نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 8، شماره 3، پاییز 1395، ص. 434-417

Journal of Agroecology
Vol. 8, No. 3, Fall 2016, p. 417-434

تأثیرکاشت گیاهان پوششی بر توزیع عمودی سطح برگ و ماده خشک سویا (*Glycine max* L.) در رقابت با علف‌های هرز

سیده ثمانه هاشمی[1]، فائزه زعفریان[2*]، اسفندیار فرهمندفر[2] و میلاد باقری شیروان[3]

تاریخ دریافت: 1393/10/08
تاریخ پذیرش: 1394/10/19

هاشمی، س.ث.، زعفریان، ف.، فرهمندفر، ا.، و باقری شیروان، م. 1395. تأثیرکاشت گیاهان پوششی بر توزیع عمودی سطح برگ و ماده خشک سویا (*Glycine max* L.) در رقابت با علف‌های هرز. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، 8(3):434-417.

چکیده

به منظور مطالعه تغییرات عمودی سطح برگ و ماده خشک کانوپی سویا (*Glycine max* L.) در رقابت با علف‌های‌هرز و در حضور گیاهان پوششی، آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سال 1392 به صورت بلوک کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل گیاهان پوششی (شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum* L.)، شنبلیله (*Trigonella foenum–graecum* L.) ، خلر (*Lathyrus sativus* L.) و ماشک (*Vicia sativa* L.)) و زمان‌های کاشت گیاهان پوششی (همزمان با سویا و سه هفته بعد از کاشت سویا) بوده و همچنین دو تیمار شاهد به صورت تک‌کشتی سویا با و بدون وجین در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد حداکثر میزان شاخص سطح برگ و تجمع ماده خشک سویا در لایه‌های مختلف کانوپی بسته به نوع گیاه پوششی و زمان کاشت آن متفاوت بود در حالی‌که گیاهان پوششی در کاشت با تأخیر شاخص سطح برگ و ماده خشک کمتری نسبت به کاشت همزمان داشتند. در اکثر موارد بیشترین شاخص سطح برگ و همچنین تجمع ماده خشک علف‌های‌هرز در لایه ابتدایی کانوپی (20-0 سانتی‌متر) به دست آمد. بیشترین مجموع سطح برگ علف‌هرز در تیمار کاشت همزمان سویا با شنبلیله (290/4 سانتی‌متر مربع) و بیشترین ماده خشک مجموع علف‌هرز در تیمار کاشت سویای بدون وجین (12/4 گرم بر بوته) مشاهده شد، در حالی‌که کمترین مجموع سطح برگ و ماده خشک کل علف‌هرز (به ترتیب صفر سانتی‌متر مربع و صفر گرم بر بوته) در تیمار کاشت با تأخیر ماشک به دست آمد، همچنین کاشت با تأخیر ماشک موجب تولید بیشترین عملکرد دانه سویا (3792/6 کیلوگرم در هکتار) در شرایط حضور علف‌هرز شد که بیشترین توانایی سرکوب‌کنندگی رشد علف‌های‌هرز را نسبت به سایر گیاهان پوششی داشته است. به نظر می‌رسد کاشت ماشک گل‌خوشه‌ای 21 روز بعد از سویا برای سرکوب کردن علف‌های‌هرز جایگزین مناسبی در کشاورزی پایدار باشد.

واژه‌های کلیدی: خلر، ساختار کانوپی، شبدر ایرانی، ماشک

مقدمه

کنترل علف‌های‌هرز یک محدودیت جدی در تولید محصولات زراعی به حساب می‌آید و به عنوان یک اولویت در کشاورزی ارگانیک مد نظر قرار گرفته است (Ngouajio et al., 2003). بدون کنترل علف‌های هرز، بسته به توانایی رقابتی علف‌هرز و گیاه زراعی، تراکم آن‌ها و مدت زمان رقابت، تلفات عملکرد از 10 تا 100 درصد متغیر خواهد بود. بنابراین مدیریت علف‌های هرز یکی از عملیات کلیدی در بیشتر نظام‌های کشاورزی محسوب می‌شود (Banman, 2001; Hamzei et al., 2016). استفاده از علف‌کش‌ها نه تنها موجب مقاوم شدن بسیاری از علف‌های‌هرز به آن‌ها شده است، بلکه باعث ایجاد خطرات زیست‌محیطی و خسارت های شدید جانبی بر زنجیره حیاتی در اکوسیستم‌های زراعی و طبیعی نیز شده است (Sanjani et al.,

1، 2 و 3- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار گروه زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: fa_zaefarian@yahoo.com)

2006). از سوی دیگر روش‌های متداول خاک‌ورزی نیز خطر فرسایش خاک را افزایش داده و در بلندمدت روی ساختمان خاک و به تبع آن عملکرد، اثر منفی به دنبال دارند (Ghafari et al., 2011). همچنین، استفاده از وجین دستی علف‌های هرز نیز روشی زمان‌بر بوده و عمدتاً مقرون به صرفه نیست. در حالی‌که، 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 به عمل 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 به عنوان 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 (*Zea mays* L.) و سویا (*Glycine max* L.) توسط گیاهان پوششی اظهار داشتند که با افزایش سطح پوشش خاک توسط ذرت، سویا و گیاهان پوششی از میزان ماده خشک علف‌های هرز کاسته می‌شود. آن‌ها بیان داشتند که کاشت گیاهان پوششی 21 روز پس از کاشت گیاهان اصلی، باعث افزایش 29 درصدی عملکرد سویا و 68 درصدی عملکرد ذرت می‌گردد. در آزمایش دیگری که به منظور بررسی گیاهان پوششی و مالچ بر عملکرد گوجه‌فرنگی (*Lycopersicum scullentum* L.) اجرا گردید، افزایش 28 درصدی عملکرد گوجه-فرنگی در هنگام استفاده از ماشک گل‌خوشه‌ای (*Vicia villosa* Roth.) به عنوان گیاه پوششی گزارش شد (Campiglia et al., 2010).

رقابت مجموعه‌ای از فرآیندهای پویایی است که عرضه، تقاضا، جذب و بهره‌وری منابع را تعیین می‌کند (Bastians, 2001). قابلیت انعطاف‌پذیری علف‌هرز یا گونه زراعی به کمبود نور از جمله عوامل مهم در دوام و بقای آن‌ها است (Caton, et al.,1997; Gibson, et al., 2001).

نور برخلاف آب و مواد غذایی، به دلیل جذب لحظه‌ای و غیرقابل ذخیره بودن یکی از مهمترین عوامل رقابت در اکوسیستم‌های زراعی است که مقدار جذب آن توسط عواملی مانند تراکم گیاهی و خصوصیات ساختمان کانوپی یا آرایش فضایی و هندسی اندام هوایی تعیین می‌گردد (Ahmadvand et al., 2006). در اغلب جوامع گیاهی دریافت و جذب نور توسط گیاه به شدت تحت تأثیر ساختار کانوپی قرار می‌گیرد. در شرایطی که کانوپی گیاه غیرمتراکم باشد، بخش‌های فوقانی گیاه سایه‌اندازی کمتری روی اندام‌های تحتانی داشته و بدین ترتیب انرژی لازم برای انجام فعالیت‌های فتوسنتزی گیاه به مقدار بیشتری تأمین خواهد شد (Marcuvitz & Turkington, 2000). ساختار کانوپی عبارت است از انشعابات ساقه اصلی یا پنجه‌ها و توزیع عمودی سطح برگ روی آن‌ها (Caton et al., 2001).

ساختار کانوپی، با نحوه توزیع سطح برگ و ماده خشک در ارتباط بوده و از این طریق روی میزان جذب تشعشع، تبخیر و تعرق کانوپی و در نهایت تجمع ماده خشک و عملکرد دانه تأثیر می‌گذارد (Schittenhelm et al., 2006; Valentinuz &Tollenaar, 2006). میزان گسترش سطح برگ، حداکثر شاخص سطح برگ و پیری برگ عوامل مهمی در دریافت نور و تجمع ماده خشک در کانوپی محسوب می‌شوند. نتایج بررسی‌های والنتینز و تولنار (Valentinuz & Tollenaar, 2006) نیز نشان داد که سطح برگ کل و توزیع عمودی سطح برگ در کانوپی گیاه زراعی روی دریافت نور و تجمع ماده خشک مؤثر است. به طور کلی، ارتفاع و شاخص سطح برگ دو عامل تعیین‌کننده برتری در جریان رقابت دو گونه گیاهی به شمار می‌روند. معمولاً گونه‌هایی با سطح برگ و ارتفاع بیشتر در رقابت موفق‌تر عمل می‌کنند (Vazin et al., 2010). علف‌های هرز در رقابت برای نور از دو راهبرد استفاده می‌کنند. یکی از آن‌ها قرار دادن برگ‌ها در بالای گیاه رقیب و دیگری توزیع عمودی سطح برگ درون کانوپی می‌باشد (Rajcan et al., 2002). تغییرات مرفولوژیک برای اجتناب از سایه (تولید برگ‌های نازک‌تر، میانگره‌های بلندتر، ساقه قوی‌تر، نسبت کمتر وزن خشک برگ به ساقه و نسبت کمتر وزن خشک ریشه به ساقه) نقش مهمی در سازگاری و بقاء گیاه در شرایط رقابت برای نور به عهده دارند (Rajcan & Swanton, 2001).

