مجله علمی‌پژوهشی مهندسی اکوسیستم بیابان

دوره ۱۵- شماره ۱ (پیاپی ۵۰)- خرداد -۱۴۰۵، صفحه ۸۵- ۱۰۰

مقاله پژوهشی

بررسی تأثیر مالچ و بادشکن بر رشد و کنترل علف‌های هرز سورگوم تحت تنش خشکی

جمشید شهاب[۱]، حمید سودائی زاده[۲*]، سید ابراهیم سیفتی[۳]، کاظم کمالی[۳] محمد علی حکیم زاده[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۲/۰۲ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۰۷**

چکیده

این تحقیق به‌منظور بررسی تأثیر کاربرد مالچ‌های سلولزی و پلاستیکی و بادشکن زنده بر کاهش اثرات منفی ناشی از تنش خشکی بر گیاه سورگوم و کنترل علف‌های هرز در شرایط مزرعه انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی سال ۱۴۰۴ اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل سه سطح تنش خشکی (۹۰، ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت مزرعه) و ۵ مالچ (شاهد، مالچ کاه، مالچ کارتن، مالچ پلاستیک سفید و مالچ پلاستیک سیاه) و دو تیمار بادشکن شامل بادشکن و بدون بادشکن بودند. نتایج بررسی نشان داد کاربرد مالچ به‌خصوص مالچ پلاستیکی تعداد علف‌های هرز را کاهش داد به‌طوری‌که مالچ پلاستیک سفید در ۳ تاریخ مختلف تعداد این گیاهان را ۹۹/۵٪، ۹۶/۵٪، ۹۸/۶۸٪ نسبت به تیمار بدون مالچ تحت تنش خشکی شدید و در تیمار عدم وجود بادشکن کاهش داد. استفاده از مالچ‌های پلاستیکی سفید و سیاه در تیمار تنش خشکی شدید و عدم وجود بادشکن، ارتفاع سورگوم را در پنج مرحله از رشد بین ۳۷ تا ۷۶ درصد در مقایسه با تیمار بدون مالچ افزایش داد. مالچ پلاستیک سفید وزن‌تر و خشک گیاه را به‌ترتیب ۶۹٪ و ۷۲٪ و مالچ کارتن وزن‌تر و خشک‌ریشه را به‌ترتیب ۷۲/۹ ٪ و ۷۲٪ نسبت به تیمار شاهد (بدون مالچ) تحت تنش خشکی شدید و عدم وجود بادشکن افزایش داد. به‌طورکلی کاربرد مالچ اثرات منفی ناشی از تنش خشکی را کاهش داده و ضمن کنترل علف‌های هرز، منجر به افزایش ارتفاع، وزن‌تر و خشک اندام هوایی و ریشه سورگوم گردید.

واژگان کلیدی: مالچ، ارتفاع گیاه، علف هرز، سورگوم.

۱. دانشجوی دکتری مدیریت کنترل بیابان، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد، یزد، ایران

۲. استاد گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد، یزد، ایران، hsodaie@yazd.ac.ir

۳. دانشیار گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد، یزد، ایران

DOI: 10.22052/deej.2026.258322.1138

مقدمه

سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* L.) به‌دلیل پتانسیل تولید بالا، سازگاری با شرایط متنوع خاکی و اقلیمی، تحمل نسبی به خشکی و قابلیت استفاده به‌صورت علوفه‌تر، چرای مستقیم، علوفه خشک و سیلوئی، یکی از مهمترین گیاهان علوفه‌ای در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود (رفیعی، ۲۰۲۰؛ بیراحانو و نگوسی، ۲۰۲٤). این گیاه پنجمین غله مهم جهان پس از ذرت، گندم، برنج و جو بوده و علاوه‌بر مصرف علوفه‌ای، در تغذیه انسان به‌صورت آرد بدون گلوتن با شاخص گلیسمی پایین و غنی از عناصر معدنی و ویتامین‌ها نیز کاربرد دارد (فائو، ۲۰۲۱؛ تیلاکاراتنا و همکاران، ۲۰۲۲). همچنین به‌عنوان خوراک دام‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد (راد و همکاران، ۲۰۲۰). این ویژگی‌ها، سورگوم را به محصولی راهبردی برای تقویت امنیت غذایی در شرایط تنش محیطی تبدیل کرده است. خشکی یکی از تنش‌های غیرزیستی بوده و از مهمترین عوامل محدودکننده رشد و عملکرد محصولات کشاورزی در جهان است. تنش خشکی زمانی رخ می‌دهد که رطوبت قابل‌دسترس خاک در ناحیه ریشه به کمتر از حد لازم برای رشد مؤثر و تولید زیست‌توده برسد (سلیمان و همکاران، ۲۰۲۱). این تنش از طریق اختلال در فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی، کاهش سطح برگ و رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی، برهم خوردن تعادل اسمزی و افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن، فتوسنتز و عملکرد نهایی گیاه را کاهش می‌دهد (انجوم و همکاران، ۲۰۱۷؛ حسینی و همکاران، ۲۰۲۱؛ یانگ و همکاران، ۲۰۲۱؛ رمضان و همکاران، ۲۰۲۳). در شرایط تغییرات اقلیمی، با افزایش بارش‌های نامنظم، خشک‌سالی‌های مکرر و کاهش منابع آب شیرین، توسعه راهکارهای مدیریتی برای افزایش بهره‌وری مصرف آب و کاهش خسارات ناشی از تنش خشکی ضروری است (فاروق و همکاران، ۲۰۱۹). در این راستا، استفاده از مالچ به‌عنوان یک راهکار مدیریتی مؤثر برای حفظ رطوبت خاک و کاهش تبخیر مطرح شده است (بهزادنژاد و همکاران، ۲۰۲۰). مالچ‌پاشی با پوشش سطح خاک، موجب کاهش تبخیر و تعرق، تعدیل دمای خاک، بهبود فعالیت‌های زیستی و آنزیمی و افزایش کارایی مصرف آب می‌شود (ال-بلطاجی و همکاران، ۲۰۲۲؛ اختر و همکاران، ۲۰۱۸، ۲۰۱۹). مطالعات مختلف نشان داده‌اند که استفاده از مالچ می‌تواند صفات رشد، عملکرد و راندمان مصرف آب سورگوم را بهبود بخشد (عبدالمجید و همکاران، ۲۰۱۸؛ ال-سمنودی و همکاران، ۲۰۱۹). همچنین گزارش شده است که خاک‌پوش پلاستیکی سیاه با کاهش تبخیر و افزایش حفظ رطوبت خاک در عمق ۰–۹۰ سانتی‌متری، موجب افزایش عملکرد دانه، تولید بیوماس و راندمان مصرف آب سورگوم شده است (یوسف و همکاران، ۲۰۲٤). از سوی دیگر، وزش بادهای شدید با افزایش تبخیر، تشدید تنش خشکی و فرسایش بادی، می‌تواند رشد و عملکرد محصولات را کاهش دهد. احداث بادشکن‌های زنده یا غیرزنده با کاهش سرعت باد، کنترل فرسایش، کاهش تبخیر و تعرق و افزایش راندمان مصرف آب، شرایط ریز اقلیم مزرعه را بهبود می‌بخشد (خوشحال و خسروانی، ۲۰۱۳؛ وانگ و همکاران، ۲۰۲۳). با وجود مطالعات انجام‌شده درباره اثر تنش خشکی و مالچ بر سورگوم (آزادبخت و همکاران، ۱٤۰۱)، اثر هم‌زمان مالچ و بادشکن در کاهش خسارات ناشی از تنش خشکی و همچنین کنترل علف‌های هرز این گیاه به‌صورت هم‌زمان مورد بررسی قرار نگرفته است؛ بنابراین، باتوجه به اهمیت سورگوم در مناطق خشک و نیاز به ارائه راهکارهای مدیریتی کم‌هزینه و قابل‌اجرا برای کشاورزان، بررسی اثر متقابل مالچ و بادشکن بر بهبود شاخص‌های رشد و عملکرد این گیاه ضروری به نظر می‌رسد. ازاین‌رو این تحقیق به‌منظور بررسی تأثیر مالچ و بادشکن بر کاهش اثرات منفی ناشی از تنش خشکی و همچنین طبقه‌بندی مالچ‌های مختلف از نظر تأثیر آن‌ها بر تعدیل خسارات ناشی از تنش بر گیاه سورگوم و کنترل علف‌های هرز آن صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱٤۰٤ در مزرعه تحقیقی واقع در باغ زراعت ولایت سمنگان در افغانستان با مشخصات جغرافیایی "۳۱٬۰۱۰٬۶۸ و "۵۳٬۰۵۳٬۳۶ و ۹۶۲ متر ارتفاع از سطح دریا به اجرا درآمد. محل آزمایش از نظر آب و هوایی و باتوجه به شاخص اقلیمی دومارتن، در طبقه مناطق نیمه‌خشک و نسبتاً معتدل گرم قرار می‌گیرد. با استناد به اطلاعات اداره هواشناسی افغانستان بارندگی متوسط سالانه ۳۵۰ میلی‌متر می‌باشد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل ۵ نوع مالچ (مالچ پلاستیک سیاه، پلاستیک سفید، کاه، کارتن و بدون مالچ)، سه سطح تنش خشکی (۹۰،۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت مزرعه) و بادشکن (بادشکن و بدون بادشکن) در نظر گرفته شد.

