دوفصلنامه‌ی علوم به زراعی گیاهی
دوره دهم، شماره اول، بهار و تابستان 99

تغییرات ویژگی‌های رویشی و عملکرد دانه ارقام آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) در حضور شنبلیله به‌عنوان خاک‌پوش زنده

بیتا عباسی[1*]، غلامرضا محمدی[2]، علیرضا باقری[3]

1-دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اکولوژی گیاهان زراعی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه ،
2-دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه
3-استادیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه
* مسئول مکاتبات; پست الکترونیکی: bita.abassi@gmail.com

(تاریخ دریافت: 21 فروردین‌ماه 1399; تاریخ پذیرش 13 شهریورماه 1399)

چکیده

این تحقیق باهدف مطالعه واکنش ویژگی‌های رویشی ارقام آفتابگردان در حضور شنبلیله به‌عنوان خاک‌پوش زنده در سال 1396 در مزرعه آزمایشی دانشگاه رازی انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا گردید. فاکتور اول کاشت شنبلیله در چهار سطح (بدون خاک‌پوش، کاشت شنبلیله 15 روز قبل، هم‌زمان و 15 روز بعد از آفتابگردان) و فاکتور دوم ارقام آفتابگردان (پروگرس، فرخ، لاکومکا) بود. نتایج نشان داد که کاشت شنبلیله 15 روز قبل از آفتابگردان، ارتفاع، وزن ساقه، تعداد برگ، وزن برگ، شاخص سطح برگ، محتوای کلروفیل‌های a، b و کل آفتابگردان را نسبت به شرایط شاهد (بدون خاک‌پوش) به ترتیب 26/4، 62/1، 24/8، 68/5، 63، 7/4، 3/7 و 6/8 درصد کاهش داد. کمترین محتوای نسبی آب برگ نیز با کاشت شنبلیله قبل از آفتابگردان به دست آمد (به ترتیب 65/2 و 52/7 درصد در مراحل یک‌سوم ابتدایی فصل رشد و گلدهی). اثر حضور خاک‌پوش در شرایط کاشت هم‌زمان و 15 روز بعد از آفتابگردان بر بهبود ویژگی‌های رشدی آفتابگردان نسبت به شاهد معنی‌دار نبود. در بین ارقام، بیشترین عملکرد دانه، به رقم لاکومکا اختصاص یافت (3426 کیلوگرم در هکتار).بااین‌حال رقم پروگرس بیشترین ارتفاع (212 سانتی‌متر)، وزن ساقه (523 گرم در بوته)، تعداد برگ (25/5 عدد در بوته)، وزن برگ (157/4 گرم در بوته)، شاخص سطح برگ (6/2) و محتوای نسبی آب برگ (به ترتیب 77/8 و 70/5 درصد در مراحل یک‌سوم ابتدایی فصل رشد و گلدهی) را به خود اختصاص داد. بیشترین نسبت سطح برگ (0/013 مترمربع بر گرم) و محتوای کارتنوئید (2/5 میلی‌گرم) نیز متعلق به رقم فرخ تعلق داشت.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، سطح برگ، شنبلیله، عملکرد دانه، کلروفیل

مقدمه

دانه‌های روغنی پس از غلات دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می‌دهند (14). آفتابگردان به‌عنوان یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی محسوب می‌شود. پایداری زیاد در مقابل اکسیداسیون و وجود مقادیر بالایی از اسیدهای چرب غیراشباع لینولئیک و اولئیک در روغن آفتابگردان باعث برتری ارزش تغذیه‌ای آن شده است (36). سطح زیر کشت آفتابگردان در ایران در سال زراعی 95-94، 12296 هکتار و تولید آن 13369 تن بوده است. میانگین عملکرد دانه در شرایط آبی 1460 کیلوگرم در هکتار و در شرایط دیم 598 کیلوگرم در هکتار گزارش‌شده است (4). عملکرد گیاهان زراعی تحت تأثیر شرایط محیطی، خصوصیات ژنتیکی و شیوه مدیریت زراعی قرار می‌گیرد (5).

نظام‌های کشاورزی مبتنی بر مصرف بی‌رویه سموم و کودهای شیمیایی و تأکید بیش‌ازحد برافزایش تولیدات ضمن بر هم زدن توازن و تعادل بوم نظام‌های زراعی و کاهش حاصلخیزی خاک موجب شده تا در دو دهه اخیر تأکید بیشتری بر به‌کارگیری روش‌های کشاورزی پایدار شود. مفهوم کشاورزی پایدار در زراعت به مجموعه‌ای از فعالیت‌ها و به‌کارگیری تکنیک‌های خاص مدیریت زراعی اطلاق می‌شود که موجب پایداری نظام زراعی نیز می‌شود (21). ازجمله این راه‌کارها استفاده از خاک‌پوش‌های زنده می‌باشد. خاک‌پوش زنده گیاهان رشد یافته همراه با گیاه زراعی اصلی در مزرعه هستند، که به روش‌های مختلف بوم نظام‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند و دارای مزایای اکولوژیکی متعددی می‌باشند (39).

خاک‌پوش‌های زنده از طریق اشغال سریع فضای بازبین ردیف‌های گیاه اصلی (34)، ایجاد رقابت بر سر منابع و تولید ترکیبات آللوپاتیک (47) رشد و توسعه علف‌های هرز را مختل می‌کنند (7). از دیگر مزایای استفاده از خاک‌پوش‌ها می‌توان به افزایش بهره‌وری مصرف آب، جلوگیری از سله بستن، فرسایش و نوسانات دمایی خاک، حفظ رطوبت و افزایش حاصلخیزی خاک، مبارزه با پاتوژن‌های خاک‌زی (30)، افزایش تنوع زیستی و درنهایت افزایش عملکرد محصولات زراعی اشاره کرد (32 و 42).

بااین‌وجود موفقیت این نظام کشت به نوع گونه خاک‌پوش زنده و اتخاذ راهکارهای مدیریتی مناسب بستگی دارد. گونه‌های منتخب به‌عنوان گیاهان پوششی ازنظر توان استقرار در موقعیت‌های مختلف، متفاوت هستند (27). از طرفی اگر این گیاهان به‌درستی مدیریت نشوند، به دلیل ایجاد تداخل در جذب منابع می‌توانند از رشد گیاه زراعی جلوگیری کنند. مهم‌ترین نکته در استفاده از خاک‌پوش‌های زنده جلوگیری از رقابت آن‌ها با گیاه زراعی است (7). این امر می‌تواند از طریق انتخاب گیاهی با فنولوژی و تاریخ کاشت متفاوت از گیاه زراعی اصلی حاصل شود (6).

در مطالعه غفاری و همکاران (12) استفاده از خاک‌پوش‌های کلزا و چاودار، عملکرد غده سیب‌زمینی را به ترتیب 54 و 50 درصد نسبت به شرایط بدون خاک‌پوش افزایش داد. مؤیدی شهرکی و همکاران (21) در تحقیق خود اثر مثبت خاک‌پوش‌های زنده (تریتیکاله و ماشک معمولی) بر عملکرد دانه گلرنگ را مشاهده کردند. بلندی عموقین و همکاران (3) بهبود عملکرد دانه آفتابگردان را با کشت جو و چاودار به‌عنوان خاک‌پوش زنده در مقایسه با شرایط بدون خاک‌پوش گزارش کردند. عزیزی و همکاران (11) نقش کاربرد خاک‌پوش‌های طبیعی و مصنوعی بر طول ساقه، سطح برگ و وزن خشک نعناع را مثبت ارزیابی کردند. باوجوداین بر اساس مطالعات قبلی کاشت خاک‌پوش به همراه گیاه زراعی همیشه پیامد مثبتی به همراه نخواهد داشت. در مطالعه لیچ و همکاران (38) حضور باقلای وحشی به‌عنوان خاک‌پوش زنده منجر به کاهش معنی‌دار عملکرد دانه آفتابگردان و سورگوم شد. تاریخ کاشت خاک‌پوش زنده نیز عامل مهمی در مدیریت کشت مخلوط است. کشت

به‌موقع خاک‌پوش، امکان کاهش رقابت خاک‌پوش زنده با گیاه زراعی را به دنبال خواهد داشت. در تحقیق محمد دوست و همکاران (19) کاشت شبدر قرمز یک ماه بعد از گوجه‌فرنگی اثر معنی‌داری برافزایش عملکرد گوجه‌فرنگی داشت. اما تفاوت بین آن‌ها در شرایط کاشت شبدر قرمز به‌طور هم‌زمان و یک ماه قبل از گوجه‌فرنگی معنی‌دار نبود.

