نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص ۷۶۱-۷۴۱

Journal of Agroecology
Vol. 12, No.4, Winter 2021, p. 741-761

مقاله علمی - پژوهشی

اثر نوع و زمان کاشت گیاه پوششی بر ساختار جمعیت علف‌های هرز و خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد آفتابگردان (*Helianthus annus* L.)

کوثر خواجه نبی[۱]، آسیه سیاهمرگویی[۲*]، محمدرضا داداشی[۳]، پریسا علی‌زاده دهکردی[۴] و ابراهیم زینلی[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۲۳

خواجه نبی، ک.، سیاهمرگویی، آ.، داداشی، م.، علی‌زاده دهکردی، پ.، و ابراهیم زینلی ۱۳۹۹. اثر نوع و زمان کاشت گیاه پوششی بر ساختار جمعیت علف‌های هرز و خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد آفتابگردان (*Helianthus annus* L.). بوم‌شناسی کشاورزی ۱۲(۴): ۷۶۱-۷۴۱.

چکیده

کشت گیاهان پوششی همراه با مدیریت مناسب آن‌ها می‌تواند جایگزین پایداری برای روش‌های معمول کنترل علف‌های هرز باشد. این گیاهان علاوه‌بر اثرات مطلوب در کنترل علف‌های هرز، باعث افزایش ماده آلی ، بهبود ساختمان ، افزایش ظرفیت نگهداری آب، کنترل بیماری‌های خاک‌زاد، کاهش فرسایش خاک و افزایش عملکرد محصول می‌شوند. به‌منظور مطالعه تأثیر بهترین زمان کاشت گیاهان پوششی مختلف بر کنترل علف‌های هرز در آفتابگردان (*Helianthus annus* L.) آزمایشی دو ساله در مزرعه‌ای واقع در شهرستان گلوگاه- استان مازندران به‌صورت طرح اسپلیت‌پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در دو سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ اجرا شد. در این آزمایش زمان کاشت گیاه پوششی در کرت اصلی و نوع گیاه پوششی در کرت فرعی قرار گرفتند. تیمارهای آزمایشی شامل گیاهان پوششی (گندم (*Triticum aestivum* L.)، جو (*Hordeum vulgare* L.)، شبدر برسیم (*Trifolium alexandrinum* L.) و ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia villosa* L.) و زمان‌های مختلف کاشت (کاشت گیاهان پوششی دو ماه قبل، هم‌زمان و دو هفته بعد از کاشت آفتابگردان) در نظر گرفته شد. همچنین دو تیمار بدون گیاه پوششی، با وجین و بدون وجین علف‌هرز به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. فواصل بین ردیف و روی ردیف آفتابگردان به‌ترتیب ۶۰ و ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد و کشت گیاهان پوششی در بین فواصل بین ردیف آفتابگردان به‌صورت متراکم در سه برابر تراکم توصیه شده و به‌شکل دست‌پاش انجام شد. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از گیاهان پوششی صرف نظر از نوع و زمان کاشت نقش مؤثری در کنترل علف‌های هرز و افزایش عملکرد آفتابگردان خواهند داشت. بیشترین وزن خشک علف‌هرز در هر چهار تیمار گیاه پوششی، در تاریخ کاشت دو ماه قبل از کاشت آفتابگردان، دیده شد؛ در این تاریخ کاشت، جو، کمترین وزن خشک علف‌هرز را در هر دو سال آزمایش به خود اختصاص داد و توانست وزن خشک علف‌هرز را در طی مراحل مختلف نمونه‌برداری از فصل رشد آفتابگردان، پایین‌تر از سایر گیاهان پوششی نگه دارد، امّا کمترین وزن خشک علف‌هرز در تیمار کشت هم‌زمان هر چهار گیاه پوششی با آفتابگردان مشاهده شد. کاشت گیاهان پوششی دو هفته بعد از کاشت آفتابگردان نیز باعث کاهش وزن خشک علف‌هرز گردید، ولی کارایی آن از کشت هم‌زمان گیاه پوششی و آفتابگردان کمتر بود. بیشترین و کمترین ارتفاع آفتابگردان به‌ترتیب مربوط به گیاه پوششی شبدر در تاریخ کاشت هم‌زمان و دو ماه قبل گندم بود (۱۸۱/۷۶ و ۱۰۵/۹۸ سانتی‌متر). بیشترین شاخص سطح برگ (۳/۹۷)، مربوط به گیاه پوششی شبدر در تاریخ کاشت هم‌زمان آن با آفتابگردان بود؛ که در مقایسه با شاهد بدون گیاه پوششی در شرایط وجین و عدم وجین علف‌های هرز به‌طور متوسط (در دو سال آزمایش) به‌ترتیب ۱۴ درصد و ۶۹ درصد بیشتر بود. کمترین شاخص سطح برگ آفتابگردان نیز در تیمار کاشت گیاه پوششی گندم در تاریخ کاشت دو ماه قبل از کاشت آفتابگردان دیده شد (سال اول و دوم به‌ترتیب ۰/۹۶). بیشترین وزن خشک آفتابگردان (۴۸۵/۶۱ گرم در مترمربع) به تیمار گیاه پوششی شبدر در تاریخ کاشت هم‌زمان آن‌ها با آفتابگردان تعلق داشت که تفاوت معنی‌داری با شاهد وجین علف‌های هرز نداشت. کمترین وزن خشک نیز در تیمار کاشت گندم دو ماه قبل از کاشت آفتابگردان (۱۰۸/۲۷ گرم در مترمربع) دیده شد. همچنین، بیشترین عملکرد دانه آفتابگردان در کاشت هم‌زمان شبدر با آفتابگردان ۲۸۵۹/۰۶ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که در مقایسه با شاهد بدون گیاه پوششی در شرایط وجین علف‌های هرز (۲۳۸۱/۱ کیلوگرم در هکتار)، ۱۷ درصد بیشتر بود. از آن‌جا که گیاه پوششی شبدر در تاریخ کاشت هم‌زمان با کاشت آفتابگردان، موجب کاهش رشد علف‌های هرز و افزایش عملکرد شد، می‌توان آن‌را به‌عنوان راهکاری برای تولید مطلوب آفتابگردان در کشاورزی پایدار معرفی نمود.

واژه‌های کلیدی: شاخص سطح برگ، شبدر برسیم، کشاورزی پایدار، ماشک گل خوشه‌ای، وجین

مقدمه

آفتابگردان (*Helianthus annus* L.) یکی از گیاهان صنعتی مطرح در جهان بوده و بعد از سویا (*Glycine max* (L.) Merr)، کلزا (*Brassica napus* L.)، بادام زمینی (*Arachis hypogaea* L.)، چهارمین منبع تولید روغن خوراکی در جهان می‌باشد (Emami Bistgani et al., 2011) علاوه‌براین کاهش منابع زیرزمینی و نیاز کمتر آفتابگردان به آبیاری، مقاومت خوب به تنش‌های محیطی (گرما، سرما و خشکی)، بی‌تفاوت بودن به طول روز، امکان کشت زودهنگام، امکان کشت تابستانه، هزینه پایین تولید آفتابگردان، خرید تضمینی دانه آن، نیاز کمتر به سم‌پاشی و وجود هیبریدهای زودرس و پرمحصول از مهم‌ترین نقاط قوت توسعه کشت این محصول در کشور است (Khajehpour, 2004; Stone et al., 2002; Nori-Raddavaji & Soltani-Najafabadi, 2015; Hasanzadeh et al., 2013; Barros et al., 2004). از این‌رو، توسعه کشت این گیاه سبب گسترش اشتغال در صنایع روغن‌کشی، بهره‌برداری از سرمایه‌گذاری‌های انجام شده در بخش کشاورزی و جلوگیری از واردات بی‌رویه روغن و کنجاله خواهد شد (Rahmani vasukolai et al., 2010).

سطح زیرکشت آفتابگردان در کشور در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵، ۱۱۱۵۱ هکتار بوده و از این مساحت، ۱۲۷۳۳ تن دانه آفتابگردان با میانگین عملکرد آبی و دیم به‌ترتیب ۱۴۸۳ و ۷۰۸ کیلوگرم در هکتار تولید شده است. در بین استان‌های کشور به‌ترتیب استان‌های گلستان، آذربایجان غربی و خوزستان در رتبه‌های اول تا سوم کشت این محصول قرار داشته و استان مازندران با سطح زیرکشت ۱۴۲ هکتار، رتبه هشتم را به خود اختصاص داده است. در این استان و از این مساحت ۱۰۳ تن دانه آفتابگردان با میانگین عملکرد کشت آبی و دیم به‌ترتیب ۲۴۱۷ و ۶۴۸ کیلوگرم در هکتار تولید شده است (Ahmadi et al., 2018). از مهم‌ترین دلایل عدم تمایل کشاورزان به کشت آفتابگردان و در نتیجه پایین بودن سطح زیرکشت این محصول ارزشمند، می‌توان به خسارت شدید پرندگان،کمبود هد مخصوص برداشت، آشنایی کم کشاورزان با زراعت این محصول و خسارت قابل توجه علف‌های هرز به این گیاه و تکیه بر روش‌های کنترل مکانیکی به‌دلیل عدم وجود علف‌کش‌های مناسب اشاره نمود (Zerai et al., 2017; Abaspoor, 2009).

خسارت ناشی از علف‌های هرز به آفتابگردان در مراحل اولیه رشد به‌دلیل کندی سرعت رشد، بالاست. در تأیید این امر شاهوردی و همکاران (Shahverdi et al., 2002) گزارش کردند که آفتابگردان نمی‌تواند بیش از پنج روز پس از سبز شدن علف‌های هرز را تحمل کند و عدم کنترل علف‌های هرز تا ۲۰ روز پس از سبز شدن، خسارت این گیاهان به عملکرد این محصول را به ۱۵ درصد می‌رساند. این در حالی است که عدم کنترل علف‌هرز در کل فصل رشد، ۷۹ درصد محصول دانه و روغن آفتابگردان را از بین خواهد برد.

کشت گیاهان پوششی همراه با مدیریت مناسب آن‌ها می‌تواند جایگزین مطلوبی برای روش‌های معمول کنترل علف‌های هرز باشد. این گیاهان علاوه‌بر اثرات مطلوب در کنترل علف‌های هرز، باعث افزایش ماده آلی خاک، بهبود ساختمان خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب، کنترل بیماری‌های خاک‌زاد، کاهش فرسایش خاک و افزایش عملکرد محصول می‌شوند (Ranjbar et al., 2007).