توزیع عمودی زیست‌توده عامل تعیین‌کننده در قدرت رقابتی گونه‌های گیاهی مختلف محسوب می‌شود (Tackenberg, 2007). در صورتی که شرایط برای حضور موفق‌تر علف‌های هرز در مقابل

گیاه زراعی فراهم باشد، علف‌های هرز از شاخص سطح برگ و تجمع ماده خشک بالاتری برخوردار بوده و سطح برگ و ماده خشک بیشتری را به لایه‌های بالاتر کانوپی اختصاص می‌دهند و با این وسیله برای جذب نور با گیاه زراعی رقابت می‌کنند. در مقابل، حضور عواملی که باعث تأخیر در سبز شدن علف‌های هرز گردد، سطح برگ و ماده خشک گیاه زراعی را افزایش داده و سبب اختصاص سطح برگ گیاه زراعی به لایه‌های بالاتر کانوپی شده و برتری گیاه زراعی نسبت به علف‌های هرز را به دنبال دارد (Haj Seyed Hadi et al., 2007). از این‌رو، این پژوهش با هدف بررسی امکان تأثیرگذاری نوع و زمان‌های مختلف کاربرد گیاهان پوششی روی تغییرات عمودی ماده خشک و سطح برگ سویا، گیاهان پوششی و علف‌های هرز انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی واکنش علف‌های هرز به کاشت گیاهان پوششی همراه با گیاه زراعی سویا، آزمایشی در مزرعه مرکز جهاد کشاورزی جویبار در سال 1392 به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 10 تیمار و سه تکرار انجام شد. مشخصات خاک مزرعه در جدول شماره 1 لحاظ شده است.

جدول 1- برخی ویژگی‌های فیزیکی- شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Some of physical and chemical properties of soil

عمق نمونه‌برداری (سانتی‌متر) Sample depth (cm)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH	مقدار عناصر خاک Soil nutrients			بافت Texture
			نیتروژن (درصد) Nitrogen (%)	فسفر (پی‌پی‌ام) P (ppm)	پتاسیم (پی‌پی‌ام) K (ppm)	
0-30	1.24	7.76	0.117	11.5	201	رس Clay

تیمارهای آزمایشی شامل کاشت گیاهان پوششی شبدر ایرانی (*Trifolium resupinatum* L.)، شنبلیله (*Trigonella foenum–graecum* L.)، خلر (*Lathyrus sativus* L.) و ماشک (*Vicia sativa* L.) به صورت همزمان و سه هفته بعد از کاشت سویا بود. علاوه بر این به منظور ارزیابی عملکرد گیاهان پوششی روی کاهش تراکم علف‌های هرز و عملکرد سویا دو تیمار کاشت خالص سویا بدون وجین و همراه با وجین علف‌های هرز لحاظ گردید. کاشت سویا و گیاهان پوششی در تیمارهای همزمان (تاریخ کاشت اول) در تاریخ 30 اردیبهشت ماه انجام شد و برای اعمال تیمار تاریخ دوم کاشت گیاهان پوششی، سه هفته بعد از کاشت سویا (21 روز پس از تاریخ اول) گیاهان پوششی کشت شدند. از سویا رقم ساری و ارقام محلی گیاهان پوششی استفاده گردید. هر کرت شامل پنج ردیف کاشت گیاه سویا بود که با فاصله بین ردیف 50 سانتی‌متر و فاصله روی ردیف پنج سانتی‌متر کشت شدند و شش ردیف کاشت گیاه پوششی با فاصله بین ردیف 50 سانتی‌متر و روی ردیف دو سانتی‌متر در نظر گرفته شد (Dadashi, 2013). کاشت به صورت خشکه‌کاری و سیستم آبیاری مورد استفاده به صورت قطره‌ای بود. بعد از آبیاری‌های اولیه برای سبز شدن، آبیاری‌های بعدی بر اساس نیاز گیاه و هر هشت روز یک‌بار انجام گرفت. کاشت بذور گیاهان پوششی به صورت دستپاش بر روی پشته‌ها و با فاصله ردیف 25 سانتی‌متر از ردیف گیاه زراعی انجام گرفت و سپس به منظور ایجاد تراکم مورد نظر، سویا در مرحله 6-4 برگی و گیاهان پوششی در مرحله 4-3 برگی تنک شدند. گیاهان پوششی تا پایان فصل رشد در زمین باقی ماندند. علف‌های هرز شناسایی شده در مزرعه شامل چسبک (*Setaria viridis* L.)، دم-روباهی باریک (*Alopecurus myosuroides* Huds)، تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus* L.)، گوش بره (*Chrozophora tinctoria* (L.) juss)، قیاق (*Sorghum halepense* (L.) pers)، مرغ (*Cynodon dactylon* (L.) pers)، پیچک (*Convolvulus arvensis* L.) و خربزه وحشی (Cucumis melo var agrestis) بودند، که چسبک، دم‌روباهی و تاج‌خروس بیشترین فراوانی را در بین سایر علف‌های هرز داشتند و به عنوان علف‌های هرز غالب مزرعه در نظر گرفته شدند. مابقی علف‌های هرز موجود در مزرعه به عنوان سایر علف‌های هرز مورد بررسی قرار گرفتند. به منظور مطالعه توزیع عمودی سطح برگ و ماده خشک سویا، گیاهان پوششی و

علف‌های‌هرز 90 روز پس از کاشت (پس از بسته شدن کانوپی سویا) نمونه‌برداری انجام گرفت. نمونه‌برداری سویا و گیاهان پوششی در هر کرت از سطح 0/025 مترمربع انجام شد، که در همین مرحله برای نمونه‌برداری علف‌های هرز از کادرهای 40 ×40 سانتی‌متر مربع در هر کرت استفاده شد. برای این منظور بوته‌ها در مزرعه با مقوای مدرج به لایه‌های 20 سانتی‌متری تقسیم و نمونه‌های هر لایه به طور مجزا داخل پاکت‌های مجزا قرار داده شدند (Mosier & Oliver, 1995). سطح برگ هر لایه در آزمایشگاه توسط دستگاه سطح برگ سنج[1]، اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری ماده خشک نمونه‌ها به مدت 48 ساعت درون آون در دمای 70 درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و سپس توزین شدند. به منظور محاسبه عملکرد هر کرت در زمان رسیدگی فیزیولوژیک از ردیف‌های میانی 1/5 مترمربع برداشت گردید. نمودارها توسط نرم‌افزار Excel رسم گردید. تجزیه آماری داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS (Ver. 9.2) و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح آماری پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

توزیع عمودی سطح برگ

سویا

در بررسی تغییرات عمودی سطح برگ سویا در لایه‌های مختلف کانوپی مشاهده شد که بیشترین تمرکز شاخص سطح برگ سویا (به ترتیب 30/33 و 38/6 درصد) در شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز مربوط به لایه 60-40 سانتی‌متر بود (شکل 1). البته در شرایط کنترل به لحاظ آماری اختلافی میان لایه 60-40 سانتی‌متر و بالاترین لایه کانوپی (100-80 سانتی‌متر) و در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز نیز اختلافی میان لایه 60-40 سانتی‌متر و بالاترین لایه کانوپی 80-60 سانتی‌متر مشاهده نگردید (شکل 1).

بیشترین سطح برگ سویا در حضور شنبلیله به عنوان گیاه پوششی در هر دو زمان کاربرد مربوط به لایه 80-60 سانتی‌متری کانوپی بود (شکل 1) و کاشت همزمان و با تأخیر شنبلیله به ترتیب باعث اختصاص 39/58 و 24/84 درصد از سطح برگ سویا به این لایه شدند (شکل 1). کاشت شنبلیله به عنوان گیاه پوششی در میان ردیف‌های سویا باعث افزایش سهم لایه‌های بالایی کانوپی سویا در کاشت همزمان شد و در کاشت با تأخیر توزیع نسبتاً یکنواختی در لایه‌های مختلف کانوپی داشته است، به طوری‌که در کاشت با تأخیر آن توزیع نسبتاً یکنواختی در لایه‌های 40-20، 60-40، 80-60 و 100-80 سانتی‌متری وجود داشت (شکل 1).

بیشترین سطح برگ سویا در حضور ماشک به عنوان گیاه پوششی در کاشت همزمان مربوط به لایه 80-60 سانتی‌متری کانوپی و در کاشت با تأخیر در لایه 60-40 سانتی‌متری بود (شکل 1). کاشت همزمان و با تأخیر ماشک باعث اختصاص به ترتیب 35/98 و 27/18 درصد از سطح برگ سویا به این لایه شدند (شکل 1). گیاه ماشک در هر دو تاریخ کاشت موجب شد تا سطح برگ سویا توزیع نسبتاً یکنواختی در لایه‌های مختلف کانوپی داشته است. نتایج زعفریان و همکاران (Zaefarian et al., 2009) نشان داد که سویا جهت دریافت نور سطح برگ خود را در تمام لایه‌های کانوپی توزیع نمود تا بتواند از نوری که به وسیله ذرت و تاتوره (*Datura stramonium* L.) جذب نشده است، استفاده نماید.

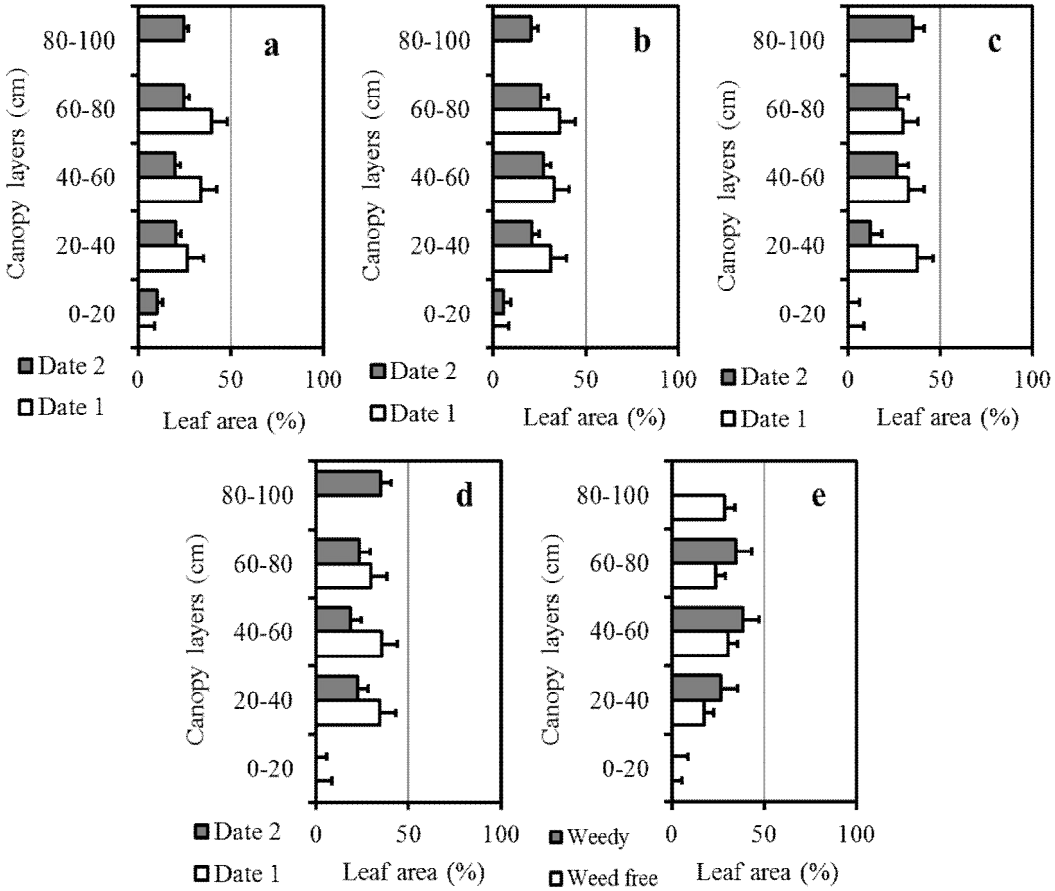
بیشترین سطح برگ سویا در حضور شبدر به عنوان گیاه پوششی در کاشت همزمان مربوط به لایه 40-20 سانتی‌متری کانوپی و در کاشت با تأخیر در لایه 100-80 سانتی‌متری بود (شکل 1). کاشت همزمان باعث اختصاص 37/68 درصد و کاشت با تأخیر شبدر 34/97 درصد از سطح برگ سویا به این لایه شدند (شکل 1).

