Archive of SID

تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک/ جلد سوم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۴۰۰، ص ۹۵-۷۷

تأثیر مالچ مواد آلی بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی و بیوشیمیایی سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* L.) در پاسخ به رژیم‌های مختلف آبیاری

مجید قنبری[۱]، علی مختصی بیدگلی[۲*]، زینب زنگانه[۳]، کامران منصور قناعی پاشاکی[۴]

۱- دکترای فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۳- دانشجوی دکترای فیزیولوژی دام و طیور، گروه علوم طیور، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۴- دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

* مسئول مکاتبه: Mokhtassi@modares.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۲۸ **DOI: 10.22034/CSRAR.2021.269538.1082**

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر کاربرد مالچ حاصل از باقی‌مانده مواد آلی موجود در پهنه جنگل، مزارع برنج، باغات چای و بادام زمینی و کمبود آب آبیاری بر خصوصیات مختلف مورفوفیزیولوژیکی و بیوشیمیایی سورگوم علوفه‌ای در شرایط مزرعه انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی سال ۱۳۹۷ در مزارع منتخب تحقیقاتی منطقه دیلمان شهرستان سیاهکل زیر نظر گروه زراعت دانشگاه تربیت مدرس و کارشناسان ترویج جهادکشاورزی لاهیجان اجرا شد. عوامل مورد بررسی شامل سه سطح تنش کمبود آب بر اساس آبیاری ۱۵، ۳۰ و ۴۵ درصد کم‌تر از ظرفیت زراعی و شش سطح مالچ آلی شامل بدون مالچ، مالچ کلش برنج، مالچ پوسته شلتوک برنج، مالچ پیله بادام‌زمینی، مالچ ضایعات چای و مالچ خاکبرگ بودند. نتایج نشان داد در شرایط تنش متوسط، تیمارهای مالچ کلش برنج و پوسته شلتوک برنج، در عملکرد علوفه تر و سرعت فتوسنتز گیاه به‌ترتیب ۳۹/۱۳ و ۲۶/۶۵ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد. همچنین، در شرایط تنش شدید، مالچ‌های کلش برنج، پوسته شلتوک برنج و پیله بادام زمینی، میزان بهره‌وری اقتصادی آب و وزن خشک علف‌های هرز را به‌ترتیب ۶۳/۴۸، ۵۵/۲۱ و ۴۶/۴۰ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. کاربرد مالچ مواد آلی به‌ویژه کلش برنج، پوسته شلتوک برنج و پیله بادام زمینی به‌ترتیب موجب جلوگیری از کاهش ۶/۰۸، ۱۳/۷۰ و ۱۶/۷۵ درصد عملکرد دانه نسبت به شاهد تحت شرایط تنش متوسط شد. به‌طورکلی، مالچ مواد آلی در افزایش عملکرد دانه و علوفه تر، سرعت فتوسنتز، فعالیت آنتی اکسیدان‌ها و بهره‌وری آب و همچنین کاهش میزان علف‌های هرز مزرعه در شرایط تنش از توانایی بالایی برخوردار بوده و سهم بسزایی در بهبود مقاومت به خشکی در گیاه سورگوم علوفه‌ای دارد. در نهایت، استفاده از مالچ مواد آلی در کشت سورگوم علوفه‌ای تحت شرایط تنش خشکی فصلی توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: آنتی اکسیدان، بهره‌وری آب، ذرت خوشه‌ای، علف هرز، کم‌آبی.

مقدمه

سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* L.) با دارا بودن پتانسیل تولید بالا، سازگاری به شرایط خاکی و اقلیمی مختلف، تحمل شوری و خشکی خاک، دارا بودن طول دوره رشد مناسب در تابستان، قابلیت استفاده به‌صورت علوفه تر و چرای مستقیم در فصل تابستان و علوفه خشک و سیلوئی در فصل زمستان یکی از بهترین گیاهان علوفه‌ای می‌باشد (Rafiee, 2020). سورگوم غله‌ای است تک پایه، تک لپه، یکساله، از خانواده گرامینه، با دانه بدون پوسته و کروی شکل که موارد استفاده زیادی در دامپروری و صنعت دارد (SPCRI, 2020). سطح زیر کشت سورگوم در دنیا ۴۲ میلیون هکتار و میانگین عملکرد آن ۵/۹ تن در هکتار است. سطح زیر کشت سورگوم علوفه‌ای در ایران ۱۴۰ هزار هکتار و مجموع عملکرد آن در ۲ تا ۳ چین ۱۰۰ تا ۱۵۰ تن در هکتار است (FAO, 2018). مراکز مهم تولید سورگوم ایران استان‌های سیستان و بلوچستان، خوزستان، گیلان، مازندران، خراسان جنوبی، زنجان، آذربایجان شرقی، اصفهان و یزد می‌باشند (AJMIRI, 2020). سورگوم علوفه‌ای رقم بهشت دارای درصد پروتئین خام و ماده آلی بیشتر و درصد الیاف نامحلول کمتری است. پتانسیل عملکرد مطلوب کمّی و کیفی و نیز سازگاری عمومی و پایداری عملکرد علوفه، مقاومت به خوابیدگی، پتانسیل پنجه‌زنی مطلوب، نسبت برگ به ساقه بالا، مقاومت نسبی به بیماری‌های لکه برگی، پتانسیل چین‌برداری و

www.SID.ir

Archive of SID

زودرسی (در مقایسه با رقم پگاه) از جمله ویژگی‌های این رقم هستند (Golzardi *et al*., 2020). در کل، سورگوم جهت رشد و نمو به نقاط گرم و خشک و همچنین مناطق معتدل ایران سازگاری داشته و از آن در تغذیه انسان‌ها، تهیه خوراک دام و همچنین در صنایع تولید نشاسته، مالت و الکل استفاده می‌شود (Piri *et al*. 2016).

مالچ به‌عنوان یک پدیده نوین در کشاورزی موجب تغییر بنیادین در استفاده از سموم علفکش شده و علاوه بر کنترل علف‌های هرز در مزارع، از فرسایش خاک نیز جلوگیری کرده و افزایش نفوذ آب در لایه‌های خاک را موجب گردد. همچنین، استفاده از مالچ گیاهان می‌تواند کمبود مواد غذایی خاک را جبران و نیتروژن خاک را افزایش دهد (Ghanbari *et al*., 2018). از مزایای استفاده از مالچ گیاهان می‌توان به افزایش نیتروژن خاک برای گیاه اصلی، حفاظت از فرسایش خاک، افزایش کیفیت خاک، کاهش تبخیر و افزایش نفوذ آب در خاک، بهبود کارآیی مصرف آب، حفظ دمای مناسب خاک و سرکوب علف‌های هرز اشاره نمود (Kar and Kumar, 2007). به هر چیزی که در طبیعت یافت شده و به‌وسیله موجودات زنده خاکزی تجزیه شود، مالچ آلی گفته می‌شود (Ghanbari *et al*., 2018). برخی از مالچ‌های آلی شامل؛ کلش برنج (Fakhari *et al*., 2018)، خاکبرگ (Ghanbarizadeh *et al*., 2018)، پوسته شلتوک برنج (Javaheri *et al*., 2013)، ضایعات چای (Ghanbari *et al*., 2014a) و ضایعات پیله بادام‌زمینی (Mohammadi-Torkashvand *et al*., 2014) و سایر محصولاتی که معمولاً از گیاهان و گاهی از حیوانات مشتق شده‌اند (McLaughlin, 2016).

یکی از موضوع‌های برجسته در اصلاح گیاهان زراعی، تقویت مقاومت آن‌ها به شرایط تنش‌های محیطی بوده و در این بین تنش کمبود آب رایج‌ترین نوع از تنش‌های محیطی است که رشد گیاهان و میزان تولید آن‌ها را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (Kirigwi *et al*., 2004). کمبود آب در گیاه ذرت طی مرحله ظهور خوشه، پتانسیل عملکرد علوفه تر و خشک را کاهش می‌دهد (Sah *et al*., 2020). تحقیق در زمینه تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم علوفه‌ای حاکی از کاهش چشم‌گیر ارتفاع بوته، سطح برگ، فعالیت‌های آنزیمی و عملکرد علوفه تر و خشک در شرایط تنش خشکی است (Heydari and Asgharipour, 2012). پژوهش‌های متعددی مالچ کلش را آزمایش کرده و به این نتیجه رسیده‌اند که جهت کاهش پیدایش و نمو علف‌های هرز در مزارع، استفاده از مالچ مقرون به‌صرفه بوده و سبب تقویت فعالیت‌های زیستی درون خاک می‌گردد (Ghanbari *et al*., 2013; Kaewpradit *et al*., 2009). قرارگیری مالچ مواد آلی در لایه سطحی خاک و یا خارج از آن، موجب افزایش سرعت تنفس توده خاک و افزایش فعالیت آنزیم‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، فسفر و هیدروژن در خاک می‌گردد. همچنین، کاربرد مالچ با منبع گیاهی تحت شرایط تنش جذب مواد مغذی از جمله کربن آلی، نیتروژن، پتاسیم را افزایش می‌دهد. علاوه بر این، به‌طور مؤثری بر میزان پروتئین، مواد قندی، نیتروژن و فسفر دانه تحت شرایط تنش شدید اثرگذار است (Awopegba *et al*., 2017). با توجه به این‌که از یک سو، بیشتر اراضی کشور تحت‌تأثیر تنش خشکی بوده و مشکل کمبود آب به‌ویژه در ماه‌های تابستان از معضلات بخش کشاورزی محسوب می‌شود و از سویی دیگر، سورگوم علوفه‌ای گیاهی دارای بازده بالا از نظر تولید عملکرد علوفه است و می‌تواند نیاز علوفه‌ای کشاورزان را به‌راحتی تأمین نماید، ضرورت توجه به منابع جدید علوفه‌ای مقاوم به خشکی به عنوان منبع خوراک تکمیلی و نیز افزایش بهره‌وری از آب و خاک در فهرست اهداف بلندمدت بخش کشاورزی است. در این بین، استفاده از مالچ مواد آلی به‌عنوان نوعی راهکار کم هزینه جهت افزایش مقاومت به تنش خشکی از طریق فراهم نمودن عناصر غذایی، بهبود شرایط رشدی، حفظ رطوبت و کاهش خسارت ناشی از رقابت علف‌های هرز در گیاه سورگوم علوفه‌ای بسیار مفید به‌نظر می‌رسد، از این رو، جهت تحقیق در زمینه استفاده از مالچ‌های آلی در سیستم‌های کشاورزی مرسوم کشور به‌منظور جبران و تعدیل اثرات تنش خشکی متناوب و فصلی، همچنین طبقه‌بندی مالچ‌های آلی از نظر تأثیر نقش حفاظت بیولوژیکی آن‌ها بر ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی و بیوشیمیایی و تعدیل خسارات ناشی از تنش خشکی بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای، پژوهش فوق در شرایط مزرعه‌ای انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش، به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۷ در مزارع تحقیقاتی منتخب منطقه دیلمان شهرستان سیاهکل زیر نظر گروه زراعت دانشگاه تربیت مدرس و کارشناسان ترویج امور زراعی جهادکشاورزی شهرستان لاهیجان با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه

www.SID.ir

Archive of SID

و ۸۸ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۹۰ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۴۵۲ متر از سطح دریا اجرا شد. تیمارها شامل سه سطح آبیاری ۱۵ (شاهد)، ۳۰ (تنش متوسط) و ۴۵ (تنش شدید) درصد تخلیه رطوبت قابل دسترس خاک و شش سطح مالچ آلی شامل بدون مالچ (شاهد)، مالچ کلش برنج (۲/۱ تن در هکتار)، مالچ پوسته شلتوک برنج (۳/۶ تن در هکتار)، مالچ پیله بادام‌زمینی (۳/۸ تن در هکتار)، مالچ ضایعات چای (۸/۸ تن در هکتار) و مالچ خاکبرگ (۱۲/۲ تن در هکتار) بودند. میزان مالچ بر اساس میزان نیتروژن در هر مالچ و با توجه به نیاز کودی گلرنگ و توصیه کودی بعد از انجام آزمایش خاک بود. آماده‌سازی زمین و کشت سورگوم علوفه‌ای در اواخر اسفند ۱۳۹۶ انجام شد و در طول دوره رشد، سه چین برداشت صورت گرفت. سطوح تنش خشکی اعمال شده، مابین ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم خاک منطقه تحت آزمایش برای تعیین واکنش گیاه به سطوح متفاوت آب خاک تعیین گردید (Mokhtassi-Bidgoli *et al*., 2013). اعمال تیمار مالچ پس از سبز شدن و استقرار بوته‌های سورگوم علوفه‌ای انجام شد. در طول انجام آزمایش جهت اندازه‌گیری تأثیر مالچ مواد آلی بر وزن خشک علف‌های هرز، در کلیه تیمارها هیچ‌گونه عملیاتی جهت کنترل علف‌های هرز صورت نگرفت. طول هر کرت آزمایشی ۶ متر و عرض آن ۳ متر بود. فاصله ردیف‌های کاشت ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین کرت‌ها و بین تکرارها به ترتیب سه متر و ۳/۵ متر در نظر گرفته شد. همچنین، برای کشت، تراکم ۲۵ بوته در متر مربع درنظر گرفته شد (Raei *et al*., 2014). به‌منظور جلوگیری از نشت آب به سایر کرت‌ها از آبیاری به‌صورت قطره‌ای-نواری (T-tape) استفاده گردید. تعیین زمان آبیاری مطابق تخلیه رطوبت خاک به‌صورت درصد در محدوده ظرفیت زراعی منطقه ریشه و عمق مناسب خاک برای جذب آب برای سورگوم حدود ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مالچ‌ها و خاک منطقه مورد مطالعه به‌ترتیب در جداول یک و دو ارائه شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مالچ‌های مورد مطالعه
Table 1- Physicochemical properties of the studied mulch

نوع مالچ Mulch type	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH	کربن آلی O.C (%)	فسفر P ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم K ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن N ($mg.kg^{-1}$)	ظرفیت تبادل کاتیونی CEC (meq/100g)	نسبت کربن به نیتروژن C/N
مالچ کلش برنج Rice Straw Mulch	2.38	6.64	92.32	1.73	1.43	7.41	169.7	30.89
مالچ پوسته شلتوک برنج Paddy Rice Husk Mulch	2.56	6.98	68.75	1.68	1.05	6.72	172.4	25.35
مالچ پیله بادام زمینی Peanut Shell Mulch	1.38	5.89	30.2	1.87	1.19	6.22	189.2	34.5
مالچ ضایعات چای Tea Waste Mulch	3.81	7.24	47.75	0.73	0.18	4.41	138.6	7.89
مالچ خاکبرگ Leaf Mold Mulch	5.45	7.33	12.83	0.52	0.48	3.8	87.18	7.12

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه مورد مطالعه
Table 2- Physicochemical properties of the studied soil

بافت خاک Texture	ظرفیت زراعی FC (% by volume)	نقطه پژمردگی دائم PWP (% by volume)	گوگرد S ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم K ($mg.kg^{-1}$)	فسفر P ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن کل T.N (%)	ماده آلی O.M (%)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	عمق نمونه‌برداری SD (cm)
Clay-loam	20.27	10.52	61.5	256	60.7	0.17	1.2	7.6	1.17	0-30

www.SID.ir

Archive of SID

مقدار رطوبت خاک ابتدا به روش وزنی و سپس با استفاده از دستگاه TDR[1] مدل (Trime- IMKO- Gmbh, D-76275, Germany) (FM) در عمق مذکور مشخص شد. برای برقراری رابطه بین مقادیر عددی TDR و درصد رطوبت حجمی خاک در روش محاسبه از طریق وزن، منحنی کالیبراسیون رسم گردید. جهت کاربرد TDR، در مرکز هر واحد آزمایشی یک لوله دسترسی[2] از جنس UPVC نصب گردید. همچنین، جهت مشخص کردن مقادیر مورد نیاز آب آبیاری از کنتور آب استفاده گردید (Soltani and Faraji, 2007; Alemi and Malek, 1986). حجم آب اعمالی جهت آبیاری رژیم‌های مختلف آبیاری در مرحله رشد رویشی پس از استقرار گیاه تا مرحله رسیدگی گیاه اعمال گردید. بذر سورگوم علوفه‌ای رقم بهشت از مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه گردید. جهت اندازه‌گیری خصوصیات مورفولوژیک و عملکرد از میانگین سه چین و برای اندازه‌گیری خصوصیات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی از چین سوم استفاده شد. در مرحله انتهای شیری و ابتدای خمیری دانه عملیات برداشت به ابعاد دو متر مربع با حذف یک متر اثر حاشیه‌ای صورت گرفت و عملکرد علوفه تر بر حسب تن در هکتار اندازه‌گیری شد. در زمان برداشت هر چین، برای تعیین خصوصیات مورفوفیزیولوژیک تعداد ۱۰ بوته به‌طور تصادفی از هر کرت برداشت شد. میانگین ارتفاع بوته با استفاده از خط کش میلی‌متری بر حسب سانتی‌متر و میانگین سطح برگ با استفاده از دستگاه سنجش سطح برگ مدل LAI 2000 مشخص گردید. برای خشک کردن نمونه‌ها از آون تهویه‌دار با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت استفاده گردید. توزین نمونه‌ها با ترازوی حساس با دقت ۰/۰۱گرم انجام شد. جهت اندازه‌گیری پروتئین از روش برادفورد (Bradford, 1976) و برحسب میلی‌گرم پروتئین بر گرم بافت تر استفاده شد. اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز، به‌ترتیب از روش‌های چاخماخ و هورست (Cakmak and Horst, 1991) و قناتی و همکاران (Ghanati *et al*., 2002) به‌صورت تغییرات جذب در هر میلی‌گرم پروتئین در عصاره آنزیمی استفاده گردید. فتوسنتز گیاه با استفاده از سیستم تبادل گاز قابل حمل[3] (Li-Cor 6400, Li-Cor Inc., Lincoln, NE, USA) اندازه‌گیری شد. تمامی اندازه‌گیری‌های مرتبط با فتوسنتز در ساعت ۱۱ صبح و در شدت نور معادل ۱۴۰۰- ۱۲۰۰ میکرومول فوتون بر متر مربع بر ثانیه بلافاصله پس از آبیاری (شاهد)، ۵ روز پس از توقف آبیاری (تنش متوسط) و ۱۰ روز پس از توقف آبیاری (تنش شدید) اندازه‌گیری شد. در هر تیمار سرعت فتوسنتز از برگ فوقانی و جوان گیاه اندازه‌گیری شد و پس از قرار دادن برگ به‌مدت حداقل یک دقیقه درون محفظه IRGA[4] و به ثبات رسیدن مقادیر فتوسنتز، اعداد دستگاه ثبت گردید. میزان کربوهیدرات محلول با استفاده از روش رنگ‌سنجی (MAFF, 1982) اندازه‌گیری گردید. بهره‌وری اقتصادی آب نیز از تقسیم عملکرد علوفه تر بر میزان آب مصرفی برحسب کیلوگرم بر مترمکعب به‌دست آمد (Payero *et al*., 2009). تجزیه داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ (SAS, 2015) انجام گردید. قبل از آنالیز داده‌ها، تست نرمالیتی انجام گرفت و پس از اطمینان از توزیع نرمال باقیمانده‌ها، تجزیه واریانس از طریق مدل خطی تعمیم یافته (GLM) انجام شد. مقایسات میانگین بر اساس معنی‌داری در سطح ۵ درصد آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار و با حروف نشان داده شده و خطای استاندارد به‌صورت میله نمایش داده شد. از آنجا که برهمکنش دوگانه معنی‌دار شد، جهت تفسیر و بحث درست نتایج و جلوگیری از مقایسه‌های گیج‌کننده و پیچیده، برش‌دهی فیزیکی برای رژیم‌های آبیاری و مالچ مواد آلی انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته و شاخص سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد ارتفاع بوته و شاخص سطح برگ تحت‌تأثیر رژیم‌های مختلف آبیاری و مالچ مواد آلی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بین رژیم‌های مختلف آبیاری بیشترین ارتفاع بوته (۲۴۱/۲۲ سانتی‌متر) در شاهد و کم‌ترین ارتفاع بوته (۱۷۸/۱۶ سانتی‌متر) در تنش شدید دیده شد که ۳۵/۳۹ ٪ نسبت به شاهد کاهش یافت (شکل ۱- الف). از نظر مالچ مواد آلی، بیشترین ارتفاع بوته (۲۴۶/۲۲ سانتی‌متر) در مالچ کلش برنج دیده شد که با مالچ‌های پوسته شلتوک برنج و پیله بادام زمینی تفاوت معنی‌داری نداشت و کم‌ترین ارتفاع بوته (۱۶۵/۴۴ سانتی‌متر) در تیمار شاهد وجود