استفاده از گیاه پوششی مناسب و بهبود زمان‌بندی کاشت این گیاهان از جمله عواملی هستند که می‌توانند دست‌یابی به مزایای فوق از جمله کنترل مطلوب علف‌های هرز را تحت‌الشعاع خود قرار دهند (Asghari et al., 2011). یوچینو و همکاران (Uchino et al., 2009) اظهار داشتند که کاشت گیاه پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای در بین ردیف‌های ذرت در سه زمان مختلف (قبل، هم‌زمان و بعد از گیاهان اصلی) به‌طور معنی‌داری باعث کاهش رشد علف‌های هرز گردید. به نحوی‌که بیشترین وزن خشک علف‌هرز در کشت خالص ذرت و کمترین هم در کاشت توأم گیاه پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای قبل از کاشت و سه هفته بعد از کاشت گیاه اصلی در بین ردیف‌های ذرت مشاهده شد. ابوطالبیان و همکاران (Aboutalebian et al., 2011) گزارش کردند که چنانچه گیاهان پوششی جو، سه و پنج هفته

۱- دانشجوی دکتری، گروه زراعت، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران.
۲- استادیار، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران.
۳- استادیار، گروه زراعت، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران.
۴- استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، ایران.
۵- دانشیار، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران.
(*- نویسنده مسئول: (Email: siahmarguee@gau.ac.ir
Doi:10.22067/jag.v12i4.83169

بعد از سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) در بین ردیف‌های این محصول کشت شود، قادر است علف‌های هرز را به‌خوبی مهار کند. پرویزی و همکاران (Parvizi et al., 2013) با بررسی نوع (جو، تریتیکاله (*x triticosecale* Wittm. Ex *A. Camus*) ، شبدر برسیم و تربچه روغنی (*Raphanus sativus* var. oleifera)) و زمان حذف گیاه پوششی (چهار و هشت برگی چغندرقند (*Beta vulgaris* L.)) بر جمعیت علف‌های هرز در چغندرقند دریافتند که گیاه پوششی جو و حذف آن در مرحله هشت برگی دارای کمترین میزان زیست‌توده علف‌هرز بود. یگانه‌پور و همکاران (Yeganehpur et al., 2015) کشت هم‌زمان ذرت با گیاه پوششی شبدر را به‌عنوان مؤثرترین تیمار در کنترل علف‌های هرز ذرت معرفی نمودند. بلندی عموقین و همکاران (Bolandi Amoughein et al., 2015) با بررسی اثر نوع گیاه پوششی (گندم، جو و چاودار (*Secale cereal* L.)) و زمان کاشت آن‌ها (هم‌زمان و ۴۵ روز بعد از کاشت آفتابگردان) بر ترکیب گونه‌ای علف‌های هرز در زراعت آفتابگردان هیبرید، دریافتند که هر سه نوع گیاه پوششی در صورت کشت هم‌زمان آن‌ها با آفتابگردان از پتانسیل یکسانی در کاهش وزن خشک علف‌هرز برخوردار هستند. امّا در شرایط تأخیر ۴۵ روزه در کاشت گیاه پوششی در مقایسه با گیاه زراعی، چاودار مناسب‌ترین گیاه پوششی خواهد بود. کمترین تراکم و وزن خشک علف‌های هرز مربوط به زمان کاشت سه گیاه پوششی در تاریخ کاشت هم‌زمان بود. نامبردگان اظهار داشتند که عملکرد دانه آفتابگردان نیز تحت تأثیر تیمار گیاه پوششی قرار گرفته و بیشترین میزان عملکرد دانه در گیاه پوششی گندم (۳۹۱۶/۷ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد. نظری و همکاران (Nazari et al., 2012) با ارزیابی کارایی سه گیاه پوششی سویا، شنبلیله (*Trigonella foenum-graecum* L.) و لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) در دو تاریخ کاشت هم‌زمان و ۲۱ روز بعد از کاشت ذرت در کنترل علف‌های‌هرز و عملکرد ذرت اظهار داشتند که زراعت گیاهان پوششی گیاهان خانواده نخود همراه با مدیریت‌های مناسب می‌تواند جایگزین مطلوبی برای روش‌های کنترل شیمیایی در کنترل علف‌های هرز باشد که در نهایت، موجب افزایش بهره‌وری نهاده‌ها و رسیدن به اهداف کشاورزی پایدار خواهد شد.

با توجه به اهمیت توسعه کشت آفتابگردان و لزوم معرفی روش‌های اکولوژیک در کنترل علف‌های هرز، این تحقیق با هدف بررسی کارایی چند گیاه پوششی و زمان کاشت مطلوب آن‌ها بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد آفتابگردان (رقم لاکومکا) و همچنین تأثیر آن‌ها بر جمعیت علف‌های هرز و خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد آفتابگردان در شرایط آب‌وهوایی شهرستان گلوگاه- استان مازندران طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

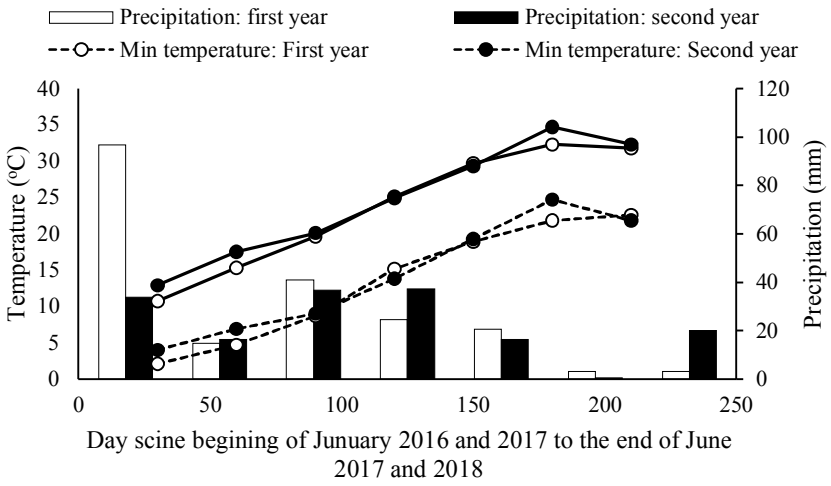
این آزمایش دو ساله در مزرعه‌ای واقع در شهرستان گلوگاه- استان مازندران به‌صورت طرح اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک¬های کامل تصادفی در چهار تکرار در دو سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ اجرا شد. در این آزمایش، زمان کاشت گیاه پوششی در کرت اصلی و نوع گیاه پوششی در کرت فرعی قرار گرفتند. تیمارهای آزمایشی شامل نوع گیاهان پوششی (گندم، جو، شبدر برسیم و ماشک گل خوشه‌ای) و زمان‌های مختلف کاشت (کاشت گیاهان پوششی دو ماه قبل، هم‌زمان و دو هفته بعد از کاشت آفتابگردان) در نظر گرفته شد. همچنین دو تیمار بدون گیاه پوششی، با وجین و بدون وجین علف‌هرز به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. لازم به ذکر است که در این آزمایش زمان کاشت گیاهان پوششی به‌عنوان عامل کرت اصلی و نوع گیاه پوششی به‌عنوان عامل کرت فرعی در نظر گرفته شد.

ابعاد هر کرت آزمایشی ۵×۴/۸ متر جهت کاشت هشت ردیف آفتابگردان (رقم لاکومکا) با فواصل بین ردیف و روی ردیف ۶۰ و ۲۰ سانتی‌متر جهت حصول تراکم هشت بوته در مترمربع در نظر گرفته شد (Zerai-Siahbidi et al., 2017). کاشت گیاه پوششی بسته به تیمارهای مورد نظر در اول بهمن ماه سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ (تیمار دو ماه قبل از کاشت آفتابگردان)، ۲۹ اسفند سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ (تیمار کشت هم‌زمان گیاه پوششی و آفتابگردان[۱]) و ۱۴ فروردین ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ (تیمار دو هفته بعد از کاشت آفتابگردان) به‌صورت دست‌پاش و یکنواخت در بین ردیف‌های ۶۰ سانتی‌متری انجام شد. مقدار بذر مورد نیاز برای هر گیاه سه برابر مقدار توصیه شده (جدول ۱) در نظر گرفته شد (Khojamli et al., 2018; Namdari et al., 2010).

۱- لازم به ذکر است که گیاهان پوششی در تیمار دو ماه قبل از کاشت آفتابگردان، در زمان کاشت آفتابگردان کف‌بر شده و بر روی زمین قرار داده شدند و سپس کشت آفتابگردان به‌طور مستقیم در داخل بقایای آن‌ها انجام شد.

تغییرات دمایی (دمای حداقل و حداکثر) و بارندگی شهرستان گلوگاه از بهمن ماه ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ (زمان کاشت گیاه پوششی) تا تیر ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ (زمان برداشت آفتابگردان رقم لاکومکا)، در شکل ۱ نشان داده شده است.

بر این اساس در سال اول آزمایش دمای حداقل، حداکثر و بارندگی در طی دوره مذکور به‌ترتیب در محدوده ۲۲/۶–۲/۱ درجه سانتی‌گراد، ۳۲/۳–۱۰/۷ درجه سانتی‌گراد و ۹۶/۶–۱/۵ میلی‌متر در نوسان بود. در سال دوم آزمایش دمای حداقل، حداکثر و بارندگی در این دوره به‌ترتیب در محدوده ۲۴/۷–۴/۰ درجه سانتی‌گراد، ۳۴/۷–۱۲/۹ درجه سانتی‌گراد و ۳۳/۹–۰/۴ میلی‌متر به ثبت رسید. بر این اساس می‌توان گفت در سال دوم آزمایش از نظر دمایی، دماهای بالاتری تجربه شده است. در مجموع، بارندگی در سال دوم آزمایش کمتر از سال اول بود؛ امّا در سال دوم در دو ماه فروردین و اردیبهشت (دوره رشد آفتابگردان) بارندگی بیشتری رخ داد (بارندگی در فرودین سال اول و دوم به‌ترتیب ۲۴/۶ و ۲۷/۱ میلی‌متر و در اردیبهشت ماه سال اول و دوم به‌ترتیب ۱/۵ و ۱۶/۴ میلی‌متر ثبت گردید).



شکل ۱- تغییرات دمایی (دمای حداقل و حداکثر) و بارندگی شهرستان گلوگاه از بهمن ۱۳۹۵ تا تیر ۱۳۹۶ (سال اول) و بهمن ۱۳۹۶ تا تیر ۱۳۹۷ (سال دوم)

Fig. 1- Temperature changes (minimum and maximum temperature) and precipitation of Galugah regions from February 2016 to July 2017 (the first year) and February 2017 to July 2018 (the second year)

لازم به ذکر است که در زمان کاشت گیاهان پوششی، هیچ نوع کودی استفاده نشد (Brust et al., 2014). امّا جهت تأمین نیاز کودی آفتابگردان، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن (۵۰ کیلوگرم در هکتار پیش از کاشت، و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت سرک در مراحل هشت برگی و پیش از گل‌دهی آفتابگردان) مصرف گردید (Rahmani Vasu Kolai et al., 2010). خصوصیات خاک محل آزمایش در جدول ۱ آورده شده است. برای ثبت تغییرات خصوصیات مورفولوژیکی آفتابگردان (۳۵ روز بعد ازکاشت آن و بعد از حذف اثر حاشیه‌ای) پنج بوته به‌طور تصادفی انتخاب و جهت تعیین ارتفاع، سطح برگ و وزن خشک به آزمایشگاه منتقل شدند. این کار در پنج مرحله به‌فواصل زمانی ۱۴ روزه انجام شد.

برای برازش داده‌های مربوط به ارتفاع و وزن خشک آفتابگردان درطی زمان از معادله ۱ استفاده شد (Khojamli et al., 2018).

$$Y = \frac{A_{max}}{1+\exp\left(-\left(\frac{X-X_0}{b}\right)\right)}$$

معادله (۱)

که در این معادله، Y: ارتفاع (سانتی‌متر) یا وزن خشک آفتابگردان (گرم در مترمربع)، Amax: بیشترین ارتفاع یا وزن خشک آفتابگردان در انتهای فصل رشد، X: روز پس ازکاشت، X_0: زمان تا رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر ارتفاع یا وزن خشک و b: ضریب معادله می‌باشد.