بیشترین سطح برگ سویا در حضور خلر به عنوان گیاه پوششی در کاشت همزمان مربوط به لایه 60-40 سانتی‌متری کانوپی و در کاشت با تأخیر در لایه 100-80 سانتی‌متری بود (شکل 1). کاشت همزمان باعث اختصاص 38/69 درصد و کاشت با تأخیر خلر 35/19 درصد از سطح برگ سویا به این لایه شدند (شکل 1).

به طور کلی بر اساس بررسی روند توزیع عمودی سطح برگ سویا در تیمارهای مختلف کشت خالص و حضور گیاهان پوششی مشاهده شد که به جز در تیمار شنبلیله و ماشک در تاریخ کاشت دوم، در بقیه تیمارها بوته‌های سویا سطح برگ خود را از لایه 40-20 سانتی‌متری شروع کردند (شکل 1). دلیل این امر را می‌توان به پیری زودرس و ریزش برگ‌های این لایه به خاطر سایه‌اندازی و کاهش نور قابل دسترس در این لایه نسبت داد (Rajcan & Swanton, 2001). هنگامی‌که رقابت علف‌های هرز با گیاه زراعی شدید است، برگ‌ها نیز با سرعت بیشتری پیر می‌شوند (Cavero et al., 2000). در تاریخ کاشت اول، گیاهان پوششی به دلیل حضور زودتر در مزرعه

1- Laser leaf area meter (CID, Inc.; CI-203)

و استفاده بهتر از منابع، با گیاه اصلی رقابت کردند و رشد گیاه زراعی در لایه‌های پایین‌تر کانوپی متوقف گردید ولی در تاریخ کاشت دوم به دلیل عدم رقابت گیاهان پوششی، رشد گیاه زراعی سویا بهتر بـوده و توزیع سطح برگ در لایه‌های پایین‌تر کـانوپی مشـاهده شـده اسـت (شکل 1).



شکل 1- درصد سطح برگ سویا در لایه‌های مختلف کانوپی در حضور شنبلیله (الف)، ماشک (ب)، شبدر (ج)، خلر (د) و کشت خالص سویا (هـ)

Fig. 1- Leaf area percentage of soybean in different layers of canopy in presence of fenugreek(a), winter veteh (b), Persian clover (c), chickling pea (d) and monoculture of soybeans (e)

Date 1: کاشت همزمان سویا با گیاه پوششی و Date 2: کاشت گیاه پوششی 21 روز پس از سویا

Cover crop planting three weeks after Date 1: Simultaneous planting of soybean with cover crop and Date 2: soybeans

Weedy: کشت خالص سویا در حضور علف‌های‌هرز و Weed free: کشت خالص سویا در شرایط وجین علف‌های هرز

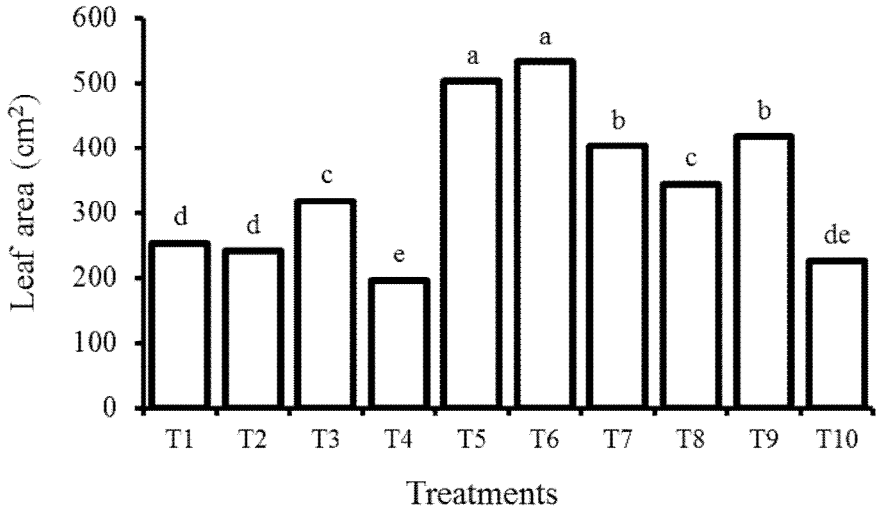
Weedy: Monoculture of soybean in weedy condition and Weed free: Monoculture of soybean in weed free condition

بارهای افقی در هر شکل نشان‌دهنده خطای استاندارد است.

Horizontal bars in each shape shows standard error.

پس از مقایسه تیمارهای مختلف گیاهان پوششی به نظر می‌رسد کاشت گیاه ماشک در تـاریخ کاشـت دوم موجـب حصـول مشـاهده بیشترین سطح برگ کل سویا (شکل 2)، کمترین ماده خشک علف‌های هرز (شکل 7) و همچنین کمترین شاخص سطح بـرگ ماشـک (شکل 3) در این تیمار گشته است. حضور علف‌های هرز باعث کاهش شاخص سطح برگ نسبت به شرایط کنترل علـف‌هـای هـرز گردیـد (شکل 1). صفاهانی لنگرودی و همکاران (Safahani Langerodi et al., 2008) در بررسی رقابت ارقام کلـزا (*Brassica napus* L.) بـا

خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) گزارش کردند که کاهش سطح برگ در شرایط اختلاط خردل وحشی نسبت به شرایط کنترل آن به دلیل تأثیرگذاری و فشار رقابتی خردل وحشی بر ارقام کلزا می‌باشد.



شکل 2- تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش بر سطح برگ کل سویا

Fig. 2- Effect of different treatments on total leaf area of soybeans

T_1، T_2، T_3 و T_4: به ترتیب تاریخ کاشت اول شنبلیله، ماشک، شبدر و خلر، T_5، T_6، T_7 و T_8: به ترتیب تاریخ کاشت دوم شنبلیله، ماشک، شبدر و خلر و T_9 و T_{10}: به ترتیب کاشت سویا بدون گیاه پوششی در شرایط با وجین و بدون وجین علف‌های هرز

T_1, T_2, T_3 and T_4: Simultaneous planting of soybean with fenugreek, winter veteh, Persian clover and chickling pea, T_5, T_6, T_7 and T_8: Planting of fenugreek, winter veteh, Persian clover and chickling pea and T_9 and T_{10}: Monoculture of soybeans in weedy, and weed free respectively.

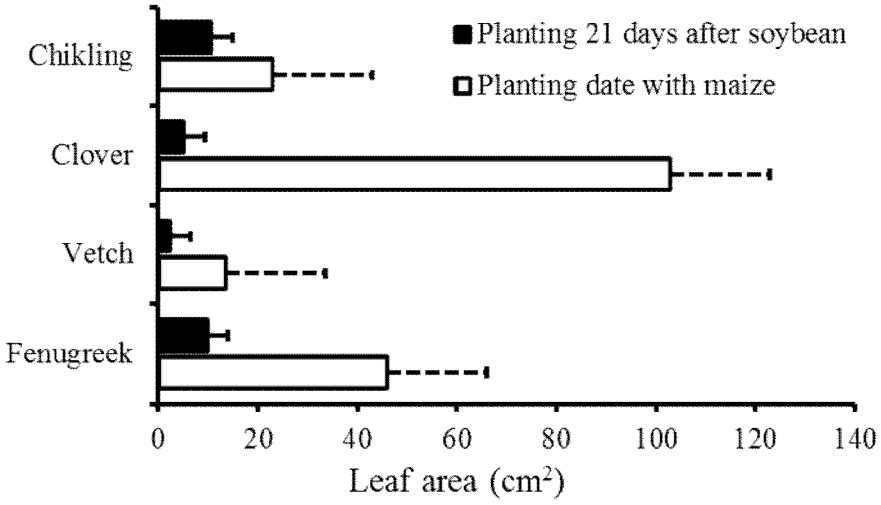
وجود حداقل یک حرف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن است.

Means within a same letters are not significantly different at α=0.05 based on Duncan's test.

در بررسی تأثیر تیمارهای آزمایش بر سطح برگ کل سویا مشاهده گردید، بیشترین سطح برگ کل سویا در تیمار کاشت با تأخیر ماشک بوده که از لحاظ آماری با کاشت با تأخیر شنبلیله تفاوت معنی‌داری نداشته در حالی‌که کمترین سطح برگ کل سویا در تیمار کاشت همزمان سویا با خلر به دست آمده است (شکل 2). علت مشاهده بیشترین سطح برگ کل سویا در تیمار کاشت با تأخیر ماشک به نظر می‌رسد به دلیل کمترین ماده خشک علف‌های هرز (شکل 7) و همچنین به دلیل کمترین شاخص سطح برگ ماشک در این تیمار بوده (شکل 3) که موجب شده گیاه اصلی سویا بتواند از منابع استفاده کارآمدتری بنماید و شاخ و برگ خود را گسترش دهد در حالی‌که کمترین سطح برگ کل سویا در تیمار کاشت همزمان سویا با خلر به دست آمد (شکل 2) که می‌تواند به دلیل رقابت بر سر منابع با گیاه زراعی باشد.