بذر سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* L.) رقم اسپید فید از فروشگاه معتبر کشاورزی تهیه گردید. آماده‌سازی زمین در پاییز و کشت بذور سورگوم در اوایل اردیبهشت سال ۱٤۰٤ انجام شد. اعمال تیمار مالچ قبل از کشت گیاه سورگوم انجام شد. هر کرت آزمایشی به مساحت ۲ مترمربع و در هر کرت ٤ ردیف بذر سورگوم کشت گردید. فاصله ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. آبیاری به‌صورت قطره‌ای صورت گرفت و از زمان کاشت تا زمان استقرار گیاه در مرحله شش برگی در همه تیمارها به‌صورت یکسان انجام شد. از این مرحله به بعد تیمارهای خشکی اعمال شد. جهت اعمال تیمارهای خشکی دو روز بعد از هر آبیاری رطوبت خاک به‌طور مرتب و روزانه در عمق توسعه ریشه گیاه به روش وزنی اندازه‌گیری گردید. بعد از این‌که رطوبت خاک در عمق مؤثر ریشه به حد تیمار موردنظر رسید آبیاری صورت می‌گرفت. مقدار آب آبیاری برای هر کرت بر اساس فرمول زیر محاسبه شد (Alizadeh, 2025):

$$\theta MADx = FC - (FC - PWP) \times X$$

که در آن θMADx درصد رطوبت حجمی خاک هنگامی است که X درصد رطوبت قابل‌استفاده خاک تخلیه شده است. FC و PWP به‌ترتیب رطوبت حجمی خاک در حالت ظرفیت زراعی و پژمردگی دائم هستند. این مقادیر بر اساس نمونه‌برداری از عمق ۰–۳۰ سانتی‌متری خاک و تعیین منحنی رطوبت خاک با استفاده از روش کاغذ صافی محاسبه شد (عبدالهیان نوقابی و برادران فیروزآبادی، ۲۰۰۲). مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در اجرای این طرح در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول (۱): مشخصات خاک مورد آزمایش

رس Clay	لوم Silt	شن Sand	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	pH	EC	Organic material (%)
۳۷	٤۳	۲۰	۰/۰۸	۸/۲٤	۳۲۸	۲/۵	۳/۱	۱/۳	٦/۳	۰/۷۰	۰/۸

به‌منظور کاهش اثرات منفی باد، از گیاه آفتاب‌گردان به‌دلیل رشد سریع، ارتفاع مناسب (حدود ۱/۵ تا ۲/۵ متر) و تراکم برگی مطلوب، به‌عنوان بادشکن زنده استفاده شد. این گیاه ضمن کاهش مؤثر سرعت باد در طول فصل رشد، یک‌ساله بوده و رقابت طولانی‌مدت ایجاد نمی‌کند و نسبت به بادشکن‌های غیرزنده کم‌هزینه‌تر و سازگارتر با شرایط مزرعه است و به‌دلیل تولید محصول منجر به افزایش درآمد کشاورز می‌شود. باتوجه به اینکه دامنه اثر حفاظتی بادشکن‌های علفی معمولاً ۵ تا ۱۰ برابر ارتفاع آن‌هاست، فاصله ردیف آفتاب‌گردان تا اولین کرت سورگوم ۱ برابر ارتفاع نهایی گیاه (تقریباً ۲ متر) در نظر گرفته شد تا ضمن حفظ اثر حفاظتی، سایه‌اندازی و رقابت به حداقل برسد. بدین‌منظور بادشکن یک ماه قبل از کشت سورگوم، عمود بر جهت باد غالب منطقه در اطراف کرت‌ها کشت گردید. کنترل علف‌های هرز سه مرتبه به تاریخ‌های (۱٤۰٤/۰۲/۲٦،

۱۴۰۴/۰۳/۲۴ و ۱۴۰۴/۰۴/۱۸) صورت گرفت. برداشت نهایی سورگوم علوفه‌ای به هنگام خمیری شدن دانه‌ها از سه ردیف میانی هر کرت با حذف حاشیه از دو سمت کرت از سطح یک مترمربع انجام شد. در زمان برداشت برای تعیین خصوصیات مورفولوژیک تعداد ۱۰ بوته به‌طور تصادفی از هر کرت برداشت شد. میانگین ارتفاع بوته با استفاده از خط کش برحسب سانتی‌متر مشخص گردید. وزن‌تر و خشک اندام هوایی گیاه و وزن‌تر و خشک‌ریشه سورگوم با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. برای خشک‌کردن نمونه‌ها از آون تهویه‌دار با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت استفاده گردید. پس از جمع‌آوری داده‌ها، ابتدا نرمال بودن آن‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف اسمیرنوف بررسی و سپس داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۵ (شرکت IBM، IBM SPSS Statistics Windows. ۲۰۱۱ منتشر شده در سال نسخه ۲۵,۰. Armonk، نیویورک: شرکت IBM) تجزیه‌وتحلیل شدند. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه و نمودارها در نرم‌افزار Excel 2013 ترسیم شد.

نتایج

اثر تنش خشکی، مالچ و بادشکن بر تعداد و وزن علف‌های هرز

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثرات ساده بادشکن، مالچ و تنش خشکی بر روی صفات تعداد و وزن علف هرز در سه تاریخ متفاوت در سطح یک درصد معنی‌دار بود. همچنین اثرات متقابل بادشکن *مالچ، بادشکن *تنش خشکی، تنش خشکی *مالچ و اثر متقابل هر سه تیمار روی کلیه صفات مورد مطالعه در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲).

جدول ۲: تجزیه واریانس اثر بادشکن، مالچ و تنش خشکی بر تعداد و وزن علف هرز

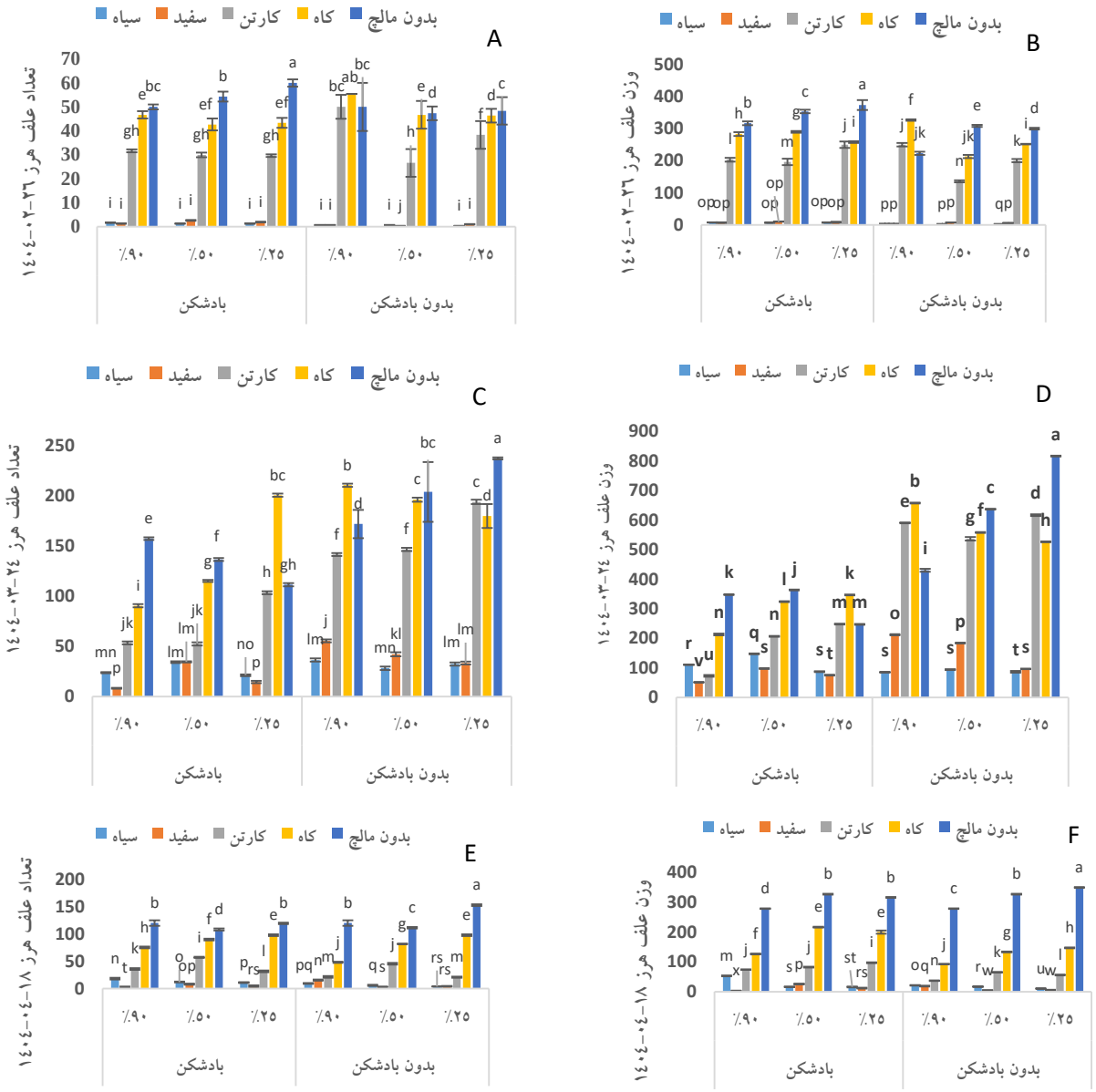
Table 2: Analysis of variance of the effect of windbreak, mulch and drought stress on the number and weight of weeds