امروزه ضرورت انتقال نظام‌های کشاورزی به سمت نظام‌های متنوع‌تر با پایداری بیشتر احساس می‌شود. مطالعه نحوه و شدت واکنش خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک ارقام آفتابگردان در حضور خاک‌پوش اهمیت دارد و به مدیریت صحیح این نظام کشت کمک می‌کند. بنابراین این تحقیق باهدف ارزیابی اثر تاریخ کاشت شنبلیله به‌عنوان خاک‌پوش بر ویژگی‌های رویشی و عملکرد دانه ارقام آفتابگردان انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی 96-1395 در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی واقع در شرق شهرستان کرمانشاه (عرض جغرافیایی 34 درجه و 21 دقیقه شمالی، طول جغرافیایی 47 درجه و 9 دقیقه شرقی و ارتفاع 1319 متر از سطح دریا) انجام شد. بر اساس طبقه‌بندی دمارتن، اقلیم منطقه سرد و نیمه‌خشک می‌باشد. ویژگی‌های آب و هوایی محل آزمایش در طول دوره رشد گیاه آفتابگردان در جدول 1 ارائه‌شده است. آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول کشت شنبلیله به‌عنوان خاک‌پوش زنده در چهار سطح: شاهد (عدم کشت شنبلیله)، کشت شنبلیله 15 روز قبل از کشت آفتابگردان، کشت شنبلیله هم‌زمان با کشت آفتابگردان و کشت شنبلیله 15 روز بعد از کشت آفتابگردان و فاکتور دوم سه رقم آفتابگردان (پروگرس، فرخ، لاکومکا) بود. برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش، نمونه مرکب از شش نقطه به‌صورت تصادفی از عمق صفر تا 30 سانتی‌متری خاک تهیه شد (جدول 2).

جدول 1- شرایط آب و هوایی محل موردمطالعه در طول دوره رشد آفتابگردان

ماه	میانگین درجه حرارت روزانه (درجه سانتی‌گراد)		میزان بارندگی (میلی‌متر)
	حداقل	حداکثر	
اردیبهشت	10/0	25/0	54/6
خرداد	11/5	31/0	0/3
تیر	17/2	38/6	0
مرداد	17/1	39/4	0

جدول 2- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه پیش از کاشت

بافت	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	اسیدیته	املاح محلول ($ds.cm^{-1}$)	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر قابل‌جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل‌جذب (mg/kg)
سیلتی رسی	44	46	10	7/46	0/41	1/44	0/14	6/36	211

عملیات آماده‌سازی بستر بذر، شامل شخم، دیسک و ماله‌کشی بود. کاشت آفتابگردان در تاریخ پنج اردیبهشت به‌صورت دستی در عمق پنج سانتی‌متری و روی پشته انجام شد. طول هر کرت شش متر و شامل

پنج ردیف بود. فاصله بین ردیف‌های کاشت 75 سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف 25 سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کاشت شنبلیله به‌عنوان خاک‌پوش زنده، قبل، هم‌زمان و پس از کشت آفتابگردان به ترتیب در تاریخ‌های21 فروردین، 5 اردیبهشت و 20 اردیبهشت صورت گرفت. بذرهای شنبلیله در بین ردیف‌های آفتابگردان به میزان 25 کیلوگرم در هکتار و در عمق دو سانتی‌متری کشت شدند. به‌منظور رسیدن به تراکم مطلوب، در مرحله سه تا چهار برگی آفتابگردان، بوته‌های اضافی تنک شدند. آبیاری مزرعه هر هفت روز یک‌بار و با در نظر گرفتن نیاز گیاه انجام شد. پس از پایان دوره گرده‌افشانی، اطراف مزرعه و همچنین اطراف طبق‌ها به‌وسیله نوارهای مغناطیسی وی‌اچ‌اس (Video Home System) پوشانده شد تا از خسارت گنجشک محفوظ بمانند. وجین علف‌های هرز در تمام طول فصل رشد انجام شد.

در زمان وقوع گلدهی آفتابگردان (زمانی که گل‌های میله‌ای موجود در طبق‌های 50 درصد از بوته‌های هر کرت باز شدند) در هر کرت ارتفاع شش بوته از سطح زمین تا زیر طبق برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری و میانگین‌گیری شد. سپس پنج بوته از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و کف برشدند. پس از شمارش تعداد برگ‌های سبز و فعال، بوته‌ها به آزمایشگاه منتقل و پس از خشک‌کردن، وزن خشک برگ‌ها و ساقه به تفکیک اندازه‌گیری و برحسب گرم در بوته گزارش شد. به‌منظور محاسبه شاخص سطح برگ از تکنیک پردازش تصویر با نرم‌افزار JMicro version 1.2.7 استفاده شد. در این تکنیک، مساحت برگ‌های هر بوته با عکس‌برداری محاسبه و به مترمربع تعمیم داده شد.

سطح ویژه برگ (مترمربع بر گرم) و نسبت سطح برگ (مترمربع بر گرم) به ترتیب با استفاده از معادله‌های 1 و 2 محاسبه شدند.

(1)

$$SLA = LA/LW$$

(2)

$$LAR = (\frac{LA}{TDW})$$

SLA؛ سطح ویژه برگ، LAR؛ نسبت سطح برگ، LA؛ سطح یک‌طرف برگ، LW؛ وزن خشک همان برگ و TDW وزن خشک کل گیاه است.

محتوای کلرفیل a (Chl.a)، کلروفیل b (Chl.b) و کارتنوئید (CARs) برگ‌های آفتابگردان در مرحله گلدهی به روش آرنون (1949) با استفاده از دستگاه پلیت ریدر مدل Power Wave XS ساخت شرکت Bio Tek آمریکا و از طریق روابط زیر محاسبه شدند.

(3)

$$Chl.\,a = [12.7(A_{663}) - 2.69(A_{646})] \times \frac{V}{1000 \times W}$$

(4)

$$Chl.\,b = [22.9(A_{646}) - 4.68(A_{663})] \times \frac{V}{1000 \times W}$$

(5)

$$CARs = \frac{100(A_{470}) - 3.27(Chl.\,a) - 104(Chl.\,b)}{227}$$

A؛ شدت جذب نور عصاره در طول‌موج‌های موردنظر، V؛ حجم محلول (میلی‌لیتر) و W؛ وزن پودر برگ استفاده‌شده (گرم) است.

محتوای کلروفیل کل با جمع محتوای کلروفیل‌های a و b و نسبت کلروفیل a به b نیز از تقسیم این مقادیر به دست آمدند.

به‌منظور اندازه‌گیری محتوای نسبی آب برگ، در مراحل یک‌سوم ابتدایی فصل رشد و گلدهی (به ترتیب مراحل 14 و 22 برگی)، نمونه‌برداری شش روز بعد از آبیاری و از جوان‌ترین برگ توسعه‌یافته صورت گرفت. محتوای نسبی آب برگ (درصد) به روش بارس (1968) و با استفاده از معادله 6 محاسبه شد.

(6)

$$\text{محتوای نسبی آب برگ} = \frac{\text{وزن برگ خشک} - \text{وزن برگ تازه}}{\text{وزن برگ خشک} - \text{وزن برگ آماس شده}} \times 100$$

در زمان رسیدگی فیزیولوژیک آفتابگردان و پس از کاهش رطوبت دانه‌ها، در هر کرت پس از حذف اثر حاشیه، طبق‌های آفتابگردان از مساحتی حدود شش مترمربع برداشت شدند. پس از خرمن‌کوبی و بوجاری عملکرد دانه بر اساس رطوبت 14 درصد و برحسب گرم در مترمربع گزارش شد. به‌منظور تعیین وزن خشک شنبلیله (گرم در مترمربع) در پایان فصل رشد، با استفاده از کوادرات دو نمونه تصادفی از بوته‌های شنبلیله هر کرت برداشت و پس از خشک شدن توزین شدند.