گیاهان پوششی

بررسی تغییرات عمودی شاخص سطح برگ در لایه‌های مختلف اجتماع گیاهان پوششی در زمان بسته شدن کانوپی سویا نشان داد که گیاهان پوششی در کاشت با تأخیر به دلیل استقرار سریع‌تر بوته‌های سویا و علف‌های هرز و ایجاد فشار رقابتی آن‌ها از شاخص سطح برگ کمتری نسبت به کاشت همزمان برخوردار بودند (شکل 3). شبدر در کاشت همزمان با سویا بیشترین شاخص سطح برگ (102/77 سانتی-متر مربع) را به خود اختصاص داد. کمترین شاخص سطح برگ در میان گیاهان پوششی مربوط به ماشک با شاخص سطح برگ 2/32 سانتی‌متر مربع در زمان کاشت 21 روز بعد از سویا بوده است (شکل 3).



شکل 3- تأثیر زمان کاشت بر سطح برگ کانوپی گیاهان پوششی
Fig. 3- Effect of sowing date on leaf area of cover crops canopy

علف‌های هرز

در حضور گیاهان پوششی بیشترین شاخص سطح برگ علف‌هرز چسبک در تیمار کاشت با تأخیر شبدر در لایه ابتدایی کانوپی به دست آمد. همچنین بالاترین شاخص سطح برگ دم‌روباهی در تیمار سویا بدون کنترل علف‌هرز در لایه ابتدایی کانوپی به دست آمد و بالاترین شاخص سطح برگ تاج‌خروس نیز در لایه میانی 40-20 سانتی‌متر در تیمار کاشت همزمان با سویا با شنبلیله حاصل گردید (جدول 2).

در خصوص سایر گونه‌های هرز مزرعه، تمرکز بیشترین شاخص سطح برگ مربوط به تیمار سویا بدون کنترل علف‌هرز در لایه ابتدایی کانوپی بود. همه تیمارها به جز شنبلیله در کاشت همزمان با سویا در حضور سایر گونه‌های هرز مزرعه تمام سطح برگ خود را در یک لایه یعنی لایه ابتدایی کانوپی متمرکز نمودند (جدول 2).

در زمان عدم کاربرد گیاهان پوششی، تنها علف‌هرز چسبک توانست سطح برگ خود را تا لایه 40-20 سانتی‌متری گسترش دهد، هر چند بیشترین تمرکز سطح برگ چسبک مربوط به لایه 20-0 سانتی‌متری (75/71 درصد) بود (جدول 2)، در حالی‌که در این تیمار دم‌روباهی، تاج‌خروس و سایر علف‌های هرز 100 درصد تمام سطح برگ خود را در ابتدایی‌ترین لایه کانوپی (20-0 سانتی‌متر) مستقر نمودند (جدول 2).

به طور کلی، می‌توان نتیجه گرفت که بیشترین شاخص سطح برگ در اکثر علف‌های هرز در لایه ابتدایی کانوپی یعنی 20-0 سانتی‌متر به دست آمده است که به نظر می‌رسد به دلیل توانایی رقابتی بالا و سایه‌اندازی سویا به همراه گیاهان پوششی در رقابت با علف‌های هرز می‌باشد. بالاتر بودن مقدار و محل قرارگیری برگ و تجمع ماده خشک در کانوپی باعث افزایش دسترسی گیاه به نور و نهایتاً افزایش قدرت رقابتی گیاهان می‌شود (Moeching et al., 2003; Caton et al., 2001)؛ در حالی‌که تاج‌خروس از قابلیت رقابتی بالاتری نسبت به سایر علف‌های هرز برخوردار بوده و توانسته بیشترین شاخص سطح برگ را در لایه بالاتری نسبت به بقیه (40-20 سانتی‌متر) اختصاص دهد (جدول 2). برینارد و همکاران (Brainard et al., 2005) گزارش کردند که طول ویژه ساقه[1] (SSL) یا به عبارتی نسبت طول ساقه به وزن آن در تاج‌خروس (*Amaranthus powerllii* S.wats) با افزایش رقابت به خاطر کاهش کیفیت و کمیت نور بیشتر می‌شود.

در بررسی تأثیر تیمارهای آزمایش بر سطح برگ مجموع علف‌های هرز مشاهده گردید بیشترین مجموع سطح برگ (290/4 سانتی‌متر مربع) در تیمار کاشت همزمان سویا با شنبلیله و کمترین مجموع سطح برگ (صفر سانتی‌متر مربع) در تیمار کاشت ماشک 21

1- Specific stem length

روز بعد از سویا به دست آمد (شکل 4).

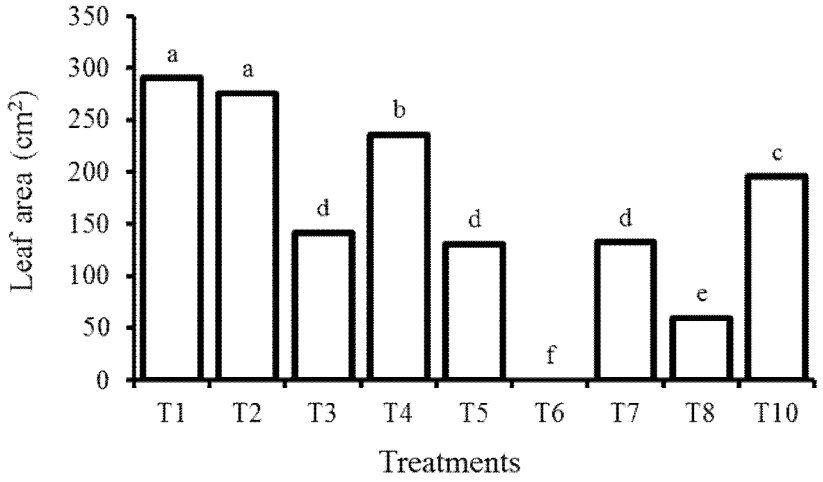
جدول 2- تأثیر تیمارهای آزمایش بر توزیع عمودی سطح برگ علف‌های هرز

Table 2- Effect of treatments on weed leaf area vertical distribution

علف هرز Weed	لایه کانوپی (سانتی‌متر) Canopy layer (cm)	کشت گیاهان پوششی همزمان با سویا Planting of cover crops simultaneous with soybean				کشت گیاهان پوششی 21 روز پس از سویا Planting of cover crops 21 dap of soybean				کشت خالص سویا Monoculture of soybean
		شنبلیله Fenugreek	ماشک Vetch	شبدر Clover	ماشک Chikling	شنبلیله Fenugreek	ماشک Vetch	شبدر Clover	خلر Chikling	
چسبک Green foxtail	0-20	0^{j*}	49.6^{b}	29.7^{de}	57.3^{b}	29.1^{de}	0^{j}	71.03^{a}	8.45^{hi}	5.3^{hij}
	20-40	0^{j}	31.6^{cd}	17.8^{fg}	7.32^{hij}	38.1^{c}	0^{j}	22.6^{ef}	0^{j}	1.7^{ij}
	40-60	0^{j}	18.2^{fg}	49.7^{b}	0^{j}	10.5^{bg}	0^{j}	0^{j}	0^{j}	0^{j}
دم روباهی Foxtail grass	0-20	16.7^{b}	14.8^{bc}	12.3^{cde}	11^{def}	13.01^{cde}	0^{h}	10.8^{ef}	11.3^{cdef}	33.4^{a}
	20-40	0^{h}	0^{h}	12.4^{cde}	0^{h}	14.5^{bcd}	10.2^{ef}	8.2^{fg}	0^{h}	0^{h}
	40-60	0^{h}	0^{h}	0^{h}	0^{h}	0^{h}	6.3^{g}	0^{h}	0^{h}	0^{h}
تاج خروس Red root pigweed	0-20	61.1^{c}	47.6^{d}	0^{h}	72.2^{b}	13.5^{g}	0^{h}	20.1^{efg}	0^{h}	16.4^{fg}
	20-40	98.8^{a}	64.2^{bc}	0^{h}	73.4^{b}	0^{h}	0^{h}	0^{h}	0^{h}	0^{h}
	40-60	28.8^{e}	24.1^{ef}	0^{h}	0^{h}	0^{h}	0^{h}	0^{h}	0^{h}	0^{h}
سایر علف‌های هرز Other weeds	0-20	25.7^{d}	13.1^{e}	32^{cd}	0^{f}	10.4^{ef}	0^{f}	0^{f}	40.1^{c}	138.6^{a}
	20-40	59.3^{b}	0^{f}	0^{f}	0^{f}	0^{f}	0^{f}	0^{f}	0^{f}	0^{f}
مجموع Total		290.5^{a}	275.6^{a}	141.6^{d}	235.8^{b}	131.06^{d}	0^{f}	132.7^{d}	59.9^{e}	195.3^{c}

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از لحاظ آماری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

* Means within a same letters are not significantly different at α=0.05 based on Duncan's test.



شکل 4- تأثیر تیمارهای آزمایش بر سطح برگ مجموع علف‌های هرز

Fig. 4- Effect of different treatments on total leaf area of weeds

T_1، T_2، T_3 و T_4: به ترتیب تاریخ کاشت اول شنبلیله، ماشک، شبدر و خلر، T_5، T_6، T_7 و T_8: به ترتیب تاریخ کاشت دوم شنبلیله، ماشک، شبدر و خلر و T_9 و T_{10}: به ترتیب کاشت سویا بدون گیاه پوششی در شرایط با وجین و بدون وجین علف‌های هرز

T_1, T_2, T_3 and T_4: Simultaneous planting of soybean with fenugreek, winter veteh, Persian clover and chickling pea, T_5, T_6, T_7 and T_8: Planting of fenugreek, winter veteh, Persian clover and chickling pea and T_9 and T_{10}: Monoculture of soybeans in weedy, and weed free respectively.