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات Mean square					
		تعداد علف هرز ۱۴۰۴-۰۲-۲۶	وزن علف هرز ۱۴۰۴-۰۲-۲۶	تعداد علف هرز ۱۴۰۴-۰۳-۲۴	وزن علف هرز ۱۴۰۴-۰۳-۲۴	تعداد علف هرز ۱۴۰۴-۰۴-۱۸	وزن علف هرز ۱۴۰۴-۰۴-۱۸
Blok (Replication) بلوک	۲	۰/۱۶۷ ns	۱۲۴/۷۸۸ ns	۱۳/۰۸۳ ns	۳۶/۱ ns	۹/۳۷۸ ns	۴/۹۳۳ ns
Windbreak(W) بادشکن	۱	۸۲/۳۸۸**	۵۱۸۲۷۵/۵۷۹**	۵۶۵۳۵/۳۶۱**	۱۰۱۵۴۸۴/۴۴۴**	۵۹۸/۰۴۴**	۹۶۹۲/۸۴۴**
Mulch (M) مالچ	۴	۹۰۷۶/۸۱۲**	۲۸۹۵۴۱/۹۳۲**	۸۵۵۸۱/۵۹۳**	۵۹۳۶۷۶/۶۵۰**	۴۴۶۲۹/۰۷۲**	۲۷۸۶۰۰/۲۰۶**
Drought stress (D) تنش خشکی	۲	۳۵۳/۰۸۴**	۹۶۳/۲۶۹**	۲۶۳۹/۳۴۹**	۱۴۱۷۵/۴۳۳**	۴۸۰/۷۴۴**	۵۱۹۹/۶۰۰**
W*M بادشکن*مالچ	۴	۳۴۱/۰۱۱**	۱۳۷۸۲۷/۰۴۵**	۵۳۰۳/۹۶۱**	۱۳۲۱۲۳/۸۶۱**	۴۵۳/۳۵۰**	۲۸۱۵/۵۹۴**
W*D بادشکن* تنش خشکی	۲	۳۵۲/۵۵۳**	۱۱۵۷/۲۰۷**	۲۵۱/۷۵۱**	۸۳۴۵/۳۴۴**	۴۶۹/۵۴۴**	۲۱۹/۹۱۱**
M*D مالچ* تنش خشکی	۸	۱۱۴.۵۵۵**	۱۹۸/۲۰۰**	۱۴۱۸/۴۱۰**	۳۰۲۱۲/۱۰۰**	۹۵۷/۳۵۶**	۲۵۹۲/۹۴۷**
W*M*D بادشکن*تنش *مالچ	۸	۱۱۱/۳۰۳**	۱۴۲۸/۸۳۳**	۲۳۴۴/۵۰۱**	۱۸۳۷۷/۵۱۴**	۵۲۹/۲۶۹**	۱۵۵۵/۴۹۲**

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات Mean square					
		تعداد علف هرز ۱۴۰۴-۰۲-۲۶	وزن علف هرز ۱۴۰۴-۰۲-۲۶	تعداد علف هرز ۱۴۰۴-۰۳-۲۴	وزن علف هرز ۱۴۰۴-۰۳-۲۴	تعداد علف هرز ۱۴۰۴-۰۴-۱۸	وزن علف هرز ۱۴۰۴-۰۴-۱۸
Error خطا		۹/۹۱۷	۲۴/۱۷۰	۴۲/۶۵۰	۴/۷۸۹	۳/۲۵۶	۲/۶۴۴
CV ضریب تغییرات (درصد)		۱۲/۴	۳/۸	۶/۴	۰/۷	۳/۵	۱/۴۲

ns و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۱ درصد هستند.

مقایسه میانگین داده‌ها تاریخ (۲۶-۰۲-۱۴۰۴) نشان داد که بیشترین تعداد (۶۰ عدد) و وزن علف هرز (337/33 گرم) در هر کرت، در تیمار شاهد (بدون مالچ) تحت تنش خشکی شدید (۲۵ درصد ظرفیت مزرعه) و تیمار بادشکن به دست آمد. در اولین تاریخ مورد بررسی و در همه سطوح تنش خشکی کمترین تعداد و وزن علف هرز در دو مالچ پلاستیکی مشاهده شد و بین دو تیمار بادشکن از این نظر اختلاف معنی‌داری دیده نشد (شکل ۱ A-B). نتایج بررسی تعداد و وزن علف هرز در تاریخ (۲۴-۰۳-۱۴۰۴) نشان داد که بیشترین تعداد (۲۳۷ عدد) و وزن علف هرز (۸۱۶/۶۷ گرم) تحت تنش خشکی شدید (۲۵٪ ظرفیت مزرعه) و تیمار بدون مالچ و در حالت عدم استفاده از بادشکن مشاهده گردید. کمترین تعداد (۸ عدد) و وزن (۵۲ گرم) علف هرز در تنش خشکی ۹۰ درصد ظرفیت مزرعه و مالچ (پلاستیک سفید) و تیمار دارای بادشکن مشاهده شد. در این تاریخ پلاستیک سفید تعداد و وزن علف هرز را در مقایسه با تیمار بدون مالچ به‌ترتیب ۹۶/۵ و ۹۶/۶۳ درصد کاهش داد. از طرف دیگر مالچ پلاستیک سیاه نیز توانست وزن و تعداد علف‌های هرز را در همه تیمارهای تنش خشکی و در هر دو حالت با و بدون بادشکن نسبت به تیمار بدون مالچ و مالچ‌های کارتن و کاه و کلش به‌طور معنی‌داری کاهش دهد (شکل ۲ C-D). بیشترین تعداد (۱۵۳) و وزن (۳۴۹/۶۷ گرم) علف هرز در تاریخ (۱۸-۰۴-۱۴۰۴) در تیمار بدون مالچ تحت تنش خشکی شدید (۲۵٪ ظرفیت مزرعه) در عدم وجود بادشکن و کمترین تعداد (۲ عدد) و وزن (۳/۳۳ گرم) علف هرز در مالچ پلاستیک سفید وتنش خشکی ۹۰ درصد ظرفیت مزرعه و در تیمار بادشکن مشاهده گردید (شکل ۲ E-F). به‌طورکلی در بین مالچ‌های مورد مطالعه بیشترین تعداد و وزن علف هرز در تیمار بدون مالچ و کمترین تعداد و وزن علف هرز در مالچ پلاستیک سفید و سیاه مشاهده گردید.



شکل (۱) تأثیر متقابل مالچ، بادشکن و تنش خشکی بر تعداد و وزن علف‌های هرز در ۳ تاریخ مختلف. تعداد علف هرز ۲۶-۰۲-۱۴۰۴ (A)، وزن علف هرز ۲۶-۰۲-۱۴۰۴(B) ، تعداد علف هرز ۲۴-۰۳-۱۴۰۴(C) ، وزن علف هرز ۲۴-۰۳-۱۴۰۴(D) ، تعداد علف هرز ۲۴-۰۳-۱۴۰۴ (E) و وزن علف هرز ۲۴-۰۳-۱۴۰۴(F) میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

Figure (1) Interaction effect of mulch, windbreak and drought stress on weed number and weight at 3 different dates. Weed number 15-05-2025 (A), weed weight 15-05-2025 (B), weed number 14-06-2025 (C), weed weight 14-06-2025 (D), weed number 14-06-2025 (E) and weed weight 14-06-2025 (F) Means with at least one common letter are not significantly different at the 5% level of Duncan's test.