1. Time-Domain Reflectometry
2. Access tube
3. Portable gas exchange system
4. Infra Red Gas Analyser

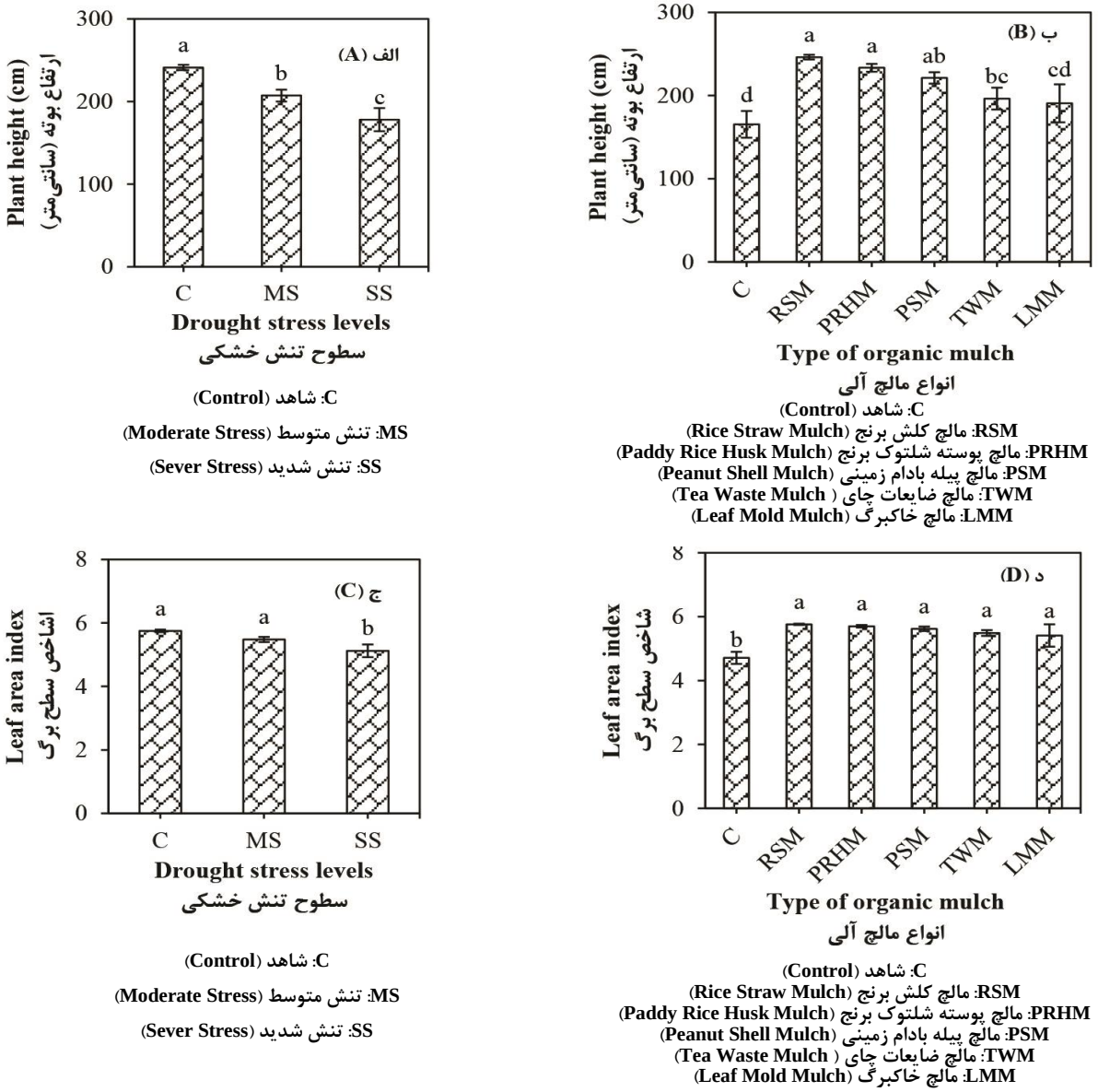
www.SID.ir

Archive of SID

داشت که با مالچ خاکبرگ تفاوت معنی‌داری نداشت و ۴۸/۸۲ ٪ نسبت به شاهد افزایش نشان داد (شکل ۱- ب).

همچنین، بیشترین شاخص سطح برگ (۵/۷۵) در شاهد مشاهده شد که با تنش متوسط تفاوت معنی‌داری نداشت و کم‌ترین شاخص سطح برگ (۵/۱۲) در تنش شدید وجود داشت که ۱۲/۳۰ ٪ نسبت به شاهد کاهش یافت (شکل ۱- ج). از نظر مالچ مواد آلی، بیشترین شاخص سطح برگ (۵/۷۶) در مالچ کلش برنج دیده شد که با سایر مالچها تفاوت معنی‌داری نداشت و کم‌ترین شاخص سطح برگ (۴/۷۱) در تیمار شاهد وجود داشت و ۱۸/۲۲ ٪ نسبت به شاهد افزایش نشان داد (شکل ۱- د).

پژوهشگران با مطالعه اثرات کمبود آب آبیاری بر اجزای عملکرد سورگوم علوفه‌ای گزارش دادند که روند رشد، عملکرد، ارتفاع گیاه و سطح برگ با تأخیر آبیاری کاهش چشم‌گیری نشان داد (Mcwilliams, 2002; Payero *et al*, 2009).



شکل ۱- ارتفاع بوته (محور عمودی) در سطوح رژیم آبیاری (محور افقی) (الف)، ارتفاع بوته (محور عمودی) در انواع مالچ آلی (محور افقی) (ب)، شاخص سطح برگ (محور عمودی) در سطوح رژیم آبیاری (محور افقی) (ج) و شاخص سطح برگ (محور عمودی) در انواع مالچ آلی (محور افقی) (د).

Figure 1- Plant height (vertical axis) in irrigation regime levels (horizontal axis) (A), plant height (vertical axis) in types of organic mulch (horizontal axis) (B), leaf area index (vertical axis) in irrigation regime levels (horizontal axis) (C) and leaf area index (vertical axis) in types of organic mulch (horizontal axis) (D).

www.SID.ir

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات مالچ مواد آلی بر عملکرد کمی و خصوصیات فیزیولوژیکی در گیاه سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* L.) تحت رژیم‌های مختلف آبیاری

Table 3- Analysis of variance (mean square) of organic mulch effect on qualitative yield and physiological characteristics in forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.) under different irrigation regimes

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	شاخص سطح برگ	عملکرد علوفه تر	سرعت فتوسنتز	پروتئین برگ	کربوهیدرات محلول	کاتالاز	پراکسیداز	وزن خشک علف‌های هرز	بهره‌وری اقتصادی آب
SOV	df	Plant height	Leaf area index	Fresh forage yield	Photosynthesis rate	Leaf protein	Soluble carbohydrates	Catalase	Peroxidase	Weeds dry weight	Economic water productivity
بلوک (تکرار) Block (Replication)	2	292.01^{ns}	0.16^{ns}	41.89^{ns}	1.36^{ns}	0.37^{ns}	3.05^{ns}	0.00004*	0.006^{ns}	287.05^{ns}	0.61^{ns}
رژیم‌های آبیاری Irrigation Regimes (IR)	2	17928.68**	1.83**	3666.30**	289.27**	39.71**	1706.93**	0.002**	8.27**	16598.16**	73.94**
مالچ مواد آلی Organic Materials Mulch (OMM)	5	8131.97**	1.33**	446.27**	301.29**	1.95**	30.73**	0.0005**	4.98**	90076.03**	8.61**
رژیم‌های آبیاری × مالچ مواد آلی IR × OMM	10	1305.28^{ns}	0.14^{ns}	55.44*	15.41**	0.12^{ns}	1.44^{ns}	0.00002*	0.41**	12796.54**	1.07*
خطای آزمایش Experimental Error	34	724.99	0.22	22.92	3.72	0.25	5.83	0.000009	0.01	177.84	0.39
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	12.89	8.73	7.30	9.70	15.14	5.68	11.63	8.55	20.55	6.64

* و ** به‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال آماری پنج و یک درصد، و ns: غیر معنی‌دار.

* and ** Represents a significance at a probability level of 5% and 1%, respectively, and ns; non-significant.

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

آنان دریافتند با افزایش شدت تنش خشکی، تولیدات فتوسنتزی کاهش یافته و به‌ویژه استفاده از آسمیلات‌های فتوسنتزی جهت افزایش رشد رویشی کاهش می‌یابد. در اثر کاهش مقادیر آب در گیاه حجم سلول‌های گیاهی، سرعت فرآیند تقسیم سلولی، روند دیواره‌سازی در سلول‌های گیاهی و در نهایت اندازه کلی اندام‌های گیاه کاهش یافته و در مراحل مختلف رشد، به‌ویژه در مراحل اولیه رشد موجب کمبود آب در بافت گیاه و در نتیجه کاهش تورژسانس سلول شده که در نهایت منجر به کاهش ارتفاع گیاه و کاهش شاخص سطح برگ در طول دوره رشد می‌گردد (Earl and Davis, 2003).

مالچ‌های گیاهی از جمله مالچ کلش برنج، پوسته شلتوک برنج و پیله بادام‌زمینی با فراهمی عناصر غذایی پرمصرف برای گیاه از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم (جدول ۱)، موجب افزایش کارآیی استفاده از نور و کاهش پتانسیل اسمزی سلول‌های مزوفیل گیاه و در نتیجه، بهبود شرایط رشدی گیاه اصلی و افزایش ارتفاع گیاه و سطح برگ آن می‌گردند (Ghanbari *et al*., 2018; Wu *et al*., 2018; Wang *et al*., 2013). از سویی دیگر، پژوهشگران دریافتند که مالچ ضایعات چای و خاکبرگ با داشتن کم‌ترین مقادیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم (جدول ۱)، تأثیر زیادی در بهبود خصوصیات مورفوفیزیولوژیک گیاه نداشته و این‌گونه مالچ‌ها از طریق کاهش کلی تبخیر و تعرق در اوایل رشد، ناشی از کاهش تبخیر از سطح خاک و در اواخر رشد، ناشی از کاهش تعرق، خرد اقلیم مرطوب ناشی از آن‌ها سبب افزایش ذخیره آب خاک و بهبود شاخص سطح برگ گیاه می‌گردد (Ghanbari *et al*., 2018; Goel *et al*., 2019).

عملکرد علوفه تر و سرعت فتوسنتز

نتایج مندرج در جدول تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد علوفه تر و سرعت فتوسنتز تحت‌تأثیر رژیم‌های آبیاری و مالچ مواد آلی در سطح احتمال یک درصد و عملکرد علوفه تر و سرعت فتوسنتز از نظر برهمکنش رژیم‌های آبیاری و مالچ آلی به‌ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). در شرایط آبیاری مطلوب (تیمار شاهد) تفاوت معنی‌داری بین سطوح مالچ آلی از نظر عملکرد علوفه تر و سرعت فتوسنتز دیده نشد (جدول ۴). نسبت کاهش عملکرد علوفه تر در تیمارهای مالچ آلی شامل شاهد، مالچ کلش برنج، مالچ پوسته شلتوک برنج، مالچ پیله بادام زمینی، مالچ ضایعات چای و مالچ خاکبرگ نسبت به تیمار رژیم آبیاری مطلوب، در شرایط تنش متوسط به‌ترتیب ۲۳/۰۴، ۶/۰۸، ۱۳/۷۰، ۱۶/۷۵، ۲۵/۷۱ و ۲۸/۵۸ ٪ و در شرایط تنش شدید به‌ترتیب ۴۶/۰۰، ۲۳/۲۴، ۲۵/۸۵، ۲۹/۹۳، ۴۴/۳۰ و ۴۵/۵۹ ٪ بود (جدول ۴).

نسبت کاهش سرعت فتوسنتز در تیمارهای مالچ آلی شامل شاهد، مالچ کلش برنج، مالچ پوسته شلتوک برنج، مالچ پیله بادام زمینی، مالچ ضایعات چای و مالچ خاکبرگ نسبت به تیمار رژیم آبیاری مطلوب، در شرایط تنش متوسط به‌ترتیب ۲۷/۴۲، ۱/۳۴، ۱۰/۵۱، ۱۶/۵۳، ۲۲/۹۲ و ۴۰/۹۲ ٪ و در شرایط تنش شدید به‌ترتیب ۶۴/۷۸، ۱۶/۳۶، ۱۸/۲۷، ۲۲/۳۶، ۳۸/۳۴ و ۵۶/۶۲ ٪ بود (جدول ۴).

پژوهشگران در تحقیقات خود دریافتند که بیشترین عملکرد علوفه تر در تیمار آبیاری مطلوب به‌دست آمد و با افزایش سطوح تنش خشکی از میزان علوفه تولیدی کاسته شد (Rabbani and Emam, 2012). همچنین، محققین اظهار داشتند که اثر تنش خشکی در کلیه مراحل رشد گیاه نشان‌دهنده ارتباط تنگاتنگ فتوسنتز و تولید مادهٔ خشک با میزان آب موجود در گیاه و خاک است (Sajedi *et al*., 2009). عملکرد علوفه تر نشان‌دهنده قدرت گیاه زراعی در تبدیل فتوسنتز حقیقی به فتوسنتز خالص است. کاهش عملکرد علوفه تر ناشی از کاهش فتوسنتز خالص و افزایش تنفس گیاه است. افزایش مقاومت مزوفیلی از اثرات اولیه تنش خشکی بوده، از این رو، دو سوم این کاهش مربوط به مقاومت مزوفیلی و یک سوم آن مربوط به مقاومت روزنه‌ای است (Rafiee Manesh *et al*., 2010).