وجود حداقل یک حرف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن است.

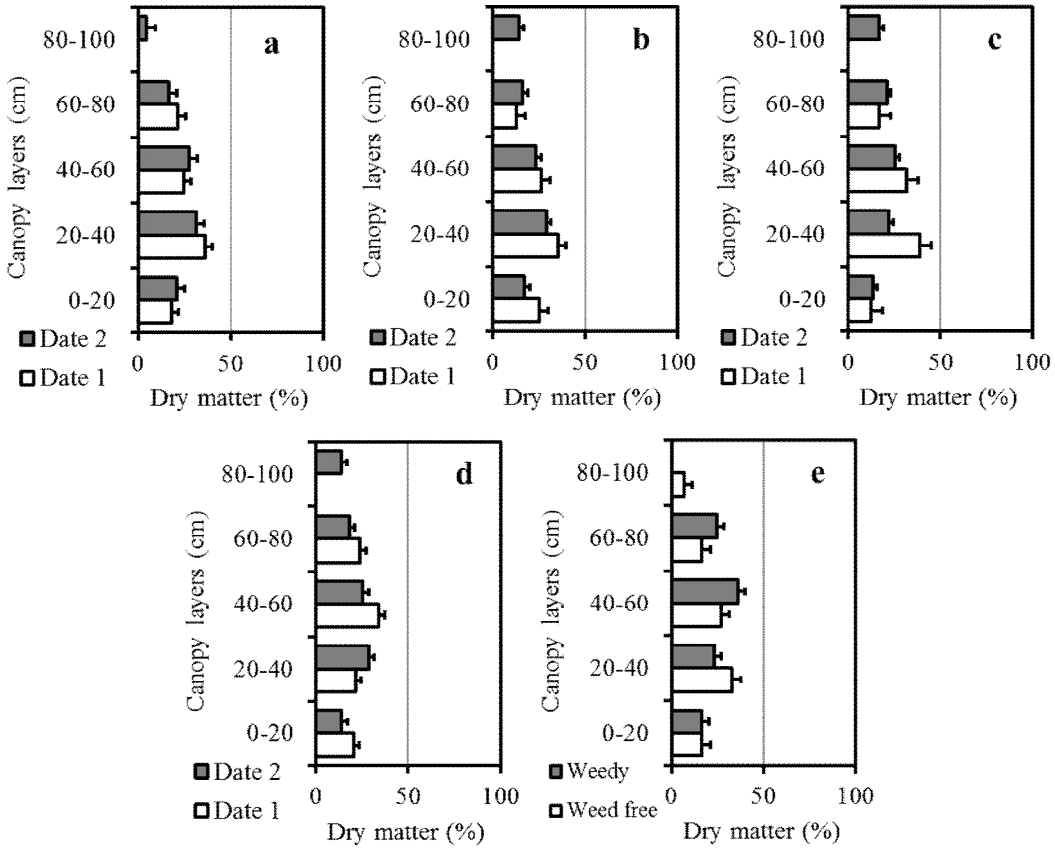
Means within a same letters are not significantly different at α=0.05 based on Duncan's test.

البته تیمار کاشت همزمان سویا با شنبلیله و ماشک از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. در حالی‌که یوچینو و همکاران (Uchino et al., 2012) در مطالعه امکان سرکوب علف‌های هرز ذرت توسط گیاهان پوششی، بیشترین مجموع سطح برگ علف‌های هرز را در تیمارهای عدم کاربرد گیاهان پوششی گزارش کردند.

توزیع عمودی ماده خشک

سویا

در بررسی توزیع عمودی ماده خشک سویا در لایه‌های مختلف کانوپی مشاهده شد که بیشترین تمرکز ماده خشک سویا در شرایط کنترل و عدم کنترل علف‌های هرز به ترتیب مربوط به لایه‌های40-20 و 60-40 سانتی‌متر (32/97 درصد در شرایط کنترل و 36/05 درصد در شرایط عدم کنترل علف‌های هرز) بود. البته در شرایط کنترل به لحاظ آماری اختلافی میان لایه 40-20 و لایه 60-40 سانتی‌متری مشاهده نگردید (شکل 5).



شکل 5- درصد ماده خشک سویا در لایه‌های مختلف کانوپی در حضور شنبلیله (الف)، ماشک (ب)، شبدر (ج)، خلر (د) و کشت خالص سویا (هـ)

(b), Fig. 5- Dry matter percentage of soybean in different layers of canopy in presence of fenugreek (a), winter veteh Persian clover (c), chickling pea (d) and monoculture of soybeans (e)

Date 1: کاشت همزمان سویا با گیاه پوششی و Date 2: کاشت گیاه پوششی 21 روز پس از سویا

Cover crop planting three weeks after soybeans. Date 1: Simultaneous planting of soybean with cover crop and Date 2:

Weedy: کشت خالص سویا در حضور علف‌های هرز و Weed free: کشت خالص سویا در شرایط وجین علف‌های هرز

Weedy: Monoculture of soybean in weedy condition and Weed free: Monoculture of soybean in weed free condition

بارهای افقی در هر شکل نشان‌دهنده خطای استاندارد است.

Horizontal bars in each shape shows standard error.

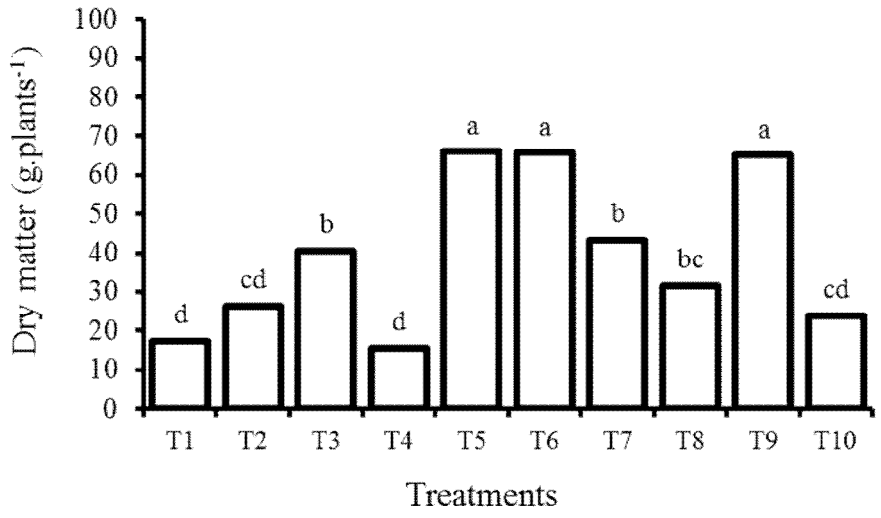
بیشترین ماده خشک سویا در حضور شنبلیله به عنوان گیاه پوششی در هر دو زمان کاربرد مربوط به لایه 40-20 سانتی‌متری کانوپی بود. کاشت همزمان و با تأخیر شنبلیله به ترتیب باعث اختصاص 35/98 و 31/11 درصد از ماده خشک سویا به این لایه شدند. کاشت شنبلیله به عنوان گیاه پوششی در میان ردیف‌های سویا در هر دو تاریخ کاشت باعث افزایش سهم ماده خشک در لایه 40-20 سانتی‌متر شد و از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین این لایه و لایه 60-40 سانتی‌متر مشاهده نگردید (شکل 5).

بیشترین ماده خشک سویا در حضور ماشک به عنوان گیاه پوششی در هر دو تاریخ کاشت نیز مربوط به لایه 40-20 سانتی‌متری کانوپی بود، به طوری‌که کاشت همزمان و کاشت با تأخیر ماشک به ترتیب باعث اختصاص 35/25 و 29 درصد از ماده خشک سویا به این لایه شدند (شکل 5).

بیشترین ماده خشک سویا در حضور شبدر به عنوان گیاه پوششی در کاشت همزمان مربوط به لایه 40-20 سانتی‌متری کانوپی و در کاشت با تأخیر در لایه 60-40 سانتی‌متری بود (شکل 5). کاشت همزمان باعث اختصاص 39/04 درصد و کاشت با تأخیر شبدر 25/73 درصد از ماده خشک سویا به این لایه‌ها شدند (شکل 5).

بیشترین ماده خشک سویا در حضور خلر به عنوان گیاه پوششی در کاشت همزمان مربوط به لایه 60-40 سانتی‌متری کانوپی و در کاشت با تأخیر در لایه 40-20 سانتی‌متری بود. کاشت همزمان خلر باعث اختصاص 34/10 درصد و کاشت با تأخیر آن موجب اختصاص 28/66 درصد از ماده خشک سویا به این لایه شدند (شکل 5).

به طور کلی، بر اساس نتایج به دست آمده بیشترین تجمع ماده خشک سویا در 70% تیمارها در لایه‌های پایینی کانوپی (40-20 سانتی‌متر) متمرکز شد. احمدوند و همکاران (Ahmadvand et al., 2006) در بررسی رقابت گندم (*Triticum aestivum* L.) و یولاف (*Avena fatua* L.) گزارش کردند که در آغاز بسته شدن کانوپی سهم ماده خشک گندم از پایین به بالای کانوپی کاسته شد، در حالی‌که حداکثر تمرکز ماده خشک یولاف مربوط به لایه‌های میانی آن بود.



شکل 6- تأثیر تیمارهای مختلف آزمایش بر ماده خشک کل سویا

Fig. 6- Effect of different treatments on total dry matter of soybeans

T_1، T_2، T_3 و T_4: به ترتیب تاریخ کاشت اول شنبلیله، ماشک، شبدر و خلر، T_5، T_6، T_7 و T_8: به ترتیب تاریخ کاشت دوم شنبلیله، ماشک، شبدر و خلر و T_9 و T_{10}: به ترتیب کاشت سویا بدون گیاه پوششی در شرایط بدون وجین و وجین علف‌های هرز

T_1, T_2, T_3 and T_4: Simultaneous planting of soybean with fenugreek, winter veteh, Persian clover and chickling pea, T_5, T_6, T_7 and T_8: Planting of fenugreek, winter veteh, Persian clover and chickling pea and T_9 and T_{10}: Monoculture of soybeans in weedy, and weed free respectively.