اثر تنش خشکی، مالچ و بادشکن بر ارتفاع گیاه

نتایج داده‌های حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده بادشکن، مالچ و تنش خشکی و اثرات متقابل دوگانه مالچ *بادشکن، بادشکن * تنش خشکی، تنش خشکی *مالچ بر ارتفاع گیاه به‌جز تاریخ ۱۴۰۴/۳/۲۴ در چهار تاریخ دیگر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل سه‌گانه بادشکن*تنش خشکی *مالچ بر ارتفاع گیاه در ۵ تاریخ مختلف تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد داشت (جدول ۳)

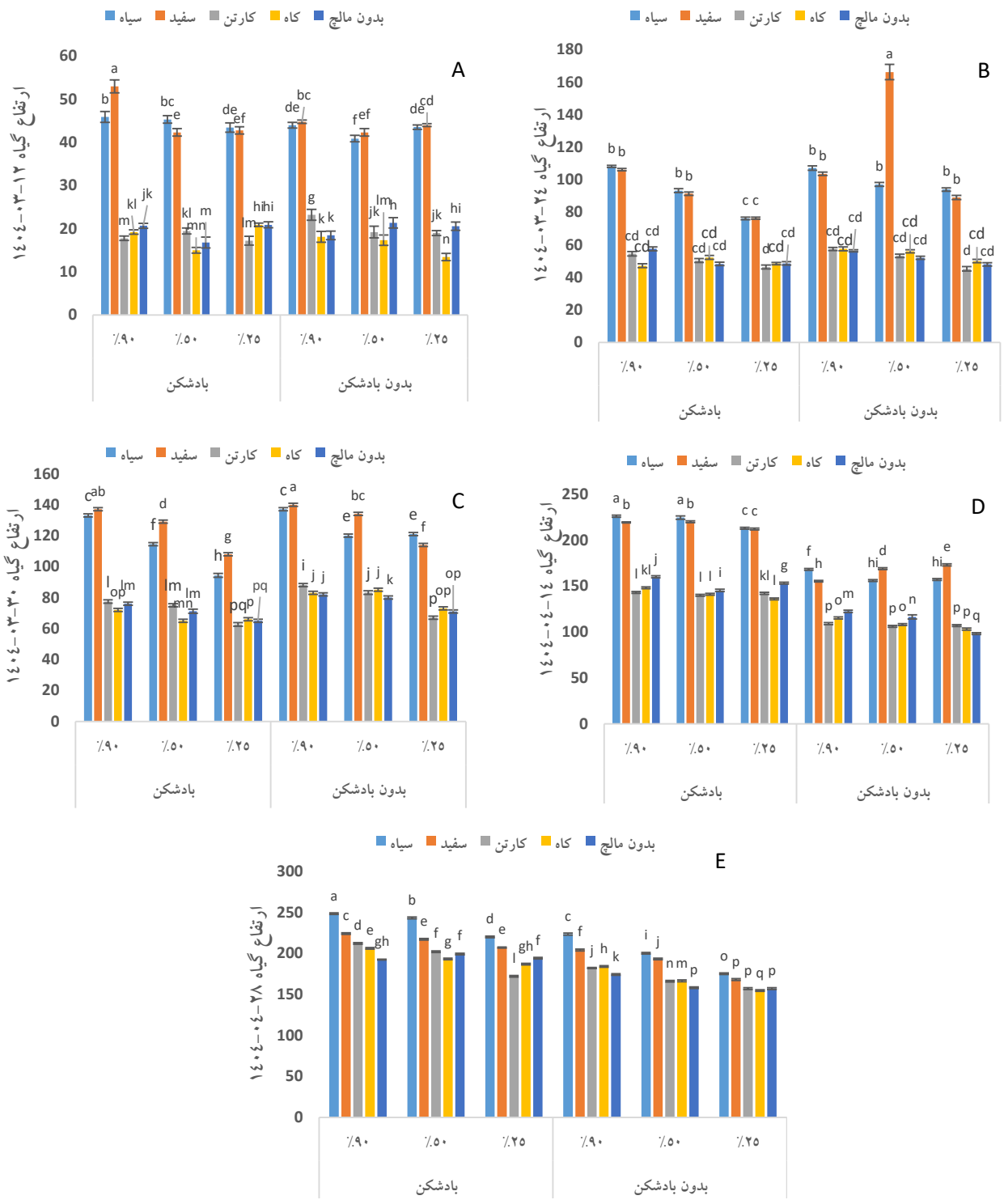
جدول (۳): تجزیه واریانس اثر مالچ، تنش خشکی و بادشکن بر ارتفاع گیاه

Table 3: Analysis of variance of the effect of mulch, drought stress and windbreak on plant height

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات Mean square				
		ارتفاع گیاه ۱۲-۰۳-۱۴۰۴	ارتفاع گیاه ۲۴-۰۳-۱۴۰۴	ارتفاع گیاه ۳۰-۰۳-۱۴۰۴	ارتفاع گیاه ۱۴-۰۴-۱۴۰۴	ارتفاع گیاه ۲۸-۰۴-۱۴۰۴
بلوک Blok (Replication)	۲	۲/۰۰۱ ns	۷۴۲۲/۲۴ ns	۲۶/۴۴۶ ns	۱۸/۱۵۳ ns	۲۱/۳۹۸ ns
بادشکن Windbreak(W)	۱	۱۰/۹۰۹**	۱۰۷۵۴/۰۲۷ns	۱۷۴۲/۴۰۰**	۴۳۵۳۰/۶۷۲**	۲۲۲۶۷/۹۱۲**
مالچ Mulch (M)	۴	۳۵۴۳/۳۲۳**	۲۷۵۱۴/۵۹۶ ns	۱۳۰۳۲/۰۸۳**	۲۲۰۵۹/۰۴۵**	۱۴۴۲/۷۳۳**
تنش خشکی Drought stress (D)	۲	۵۱/۸۸۶**	۸۶۸۷/۵۹۱ns	۲۵۷۸/۰۷۵**	۳۹۰/۵۸۳**	۵۵۱۸/۴۲۳**
بادشکن*مالچ W*M	۴	۱۹/۷۰۲**	۷۵۵۱/۷۴۱ns	۵۳/۱۳۱**	۶۳۷/۷۴۹**	۱۳۵۷/۹۲۲**
بادشکن* تنش خشکی W*D	۲	۸/۱۵۳**	۷۳۰۰/۹۷۵ns	۲۰/۵۵۹**	۱۰/۶۷۲**	۴۷۱/۰۸۳**
مالچ* تنش خشکی M*D	۸	۱۲/۶۲۶**	۷۳۹۸/۰۲۴ns	۱۵۷/۲۰۲**	۱۳۲/۵۰۲**	۴۴۴/۶۰۹**
بادشکن*تنش *مالچ W*M*D	۸	۲۶/۷۱۹**	۷۳۳۵/۳۶۳**	۷۷/۴۲۰**	۱۳۹/۴۹۹**	۳۲۴/۱۲۰**
خطا Error		۰/۸۵۳	۷۳۳۰/۱۴۸	۱/۰۶۸	۱/۲۶۹	۰/۹۷۴
ضریب تغییرات (درصد) CV		۳,۲	۱۱,۲۸	۱,۱	۰,۶	۰,۵۲

ns و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۱ درصد هستند.

نتایج بررسی مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، بیشترین ارتفاع گیاه (۵۵ سانتی‌متر) در تاریخ (۱۲-۰۳-۱۴۰۴) در مالچ (پلاستیک سفید) تحت تیمار ۹۰ درصد ظرفیت مزرعه و وجود بادشکن و کمترین ارتفاع گیاه (۱۳/۴۴ سانتی‌متر) در تیمار بدون مالچ و مالچ کاه و کلش تحت تنش خشکی شدید (۲۵ درصد ظرفیت مزرعه) و تیمار بدون بادشکن مشاهده گردید (شکل ۲-A). بیشترین ارتفاع بوته (۱۶۶/۲۲ سانتی‌متر در تاریخ (۲۴-۰۳-۱۴۰۴) در مالچ پلاستیک سفید، تحت تنش خشکی متوسط (۵۰ درصد ظرفیت مزرعه) و کمترین ارتفاع بوته (۴۵/۲۲ سانتی‌متر) در تیمار بدون مالچ و مالچ‌های کارتن و کاه و کلش تحت تنش خشکی شدید (۲۵ درصد ظرفیت مزرعه) و تیمار بدون بادشکن دیده شد. بین مالچ‌های کارتن، کاه و بدون مالچ تفاوت معنی‌داری در هیچ‌کدام از تیمارهای رطوبتی مشاهده نشد درحالی‌که دو مالچ پلاستیکی به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار بدون مالچ و مالچ‌های کارتن و کاه برتری داشتند (شکل ۲-B). در تاریخ (۳۰-۰۳-۱۴۰۴) بیشترین ارتفاع گیاه مربوط به مالچ (پلاستیک سفید) تحت تیمار ۹۰ درصد ظرفیت مزرعه در هر دو تیمار با و بدون بادشکن دیده شد. کمترین ارتفاع گیاه در دو حالت با و بدون بادشکن و در همه تیمارهای رطوبتی در تیمارهای بدون مالچ، مالچ کارتن و کاه و کلش ملاحظه گردید (شکل ۲-C). بررسی مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در تاریخ (۱۴-۰۴-۱۴۰۴) بیشترین ارتفاع گیاه (۲۲۶ سانتی‌متر) در مالچ (پلاستیک سیاه) تحت ۹۰ درصد ظرفیت مزرعه و در حالت با بادشکن و کمترین ارتفاع گیاه (۹۸/۱۱) در تیمار بدون مالچ (شاهد) تحت تنش خشکی شدید (۲۵ درصد ظرفیت مزرعه) و تیمار بدون بادشکن حاصل شد. دو مالچ پلاستیکی در همه تیمارهای رطوبتی و بادشکن ارتفاع سورگوم را در مقایسه با سایر تیمارهای مالچی به‌طور معنی‌داری افزایش دادند (شکل ۲-D). بیشترین ارتفاع بوته (۲۴۸/۲۲ سانتی‌متر) در تاریخ (۲۴-۰۴-۱۴۰۴) در مالچ (پلاستیک سیاه)، تحت ۹۰ درصد ظرفیت مزرعه و وجود بادشکن و کمترین آن (۱۵۴/۵۶) در مالچ (کاه) تحت تنش خشکی شدید (۲۵ درصد ظرفیت مزرعه) و تیمار بدون بادشکن دیده شد (شکل ۲-E).