محققین در بررسی تأثیر انواع مالچ بر خصوصیات عملکردی ذرت و ویژگی‌های علف‌های هرز این مزارع گزارش کردند که بیشترین عملکرد علوفه از تیمار مالچ کلش به‌دست آمد که با تیمارهای مالچ پلاستیک سیاه و شفاف در یک گروه آماری طبقه‌بندی شدند (Hamzehei *et al*., 2017) که با یافته‌های آزمایش ما مطابقت دارد. پژوهشگران در بررسی‌های خود روی گیاهانی مانند گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum*)، نخود فرنگی (*Pisum sativum*)، بادمجان (*Solanum melongena*) و انگور (*Vitis vinifera*) دریافتند که کاربرد مالچ موجب افزایش کمی و کیفی عملکرد، کاهش خسارت و عدم جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز، کاهش اتلاف رطوبتی از خاک، کاهش تعداد و میزان آبیاری در طول فصل رشد، جلوگیری از تشکیل سله در سطح خاک، کاهش تلفات کودها و بهبود فتوسنتز گیاه را ممکن می‌سازد که از این طریق عملکرد محصولات کشاورزی را افزایش می‌دهد (Ghanbari *et al*., 2018).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر ساده مالچ آلی بر صفات اندازه‌گیری شده در سورگوم علوفه‌ای پس از برش‌دهی در سطوح رژیم‌های آبیاری

Table 4- Mean comparison of simple effect of organic mulch on the measured traits in forage sorghum after slicing at the levels of irrigation regimes

رژیم‌های آبیاری Irrigation Regimes	مالچ مواد آلی Organic Materials Mulch	عملکرد علوفه تر Fresh Forage yield ($ton.ha^{-1}$)	سرعت فتوسنتز Photosynthesis rate ($\mu molCO_2.m^{-2}.s^{-1}$)	کاتالاز Catalase ($mg.g^{-1}FW$)	پراکسیداز Peroxidase ($mg.g^{-1}FW$)	وزن خشک علف‌های هرز Weeds dry weight (g)	بهره‌وری اقتصادی آب Economic water productivity ($kg.m^{-3}$)
شاهد 15% FC (Control)	شاهد Control	72.16±2.05^{b}	14.00±1.96^{b}	0.022±0.001^{a}	1.32±0.08^{a}	439.30±25.63^{a}	10.31±0.29^{a}
	مالچ کلش برنج Rice Straw Mulch	82.90±1.67^{a}	27.50±1.55^{a}	0.007±0.001^{e}	0.47±0.04^{bc}	25.87±3.43^{b}	11.84±0.24^{b}
	مالچ پوسته شلتوک برنج Paddy Rice Husk Mulch	81.50±2.02^{a}	26.26±0.48^{a}	0.011±0.001^{d}	0.44±0.03^{c}	23.58±2.04^{b}	11.64±0.28^{b}
	مالچ پیله بادام زمینی Peanut Shell Mulch	81.40±1.53^{a}	25.76±0.86^{a}	0.014±0.000^{cd}	0.46±0.04^{bc}	24.52±1.39^{b}	11.63±0.22^{b}
	مالچ ضایعات چای Tea Waste Mulch	82.16±2.55^{a}	25.30±1.06^{a}	0.022±0.001^{bc}	0.59±0.02^{bc}	24.52±1.39^{b}	11.73±0.36^{b}
	مالچ خاکبرگ Leaf Mold Mulch	80.80±3.17^{a}	25.73±1.99^{a}	0.022±0.001^{b}	0.60±0.04^{b}	24.52±1.39^{b}	11.68±0.32^{b}
	LSD	7.10	4.05	0.003	0.16	34.17	0.93
تنش متوسط 30%^{c} FC (Moderate Stress)	شاهد Control	55.53±3.03^{d}	10.16±1.60^{e}	0.034±0.002^{a}	2.80±0.07^{a}	254.06±18.44^{a}	7.93±0.43^{d}
	مالچ کلش برنج Rice Straw Mulch	77.26±1.47^{a}	27.13±1.30^{a}	0.012±0.001^{e}	0.65±0.02^{bc}	21.89±1.73^{b}	11.04±0.21^{a}
	مالچ پوسته شلتوک برنج Paddy Rice Husk Mulch	70.33±3.52^{ab}	23.50±0.36^{b}	0.021±0.002^{d}	0.62±0.02^{bc}	18.12±1.64^{b}	10.04±0.50^{ab}
	مالچ پیله بادام زمینی Peanut Shell Mulch	67.76±4.28^{bc}	21.50±0.68^{bc}	0.022±0.001^{cd}	0.60±0.07^{c}	16.73±1.27^{b}	9.68±0.61^{bc}
	مالچ ضایعات چای Tea Waste Mulch	61.03±1.69^{cd}	19.50±0.40^{c}	0.027±0.001^{bc}	0.72±0.01^{bc}	27.72±1.43^{b}	8.72±0.24^{cd}
	مالچ خاکبرگ Leaf Mold Mulch	57.70±3.51^{d}	15.20±1.20^{d}	0.030±0.001^{ab}	0.75±0.02^{b}	28.99±2.10^{b}	8.52±0.22^{cd}
	LSD	9.24	3.31	0.005	0.14	22.26	1.18
تنش شدید 45% FC (Severe Stress)	شاهد Control	38.96±3.55^{b}	4.93±1.40^{e}	0.053±0.002^{a}	4.01±0.09^{a}	113.22±7.39^{a}	5.56±0.50^{b}
	مالچ کلش برنج Rice Straw Mulch	63.63±2.58^{a}	23.00±1.41^{a}	0.025±0.002^{d}	1.41±0.08^{c}	12.70±1.36^{d}	9.09±0.37^{a}
	مالچ پوسته شلتوک برنج Paddy Rice Husk Mulch	60.43±2.74^{a}	21.46±0.35^{ab}	0.032±0.003^{c}	1.37±0.05^{c}	16.03±1.14^{cd}	8.63±0.39^{a}
	مالچ پیله بادام زمینی Peanut Shell Mulch	57.03±2.27^{a}	20.00±0.76^{b}	0.032±0.001^{c}	1.31±0.09^{c}	24.13±1.89^{bc}	8.14±0.32^{a}
	مالچ ضایعات چای Tea Waste Mulch	45.76±2.88^{b}	15.60±0.55^{c}	0.041±0.002^{b}	1.84±0.06^{b}	28.19±1.32^{b}	6.53±0.41^{b}
	مالچ خاکبرگ Leaf Mold Mulch	43.96±4.00^{b}	11.16±0.78^{d}	0.042±0.001^{b}	1.84±0.04^{b}	24.54±1.20^{bc}	6.56±0.32^{b}
	LSD	9.80	2.61	0.007	0.20	10.60	1.25

میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون برش داده شده، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال آماری پنج درصد در آزمون LSD با هم ندارند. (میانگین±خطای استاندارد)

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level by the LSD test. (Mean±STDERR)

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به جدول خصوصیات مالچ‌ها (جدول ۱) و آزمایش‌های محققین، مالچ کلش برنج، پوسته شلتوک برنج و پیله بادام‌زمینی با فراهمی عناصر غذایی جهت حصول حداکثر عملکرد و فسفوریلاسیون نوری نظیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم و داشتن ظرفیت تبادل کاتیونی بالا نسبت به سایر مالچ‌ها، مواد غذایی قابل جذب را برای رشد گیاه فراهم کرده (Blaise *et al*., 2005) و از طریق حفظ تعادل رطوبتی گیاه و کاهش مقاومت‌های روزنه‌ای و مزوفیلی موجب بهبود عملکرد علوفه تر و فتوسنتز می‌گردد (Miri *et al*., 2016).

در این بین، مالچ ضایعات چای و خاکبرگ به‌دلیل ناتوانی در تأمین عناصر مطلوب غذایی جهت رشد گیاه و داشتن ظرفیت تبادل کاتیونی پایین (جدول ۱)، از طریق کاهش دما و افزایش رطوبت خاک در زیر منطقه مالچ‌گذاری شده نسبت به تیمار شاهد موجب ایجاد لایه محافظ رطوبتی و تولید سایه توسط لایه مالچ شده و به تناسب آن کاهش فتوسنتز و جلوگیری از رشد علف‌های هرز می‌گردد (Yu-Kui *et al*., 2009).

پروتئین و کربوهیدرات محلول برگ

پروتئین و کربوهیدرات محلول برگ، تحت‌تأثیر رژیم‌های آبیاری و مالچ مواد آلی در احتمال یک درصد معنی‌دار بودند (جدول ۳). بین رژیم‌های مختلف آبیاری بیشترین پروتئین برگ (۴/۹۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در تنش شدید و کم‌ترین آن (۲/۱۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در شاهد دیده شد که ۵۷/۴۳ ٪ نسبت به شاهد افزایش یافت (شکل ۲- الف). از نظر مالچ مواد آلی، بیشترین پروتئین برگ (۳/۹۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در شاهد دیده شد که با مالچ‌های ضایعات چای و خاکبرگ تفاوت معنی‌داری نداشت و کم‌ترین آن (۲/۶۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در تیمار مالچ کلش برنج وجود داشت که با مالچ پوسته شلتوک برنج تفاوت معنی‌داری نداشت و ۳۲/۷۳ ٪ نسبت به شاهد کاهش نشان داد (شکل ۲- ب).

همچنین، بیشترین کربوهیدرات محلول برگ (۵۲/۶۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در شاهد مشاهده شد و کم‌ترین آن (۳۳/۲۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در تنش شدید وجود داشت که ۳۶/۸۵ ٪ نسبت به شاهد کاهش یافت (شکل ۲- ج). از نظر مالچ مواد آلی، بیشترین کربوهیدرات محلول برگ (۴۴/۷۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در مالچ کلش برنج دیده شد که با مالچ پوسته شلتوک برنج و مالچ پیله بادام زمینی تفاوت معنی‌داری نداشت و کم‌ترین آن (۳۹/۵۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در تیمار شاهد وجود داشت که با مالچ خاکبرگ تفاوت معنی‌داری نداشت و ۱۳/۱۹ ٪ نسبت به شاهد افزایش نشان داد (شکل ۲- د).

محققین در بررسی دوره‌های مختلف تنش کم‌آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم گزارش نمودند تنش رطوبتی کربوهیدرات محلول برگ را کاهش و پروتئین را افزایش داده است (Carmi *et al*., 2006). به‌نظر می‌رسد که دلیل اصلی افزایش پروتئین و کاهش کربوهیدرات محلول برگ غلظت بیشتر نیتروژن موجود در خاک خشک بوده و با توجه به همبستگی مثبت غلظت پروتئین با غلظت نیتروژن خاک و همبستگی منفی آن با کربوهیدرات محلول، دلیل کاهش کربوهیدرات محلول را می‌توان در کاهش تجزیه کربوهیدرات‌های نامحلول، توقف رشد، کاهش سرعت انتقال مواد و کاهش سنتز ساکاروز به‌دلیل عدم فعال‌سازی آنزیم ساکاروز فسفات سنتتاز تحت شرایط تنش خشکی (Oliviera-Neto *et al*., 2009)، جستجو کرده و از این رو، افزایش غلظت پروتئین علوفه سورگوم قابل انتظار است (Buxton *et al*., 1996).