وجود حداقل یک حرف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن است.

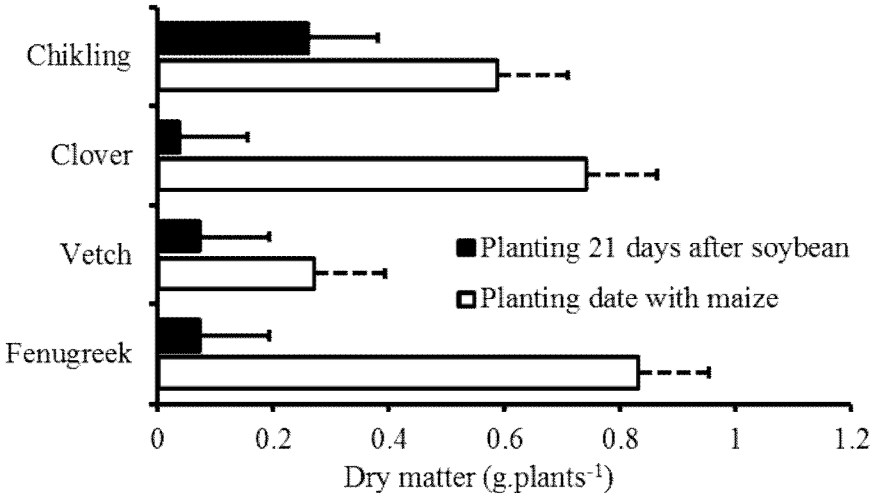
Means within a same letters are not significantly different at α=0.05 based on Duncan's test.

در تمامی تیمارها کاشت با تأخیر گیاهان پوششی موجب افزایش ماده خشک سویا نسبت به کاشت همزمان آن گردید. همچنین حضور علف‌های هرز باعث کاهش ماده خشک نسبت به شرایط کنترل علف‌های هرز گردید.

در بررسی تأثیر تیمارهای آزمایش روی ماده خشک کل سویا مشاهده گردید بیشترین ماده خشک کل سویا در تیمار کاشت با تأخیر شنبلیله می‌باشد که به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با کشت با تأخیر ماشک و سویای با وجین نداشته است و کمترین ماده خشک کل در تیمار کاشت همزمان خلر به دست آمده است که به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با کشت همزمان شنبلیله نداشته است (شکل 6).

گیاهان پوششی

بررسی تغییرات عمودی ماده خشک در لایه‌های مختلف اجتماع گیاهان پوششی در زمان بسته شدن کانوپی سویا نشان داد که گیاهان پوششی در کاشت با تأخیر از ماده خشک کمتری نسبت به کاشت همزمان برخوردار بودند (شکل 7). به عقیده اسپیترز و واندینبرگ (Spitters & Vandenberg, 1982) گونه‌ای که زودتر سبز شده و یا سرعت بیشتری داشته باشد، در واحد زمان سهم بیشتری از این فضا را به خود اختصاص داده و شاخه و برگ خود را زودتر توسعه می‌دهد. در میان گیاهان پوششی، شنبلیله در کاشت همزمان با سویا بیشترین ماده خشک را به میزان 0/83 گرم بر بوته به خود اختصاص داد. کمترین ماده خشک در میان گیاهان پوششی مربوط به شبدر به میزان 0/03 گرم بر بوته در زمان کاشت 21 روز بعد از سویا بوده است (شکل 7).



شکل 7- تأثیر زمان کاشت بر ماده خشک کانوپی گیاهان پوششی

Fig. 7- Effect of sowing date on dry matter of cover crops canopy

علف‌های هرز

در حضور گیاهان پوششی بیشترین ماده خشک علف‌هرز چسبک در تیمار خلر در کاشت همزمان با سویا در لایه ابتدایی کانوپی به دست آمد (جدول 3). همچنین تمرکز بیشترین ماده خشک دم‌روباهی و سایر علف‌های هرز نیز مربوط به تیمار سویا بدون کنترل علف‌هرز در لایه ابتدایی کانوپی بود (جدول 3) و بالاترین ماده خشک تاج-خروس نیز در لایه ابتدایی کانوپی در تیمار کاشت همزمان شنبلیله با سویا حاصل گردید (جدول 3).

در زمان عدم کاربرد گیاهان پوششی بیشترین تمرکز ماده خشک چسبک (78/37 درصد) و دم‌روباهی (62/30 درصد) مربوط به لایه 20-0 سانتی‌متری بود (جدول 3). تاج‌خروس و سایر علف‌های هرز نیز 100 درصد سطح برگ خود را در این لایه از کانوپی مستقر نمودند (جدول 3).

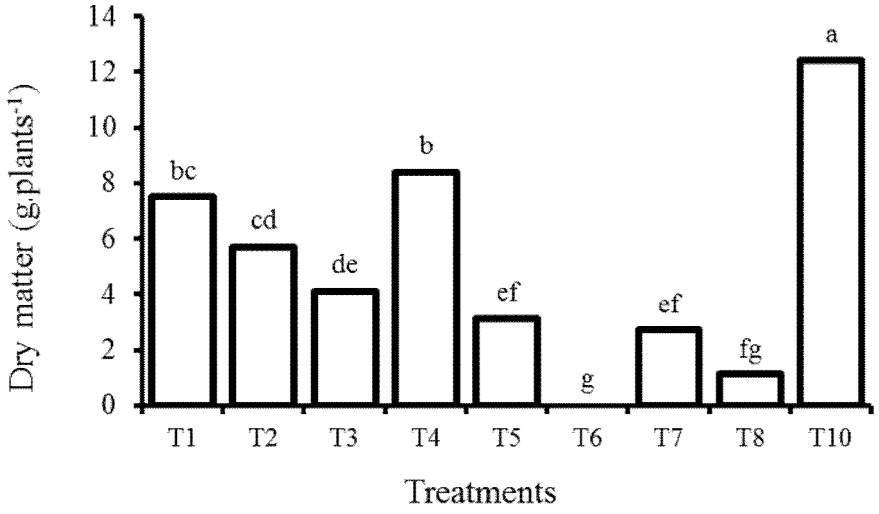
جدول 3- تأثیر تیمارهای آزمایش بر توزیع عمودی ماده خشک علف‌های هرز

Table 3- Effect of treatments on weed dry matter vertical distribution

علف هرز Weed	لایه کانوپی (سانتی‌متر) Canopy layer (cm)	کاشت گیاهان پوششی همزمان با سویا Planting of cover crops simultaneous with soybean				کاشت گیاهان پوششی 21 روز پس از سویا Planting of cover crops 21 dap of soybean				کشت خالص سویا Monoculture of soybean
		شنبلیله Fenugreek	ماشک Vetch	شبدر Clover	خلر Chikling	شنبلیله Fenugreek	ماشک Vetch	شبدر Clover	خلر Chikling	
چسبک green foxtail	0-20	0^{h*}	0.95^{d}	0.59^{e}	2.81^{a}	1.2^{c}	0^{h}	1.46^{b}	0.26^{g}	0.25^{g}
	20-40	0^{h}	0.25^{g}	0.49^{f}	0.27^{g}	0.53^{ef}	0^{h}	0.24^{g}	0^{h}	0.08^{h}
	40-60	0^{h}	0.2^{g}	0.24^{g}	0^{h}	0.48^{f}	0^{h}	0^{h}	0^{h}	0^{h}
دم روباهی Foxtail grass	0-20	0.49^{c}	0.29^{efg}	0.32^{de}	0.31^{def}	0.17^{h}	0^{i}	0.3^{defg}	0.21^{fgh}	2^{a}
	20-40	0^{i}	0.24^{efgh}	0^{i}	0.4^{cd}	0.21^{fgh}	0^{i}	0.2^{gh}	0^{i}	1.21^{b}
	40-60	0^{i}	0.26^{efgh}	0^{i}	0^{i}	0.2^{gh}	0^{i}	0^{i}	0^{i}	0^{i}
تاج خروس Red root pigweed	0-20	3^{a}	1.52^{c}	0^{g}	2.54^{b}	0.2^{fg}	0^{g}	0.51^{ef}	0^{g}	0.51^{c}
	20-40	1.76^{c}	0.93^{d}	1.9^{c}	0^{g}	0^{g}	0^{g}	0^{g}	0^{g}	0^{g}
	40-60	0.9^{de}	0.8^{de}	0^{g}	0^{g}	0^{g}	0^{g}	0^{g}	0^{g}	0^{g}
سایر علف‌های هرز Other weeds	0-20	0.55^{c}	0.23^{c}	2.5^{b}	0^{c}	0.11^{c}	0^{c}	0^{c}	0.65^{c}	8.31^{a}
	20-40	0.79^{c}	0^{c}	0^{c}	0^{c}	0^{c}	0^{c}	0^{c}	0^{c}	0^{c}
مجموع Total		7.5^{bc}	5.7^{cd}	4.1^{de}	8.4^{b}	3.1^{ef}	0^{g}	2.7^{ef}	1.1^{fg}	12.4^{a}

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از لحاظ آماری در سطح پنج درصد بر اساس آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

* Means within a same letters are not significantly different at α=0.05 based on Duncan's test.



شکل 8- تأثیر تیمارهای آزمایش بر ماده خشک مجموع علف‌های هرز

Fig. 8- Effect of different treatments on total dry matter of weeds

T_1، T_2، T_3 و T_4: به ترتیب تاریخ کاشت اول شنبلیله، ماشک، شبدر و خلر، T_5، T_6، T_7 و T_8: به ترتیب تاریخ کاشت دوم شنبلیله، ماشک، شبدر و خلر و T_9 و T_{10}: به ترتیب کاشت سویا بدون گیاه پوششی در شرایط با وجین و بدون وجین علف‌های هرز

T_1, T_2, T_3 and T_4: Simultaneous planting of soybean with fenugreek, winter veteh, Persian clover and chickling pea, T_5, T_6, T_7 and T_8: Planting of fenugreek, winter veteh, Persian clover and chickling pea and T_9 and T_{10}: Monoculture of soybeans in weedy, and weed free respectively.