آزمون نرمال بودن داده‌ها به روش Kolmogorov-smirnov و نرمال کردن داده‌های غیر نرمال به روش Box-Cox با استفاده از نرم‌افزار Minitab صورت گرفت. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD در سطح پنج درصد و با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ارتفاع آفتابگردان در سطح یک درصد تحت تأثیر تیمار خاک‌پوش و نوع رقم آفتابگردان قرار گرفت، اما برهمکنش این دو فاکتور بر صفت موردنظر معنی‌دار نبود (جدول 3). در رابطه با ارقام آفتابگردان، میانگین ارتفاع بوته ارقام پروگرس، لاکومکا و فرخ به ترتیب 211/6، 137/7 و 148/2 سانتی‌متر بود (جدول 4). در بین سطوح مختلف تیمار خاک‌پوش زنده، بیشترین ارتفاع بوته (194 سانتی‌متر) متعلق به شرایط شاهد (عدم کاشت خاک‌پوش) بود. هرچند بین این تیمار و تیمارهای کشت هم‌زمان دو گیاه (191/2 سانتی‌متر) و کشت شنبلیله 15 روز پس از آفتابگردان (183/4 سانتی‌متر) ازلحاظ ارتفاع بوته اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول 4). به‌طورکلی فراهم بودن آب و عناصر غذایی ضروری از طریق افزایش تعداد گره و طول هر میانگره ارتفاع بوته را تحت تأثیر قرار می‌دهد (37). در شرایط حضور خاک‌پوش زنده و رقابت آن با گیاه زراعی، عدم کاهش ارتفاع آفتابگردان می‌تواند به علت نگهداری بهتر رطوبت خاک توسط خاک‌پوش‌های کشت‌شده باشد که درنتیجه فتوسنتز و جذب مواد غذایی بهبود می‌یابد (35). حضور خاک‌پوش زنده از طریق بهبود ساختمان خاک، افزایش محتوای نیتروژن، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک درنهایت باعث افزایش ارتفاع بوته گیاه زراعی می‌شود (1). بااین‌حال کشت شنبلیله 15 روز پیش از آفتابگردان به کاهش 26 درصدی ارتفاع بوته در مقایسه با شرایط شاهد منجر شد (جدول 4). ازآنجایی‌که وضعیت عناصر غذایی یکی از عوامل اصلی در تعیین ارتفاع گیاه است، به نظر می‌رسد که در تیمار کشت شنبلیله 15 روز قبل از گیاه اصلی به علت استقرار زودتر گیاه شنبلیله و رقابت شدیدتر بین دو گیاه، بوته‌های آفتابگردان در مرحله رشد رویشی سریع با کمبود عناصر غذایی مواجه شده‌اند. به‌علاوه کاهش ارتفاع آفتابگردان در شرایط مذکور را می‌توان به تخلیه رطوبتی خاک در این تیمار نسبت داد. وقتی اندام‌های رویشی

در حال رشد هستند، کمبود رطوبت باعث کاهش سرعت رشد و ارتفاع بوته‌ها می‌شود (2). به همین دلیل وقتی گیاه آفتابگردان در مرحله رشد رویشی سریع در رقابت شدید با گیاه شنبلیله قرار می‌گیرد، به دلیل نبود رطوبت و مواد غذایی کافی ارتفاع گیاه آفتابگردان کاهش می‌یابد. در مطالعه احمدند و حاجی‌نیا (1) کاشت ماشک و جو به‌عنوان خاک‌پوش زنده ارتفاع بوته‌های سیب‌زمینی را نسبت به شرایط شاهد 17/6 درصد افزایش داد.

جدول 3- تجزیه واریانس اثر تیمار خاک‌پوش و رقم بر صفات مورفولوژیک و عملکرد دانه (میانگین مربعات)

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	وزن ساقه	تعداد برگ فعال	وزن برگ	شاخص سطح برگ	سطح ویژه برگ	نسبت سطح برگ
بلوک	2	294/05	59734	7/44	11089/9	1/73	0/0001	0/0001
خاک‌پوش	3	5194/24**	173567**	61/84**	17220/2**	5/96*	0/00012^{ns}	0/0002**
رقم	2	12226/9**	224662**	151/66**	25838**	9/31**	0/00021^{ns}	0/0001^{ns}
خاک‌پوش x رقم	6	292/49^{ns}	11995^{ns}	6/78^{ns}	1401/7^{ns}	2/60^{ns}	0/00015^{ns}	0/0001*
خطا	22	355/28	14983	7/42	1219/9	1/58	0/0001	0/0001
ضریب تغییرات (درصد)		10/60	18/77	12/39	19/99	29/26	19/54	19/38

ns، * و **: به ترتیب، غیر معنی‌دار، و معنی‌دار در سطوح پنج و یک درصد

جدول 4- مقایسه میانگین اثر تیمار خاک‌پوش و رقم آفتابگردان بر صفات مورفولوژیک و عملکرد دانه

تیمارها	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	وزن ساقه (گرم در بوته)	تعداد برگ فعال	وزن برگ (گرم در بوته)	شاخص سطح برگ	نسبت سطح برگ (مترمربع بر گرم)
بدون خاک‌پوش	194/0 a	469/50 a	24/88 a	141/20 a	4/54 ab	0/007 b
15 روز قبل از کاشت	142/7 b	177/90 b	18/70 c	44/51 b	2/86 b	0/017 a
کشت هم‌زمان	191/2 a	437/60 a	23/00 ab	126/00 a	5/69 a	0/010 ab
15 روز بعد از کاشت	183/4 a	456/17 a	21/37 b	125/10 a	6/37 a	0/008 b
LSD(5%)	18/43	119/70	2/66	34/15	2/37	0/009
پروگرس	211/6 a	523/30 a	25/52 a	157/40 a	6/17 a	0/008 a
فرخ	148/2 c	249/60 c	18/41 c	64/88 c	3/16 b	0/013 a
لاکومکا	173/7 b	382/90 b	22/02 b	105/20 b	4/12 b	0/009 a
LSD(5%)	15/96	103/60	2/30	29/57	1/06	0/005

میانگین‌هایی که داری حروف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشند (آزمون LSD).

وزن خشک ساقه

اثرات ساده سطوح خاک‌پوش زنده و رقم بر وزن ساقه بوته‌های آفتابگردان در مرحله گلدهی در سطح یک درصد معنی‌دار بود، اما تحت تأثیر برهمکنش آن‌ها قرار نگرفت (جدول 3). بیشترین وزن ساقه در مرحله گلدهی متعلق به بوته‌های آفتابگردان کشت‌شده در تیمار شاهد بود (469/5 گرم) که با وزن ساقه بوته‌های آفتابگردانی که 15 روز قبل و هم‌زمان با شنبلیله کشت شدند (به ترتیب 456/2 و 437/6گرم) اختلاف معنی‌دار نداشت. اما کشت شنبلیله 15 روز قبل از آفتابگردان، وزن ساقه بوته‌های آفتابگردان را به میزان 62 درصد نسبت به شاهد کاهش داد (جدول 4). در رابطه با ارقام موردبررسی، اختلاف بین ارقام پروگرس، لاکومکا و فرخ (به ترتیب 523/3، 382/9 و 249/6 گرم در بوته) ازنظر وزن خشک ساقه با یکدیگر معنی‌دار بود (جدول 4). به عقیده شکری و همکاران (10) کاربرد خاک‌پوش توزیع ماده خشک در اندام‌های مختلف را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

تعداد برگ فعال

سطوح خاک‌پوش زنده و نوع رقم آفتابگردان تعداد برگ فعال در مرحله گلدهی را در سطح یک درصد تحت تأثیر قراردادند، اما برهمکنش این دو عامل معنی‌دار نبود (جدول 3). با کشت خاک‌پوش 15 روز قبل از آفتابگردان، به‌طور میانگین 18/7 عدد برگ فعال در مرحله گلدهی در هر بوته آفتابگردان وجود داشت. در مقایسه با این تیمار، عدم کشت خاک‌پوش، کاشت هم‌زمان خاک‌پوش با آفتابگردان و کاشت خاک‌پوش 15 روز بعد از کاشت آفتابگردان، تعداد برگ فعال در بوته در مرحله گلدهی آفتابگردان را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (به ترتیب 24/9، 23 و 21/4 عدد) (جدول 4). عزیزی و همکاران (11) اثر مثبت کاربرد خاک‌پوش بر ویژگی‌های رشدی گیاهان زراعی را به دلیل کنترل رشد علف‌های هرز، بهبود شرایط خاک ازنظر حفظ محتوای رطوبت، تنظیم دما، افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌ها و تحرک عناصر غذایی می‌دانند. در رابطه با ارقام موردبررسی نیز به‌طور متوسط در هر بوته ارقام پروگرس، لاکومکا و فرخ به ترتیب 25/5، 22 و 18/4 عدد برگ فعال در مرحله گلدهی وجود داشت که ازنظر آماری دارای تفاوت معنی‌دار بودند (جدول 4).

وزن خشک برگ

وزن خشک برگ‌های آفتابگردان در مرحله گلدهی با سطح یک درصد تحت تأثیر سطوح خاک‌پوش زنده و نوع رقم آفتابگردان قرار گرفت اما برهمکنش آن‌ها معنی‌دار نبود (جدول 3). در بین سطوح مختلف تیمار خاک‌پوش، مشابه با تعداد برگ، وزن برگ نیز در شرایط کشت خاک‌پوش 15 روز قبل از کاشت آفتابگردان با اختلاف معنی‌دار نسبت به سایر سطوح، کمترین مقدار را داشت (44/5 گرم در بوته). به نظر می‌رسد تعداد برگ کمتر در بوته و گسترش کمتر سطح برگ (شاخص سطح برگ کمتر) در این شرایط، کاهش وزن برگ‌های بوته را نیز به دنبال داشته است. در بین ارقام موردبررسی نیز وزن برگ در بوته ارقام پروگرس، لاکومکا و فرخ (به ترتیب 157/4، 105/2 و 64/9 گرم) با یکدیگر اختلاف معنی‌دار آماری نشان دادند (جدول 4).