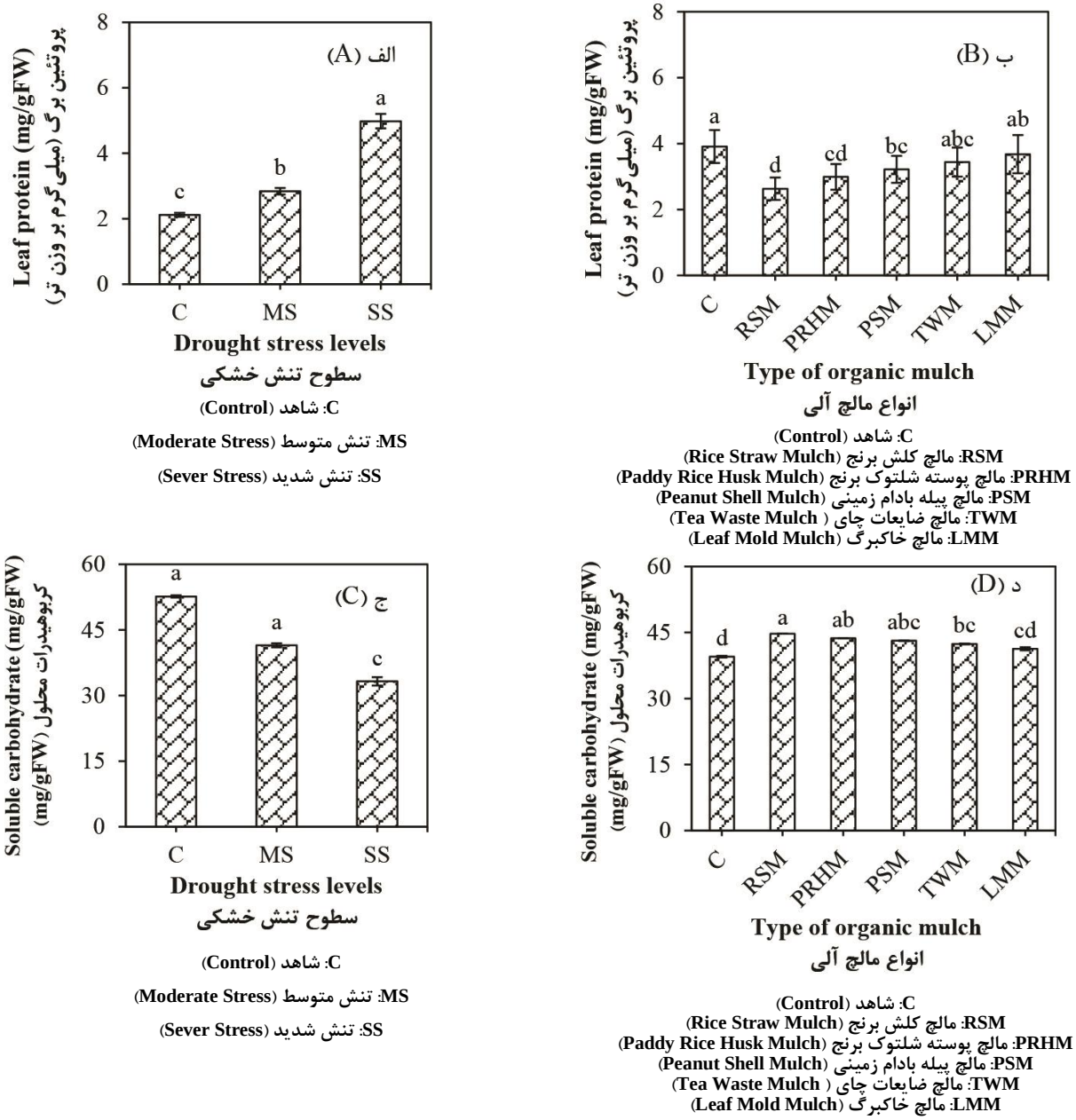
یافته‌های محققین حاکی است که کاربرد مالچ‌های آلی از طریق تقویت قدرت ریشه در بهره‌گیری از عناصر غذایی خاک و بهبود بهره‌وری میکروارگانیسم‌های موجود در خاک باعث بهبود میزان پروتئین در دانه می‌گردد (Kasirajan and Ngouajio, 2012). پژوهشگران، سیستم ریشه‌ای عمیق‌تر و وسیع‌تر ناشی از کاربرد مالچ کلش برنج، پوسته شلتوک برنج و پیله بادام‌زمینی و همچنین افزایش کارآیی مصرف عناصر غذایی توسط گیاه از طریق کاربرد این مالچ‌ها را از جمله مهم‌ترین دلایل فیزیولوژیک کاهش پروتئین و افزایش کربوهیدرات محلول تحت شرایط تنش رطوبتی عنوان کرده‌اند (Ghobadi *et al*., 2015).

فراهمی عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم (جدول ۱) در شرایط تنش رطوبتی از طریق افزایش تولید ماده خشک و انتقال آن به قسمت‌های رویشی در تعدیل و تقلیل اثرات تنش خشکی بر میزان کربوهیدرات محلول مؤثر است (Abid *et al*., 2016). میزان کربوهیدرات‌ها و نیتروژن ذخیره شده در طول دوره رشد در تشکیل دانه مؤثر بوده و کمبود نیتروژن ناشی از کمبود آب، میزان پروتئین دانه را از طریق کاهش مواد پرورده کم می‌کند (Muthukumar *et al*., 2005). تحقیقات حاکی از آن است که تجمع یون فسفر و پتاسیم در گیاهان قبل از وقوع تنش‌هایی نظیر کمبود آب، تنش سرما و تنش شوری بیمه‌ای برای بقاء گیاه و جبران افت شاخص‌های

www.SID.ir

Archive of SID

فیزیولوژیک ناشی از تنش به‌شمار می‌آید (Serraj and Sinclair, 2002). این در حالی است که کاربرد مالچ ضایعات چای و خاکبرگ از طریق بهبود فعالیت آنتی اکسیدانی و همچنین تقویت فعالیت آنزیم نیترات ریداکتاز در دنیتریفیکاسیون سیکل سنتز اسیدهای آمینه موجب روند افزایشی در پروتئین دانه می‌گردد (Megyes *et al.*, 2005). استفاده از ضایعات چای و خاکبرگ با کاهش قدرت ریشه‌ها در جذب عناصر غذایی خاک و همچنین با کاهش فعالیت میکروارگانیسم‌های خاکزی به‌طور غیرمستقیم نیز بر میزان کربوهیدرات دانه اثر می‌گذارد (Ghanbari *et al.*, 2018).



C: شاهد (Control)
MS: تنش متوسط (Moderate Stress)
SS: تنش شدید (Sever Stress)
RSM: مالچ کلش برنج (Rice Straw Mulch)
PRHM: مالچ پوسته شلتوک برنج (Paddy Rice Husk Mulch)
PSM: مالچ پیله بادام زمینی (Peanut Shell Mulch)
TWM: مالچ ضایعات چای (Tea Waste Mulch)
LMM: مالچ خاکبرگ (Leaf Mold Mulch)

شکل ۲- پروتئین برگ (محور عمودی) در سطوح رژیم آبیاری (محور افقی) (الف)، پروتئین برگ (محور عمودی) در انواع مالچ آلی (محور افقی) (ب)، کربوهیدرات محلول (محور عمودی) در سطوح رژیم آبیاری (محور افقی) (ج) و کربوهیدرات محلول (محور عمودی) در انواع مالچ آلی (محور افقی) (د).

Figure 2- Leaf protein (vertical axis) in irrigation regime levels (horizontal axis) (A), leaf protein (vertical axis) in types of organic mulch (horizontal axis) (B), soluble carbohydrate (vertical axis) in irrigation regime levels (horizontal axis) (C) and soluble carbohydrate (vertical axis) in types of organic mulch (horizontal axis) (D).

www.SID.ir

Archive of SID

فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز

آنالیز داده‌ها حاکی از تحت‌تأثیر قرار گرفتن کلیه اثرات اصلی در سطح احتمال یک درصد و برهمکنش‌های دوگانه، از نظر کاتالاز در سطح احتمال پنج درصد و از نظر پراکسیداز در سطح احتمال یک درصد بود (جدول ۳). نسبت کاهش فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمارهای مالچ آلی شامل مالچ کلش برنج، مالچ پوسته شلتوک برنج، مالچ پیله بادام زمینی، مالچ ضایعات چای و مالچ خاکبرگ نسبت به تیمار شاهد، در شرایط آبیاری مطلوب به‌ترتیب ۶۸/۱۸، ۵۵/۰۰، ۳۶/۳۶، صفر و صفر ٪، در تنش متوسط به‌ترتیب ۶۴/۷۰، ۳۸/۲۳، ۳۵/۲۹، ۲۰/۵۸ و ۱۱/۷۶ ٪ و در شرایط تنش شدید به‌ترتیب ۵۲/۸۳، ۳۹/۶۲، ۳۹/۶۲، ۲۲/۶۴ و ۲۰/۷۵ ٪ بود (جدول ۵).

نسبت کاهش فعالیت آنزیم پراکسیداز در تیمارهای مالچ آلی شامل مالچ کلش برنج، مالچ پوسته شلتوک برنج، مالچ پیله بادام زمینی، مالچ ضایعات چای و مالچ خاکبرگ نسبت به تیمار شاهد، در شرایط آبیاری مطلوب به‌ترتیب ۶۴/۳۹، ۶۶/۶۶، ۶۵/۱۵، ۵۵/۳۰ و ۵۴/۵۴ ٪، در تنش متوسط به‌ترتیب ۷۶/۷۸، ۷۷/۸۵، ۷۸/۵۷، ۷۴/۲۸ و ۷۳/۲۱ ٪ و در شرایط تنش شدید به‌ترتیب ۶۴/۸۳، ۶۵/۸۳، ۶۷/۳۳، ۵۴/۱۱ و ۵۴/۱۱ ٪ بود (جدول ۵).

افزایش در فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز و مقادیر پرولین در اثر کاهش آب آبیاری در پژوهش‌های متعددی در یونجه، برنج، ذرت و سیب‌زمینی گزارش شده است (Sadeghi and Khani., 2012; Mohammadkhani and Heidari, 2008). پژوهشگران حفاظت آنزیمی، محافظت از حامل‌ها، آنتی پورترها و آنزیم‌های مؤثر در ترابری یون‌ها و همچنین کاهش پتانسیل اسمزی به‌وسیله تجمع اسمولیت‌ها و حفظ آماس سلول جهت تثبیت فرآیندهایی نظیر فتوسنتز، فعالیت‌های آنزیمی و تکثیر سلولی با افزایش تدریجی تنش خشکی را از جمله مهم‌ترین دلایل فیزیولوژیک افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی تحت شرایط تنش رطوبتی عنوان کرده‌اند (Piri *et al*., 2016).