وجود حداقل یک حرف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون دانکن است.

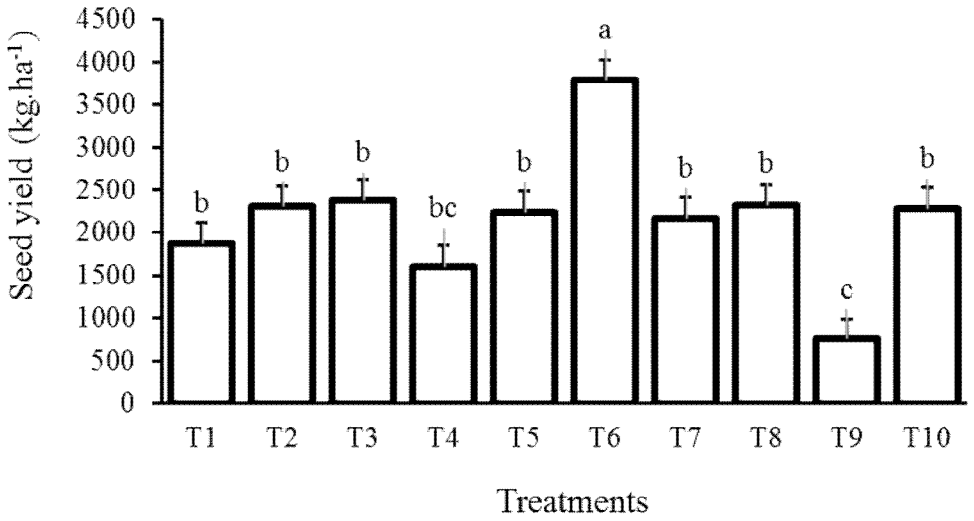
Means within a same letters are not significantly different at α=0.05 based on Duncan's test.

در بررسی تأثیر تیمارهای آزمایش بر مجموع ماده خشک علف-های هرز مشاهده گردید بیشترین ماده خشک مجموع علف‌هرز در تیمار کاشت سویای بدون وجین (12/4 گرم بر بوته) می‌باشد و کمترین ماده خشک کل در تیمار کاشت با تأخیر ماشک (صفر گرم بر بوته) به دست آمد که به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با کشت تأخیری خلر نداشت (شکل 8). یوچینو و همکاران (Uchino et al., 2009) در بررسی امکان کنترل علف‌های هرز ذرت و سویا توسط گیاهان پوششی اظهار داشتند که با افزایش سطح پوشش خاک توسط ذرت، سویا و گیاهان پوششی از میزان ماده خشک علف‌های هرز کاسته می‌شود.

عملکرد اقتصادی

عدم وجین علف‌های هرز در مقایسه با شرایط وجین علف‌های هرز در کاشت خالص سویا باعث کاهش 67 درصدی عملکرد دانه سویا گردید، به طوری‌که در میان تیمارهای آزمایش کمترین عملکرد دانه سویا در تیمار شاهد بدون وجین (749/4 کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد (شکل 9). در کانوپی‌های مخلوط علف‌هرز-گیاه زراعی، مقدار نور جذب شده توسط علف‌هرز رقیب، در رشد و عملکرد گیاه زراعی نقش تعیین‌کننده‌ای دارد. زیرا بر اثر سایه‌اندازی یک بوته روی بوته مجاور، شدت نور تغییر می‌کند. کاهش در شدت نور، رشد گیاه مغلوب را کاهش می‌دهد (Rao, 2006).

در بین گیاهان پوششی کمترین عملکرد سویا مربوط به کاشت خلر در تاریخ کاشت اول (1610/6 کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد که از لحاظ آماری با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری نداشته است (شکل 7). به نظر می‌رسد این کاهش عملکرد به دلیل همزمانی کشت با گیاه سویا و رشد سریع خلر در اوایل دوره رشد و رقابت برای رطوبت، نور و عناصر غذایی مربوط باشد. این نتایج با نتایج آته و دول (Ateh & Doll, 1996) و دهان و همکاران (DeHaan et al., 1994) که بیان داشتند کاشت گیاهان پوششی در مواقعی که رشد زیادی داشته باشد باعث رقابت مستقیم و کاهش رشد گیاه اصلی می‌گردد، مطابقت دارد.



شکل 9- عملکرد دانه سویا تحت تأثیر کاربرد و عدم کاربرد گیاهان پوششی

Fig. 9- Effect of cover crops on soybean yield

T_1، T_2، T_3 و T_4: به ترتیب تاریخ کاشت اول شنبلیله، ماشک، شبدر و خلر، T_5، T_6، T_7 و T_8: به ترتیب تاریخ کاشت دوم شنبلیله، ماشک، شبدر و خلر، T_9 و T_{10}: به ترتیب کاشت سویا بدون گیاه پوششی در شرایط بدون وجین و وجین علف‌های هرز

T_1, T_2, T_3 and T_4: Simultaneous planting of soybean with fenugreek, winter veteh, Persian clover and chickling pea, T_5, T_6, T_7 and T_8: Planting of fenugreek, winter veteh, Persian clover and chickling pea and T_9 and T_{10}: Monoculture of soybeans in weedy, and weed free respectively.

وجود حداقل یک حرف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار است.

Means within a same letters are not significantly different at α=0.05 based on LSD test.

بیشترین عملکرد دانه سویا (3792/6 کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار کاشت ماشک در تاریخ کاشت دوم می‌باشد (شکل 9) که با توجه به مشاهده کمترین شاخص سطح برگ و ماده خشک علف‌های هرز در کاشت با تأخیر ماشک (شکل‌های 4 و 8)، افزایش عملکرد سویا در این تیمار دور از انتظار نبود. افزایش عملکرد گیاه زراعی در حضور گیاهان پوششی توسط برخی از محققان گزارش شده است (Campigila et al., 2010; Ramroudi et al., 2010) این گیاهان می‌تواند از طریق مکانیسم‌های رقابت و آللوپاتی باعث کاهش رشد و یا رویش علف‌های هرز گردند. یوچینو و همکاران (Uchino et al., 2009) بیان داشتند که کاشت گیاهان پوششی 21 روز پس از کاشت گیاهان اصلی، باعث افزایش 29 درصدی عملکرد سویا و 68 درصدی عملکرد ذرت می‌گردد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این بررسی بیانگر این بود که در اکثر موارد بیشترین شاخص سطح برگ و همچنین تجمع ماده خشک علف‌های هرز در لایه ابتدایی کانوپی (20-0 سانتی‌متر) به دست آمده است که به نظر می‌رسد به دلیل توانایی رقابتی بالا و سایه‌اندازی سویا و گیاهان پوششی در رقابت با علف‌های هرز می‌باشد. حداکثر میزان شاخص سطح برگ و تجمع ماده خشک سویا در لایه‌های مختلف کانوپی بسته به نوع گیاه پوششی و زمان کاشت آن متفاوت بوده است. بررسی تغییرات عمودی شاخص سطح برگ و ماده خشک در لایه‌های مختلف اجتماع گیاهان پوششی نشان داد که گیاهان پوششی در کاشت با تأخیر از شاخص سطح برگ و ماده خشک کمتری نسبت به کاشت همزمان برخوردار بوده‌اند. در تیمار کاشت ماشک 21 روز بعد از کاشت سویا کمترین مجموع سطح برگ (صفر سانتی‌متر مربع) و کمترین ماده خشک کل علف‌هرز (صفر گرم بر بوته) به دست آمد، همچنین کاشت با تأخیر ماشک موجب تولید بیشترین عملکرد دانه سویا (3792/6 کیلوگرم در هکتار) در شرایط حضور علف‌هرز شد که بیشترین توانایی سرکوب‌کنندگی رشد علف‌های هرز را نسبت به سایر گیاهان پوششی داشته است. این گیاه می‌تواند از طریق مکانیسم‌های رقابت و آللوپاتی باعث کاهش رشد و یا رویش علف‌های هرز گردد. بنابراین می‌توان از این گیاه پوششی جهت کنترل علف‌های هرز سویا بدون استفاده از نهاده‌های شیمیایی استفاده کرد.

منابع

Abdali Mashhadi, A. 1999. Intercropping, effect of sustainable agriculture (part one). Zeitun Journal 137:13-17. (In Persian)

Abdin, O.A., Zhou, X.M., Cloutier, D., Coulman, D.C., Faris, M.A., and Smith, D.L. 2000. Cover crops and interrow tillage for weed control in short season maize (*Zea mays*). European Journal of Agronomy 12: 93-102.

Ahmadvand, G., Nassiri Mahallati, M., and Koocheki, A. 2006. Effect of light competition and nitrogen fertilizer on canopy structure of wheat and wild oat. Journal of Agricultural Science and Environmental Resources 12(6): 100-112. (In Persian with English Summary)

Ateh, C.M., and Doll, J.D. 1996. Spring-planted winter rye (*Secale cereale*) as a living mulch to control weed in soybean (*Glycine max*). Weed Technology 10: 347- 353.

Banman, D.T. 2001. Competitive suppression of weeds in a leek-celery intercropping system. PhD thesis. Wageningen Agricultural University. The Netherlands.

Brainard, D.C., Bellinder, R.R., and Ditommaso, A. 2005. Effects of canopy shade on the morphology, phenology, and seed characteristics of Powell amaranth (*Amaranthus powellii*). Weed Science 53: 175-186.

Campiglia, E., Mancinelli, R., Radicetti, E., and Caporali, F. 2010. Effect of cover crops and mulches on weed control and nitrogen fertilization in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Crop Production 29: 354-363.

Caton, B.P., Mortimer, A.M., Foin, T.C., Hill, J.E., Gibson, K.D., and Fischerà, A.J. 2001. Weed shoot morphology effects on competitiveness for light in direct-seeded rice. Weed Research 41: 155-163.

Cavero, J., Zaragoza, C., Bastiaans, L., Suso, M.L., and Pardo, A. 2000. The relevance of morphological plasticity in the simulation of competition between maize and *Datura stramonium*. Weed Research 40: 146-180.