شکل (۲) تأثیر متقابل مالچ، بادشکن و تنش خشکی بر ارتفاع گیاه در تاریخ ۱۲-۰۳-۱۴۰۴ (A)، تاریخ ۲۴-۰۳-۱۴۰۴ (B)، ۳۰-۰۳-۱۴۰۴ (C)، تاریخ ۱۴-۰۴-۱۴۰۴ (D) و تاریخ ۲۸-۰۴-۱۴۰۴ (E). میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک در سطح ۰،۰۵ آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

Figure (2) Interaction effect of mulch, windbreak and drought stress on plant height on 2-06-2025 (A), 14-06-2025 (B), 20-06-2025 (C), 05-07-2025 (D) and 19-07-2025 (E). Means with at least one common letter are not significantly different at the 0.05 level of Duncan's test.

اثر تنش خشکی، مالچ و بادشکن بر وزن‌تر و خشک گیاه سورگوم

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده بادشکن، تنش خشکی و مالچ بر صفات وزن‌تر و خشک ساقه و وزن‌تر و خشک‌ریشه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل بادشکن *مالچ (به‌جز وزن‌تر ساقه)، بادشکن *تنش خشکی، مالچ *تنش خشکی و اثر متقابل هر سه فاکتور بر همه صفات مورد بررسی در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ٤).

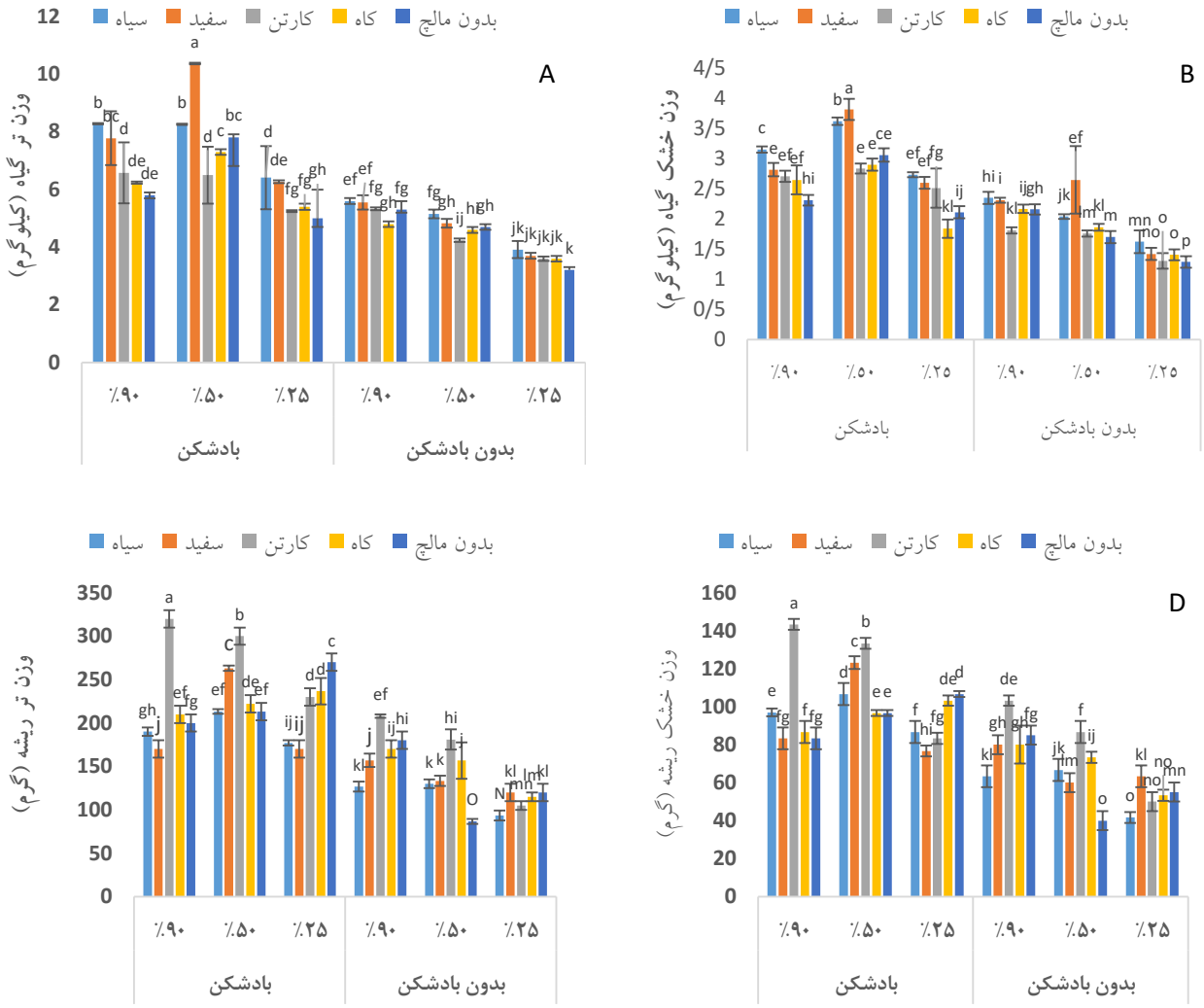
جدول (٤) تجزیه واریانس اثر متقابل مالچ، تنش خشکی و بادشکن بر وزن‌تر و خشک گیاه

Table 4: Analysis of variance of the interaction effect of mulch, drought stress and windbreak on plant fresh and dry weight

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات Mean square			
		وزن‌تر گیاه (kg)	وزن خشک گیاه (kg)	وزن‌تر ریشه (gr)	وزن خشک‌ریشه (gr)
بلوک Blok (Replication)	۲	۰/۹۷٦ ns	۰/۰۲۳ ns	۱/۸۸۸ ns	۱۳/۵۵ ns
بادشکن Windbreak(W)	۱	۱۲۳/۳٦۵**	۱۹/۰۹۰**	۱٦۹۵۷۲/٤۸٤**	۲۵۵۲/۷۰٤**
مالچ Mulch (M)	٤	۲/۹۷۱**	۰/۳٦۸**	۱۲۳۳۰/٤۵۸**	۱۵۹۲/۷۹۸**
تنش خشکی Drought stress (D)	۲	۲٦/۵۵٤**	٤/٤٦۹**	۸۳٦۰/۹۸۸**	۳۰۷۵/۵۱۱**
بادشکن*مالچ W*M	٤	۲/۵۰۵ns	۰/۰۱۹**	۲۰۳۱/٦۳٤**	۲۰۰/٤٤۲**
بادشکن* تنش خشکی W*D	۲	٦/۰۲۱**	۰/۸۷۰**	۷۷۹۲/۱۹۷**	۱۷۷۵/۲٦۹**
مالچ* تنش خشکی M*D	۸	۱/٦۸٤**	۰/٤۱۵**	٤۲۹٤/٤۹۷**	۱۰٤٤/۸۷۹**
بادشکن*تنش *مالچ W*M*D	۸	۱/٤۲۳**	۰/۳٤۷**	۱۸٦٤/۰۵٦**	۵٤۰/٦۳٤**
خطا Error		۰/۱۸٦	۰/۰۲۵	۸۳/۲٤٤	۲۱/٤۹٦
ضریب تغییرات (درصد) CV		۷/۵	٦/۸	۵	۵/۵

nsو ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۱ درصد هستند.

نتایج بررسی مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین وزن‌تر (۱۰/۳۷ کیلوگرم) و خشک گیاه (۱٤۳/۳۳ گرم) در مالچ (پلاستیک سفید) تحت تنش خشکی متوسط (۵۰ درصد ظرفیت مزرعه) و پس‌ازآن در پلاستیک سیاه در تیمار بادشکن مشاهده گردید، کمترین وزن‌تر (۳/۲۱ کیلوگرم) و خشک گیاه (٤۰ گرام) در تیمار بدون مالچ (شاهد)، تحت تنش خشکی شدید (۲۵ درصد ظرفیت مزرعه) در تیمار بدون بادشکن به دست آمد. استفاده از بادشکن به‌طور معنی‌داری وزن‌تر و خشک گیاه را در همه سطوح تنش افزایش داد (شکل ۳ A-B). نتایج بررسی وزن‌تر و خشک‌ریشه نشان داد که بیشترین وزن‌تر و خشک‌ریشه گیاه (به‌ترتیب ۳۲۰ و ۱٤۳/۳۳ گرم) در مالچ کارتن تحت ۹۰ درصد ظرفیت مزرعه و در تیمار بادشکن و کمترین وزن‌تر و خشک‌ریشه (به‌ترتیب ۸٦/٦۷ و ٤۰ گرم) تحت تنش خشکی ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت مزرعه در تیمار بدون مالچ (شاهد) و عدم وجود بادشکن حاصل شد (شکل ۳ C-D).