شاخص سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس حاکی از معنی‌دار بودن اثر سطوح خاک‌پوش زنده (در سطح پنج درصد) و نوع رقم آفتابگردان (در سطح یک درصد) بر شاخص سطح برگ بود، اما برهمکنش تیمارها بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول 3). رقم پروگرس دارای بیشترین میزان شاخص سطح برگ (6/2) بود وبرتری چشم‌گیری نسبت به

ارقام لاکومکا و فرخ (به ترتیب 4/1 و 3/2) داشت (جدول 4). کشت شنبلیله 15 روز پس از کشت آفتابگردان و همچنین کشت شنبلیله به‌صورت هم‌زمان با آفتابگردان به ترتیب با میانگین‌های 6/4 و 5/7 بیشترین شاخص سطح برگ را داشتند و کمترین مقدار در تیمار کشت خاک‌پوش 15 روز قبل از آفتابگردان ثبت شد (جدول4). در بین شاخص‌های رشد، شاخص سطح برگ بالاتر در افزایش قدرت رقابت گیاهان زراعی مؤثر است (22). به نظر می‌رسد کشت شنبلیله 15 روز قبل از گیاه اصلی موجب استقرار سریع‌تر و افزایش توان رقابتی خاک‌پوش شده است. این امر می‌تواند به تخلیه عناصر غذایی و رطوبت خاک توسط گیاه شنبلیله و به دنبال آن کاهش رشد رویشی و توسعه برگ‌های آفتابگردان منجر شود. یکی از دلایل مهم افت عملکرد گیاه آفتابگردان در رقابت با گیاه همراه را می‌توان به کاهش شاخص سطح برگ نسبت داد. در شرایط رقابت توسعه سطح برگ در ابتدای فصل رشد از حساسیت بالاتری در مقایسه با سایر مراحل رشد برخوردار است (9)، بنابراین منطقی است که کشت شنبلیله 15 روز قبل از کشت آفتابگردان به دلیل بیشترین همپوشانی زمانی و رقابت با گیاه اصلی در ابتدای فصل رشد به کاهش چشم‌گیر شاخص سطح برگ منجر گردد. این امر اهمیت بـه حداقل رساندن رقابت به‌ویژه در اوایل دوره رشد را ثابت می‌کند. انتخاب زمان مناسب کشت خاک‌پوش زنده باعث برتری اثر مساعدتی خاک‌پوش نسبت به اثر رقابتی آن می‌شود، یکی از اثرات مثبت شنبلیله به‌عنوان خاک‌پوش زنده تثبیت زیستی نیتروژن می‌باشد که با فراهمی نیتروژن موردنیاز برای رشد آفتابگردان باعث افزایش شاخص سطح برگ می‌گردد. میزان نیتروژن می‌تواند یکی از عوامل مؤثر برافزایش سطح برگ هر گیاه باشد و با اثر بر طول عمر هر برگ، باعث حفظ شاخص سطح برگ در طول فصل رشد می‌شود (20). در آزمایش احمدوند و حاجی‌نیا (1) کاشت خاک‌پوش زنده ماشک حداکثر شاخص سطح برگ سیب‌زمینی را نسبت به شرایط شاهد 37/8 درصد افزایش داد.

سطح ویژه برگ

سطح ویژه برگ نسبت سطح به وزن بافت‌های فتوسنتز کننده را نشان می‌دهد. به‌عبارت‌دیگر بیان‌گر نازکی برگ است و باضخامت برگ رابطه عکس دارد. مقادیر بالای این شاخص بیان‌گر سطح بیشتر و وزن خشک کمتر برگ است (16). یافته‌های آزمایش نشان داد که سطح ویژه برگ تحت تأثیر هیچ‌کدام از تیمارهای آزمایش و برهمکنش آن‌ها قرار نگرفت (جدول 3). به‌عبارت‌دیگر، تیمارهای موردبررسی از اثر مشابهی بر نسبت سطح به وزن برگ برخوردار بودند. بنابراین سطح ویژه برگ ارقام آفتابگردان تحت تأثیر زمان کاشت خاک‌پوش قرار نمی‌گیرد.

نسبت سطح برگ

این شاخص نشان‌دهنده نسبت بین سطح پهنک یا بافت‌های فتوسنتز کننده به‌کل بافت‌های تنفس کننده گیاه است (17). در مطالعه حاضر این نسبت در سطح یک درصد تحت تأثیر زمان کشت خاک‌پوش قرار گرفت. برهمکنش خاک‌پوش و رقم نیز بر نسبت سطح برگ در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول 3). کمترین میزان این نسبت (0/004 مترمربع بر گرم) با کاشت رقم پروگرس در شرایط شاهد و بیشترین مقدار آن (0/026 مترمربع بر گرم) با کاشت رقم فرخ 15 روز بعد از شنبلیله به دست آمد (جدول 5).

جدول 5- مقایسه میانگین برهمکنش تاریخ کشت خاک‌پوش در رقم بر نسبت سطح برگ (مترمربع بر گرم)

بدون خاک‌پوش	پروگرس	0/004 b
	فرخ	0/006 b
	لاکومکا	0/010 ab
15 روز قبل از کاشت	پروگرس	0/009 ab
	فرخ	0/026 a
	لاکومکا	0/014 ab
کشت هم‌زمان	پروگرس	0/009 b
	فرخ	0/012 ab
	لاکومکا	0/008 b
15 روز بعد از کاشت	پروگرس	0/012 ab
	فرخ	0/007 b
	لاکومکا	0/006 b
LSD (5%)		0/016

میانگین‌هایی که داری حروف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشند (آزمون LSD).

محتوای کلروفیل‌های a، b و کل

اثر تیمار خاک‌پوش، رقم و برهمکنش آن‌ها بر محتوای کلروفیل‌های a، b و کل معنی‌دار نبود. نسبت کلروفیل a به کلروفیل b نیز تحت تأثیر هیچ‌یک از تیمارهای موردبررسی قرار نگرفت (جدول 6). باوجود معنی‌دار نبودن اثر تیمارها بر کلروفیل به دلیل اهمیت این صفت میانگین‌های صفات مرتبط با کلروفیل موردبررسی قرار گرفت. صرف‌نظر از نوع رقم، کاشت شنبلیله 15 روز قبل از آفتابگردان محتوای کلروفیل‌های a، b و کل را نسبت به شرایط شاهد به ترتیب 7/4، 3/7 و 6/8 درصد کاهش داد (جدول 7). علت این موضوع را می‌توان افزایش رقابت بین‌گونه‌ای آفتابگردان با شنبلیله در این شرایط دانست. کشت 15 روز قبل خاک‌پوش توانسته باعث عدم دسترسی کافی گیاه زراعی به نور و منابع محیطی به‌ویژه عنصر نیتروژن شده و میزان کلروفیل برگ‌ها کاهش یابد. بیشترین میانگین کلروفیل a و کلروفیل کل (به ترتیب 11/4 و 14/3 میلی‌گرم در گرم وزن‌تر برگ) مربوط به کاشت رقم فرخ 15 روز قبل از شنبلیله بود. کمترین مقادیر کلروفیل‌های a، b و کل برگ (به ترتیب 7/9، 1/9 و 9/9 میلی‌گرم در گرم وزن‌تر برگ) نیز با کاشت رقم لاکومکا 15 روز بعد از شنبلیله به دست آمد. محتوای کلروفیل b در برگ‌های رقم فرخ در شرایط کشت هم‌زمان و کشت شنبلیله 15 روز بعد از آفتابگردان بیشترین میزان را داشت (2/8 میلی‌گرم در گرم وزن‌تر) (جدول 8). نیتروژن از اجزای سازند مولکول کلروفیل است. بنابراین بین محتوای کلروفیل و محتوای نیتروژن برگ رابطه مستقیم برقرار است، هرقدر دسترسی گیاه به نیتروژن بیشتر باشد، کلروفیل هم به همان نسبت افزایش و فتوسنتز بهبود خواهد یافت (8). بیشترین نسبت کلروفیل a/b (4/2) مربوط به کاشت رقم فرخ 15 روز بعد از شنبلیله، و کمترین میزان (3/93) درکشت هم‌زمان و رقم فرخ مشاهده شد (جدول 7).