یافته‌های محققین حاکی است که کاربرد مالچ از طریق بهبود درجه‌حرارت سطح خاک، تقویت قدرت سیستم جذبی ریشه در انتقال آب و عناصر غذایی به قسمت فوقانی گیاه و بهبود بهره‌وری میکروارگانیسم‌های موجود در خاک باعث بهبود نیاز آبی و غذایی گیاه شده و با ایجاد شرایط مطلوب از فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان در شرایط تنش خشکی می‌کاهد (Kasirajan and Ngouajio, 2012). حضور مالچ مواد آلی در قسمت فوقانی خاک مشابه یک عامل بازدارنده فیزیکی عمل کرده و موجب جلوگیری از اتلاف رطوبتی، بهبود رسانایی گرمایی آب نسبت به خاک و کاهش دمای خاک شده موجب بهبود شرایط رشدی گیاه و کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی می‌گردد (Kwabiah, 2004). محققین در بررسی تأثیر مالچ بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت شیرین (*Zea Mays* L. var. saccharata) دریافتند که اثر مالچ بر فعالیت آنتی اکسیدانی در دو سال معنی‌دار بوده و بهبود شرایط رشدی در تیمار کاربرد مالچ با افزایش دمای خاک موجب تسریع توسعه گیاه زراعی و کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی گردید (Kara and Atar, 2013).

گیاهان برای مقابله با تنش اکسیداتیو ناشی از تنش خشکی دارای سیستم دفاعی با کارآیی بالا هستند که از آن جمله می‌توان به واکنش‌های آنزیمی شامل کاتالاز، پراکسیداز و سوپر اکسید دیسموتاز و واکنش‌های غیر آنزیمی شامل آلفا توکوفرول و کاروتنوئیدها اشاره کرد (Blokhina *et al*., 2003). نیازمندی بالای گیاهان به پتاسیم تحت تنش‌های غیر زنده مختلف می‌تواند به نقش بازدارندگی پتاسیم در مقابل تولید فرم‌های اکسیژن فعال طی فتوسنتز و اکسید شدن NADPH وابسته باشد (Cakmak, 2005). فراهمی عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم گیاه از طریق کاربرد مالچ کلش برنج، پوسته شلتوک برنج و پیله بادام‌زمینی (جدول ۱)، میزان فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز را تحت‌تأثیر قرار داده و با سیستم ریشه‌ای عمیق‌تر و وسیع‌تر در گیاه ناشی از تأمین عناصر غذایی توسط مالچ مواد آلی و همچنین افزایش کارآیی مصرف عناصر غذایی توسط گیاه، تنش ناشی از خشکی و رقابت علف‌های هرز موجود در مزرعه را کاهش می‌دهد (Yu-Kui *et al*., 2009). این در حالی است که مالچ ضایعات چای و خاکبرگ (جدول ۱) نتوانسته‌اند از طریق کاهش تنش رقابتی بین علف‌های هرز و گیاه زراعی از طریق افزایش فراهمی عناصر غذایی موجب بهبود شرایط جذب مواد غذایی توسط ریشه شده و در نتیجه فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز جهت القاء مقاومت به تنش در گیاه افزایش یافته است. به‌عبارت دیگر، این امر را می‌توان به ناتوانی این مالچ‌ها در بهبود شرایط پیرامون ریشه جهت جذب آب و عناصر غذایی و

www.SID.ir

Archive of SID

افزایش فعالیت آنزیم‌های اوره آز، فسفاتاز و دهیدروژناز جهت دردسترس قرار دادن عناصر غذایی نسبت داد (Ghanbari *et al.*, 2018).

فراوانی و وزن خشک علف‌های هرز و بهره‌وری اقتصادی آب

علف‌های هرز غالب این آزمایش سوروف، تلخ بیان، یولاف وحشی، خاکشیر، پیچک صحرایی و خرفه بودند. اسامی این گیاهان و برخی ویژگی‌های بیولوژیک و فیزیولوژیک آن‌ها در جدول ۵ آمده است. تقسیم‌بندی گونه‌ها بر اساس تک‌لپه و دولپه بودن نشان داد که تعداد گونه‌های دولپه بیشتر از گونه‌های تک‌لپه بود. مقایسه‌ی گونه‌ها از نظر مسیر فتوسنتزی نیز نشان داد که تمامی گونه‌های غالب دارای مسیر فتوسنتزی سه کربنه بودند. تقسیم‌بندی گونه‌ها بر اساس چرخه زندگی، به ترتیب غالبیت چندساله‌ها و یک‌ساله‌ها را نشان داد. برهمکنش رقابتی بین سورگوم علوفه‌ای و علف‌های هرز غالب مزرعه یکی از مکانیسم‌های مهم کنترل‌کننده استقرار و رشد در رقابت و اندازه جمعیت آن‌ها است. ایجاد جمعیت بزرگ گیاهی (علف هرز و گیاه زراعی) باعث شروع رقابت برای فضا، قابلیت دسترسی به نور، آب و عناصر غذایی می‌گردد (Patterson, 1995). جذب هر کدام از این منابع توسط علف هرز باعث تغییر قابلیت دسترسی به آن منبع برای گیاه زراعی شده و به عبارتی نوعی تنش برای گیاه زراعی فراهم می‌آورد. بر حسب نوع منابعی که علف هرز برای آن رقابت کرده و آن را تسخیر می‌کند، تنش ایجاد شده برای گیاه زراعی می‌تواند مشابه تنش‌های شبیه تنش رطوبتی (خشکی)، جذب عناصر غذایی توسط علف هرز باعث ایجاد تنش کمبود این عناصر و نیز تسخیر فضا توسط علف‌های هرز به سبب جلوگیری از نفوذ نور به داخل کانوپی گیاه زراعی شبیه تنش کمبود نور برای گیاه زراعی عمل می‌کند (Horvath *et al.*, 2018).

جدول ۵- نام علمی و برخی ویژگی‌های بیولوژیک و فیزیولوژیک گونه‌های غالب علف هرز شناسایی شده در مزرعه

Table 5- Scientific name and some biological and physiological characteristics of dominant weed species identified in the field

نام فارسی و نام علمی	بایرکد	چرخه‌زندگی	گروه	مسیر فتوسنتزی	خانواده
سوروف *Echinochloa crus-galli*	*ECHCR*	یکساله	دولپه	C_3	Poaceae
تلخ بیان *Sophora alopecuriodes* L.	*SOBSR*	چندساله	دولپه	C_3	Fabaceae
یولاف‌وحشی *Avena ludoviciana* durieu.	*AVEST*	یکساله	تک‌لپه	C_3	Poaceae
خاکشیر *Descurainia sophia* L.	*DESSO*	یکساله	دولپه	C_3	Brassicaceae
پیچک صحرایی *Convolvulus arvensis* L.	*CONAR*	چندساله	دولپه	C_3	Convolvulaceae
خرفه *Portulaca oleracea*	*POROL*	یکساله	دولپه	C_3	Oleracea

وزن خشک علف‌های هرز و بهره‌وری اقتصادی آب تحت‌تأثیر کلیه اثرات اصلی در سطح احتمال یک درصد و برهمکنش‌های دوگانه، از نظر وزن خشک علف‌های هرز در سطح احتمال یک درصد و از نظر بهره‌وری اقتصادی آب در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). در شرایط آبیاری مطلوب، بین سطوح مختلف مالچ تفاوت معنی‌داری از نظر وزن خشک علف‌های هرز و بهره‌وری اقتصادی آب دیده نشد (جدول ۵). در تنش متوسط، بین سطوح مختلف مالچ تفاوت معنی‌داری از نظر وزن خشک علف‌های هرز دیده نشد و از نظر بهره‌وری اقتصادی آب بیشترین میزان آن (۱۱/۰۴ کیلوگرم بر متر مکعب) در مالچ کلش برنج دیده شد که با مالچ‌های پوسته شلتوک برنج و پیله بادام زمینی تفاوت معنی‌داری نداشت و کم‌ترین آن (۷/۹۳ کیلوگرم بر متر مکعب) در شاهد دیده شد که با مالچ‌های ضایعات چای و خاکبرگ تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵). در تنش شدید، از نظر وزن خشک علف‌های هرز، کم‌ترین آن (۱۲/۷۰ گرم) در مالچ کلش برنج دیده شد که با مالچ پوسته شلتوک برنج تفاوت معنی‌داری نداشت و بین سایر سطوح مالچ تفاوت معنی‌داری دیده نشد، در حالی که از نظر بهره‌وری

www.SID.ir

Archive of SID

اقتصادی آب مالچ‌های کلش برنج، پوسته شلتوک برنج و پیله بادام زمینی مقادیر بالاتری از این نظر را نسبت به مالچ‌های ضایعات چای و خاکبرگ از خود نشان دادند (جدول ۵).

تنش خشکی در مراحل رشد رویشی و زایشی از طریق کاهش سطح برگ، عدم فراهمی آب و عناصر غذایی، تخریب ساختار کلروفیل و واکنش‌های فتوسنتزی گیاه موجب کاهش وزن خشک علف‌های هرز گردید (Vasilakoglou *et al*., 2011). پژوهشگران در بررسی اثر مالچ‌های گیاهی بر کارآیی مصرف آب[1]، عملکرد و میزان نمک‌های موجود در خاک در دو سیستم آبیاری دریافتند کاربرد مالچ مواد آلی در سطح خاک میزان آب مصرفی را کاهش داده، اما مقادیر عملکرد به‌دست آمده در تیمارهای مختلف، تفاوت چندانی نداشت. از این رو، می‌توان نتیجه گرفت که اعمال مالچ مواد آلی در سطح خاک می‌تواند علاوه بر کاهش آب مصرفی، با صرفه‌جویی در هزینه‌های سیستم آبیاری و کاهش در وزن خشک علف‌های هرز، بهره اقتصادی بیشتری عاید کند (Liaghat *et al*., 1999; Aladesanwa and Adigun, 2008). محققین در بررسی تأثیر انواع مالچ بر خصوصیات فیزیولوژیکی ذرت دانه‌ای (*Zea mays* var. Saccharata) و وزن خشک علف‌های هرز گزارش کردند که با توجه به خطرات زیست‌محیطی کاربرد مالچ‌های پلاستیک در حوزه زراعت، مالچ کلش به‌عنوان بهترین تیمار بوده که ضمن افزایش عملکرد ذرت، کنترل مؤثر علف‌های هرز را در پی داشت (Hamzehei *et al*., 2017). محققین دریافتند که مالچ مواد آلی ضمن جلوگیری از ورود نور به سطح خاک و کاهش درجه‌حرارت خاک احتمالاً دارای خواص دگرآسیبی بوده و با استفاده از این مکانیسم‌ها از جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز جلوگیری می‌نمایند (Machado, 2007).