جدول ۱- برخی خصوصیات گیاهان پوششی مورد استفاده و خصوصیات خاک محل آزمایش (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر)

1- Some properties of cover crops that used in this experiment (Deep 0-30 cm) Table

خصوصیات گیاه پوششی

Properties of cover crop

گیاه پوششی Cover crops	نام علمی Scientific name	خانواده Family	وزن هزار دانه 1000-seed weight (g)	بذر توصیه شده در هکتار Seed recemmented ($kg.ha^{-1}$)	قوه نامیه Seed vigour (%)
جو Barley	*Hordeum vulgare* L.	گندمیان Poaceae	44.70	180	99
گندم Wheat	*Triticum aestivum* L.	گندمیان Poaceae	40.00	180	99
شبدر برسیم Berseem clover	*Trifolium alexandrinum* L.	نخود Fabaceae	3.10	25	100
ماشک گل‌خوشه‌ای Hairy vetch	*Vicia villosa* L.	نخود Fabaceae	86.52	60	98.5

خصوصیات خاک

Soil properties

بافت Texture	اسیدیته pH	هدایت‌الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	نیتروژن قابل جذب Available nitrogen (%)	فسفر قابل جذب Available phosphorus (ppm)	پتاسیم قابل جذب Available potassium (ppm)
رسی لومی Loam clay	7.61	0.92	0.12	11.00	180.00

شناسنامه رقم لاکومکا*

Properties of Lakumka variety

متوسط عملکرد Average of yield ($kg.ha^{-1}$)	تراکم کاشت Plant density ($1000\ plants.ha^{-1}$)	درصد روغن دانه Oil percentage of seed	وزن هزاردانه 1000-seed weight (g)	طول دوره رشد Length of growth period (day)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	نوع رقم Variety type
3700-4000	60-80	47	70-80	95-100	140-145	هیبرید- آزاد گرده‌افشان Hybrid- open pollination

* Farokhi et al., 2017

برای توصیف روند تغییرات سطح برگ آفتابگردان در طول فصل رشد مدل لجستیک مورد استفاده قرار گرفت (Arabameri, 2008).

$$Y = \frac{ae^{-a(x-b)(c)}}{(1+e^{-a(x-b)})^2}$$

معادله (۲)

که در آن، a: ضریب میزان چرخش منحنی، b: زمان پس از کاشت که در آن حداکثر شاخص سطح برگ حادث می‌شود و c: نیز دیگر ضریب معادله می‌باشد. پس از برازش این مدل متغیرهای مرتبط با پویایی شاخص سطح برگ مثل حداکثر شاخص سطح برگ با حل عددی به‌دست آمد (Ghadiryan et al., 2011).

هم‌زمان با نمونه‌برداری تخریبی از آفتابگردان، نمونه‌برداری جهت تعیین تراکم و وزن خشک علف‌های هرز نیز در کوادراتی به ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی‌متر نیز انجام شد. همچنین، در انتهای فصل رشد آفتابگردان نیز بعد از حذف اثر حاشیه‌ای، بوته‌های آفتابگردان از مساحتی به ابعاد دو مترمربع برداشت و جهت تعیین عملکرد دانه به آزمایشگاه منتقل گردیدند.

از برنامه‌های آماری Sigmaplot 12.5، SAS 9 رویه Proc mixed و Excel 2007 به‌منظورتجزیه آماری داده‌های به‌دست آمده و رسم نمودارهای مربوطه و از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد جهت مقایسه میانگین داده‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

۱. جمعیت علف‌های هرز

در طی دو سال آزمایش در تیمارهای مختلف گیاه پوششی، ۱۶ گونه علف‌هرز متعلق به ۱۴ خانواده گیاهی مشاهده شد. در بین گونه‌های مشاهده شده، ۱۴ گونه یک‌ساله، دو گونه چندساله، ۱۴ گونه پهن برگ، دو گونه باریک برگ، ۱۴ گونه دارای مسیر فتوسنتزی C_3 و دو گونه مسیر فتوسنتز C_4 داشتند. بر این اساس گونه‌های یک‌ساله پهن برگ با مسیر فتوسنتزی C_3 از غالبیت بیشتری در مقایسه با سایر گروه‌های کارکردی برخوردار بودند. غالبیت علف‌های هرز یک‌ساله در مزارع تحت کشت گیاهان زراعی یک راهکار مؤثر، جهت بقای این گیاهان در اراضی زراعی بوده و توسط سایر محققان مورد تأیید قرار گرفته است (Sohrabi-Rad et al., 2017; Aghpour et al., 2019; Khojamli et al., 2018). در بین خانواده‌های گیاهی مشاهده شده، دو خانواده گندمیان (Poaceae) و کاسنی (Asteracae) هر کدام با دو گونه غالبیت بیشتری نسبت به سایر گونه‌ها داشتند. بر اساس گزارش هولم (Holm, 1978) دو تیره گندمیان و کاسنی به‌ترتیب با ۴۴ و ۳۲ گونه، بزرگ‌ترین خانواده‌های گیاهی در بردارنده گونه‌های مختلف علف هرز در دنیا محسوب می‌شوند. در بین گونه‌های مختلف نیز، دو گونه علف خونی (*Phalaris* sp.) و خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) بیشترین فراوانی را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). از این‌رو، در شکل ۲، اعداد گزارش شده مربوط به این دو گونه می‌باشد.

وزن خشک علف‌های هرز در طی دو سال آزمایش، تحت تأثیر نوع گیاه پوششی و زمان کاشت آن‌ها قرار گرفت (شکل ۲). در کلیه مراحل نمونه‌برداری، تمامی تیمارهای گیاه پوششی و زمان کاشت آن‌ها، سبب کاهش معنی‌دار وزن خشک علف‌های هرز در مقایسه با شاهد شدند. بیشترین وزن خشک علف‌هرز در هر چهار تیمار گیاه پوششی، در تاریخ کاشت دو ماه قبل از کاشت آفتابگردان دیده شد. نکته قبل توجه این بود که در این تاریخ کاشت، جو، کمترین وزن خشک علف‌هرز را در هر دو سال آزمایش به خود اختصاص داد و توانست وزن خشک علف‌هرز را در طی مراحل مختلف نمونه‌برداری از فصل رشد آفتابگردان، پایین‌تر از سایر گیاهان پوششی نگه دارد.

برخلاف جو، بقایای گندم در تاریخ کاشت دو ماه قبل از کاشت آفتابگردان، نتوانست اثر کنترل‌کنندگی مطلوبی بر علف‌های هرز داشته باشد و همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است، وزن خشک علف‌های هرز در بقایای آن، در طی مراحل مختلف نمونه‌برداری از فصل رشد آفتابگردان، به‌میزان قابل توجهی افزایش یافت. کاشت دو ماه قبل گیاهان پوششی ماشک گل خوشه‌ای و شبدر برسیم اگرچه نسبت به شاهد سبب کاهش وزن خشک علف‌هرز شد، امّا اثر کنترل‌کنندگی آن بر وزن خشک علف‌هرز، قابل توجه نبود.

جدول ۲- گونه‌های علف‌هرز مشاهده شده در تیمارهای مختلف گیاه پوششی و زمان کاشت آن‌ها در طی دو سال آزمایش

Table 2- Observed weed species in different treatments of cover crop and their planting date during 2 years

نام فارسی Persian name	نام علمی Scientific name	خانواده Family	سیکل زندگی Life cycle		مرفولوژی Morphology		مسیر فتوسنتزی Photosynthetic pathway	
			یک‌ساله Annual	چندساله Perennial	پهن برگ Broad leaved	باریک برگ Narrow leaves	C_3	C_4
پیچک صحرایی Creeping jenny	*Convolvulus arvensis* L.	Convolvulaceae	–	❋	❋	–	❋	–
پیچک بند Wild buckwheat	*Polygonum convolvulus* L.	Polygonaceae	❋	–	❋	–	❋	–
تاج خروس Amaranth	*Amaranthus retroflexus* L.	Amaranthaceae	❋	–	❋	–	–	❋
تاج‌ریزی سیاه Morel	*Solanum nigrum* L.	Solanaceae	❋	–	❋	–	❋	–
خردل وحشی Wild mustard	*Sinapis arvensis* L.	Brassicaceae	❋	–	❋	–	❋	–
دلپسند Scarlet pimpernel	*Anagallis arvensis* L.	Primulaceae	❋	–	❋	–	❋	–
سلمه‌تره Common lambsquarters	*Chenopodium album* L.	Chenopodiaceae	❋	–	❋	–	❋	–
سوروف Pigweed	*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv	Poaceae	❋	–	–	❋	–	❋
سیزاب Common speedwell	*Veronica persica* Poir.	Plantaginaceae	❋	–	❋	–	❋	–
شاه‌تره Fomitori	*Fumaria officinalis* L.	Fumariaceae	❋	–	❋	–	❋	–
شقایق وحشی Field poppy	*Papaver* sp.	Papaveraceae	❋	–	❋	–	❋	–
شیرتیغی Rogh milk thistle	*Sonchus* sp.	Asteraceae	–	❋	❋	–	❋	–
علف خونی Lesser canary	*Phalaris* sp.	Poaceae	❋	–	–	❋	❋	–
کنف وحشی Venice mallow	*Hibiscus trionum* L.	Malvaceae	❋	–	❋	–	❋	–
گندمک Common chickweed	*Stellaria media* (L.) Vill	Carypphyllaceae	❋	–	❋	–	❋	–
مره Common lambs quarter	*Artemisia annua* L.	Asteraceae	❋	–	❋	–	❋	–

به‌طور کلی، به نظر می‌رسد کاشت این چهار گیاه پوششی در تاریخ کاشت دو ماه قبل از کاشت آفتابگردان (اوایل دی ماه هر دو سال اجرای آزمایش)، فرصت کافی برای رشد این گیاهان را فراهم ننموده است و این امر سبب کاهش زیست‌توده تولید شده بوسیله آن‌ها در زمان کف‌بر شدن شده است (در زمان کف‌بر کردن گیاهان پوششی در این تیمار، به‌طور متوسط در طی دو سال آزمایش وزن خشک گیاهان پوششی گندم، جو، ماشک و شبدر برسیم به‌ترتیب ۱۲۹/۳۱، ۱۹۸/۱۸، ۹۲/۴۳ و ۸۲/۵۰ گرم در مترمربع بود). خوجملی و همکاران (Khojamli et al., 2018) تولید ماده خشک زیاد را از خصوصیات یک گیاه پوششی مطلوب برشمردند، زیرا بقایای گیاه پوششی به‌صورت یک مانع فیزیکی عمل کرده و علاوه‌بر جلوگیری از نفوذ نور، مانع خروج سریع گیاهچه علف‌هرز از سطح خاک می‌شوند. همچنین یکی از فاکتورهای مهم که تعیین‌کننده سرعت تجزیه بقایای گیاهی توسط ریزجانداران به‌ویژه در هفته‌های اول پس از قطع گیاهان پوششی می‌باشد، نسبت کربن به نیتروژن (C/N) آن‌هاست (Cabrera et al., 2005)؛ این نسبت در چهار گیاه گندم، جو، ماشک و شبدر به‌ترتیب ۸۰ به ۱، ۸۵ به ۱، ۱۱ به ۱ و ۲۱ به ۱ گزارش است (USDA NRCS, 2011). از این‌رو به‌نظر می‌رسد، علاوه‌بر تولید زیست‌توده بیشتر در جو، بالاتر بودن نسبت C/N در این گیاه، نقش مهمی در کند شدن فرآیند تجزیه و دوام بیشتر بقایای جو در سطح خاک داشته است. نتیجه این عمل نیز، اثر کنترل‌کنندگی مطلوب‌تر بقایای این گیاه در کنترل علف‌های هرز در زمان طولانی‌تر بوده است. علاوه‌برآن خوجملی و همکاران (Khojamli et al., 2018) تولید زیست‌توده زیاد توسط جو و ترشح آللوکمیکال‌هایی مانند هوردئین و گرامین (Jabran, 2017) در جریان پوسیده شدن بقایای این گیاه (در مقایسه با بقایای چاودار، شبدر برسیم، خردل علوفه‌ای (*Brassica junce* L.)، ماشک گل خوشه‌ای و شبدر برسیم) را عامل اصلی کاهش جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز تحت تأثیر بقایای جو عنوان نمودند.