پدرسن و همکاران (2008) گزارش کردند که خاک‌پوش زنده باعث افزایش محتوای نیتروژن خاک خواهد شد، اما در برخی موارد وجود خاک‌پوش باعث کاهش مقدار نیتروژن در خاک می‌شود که این امر می‌تواند به کاهش کلروفیل برگ نیز منجر شود. در آزمایش حاضر نیز کاشت شنبلیله قبل از آفتابگردان منجر به بهبود محتوای کلروفیل برگ‌های آفتابگردان نشد. هاشمی و همکاران (24) در آزمایش خود اثر مطلوب

حضور گیاهان پوششی (شنبلیله، خلر و ماشک گل خوشه‌ای) کشت‌شده به‌طور هم‌زمان و سه هفته بعد از سویا را بر توزیع عمودی کلروفیل در کانوپی سویا مشاهده کردند. تیونیسن و همکاران (46) افزایش میزان کلروفیل در اثر کاربرد خاک‌پوش‌های زنده را به دلیل بهبود جذب عناصر غذایی توسط گیاه اصلی می‌دانند.

جدول 6- تجزیه واریانس اثر تیمار خاک‌پوش و رقم بر برخی صفات فیزیولوژیک (میانگین مربعات)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	نسبت کلروفیل a/b	کاروتنوئید	محتوای نسبی آب برگ (مرحله اول)	محتوای نسبی آب برگ (مرحله دوم)	عملکرد دانه
بلوک	2	9/99*	0/23^{ns}	13/0^{ns}	0/33^{ns}	0/37^{ns}	3/54^{ns}	147/90^{ns}	283707
خاک‌پوش	3	3/79^{ns}	0/30^{ns}	6/08^{ns}	0/15^{ns}	0/08^{ns}	160/14**	493/64**	**
رقم	2	4/25^{ns}	0/20^{ns}	6/31^{ns}	0/02^{ns}	1/10**	689/27**	626/16**	*
خاک‌پوش × رقم	6	1/13^{ns}	0/10^{ns}	1/82^{ns}	0/06^{ns}	0/06^{ns}	5/44^{ns}	19/35^{ns}	669927^{ns}
اشتباه	22	2/51	0/108	3/57	0/06	0/141	28/12	48/58	958705
ضریب تغییرات (درصد)		15/60	13/12	14/91	6/32	17/06	7/54	11/08	19/21

ns، * و **: به ترتیب، غیر معنی‌دار، و معنی‌دار در سطوح پنج و یک درصد

جدول 7- مقایسه میانگین اثر تیمار خاک‌پوش و رقم آفتابگردان بر برخی صفات فیزیولوژیک

تیمارها	محتوای کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم	محتوای کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم	محتوای کلروفیل کل (میلی‌گرم	نسبت کلروفیل a/b	محتوای کارتنوئید (میلی‌گرم در وزن‌تر برگ)	محتوای نسبی آب برگ در مرحله اول (درصد)	محتوای نسبی آب برگ در مرحله دوم (درصد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
بدون خاک‌پوش	10/08 a	2/40 a	12/48 a	4/19 a	2/21 a	68/62 bc	62/15 a	2751 b
15 روز قبل از کاشت	9/33 a	2/31 b	11/63 b	4/06 a	2/11 a	65/23 c	52/71 b	2685 c
کشت هم‌زمان	10/39 a	2/66 a	13/05 a	3/88 b	2/15 a	72/51 ab	68/80 a	3834 a
15 روز بعد از کاشت	10/88 a	2/67 a	13/55 a	4/08 a	2/33 a	74/77 a	67/93 a	3454 ab
LSD5%	1/55	0/32	1/85	0/25	0/37	4/97	7/34	957
پروگرس	10/48 a	2/59 a	13/07 a	4/03 a	2/07 b	77/83 a	70/50 a	2996 ab
فرخ	10/54 a	2/58 a	13/12 a	4/10 a	2/54 a	62/68 c	56/13 b	2371 b
لاکومکا	9/48 a	2/36 a	11/84 a	4/02 a	1/97 b	70/33 b	62/07 b	3426 a
LSD5%	1/34	0/28	1/60	0/22	0/31	4/30	6/35	829

میانگین‌هایی که داری حروف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشند (آزمون LSD).

جدول 8- مقایسه میانگین برهمکنش تاریخ کشت خاک‌پوش و رقم بر برخی صفات فیزیولوژیک

تیمارها		کلروفیل a (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر)	کلروفیل b (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر)	کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن‌تر)	نسبت کلروفیل a/b
بدون خاک‌پوش	پروگرس	10/14	2/39	12/54	4/2
	فرخ	10/00	2/40	12/41	4/16
	لاکومکا	10/09	2/39	12/48	4/21
15 روز قبل از کاشت	پروگرس	10/16	2/65	13/11	3/94
	فرخ	9/55	2/28	11/83	4/22
	لاکومکا	7/97	1/97	9/94	4/02
کشت هم‌زمان	پروگرس	10/43	2/56	12/99	4/03
	فرخ	11/15	2/81	13/97	3/93
	لاکومکا	9/58	2/60	12/18	3/67
15 روز بعد از کاشت	پروگرس	10/89	2/74	13/64	3/95
	فرخ	11/45	2/80	14/26	4/09
	لاکومکا	10/28	2/45	12/73	4/19

میانگین‌هایی که داری حروف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد می‌باشند (آزمون LSD).

محتوای کاروتنوئیدها

سطوح تیمار خاک‌پوش زنده اثر معنی‌داری بر محتوای کاروتنوئیدها در آفتابگردان نداشت، اما تفاوت ارقام موردبررسی در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول 6). محتوای کاروتنوئید در برگ‌های رقم فرخ (2/54 میلی‌گرم در گرم وزن‌تر برگ) به‌طور معنی‌داری بیشتر ارقام پروگرس و لاکومکا بود (به ترتیب 2/07 و 1/97 میلی‌گرم در گرم وزن‌تر برگ) (جدول 8). رنگدانه کاروتنوئید به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان، نقش مهمی در افزایش توان گیاه برای مقابله با تنش‌ها دارد. محتوای بیشتر این رنگیزه در رقم فرخ می‌تواند به معنای توان بالاتر آن در مقایسه با ارقام پروگرس و لاکومکا باشد. این توان تحمل بیشتر به تنش خشکی برای گیاه هزینه دارد، به این معنی که بخش بیشتری از تولیدات گیاهی صرف ایجاد سازوکار مقاومت می‌شود. بنابراین کاهش عملکرد در ارقام مقاوم‌تر مشابه با آنچه در این مطالعه در مورد رقم فرخ مشاهده شد (جدول 4)، قابل‌انتظار است.

محتوای نسبی آب برگ

اثرات ساده سطوح خاک‌پوش زنده و ارقام موردبررسی بر محتوای نسبی آب برگ اندازه‌گیری شده در مراحل یک‌سوم ابتدایی رشد (14 برگی آفتابگردان) و گلدهی (22 برگی آفتابگردان) در سطح پنج درصد معنی‌دار اما برهمکنش آن‌ها معنی‌دار نبود (جدول 6). در یک‌سوم ابتدایی فصل رشد آفتابگردان، محتوای نسبی آب برگ بیشتر از زمان گلدهی بود (جدول 7). تعادل آب در گیاه از راه موازنه بین جذب به‌وسیله ریشه و تعرق از طریق برگ‌ها کنترل می‌شود (44). در آزمایش حاضر، مرحله گلدهی آفتابگردان در محدوده زمانی اواخر تیر و اوایل مرداد به وقوع پیوست یعنی زمانی که دما از افزایش قابل‌توجهی برخوردار بود (جدول 1). با توجه به این‌که میزان تبخیر و تعرق گیاه در فصل گرم بیشتر می‌شود، بنابراین دلیل کاهش محتوای نسبی آب

برگ در مرحله گلدهی مصادف شدن زمان نمونه‌برداری با گرمای هوا است. نظری (23) نیز کاهش محتوای نسبی آب برگ‌های ذرت با پیشرفت مراحل رشد فنولوژیک را گزارش کرد.

