management effect on height of cover crops

میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means with the same letters based on Duncan Multiple Rang test at the 5% level no significant.

References منابع مورد استفاده

- Abdin, O.A., X.M. Zhou, D.Cloutier, D.C. Coulman, M.A. Faris, and D.L. Smith. 2000. Cover crops and interrow tillage for weed control in short season maize (*Zea mays*). *European Journal of Agronomy*. 12: 93-102.
- Abdollahian-Noghabi. M. 2003. New approach to the management of genetically modified herbicide tolerant sugar beet. *Journal of Sugarbeet.* 18 (2): 167-168.
- Aladesanwa, R.D., and A.W. Adigun. 2008. Evaluation of sweet potato (*Ipomoea batatas*) live mulch at different spacings for weed suppression and yield response of maize (*Zea mays* L.) in southwestern Nigeria. *Crop Protection*. 27: 968 -975.
- Darbaghshahi, M.N., A. Banitaba, and B. Bahari. 2012. Evaluating the possibility of saffron and chamomile mixed culture. *African Journal of Agricultural Research*. 7(20): 3060-3065.
- Dashtaki, M., and M.R. Chaichi. 2012. Intercropping of sorghum and chickling pea in limited irrigation regimes. *Iranian Journal of Field Crop Science.* 43(2): 311-321. (In Persian).
- Dhima, K.V., I.B. Vasilakoglou, I.G. Eleftherohorinos, and A.S. Lithourgidis. 2006. Allelopathic potential of winter cereals and their cover crop mulch effects on grass weed suppression and corn development. *Crop Science.* 46: 345-352.
- Echarte, L., A. Della Maggiora, D. Cerrudo, V.H. Gonzalez, P. Abbate, A. Cerrudo, V.O. Sadras, and P. Calvino. 2011. Yield response to plant density of maize and sunflower intercropped with soybean. *Field Crops Research*. 121: 423 429.
- Fernandez-Aparicio, M., A.A. Emeran, and D. Rubiales. 2008. Control of *Orobanche crenata* in legumes intercropped with fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*). *Crop Protection.* 27: 653-659.
- Gabriel, J.L., and M. Quemada. 2011. Replacing bare fallow with cover crops in a maize cropping system: Yield, N uptake and fertilizer fate. *European Journal of Agronomy*. 34(3): 133-143.
- Gomez, P., and J. Gurevitch. 2005. Weed community responses in a corn-soybean intercrop. *Opulus Press.* 1: 281-288.
- Grichar, W.J. 2006. Weed control and sorghum tolerance to flumioxazin. *Crop Protection*. 25: 174-177.
- Hamzei, J., M. Seyedi, and M. Babaei. 2016. Competitive ability of lentil (*Lens culinaris* L.) cultivars to weed interference under rain –fed conditions. *Journal of Agroecology*. 8(1): 82-94. (In Persian).
- Hauggaard- Nielsen, H., P. Ambus, and E.S. Jensen. 2003. The comparison of nitrogen use and leaching in sole cropped versus intercropped pea and barley. *Nutrient Cycling in Agroecosystem.* 65: 289-300.
- Hiltbrunner, J., B. Streit, and M. Liedgens. 2007. Are seeding densities an opportunity to increase grain yield of winter wheat in a living mulch of white clover. *Field Crops Research*. 102(3): 163-171.

- Hollander, N.G., L. Bastiaans, and M.J. Kropff. 2007. Clover as a cover crop for weed suppression in an intercropping design, I. Characteristics of several clover species. *European Journal of Agronomy.* 26: 92-103.
- Ibrahim, M., M. Ayub, M.M. Maqbool, S.M. Nadeem, T. Haq, S. Hussain, A. Ali, and L.M. Lauriault. 2014. Forage yield components of irrigated maize-legume mixtures at varied seed ratios. *Field Crops Research.* 169: 140-144.
- Kathiresan, R.M. 2006. Integration of elements of a farming system for sustainable weed and pest management in the tropics. *Crop Protection*. 26: 424-429.
- Khorramdel, S., R. Ghorbani, H. Azizi, and S.M. Sayedi. 2013. Effect of non-chemical methods of weed management on growth characteristics and yield of cumin. *Agroecologi.* 4(1): 1-14. (In Persian).
- Kuo, S., and E.J. Jellum. 2002. The influence of winter cover crops and residue management on nitrogen availability and corn. *Agronomy Journal.* 94(3): 501-508.
- Kurdali, F., N.E. Sharabi, and A. Arslan. 1996. Rainfed vetch-barley mixed cropping in the Syrian semi-arid conditions. I. Nitrogen nutrition using 15N isotopic dilution. *Plant and Soil.* 183: 137-148. (In Persian).
- Lin, C.W., Y.B. Chen, J.J. Huang, and S.H. Tu. 2007. Temporal variation of plant height, plant cover and leaf area index in intercropped area of Sichuan, China. *Chinese Journal of Ecology.* 26: 989- 994.
- Lithourgidis, A.S., D.N. Vlachostergios, C.A. Dordas, and C.A. Damalas. 2011. Dry matter yield, nitrogen content, and competition in pea–cereal intercropping systems. *European Journal of Agronomy.* 34: 287-294.
- Lososova, Z., M. Chytry, and I. Kuhn. 2008. Plant attributes determining the regional abundance of weeds on central European arable land. *Journal of Biogeography.* 35: 177–187.
- Mazaheri, D., M. Movahedi dehnavi, A. Bankesaz, A. Hosseinzade, and M. Ghanadha. 1998. Study of intercropping of maize and common bean. *Research and Manufacturing.* 47: 47-51.
- Mischler, R., S.W. Duiker, S. Curran, and D. Wilson. 2010. Hairy vetch management for no-till organic corn production. *American Society of Agronomy*. 102: 355-362.
- Monti, M., A. Pellicano, C. Santonoceto, G. Preiti, and A. Pristeri. 2016. Yield components and nitrogen use in cereal- pea intercrops in Mediterranean environment. *Field Crops Research.* 196: 379-388.
- Poggio, S.L. 2005. Structure of weed communities occurring monoculture and intercropping of field pea and barley. *Agricultural, Ecosystem Environment*. 109: 48-58.
- Raei, Y., S.A. Bolandnazar, and N. Dameghsi. 2011. Evaluation of common bean and potato densities effects on potato tuber yield in mono-cropping and intercropping systems. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production.* 21(2): 131-142. (In Persian).
- Rajsawara Rao, B.R. 2002. Biomass yield, essential oil yield and essential oil composition of rose-scented geranium (*Pelargonium* species) as influenced by row