کمترین وزن خشک علف‌هرز در تیمار کشت هم‌زمان گیاهان پوششی و آفتابگردان مشاهده شد. در این تاریخ کاشت، جو کمترین وزن خشک علف هرز را به خود اختصاص داد. کشت گیاهان پوششی دو هفته بعد از کاشت آفتابگردان، نیز باعث کاهش وزن خشک علف‌هرز گردید، ولی کارایی آن از کشت هم‌زمان گیاه پوششی و آفتابگردان کمتر بود. به نظر می‌رسد عدم تأمین شرایط محیطی لازم جهت رشد این گیاهان پوششی در این تاریخ کاشت و در نتیجه، عدم تولید زیست‌توده قابل توجه توسط هر کدام از آن‌ها در بروز این نتیجه، مؤثر بوده است. بر خلاف نتیجه گرفته شده در این آزمایش، بلندی عموقین و همکاران (Bolandi Amoughein et al., 2015) به‌منظور بررسی اثر نوع گیاه پوششی (گندم، جو و چاودار) و زمان کاشت آن‌ها (هم‌زمان و ۴۵ روز بعد از کاشت آفتابگردان) بر ترکیب گونه‌ای علف‌های هرز آفتابگردان رقم هایسون، آزمایشی را طراحی و دریافتند که هر سه نوع گیاه پوششی در صورت کشت هم‌زمان آن‌ها با آفتابگردان از پتانسیل یکسانی در کاهش وزن خشک علف‌هرز برخوردار هستند. به نظر می‌رسد تفاوت در زمان کاشت آفتابگردان (۲۳ اردیبهشت) و گیاهان پوششی (۲۳ اردیبهشت و ۱۷ خرداد)، نوع رقم آفتابگردان مورد استفاده (هایسون) و همچنین شرایط اقلیمی محل اجرای آزمایش (اردبیل) از دلایل اصلی بروز تفاوت در نتایج آزمایش حاضر با آزمایش فوق‌الذکر باشد.

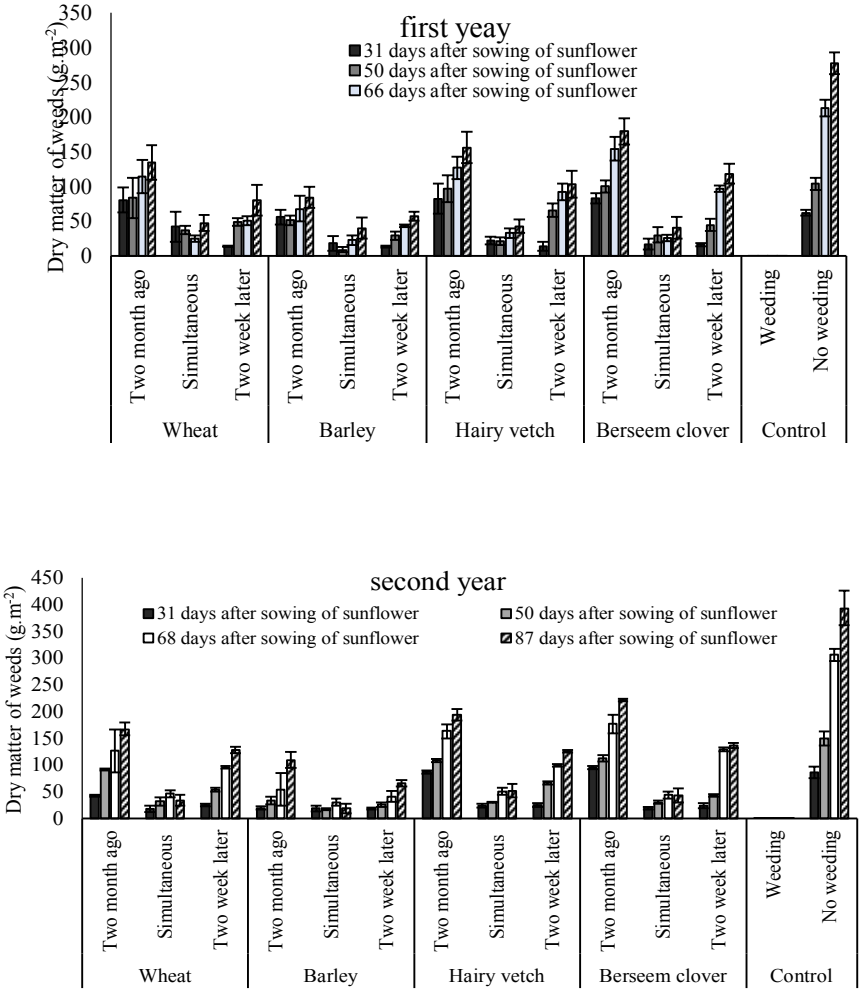
۲. خصوصیات مرفولوژیک آفتابگردان

ارتفاع آفتابگردان تحت تأثیر نوع گیاه پوششی و زمان کاشت آن قرار گرفت. در هر دو سال آزمایش کمترین ارتفاع آفتابگردان در کلیه گیاهان پوششی در تاریخ کاشت دو ماه قبل آن‌ها (به‌جز جو در سال اول) دیده شد. بیشترین ارتفاع آفتابگردان در بقایای جو و گندم بین تاریخ کاشت هم‌زمان آن با آفتابگردان و یا دو هفته بعد آن، متغیر بود؛ امّا در مورد شبدر و ماشک در شرایط کشت هم‌زمان آن‌ها با آفتابگردان حادث شد.

امّا به‌طور کلی در هر دو سال آزمایش، حداکثر ارتفاع آفتابگردان مربوط به گیاه پوششی شبدر در تاریخ کاشت هم‌زمان آن یا آفتابگردان بود (به ترتیب ۱۷۴/۲ و ۱۸۱/۷ سانتی‌متر). کمترین ارتفاع نیز در سال اول (۱۰۵/۹ سانتی‌متر) و در سال دوم (۱۱۱/۵سانتی‌متر) در تاریخ کاشت دو ماه قبل گیاه پوششی گندم مشاهده شد (شکل ۳ و جدول ۳).

تغییرات سطح برگ آفتابگردان نسبت به زمان (روز پس از کاشت) از یک تابع سیگموئیدی تبعیت کرد؛ به‌طوری‌که در ابتدای رشد، شیب افزایش سطح برگ کند بود و به‌تدریج با گذشت زمان شیب آن افزایش یافت (شکل ۴). در مراحل نهایی رشد شاخص سطح

برگ کاهش یافت که دلیل آن نیز سایه‌اندازی بـرگ‌هـا روی هـم و تسریع پیری برگ‌ها در نتیجه، تخلیه مواد از برگ‌ها و انتقال آن‌ها به مخازن زایشی در حال رشد شامل دانه‌ها می‌باشد. صفت مذکور به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر نوع گیاه پوششی و زمان کاشت آن قرار گرفت. بیشترین شاخص سطح بـرگ آفتـابگردان در سـال اول (۳/۸۶) و در سال دوم (۳/۹۷) مربوط بـه گیـاه پوششـی شـبدر در تـاریخ کاشـت هم‌زمان آن با آفتابگردان بود؛ که در مقایسه بـا شـاهد بـدون گیـاه پوششی در شرایط وجین و عدم وجین علف‌های هرز به‌طور متوسـط (در دو سال آزمایش) به‌ترتیـب ۱۴ درصـد و ۶۹ درصـد بیشـتر بـود (جدول ۳). کمترین شاخص سطح برگ آفتابگردان نیز در تیمار کاشت گیاه پوششی گندم در تاریخ کاشت دو ماه قبل از کاشت آفتـابگردان دیده شد (سال اول و دوم به‌ترتیب ۰/۹۶ و ۱/۰۸).



شکل ۲- اثر گیاهان پوششی و زمان کاشت بر وزن خشک علف‌های هرز در مراحل مختلف نمونه‌برداری (در سال‌های اول و دوم آزمایش)

Fig. 2- Effect of cover crops and their planting dates on dry matter of weeds during different sampling stages (in first and second years)

میله‌ها نشان‌دهنده خطای معیار میانگین می‌باشد.

Bars indicate the standard error of mean.

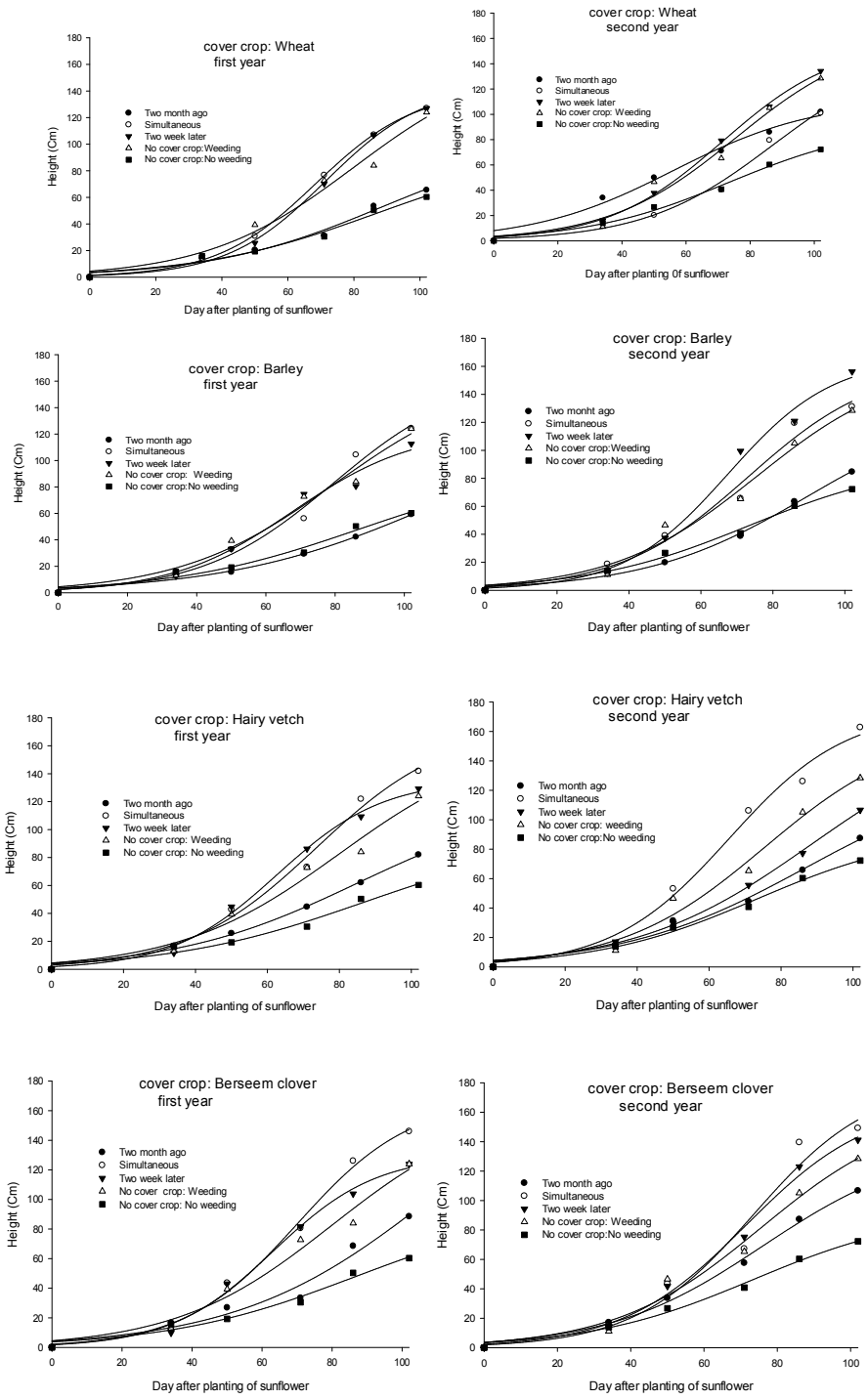
مشابه سطح برگ، روند افـزایش وزن خشـک در تمـام تیمارهـا به‌صورت منحنی سیگموئیدی بود. به‌طوری‌که در ابتدای رشد، سرعت تجمع مواد خشک گیاهی کم بود؛ امّا به‌تدریج با افزایش سـن گیـاه، سرعت تجمع ماده خشک در اندام‌های هوایی گیاه افـزایش یافـت و منحنی شیب بیشتری نسبت به مراحل قبلی رشد به خود گرفت. به‌طور کلی، در هر دو سال آزمایش کشت هم‌زمـان گیاهـان پوششـی مختلف با آفتابگردان، بیشترین تأثیر را در بهبود افزایش تجمع مـاده خشک آفتابگردان در مقایسه بـا تـاریخ‌هـای کاشـت دیگـر گیاهـان پوششی داشت (شکل ۵).