در رابطه با اثر خاک‌پوش، در هر دو نمونه‌برداری کمترین محتوای نسبی آب برگ در شرایط کاشت شنبلیله 15 روز قبل از آفتابگردان به دست آمد (به ترتیب 65/2 و 52/7 درصد برای نمونه‌برداری‌های اول و دوم). کاشت شنبلیله به‌صورت هم‌زمان و 15 روز بعد از آفتابگردان منجر به بهبود محتوای نسبی آب برگ شد (جدول 7). رام و همکاران (41) بالاتر بودن محتوای نسبی آب برگ در اثر کاربرد خاک‌پوش را به دلیل دمای مطلوب خاک و حفظ رطوبت خاک در زیر خاک‌پوش می‌دانند. به عقیده شکری و همکاران (10) نیز در نظام خاک‌پوش به دلیل خنک شدن محیط ریشه و حفظ رطوبت خاک، رشد ریشه و مقدار جذب آب بیشتر از نظام بدون خاک‌پوش است. بنابراین انتظار می‌رود که با کاربرد خاک‌پوش محتوای آب برگ گیاهان اصلی افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد که در شرایط کاشت خاک‌پوش 15 روز قبل از آفتابگردان، رقابت خاک‌پوش با آفتابگردان برای دسترسی به رطوبت خاک بیشتر بوده است. در مورد ارقام موردبررسی، در هر دو نمونه‌برداری برگ‌های رقم پروگرس بیشترین (به ترتیب 77/8 و 70/5 درصد برای نمونه‌برداری‌های اول و دوم) و برگ‌های رقم فرخ کمترین (به ترتیب 62/7 و 56/1 درصد برای نمونه‌برداری‌های اول و دوم) محتوای نسبی آب را داشتند (جدول 7). احتمالاً رقم فرخ با تعرق بیشتر باعث کاهش چشم‌گیر محتوای نسبی آب در برگ‌ها شده است. محتوای نسبی آب برگ برآوردی از وضعیت آب گیاه است و به‌عنوان شاخصی برای نشان دادن آسیب ناشی از تنش‌ها محسوب می‌شود. بالا بودن محتوای نسبی آب برگ باعث افزایش میزان فتوسنتز و درنتیجه افزایش عملکرد در شرایط کمبود آب می‌شود (31).

عملکرد دانه

اثر سطوح خاک‌پوش در سطح یک درصد و ارقام موردبررسی در سطح پنج درصد بر عملکرد دانه آفتابگردان معنی‌دار بود (جدول 6). در تیمار شاهد، به‌طور متوسط 2751 کیلوگرم دانه در هکتار تولید شد. کاشت شنبلیله هم‌زمان با آفتابگردان و 15 روز بعد از آفتابگردان، عملکرد دانه را نسبت به شرایط شاهد به ترتیب 1083 (39/4 درصد) و 769 (28 درصد) کیلوگرم در هکتار افزایش داد، اما کاشت شنبلیله 15 روز قبل از آفتابگردان، عملکرد دانه آفتابگردان را در مقایسه با شرایط شاهد، 1066 کیلوگرم در هکتار (38/5 درصد) کاهش داد (جدول 7). احتمالاً دلیل این موضوع رقابت شدید بین بوته‌های شنبلیله با گیاهچه‌های جوان آفتابگردان است. کاشت خاک‌پوش زنده 15 روز زودتر از گیاه اصلی سبب شده که شنبلیله سریع‌تر از گیاه اصلی در مزرعه استقرار یابد و رقابت شدیدی با بوته‌های آفتابگردان بر سر جذب آب و مواد غذایی داشته باشد. در این شرایط، بخشی از انرژی و مواد فتوسنتزی بوته‌های آفتابگردان صرف رقابت با خاک‌پوش می‌شود که بر تولید دانه اثر منفی خواهد داشت. از اثرات این رقابت می‌توان به ارتفاع کمتر، تولید ساقه و برگ کمتر (جدول 4)، کاهش فتوسنتز و درنهایت کاهش عملکرد دانه آفتابگردان اشاره کرد. کاشت شنبلیله هم‌زمان و بعد از آفتابگردان منجر به بهبود عملکرد دانه شد. در تحقیق لطیفی و همکاران (17) بیشترین عملکرد دانه آفتابگردان، با کاشت هم‌زمان گیاه اصلی با یونجه به‌عنوان خاک‌پوش زنده به دست آمد. به عقیده آن‌ها اثرات مثبت خاک‌پوش زنده درکشت هم‌زمان با گیاه اصلی بر اثرات منفی ناشی از رقابت بین دو گیاه برتری دارد. به‌علاوه کاشت خاک‌پوش با به تأخیر انداختن ظهور علف‌های هرز یا ممانعت از جوانه‌زنی آن‌ها می‌تواند به بهبود تولید محصول منجر شود (29). یکی دیگر از مزایای خاک‌پوش در صورت استفاده از گیاهان خانواده لگوم، تأمین بخشی از نیتروژن موردنیاز گیاه اصلی است. در مطالعه اسکارفول و همکاران (45) عملکرد دانه

لوبیا در شرایط عدم کاربرد نیتروژن و استفاده از گیاهان لگوم به‌عنوان خاک‌پوش با عملکرد دانه به‌دست‌آمده بعد از مصرف 90 کیلوگرم نیتروژن در هکتار و عدم وجود خاک‌پوش زنده برابر بود. به‌علاوه، گلب و کولیگ (33) بیان کردند که خاک‌پوش‌های زنده می‌توانند باعث افزایش منافذ بزرگ (50 تا 500 میکرومتر) در لایه صفر تا 10 سانتی‌متری خاک شوند و بین افزایش خلل و فرج خاک و عملکرد محصول همبستگی مثبت وجود دارد. احمدوند و حاجی‌نیا (1) نیز اثر مثبت کاشت خاک‌پوش‌های ماشک و جو بر عملکرد غده سیب‌زمینی را گزارش کردند.

بین ارقام موردبررسی، ارقام لاکومکا و فرخ به ترتیب بیشترین (3426 کیلوگرم در هکتار) و کمترین عملکرد دانه (2371 کیلوگرم در هکتار) را نشان دادند. باوجود این‌که نتایج عدم معنی‌داری مقدار عملکرد دانه رقم پروگرس (2996 کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با رقم لاکومکا را نشان می‌دهد، اما تفاوت آن‌ها (430 کیلوگرم در هکتار) نمی‌تواند ازنظر تولید قابل‌چشم‌پوشی باشد (جدول 7). تفاوت عملکرد دانه بین ارقام آفتابگردان موردبررسی در مطالعه لطیفی و همکاران (1394- ب) نیز معنی‌دار بود.

همبستگی صفات

همبستگی بین عملکرد دانه با ارتفاع بوته (0/37)، وزن ساقه (0/43)، تعداد برگ فعال (0/34)، وزن برگ (0/43) و محتوای نسبی آب برگ (به ترتیب 0/35 و 0/52 برای مراحل اول و دوم) مثبت و معنی‌دار و با سایر صفات غیر معنی‌دار بود (جدول 9). اثر مثبت صفات رویشی بر عملکرد دانه از طریق بالا بردن قدرت رقابت گیاه زراعی با خاک‌پوش‌های زنده و علف‌های هرز اعمال می‌شود. همبستگی عملکرد دانه با محتوای کلروفیل‌های a (0/21)، b (0/25) و کل (0/22) مثبت بود، اما ازنظر آماری غیر معنی‌دار بود (جدول 9). بالا بودن محتوای کلروفیل در برگ‌ها نشان‌دهنده کارایی بیشتر برگ‌ها در جذب نور و عمل فتوسنتز و درنهایت افزایش فتوسنتز و عملکرد دانه بیشتر خواهد بود (43). در مطالعه فاضلی و همکاران (13) نیز همبستگی بین رنگدانه‌های فتوسنتزی با عملکرد دانه سویا معنی‌دار نبود. بااین‌حال کپمن و همکاران (28) همبستگی محتوای کلروفیل با عملکرد دانه را مثبت و معنی‌دار گزارش کردند.

همبستگی بین ارتفاع بوته با وزن ساقه (0/83)، تعداد برگ (0/84)، وزن برگ (0/86)، شاخص سطح برگ (0/60)، نسبت سطح برگ (0/47-) و محتوای نسبی آب برگ (به ترتیب 0/68 و 0/69 برای مراحل اول و دوم) معنی‌دار و با سایر صفات غیر معنی‌دار بود (جدول 9). همبستگی مثبت وزن ساقه با تعداد برگ (0/73)، وزن برگ (0/90) و شاخص سطح برگ (0/67) (جدول 9) می‌تواند حاکی از آن باشد که هر چه ساقه دارای استحکام و وزن کافی باشد، قادر به نگهداری برگ‌های بیشتر، سنگین‌تر و گسترده‌تر خواهد بود.

همبستگی محتوای رنگدانه کارتنوئید با محتوای کلروفیل‌های a (0/8)، b (0/63)، کل (0/78) و نسبت کلروفیل a/b (0/53) مثبت و در سطح یک درصد معنی‌دار و با سایر صفات غیر معنی‌دار بود (جدول 9). رنگدانه کارتنوئید به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان در تقویت سیستم دفاعی گیاه نقش دارد. محتوای بالای این رنگدانه منجر به حفاظت از رنگدانه‌های کلروفیل در مقابل تنش‌ها خواهد شد، بنابراین همبستگی مثبت بین محتوای کارتنوئید با کلروفیل قابل‌انتظار است.