spacing and intercropping with corn mint (*Mentha arvensis* L.F piperascens Malinv. ex Holmes). *Crop Production*. 16: 133-144.

- Ramrodi, M., D. Mazaheri, N. Majnon Houssaini, E. Houssainzadeh, and S.M.B. Houssaini. 2010. Effect of cover crops, tillage systems and nitrogen fertilization on yield of sorghum. *Iranian Journal of Field Crop Science*. 4(41): 763-769. (In Persian).
- Shivaraum, H.S., and K. Shivashankar. 1994. A new approach of canopy architecture in assessing complimentarily of intercrops. *Indian Journal of Agronomy*. 39: 179-187.
- Sullivan, P. 2003. Applying the principles of sustainable farming. Fundamentals of sustainable agriculture. USA: appropriate technology transfer for rural areas (ATTRA). 116.
- Teasdale, J.R., D.R. Shelton, A.M. Sadeghi, and A.R. Isensee. 2003. Influence of hairy vetch residue on atrazine and metolachlor soil solution concentration and weed emergence. *Weed Science.* 51: 628- 634.
- Thorsted, M., J. Olesen, and J. Weiner. 2006. Width of clover strips and wheat rows influence grain yield in winter wheat/white clover intercropping. *Field Crops Research.* 95: 280-290.
- Tollenaar, M., and M. Aguilar. 1992. Radiation use efficiency of old and new maize hybried. *Agronomy Journal.* 84: 536 – 541.
- Uchino, H., K. Iwama, Y. Jitsuyama, K. Ichiyama, E. Sugiura, T. Yudate, S. Nakamura, and J. Gopal. 2012. Effect of interseeding cover crops and fertilization on weed suppression under an organic and rotational cropping system. *Field Crops Research*. 127: 9-16.
- Uchino, H., K. Iwama, Y. Jitsuyama, T. Yudate, and S. Nakamura. 2009. Yield losses of soybean and maize by competition with interseeded cover crops and weeds in organic-based cropping systems. *Field Crops Research.* 113: 342-351.
- Yang, F., S. Huang, R. Gao, W. Liu, T. Yong, X. Wang, X. Wu, and W. Yang. 2014. Growth of soybean seedling in relay strip intercropping systems in relation to light quantity and red: far- red ratio. *Field Crops Research.* 155: 245-253.
- Zand, A., H. Raheimian Mashhadi, E. Kochaki, J. Khalgani, and K. Ramezani. 2010. Ecology of weeds. Translation of Mashhad University Press. (In Persian).
- Zimdahl, R.H. 2007. Fundamentals of weed sciences. Academic Press, New York. 666 pp.

Evaluating of Forage Yield Increase of Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) and Weed Control by Its Intercropping with Forage Legumes

Saeid Vaezi [1*], Seyed Alireza Valadabadi[1], Majid Pouryousef[2], Saeed Seifzadeh[1], and Hamid Reza Zakerin[1]

Received: December 2018 , Revised: 22 May 2019, Accepted: 9 June 2019

Abstract

This experiment was conducted to study yield increase of forage sorghum by its intercropping with forage legumes and weed control. This study was carried out in a factorial experiment based on a randomized complete block design with 3 replications at the Research Station of University of Zanjan in 2015. In this experiment, a different proportatios of sorghum with forage legumes including pure culture of sorghum plants, lathyrus and hairy vetch, increased percent of sorghum by 33%, 66% and 100% of hairy vetch and lathyrus, and different weed control management, including full weed control during season, single weed control and no weeds control, were examined. The results showed that the highest and lowest fresh and dry yields of sorghum were obtained in intercropping of sorghum with 33% vetch and 100% lathyrus, respectively. The highest chlorophyll content and leaf area belonged to sole cropping of sorghum and full weed control. The highest height of sorghum and cover crops was observed in 100% sorghum+ 100% lathyrus and weed-infested. On the other hand, in the sole culture of vetch and lathyrus and full weed control treat, the cover crops had the highest dry weights. The results of this experiment also showed that the highest dry weights and density of weeds were obtained under sole culture and weed-infested condition. As a result, it can be said that by selecting the appropriate intercropping ratios and forage legumes, we can control weed population to a large extent also improve the quantitative yield of sorghum forage.

Key words: Double cropping, Intercropping crop, Leaf area index, Sorghum, Weed.

1- Department of Agriculture, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran.
2- Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran.
**Corresponding Author: saeidvaezi@yahoo.com*