در بین تیمارهای گیاه پوششی، بیشترین وزن خشک آفتابگردان در سال اول (۴۷۸/۰۴ گرم در مترمربع) و در سال دوم (۴۸۵/۶۱ گرم در مترمربع) به تیمار گیاه پوششی شبدر در تاریخ کاشت هم‌زمان آن‌ها با آفتابگردان تعلق داشت که تفاوت معنـی‌داری بـا شـاهد وجـین علف‌های هرز نداشت (جدول ۳). این افزایش رشد ممکن است مربوط به کنترل مطلوب علف‌های هرز به‌دلیل پر شدن سـریع فضـا توسـط آفتـابگردان و شـبدر، بهبـود حاصـلخیزی خـاک در نتیجـه، تثبیـت بیولوژیک نیتروژن در طی زمان و همچنین عدم رقابت آفتابگردان با شبدر در دریافت منابع (به‌دلیل تفاوت در ساختار ریشه، تاج‌پوشـش و نیازهای غذایی) باشد. در این رابطه، تیسدال و عبدالباکی (Teasdale & Abdul-Baki, 1998) گزارش کردند که گیاهان پوششی خانواده تیره نخود قادرند پنج تا هشت تن ماده خشک در هکتار تولید کنند و این مقدار ماده خشک حاوی ۱۵۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص باشد.

کمترین وزن خشک نیز در هر دو سال آزمایش در تیمار کاشـت گیاه پوششی گندم در دو ماه قبل از کاشت آفتابگردان (در سال اول: ۱۱۱/۳۸ گرم در مترمربع و در سال دوم: ۱۰۸/۲۷ گـرم در مترمربـع) دیده شد (شکل ۲). به‌نظر می‌رسد تراکم بـالای علـف‌هـای هـرز در آفتابگردان کاشته شده در بقایای گندم (در تاریخ کاشت دو ماه قبل) عامل مؤثری در کاهش سطح برگ و وزن خشک علف‌های هرز بوده است.

علی‌رغم اینکه کاشت جو در تاریخ کاشت دو ماه قبل، اثر کنترل‌کنندگی مطلوبی بـر کنتـرل علـف‌هـای هـرز در طـی فصـل رشـد آفتابگردان در مقایسه با گیاهان پوششی گنـدم، شـبدر و ماشـک در تاریخ کاشت مورد نظر داشت (شکل ۲)، امّا وزن خشک و سطح برگ آفتابگردان کاشته شده در بقایای آن به‌میزان جزئی بیش از آفتابگردان کشت شده در بقایای گندم، و تقریباً مشابه آفتابگردان کشت شده در بقایای شبدر و ماشک بود (شکل‌هـای ۴ و ۵ و جـدول ۳). ایـن امـر ممکن است اولاً به تولید زیست‌توده بیشتر توسط جو (۱۹۸/۱۸ گـرم در مترمربع) مرتبط باشد که شرایط را برای خروج گیاهچه آفتابگردان با مشکل مواجه نموده و سبب تأخیر در خروج گیاهچه و اسـتقرار آن شده است. ثانیاً ممکن است اثرات دگرآسیبی ناشی از تجزیـه بقایـای جو در طی زمان در بروز چنین نتیجه‌ای مؤثر واقع شده باشد. در تأیید این امر ناصری و همکاران (Naseri et al., 2008) اظهار داشتند که کاه جو بر جوانه‌زنی و مراحـل اولیـه رشـد گیاهچـه آفتـابگردان اثـر دگرآسیبی دارد. منابع نشان می‌دهد اثرات دگرآسیبی ناشی از بقایـای جو تا هفت هفته در خاک پایدار است. البته اثرات دگرآسیبی ناشـی از تجزیه بقایای گیاهی، پنج روز بعد از شروع تجزیه در خاک ظاهر می‌شود و در هفته سوم به اوج می‌رسد و سپس از هفته سـوم تـا پـنجم روند کاهشی به خود می‌گیرد (Narwal, 2004). همچنین، دهیمـا و همکاران (Dhima et al., 2006) گزارش کردند که گیاه جـو وقتـی به‌عنوان گیاه پوششی مورد استفاده قرار گرفته است، اثر دگرآسیبی بر ذرت خواهد داشت. خوجملی و همکـاران (Khojamli et al., 2018) نیز کاهش رشد ذرت در بقایای گیاهان پوششی منداب، خردل علوفه‌ای و جو را به تولید زیست‌توده زیاد و همچنین اثرات دگرآسیبی ناشی از تجزیه بقایای این گیاهان نسبت دادند.

به‌طور کلی، می‌توان گفـت ارتفـاع، سـطح بـرگ و وزن خشـک آفتابگردان در شاهد بدون گیاه پوششی در شرایط وجـین علـف‌هـای هرز به‌طور متوسط در طی دو سال آزمایش به‌ترتیـب ۴۲/۵، ۶۹/۴ و ۹۳ درصد و به‌طور معنی‌داری بیشتر از شاهد بدون گیـاه پوششـی در شرایط عدم وجین علف‌های هرز بـود. علـی‌رغـم وجـود تفـاو ت در تیمارهای مختلف گیاه پوششی و زمان کاشت آن‌ها، همـه گونـه‌هـا سبب بهبود ارتفاع، سطح برگ و وزن خشک آفتابگردان در مقایسه با شاهد بدون گیاه پوششی در شرایط عدم وجین علف‌های هرز شـدند. این امر مؤید حساسیت آفتابگردان به تداخل علف‌هـای هـرز بـوده و نقش گیاهان پوششی را صرف‌نظر از نـوع و زمـان کاشـت آن‌هـا در بهبود شرایط رشد گیاه را نشان می‌دهد.



شکل ۳- اثر گیاه پوششی و زمان کاشت آن‌ها بر روند تغییرات ارتفاع آفتابگردان در سال‌های اول و دوم

Fig. 3- Effect of cover crops and their planting date on trend of height of sunflower in first and second years

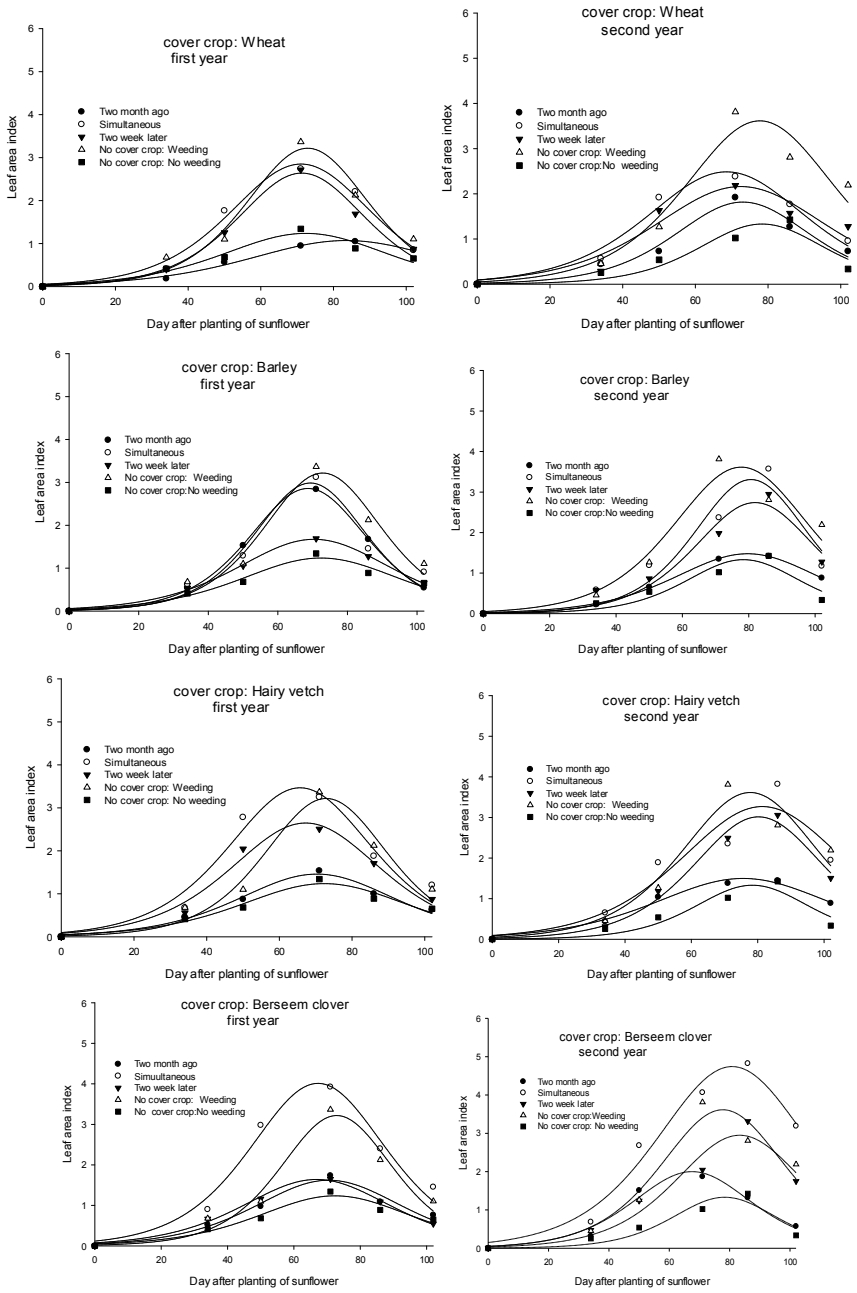
جدول ۳- اثر گیاه پوششی و زمان کاشت آن‌ها بر حداکثر ارتفاع، سطح برگ و وزن خشک آفتابگردان در سال‌های اول و دوم