جدول 9- ضرایب همبستگی بین صفات موردبررسی آفتابگردان

	عملکرد دانه	ارتفاع بوته	وزن ساقه	تعداد برگ فعال	وزن برگ	شاخص سطح برگ	سطح ویژه برگ	نسبت سطح برگ	محتوای کلروفیل a	محتوای کلروفیل b	محتوای کلروفیل کل	نسبت کلروفیل a/b	محتوای کارتنوئید	محتوای نسبی آب برگ (مرحله اول)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	0/370*													
3	0/429**	0/830**												
4	0/340*	0/844**	0/724**											
5	0/432**	0/857**	0/896**	0/811**										
6	0/327ns	0/595**	0/672**	0/456**	0/630**									
7	0/042ns	0/128ns	0/169ns	0/034ns	0/046ns	0/627**								
8	-0/302ns	-0/474**	-0/364*	-0/309ns	-0/353*	0/086ns	0/430**							
9	0/205ns	0/214ns	0/318ns	0/034ns	0/408*	0/277ns	-0/029ns	0/011ns						
10	0/253ns	0/195ns	0/300ns	-0/037ns	0/325ns	0/337*	0/136ns	0/047ns	0/896**					
11	0/218ns	0/215ns	0/320ns	0/022ns	0/400*	0/293ns	0/001ns	0/016ns	0/997**	0/929**				
12	-0/063ns	0/271ns	0/080ns	0/101ns	0/227ns	-0/078ns	-0/364*	-0/049ns	0/458**	0/021ns	0/386*			
13	-0/090ns	-0/183ns	-0/013ns	-0/245ns	0/081ns	-0/002ns	-0/117ns	0/230ns	0/802**	0/627**	0/782**	0/572**		
14	0/349*	0/683**	0/659**	0/500**	0/569**	0/566**	0/203ns	-0/336*	0/136ns	0/233ns	0/157ns	-0/200ns	-0/296ns	
15	0/517**	0/688**	0/599**	0/513**	0/521**	0/557**	0/235ns	-0/338*	0/167ns	0/286ns	0/192ns	-0/255ns	-0/157ns	0/789**

*، ** و ns به ترتیب، معنی‌دار در سطوح پنج درصد، یک درصد و غیر معنی‌دار

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق اهمیت انتخاب رقم و زمان مناسب کاشت خاک‌پوش در حصول موفقیت این نظام کشت را روشن ساخت. در رابطه با ارقام آفتابگردان، رقم لاکومکا با تولید 3426 کیلوگرم دانه در هکتار بر ارقام پروگرس و فرخ (به ترتیب 2996 و 2371 کیلوگرم در هکتار) برتری داشت. با کاشت خاک‌پوش قبل از آفتابگردان، اثر منفی رقابت شنبلیله در ابتدای دوره رشد آفتابگردان منجر به کاهش رشد و درنهایت عملکرد آفتابگردان شد. به‌گونه‌ای که عملکرد دانه در شرایط کاشت شنبلیله 15 روز قبل از آن 38/5 درصد کمتر از شرایط شاهد بود. بااین‌حال کاشت خاک‌پوش به‌طور هم‌زمان یا 15 روز بعد از آفتابگردان از طریق بهبود ویژگی‌های رویشی و فیزیولوژیکی، عملکرد دانه را به ترتیب 39/4 و 25/5 درصد افزایش داد. به نظر می‌رسد که با انتخاب زمان مناسب کاشت خاک‌پوش رقابت بین‌گونه‌ای به حداقل خواهد رسید و بوته‌های آفتابگردان از مزایای حضور شنبلیله در این نظام بهره‌مند خواهند شد. به‌طورکلی در صورت اتخاذ روش‌های مناسب مدیریتی، کاربرد خاک‌پوش‌های زنده به‌عنوان راهکاری همگام با طبیعت موجب رسیدن به اهداف کشاورزی پایدار می‌شود.

منابع مورداستفاده

1- **احمدوند، گ. و حاجی‌نیا، س.** 1394. تأثیر گیاه پوششی و سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد سیب‌زمینی. نشریه تولید گیاهان زراعی. 8(4): 163-182.

2- **بختیاری‌مقدم، م.، وزان، س.، اسفینی‌فراهانی، م.، عزیزخانی، س. و رضایی، ک.** 1391. مطالعه مدیریت زمان و مکان کنترل علف‌های هرز بر عملکرد و برخی صفات زراعی نخود (*Cicer arietinum* L.). مجله زراعت و اصلاح نباتات ایران. 8(2): 87-96.

3- **بلندی عموقین، م.، توبه، ا. و آل‌ابراهیم، م.** 1394. تأثیر نوع گیاه پوششی تاریخ کاشت، و نوع مدیریت آن بر ترکیب گونه‌ای علف‌های هرز مزرعه‌ی آفتابگردان هیبرید. مجله مطالعات حفاظت گیاهان. 29(3): 337-348.

4- **بی‌نام.** 1396. وضعیت تجارت محصولات کشاورزی و غذایی طی نه‌ماهه 1396. اتاق بازرگانی صنایع، معادن و کشاورزی تهران. معاونت بررسی‌های اقتصادی.

5- **پورسخی، ن. و خواجه‌پور، م.ر.** 1393. تأثیر آرایش کاشت و تراکم بوته بر رشد و عملکرد آفتابگردان (هیبرید های‌سان-36). نشریه زراعت. 104: 61-54.

6- **حسینی، م.، زمانی، غ.، علیزاده، ح.م. و اسلامی، س.م.** 1390. بررسی اثر مقادیر محتلف بقایای گندم و تراکم کاشت بر رشد و عملکرد آفتابگردان. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. 4(3): 37-53.

7- **دیده‌باز مغانلو، ق.، توبه، ا.، فخاری، ر.، خانزاده، ح.، و سعادت، س.ا.** 1396. اثر گیاهان پوششی بر کنترل علف‌های هرز و عملکرد اسانس نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.). مجله اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. 4(44): 923-936.

8- **رضایی‌چیانه، ا.، خرم‌دل، س. و قره‌چالی، پ.** 1394. ارزیابی اثر کشت مخلوط تأخیری آفتابگردان و باقلا بر عملکرد و کارایی استفاده از زمین. مجله به‌زراعی کشاورزی. 17: 196-183.

9- **شاهوردی، م.، حجازی، ا.، رحیمیان مشهدی، ح. و ترکمانی، ع.** 1381. تعیین دوره بحرانی کنترل علف‌های هرز آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) رقم رکورد. مجله علوم زراعی ایران. 4 (3): 152-162 .

10- **شکری، ب.، قادری، ن. و جوادی، ت.** 1394. اثر کاربرد خاک‌پوش پلاستیکی بر برخی ویژگی‌های مرفو-فیزیولوژیکی توت‌فرنگی در شرایط تنش خشکی. مجله علوم باغبانی ایران. 46(4): 535-547.

11- **عزیزی، م.، شهریاری، س.، آرویی، ح. و انصاری، ح.** 1394. بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و انواع مالچ بر خصوصیات رویشی و میزان اسانس نعناع فلفلی (*Mentha piperita*). نشریه علوم باغبانی. 29(1): 11-21.

12- **غفاری، م.، احمدوند، گ.، اردکانی، م.ر.، کشاورز، ن. و نادعلی، ا.** 1391. مدیریت اکولوژیک علف‌های هرز بوسیله گیاهان پوششی: اثر روی علف‌های هرز زمستانه و استقرار علف‌های هرز تابستانه در کشت سیب‌زمینی. مجله پژوهش‌های زراعی ایران.10(1): 247-255.

13- **فاضلی، ف.، نجفی زرینی، ح.، عارف‌راد، م. و میرآبای، ع.ز.** 1394. بررسی ارتباط صفات مورفولوژیک با عملکرد دانه و تنوع آن‌ها در لاین‌های موتانت نسل چهارم سویا با استفاده از روش تجزیه به عامل‌ها. پژوهش‌نامه اصلاح گیاهان زراعی. 7(15): 47-76.

14- **قدس‌ولی، ع.ر.** 1389. توزیع اندازه فندقه آفتابگردان ارقام روغنی و تأثیر آن روی ویژگی‌های کمی و کیفی روغن استحصالی. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. 11(1). 103-116.

15- **کوچکی، ع. و سرمدنیا، م.** 1377. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

16- **کوچکی،ع.، نخ‌فروش، ع.، و ظریف کتابی، ح.** 1376. کشاورزی ارگانیک (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

17- **لطیفی، ص.، یوسفی، ع و جمشیدی، خ.** 1394- الف. اثر برهمکنش رقم و مالچ زنده بر عملکرد آفتابگردان و کنترل علف‌های هرز. مجله به‌زراعی کشاورزی. جلد 17، شماره 2. 430-415.

18- **لطیفی، ص.، یوسفی، ع. و جمشیدی، خ.** 1394- ب. اثر کاربرد مالچ زنده بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام آفتابگردان و کنترل علف‌های هرز. مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار. جلد 25، شماره 2. 45-33.