شکل (۳) تأثیر متقابل مالچ، بادشکن و تنش خشکی بر وزن‌تر گیاه (A)، وزن خشک گیاه (B)، وزن‌تر ریشه (C)، وزن خشک‌ریشه (D)، میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

Figure (3) The interaction effect of mulch, windbreak, and drought stress on plant fresh weight (A), plant dry weight (B), root fresh weight (C), root dry weight (D). Means with at least one common letter are not significantly different at the 5% Duncan test level.

بحث

نتایج نشان داد که تعداد و وزن علف‌های هرز با افزایش تنش خشکی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. تنش خشکی با کاهش فتوسنتز، بسته شدن روزنه‌ها و کاهش تقسیم سلولی، رشد و بیوماس گیاهان زراعی را محدود می‌کند. این شرایط باعث کاهش توان رقابتی محصول در برابر علف‌های هرز می‌شود، درحالی‌که علف‌های هرز به‌دلیل داشتن سیستم ریشه‌ای عمیق‌تر و توان بازیابی سریع‌تر، قادر به استفاده بهتر از منابع محدود آب و مواد غذایی هستند؛ بنابراین رقابت به نفع علف‌های هرز تغییریافته و تعداد و بیوماس این گیاهان در جامعه گیاهی افزایش می‌یابد (لامی و همکاران، ۲۰۲۵). این یافته‌ها با نتایج سینگ و همکاران (۲۰۲۲) همسو است که نشان دادند علف‌های هرز در شرایط تنش خشکی قادر به رقابت با گیاهان زراعی بوده و بقای خود را حفظ می‌کنند. نتایج این تحقیق همچنین بیانگر آن بود که استفاده از مالچ پلاستیکی به‌طور معنی‌داری تعداد و وزن علف‌های هرز را کاهش داد، زیرا مالچ‌ها با سایه‌اندازی و محدود کردن عبور نور، جوانه‌زنی گونه‌های مختلف علف‌های هرز را کاهش می‌دهند. مالچ پلاستیکی سیاه به‌عنوان مانعی برای عبور نور عمل می‌کند و به‌دلیل یکنواختی بیشتر ساختار، عملکرد مناسبی دارد (احمد و همکاران، ۲۰۲۰). همچنین مالچ پلاستیکی سفید با ایجاد پوشش فیزیکی روی خاک از تابش مستقیم نور جلوگیری کرده و تراکم و بیوماس علف‌های هرز را نسبت به خاک بدون مالچ کاهش می‌دهد. این نتایج با گزارش سوکومبلا و همکاران (۲۰۲۵) همسو است که نشان دادند که مالچ‌ها به‌طور مؤثر از جوانه‌زنی و سبز شدن علف‌های هرز جلوگیری کرده و جمعیت آن‌ها را کنترل می‌کنند. یافته‌های حاضر همچنین با گزارش ماسیل و همکاران (۲۰۰۸) مبنی بر کاهش تعداد علف‌های هرز هندوانه و نتایج راتیکا و همکاران (۲۰۲۳) درباره نقش مؤثر مالچ در کنترل علف‌های هرز همسو است. تیمار بادشکن نیز باعث کاهش تعداد و وزن علف‌های هرز شد، زیرا در نبود بادشکن، افزایش سرعت باد منجر به تبخیر بیشتر از سطح خاک و کاهش توان رقابت گیاهان زراعی با علف‌های هرز می‌شود که باعث افزایش تعداد و وزن علف‌های هرز می‌گردد (چاوهان، ۲۰۱۲؛ تامپسون، ۲۰۲۳).

نتایج این مطالعه همچنین نشان داد که با افزایش تنش خشکی ارتفاع گیاه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. در این رابطه عسکرنژاد و همکاران (۲۰۱۹ a,b) بیان نمودند که تنش خشکی با کاهش سلول‌های مریستمی انتهایی ساقه و اختلال در فرایندهای فتوسنتزی و کاهش تأمین مواد لازم برای بخش‌های در حال رشد، ارتفاع گیاه را کاهش می‌دهد. به‌طورکلی تأخیر در آبیاری موجب کاهش رشد، ارتفاع و عملکرد سورگوم شد که با گزارش پایرو و همکاران (۲۰۰۹) همسو است و نشان می‌دهد کمبود آب توانایی گیاه برای دستیابی به پتانسیل رشد کامل خود را محدود می‌کند. کاهش آب در گیاه، حجم سلول‌ها، سرعت تقسیم سلولی و دیواره‌سازی سلولی را کاهش داده و در مراحل اولیه رشد موجب کمبود آب در بافت گیاه و کاهش رشد گیاه می‌شود (قنبری و همکاران، ۲۰۲۱).

مالچ به‌طور معنی‌داری ارتفاع گیاه را افزایش داد، به‌طوری‌که بیشترین ارتفاع در مالچ‌های پلاستیکی و کمترین در تیمار بدون مالچ مشاهده شد. مالچ‌ها با حفظ ساختار فیزیکی و بیولوژیکی خاک و تأمین رطوبت، شرایط رشد مناسب‌تری فراهم کرده و باعث افزایش آماس سلولی، تقسیم سلولی و ارتفاع گیاه می‌شوند (بهزادنژاد و همکاران، ۲۰۱۸؛ احمد و همکاران، ۲۰۲۰). مالچ پلاستیک سفید با انعکاس و پخش نور و بهبود شرایط میکروکلیمای اطراف گیاه، نور بیشتری را برای فتوسنتز بخش بالایی تاج فراهم کرده و رشد ساقه و ارتفاع گیاه را افزایش می‌دهد (سوکومبلا و همکاران، ۲۰۲۵). این نتایج با یافته‌های کیشور و همکاران (۲۰۱۸) در گوجه‌فرنگی همسو است که نشان داد مالچ پلاستیک سفید ارتفاع گیاه و عملکرد محصول را افزایش می‌دهد.

در مورد تیمار بادشکن، اگرچه در تاریخ‌های اولیه تفاوت مشخصی مشاهده نشد، اما نزدیک به برداشت، ارتفاع سورگوم در تیمار بادشکن بیشتر بود. بادشکن با کاهش سرعت باد و بهبود میکروکلیما، شرایط مناسبی برای رشد طولی گیاه ایجاد می‌کند (الجمال و همکاران، ۲۰۲۵). همسو با نتایج این تحقیق

(ال-جمال و همکاران، (۲۰۲۳) گزارش دادند که استفاده از حصارهای مصنوعی به‌عنوان مالچ باعث افزایش درصد جوانه‌زنی، طول گیاه و عملکرد کینوا شد. همچنین در این تحقیق وزن‌تر و خشک ساقه و ریشه سورگوم تحت تنش خشکی کاهش یافت که می‌تواند ناشی از کاهش رطوبت خاک، محدود شدن رشد ریشه، کاهش جذب آب و مواد غذایی و افت کلی بیوماس گیاه باشد (سودایی زاده و منصوری، ۲۰۱٤؛ کدخدایی و همکاران، ۲۰۲۲؛ ارشاد و همکاران، ۲۰۲۱). کاربرد مالچ نسبت به تیمار شاهد، اثر منفی تنش خشکی را کاهش داد، زیرا مالچ با کاهش هدر رفت آب، تأمین رطوبت و بهبود ریزاقلیم، انبساط و طول سلول‌ها را افزایش داده و وزن‌تر و خشک گیاهان را بهبود می‌بخشد (اوسوم و ماتسنجوا، ۲۰۰۷؛ نیتیشا و همکاران، ۲۰۲۲). مالچ کاغذی نیز به‌طور معنی‌داری وزن ریشه سورگوم را افزایش داد که احتمالاً به‌دلیل حفظ رطوبت و تسهیل جذب آب و مواد مغذی است (مون و کو، ۲۰۲۳).

بادشکن نیز وزن‌تر و خشک گیاه را افزایش داد، چراکه با بهبود توازن آب و انرژی خاک و گیاه، دسترسی به آب و فرایند فتوسنتز بهبودیافته و بیوماس تجمع می‌یابد (هلفر و همکاران، ۲۰۰۹). همسو با نتایج این تحقیق سایر محققین هم گزارش کردند که بادشکن منجر به افزایش وزن‌تر و خشک گیاه گردید (پراجاپاتی و همکاران، ۲۰۲٤؛ ال-جمال و همکاران، ۲۰۲۵).

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش تنش خشکی تعداد و وزن علف‌های هرز به‌دلیل داشتن تحمل بالاتر این گیاهان نسبت به گیاهان زراعتی افزایش یافت. ارتفاع و وزن‌تر و خشک سورگوم در تیمارهای تنش خشکی شدید کاهش چشم‌گیری داشت و استفاده از مالچ به‌دلیل حفظ رطوبت خاک از طریق بهبود بهره‌وری آب و کنترل علف‌های هرز در بهبود رشد و عملکرد سورگوم مؤثر بود. از میان مالچ‌های مورد مطالعه مالچ پلاستیکی به‌دلیل حفظ رطوبت کافی در ناحیه ریشه توانست تأثیر بیشتری نسبت به سایر مالچ‌ها داشته باشد. همچنین بادشکن با کاهش تبخیر و حفظ رطوبت در ناحیه ریشه، دسترسی ریشه به آب را افزایش داده که منجر به تجمع بیشتر بیوماس و بهبود صفات رشد و عملکرد سورگوم گردید. به‌طورکلی نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از مالچ و بادشکن در کاهش اثرات منفی ناشی از تنش خشکی بر گیاه سورگوم علوفه‌ای و کنترل علف‌های هرز مؤثر بود.

منابع.

1. Abd El-Mageed, T. A., El-Samnoudi, I. M., Ibrahim, A. E. A. M., & Abd El Tawwab, A. R. (2018). Compost and mulching modulates morphological, physiological responses and water use efficiency in (*Sorghum bicolor* L. Moench) under low moisture regime. Agricultural Water Management, 208, 431-439.

2. Abdolhayan Noqabi, M., & Baradaran Firouzabadi, M. (2002). Introducing a simple and quick method for determining the soil moisture curve. Sugar beet, 17(2), 1-4.

3. Ahmad, S., Raza, M. A. S., Saleem, M. F., Iqbal, R., Zaheer, M. S., Haider, I., & Khan, I. H. (2020). Significance of partial root zone drying and mulches for water saving and weed suppression in wheat. JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences, 30(1), 154-162.

4. Akhtar, K., Wang, W., Ren, G., Khan, A., Feng, Y., & Yang, G. (2018). Changes in soil enzymes, soil properties, and maize crop productivity under wheat straw mulching in Guanzhong, China. Soil and Tillage Research, 182, 94-102.

5. Akhtar, K., Wang, W., Ren, G., Khan, A., Feng, Y., Yang, G., & Wang, H. (2019). Integrated use of straw mulch with nitrogen fertilizer improves soil functionality and soybean production. Environment International, 132, 105092.

6. Alizadeh, P., Sodaeizadeh, H., Mosleh Arani, A., & Hakimzadeh, M.A. (2025). Comparing yield, nutrient uptake and water use efficiency of *Nasturtium officinale*. Heliyon, cultivated iv aquaponic, hydroponic and soil systems. Heliyon, e42339.

7. Anjum, S. A., Ashraf, U., Tanveer, M., Khan, I., Hussain, S., Shahzad, B., ... & Wang, L. C. (2017). Drought induced changes in growth, osmolyte accumulation and antioxidant metabolism of three maize hybrids. Frontiers in plant science, 8, 69.

8. Askarnejad, M., Sodaeeizadeh, H., Mosleh Arani, A., Yazdani Biouki, R., & Mavandi, P. (2019a). Effect of silicon in improving drought tolerance of stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) under moisture stress. Environmental Stresses in Crop Sciences, 12(3), 847–863. (In Persian).

9. Askarnejad, M., Sodaeeizadeh, H., Mosleh Arani. A., & Yazdani-Biouki, R. (2019b). Effect of Silicon on Some Characteristics of Purple Basil (*Ocimum basilicum*) Under Drought Stress. IJHST, 20 (1) :21-30. (In Persian).

10. Azadbakht, S., Rafiee, M., & Khorgami, A. (2022). Physiological and agronomic responses of

regimes. Research in Agricultural Sciences in Dry Areas, 3(1), 77–95. (In Persian).

22. Helfer, F., Zhang, H., & Lemckert, C. (2009). Evaporation reduction by windbreaks: Overview, modelling and efficiency. Urban Water Security Research Alliance Technical Report Alliance Technical Report No. 16.

23. Hosseini, M.S., Samsampour, D., Zahedi, S.M, Zamanian, K., Rahman, M.M., Mostofa, M.G., & Tran, L.S.P. (2021). Melatonin alleviates drought impact on growth and essential oil yield of lemon verbena by enhancing antioxidant responses, mineral balance, and abscisic acid content. Physiol Plant, 172:1363–75.

24. Irshad, M., Ullah, F., Fahad, S., Mehmood, S., Khan, A. U., Brtnicky, M., ... & Danish, S. (2021). Evaluation of Jatropha curcas L. leaves mulching on wheat growth and biochemical attributes under water stress. BMC Plant Biology, 21(1), 303.

25. Khodkhodai, H., Sodaeizadeh, H., & Mosleh Arani, A. (2022). Effect of glycine betaine foliar spray on growth and some physiological traits of canola (*Brassica napus* L.) under drought stress in the field. Desert Ecosystem Engineering, 3(4), 79–89. (In Persian).

26. Kishore, G., Babu, B. M., Kandpal, K., Satishkumar, U., & Ayyangowdar, M. S. (2018). Effect of plastic mulching and irrigation levels on plant growth parameters of tomato crop (*Solanum lycopersicum*). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 7(5), 3059-3064.

27. Lami, F., Boscutti, F., Barbieri, S., Fabro, M., Masin, R., Nikolić, N., & Marini, L. (2025). Drought conditions, tillage regime and soil phosphorous modulate the incidence of weeds, pests and pathogens in arable crops. Scientific Reports, 15(1), 24383.

28. Maciel, C.D.G., Poletine, J.P., Velini, E.D., Belisário, D.R.S., Martins, F.M., & Alves, L.S. (2008). Weeds interference periods in watermelon crop. Horticultura Brasileira 26: 107-111.

29. Mon, M. M., & Oue, H. (2023). Effects of shredded paper mulch on Komatsuna Spinach under three soil moisture levels. Agronomy, 13(10), 2502.

30. Nithisha, A., Bokado, K., & Charitha, K. S. (2022). Mulches: Their impact on the crop production. The Pharma Innovation Journal, 11(7), 3597-3603.

31. Ossom, E. M., & Matsenjwa, V. N. (2007). Influence of mulch on agronomic characteristics, soil properties, disease and insect pest infestation of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Swaziland. World Journal of Agricultural Sciences, 3(6), 696-703.

32. Payero, J.O., Melvin, S.R., Irmak, S., & Tarkalson, D. (2009). Yield response of corn to deficit irrigation in a semiarid climate. Agricultural Water Management, 84, 101-112.

33. Prajapati, V. M., Jilariya, D. J., Mevada, R. J., Tandel, M. B., Bhanderi, B. N., Patel, D. P., & Husain, M. (2024). Productivity of Paddy in South Gujarat. Int. J. Plant Soil Sci, 36(5), 800-807.

grain sorghum cultivars to drought stress and mycorrhizal fungus in summer cropping. Journal of Crop Production, 15(4), 63–80. (In Persian).

11. Behzadnejad, J., Tahmasebi-Sarvestani, Z., Aein, A., & Mokhtassi-Bidgoli, A. (2020). Wheat straw mulching helps improve yield in sesame (*Sesamum indicum* L.) under drought stress. International Journal of Plant Production, 14(2), 389-400.

12. Behzadnezhad, J., Tahmasebi Sarvestani, Z. A., Aein, A., & Mokhtasi Bidgoli, A. (2018). Effect of drought stress and wheat straw mulch on morpho-physiological traits of sesame. Ecophysiology of Crop Plants, 12(3), 393–410. (In Persian).

13. Birhanu, M. W., & Negussie, Z. T. (2024). Arbuscular mycorrhizal (AM) fungi symbiosis in sustainable production of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) under drought stress: an emerging biofertilizer in dryland areas. Advances in Agriculture, 1, 8814543.

14. Chauhan, B.S. 2012. Weed ecology and weed management strategies for dry-seeded rice in Asia. Weed Technology 26(1): 1-13 .

15. El-Beltagi, H. S., Basit, A., Mohamed, H. I., Ali, I., Ullah, S., Kamel, E. A., & Ghazzawy, H. S. (2022). Mulching as a sustainable water and soil saving practice in agriculture: A review. Agronomy, 12(8), 1881.

16. El-Gamal, H. E., Mahmoudi, H., Ali, E., & Badran, A. (2023). The role of fences in growth, productivity, and pest control of some quinoa genotypes to enhance stress tolerance under aeolian deposit conditions. Journal of Plant Biology and Crop Research, 6(2), 1081-1092.

17. El-Gamal, H. E. M., Mahmoudi, H., & Badran, A. E. (2025). Effect of Windbreaks on Microclimate, Growth and Productivity of Some Quinoa Genotypes. Journal of Desert and Environmental Agriculture, 5(1), 79-96.

18. El-Samnoudi, I. M., Ibrahim, A. E. A. M., Abd El Tawwab, A. R., & Abd El-Mageed, T. A. (2019). Combined effect of poultry manure and soil mulching on soil properties, physiological responses, yields and water-use efficiencies of sorghum plants under water stress. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 50(20), 2626-2639.

19. FAO. (2021). The impact of disasters and crises on agriculture and food security. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

20. Farooq, M., Hussain, M., Ul-Allah, S., & Siddique, K. H. M. (2019). Physiological and agronomic approaches for improving water-use efficiency in crop plants. Agricultural Water Management, 219, 95–108.

21. Ghanbari, M., Mokhtasi Bidgoli, A., Zanganeh, R., Mansour Ghanā'i Pashāki, K., & Kamran, R. (2021). Effect of organic mulch on morpho-physiological and biochemical traits of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.) in response to different irrigation

34. Rad, S.V., Valadabadi, S.A.R., Pouryousef, M., Saifzadeh, S., Zakrin, H.R., Mastinu, A. (2020). Quantitative and qualitative evaluation of *Sorghum bicolor* L. under intercropping with legumes and different weed control methods. Horticulturae , 6 (4): 78.

35. Rafiee, M. 2020. Effect of sowing time on growth and yield of forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.) cultivars in second cropping in temperate region of Lorestan province. Iranian Journal of Crop Sciences, 20(3), 180-193. (In Persian).

36. Ramzan, T., Shahbaz, M., Maqsood, M.F, Zulfiqar, U., Saman, R.U, Lili, N., et al. (2023). Phenylalanine supply alleviates the drought stress in mustard (*Brassica campestris*) by modulating plant growth, photosynthesis and antioxidant defense system. Plant Physiol Biochem. 201, 107828.

37. Rathika, S., Ramesh, T., & Jagadeesan, R. (2023). Weed management in sugarcane: A review. The Pharma Innovation Journal, 12(6): 3883-3887.

38. Seleiman MF, Al-Suhaibani N, Ali N, Akmal M, Alotaibi M, Refay Y, et al. (2021). Drought stress impacts on plants and different approaches to alleviate its adverse effects. Plants, 10:259.

39. Singh, M., Thapa, R., Kukal, M. S., Irmak, S., Mirsky, S., & Jhala, A. J. (2022). Effect of water stress on weed germination, growth characteristics, and seed production: a global meta-analysis. Weed Science, 70(6), 621-640.

40. Sodaeizadeh, H., & Mansouri, F. (2014). Effects of drought stress on dry matter accumulation, nutrient concentration and soluble carbohydrate of Salvia macrosiphon as a medicinal plant. Arid Biome, 4(1), 1–9. (In Persian).

41. Sokombela, A., Ndhlala, A. R., Bopape-Mabapa, M. P., Eiasu, B. K., Mpai, S., & Nyambo, P. (2025). Colored plastic mulch impacts on soil properties, weed density and vegetable crop productivity: A meta-analysis. Scientific Reports, 15(1), 31891.

42. Teferra, T. F., & Awika, J. M. (2019). Sorghum as a healthy global food security crop: opportunities and challenges. Cereal Foods World, 64(5), 1-8.

43. Thilakarathna, R. C. N., Madhusankha, G. D. M. P., & Navaratne, S. B. (2022). Potential food applications of sorghum (*Sorghum bicolor*) and rapid screening methods of nutritional traits by spectroscopic platforms. Journal of Food Science, 87(1), 36-51.

44. Thompson, J. B., Symonds, J., Carlisle, L., Iles, A., Karp, D. S., Ory, J., & Bowles, T. M. (2023). Remote sensing of hedgerows, windbreaks, and winter cover crops in California's Central Coast reveals low adoption but hotspots of use. Frontiers in Sustainable Food Systems, 7, 1052029.

45. Wang, J., Patruno, L., Zhao, G., & Tamura, Y. (2024). Windbreak effectiveness of shelterbelts with different characteristic parameters and arrangements by means of CFD simulation. Agricultural and Forest Meteorology, 344, 109813.

46. Yang, X., Lu, M., Wang, Y., Wang, Y., Liu, Z., & Chen, S. (2021). Response mechanism of plants to drought stress. Horticulturae, 7(3), 50.

47. Yusuf, U. M. E. R., Abebe, Y. A., Daba, N. A., Eliyas, A. B. D. I., Abdumalik, M., Ahmed, S., & Chavula, P. (2024). Sorghum (*Sorghum bicolor*) yield and water use efficiency depending on planting techniques and soil mulching in drought-prone areas, Babile District, Ethiopia. Nova Geodesia, 4(4), 182-182.

Investigation of the Effects of Mulch and Windbreak on *Sorghum* Growth and Weed Control Under Drought Stress

Jamshid Shahab[1], Hamid Sodaeizadeh[2*], Seyed Ebrahim Seifati[2], Kazem Kamali, Mohammad Ali Hakimzadeh[3]

Receive: 2026/02/21 Accept: 2026/04/27

Extended Abstract

Introduction

Sorghum is a highly productive forage crop, recognized for its adaptability to a wide range of soils and climatic conditions, its drought tolerance, and its suitability for use as both fresh and dry forage. Abiotic stresses, particularly drought, significantly limit agricultural productivity, especially in arid and semi-arid regions. To mitigate the effects of drought, strategies such as the use of drought-resistant species and mulching can be employed. Furthermore, the construction of windbreaks can help moderate the effects of strong winds. According to our background review, no research has been conducted on the simultaneous effects of mulch and windbreaks in reducing the negative impacts of drought stress on sorghum growth and weed control. The aim of this study is to investigate the effect of mulch and windbreaks on mitigating the negative effects of drought on sorghum, to classify different mulches based on their ability to alleviate stress-related damage, and to evaluate their role in weed control.

Materials and Methods

Seeds of the forage *sorghum* variety 'Speed Feed' were obtained from a reputable agricultural supplier. Sorghum was sown in early May 2025. Pre-planting mulch treatments—including black plastic, white plastic, straw, cardboard, and a control with no mulch—were applied. Drip irrigation was used throughout the experiment. Drought stress was applied at the six-leaf stage by maintaining soil moisture at three levels: 90%, 50%, and 25% of field capacity. To mitigate wind effects, sunflower windbreaks were planted one month before sorghum sowing and positioned perpendicular to the prevailing wind direction around the plots. Considering that the protective effect of grass windbreaks typically extends to 5–10 times their height, the distance between the sunflower row and the first sorghum plot was set at one times the final plant height in order to maintain the protective effect while minimizing shading and competition. Weed control was performed on three dates: 16 May 2025, 14 June 2025, and 9 July 2025. Forage sorghum was harvested at the soft-dough seed stage. Average plant height was measured in centimeters using a ruler. The fresh and dry weights of both shoots and roots were measured using a precision balance with an accuracy of 0.01 g. All data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) in SPSS software, and means were compared using Duncan's multiple range test at a 5% probability level ($\alpha = 0.05$).

Result

Mulch application, particularly white and black plastic mulch, significantly reduced weed density. Under severe drought stress conditions and in the absence of windbreaks, white plastic mulch reduced weed counts by 99.5%, 96.5%, and 98.68% on the three sampling dates, respectively, compared to the no-mulch control. Plastic mulches also produced the greatest reduction in weed biomass across all sampling dates. Plant height was likewise influenced by mulch type. Under severe drought stress and without windbreaks, white and black plastic mulches increased sorghum height by 37% to 76% across the five growth stages relative to the unmulched control. In addition, mulch treatments enhanced sorghum biomass. Under severe drought and without windbreaks, white plastic mulch increased shoot fresh and dry weight by 69% and 72%, respectively, compared to the control.

1. Desert Control Management Doctoral Student, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Yazd, Iran

2. Professor, Department of Arid and Desert Management, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Yazd, Iran, hsodaie@yazd.ac.ir

3. Associate Professor, Department of Arid and Desert Management, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Yazd, Iran

DOI: 10.22052/deej.2026.258322.1138

Cardboard mulch also increased root fresh and dry weight by 72.9% and 72%, respectively. Overall, mulch application effectively alleviated the negative effects of drought stress by reducing weed infestation and significantly increasing sorghum height, as well as the fresh and dry weight of both shoots and roots.

Discussion

Drought stress significantly reduced both weed density and biomass. This effect was further amplified by mulch application, which significantly reduced weed density and biomass across all sampling dates, likely due to a shading effect that limits weed establishment and growth. Plant height also decreased significantly with increasing drought stress, likely as a consequence of reduced meristematic cell production under limited water availability. However, mulch application mitigated this effect and significantly increased plant height. By conserving soil moisture and improving water availability to plants, mulch enhances physiological processes critical for growth, such as cell turgor and cell division. Furthermore, plant height was greater in plots protected by windbreaks than in unprotected plots. Similarly, drought stress significantly reduced the fresh and dry weight of both roots and shoots by limiting plant-available water. Mulch application counteracted this reduction by reducing evaporation from the soil surface, thereby maintaining a more favorable soil moisture regime for sustained plant growth

Keywords: Mulch, Plant Height, Weed, *Sorghum Bicolor*.