Table 3- Effect of cover crops and their planting date on maximum of height, leaf area index and dry matter of sunflower in first and second years

گیاه پوششی Cover crop	تاریخ کاشت Planting date	سال اول First year			سال دوم Second year		
		Hmax (SE)	LAI max	Wmax (SE)	Hmax (SE)	LAI max	Wmax (SE)
گندم Wheat	دو ماه قبل Two month ago	105.98(88.70)	0.96	111.38(8.94)	111.55(56.21)	1.08	108.27(2.13)
	همزمان Simultaneous	140.67(68.44)	2.60	379.90(60.11)	151.56(87.13)	2.19	395.76(7.01)
	دو هفته بعد Two week later	144.65(71.48)	1.77	163.91(22.07)	156.99(71.34)	1.70	182.92(7.45)
جو Barley	دو ماه قبل Two month ago	135.76(110.04)	1.25	137.16(33.14)	134.86(89.85)	1.31	132.93(5.58)
	همزمان Simultaneous	165.57(79.54)	2.90	344.69(6.87)	162.15(73.14)	3.04	398.24(44.90)
	دو هفته بعد Two week later	123.55(67.90)	1.85	115.22(41.92)	166.42(67.55)	1.58	150.11(13.12)
ماشک Hairy vetch	دو ماه قبل Two month ago	123.68(85.19)	1.24	143.77(6.88)	135.6(45.68)	1.29	148.75(4.01)
	همزمان Simultaneous	174.21(73.66)	3.22	425.37(41.75)	174.55(65.59)	3.24	438.99(77.88)
	دو هفته بعد Two week later	135.84(62.78)	2.56	272.93(24.67)	167(88.55)	2.78	240.18(6.76)
شبدر Berseem clover	دو ماه قبل Two month ago	121.73(86.10)	1.46	117.55(6.47)	138.57(16.93)	1.39	132.93(5.58)
	همزمان Simultaneous	186.94(74.27)	3.86	478.04(17.50)	181.76(73.63)	3.97	485.61(26.58)
	دو هفته بعد Two week later	130.16(63.20)	1.48	274.91(67.06)	166.87(71.54)	2.93	240.18(6.76)
شاهد Control	وجین Weeding	165.44(80.02)	3.27	417.47(7.55)	162.91(75.54)	3.35	404.96(41.41)
	عدم وجین No weeding	96.15(86.94)	1.15	105.15(10.30)	92.64(73.46)	1.24	74.15(4.12)

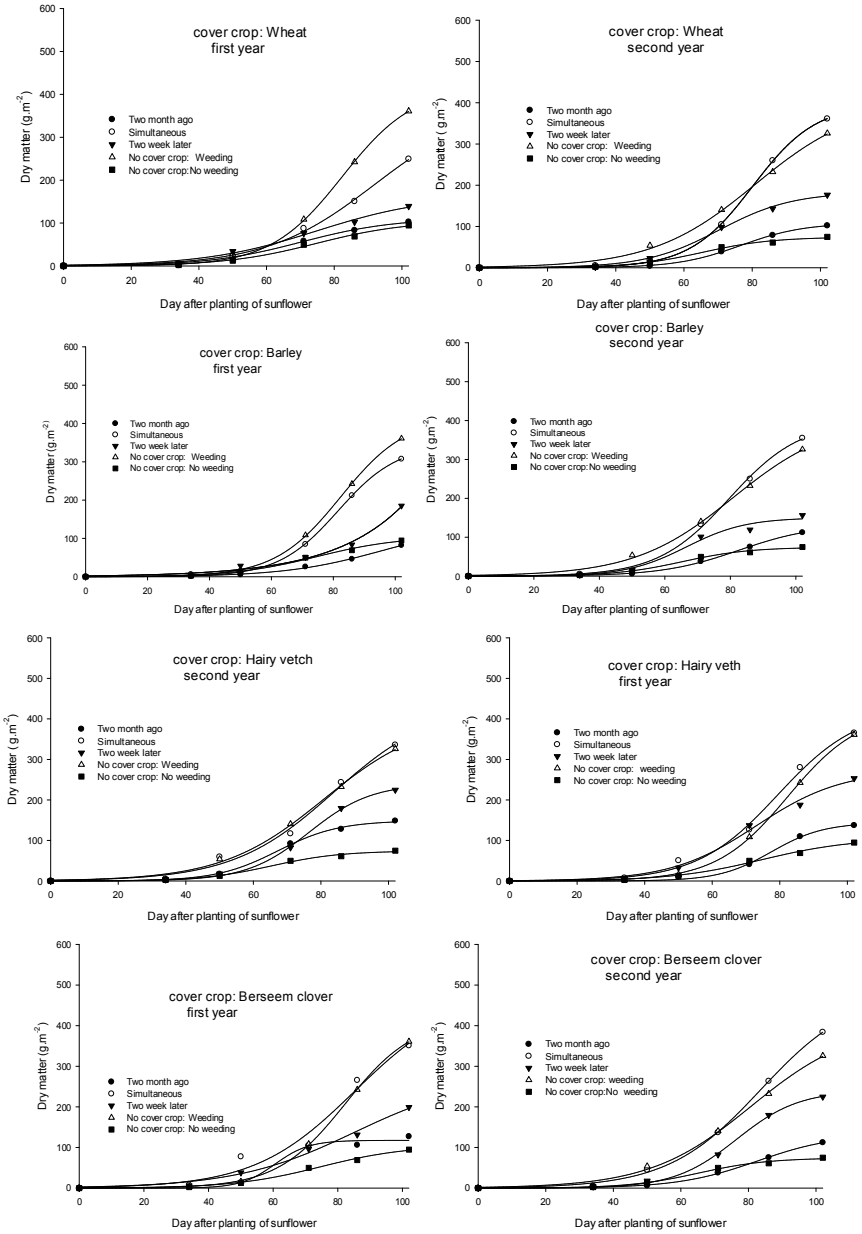
SE: خطای استاندارد میانگین

SE: standard error of mean



شکل ٤- اثر گیاه پوششی و زمان کاشت آن‌ها بر روند تغییرات شاخص سطح برگ آفتابگردان در سال‌های اول و دوم آزمایش

Fig. 4- Effect of cover crops and their planting date on trend of leaf area index (LAI) of sunflower in first and second years



شکل ۵- اثر گیاه پوششی و زمان کاشت آن‌ها بر روند تغییرات وزن خشک آفتابگردان در سال‌های اول و دوم آزمایش

Fig. 5- Effect of cover crops and their planting date on trend of dry matter of sunflower in first and second years

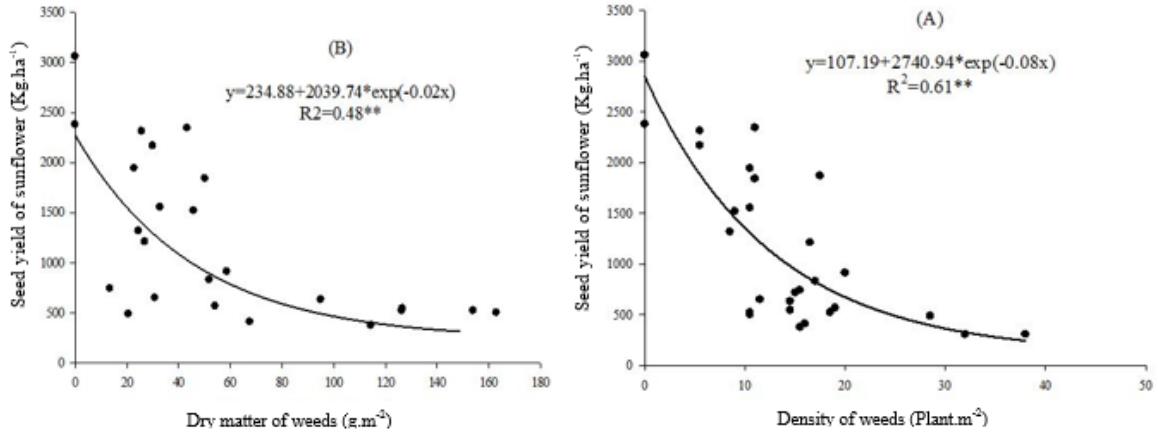
شاهوردی و همکاران (Shahverdi et al., 2002) حساسیت زیاد آفتابگردان به تداخل علف‌های هرز را تأیید نموده و گزارش کردند که آفتابگردان نمی‌تواند بیش از پنج روز پس از سبز شدن، علف‌های هرز را تحمل کند و عدم کنترل علف‌های هرز تا ۲۰ روز پس از سبز شدن، خسارت این گیاهان به عملکرد این محصول را به ۱۵ درصد می‌رساند. این در حالی است که عدم کنترل علف‌هرز در کل فصل رشد، ۷۹ درصد محصول دانه و روغن آفتابگردان را از بین خواهد برد. یوچینو و همکاران (Uchino et al., 2009) اظهار داشتند که کاشت گیاه پوششی ماشک گل‌خوشه‌ای در بین ردیف‌های ذرت در سه زمان مختلف (قبل، هم‌زمان و بعد از گیاهان اصلی) به‌طور معنی‌داری باعث کاهش رشد علف‌های هرز گردید و تعداد علف‌های هرز در کشت خالص ذرت به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای دیگر بود. در تحقیق

لامعی هروانی و همکاران (Lamei Heravani et al., 2014) روی تأثیر کشت گیاهان خلر (*Lathyrus sativus* L.) و ماشک گل خوشه‌ای (*Vicia sativa* L.) به‌عنوان گیاه پوششی برای کنترل علف‌هرز دریافتند که بیشترین و کمترین مقادیر عملکرد کل ماده خشک به‌ترتیب از تیمارهای کشت خلر و شاهد به‌دست آمد.

اما نکته قابل توجه این بود که هیچکدام از تیمارهای این آزمایش (به‌جز شبدر در تاریخ کاشت هم‌زمان آن با آفتابگردان)، در بهبود سطح برگ و وزن خشک آفتابگردان، مشابه تیمار بدون گیاه پوششی در شرایط وجین کامل علف‌های هرز عمل ننمودند. این به این معناست که جهت افزایش کارایی گیاهان پوششی لازم است از یک روش مکمل دیگر مانند استفاده از وجین و یا علف‌کش در مقادیر کاهش یافته، استفاده نمود.

۳. عملکرد دانه آفتابگردان

رابطه بین عملکرد دانه آفتابگردان با تراکم و وزن خشک علف‌های هرز در ۳۶ روز بعد از کاشت آفتابگردان از یک تابع منفی نمایی تبعیت کرد (شکل ۶). ضریب تبیین قابل توجه و معنی‌دار توابع برازش داده شده (به ترتیب ۰/۶۱ و ۰/۴۸) حاکی از حساسیت عملکرد دانه آفتابگردان به تداخل علف‌های هرز می‌باشد. در تأیید این امر شاهوردی و همکاران (Shahverdi et al., 2002) گزارش کردند که عدم کنترل علف های هرزتا ۲۰ روز پس از سبز شدن، خسارت این گیاهان به عملکرد این محصول را به ۱۵ درصد می‌رساند. این در حالی است که عدم کنترل علف‌هرز در کل فصل رشد، ۷۹ درصد محصول دانه و روغن آفتابگردان را از بین خواهد برد.