19- **محمددوست، ح.ر.، رفیعی، س. و اصغری، ع.** 1394. تأثیر گیاهان پوششی بر تراکم زیست توده علف‌های هرز مزارع گوجه‌فرنگی. مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار. جلد 25، شماره 2. 86-75.

20- **محمدی، غ.ر.، صفری‌پور، م.، قبادی، م.ا. و نجفی، ع.** 1394. تأثیر کودهای سبز و نیتروژن بر عملکرد و شاخص‌های رشدی ذرت. مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار. 25(2): 105-124.

21- **مؤیدی شهرکی، ع.م.، جامی‌الاحمدی. م.، بهدانی، ع. و محمودی، س.** 1390. تأثیر گیاهان پوششی و مدیریت خاک‌پوش بر اجزای عملکرد و عملکرد گیاه گلرنگ. مجله بوم شناسی کشاورزی. 3(2): 232-227.

22- **میرشکاری، ب.** 1387. تأثیرپذیری برخی از صفات فیزیولوژیک آفتابگردان در تداخل با تاج‌خروس. مجله یافته‌های نوین کشاورزی.2(3): 299-314.

23- **نظری، م.** 1384. مطالعه واکنش ژنوتیپ‌های تریتیکاله به شرایط کم آبی در مراحل مختلف رشد و نمو. پایان‌نامه دکتری. دانشگاه تهران، دانشکده کشاورزی.

24- **هاشمی، ث.، فرهمند، ا. و زعفریان، ف.** 1393. تأثیر تاریخ‌های مختلف کاشت گیاهان پوششی بر کنترل علف‌های هرز سویا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه ساری.

25- Arnon, D. I. 1949. Copper enzyme in isolated chloroplast and polyphenoxidase in *Beta vulgaris*, Plant Physiology. 24: 1-15.

26- Barrs, H. D. 1968. Determination of water deficits in plant tissue. *In*: KOZLOWSKI, T.T. (Ed) Water deficits and plant growth. New York, Academic Press, 1: 235-368.

27- Buhler, D. D. 2002. Challenges and opportunities for integrated weed management. Weed Science, 50: 273-280.

28- Chapman, A., Pantalone. V. R., Ustun. A., Allen, F. L., Landao-Ellis, D. Trigiano, R. N. and Grreshoff, P. M. 2003. Quantitative trait loci for agronomic and seed quality traits in an F2 and F4:6 soybean population. Kluwer Academic Publishers, 129: 387-393.

29- Dominguez, A and Cruz, R. 1990. Competencia nutricional de Arachis pintoi como cultivo de cobertura durante el establecimiento de bactris gasipaes. CIAT, 18: 1-7.

30- Esitken, A., Yildiz H. E., Ercisli, S., FigenDonmez, M.,Turan, M. and Gunes, A. 2010. Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield; growth and nutrient contents of organically grown strawberry. Scientia Horticulturae, 124: 62-66.

31- Farooq, M.W., Kobayashi, A. N., Fujita, D. and Basra, S. M. 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agronomy for Sustainable Development, 29: 185-212.

32- Gabriel, J. L. and Quemada, M. 2011. Replacing bare fallow with cover crops in a maize cropping system: Yield, N uptake and fertilizer fate. Europen Journal of Agronomy, 34: 133-143.

33- Glab, T. and Kulig, B. 2008. Effect of mulch and tillage system on soil porosity under wheat (*Triticum aestivom*). Soil and Tillage Research, 99: 169-178.

34- 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. Europen Journal of Agronomy, 26(2): 92-103.

35- Hudu, A. I., Futuless, K.N. and Gworgwor, N. A. 2002. Effect of mulching intensity on the growth and yield of irrigated tomato (*Ycopersicon esculentumill* L.) and weed infestation in semi-arid zone of Nigeria. Journal of Sustainable Agriculture, 21(1): 37-45.

36- Izquierdo, N. G., and Aguirrezabal, L. A. N. 2008. Genetic variability in the response of fatty acid composition to minimum night temperature during grain filling in sunflower. Field Crops Research, 106: 116-125.

37- Kumar, A. S., Prasad, T. N. and Prasad. U. K. 1996. Effect of irrigation and nitrogen on growth, yield/oil content, nitrogen uptake and water-use of summer sesame (*Sesamum* indicum). Indian Journal Agronomy, 41: 111-115.

38- Leach, G. L., Rees, M. C. and Charles, D. A. 2016. Relations between summer crops and ground cover legumes in a subtropical environment 1. Effects

of a *Vigna trilobata* ground cover on growth and yield of sorghum and sunflower. Field Crops Research, 15(1): 17-37.

39- Mohammadi, G. R. 2012. Living mulch as a tool to control weeds in agroecosystems: A review. In: Price A (Ed.). Weed Control and Technology 76-100. https://www.intechopen.com/books/weed-control/living-mulch-as-a-tool-to-control-weeds-in-agroecosystems

40- Pedersen, P. J., Sawy, D., Barker, D. R. and Stuart, J. 2008. Educating Growers About Living Mulch Systems for Grain Crop Production. Department of agronomy Lowa state University. Final Reserch Report 2003-2008.

41- Ram, M., Ram, D. and Singh, S. 1995. Irrigation and nitrogen requirements of Bergamot mint on a sandy loam soil under sub-tropical conditions. Agricultural Water Management, 27: 45-54.

42- Sainju, U. M., Whitehead, W. F., Singh, B. P. and Wang, S. 2006. Tillage, cover crop, and nitrogen on soil nitrogen and cotton and sorghum yields. European Journal of Agronomy, 25:372-382.

43- Seijoon, P., Wookhan, K. and Vrakehun, S. 2000. Influence of different planting times on harvest index and yield determination factors in soybean. Korean Journal of Crop Science, 45: 97-102.

44- Sinclair, T. R. and Ludlow, M.M. 1985. Taught plants thermo dynamics? The unfulfilled potential of plant water potential. Australian Journal of Plant Physiology, 12: 213-217.

45- Skarphol, B. J., Corey, K. A. and Meisinger, J.J. 1987. Response of snap beans to tillage and cover crops. Journal of the American Society. Horticultural Science, 112: 936-941.

46- Theunissen, J., Ndakidemi, P. A. and Laubscher, C. P. 2010. Potential of vermicompost produced from plant waste on the growth and nutrient status in vegetable production. International Journal of Physical Sciences, 5(13): 1964-1973.

47- 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(3, 4): 342-351.

Bi-Quarterly Journal of Plant Production

Vol. 10, No. 1, Spring 2020

Changes the vegetative characteristics and grain yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars in the presence of fenugreek as living mulch

Bita Abassi[1*], Gholamreza Mohammadi[2], Alireza Bagheri[3]

1. Msc Graduate of Crop Ecology, Department of Plant Production and Genetic ngineering,Razi University, Kermanshah

2. Associate Professor, Department of Plant Production and Genetic Engineering, Razi university, Kermanshah

3. Assistant Professor, Department of Plant Production and Genetic Engineering, Campus of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah

*Corresponding Author;Email: bita.abassi@gmail.com

(Received: 9 April, 2020; Accepted: 3 September, 2020)

Abstract

This study was done to investigate the response of vegetative traits of sunflower cultivars in the presence of fenugreek as living mulch at Razi University in 2017. The experiment was conducted as split-plot based on randomized complete block. First factor was the sowing fenugreek at four levels (control (without living mulch), 15 days before sowing of sunflower, simultaneous sowing with sunflower, 15 days after sowing of sunflower) and the second factor was three sunflower cultivars (Progress, Farrokh, Lakomka). Results showed that with planting of fenugreek before sunflower, height, stem weight, number of leaves, leaf weight, leaf area index, content of chlorophyll a, b and total of chlorophylls were decreased by 26.4%, 62.1%, 24.8%, 68.5%, 63%, 7.4%, 3.7% and 6.8% compared to control, respectively. The lowest relative water content was also obtained by planting fenugreek before sunflower (65.2% and 52.7% at the 1/3 of primary growth season and flowering stages). The effect of presence mulch under the simultaneous and 15 days after sunflower conditions had no significant effect on growth characteristics of sunflower compared to control condition. Among the cultivars, the highest of grain yield was assigned to Lacomka (3426 kg/ha). However, Progress had the highest height (212 cm), stem weight (523 g/plant), leaf number (25.5 per plant), leaf weight (157.4 g/plant), leaf area index (6.2) and relative water content (77.8% and 70.5% at the 1/3 of of primary growth season and flowering stages). The highest of leaf area ratio (0.013 m^2/g) and carotenoid content (2.5 mg) belonged to Farrokh.

Keyword: Chlorophyll, Fenugreek, Grain yield, Leaf area, Sunflower