باید توجه داشت که که مالچ کلش برنج، پوسته شلتوک برنج و پیله بادام‌زمینی، نفوذ آب باران به درون خاک را به‌طور چشم‌گیری تقویت نموده، و از طریق فراهمی عناصر غذایی پر مصرف گیاه نظیر نیتروژن، فسفر و پتاسیم و داشتن ظرفیت تبادل کاتیونی بیشتر نسبت به مالچ‌های ضایعات چای و خاکبرگ (جدول ۱) به‌طور غیر مستقیم در افزایش ماده آلی گیاه و به‌طور مستقیم در افزایش بهره‌وری آب مؤثر است (Monzon *et al*., 2006). صورت کسر بهره‌وری اقتصادی آب بیشتر تحت‌تأثیر شرایط مزرعه و نحوه کشت و کار و مخرج آن غالباً تابع شرایط آب و هوایی و میزان آب خاک می‌باشد (Boyer, 1996). مالچ مواد آلی با فراهمی متداوم آب برای گیاه، تولید شرایط بهینه برای جذب بهتر دی اکسید کربن هوا، کاهش درجه‌حرارت خاک، تقویت مسیر سوخت و ساز در گیاهان، تنظیم حرکات روزنه‌ها، اندازه، ساختمان و فیلوتاکسی برگ‌ها، ویژگی‌های خاک جهت جذب حداکثری دی اکسید کربن بر بهره‌وری آب اثرگذار است (Ghanbari *et al*., 2018). کاربرد مالچ کلش برنج، پوسته شلتوک برنج و پیله بادام‌زمینی، با کاهش مصرف آب گیاه را از مسیرهای غیر تعرقی موجب افزایش شاخص سطح برگ و در نتیجه تقویت جذب سطحی انرژی نورانی خورشید شده وو شاخص سطح برگ بالا با سایه‌اندازی موجب کاهش میزان تبخیر از سطح خاک شده که از این طریق بهره‌وری اقتصادی آب را افزایش می‌دهد (Tisdal *et al*., 2003).

محققین علت کاهش بهره‌وری اقتصادی آب در گیاه ناشی از کمبود آب حاصل از تنش را به مؤلفه‌های روزنه‌ای و کاهش کربوکسیلاسیون نوری طی دوره کمبود آب و مؤلفه‌های غیر روزنه‌ای از جمله اختلال در واکنش‌های شیمیایی فسفوریلاسیون نوری مرتبط دانسته‌اند (Piri *et al*., 2016). در این بین، مشکل اصلی که علف‌های هرز ایجاد می‌کنند رقابت آن‌ها با گیاهان زراعی برای عناصر غذایی، نور و آب است. هر چه نیازهای علف هرز به نیازهای گیاه زراعی شبیه‌تر باشد، رقابت شدیدتری بین آن‌ها وجود خواهد داشت. اگر علف‌های هرز در بهره‌برداری از آب یا عناصر غذایی کارآمدتر باشند یا اگر آن‌ها رشد سریع‌تری داشته باشند و بتوانند بر گیاهان زراعی سایه‌اندازی کنند و در رقابت برای نور بهتر از گیاهان زراعی عمل کنند می‌توانند باعث کاهش جدی و شدید عملکرد و بهره‌وری آب شوند (Horvath *et al*., 2018). چنانچه جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم به دلیل کاهش فراهمی عنصر و یا کاهش محتوای این عناصر ناشی از کاربرد مالچ ضایعات چای و خاکبرگ کم شود (جدول ۱)، محتوی عناصر ضروری رشد در گیاه کاهش می‌یابد و گیاه از طریق کاهش آسیمیلاسیون به این عدم تعادل واکنش نشان می‌دهد و این امر موجب کاهش میزان رشد و تجمع مادهٔ خشک و کاهش بهره‌وری آب می‌شود. بنابراین احتمال اختلال در

1. WUE

www.SID.ir

Archive of SID

کارآیی مصرف آب بر اثر کمبود عناصر غذایی وجود دارد و در بسیاری از تجربه‌های آزمایشگاهی گیاهانی که مقدار محدودی از عناصر غذایی فراهم شد، این احتمال ثابت شده است (Zeidan *et al*., 2006).

نتیجه‌گیری نهایی

استفاده از مالچ مواد آلی به‌ویژه کلش برنج، پوسته شلتوک برنج و پیله بادام زمینی موجب کاهش اثرات تنش خشکی، افزایش فتوسنتز و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی از طریق فراهمی عناصر غذایی پر مصرف و بهبود فعالیت‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی در سورگوم علوفه‌ای شده و از طریق افزایش بهره‌وری آب و کنترل علف‌های هرز در بهبود شرایط رشد و افزایش عملکرد علوفه سورگوم مؤثر است. از این رو، استفاده از مالچ مواد آلی جهت جبران اثرات مخرب تنش خشکی در کشت سورگوم علوفه‌ای توصیه می‌گردد.

References

Abid, M., Tian, Z., Ata-Ul-Karim, S.T., Liu, Y., Cui, Y., Zahoor, R., Jiang, D. and Dai, T. 2016. Improved tolerance to post-anthesis drought stress by pre-drought priming at vegetative stages in drought tolerant and -sensitive wheat cultivars. *Plant Physiology and Biochemistry*, 106: 218-227.

AJMIRI (Agricultural Jihad Ministry of Islamic Republic of Iran). 2020. Programs and Achievements. Achievements of the agricultural sector in the twelfth government. (Available at http://www.pr.maj.ir/portal/Home/). (In Persian).

Aladesanwa, R.D. and Adigun, A.W. 2008. Evaluation of sweet potato (*Ipomoea batatas*) live mulch at different spacing's for weed suppression and yield response of maize (*Zea mays* L.) in southwestern Nigeria. *Crop Protection*, 27: 968-975.

Alemi, M.H. and Malek, E. 1986. Water consumption of plants and water needed for irrigation. *Shiraz University Publishing Center*, 309 pp. (In Persian).

Andrade, F.H., Echarte, L., Rizzalli, R., Della Maggiora, A. and Casanovas, M. 2002. Kernel number predication in maize under nitrogen or water stress. *Crop Science*, 42: 1173-1179.

Awopegba, M., Oladel, S. and Awodun, M. 2017. Effect of mulch types on nutrient composition, maize (*Zea mays* L.) yield and soil properties of a tropical Alfisol in Southwestern Nigeria. *Eurasian Journal of Soil Science*, 6(2): 121-133.

Bassi, D., Menossi, M. and Mattiello, L. 2018. Nitrogen supply influences photosynthesis establishment along the sugarcane leaf. *Scientific Reports*, 8: 2327.

Bilalis, D., Sidiras, N., Economou, A. and Vakali, C. 2003. Effect of different levels of wheat straw soil surface coverage on weed flora in *Vicia faba* crops. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 189: 233-241.

Blaise, D., Bonde, A.N. and Chaudhary, R.S. 2005. Nutrient uptake and balance of cotton plus pigeonpea strip intercropping on rainfed vertisols of central India. *Nutr Cycling in Agroecosyst*, 73: 135-145.

Blokhina, O., Virolainen, E. and Fagestedt, K.V. 2003. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: A review. *Annual Botany*, 91: 179-194.

Boyer, J.S. 1996. Advances in drought tolerance in plants. *Advance Agronomy*, 56: 187-217.

Bradford, M. 1976. A rapid sensitive method for the quantitation of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Annual Review Biochemestry*, 72: 248-254.

www.SID.ir

Archive of SID

Buxton, D.R., Mertens, V. and Fisher, D.S. 1996. Forage Quality and Ruminant Utilization. Pp. 229- 266. In: Moser, L.E., Buxton, D.R. and Casler, M.D. (Ed.) Cool-Season Forage Grasses. *American Society of Agronomy Monograph*, Series 34. Madison, Wisconsin.

Cakmak, I. 2005. K alleviates detrimental effects of abiotic stresses in Plants. *Journal of Plant Nutrition*, 68: 521-530.

Cakmak, I. and Horst, W. 1991. Effect of aluminium on lipid preoxidation superoxide dismutase, catalase and preoxidas activities in root tip of soybean (*Glysin max* L.). *Plant Physiology*, 83: 463-468.

Carmi, A., Aharoni, Y., Edelstein, M., Umiel, N., Hagiladi, A., Yosef, E., Nikbachat, M., Zenou, A. and Miron, J. 2006. Effects of irrigation and plant density on yield, composition and in vitro digestibility of a new forage sorghum variety, Tal, at two maturity stages. *Animal Feed Science and Technology*, 131: 120-132.

Earl, H.J. and Davis, R.F. 2003. Effect of drought stress on leaf and canopy whole radiation use efficiency and yield of maize. *Agronomy Journal*, 95: 688-696.

Fakhari, M.A., Lotfalian, M., Hosseini, S.A. and Khaledi Darvishan, A. 2018. Effect of rice straw and wood chips on Soil erosion and seedling growth on the fill slope of forest roads. Quarterly *Journal of Environmental Erosion Research*, 8(2): 104-117-8. (In Persian).

FAO STAT. 2018. FAO statistical database (available at www.fao.org).

Ghanati, F., Morita, A. and Yokota, H. 2002. Induction of suberin and increase of lignin content by excess Boron in Tobacco cell. *Soil Science and Plant Nutrition*, 48(3): 357-364.

Ghanbari, M., Modares-Sanavy, S.A.M. and Mokhtassi-Bidgoli, A. 2018. Mulch. *Research & Innovation Center, ETKA Organization Press*, 158 pp. (In Persian).

Ghanbari, M., Pour Rahmat Balalami, H., Asghari, J., Masour Ghanaei Pashaki, K. and Alami, A. 2013. The effect of combined mulching of tea wastes and weeding on weeds and harvesting index of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces of Guilan province. *The 2nd National Conference on Modern Issues in Agriculture*, 19 December, Islamic Azad University-Saveh Branch. (In Persian).

Ghanbari, M., Pour Rahmat Balalami, H., Asghari, J., Pour Eisa-Chafejiri, M. and Alami, A. 2014a. The effect of different amounts of tea waste mulching and hand weeding on yield and yield components of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces of Guilan province. *The first congress of agriculture and sustainable natural resources*, 30 January, Educational Institute of Mehr Arvand, Tehran. (In Persian).

Ghanbari, M., Pour Rahmat Balalami, H., Asghari, J., Pour Eisa-Chafejiri, M. and Alami, A. 2014b. The effect of different amounts of tea waste mulching and hand weeding on some morphological characteristics and protein and starch percent of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces of Guilan province. *The first congress of agriculture and sustainable natural resources*, 30 January, Educational Institute of Mehr Arvand, Tehran. (In Persian).

Ghanbarizadeh, J., Naderi, D. and Golparvar, A.R. 2018. The effects of tuff combination with conventional organic media on some vegetative and flowering characteristics of potted Alstroemeria. *Journal of Horticultural Science*, 32(2): 345-357. (In Persian).

Ghobadi, R., Shirkhani, A. and Jalilian, A. 2015. Effects of Water stress and nitrogen fertilizer on yield, its components, water and nitrogen use efficiency of corn (*Zea mays* L.) cv. SC. 704. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 104: 79-87. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

Goel, L., Shankar, V. and Sharma, R.K. 2019. Investigations on effectiveness of wheat and rice straw mulches on moisture retention in potato crop (*Solanum tuberosum* L.). *International Journal of Recycling Organic Waste in Agriculture*, 8: 345-356.

Golzardi, F., Rahjoo, V., Beheshti, S.A., Basafa, M., Torabi, M., Mokhtarzadeh, A., Feizbakhsh, M.T., Saberi, A., Azari-Nasrababd, A. and Mobaser, S. 2020. "Behesht" new cultivar of forage sorghum, suitable for cultivation in warm temperate zones of the Iran. *Tat Reflection: Knowledge-Based Agriculture*, 3(8): 12-13. (In Persian).

Hamzehei, J., Abbasi, H. and Vaziri Amjad, Z. 2017. The effect of different mulches on yield, yield components of maize and weed dry weights. *Journal of Agriculture Improvement*, 19(1): 105-117. (In Persian).

Heydari, M. and Asgharipour, M.R. 2012. Effect of different levels of potassium sulfate on yield and yield components of grain sorghum (*Sorghum bicolor* L.) under drought stress. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 10(2): 374-381. (In Persian).