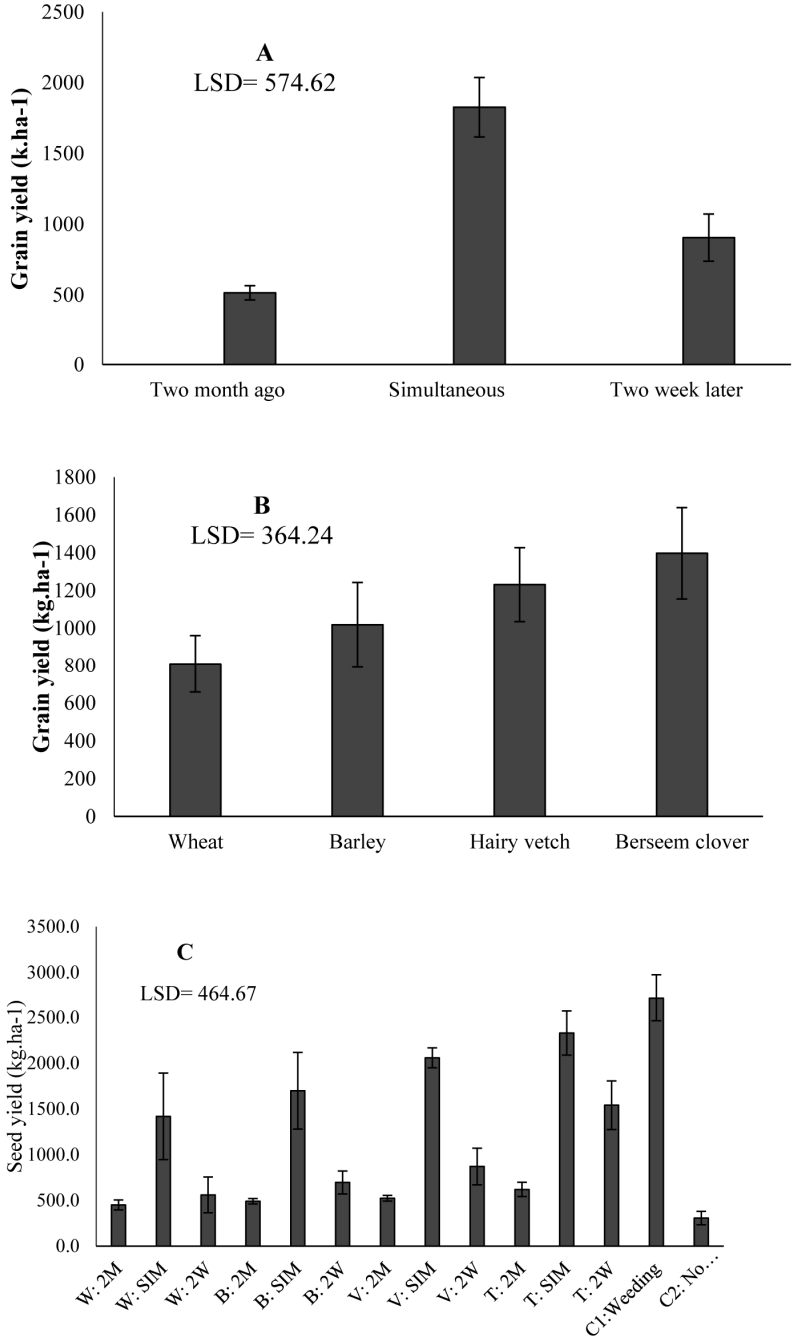


شکل ٦- همبستگی بین عملکرد دانه آفتابگردان با تراکم (A) و وزن خشک (B) علف‌های هرز در ٣٦ روز بعد از کاشت

Fig. 6- Corelation between seed yield of sunflower and weeds density (A) and drymatter (B) in 36 days after planting

اثر ساده نوع گیاه پوششی و زمان کاشت آن‌ها بر عملکرد دانه آفتابگردان از لحاظ آماری در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. امّا اثر متقابل این دو بر این فاکتور معنی‌دار نبود (نتایج نشان داده نشد). با استناد به شکل (۷ الف) کاشت هم‌زمان گیاهان پوششی با آفتابگردان، منجر به حصول عملکرد بیشتر این محصول گردید و در بین گیاهان پوششی مختلف نیز شبدر برسیم از پتانسیل بالاتری جهت افزایش عملکرد دانه آفتابگردان برخوردار بود (شکل ۷ ب).

مقایسه گروهی عملکرد آفتابگردان بین تیمارهای مختلف گیاه پوششی و زمان کاشت آن‌ها با شاهد بدون گیاه پوششی در شرایط وجین و عدم وجین علف‌های هرز حاکی از وجود اختلافات قابل توجه بین آن‌ها بود (شکل ۷ ج). عملکرد آفتابگردان در همه تیمارهای آزمایشی در مقایسه با شاهد بدون گیاه پوششی در شرایط عدم وجین، بیشتر بود. که این امر حاکی از توانایی تیمارهای مورد بررسی در بهبود شرایط به نفع آفتابگردان است. امّا عملکرد آفتابگردن در هیچ کدام از تیمارهای مورد بررسی به‌جز تیمارکاشت هم‌زمان شبدر برسیم با آفتابگردان، به تیمار بدون گیاه پوششی در شرایط وجین کامل علف‌های هرز نرسید. این اختلاف در تیمارهای تحت کاشت گیاهان پوششی در تیمار کاشت دو ماه قبل و دو هفته بعد از کشت آفتابگردان مشهودتر بود.



شکل ۷- اثر زمان کاشت گیاه پوششی (الف)، نوع گیاه پوششی (ب) و مقایسه گروهی تیمارهای آزمایشی با شاهد بدون گیاه پوششی در شرایط وجین و عدم وجین علف‌های هرز (ج) بر عملکرد دانه آفتابگردان

Fig. 7- Effect of planting date of cover crop (A), type of cover crop (B) and Comparison of experimental treatments with no-cover crop treatments in weeding and non-weeding conditions (C) on sunflower seed yield

میله‌ها نشان‌دهنده خطای معیار میانگین می‌باشد.

Bars indicate the standard error of mean.

این امر حاکی از آن است که استفاده از گیاهان پوششی توانایی کنترل علف‌های هرز را دارد، امّا برای بهبود کارایی آن‌ها لازم است از روش‌های مکمل مانند وجین و یا مقادیر کاهش یافته علف‌کش استفاده نمود. نتایج یگانه‌پور و همکاران (Yeganehpur et al., 2015) روی بررسی زمان‌های مختلف کاشت و نوع گیاه پوششی و دارویی بر عملکرد و زیست‌توده علف‌های هرز ذرت نشان داد طول بلال، تعداد دانه در ردیف بلال و عملکرد دانه تحت تأثیر زمان کشت و نوع گیاه پوششی قرار گرفتند. بیشترین مقدار این صفات در تیمار ذرت با شبدر و کمترین مقدار در تیمار ذرت با شوید مشاهده شد. همچنین بیشترین زیست‌توده علف‌هرز در تیمار شوید با ۱۵ روز تأخیر نسبت به کشت ذرت و کمترین مقدار در تیمار کشت هم‌زمان شبدر با ذرت مشاهده شد.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که کاشت گیاهان پوششی صرف نظر از نوع و زمان کاشت آن‌ها نقش مؤثری در کنترل علف‌های هرز و افزایش عملکرد آفتابگردان خواهند داشت. به‌طور کلی، به‌نظر می‌رسد کاشت گندم، جو، ماشک گل‌خوشه‌ای و شبدر به‌عنوان گیاه پوششی در تاریخ کاشت دو ماه قبل از کاشت آفتابگردان (اوایل دی ماه هر دو سال اجرای آزمایش)، فرصت کافی برای رشد این گیاهان را فراهم ننموده است و این امر سبب کاهش زیست‌توده تولید شده به‌وسیله آن‌ها در زمان کف‌بر شدن شده است. از این رو، این تاریخ برای کاشت گیاهان پوششی قابل توصیه نیست. امّا کمترین وزن خشک علف‌هرز در تیمار کشت هم‌زمان گیاهان پوششی و آفتابگردان مشاهده شد. کاشت گیاهان پوششی دو هفته بعد از کاشت آفتابگردان نیز باعث کاهش وزن خشک علف‌هرز گردید، ولی کارایی آن از کشت هم‌زمان گیاه پوششی و آفتابگردان کمتر بود. در بین گیاهان پوششی مختلف، جو مؤثرترین گیاه پوششی در کنترل علف‌های هرز بود که به نظر می‌رسد دلیل این امر مربوط به تولید زیست‌توده زیاد و در نتیجه، جلوگیری از نفوذ نور به سطح زمین و عدم جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز و همچنین بروز اثرات دگرآسیبی ناشی از تجزیه بقایای این گیاه در طی زمان باشد؛ ولی بررسی نتایج مربوط به عملکرد دانه آفتابگردان، حاکی از وجود اثرات دگرآسیبی این گیاه (جو) بر آفتابگردان بود.

کاشت هم‌زمان گیاهان پوششی با آفتابگردان، سبب حصول عملکردی تقریباً مشابه با تیمار وجین علف‌های هرز گردید و حتی کاشت شبدر و ماشک گل‌خوشه‌ای سبب افزایش ۱۷ و ۱۳ درصدی عملکرد در مقایسه با شاهد وجین علف‌های هرز گردید. از این‌رو، کاشت هم‌زمان شبدر برسیم و یا ماشک گل‌خوشه‌ای در بین ردیف‌های آفتابگردان قابل‌توصیه می‌باشد.

References

Abaspoor, M., and Rezvani Moghaddam, P., 2009. The critical period of weed control in corn (*Zea mays*) at Mashhad, Iran. Iranian Journal of Field Crops Research 2(2): 182-195. (In Persian with English Summary)

Aboutalebian, M., and Mazaheri, D., 2011. Effects of hilling time and cover crop on weed control and potato yield. Iranian Journal of Field Crop Science 42: 255-264. (In Persian with English Summary)

Aghpour, M., Siahmarguee, A., Zeinali, E., Gherekhloo, J., and Kazemi, H., 2019. Investigating the efficiency of various cover crops and their elimination methods on weed populations and yield of maize forage (single-cross 444 variety). Journal of Crop Production in Press (In Persian with English Summary)

Ahmadi, K., Ebadzadeh, H.R., Kazemiyan, A., and Rafiee, M., 2018. Agricultural Statistics in 2016-2017. Ministry of Agriculture-Jahad, Iran. (In Persian)

Arabameri, R., 2008. Prediction of grain number and remobilization in wheat. MSc. Dissertation, Faculty of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resourseces, Iran. (In Persian with English Summary)

Asghari, J., Vahedi, A., and Khoshghol, H.R., 2011. Critical period of weed control in sunflower (*Helianthus annus*, L.) in west of Guilan province. Journal of Plant Protection 25(2): 116-126. (In Persian with English Summary)

Barros, J.F.C., DeCarvalho, M., and Basch, G., 2004. Response of sunflower (*Heianthus annuus* L.) to sowing date and plant density under mediterranean conditions. European Journal of Agronomy 21(3): 347-356.

Bolandi Amoughein, M., Tobeh, A., and Taghi Alebrahim, M., 2015. The effect of species, planting date, and management of cover crops on weed community in hybrid sunflower (*Helianthus annuus*). Journal of Plant

Protection 29(3): 337-348. (In Persian with English Summary)

Brust, J., Claupein, W., and Gerhards, R., 2014. Growth and weed suppression ability of common and new cover crops in Germany. Crop Protection 63: 1-8.

Cabrera, M.L., Kissel, D.E., and Vigil, M.F., 2005. Nitrogen mineralization from organic residues. Reserch opportunities. Journal of Environmental Quality 34: 75-79.

Dhima, K.V., Vasilakoglou, I.B., Eleftherohorinos, I.G., and Lithourgidis, A.S., 2006. Allelopathic potential of winter cereals and their cover crop mulch effect on grass weed suppression and corn development. Crop Science 46: 345-352.

Emami Bistgani, Z., Siadat, S.A., Bakhshande, A., Alami Saeid, K., and Shiresmaeili, G.H., 2011. Effect of plant density on yield and quality traits of four sunflower genotypes. Journal of Crop Production and Processing 1: 91-103. (In Persian with English Summary)

Farokhi, E., Nabipour, A.R., and Daneshiyan, J., 1397. Instructions for sunflower production in different parts of the country. Agricultural Research Education and Extention Organization. p. 37. (In Persian)

Ghadiryan, R., Soltani, A., Zeinali, E., Kalateh Arabi, M., and Bakhshandeh, E., 2011. Evaluating non-linear regression models for use in growth analysis of wheat. Journal of Crop Production 4(3): 55-77. (In Persian with English Summary)

Hasanzade, A., Marouee Milan, R., Niko, S.H., and Khalilzade, G.H., 2013. Effect of plant density and planting date on yield and yield component in two varieties of oily *Helianthus annus* L. Journal of Agriculture and Natural Resources. 17: 30-40. (In Persian with English Summary)

Khajehpour, M., 2004. Production of Industrial Plants. Jehad-e-Daneshgahi Isfahan Press, Isfahan, Iran. (In Persian)

Khojamli, R., Siahmarguee, A., Zeinali, E., and Soltani, A., 2018. Effect of different winter cover crops on the dynamics of weed populations and corn growth (Single 704). Journal of Agroecology 11(2): 110-132. (In Persian with English Summary)

Jabran, K., 2017. Manipulation of Allelopathic Crops for Weed Control. Springer Briefs in Plant Science. p. 87.

Lamei Heravani, J., and Alizadeh Dizaj, K., 2014. Grass pea (*Latyrus sativus*) and common vetch (*Vicia sativa*) as suitable green manure after wheat in the cold regions of Iran. Applied Field Crops Research 27: 106-112.

Namdari, T., Ahmadvand, G., and Jahedi, A., 2010. Allelopathic effect of barley, ray and canola cover crops on weed suppression of potato. In: Third Iranian Weed Science Congress, Babolsar, Iran, 11-14 February, p. 251-254. (In Persian with English Summary)

Naseri, M.T., Koocheki, A., Nassiri, M., and Ghorbani, R., 2008. Allelopathic effects of barley straw on germination and seedling growth of corn, sugar beet and sunflower. Iranian Journal of Field Crops Research 6(1): 173-182. (In Persian with English Summary)

Narwal, S., 2004. Allelopathy in Crop Production. Jodhpur Scientific, India.

Nazari, S., Zafarian, F., Farahmandfar, E., Zand, E., and Bagheri Shirvan, M., 2012. Corn-weed interaction under different sowing dates of cover crops. Iranian Journal of Weed Science 8: 63-78. (In Persian with English Summary)

Nori-rad-davaji, A.M., and Soltani-najafabadi, M., 2015. Oilseed sunflower farming in Golestan province. Agricultural Research Education and Extention Organization, Golestan, Iran. 46 p. (In Parsian)

Parvizi, P., Najafi, H., and Gafar Zadeh, M., 2013. Survay of cover crop elimination date and type effect and sugar beet weeds population. Fifth Weed Science Community, Tehran, Iran, 10-13 September 2013, p. 200-207. (In Persian with English Summary)

Rahmani Vasu Kolai, Y., Mobaser, M., Ghanbari Malidare, A., Andar Khor, A., and Dstan, S., 2010. Determination of the best row distance and sunflower density lacumca type in Mazandaran. Research Magazine in Crop Science 2(7): 29-36. (In Persian with English Summary)

Ranjbar, M., Samedani, B., Rahimian, H., Jahansoz, M., and Bihamta, M., 2007. Influence of winter cover crops on weed control and tomato yield. Pajouhsh and Sazandegi 74: 24-33. (In Persian with English Summary)

Scott, T.W., Pleasant, J.M., Burt, R.F., and Otis, D.J., 1987. Contributions of ground cover, dry-matter, and nitrogen from intercrops and cover crops in a corn polyculture system. Agronomy Journal 79: 792-798.

Shahverdi, M., Hejazi, A., Rahimian Mashhadi, H., and Torkamani, A., 2002. Determination of the critical period for weed control in sunflower (*Helianthus annuus* cv. Record). Iranian Journal of Crop Science 4(3): 152-164. (In Persian with English Summary)

Sohrabi-Rad, E. M., Siahmarguee, A., Kazemi, H., Ghaderi-Far F., and Gherekhloo, J., 2017. Influence of crop

management practices and soil characteristics on weed population and soil seed bank in soybean fields. Journal of Agroecology 7(1): 155-172. (In Persian with English Summary)

Soltani, H., Ghanbari, A., Rastgoo, M., and Asadi, G.A., 2017. Surveying some strategies of cultural management on species growth indices and yield in the field of soybean. Journal of Plant Protection 31(3): 396-408. (In Persian with English Summary)

Stone, L.R., Goodrum, D.E., Schlegel, A.J., Jaafar, M.N., Khan, H., 2002. Water depletion depth of seed sorghum and sunflower in the central high plains. Agronomy Journal 94: 936–943.

Teasdale, J.R., and Abdul-Baki, A.A., 1998. Comparison of mixtures vs. monocultures of cover crops for fresh-market tomato production with and without herbicide. Horticulture Science 33: 1163–1166.

Uchino, H., Iwama, K., Jitsuyama, Y., Yudate, T., and Nakamura, S., 2009. Yield losses of soybean and maize by competition with inter seeded cover crops and weeds in organic based cropping systems. Field Crops Research 113: 342-351.

USDA., 2011. United States Department of Agriculture. Available at Web site https://www.nrcs.usda.gov. (Verified 5 September 2018).

Villalobos, F.J., Sadras, V.O., Soriano, A., and Fereres, S.E., 1994. Planting density effects on dry matter partitioning and productivity of sunflower hybrids. Field Crops Research 36(1): 1-11.

Yeganehpur, F., Zehtab salmasi, S., Abedi, G., Samadivan, F., and Beyginiva, V., 2015. Effects of cover crops and weed management on corn yield. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences 14(2): 178-181.

Zerai-Siahbidi, A., Rezaizad, A., and Elyaspour, S., 2017. Sunflower, coordination managment and promotion of the agricultural Jihad organization. Iran. (In Persian)

Journal of Agroecology
Vol. 12, No.4, Winter 2021, p. 741-761

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، ص ۷۶۱-۷۴۱

Effect of Type and Planting Date of Cover Crops on Weed Population Structure, Morphological Characteristics and Seed Yield of Sunflower (*Helianthus annus* L.)

K. Khajenabi[1], A. Siahmarguee[2*], M. R. Dadashi[3], P. Alizadeh Dehkordi[4] and E. Zeinali[5]

Submitted: 24-09-2019
Accepted: 13-01-2020

Khajenabi, K., Siahmarguee, A., Dadashi, M.R., Alizadeh Dehkordi, P., and E. Zeinali, E., 2021. Effect of Type and Planting Date of Cover Crops on Weed Population Structure, Morphological Characteristics and Seed Yield of Sunflower (*Helianthus annus* L.). Journal of Agroecology 12(4):741-761.

Introduction

Cultivation of cover crops associated with their proper management can be a sustainable alternative to conventional weed control methods. In addition to their beneficial effects on weed control, these plants can improve soil structure and organic matter, increase water holding capacity, control soil-borne diseases, reduce soil erosion, and subsequently enhance crop yields. The use of suitable cover crops and optimizing the planting date can improve the advantages mentioned above, especially desired weeds control. They were considering the importance of sunflower production development and the need to introduce the ecological approaches in weed control; the present study aimed to investigate the efficiency of some cover crops and their optimum planting date, the influence on weed structure population and morphological traits, and sunflower seed yield (cv. Lakumka) under climatic conditions of Galougah city, Mazandaran province.

Materials and Methods

In order to study some cover crops and their optimum planting date on controlling the weeds in sunflower production, an experiment was conducted in Galoogah city (Mazandaran province, Iran) based on a factorial split-plot arranged in a randomized complete block design (RCBD) with four replications during two growing seasons (including 2016-2017 and 2017-2018). Experimental treatments were considered to cover crops such as wheat, barley, berseem clover, hairy vetch, and different planting dates, including planting two months before, simultaneous, and two weeks after the sunflower planting. Moreover, two treatments without any cover crop cultivations, including with and without weeding, were designed as controls.

Results and Discussion

The study results revealed that the cultivation of mentioned cover crops, regardless of types and planting dates, had a significant role in weeds control and increasing the seed yield of sunflower. In all treatments, the highest weeds dry matter was observed two months before the sunflower planting treatment. Also, barley cover crop had the lowest weeds dry matter in both experimental years in two months before the sunflower planting. It could maintain the weeds dry matter lower than other cover crops during various stages of sunflower growth.

1-PhD Student, Department of Agronomy, Gorgan Branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran.
2-Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Crop Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran.
3-Assistant Professor, Department of Agronomy, Gorgan Branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran.
4-Assistant Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Shahrekord, Iran.
5-Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Crop Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran.
(*- Corresponding Author Email: siahmargue@gau.ac.ir)
Doi:10.22067/jag.v12i4.83169

The lowest weed dry matter was observed in simultaneous planting with sunflower for all cover crops. Planting cover crops two weeks after sunflower planting also reduced the weeds dry matter. However, its efficiency was lower than the simultaneous planting of cover crops with sunflower. The highest and lowest sunflower height were observed in the treatments of berseem clover at the same time of planting and in wheat cover crop planting two months before planting of sunflower (181.76 and 105.98 cm), respectively. The highest leaf area index (3.97) was related to berseem clover cover crop in simultaneous planting date with sunflower, which was 14 and 69% more than control treatment without covering crops in weeding non-wedding conditions in two years of experiment, respectively. The lowest sunflower leaf area index was obtained from the wheat cover crop on the planting date two months before sunflower planting (first and second year 0.96 and 1.08, respectively). The highest sunflower dry matter (485.61 $g.m^{-2}$) was observed in berseem clover cover crop simultaneous with sunflower planting, which was not significantly different from control treatment in weeding conditions. The lowest sunflower dry matter (108.27 $g.m^{-2}$) was obtained in wheat planting two months before sunflower planting. Finally, the highest seed yield of sunflower was obtained in simultaneous planting of berseem clover with sunflower (2859.06 $kg.ha^{-1}$), which was 17% higher than the control treatment without any cover crops in weeding condition (2381.1 $kg.ha^{-1}$).

Conclusion

Simultaneous planting dates of cover crops with sunflower led to seed yield similar to weeding treatment. Even planting of berseem clover and hairy vetch had 17 and 14% enhancement in sunflower seed yield. Therefore, berseem clover cover crop planting simultaneously as sunflower planting, reduced weed growth, and increased seed yield of sunflower, it can be introduced as a solution for optimal sunflower production in sustainable agriculture.

Keywords: Berseem clover, Hairy vetch, Leaf area index, Sustainable agriculture, Weeding