DeHaan, R.L., Wyse, D.L., Ehlke, N.J., Maxwell, B.D., and Putnam, D.H. 1994. Simulation of spring- seeded smother

plants for weed control in corn (*Zea mays*). Weed Science 42: 35-43.

Dadashi, F. 2013. Soybean and wheat cover crops affects on weed control of corn under different fertilizer sources. MSc thesis. Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran. (In Persian with English Summary)

Ghafari, M., Ahmadvand, G., Ardakani, M.R., Nadali, I., and Elahipanah, F. 2011. Effect of cover crops of rye, barley and rapeseed in two planting density on biomass, density and biodiversity of winter weeds. Journal of Crop Ecophysiology 3(1): 1-8. (In Persian with English Summary)

Haj Seyed Hadi, M., Nour Mohammadi, G., Nassiri Mahallati, M., Rahimiyan, H., and Zand, E. 2007. Vertical distribution of dry matter and leaf area of potato in competition with weeds. Agricultural New Results 1(4): 293-307. (In Persian with English Summary)

Hamzei, J., Seyedi, M., and Babaei, M. 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 with English Summary)

Hollander, N.G., Bastiaans, L., and Kropff, M.J. 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.

Moechnig, M.J., Boerboom, C.M., Stoltenberg, D.E., and Binning, L.K. 2003. Growth interactions in communities of common lambsquarters (*Chenopodium album*), giant foxtail (*Setari faberi*) and corn. Weed Science 51: 363-370.

Mosier, D.G., and Oliver, L.R. 1995. Common cocklebur (*Xanthium strumarium*) and entireleaf morning glory (*Ipomoea hederacea* var. integriuscula) interference on soybeans (*Glycin max*). Weed Science 43: 239-246.

Ngouajio, M., Giffen, M.E., and Hutchinson, C.M. 2003. Effect of cover crop and management system on weed population in lettuce. Crop Protection 22: 57-64.

Rajcan, I., AghaAlikhani, M., Swanton, C.J., and Tollenaar, M. 2002. Development of redroot pigweed is influenced by light spectral quality and quantity. Crop Science 42: 1930-1936.

Rajcan, I., and Swanton, C.I. 2001. Understanding maize-weed competition: Resource competition, light quality and whole plant. Field Crops Research 71: 139-150.

Ramroudi, M., Mazaheri, D., Majnoun Hosseini, N., Hosseinzadeh, A., and Hoseini, S.M.B. 2010. Effect of cover crops, tillage systems and nitrogen fertilizer on yield of sorghum (*Sorghum bicolor* L.). Iranian Journal of Crop Science 41(4): 763-769. (In Persian with English Summary)

Rao, V.S. 2006. Principles of weed science. Science Publication, USA. 555 pp.

Safahani Langerodi, A., Aynehband, A., Zand, E., Nour-Mohammadi, G., Baghestani, M.A., and Kamkar, B. 2008. Evaluation of competitive ability in some canola (*Brassica napus*) cultivars with wild mustard (*Sinapis arvensis*) and relationship with canopy structure. Journal of Agriculture Science and Natural Resources 15(2): 86-98. (In Persian with English Summary)

Sanjani, S., Bagher Hosseini, S.M.B., Chaichi, M.R., and Rezvan Beidokhti, S.H. 2006. Effect of additive intercropping sorghum: Cowpea on weed biomass and density in limited irrigation system. Journal of Field Crop Research 7(1): 85-95. (In Persian with English Summary)

Schittenhelm, S., Sourell, H., and Lopmeier, F.J. 2006. Drought resistance of potato cultivars with contrastingcanopy architecture. European Journal of Agronomy 24: 193-202.

Spitters, C.J.T., and Vandenberg, J.P. 1982. Competition Between Crop and Weeds: A system approach. In: Holzner, W. and N. (Eds.), Numata Biology and Ecology of Weeds Dr. W. Junk Publication, The hague.

Tackenberg, O. 2007. A new method for nondestructive Tsuda, M. 1999. Errors in leaf area measurement with an automatic area meter due to leaf chlorophyll in crop plants. Annals of Botany 84: 799-801.

Uchino, H., Iwama, K., Jitsuyama, Y., Ichiyama, K., Sugiura, E., Yudate, T., Nakamura, S., and Gopal, J. 2012. Effect of interseeding cover crops and fertilization on weed suppression organic and rotational cropping system, 1. Stability of weed suppression over years and main crops of potato, maize and soybean. Field Crop Research 127: 9-16.

Uchino, H., Iwama, K., Jitsuyama, Y., Yudate, T., and Nakamura, S. 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.

Valentinuz, O.R., and Tolennar, M. 2006. Effect of genotype, nitrogen, plant density, and row spacing on the area-per-leaf profile in maize. Agronomy Journal 98: 94-99.

Vazin, F., Madani, A., and Hassanzadeh, M. 2010. Modeling light interception and distribution in mixed canopy of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) in competition with corn (*Zean mays*). Notulae Botanicae Horticulture

Agrobotanici Cluj-Napoca 38(3): 128-134.

White, H.D., and Mc Cain, K.W. 1989. Bibliometrics. Annual Review of Information Science and Technology 24: 119-186.

Zaefarian, F. 2009. Ecophysiological response of corn and soybean intercropping to simultaneous competition of red root pig weed and jimson weed. PhD dissertation. Tarbiat Modarres University, Iran. (In Persian with English Summary)

Journal of Agroecology
Vol. 8, No. 3, Fall 2016, p. 417-434

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 8، شماره 3، پاییز 1395، ص. 434-417

Effect of Cover Crops on Vertical Distribution of Leaf Area and Dry Matter of Soybean (*Glycine max* L.) in Competition with Weeds

S.S. Hashemi[1], F. Zaefarian[2*], E. Farahmandfar[2] and M. Bagheri Shirvan[3]

Submitted: 29-12-2014
Accepted: 09-01-2016

Hashemi, S.S., Zaefarian, F., Farahmandfar, E., and Bagheri Shirvan, M. 2016. Effect of cover crops on vertical distribution of leaf area and dry matter of soybean (*Glycine max* L.) in competition with weeds. Journal of Agroecology 8(3): 417-434.

Introduction

Amount and vertical distribution of leaf area are essential for estimating interception and utilization of solar radiation of crop canopies and, consequently dry matter accumulation (Valentinuz & Tollenaar, 2006). Vertical distribution of leaf area is leaf areas per horizontal layers, based on height (Boedhram et al., 2001). Above-ground biomass is one of the central traits in functional plant ecology and growth analysis. It is a key parameter in many allometric relationships (Niklas & Enquist, 2002). The vertical biomass distribution is considered to be the main determinant of competitive strength in plant species. The presence of weeds intensifies competition for light, with the effect being determined by plant height, position of the branches, and location of the maximum leaf area. So, this experiment was conducted to study the vertical distribution of leaf area and dry matter of soybean canopy in competition with weeds and cover crops.

Materials and methods

This experiment was performed based on complete randomized block design with 3 replications in center of Agriculture of Joybar in 2013. Soybean was considered as main crop and soybean and Persian clover (*Trifolium resupinatum* L.), fenugreek (*Trigonella foenum–graecum* L.), chickling pea (*Lathyrus sativus* L.) and winter vetch (*Vicia sativa* L.) were the cover crops. Treatments were included cover crops (Persian clover, fenugreek, chickling pea and winter vetch) and cover crop planting times (simultaneous planting of soybean with cover crops and planting cover crops three weeks after planting of soybeans) and also monoculture of soybeans both in weedy and weed free conditions were considered as controls. Soybean planted in 50 cm row spacing with 5 cm between plants in the same row. Each plot was included 5 rows soybeans. Cover crop inter-seeded simultaneously in the main crop. Crops were planted on 19 May 2013 for simultaneous planting of soybean. The dominant weed species were green foxtail (*Setaria viridis* L.), foxtail grass (*Alopecurus myosuroides* Huds), and red root pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) in the experimental field. The other weed was considered as the others. At the soybean canopy closure stage, a vertical card board frame marked in 20-cm increments was used in the field as a guide to cut standing plants including soybean, cover crops and weeds. In each vertical layer of canopy, leaves and stem samples were separated. The leaf area both crops and weeds were measured with a leaf area meter LICOR-3000A (LI-COR, Lincoln, NE, USA). Stem and leaf samples oven dried.

Results and discussion

The results showed that the maximum leaf area and dry matter of soybean was varied in different layers of canopy depending on the type of cover crop and cover crop planting time, while delaying in planting of cover crop causes lower leaf area and dry matter than the plants were planted at the same time with soybean. In most cases, the maximum leaf area index and dry matter accumulation of weeds were obtained in primary layer (0-20 cm). The maximum weed leaf area (290.4 cm^2) was observed in simultaneous planting of soybean with fenugreek and maximum of total weed dry matter (12.4 $g.plant^{-1}$) was observed in soybean without weeding, while the minimum of weed total leaf area and total weed dry matter (0 cm^2 and 0 $g.plant^{-1}$, respectively) was achieved in planting of winter vetch after 21 days of soybean planting. Also delayed planting of winter vetch produced the maximum grain yield (3792.6 $kg.ha^{-1}$) of soybean in weedy plots, where it had the greatest weed

1, 2 and 3- MSc Student of Agronomy, Assistant Professor of Agronomy, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran and PhD Student in Crop Ecology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: fa_zaefarian@yahoo.com)

suppressive ability than other cover crops.

Conclusion

Winter vetch can suppress weed with competition and allelopathic mechanism, so we can conclude that winter vetch planting21 days after soybean planting is suitable replacement for weed suppression in sustainable agriculture.

Keywords: Canopy structure, Chickling pea, Persian clover, Winter vetch

References

Boedhram, N., Arkebauer, T.J., and Batchelor, W.D. 2001. Season-long characterization of vertical distribution of leaf area in corn. Agronomy Journal 93: 1235-1242.

Niklas, K.J., and Enquist, B.J. 2002. On the vegetative biomass partitioning of seed plant leaves, stems, and roots. American Naturalist 159: 482-497.

Valentinuz, O.R., and Tollenaar, M. 2006. Effect of genotype, nitrogen, plant density, and row spacing on the area-per-leaf profile in maize. Agronomy Journal 98: 94-99.