Horvath, D.P., Bruggeman, S., Moriles-Miller, J., Anderson, J.V., Dogramaci, M., Scheffler, B.E., Hernandez, A.G., Foley, M.E. and Clay, S. 2018. Weed presence altered biotic stress and light signaling in maize even when weeds were removed early in the critical weed-free period. *American Society of Plant Biologists*, 2(4): 1-15.

Javaheri, S., Zarei, H., Movahedi Naeini, S.A. and Roushani, G. 2013. Comparison of the effect of seven types of culture medium on the quality characteristics of spring grass at three levels of compaction. *Journal of Crop Improvement*, 15(3): 65-76. (In Persian).

Kaewpradit, W., Toomsan, B., Cadisch, G., Vityakon, P. and Limpinuntana, V. 2009. Mixing groundnut residues and rice straw to improve rice yield and N use efficiency. *Field Crops Research*, 110: 130-138.

Kar, G. and Kumar, A. 2007. Effects of irrigation and straw mulch on water use and tuber yield of potato in eastern India. *Water Management*, 94: 109-116.

Kara, B. and Atar, B. 2013. Effects of mulch practices on fresh ear yield and yield components of sweet corn. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37: 281-287.

Kasirajan, S. and Ngouajio, M. 2012. Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 32(2): 501-529.

Kirigwi, F.M., Van Ginkel, M., Trethowan, R., Seaes, R.G., Rajaram, S. and Paulsen, G.M. 2004. Evaluation of selection strategies for wheat adaptation across water regimes. Euphytica, 135: 361-371.

Kwabiah, A.B. 2004. Growth and yield of sweet corn cultivars in response to planting date and plastic mulch in a short-season environment. *Scientia Horticulture*, 102: 147-166.

Liaghat, A., Mashhorynejad, P.B. and Pazira, A. 1999. Salinity control and crop applied water with use of sub-irrigation and crop canopy on soil surface. *Proceeding of seventh national seminar on irrigation and evapotranspiration*. University of Shahid Bahonar, Kerman Iran. pp. 100-108. (In Persian).

Machado, S. 2007. Allelopathic potential of various plant species on downy brooms. *Agronomy Journal*, 99: 127-132.

MAFF (Ministry of Agriculture, Fishier and Food). 1982. The Analysis of Agricultural Materials, 2nd ed. MAFF, London, UK.

www.SID.ir

Archive of SID

Marinari, S., Masciandaro, G., Ceccanti, B. and Grego, S. 2000. Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties. *Bioresource Technology*, 72: 9-17.

McLaughlin, J. and Yurgalevitch, C. 2016. Mulching practices for South Florida. *University of Florida, Institute of Food and Agricultural Science*.

Mcwilliams, D. 2002. Drought strategies for corn and grain sorghum. Cooperative Extension Service. Circular 580. *College of Agriculture and Home Economics, New Mexico State University*, 4: 35-45.

Megyes, A., Nagy, J., Rátonyi, T. and Huzsvai, L. 2005. Irrigation of maize (*zea mays* L.) in relation to fertilization in a long-term field experiment. *Acta Agronomica Hungarica*, 35(1): 41-46.

Miri, H.R., Shokati, M.M. and Armin, M. 2016. Corn yield and yield components response to partial root zone drying and potassium application. *Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, 110: 46-53. (In Persian).

Mohammadi Torkashvand, A., Alidoost, M. and Mahboub Khomami, A. 2014. Effects of peanut cocoon compost as a culture medium on ornamental plant growth of Madagascar dragontree (*Dracaena marginata* L.). *Journal of Horticultural Science*, 28(1): 34-42. (In Persian).

Mohammadkhani, N. and Heidari, R. 2008. Effects of drought stress on soluble proteins in two maize varieties. *Turkish Journal of Biology*, 32: 23-30.

Mokhtassi-Bidgoli, A., Aghaalikhani, M., Nasiri-Mahallati, M., Zand, E., Gonzalez-Andujar, J.L. and Azari, A. 2013. Agronomic performance, seed quality and nitrogen uptake of *Descurainia Sophia* in response to different nitrogen rates and water times. *Industrial Crops and Products*, 44: 583-592.

Monzon, J.P., Sadras, V.O. and Andrade, F.H. 2006. Fallow soil evaporation and water storage as affected by stubble in sub-humid (Argentina) and semi-arid (Australia) Environments. *Filed Crops Research*, 98(2-3): 83-90.

Muthukumar, V.B., Velayudham, K. and Thavaprakaash, N. 2005. Growth and yield of baby corn (*Zea mays* L.) as influenced by plant growth regulators and different time of nitrogen application. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 1: 303-307.

Oliviera-Neto, C.F., Silva-Lobato, A.K., Goncalves-Vidigal, M.C., Costa, R.C.L., Santos Filho, B.G., Alves, G.A.R. and Silva-Maia, W.J.M. 2009. Carbon compounds and chlorophyll contents in sorghum submitted to water deficit during three growth stages. *Science and Technology*, 7: 588-593.

Patterson, D.T. 1995. Effects of environmental stress on weed/crop interactions. *Weed Science*, 43(3): 483-490.

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

Piri, H., Ansari, H. and Parsa, M. 2016. Quantitative and qualitative performance of forage sorghum at different salinity and irrigation water levels in subsurface diameter irrigation system. *Journal of Water Research in Agriculture*, 30(4): 467-482. (In Persian).

Rabbani, J. and Emam, Y. 2012. Yield response of Maize hybrids to drought stress at different growth stages. *Journal of Crop Production and Processing*, 1(2): 65-78. (In Persian).

Raei, Y., Jorat, M., Moghaddam, H., Chaichi, M.R. and Weisany, W. 2014. Effect of density on connotative and collective yield of forage sorghum under water limitation. *Journal of Agricultural science and sustainable production*, 23(4.1): 51-65. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

Rafiee Manesh, S., Ayenehband, A. and Nabati Ahmadi, D. 2010. The effect of different levels of irrigation and withholding irrigation on grain yield and yield components of Corn hybrid S.C.704 under Ahvaz condition. *Crop Physiology Journal*, 2(7): 93-105. (In Persian).

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).

Sadeghi, H. and Khani, K. 2012. Effects of different drought and salinity stress levels on some morphological characteristics and proline content of annual burr medics (*M. polymorpha* L.). *Iranian Journal of Dryland Agricultural Sciences*, 1(2): 1-13. (In Persian).

Sah, R.P., Chakraborty, M., Prasad, K., Pandit, M., Tudu, V.K., Chakravarty, M.K., Narayan, S.C., Rana, M. and Moharana, D. 2020. Impact of water deficit stress in maize: Phenology and yield components. *Scientific Reports*, 10: 2944.

Sajedi, N., Ardakani, M.R., Naderi, A., Madani, H. and Mashhadi-Akbar Boojar, M. 2009. Effects of water deficit stress and nutrients application on yield, yield component and water use efficiency in maize (*Zea mays* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 7(2): 493-503. (In Persian).

SAS. 2015. SAS Version 9.4. SAS Institute Inc, Cary, NC.

Serraj, R. and Sinclair, T.R. 2002. Osmolyte accumulation: can it really help increase crop yield under drought conditions? *Plant cell Environmental*, 25: 333-341.

Soltani, A. and Faraji, A. 2007. Soil water and plant relationship. *University Jihad of Mashhad Press*, 246 pp. (In Persian).

SPCRI (Seed and Plant Certification and Registration Institute). 2020. *Sorghum bicolor* L. (available at http://www.spcri.ir/). (In Persian).

Tisdale, S.L., Nelson, W.L., Beaton, J.D. and Havlin, J.L. 2003. Soil Fertility and Fertilizers. *5th Edn., Prentice-Hall of India*, New Delhi, India.

Vasilakoglou, I., Dhima, K., Karagiannidis, N. and Gatsis, T. 2011. Sweet Sorghum productivity for bio-fuels under increased soil salinity and reduced irrigation. *Field Crops Research*, 120: 38-46.

Wang, M., Zheng, Q., Shen, Q. and Guo, S. 2013. The critical role of potassium in plant stress response. *International Journal of Molecular Sciences*, 14(4): 7370-7390.

Wu, X.H., Wang, W., Xie, X.L., Yin, C.N. and Hou, H.J. 2018. Effects of rice straw mulching on N_2O emissions and maize productivity in a rain-fed upland. *Environmental Science and Pollution Research*, 25: 6407-6413.

Yu-kui, R., Yun-feng, P., Zheng-rui, W. and Jian-bo, S. 2009. Stem perimeter, height and biomass of maize (*Zea mays* L.) grown under different N fertilization times in Beijing, China. *International Journal of Plant Production*, 3(2): 85- 90.

Zeidan, M.S., Amany, A. and El-Kramany, M.F. 2006. Effect of N-fertilizer and plant density on yield and quality of maize in sandy soil. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 2(4): 156-161.

www.SID.ir

Archive of SID
Journal of Crop Science Research in Arid Regions/ Volume 3, Issue 1, Spring and Summer 2021, P. 77-95

The effect of organic mulch on morpho-physiological and biochemical characteristics of forage sorghum (*Sorghum bocolor* L.) in response to different irrigation regimes

Majid Ghanbari[1], Ali Mokhtassi-Bidgoli[2*], Zeynab Zanganeh[3], Kamran Mansour Ghanaei-Pashaki[4]

[1]Ph.D. Crop Physiology, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
[2]Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
[3]Ph.D. Student of Livestock and poultry physiology, Department of Poultry Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
[4]Ph.D. Candidat, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Guilan University, Rasht, Iran

[*]Corresponding Author: Mokhtassi@modares.ac.ir

Received: 20 January 2021 Accepted: 19 July 2021 **DOI: 10.22034/CSRAR.2021.269538.1082**

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of mulch application from organic matter residues in forest area, rice fields, tea and peanut orchards and irrigation water deficit on different morpho-physiological and biochemical characteristics of forage sorghum in field conditions. This research was carried out as a factorial experiment in a randomized complete block design with three replications in selected research farms in Deilman area of Siahkal city under the supervision of Tarbiat Modares University, Department of Agronomy and Lahijan Agricultural Jihad Extension Experts in 2018. Factorial combinations of three levels of water deficit stress based on irrigation at 15, 30 and 45% less than FC and six levels of organic mulch, including no mulch, rice straw mulch, paddy rice husk mulch, peanut shell mulch, tea waste mulch and leaf mold mulch were used. The results showed that under moderate stress conditions, rice straw mulch and rice paddy husk treatment showed the highest forage yield and plant photosynthesis rate of 39.13 and 26.65%, respectively, compared to the control treatment. Also, under conditions of severe stress, rice straw mulch, rice paddy husk and peanut shell mulch increased the economic efficiency of water and dry weight of weeds by 63.48, 55.21 and 46.40%, respectively, compared to the control. Application of organic matter mulch, especially rice straw, rice paddy husk and peanut shell mulch, prevented a reduction of 6.08, 13.70 and 16.75% of grain yield compared to the control under moderate stress conditions, respectively. In general, organic matter mulch has a high ability to increase grain and forage yield, photosynthetic rate, antioxidant activity and economic efficiency of water, as well as reduce field weeds in stress conditions and make a significant contribution to improving drought resistance in forage sorghum. Finally, the use of organic matter mulch in the cultivation of forage sorghum under seasonal drought stress conditions is recommended.

Keyword: Anti-Oxidant, Sorghum bicolor, Water Deficit, Water Productivity, Weed

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir