نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار/ جلد ۲۶ شماره ۲/ تابستان ۱۳۹۵

عملکرد علوفه‌ای سورگوم تحت شرایط کم‌آبی و محلول‌پاشی اسید سالسیلیک و سولفات روی

رویا کریمی[۱]، هاشم هادی[۲*]، مهدی تاج‌بخش[۳]

تاریخ دریافت: ۹٤/۳/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹٤/۱۲/۲۲

۱-دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه ارومیه
۲-استادیار گروه زراعت، دانشگاه ارومیه
۳-استاد گروه زراعت، دانشگاه ارومیه
*مسئول مکاتبه: hhadi52@gmail.com

چکیده

به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی اسید سالسیلیک و سولفات روی بر عملکرد علوفه و برخی خصوصیات کیفی و فیزیولوژیک سورگوم تحت شرایط کم‌آبی، آزمایشی به‌صورت اسپلت‌پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سال زراعی ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه انجام شد. عامل‌ها شامل تنش کم‌آبی به‌عنوان کرت اصلی در سه سطح شاهد، متوسط و شدید (آبیاری پس از رسیدن رطوبت خاک به ۹۰، ۷۰ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی) و محلول‌پاشی به‌عنوان کرت فرعی در پنج سطح بدون محلول‌پاشی، محلول‌پاشی اسید سالسیلیک در دو سطح نیم و یک میلی‌مولار و سولفات روی در دوسطح ۳۰۰ و ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود که در مرحله ۵ تا ٦ برگی انجام گرفت. بالاترین میزان قابلیت هضم علوفه با تیمار محلول‌پاشی سولفات روی ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر (٦٤/٧٦ درصد) در تمام سطوح حاصل شد. بیشترین میزان پروتئین خام (۱۳/۳۵ درصد) و خاکستر (۸/۳۲ درصد) با محلول‌پاشی سولفات روی ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در آبیاری شاهد و کم‌آبی متوسط به‌دست آمد. عملکرد علوفه خشک درشرایط کم‌آبی شدید نسبت به آبیاری شاهد ۲۱/۱۱ درصد کاهش داشت. محلول‌پاشی سولفات روی ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و اسید سالسیلیک نیم میلی‌مولار با میانگین ۱۵۷۱/۵۳ گرم در متر مربع بالاترین عملکرد علوفه خشک را تولید نمودند. بنابراین این تیمارها به عنوان بهترین تیمارهای تولید عملکرد کمی و کیفی توصیه می‌شوند.

واژه های کلیدی: اسید سالسیلیک، سورگوم، سولفات روی، کم‌آبی، محلول‌پاشی

Archive of SID

www.SID.ir

Forage Yield of Sorghum under Water Deficit and Foliar Application of Zinc Sulphate and Salicylic Acid

Roya karimi[1], Hashem Hadi[2*], Mehdi Tajbakhsh[3]

Received: June 13, 2015 Accepted: March 12, 2016
1- Former MSc Student of Agronomy, University of Urmia, Iran.
2- Assist. Prof. of Agronomy, University of Urmia, Iran.
3-Prof. of Agronomy, University of Urmia, Iran.
* Corresponding Author: hhadi52@gmail.com

Abstract

The effect of foliar application of zinc sulphate and salicylic acid on forage yield and some qualitative and physiological characteristics of *sorghum bicolor* Var. Speedfeed, under water deficit conditions, was studied as split-plot experiment based on randomized complete block design with three replications at University of Urmia Research Farm in 2013. Water deficit stress as main plot consisted of three levels (irrigation at the 90%, 70% and 50% of soil field capacity) and foliar applications as sub plot with five levels including: no foliar application (control), foliar application of salicylic acid (0.5 and 1mM) and zinc sulphate (300 and 3000 $mg.l^{-1}$) Which were applied in the 5 to 6 leaf stage. The highest digestibility (64.76 %) was obtained from the foliar application of zinc sulphate 3000 $mg.l^{-1}$ at all levels of water deficit. Maximum crude protein and ash contents (13.35% and 8.32%) were achieved with foliar application of zinc sulphate 3000 $mg.l^{-1}$ in control and moderate water deficit. Severe water deficit decreased hay yield by 21.11% in comparison with control. Both foliar application of zinc sulphate 3000 mg/l and salicylic acid 0.5 mM with average of 1571.53 $g.m^{-2}$ produced the highest hay yield. Therefore, these treatments that led to significant improvements in the hay yield quality and quantity are recommended as the best treatments of this research for farmers.

Keywords: Foliar Application, Salicylic Acid, Sorghum, Water Deficit, Zinc Sulphate

مقدمه

با توجه به کمبود منابع آب، خشکی به عنوان یک عامل تنش‌زای اصلی غیرزیستی شدیدترین تهدید برای امنیت غذایی جهان است (فاروق و همکاران ۲۰۰۸). سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) به‌عنوان یکی از مهمترین گیاهان علوفه‌ای مقاوم به خشکی، برای تولید علوفه در مناطق نیمه خشک دنیا مناسب است (زربینی و توماس ۲۰۰۳).

تأمین پروتئین مورد نیاز جامعه به سبب نقشی که در رشد و سلامت فکری و جسمی انسان دارد از شاخص‌های بارز رشد و توسعه یک کشور تلقی می‌شود (آقاعلیخانی و همکاران ۱۳۸٦)، در این راستا نقش گیاهان علوفه‌ای در تعلیف دام و در نتیجه تأمین نیاز انسان به فراورده‌های دامی از اهمیت غیرقابل انکاری برخوردار است (مدیرشانه‌چی ۱۳۸۳). ارزش غذایی، تمامی خصوصیات غذایی یک علوفه را در رابطه با تامین نیازهای تغذیه‌ای دام در بر می‌گیرد. عوامل

Archive of SID

www.SID.ir

زیستی و فنی که بر کیفیت علوفه تأثیر می‌گذارند عبارتند از: گونه گیاهی و رقم، مرحله رشدی گیاه و میزان رسیدگی، برداشت و انبار کردن، باروری خاک و عوامل محیطی (راعی و همکاران ۱۳۹۲). هر گیاه علوفه‌ای با کیفیت خوب باید قابلیت هضم بالا، فیبر کم، میزان مطلوب ماده خشک حین برداشت را داشته باشد (حیدر قلی‌نژاد کتاری و همکاران ۱۳۸۲، اسکندری و جوانمرد ۱۳۹۲). تأثیر استفاده از کود شیمیایی در دراز مدت باعث کاهش ظرفیت بازدهی تولید خواهد شد (واثقی و همکاران ۱۳۸۲). در حال حاضر تولید محصولات کشاورزی به روش‌های مدرن، بر پایه مصرف سوخت‌های فسیلی بر پایه منابع تجدیدناپذیر استوار است. از این‌رو جهت دستیابی به پتانسیل عملکرد گیاهان، استفاده از کودهای شیمیایی ضروری است، در نتیجه جهت حصول به عملکرد بالقوه گیاهان، پایداری استفاده از خاک و جلوگیری از آلودگی محیط زیست، مصرف کودهای شیمیایی به صورت محلول‌پاشی ضروری به‌نظر می‌رسد که از طریق بهبود کارایی مصرف، از استفاده و هدرروی بی رویه کودهای شیمیایی جلوگیری می‌شود (احمدی آغ تپه و همکاران ۱۳۹۱). کمبود روی به‌خاطر pH بالا، حضور بی‌کربنات فراوان در آب‌های آبیاری، مصرف فراوان و بیش از حد کودهای فسفاته و در نهایت عدم رواج مصرف کودهای محتوی روی عمومیت دارد (ملکوتی و لطف الهی ۱۳۷۸). روی در بسیاری از سیستم‌های آنزیمی گیاه نقش کاتالیزوری فعال کننده و یا ساختمانی دارد و در گیاه در ساخته شدن و تخریب پروتئین‌ها دخیل است (براون و همکاران ۱۹۵۵). تحقیقات نشان داده، ظهور علایم مشخص کمبود روی مانند توقف رشد و ریز برگی عمدتا" به‌دلیل به‌هم خوردن متابولیسم اکسین و خصوصا ایندول استیک اسید است (مارشنر و همکاران ۱۹۸٦). این مطلب کاملا مشخص شده است که ترکیبات فنولی، تأثیرات خود را روی فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی شامل فتوسنتز، جذب یون‌ها، فعال کردن آنزیم‌ها، تولید حرارت و رشد و نمو گیاهان نشان می‌دهند. یک ترکیب طبیعی نظیر اسید سالسیلیک می‌تواند به‌عنوان یک تنظیم کننده رشد در گیاه عمل کند (آربرگ ۱۹۸۱). لذا هدف از این تحقیق بررسی اثر تنش کم‌آبی و محلول‌پاشی سطوح مختلف اسید سالسیلیک و روی بر برخی خصوصیات کیفی و کمی سورگوم علوفه‌ای بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۹۲ – ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه، واقع در ۱۱ کیلومتری شمال غرب ارومیه، با ارتفاع ۱۳۲۰ متر از سطح دریا، با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳۲ ثانیه، و طول جغرافیایی ٤٥ درجه و ٥ ثانیه اجرا گردید (قاصدی ۱۳۹۲). بر طبق گزارش‌های هواشناسی ارومیه دارای اقلیم معتدل سرد و مرطوب با زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستان‌های گرم و خشک است. آزمایش به‌صورت اسپلت‌پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تنش کم‌آبی به عنوان عامل اصلی در سه سطح: S_1: آبیاری شاهد (آبیاری در ۹۰٪ ظرفیت زراعی)، S_2: کم‌آبی متوسط (آبیاری در ۷۰٪ ظرفیت زراعی)، S_3: کم‌آبی شدید (آبیاری در ۵۰٪ ظرفیت زراعی) و محلول‌پاشی به عنوان عامل فرعی در پنج سطح F_1: بدون محلول‌پاشی، F_2: محلول‌پاشی با اسید سالسیلیک ۰/۵ میلی‌مولار، F_3: محلول‌پاشی با اسید سالسیلیک ۱ میلی‌مولار، F_4: محلول‌پاشی با سولفات روی ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر و F_5: محلول‌پاشی با سولفات روی ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر انجام گرفت. تیمارهای اسید سالسیلیک و سولفات روی به صورت محلول‌پاشی در مرحله ٥ تا ٦ برگی انجام و برای اطمینان از اثربخشی آن به صورت متوالی، دومرتبه با فاصله زمانی ۳ روز صورت گرفت. تهیه زمین شامل گاوآهن برگردان‌دار و دیسک بود. مبارزه با علف‌های هرز نیز قبل از سبز شدن با راندآپ و بعد از سبز شدن

Archive of SID

www.SID.ir

به‌صورت دستی انجام شد. زمین به صورت جوی و پشته آماده شد. اندازه کرت‌های آزمایشی ٤ × ۳ (٦ ردیف کشت به طول ۳ متر)، فاصله ردیف‌ها ٦۰ سانتی-متر و فاصله بوته در روی ردیف ٦ سانتی‌متر در نظر گرفته شد و کاشت به‌صورت هیرم‌کاری، به‌عنوان کشت دوم در ۲۰ تیر انجام شد. در طی فصل رشد یک‌بار از کود اوره (١٦۰ کیلوگرم در هکتار) در مرحله ۳ برگی، به عنوان استارتر استفاده گردید. برای انجام آزمون-های کیفی سه تکرار از هر تیمار به آزمایشگاه سازمان تحقیقات، جنگل‌ها و مراتع کشور منتقل گردید. در تحقیق حاضر جهت تعیین کیفیت علوفه از دستگاه طیف‌سنج مادون قرمز (واجد دقیق‌ترین و سریع‌ترین تکنیک جهت تخمین ترکیبات شیمیایی فرآورده‌های کشاورزی) استفاده گردید. تکنولوژی NIR بر اساس جذب و انعکاس اشعه مادون قرمز در طول موج‌های ۷۰۰ تا ۲۵۰۰ نانومتر استوار است. در این روش پرتو بر جسم تابانیده شده و انرژی منعکس شده از نمونه (R)، بر اساس log 1/R اندازه‌گیری شد. کالیبراسیون دستگاه با استفاده از نرم‌افزار SESAME 2 و بر اساس داده‌های مربوط به گراس‌های علوفه‌ای انجام گرفت (راعی و همکاران ۱۳۹۲). سپس اندازه‌گیری صفات کیفی در آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع بر اساس روش ارائه شده توسط جعفری و همکاران (۲۰۰۳) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. صفات کیفی اندازه‌گیری شده در نمونه‌ها را، درصد فیبر خام، درصد دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز، درصد پروتئین خام، قابلیت هضم علوفه، درصد قندهای محلول در آب، و درصد خاکستر کل شامل می‌شود. شایان ذکر است که برای اندازه‌گیری صفات کیفی، از نمونه‌های خشک ترکیب شده ساقه و برگ به میزان مساوی استفاده گردید. برای اندازه‌گیری دوام سطح برگ، شاخص سطح برگ در طی چهار مرحله از مراحل فنولوژیک سورگوم (۱. مرحله سه برگی، ۲. مرحله شش برگی، ۳. مرحله ساقه‌دهی و ٤. گلدهی) و در هر مرحله با نمونه‌برداری سه بوته از هر کرت اندازه‌گیری ، و در نهایت با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید.

$$LAD= \frac{(LAI2+LAI1)\,(t2-t1)}{2} \qquad [۱]$$

در این رابطه LAI_1 و LAI_2، شاخص سطح برگ به ترتیب در زمان t_1 و t_2 هستند.

برداشت علوفه سورگوم (رقم اسپیدفید)، در یک چین و در اواسط گلدهی پس از حذف دو ردیف کناری و نیم متر از هر انتهای ردیف‌ها به عنوان اثر حاشیه‌ای انجام شد، به‌گونه‌ای که از هر کرت ۱۰ بوته به عنوان نمونه برداشت و پس از جداسازی برگ‌ها از ساقه‌ها به آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد منتقل و پس از خشک شدن، وزن خشک اندازه‌گیری گردید. تجزیه‌های آماری داده‌ها بر اساس مدل آماری طرح‌های مورد استفاده توسط نرم‌افزار SAS انجام شد. مقایسه میانگین‌های هر صفت با LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

اثر متقابل تیمارهای محلول‌پاشی سولفات روی و اسید سالسیلیک در کم آبی برای صفات فیبر خام، دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز، پروتئین خام، قابلیت هضم علوفه و خاکستر معنی‌دار شد، ولی برای قند محلول و عملکرد علوفه غیر معنی‌دار بود، در صورتی-که سطوح اصلی تنش کم‌آبی و تیمار محلول‌پاشی برای قند محلول و عملکرد علوفه معنی‌دار شدند.

فیبر خام

با افزایش شدت تنش کم‌آبی از میزان فیبر خام در اکثر تیمارها به‌طور معنی‌داری کاسته شد، ولی این کاهش در تیمار اسید سالسیلیک نیم و یک میلی‌مولار و سولفات روی ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر بین آبیاری شاهد و کم‌آبی متوسط معنی‌دار نبود (شکل ۱). افزایش محتوای فیبر خام و دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز نشان-

Archive of SID

www.SID.ir

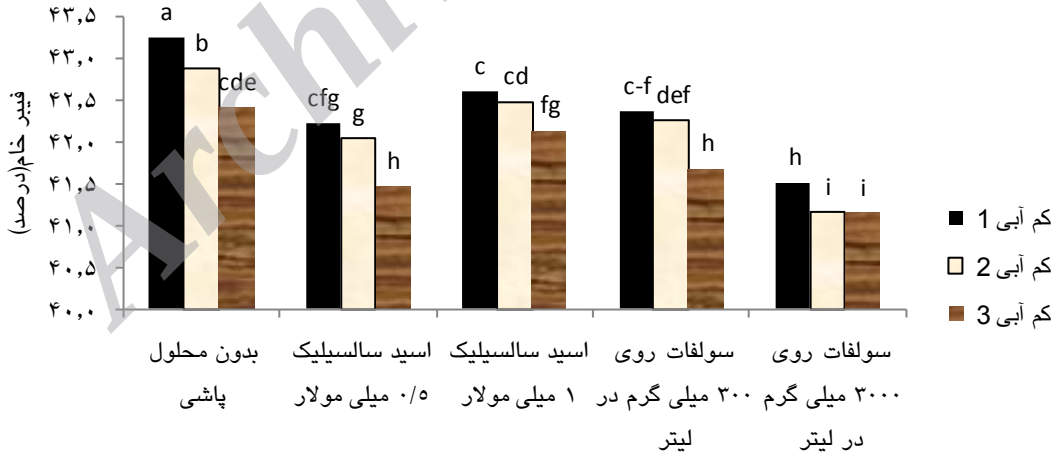
دهنده کاهش قابلیت هضم است (رلینگ و همکاران ۲۰۰۱).

بیشترین میزان فیبر خام با تیمار بدون محلول-پاشی در شرایط آبیاری شاهد به‌دست آمد. کمترین میزان فیبرخام از تیمار محلول‌پاشی سولفات روی ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در شرایط کم‌آبی شدید و متوسط حاصل شد (شکل ۱). کاهش درصد فیبر خام تحت شرایط تنش خشکی در ارزن مرواریدی نوتریفید (پای‌گذار و همکاران ۱۳۸۸) و در سورگوم و ارزن مرواریدی (فاتح ۱۳۸۸) گزارش گردیده است و علت آن کاهش ساخته شدن اجزای دیواره سلولی تحت خشکی اعلام شده است (کرامر ۱۹۸۳).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر کم آبی و محلول‌پاشی اسید سالسیلیک و سولفات روی بر خصوصیات کیفی و عملکرد علوفه در سورگوم علوفه‌ای اسپیدفید

منابع تغییر	درجه آزادی	فیبر خام	دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز	پروتئین خام	قابلیت هضم علوفه	قند محلول	خاکستر	عملکرد علوفه خشک
تکرار	۲	۰/۰۶٤^{ns}	۰/۰۱۷^{ns}	۰/۰۲۹^{ns}	۰/۰۱۷^{ns}	۰/۰۷۳^{ns}	۰/۰۰۱۷^{ns}	۳۵۸۰۲۸/۲۳^{ns}
کم‌آبی	۲	۱/٤۸**	٦/۱٥**	۱٥/۲۷**	۳/٤٤*	۲/٤*	۰/٥۱**	٤٥٤٦۲۷/٥۳*
اشتباه اصلی	٤	۰/۰٦۱	۰/۱۲۷	۰/۱۲۷	۰/۱۹۷	۰/۳۲	۰/۰۲٥	٦۲۲۰۸/۹۹
محلول‌پاشی	٤	۳/۰٤۳**	۱۱/٤۸**	۱٥/۱۳**	۲۱/۱۱**	۷/۸۷**	۰/۹٥**	۱۳۰٤۲۲/۸٤*
محلول‌پاشی× کم‌آبی	۸	۰/۰٥۳*	۰/۳۱*	۱/٥٦**	۰/٥۱*	۰/۱٥^{ns}	۰/۰٥۷**	٦۸۲٦۱/٦۲^{ns}
اشتباه فرعی	۲٤	۰/۰۲۲	۰/۱۲٤	۰/۰۷٦	۰/۱٦	۰/۲۲	۰/۰۱۷	٤٤٥۱۱/۳٤
ضریب تغییرات (٪)	–	۰/۳٥	۱/۰۹	۲/٦۲	۰/٦٤	٤/۹	۱/۷۱	۱٤/۳٦

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.



شکل ۱- مقایسه میانگین میزان فیبر خام در ترکیبات تیماری محلول‌پاشی و کم آبی

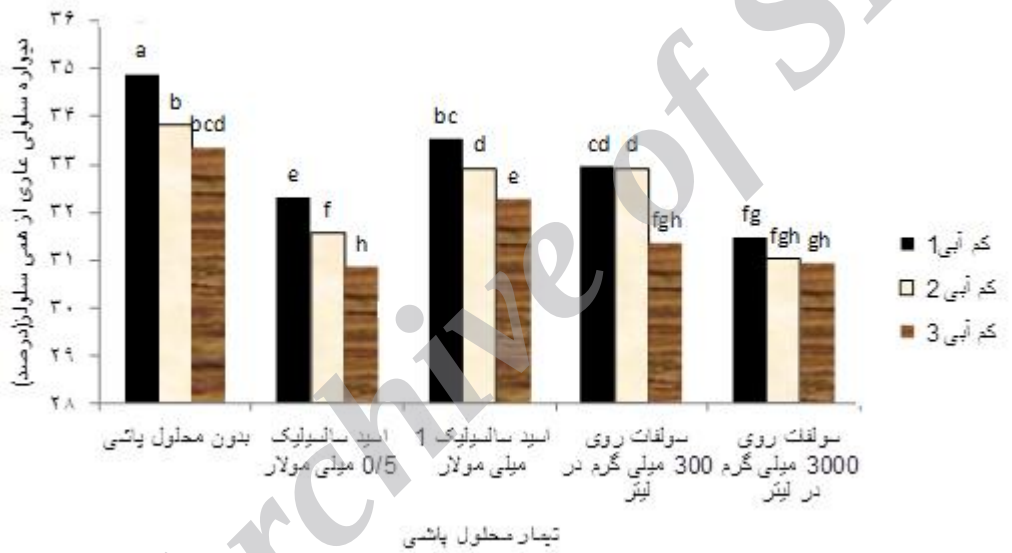
حروف غیر مشابه بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است.

Archive of SID

www.SID.ir

دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز

مقایسه میانگین اثرات متقابل محلول‌پاشی در کم‌آبی نشان داد که، تمام تیمارهای محلول‌پاشی در همه سطوح کم‌آبی، به‌طور معنی‌داری، میزان دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز پائین‌تری را در مقایسه با تیمار بدون محلول‌پاشی داشتند. بیشترین مقدار این شاخص با تیمار بدون محلول‌پاشی در شرایط آبیاری شاهد حاصل شد. کمترین میزان دیواره سلولی عاری از همی-سلولز از محلول‌پاشی اسید سالسیلیک نیم میلی‌مولار و سولفات روی ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر در کم‌آبی شدید، سولفات روی ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در کم‌آبی متوسط و شدید به‌دست آمد (شکل ۲). درصد دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز در آزمایشی روی سورگوم تحت شرایط دیم و تنش خشکی نسبت به شرایط آبیاری کاهش یافت (راعی و همکاران ۱۳۹۲). در سورگوم علوفه‌ای بیشترین دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز مربوط به تیمار شاهد و کمترین با محلول‌پاشی اوره، سوپرفسفات تریپل و فسفات بارور ۲ به‌دست آمد (اسحقی و همکاران ۱۳۹۳).



شکل ۲- مقایسه میانگین میزان دیواره سلولی عاری ازهمی‌سلولز در ترکیبات تیماری محلول‌پاشی در کم آبی

حروف غیر مشابه بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است.

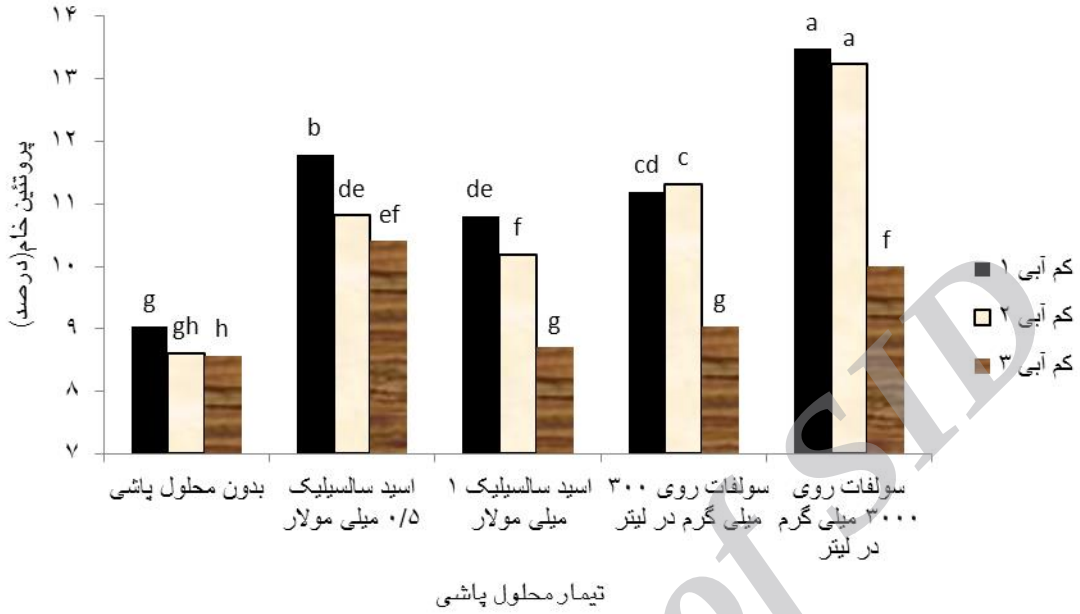
پروتئین خام

بالا بودن پروتئین به‌عنوان یکی از مهمترین ویژگی‌های کیفی گیاهان علوفه‌ای، فاکتور مؤثر در انتخاب علوفه برای تغذیه دام محسوب می‌شود (احتشامی و همکاران ۱۳۹۱). مقایسه میانگین اثرات متقابل محلول‌پاشی در کم‌آبی نشان داد که همه تیمارهای محلول‌پاشی در تمام سطوح کم‌آبی، میزان پروتئین خام بیشتری نسبت به تیمار بدون محلول‌پاشی داشتند. کم‌آبی شدید در همه تیمارها به‌جزء تیمار بدون محلول‌پاشی و اسید سالسیلیک نیم میلی‌مولار منجر به کاهش معنی‌دار پروتئین خام نسبت به کم‌آبی متوسط گردید، ولی کم‌آبی متوسط در تیمارهای سولفات روی در مقایسه با آبیاری شاهد تأثیر معنی‌داری در پروتئین خام نداشت (شکل ۳). به نظر می‌رسد که تیمار سولفات روی اثرات مضر تنش خشکی بر پروتئین را در کم‌آبی متوسط تعدیل کرده است. بیشترین میزان پروتئین خام

Archive of SID

www.SID.ir

از تیمار محلول‌پاشی سولفات روی ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در شرایط آبیاری شاهد و کم‌آبی متوسط حاصل شد. کمترین میزان پروتئین خام هم مربوط به تیمار بدون محلول‌پاشی در شرایط کم‌آبی شدید و متوسط بود. در تحقیق حاضر کمترین پروتئین خام در گیاهان تحت تنش کم‌آبی مشاهده شد (شکل ۳).



شکل ۳- مقایسه میانگین میزان پروتئین خام در ترکیبات تیماری محلول‌پاشی در کم‌آبی

حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است.

کاهش پروتئین در شرایط کم‌آبی می‌تواند به‌دلیل کاهش سنتز آن باشد که در نتیجه کاهش پلی‌ریبوزوم‌ها و مونوریبوزرم‌ها رخ می‌دهد یا افزایش هیدرولیز آن توسط گونه‌های اکسیژن فعال باشد (ای‌توربه اورمالکته و همکاران ۱۹۹۸، هور و نادلر ۱۹۹۸). شهبا و همکاران (۲۰۱۰) طی آزمایشی روی گوجه‌فرنگی به این نتیجه رسیدند تیمار با اسید سالسیلیک باعث افزایش معنی‌دار پروتئین دانه شد. پسرکلی (۲۰۰۱) گزارش کرد که تنظیم کننده‌ها با افزایش میزان پروتئین در گیاه، نقش حمایتی برای گیاه در برابر تنش خشکی دارند. پیراسته انوشه و امام (۱۳۹۱) نشان دادند که تیمار ارقام روشن و یاواروس گندم با اسید سالسیلیک و سایکوسل باعث افزایش پروتئین گندم شد. ترکیبات فنلی مثل اسید سالسیلیک به‌عنوان ترکیبات آنتی اکسیدانی شناخته شده‌اند که با مکانیسم‌های متعددی مانند جاروب کردن رادیکال‌های آزاد و قطع کردن واکنش‌های زنجیره‌وار اکسیداسیون، دادن هیدروژن، خاموش کردن اکسیژن یکتایی و با قرار گرفتن به‌عنوان گوهرمایه آنزیم‌های پراکسیداز نقش آنتی اکسیدانی خود را ایفا می‌کنند این ترکیبات هم‌چنین با دادن سریع هیدروژن به رادیکال-های لیپید از ادامه زنجیره پراکسیداسیون جلوگیری می‌کنند و قادرند محصولاتی با قدرت اکسیدکنندگی کمتر از ترکیبات اولیه تولید بنمایند (قربانلی و همکاران ۲۰۰٤). افزایش درصد پروتئین خام در اثر محلول‌پاشی روی را می‌توان به نقش روی در تقسیم سلولی بافت-های مریستمی، متابولیسم قندها، کربوهیدرات‌ها، متابولیسم نیتروژن و هم‌چنین به‌عنوان بخشی از ساختمان آنزیم‌ها و یا به‌صورت کوفاکتورهای تنظیم کننده در تعداد زیادی از آنزیم‌ها دانست (مارشنر ۱۹۹۵). استفاده از تیمار کودی (B, N, P, K, Mg, S, Fe, Mn, Zn) در کشت کلزا (جلیلی و همکاران ۱۳۷۸) و محلول‌پاشی روی در ذرت دانه‌ای (شیخ بگلو و

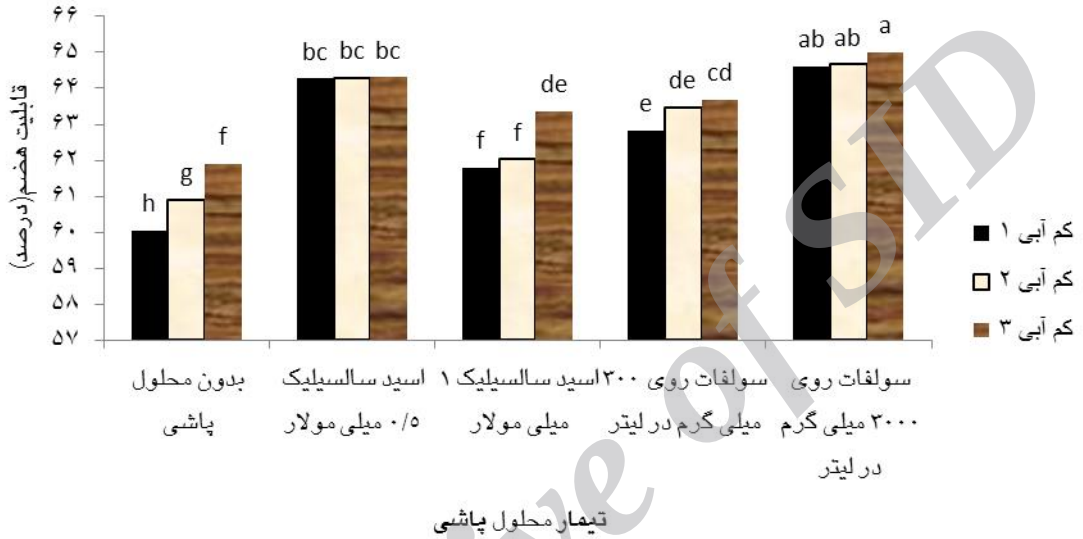
Archive of SID

www.SID.ir

همکاران ۱۳۸۸) باعث افزایش درصد پروتئین گردیده است.

قابلیت هضم علوفه

بالاترین گروه آماری میزان قابلیت هضم علوفه مربوط به تیمار محلول‌پاشی سولفات روی ۳۰۰۰ میلی-گرم در لیتر در تمام سطوح کم آبی بود. کمترین میزان قابلیت هضم علوفه هم مربوط به تیمار بدون محلول-پاشی در شرایط آبیاری شاهد بود (شکل ٤). در تیمارهای سولفات روی ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و اسید سالسیلیک نیم میلی‌مولار بین سطوح کم‌آبی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، در سایر تیمارها با افزایش سطوح تنش کم‌آبی قابلیت هضم علوفه بیشتر شد.



شکل ۴- مقایسه میانگین میزان قابلیت هضم در ترکیبات تیماری محلول‌پاشی در کم‌آبی

حروف غیر مشابه بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است.

یکی از معیارهای اصلی برای افزایش ارزش غذایی علوفه، افزایش ماده خشک قابل هضم و کاهش مقدار لیگنین می‌باشد (فاتح ۱۳۸۸). هر چه وضعیت آبی سورگوم بهتر باشد، ظرفیت لیگنین افزایش و قابلیت هضم سورگوم کاهش می‌یابد و این مسئله در مورد سایر گیاهان علوفه‌ای نیز صادق است (آمادوسی و همکاران ۲۰۰۰). وارد و همکاران (۲۰۰۱) با تحقیقی که بر روی گیاهان علوفه‌ای یک‌ساله تابستانه انجام دادند به این نتیجه رسیدند که عوامل محیطی مانند دما، تنش رطوبتی، سایه، بافت خاک و غیره بر قابلیت هضم تأثیر دارند. درصد پروتئین در علوفه در اثر قابلیت هضم زیاد آن، به عنوان شاخصی از قابلیت هضم در نظر گرفته می‌شود (فاتح ۲۰۰۹). قابلیت هضم علوفه بستگی به محتویات داخل سلول و دیواره سلولی دارد. محتویات داخل سلول عمدتا از کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌های محلول که قابلیت هضم بالایی دارند تشکیل شده است، در حالی‌که دیواره سلولی از کربوهیدرات-های ساختمانی تشکیل شده که قابلیت هضم آن‌ها بر اساس لیگنینی شدن گیاه متغییر می‌باشد. درگیاه یونجه قابلیت هضم با دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز و فیبر خام رابطه معکوس داشت (بانی و همکاران ۲۰۰۷)، که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد.

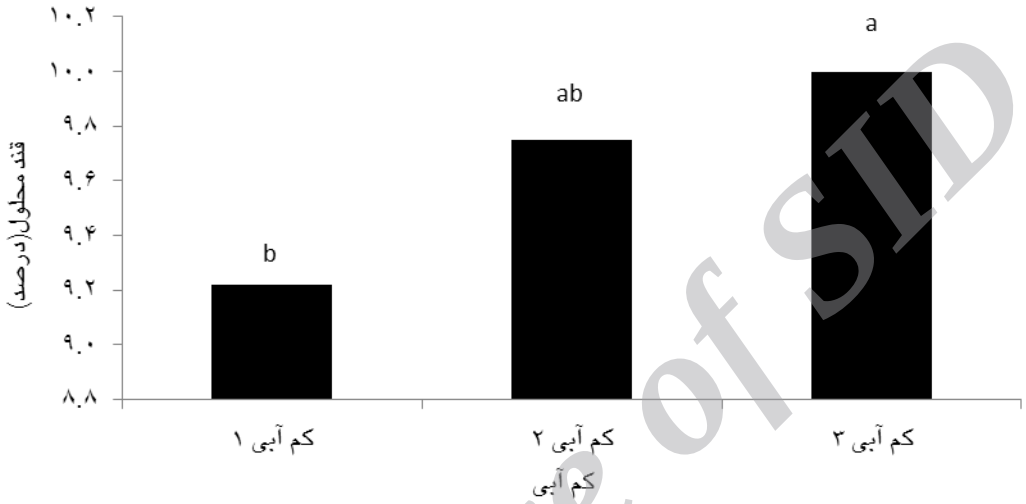
قند محلول

بیشترین میزان قند محلول مربوط به شرایط اعمال کم‌آبی شدید بود و کمترین میزان آن در شرایط

Archive of SID

www.SID.ir

آبیاری شاهد حاصل گردید (شکل ۵). تغییرات کربوهیدرات‌ها در نتیجه رابطه مستقیم آن‌ها با مسیرهای فیزیولوژیکی مثل فتوسنتز، تنفس و انتقال، اهمیت خاصی دارد. تمام قندهای آزاد به‌طور معنی‌داری در گیاهان تحت تنش در تمام مراحل رشد (رویشی و زایشی) بیشتر است (سارکر و همکاران ۱۹۹۹). با بروز خشکی، تغییرات ترکیبات نیتروژنی و قندها برای حفظ تعادل کربن و نیتروژن از جمله عوامل سرنوشت‌ساز در بقاء گیاه می‌باشند (اسکوبرت و همکاران ۱۹۹۵). با تشدید تنش خشکی مقادیر قابل توجهی از کربن که می‌توانست برای تامین رشد گیاه مورد استفاده قرار گیرد، به‌منظور تنظیم اسمزی در تولید ترکیبات اسمزی (قندها)، به‌کار رفته و موجب کاهش رشد در گیاهان می‌شود (دی هررالده و همکاران ۱۹۹۸).



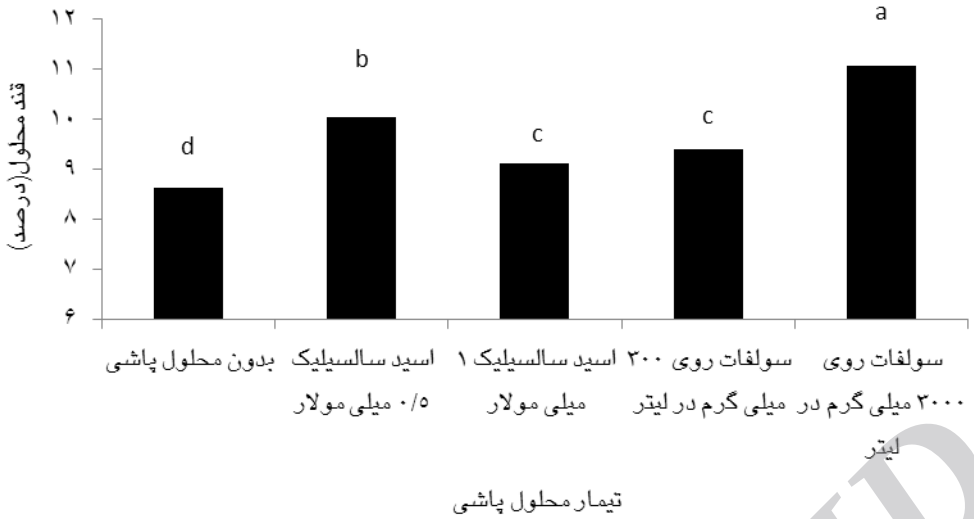
شکل ۵- مقایسه میانگین اثر کم‌آبی بر میزان قند محلول

حروف غیر مشابه بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است.

بیشترین میزان قند محلول با محلول‌پاشی سولفات روی ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد، رتبه بعدی متعلق به اسید سالسیلیک نیم میلی‌مولار بود و کمترین میزان آن مربوط به تیمار بدون محلول‌پاشی بود (شکل ٦). تغییر در متابولیسم و تبدیل قندها در شرایط اسمزی در تحمل تنش دارای نقش تعیین کننده‌ای است. افزایش غلظت قندها علاوه بر این‌که باعث منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی در سیتوپلاسم می‌شود در حفاظت اسمزی غشاها و پروتئین‌ها و هم‌چنین جاروب کردن رادیکال‌های آزاد اکسیژن نیز نقش دارد (کرپسی و گالیبا ۲۰۰۰). پور و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که اضافه کردن اسید سالسیلیک به محیط کشت باعث افزایش قندهای محلول در گوجه‌فرنگی شد. بر اساس نظر مارشنر (۱۹۹۵) عنصر روی در فرآیند فتوسنتز و تولید کربوهیدرات دخالت دارد. افشانی(۱۳۸۹) در تحقیق خود بر روی کلزا با افزایش قندهای محلول در شرایط محلول‌پاشی روی مواجه شد.

Archive of SID

www.SID.ir

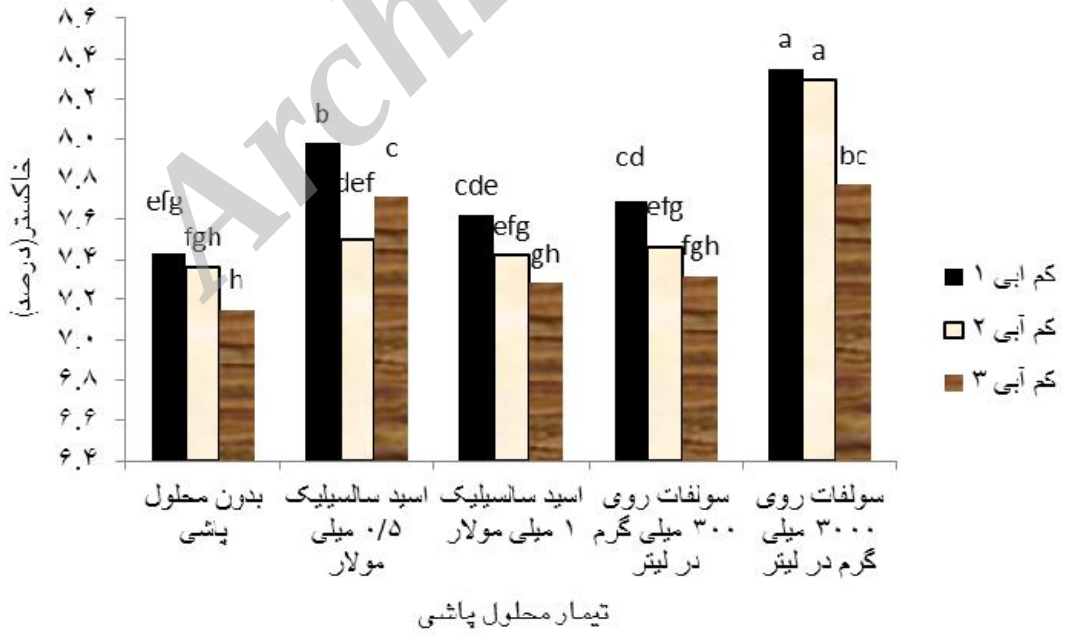


شکل ۶- مقایسه میانگین میزان قند محلول در اثر تیمار محلول‌پاشی

حروف غیر مشابه بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است.

خاکستر

بیشترین درصد خاکستر از تیمار محلول‌پاشی سولفات روی ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در شرایط آبیاری شاهد به‌دست آمد، که با همین تیمار در شرایط کم‌آبی متوسط در یک گروه آماری جای گرفت. کمترین میزان خاکستر در شرایط بدون محلول‌پاشی با کم‌آبی شدید، محلول‌پاشی سولفات روی ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر و محلول‌پاشی اسید سالسیلیک ۱ میلی‌مولار در شرایط کم‌آبی شدید و تیمار بدون محلول‌پاشی در شرایط کم-آبی متوسط حاصل شد (شکل ۷).



شکل ۷- مقایسه میانگین میزان خاکستر در ترکیبات تیماری محلول‌پاشی در کم آبی

حروف غیر مشابه بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است

Archive of SID

www.SID.ir

غلظت مواد معدنی در گیاهان بستگی به اثر متقابل عوامل متعددی از جمله خاک، گونه گیاهی، مرحله رشد گیاه، اقلیم و اثر متقابل عناصر در جذب دارد (رنجبری ۱۳۷٤). با توجه به‌این‌که درصد خاکستر بیانگر مقدار مواد معدنی در بافت‌های گیاهی بوده و جذب این مواد توسط ریشه در شرایط خشکی کاهش می‌یابد (لویس و فارلان ۱۹۸٦)، در نتیجه کاهش درصد خاکستر علوفه در این شرایط بسیار محتمل است. کاهش درصد خاکستر علوفه در شرایط تنش خشکی توسط ویلسون (۱۹۸۳) و ناخدا و همکاران (۱۳۷۹) نیز گزارش گردیده است. مطالعه اثر محلول‌پاشی بر محتوای خاکستر علوفه نشان داد که با افزایش جذب مواد معدنی (در اثر محلول‌پاشی عناصر منگنز و روی) توسط گیاه ارزن و تجمع این مواد در علوفه‌ی گیاه بر درصد خاکستر علوفه‌ی ارزن افزوده شد (پای‌گذار و همکاران ۱۳۸۸). به نظر می‌رسد محلول‌پاشی روی به‌طریق برگی باعث افزایش جذب عناصر غذایی می‌گردد و بنابراین افزایش خاکستر کل را به‌دنبال دارد.

عملکرد علوفه خشک

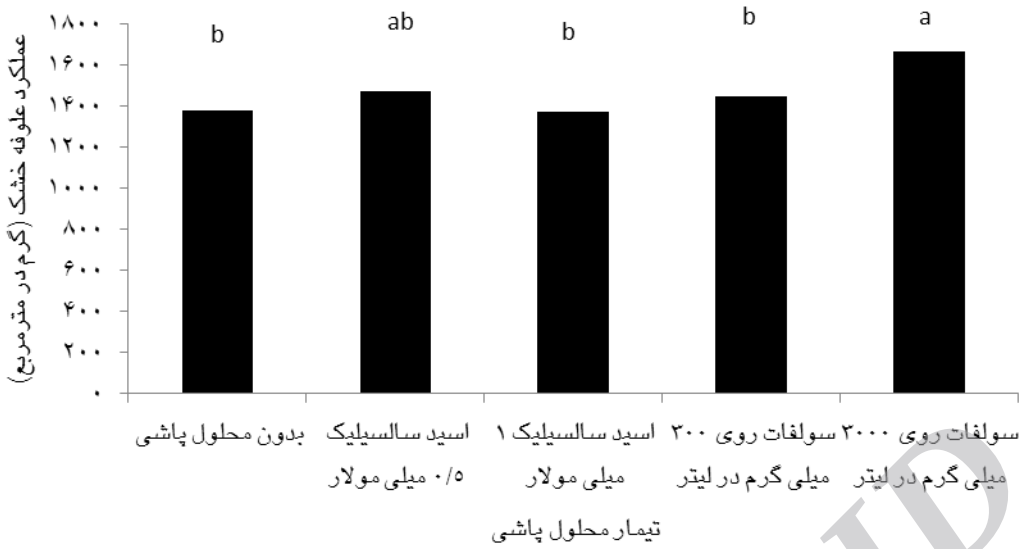
عملکرد علوفه خشک در شرایط اعمال کم‌آبی شدید نسبت به آبیاری شاهد ۲۱/۱۱ ٪ کاهش معنی‌داری داشت (شکل ۸). در شرایط محلول‌پاشی، تیمار سولفات روی ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و اسید سالسیلیک نیم میلی‌مولار بالاترین گروه آماری را برای وزن خشک علوفه به خود اختصاص دادند (شکل ۹).

شکل ۸- مقایسه میانگین وزن خشک کل علوفه در تیمارهای کم آبی

حروف غیر مشابه بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۹- مقایسه میانگین وزن خشک کل علوفه در اثر تیمار محلول‌پاشی

حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است.

تنش خشکی از طریق عوامل روزنه‌ای و غیرروزنه‌ای بر شدت فتوسنتز تأثیر می‌گذارد. از آن-جایی‌که برای انجام فتوسنتز و تبادلات گازی باز بودن روزنه‌ها ضروری است، بنابراین در اثر کمبود آب و بسته شدن روزنه‌ها تبادلات گازی کاهش یافته، دی-اکسیدکربن کمتری در دسترس گیاهان قرار می‌گیرد و شدت فتوسنتز کاهش می‌یابد. کاهش فتوسنتز همراه با کاهش رشد و عملکرد تولیدی در گیاهان خواهد بود (ردی و همکاران ۲۰۰٤).

در آزمایشی مشاهده شد که اسید سالیسیلیک در غلظت‌های پایین‌تر در رفع آسیب اکسایشی نقش موثر دارد، ولی غلظت‌های بالای آن سبب بروز تنش در گیاه می‌گردد (کشاورز و همکاران ۱۳۹۰). محلول‌پاشی اسید سالسیلیک در ذرت باعث افزایش عملکرد (مهرابیان مقدم و همکاران ۱۳۹۰)، در جو باعث افزایش تقسیم سلولی (ال تایب ۲۰۰۵) و در گلرنگ باعث تحریک رشد و افزایش عملکرد به میزان ۲۷٪ در مزرعه و ۵۰٪ در گلخانه شد (ابراهیم زاده و همکاران ۲۰۰۹).

روی از اجزای ساختاری چندین نوع آنزیم است و برای فعالیت آنها مورد نیاز است. بنابراین، کمبود روی شدت فتوسنتز گیاه، متابولیسم کربوهیدرات و ساخت پروتئین را متأثر می‌سازد. علاوه بر آن روی در تولید اکسین، تقسیم سلولی و باروری گیاه نقش دارد. کمبود روی باعث کاهش رشد و گلدهی گیاه می‌شود و عملکرد گیاه را کاهش می‌دهد (فانگ و همکاران ۲۰۰۸). کاربرد عناصر ریز مغذی از جمله روی منجر به گسترش وسیع ریشه و توانایی گیاه برای استفاده از محیط وسیع‌تری در خاک می‌گردد. عناصر کم مصرف عناصری ضروری برای گیاه می‌باشند، برای مثال رابطه مستقیمی بین وجود مقدار کافی روی و تولید آنزیم کربونیک انیدراز وجود دارد، این آنزیم نقش مهمی در فعالیت فتوسنتز دارد و باعث افزایش تولید کربوهیدرات و در نتیجه عملکرد گیاه می‌شود (نصیری و همکاران ۱۳۹۲). روی در سویا باعث افزایش عملکرد شد (جامسوم و همکاران ۱۳۸۸). افزایش عملکرد با محلول‌پاشی کود روی علت‌های مختلفی می‌تواند داشته باشد که از آن جمله می‌توان به افزایش بیوسنتز اکسین در حضور عنصر روی، افزایش غلظت کلروفیل، افزایش فسفو اینول پیرووات کربوکسیلاز و ریبولوز بی‌فسفات کربوکسیلاز، کاهش تجمع سدیم در بافت‌های گیاهی و

Archive of SID

www.SID.ir

افزایش کارایی جذب نیتروژن و فسفر در حضور عنصر روی اشاره کرد (کریشما ۱۹۹۵).

دوام سطح برگ

تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد اثر متقابل تیمار محلول‌پاشی در کم‌آبی برای دوام سطح برگ سورگوم علوفه‌ای غیرمعنی‌دار شد، ولی اثر جداگانه تیمار محلول‌پاشی (بجز در مرحله ۳ تا ٦ برگی) و تنش خشکی در همه مراحل معنی‌دار شدند. با افزایش شدت تنش در تمام مراحل از میزان دوامسطح برگ کاسته شد و آبیاری شاهد بیشترین شاخص سطح برگ را دارا بود (جدول ۳). تنش کمبود آب باعث کاهش رشد برگ‌ها و کاهش سطح برگ در اکثر گیاهان می‌شود (جلیل و همکاران ۲۰۰۹). در مراحل نمو رویشی حتی تنش بسیار جزئی می‌تواند سرعت رشد برگ و در مراحل بعدی شاخص و دوام سطح برگ را کاهش دهد. تداوم تنش، کاهش شدیدتر میزان فتوسنتز را به‌دنبال دارد، که ناشی از جذب و تحلیل کربن است (کوچکی و سرمدنیا ۱۳۸۲ و امام و ثقه الاسلام ۱۳۸٤). نوری اظهر و احسان زاده (۱۳۸٦) نیز کاهش دوام سطح برگ ذرت در اثر تنش کم آبیاری را گزارش نمودند.

دانستند که باعث افزایش طول و عرض برگ می شود. عزیزی و همکاران (۱۳۹۰) در نتایج تحقیق خود اعلام کردند کاربرد عنصر روی باعث افزایش شاخص سطح برگ، در مقایسه با تیمار شاهد شد که با توجه به نقش این عنصر در تأمین مواد غذایی برای گیاه و نیز سنتز کلروفیل در برگ‌ها قابل توجیه می‌باشد. کمبود روی در گیاهان علوفه‌ای به‌خصوص ذرت باعث می-شود برگ‌ها باریک و نوک‌تیز شده و حالت شمشیری به خود بگیرند (مورتودس ۲۰۰۳).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر کم آبی و محلول‌پاشی بر دوام سطح برگ سورگوم علوفه‌ای اسپیدفید در مراحل مختلف فنولوژیک

	دوام سطح برگ				
منابع تغییر	درجه آزادی	مرحله ۳ تا ٦ برگی	مرحله ٦ برگی تا ساقه‌دهی	مرحله ساقه‌دهی تا گلدهی	جمع سه مرحله
تکرار	۲	۲/٤۸	۲۰/٦٤	۷٤۹/۹	۹۷۷/۹۷
کم‌آبی	۲	٤۷۱/۷۸**	۱٤۱٦/۳٦**	۱۰۰۳۳**	۲٥۲۸٦**
اشتباه اصلی	٤	۳/٥	۳۰/٤	۳۹۷/٤	٦۲۰/۲
محلول‌پاشی	٤	۲/۲٦	۲۷٤/۷٥**	۱۸۰٥/۲٥**	۳٤۹٦/٥**
محلول‌پاشی × کم‌آبی	۸	۲/۰۸	۱٥/۳٦	۱٥۱/٤٥	۲٥٦/۹
اشتباه فرعی	۲٤	۲/۳۷	۱۸/٤۷	۱۱۱/٥٥	۲۲۷/۹
ضریب تغییرات (٪)	-	۳/٦	٥/۹۳	۱۰/٤۳	٦/۹٦

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد میباشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر کم‌آبی و تیمارهای مختلف محلول پاشی بر دوام سطح برگ سورگوم در مراحل مختلف فنولوژیک

تیمار		دوام سطح برگ (شاخص سطح برگ روز)			
		مرحله ۳ تا ٦ برگی	مرحله ٦ برگی تا ساقه‌دهی	مرحله ساقه-دهی تا گلدهی	جمع سه مرحله
کم‌آبی					
	آبیاری شاهد	٤٩/٢٢ a	٨٢/٠٩ a	١٢٧/٠٠ a	٢٥٨/٣٢ a
	کم‌آبی متوسط	٤١/٦٢b	٧٢/٧٤ b	١٠١/٤٤ b	٢١٥/٨٠ b
	کم‌آبی شدید	٣٨/٢٨ c	٦٢/٦٦ c	٧٥/٢٨ c	١٧٦/٢٢ c
تیمارهای محلول‌پاشی					
	بدون محلول‌پاشی	٤٢/٧٥ a	٦٥/٥ c	٨٣/٩ c	١٩٢/١٨ c
	اسید سالسیلیک ٠/٥ میلی-مولار	٤٢/٥ a	٧٦/٦ a	١١٢/٦ a	٢٣١/٧ a
	اسید سالسیلیک ١ میلی-مولار	٤٣/٦٤ a	٦٩/٨ b	٩١/٧ bc	٢٠٥/١٦ bc
	سولفات روی ٣٠٠ میلی-گرم در لیتر	٤٢/٨ a	٧١/٢ b	٩٩/٩ b	٢١٣/٩٤ b
	سولفات روی ٣٠٠٠ میلی گرم در لیتر	٤٣/٥ a	٧٩/٤ a	١١٨/٠٦ a	٢٤٠/٩٥ a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون SNK در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

دوام سطح برگ در مرحله ۳ تا ٦ برگی تحت تاثیر تیمارهای محلول پاشی قرار نگرفت که علت آن را میتوان این‌گونه توجیه نمود که چون زمان انجام محلول پاشی در مرحله ٥ تا ٦ برگی بود بنابراین تیمارها فرصت کافی برای تاثیرگذاری بر دوام سطح برگ را نداشتند. در تمام مراحل فنولوژیک بعدی محلول‌پاشی با تیمارهای سولفات روی ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و اسید سالسیلیک نیم میلی‌مولار بیشترین میزان دوامسطح برگ را به خود اختصاص دادند و تیمار بدون محلول-پاشی کمترین میزان آن‌را دارا بود (جدول ۳). پرایمینگ بذور با اسید سالسیلیک در گلرنگ و لوبیا موجب افزایش شاخص ودوام سطح برگ شد (بالجانی و شکاری ۱۳۹۱ و صادقی‌پور ۲۰۰۹). استفاده از اسید سالسیلیک باعث گسترش سیستم ریشه‌ای و حفظ سلامت آن و جذب بیشتر آب و مواد غذایی شده که در نهایت منجر به تولید بیشتر برگ و سطح آن می‌شود. نتایج تحقیقی نشان داد که سالسیلیک اسید با افزایش فعالیت آنزیم رابیسکو سبب بهبود فتوسنتز و افزایش سطح برگ می‌گردد(گوتی‌اررزکونادو و همکاران ۱۹۹۸).

به‌طور کلی با توجه به نتایج بالا می‌توان چنین نتیجه گرفت که تمامی سطوح محلول‌پاشی باعث بهبود وضعیت دوام سطح برگ نسبت به تیمار بدون محلول-پاشی شده است. خلیلی‌محله و همکاران (۱۳۸۰) دلیل افزایش سطح برگ را در گیاه سورگوم علوفه‌ای اثر عنصر روی بر تقسیم سلولی از طریق افزایش اکسین دانستند که باعث افزایش طول و عرض برگ می شود. عزیزی و همکاران (۱۳۹۰) در نتایج تحقیق خود اعلام کردند کاربرد عنصر روی باعث افزایش شاخص سطح برگ، در مقایسه با تیمار شاهد شد که با توجه به نقش این عنصر در تأمین مواد غذایی برای گیاه و نیز سنتز کلروفیل در برگ‌ها قابل توجیه می‌باشد. کمبود روی در

Archive of SID

www.SID.ir

گیاهان علوفه‌ای به‌خصوص ذرت باعث می‌شود برگ‌ها باریک و نوک‌تیز شده و حالت شمشیری به خود بگیرند (مورتودس ۲۰۰۳).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که اگرچه سطوح تنش خشکی می‌تواند بر خصوصیات کمی و کیفی سورگوم اثر بگذارد، ولی میزان این اثر بر هریک از صفات متفاوت بود. کم‌آبی باعث کاهش معنی‌دار فیبر خام، دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز، پروتئین خام و خاکستر گردید. در مقابل قند محلول و قابلیت هضم علوفه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. همچنین نتایج حاکی از این بود که تمام سطوح تیمارهای محلول‌پاشی نسبت به تیمار بدون محلول‌پاشی باعث کاهش معنی‌دار فیبر خام و دیواره سلولی عاری از همی‌سلولز گردید و بیشترین کاهش عمدتاً با تیمارهای سولفات روی ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و اسید سالسیلیک نیم میلی‌مولار حاصل شد. تمام سطوح محلول‌پاشی باعث تعدیل اثرات کم‌آبی بر پروتئین خام، قابلیت هضم و خاکستر در تمام سطوح کم‌آبی گردید. محلول‌پاشی، قند محلول را نیز به‌طور معنی‌داری افزایش داد. محلول‌پاشی اسید سالسیلیک نیم میلی‌مولار و سولفات روی ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث تنش خشکی عملکرد علوفه خشک گردید، اما محلول‌پاشی اسید سالسیلیک یک میلی‌مولار و سولفات روی ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر با تیمار بدون محلول‌پاشی در یک گروه آماری واقع شدند. دوام سطح برگ بجز مرحله ۳ تا ٦ برگی در بقیه مراحل فنولوژیک با تیمار محلول‌پاشی افزایش معنی‌داری یافت. با توجه به این‌که تیمارهای محلول‌پاشی اسید سالسیلیک نیم میلی‌مولار و سولفات روی ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش معنی‌دار پروتئین خام، قابلیت هضم علوفه و خاکستر در تمام شرایط تنش کم‌آبی شدند و قند محلول را نیز به‌طور معنی‌داری افزایش دادند، در نتیجه منجر به بهبود کیفیت علوفه شدند. از طرفی افزایش عملکرد علوفه خشک به میزان ۹٤۳ کیلوگرم در هکتار (٦/۸٤درصد) و ۲۹۱۸ کیلوگرم در هکتار (۲۱/۱۷ درصد) به‌ترتیب برای اسید سالسیلیک نیم میلی‌مولار و سولفات روی ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، می‌توان تیمارهای محلول‌پاشی اسید سالسیلیک نیم میلی‌مولار و سولفات روی ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر را به عنوان غلظت‌های مناسب برای کشاورزان توصیه کرد، که علاوه بر افزایش و بهبود کیفیت و کمیت علوفه منجر به کاهش اثرات تنش کم آبی بر این صفات می‌گردند.

منابع مورد استفاده

آقاعلیخانی م، اسحق احمدی م و مدرس ثانوی ع م، ۱۳۸٦. تأثیر تراکم کاشت و مقادیر نیتروژن بر عملکرد و کیفیت علوفه ارزن مرواریدی. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، ۷۷: ۲۷-۱۸.

احتشامی س م ر، ابراهیمی پ، زند ب، ۱۳۹۱. بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی ژنوتیپ‌های ذرت سیلویی در منطقه ورامین. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ٤(٥): ۳۳-۱۹.

احمدی آغ تپه ا، قنبری ا، سیروس‌مهر ع ر، سیاه‌سر ب و اصغری پور م ر، ۱۳۹۱. اثر پساب تصفیه شده همراه با محلول‌پاشی کود کامل بر برخی خصوصیات کمی و کیفی علوفه ارزن دم روباهی (*Setaria italica*)، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳(۲٦): ٦۷۱-٦٦۰.

اسحقی ن، نصراله‌زاده ص و باقری پیروز ا، ۱۳۹۳. تأثیر کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی بر برخی صفات کمی و کیفی سورگوم علوفه‌ای. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۱(۲٤): ٥٦-٤٥.

Archive of SID

www.SID.ir

اسکندری ح و جوانمرد ع، ۱۳۹۲. ارزیابی عملکرد و کیفیت علوفه در الگوهای کشت مخلوط ذرت (*Zea mays*) و لوبیا چشم بلبلی (*Vigna sinensis*). نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ٤(۲۳): ۱۱۰-۱۰۱.

افشانی س، ۱۳۸۹. بررسی اثر محلول‌پاشی آهن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزای پائیزه (*Brassica napus* L) تحت شرایط تنش خشکی در مراحل مختلف فنولوژیک. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه.

امام ی و ثقه‌الاسلامی م ج، ۱۳۸٤. عملکرد گیاهان زراعی (فیزیولوژی و فرآیندها). انتشارات دانشگاه شیراز.

بالجانی ر و شکاری ف، ۱۳۹۱. تأثیر پیش تیمار با اسیدسالیسیلیک بر روابط شاخص های رشد و عملکرد در گیاه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) تحت شرایط تنش خشکی آخر فصل. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۱(۲۲): ۱۰۳-۸۸.

پایگذار ی، قنبری ا، حیدری م و توسلی ا، ۱۳۸۸. اثر محلول‌پاشی عناصر کم مصرف بر خصوصیات کمی و کیفی ارزن مرواریدی رقم نوتریفید (*Pennisetum glaucum*) تحت تنش خشکی. مجله علمی ـ پژوهشی علوم کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، ۱۰(۳): ۷۹-٦۷.

پیراسته انوشه ه و امام ی، ۱۳۹۱. دست‌ورزی صفات مورفوفیزیولوژیکی گندم نان و گندم ماکارونی با استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد در شرایط متفاوت آبیاری. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۵(۲): ٤۵-۲۹.

جامسوم م، گالشی س، پهلوانی م ه و زینلی ا، ۱۳۸۸. بررسی اثر محلول‌پاشی روی بر عملکرد و خواص کیفی دانه دو رقم سویا در کشت تابستانه. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی، ۱(۱٦): ۲۸-۱۷.

جلیلی ف، ملکوتی م ج و کسرایی ر، ۱۳۷۸. نقش تغذیه متعادل در بهبود کیفیت کلزا در کشت‌های پائیزه و بهاره. مجله خاک و آب ویژه‌نامه کلزاموسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۲(۱۲): ۱٤۳-۱٤۰.

حیدر قلی‌نژاد کتاری م، قدیم‌زاده م و فیاض‌مقدم ا، ۱۳۸۲. تأثیر تراکم گیاهی روی کیفیت علوفه ارقام هیبرید ذرت بر اساس خصوصیات زراعی. مجله علوم کشاورزی ایران، ۲٤(۲): ٤۲۵-٤۱۷.

خلیلی‌محله ج، تاجبخش م، فیاض مقدم ا و سیادت ع. ۱۳۸۰. بررسی اثرات محلول پاشی عناصر ریز مغذی بر عملکرد و کیفی سورگوم علوفه‌ای. مجله علمی تخصصی گیاه و زیست بوم، ۳۱: ٤٤-۳۵.

راعی ی، جورئت م، مقدم ح، چایی‌چی م ر و ویسانی و، ۱۳۹۲. تأثیر تراکم بر عملکرد کمی و کیفی دو رقم سورگوم علوفه ای در شرایط محدودیت آب. دانش کشاورزی وتولید پایدار، ٤۰۱(۲۳): ٦۵-۵۱.

رنجبری ا ر، ۱۳۷٤. تعیین عناصر معدنی گیاهان مرتعی غالب چهار منطقه عمده استان اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس تهران.

شیخ‌بگلو ن، حسن‌زاده قورت تپه ع، باغستانی م ع و زند ب، ۱۳۸۸. بررسی تأثیر محلول‌پاشی عنصر روی بر عملکرد کمی و کیفی ذرت دانه‌ای تحت شرایط تنش آب. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۲(۲): ۷٤-۵۹.

عزیزی خ، نوروزیان ع، حیدری س و یعقوبی م، ۱۳۹۰. بررسی تأثیر محلول‌پاشی عناصر روی و بور بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد، برخی شاخص‌های رشد، میزان روغن و پروتئین بذر کلزا (*Brassica napus* L) در شرایط اقلیمی خرم‌آباد. مجله دانش زراعت، ۵(۳): ٦-۱.

فاتح ا، ۱۳۸۸. اثر سیستم‌های مختلف باروری خاک (آلی، تلفیقی و شیمیایی) بر عملکرد علوفه و خصوصیات دارویی کنگر. پایان نامه دکتری، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

Archive of SID

www.SID.ir

قاصدی س، ۱۳۹۲. تأثیر غلظت‌های مختلف محلول‌پاشی اسید سالسیلیک بر روی ماش (*Vigna radiata*) تحت تنش کم‌آبی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه.

کوچکی ع و سرمدنیا غ م، ۱۳۸۲. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

کشاورز ح، مدرس ثانوی س ع م، زرین‌کمر ف، دولت‌آبادیان آ، پناهی م و اسیلان م س، ۱۳۹۰. بررسی اثر محلول‌پاشی سالسیلیک اسید بر برخی خصوصیات بیوشیمیایی دو رقم کلزا (*Brassica napus* L) تحت شرایط تنش سرما. مجله علوم گیاهان زراعی ایران (علوم کشاورزی ایران)، ٤(٤٢): ٧٣٤- ٧٢٣.

مدیرشانه‌چی م، ۱۳۸۳. تولید و مدیریت گیاهان علوفه‌ای (ترجمه). انتشارات آستان قدس رضوی مشهد.

ملکوتی م ج و لطف‌اللهی م، ۱۳۷۸. نقش روی در افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی و بهبود سلامت جامعه. نشر آموزش کشاورزی وزارت کشاورزی کرج ایران.

ملکوتی، م ج و تهرانی، م م ۱۳۷۸. نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی (عناصر خرد با تأثیر کلان). انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

مهرابیان مقدم ن، آروین م ج، خواجویی‌نژاد غ ر و مقصودی ک، ۱۳۹۰. اثر اسیدسالیسیلیک بر رشد و عملکرد علوفه و دانه ذرت در شرایط تنش خشکی در مزرعه. مجله به‌زراعی نهال و بذر، جلد ۱(۲-۲۷): ۵۵-٤۱.

ناخدا ب، هاشمی دزفولی ا و بنی صدر ن، ۱۳۷۹. بررسی تنش کم آبی بر عملکرد علوفه و خصوصیات کیفی ارزن علوفه‌ای نوتریفید. مجله علوم کشاورزی ایران، ٤(۳۱): ۷۱۲-۷۰۱.

نصیری ی، زهتاب سلماسی س، نصراله‌زاده ص، قاسمی گلعذانی ک و نجفی ن، ۱۳۹۲. ارزیابی اثر محلول‌پاشی سولفات آهن و روی بر عملکرد گل و غلظت عناصر غذایی در بخش هوایی بابونه آلمانی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۳(۲۳): ۱۱۵-۱۰۵.

نوری اظهر ج و احسان زاده پ، ۱۳۸٦. بررسی روابط برخی شاخص های رشد و عملکرد پنج هیبرید ذرت در دو رژیم آبیاری در منطقه اصفهان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ٤۱: ۲۷۲-۲٦۱.

واثقی س ح، شریعتمداری م، افیونی م و مبلی م ، ۱۳۸۲. اثر لجن فاضلاب بر غلظت تعدادی از عناصر غذایی و ویژگیهای شیمیایی خاک. فصلنامه علمی پژوهشی آب و فاضلاب، ۱(۱٦): ۲۲-۱۵.

Amaducci S, Amaducci MT, Enati R and Venture G, 2000. Crop yield and quality parameters of four annual fiber crops (Hemp, Kenaf, Maize and Sorghum) in the north of Italy. Indian Crops Production, 11: 179–186.

Arberg B, 1981. Plant growth regulators. Monosubstituted benzoic acid. Swedish Agricultural Research, 11: 93-105.

Bani P, Minuti A, Obonyo Luraschi A, Ligabue M and Ruozzi F, 2007. Genetic and environmental influences on in vitro digestibility of alfalfa. Asian Journal of Animal Sciences, 6: 251-253.

Brown JC, Holmes RS, Shapir RE and Specht AW, 1955. Effect of phosphorus and copper salts on iron chlorosis of rice in flooded, non-flooded soils the associated anzymatic activity. Soil Science, 19: 363-372.

De Herralde F, Biel C, Save R, Morales M A, Torreciallas A, Alarcon JJ and Sanchez-Blanco MJ, 1998. Effect of water and stress on the growth, gas exchange and water relations in *Agrynthemum coronopifolium* plants. Plant Science, 139: 9-17.

Archive of SID

www.SID.ir

Ebrahimzadeh L, Farahbakhsh H, and Arvin SMJ, 2009. Response of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) growth and development to exogenous application of plant growth regulators. Plant Ecophysiology, 2: 57-61.

El-Tayeb MA, 2005. Response of barley grain to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regulation, 45: 215-225.

Fang Y, Wang L, Xin Z, Zhao L, An X and Hu Q, 2008. Effect of foliar application of zinc, selenium, and iron fertilizers on nutrients concentration and yield of rice grain in China. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 56: 2079–2084.

Farooq M, Wahid A, Kobayashi N, Fujita D and Basra S, 2008. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. Agronomy for Sustainable Development, 29:185-212.

Ghorbani M, Ebrahimzadeh H and Sharifi M. 2004. Effect of NaCl mycorrhizal fungi on antioxidative enzymes in soybean. Biology of Plants, 48:575-581.

Gutierrez-Coronado M, Trejo CL and Larque-Saavedra A, 1998. Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. Plant Physiology and Biochemistry, 36: 563-565.

Heuer B and Nadler A, 1998. Physiological responses of potato plants to soil salinity and water deficit. Plant Science, 137:43-51

Iturbe-Ormaexte I, Escordeo P, Arrese-Igor C and Becana M, 1998. Oxidative damage in pea plants exposed to water deficit or paraquat. Plant Physiology, 116: 173-181.

Jafari AV, Frolich AC and Walsh EK, 2003. A note on estimation of quality in perennial rye grass by near in frared spectroscopy. Irish Journal of Agriculture and Food Research, 42: 293-299.

Jaleel CA, Manivannan P, Wahid A, Farooq M, Al-Juburi HJ, Somasundaram R and Panneerselvam R, 2009. Drought stress in plants: A review on morphological characteristics and pigments composition. International Journal of Agricultural Biology, 11: 100-105.

Keramer PJ, 1983. Water relation of plant. Academic Press, New York.

Kerepesi I and Galiba G, 2000. Osmotic and salt stress induced alternation in solute carbohydrate content in wheat seedlings. Crop Science, 40: 482-487.

Krishma S, 1995. Effect of sulphur and zinc application on yield, sulphur and zinc uptake and protein content of mungbean (green gram). Legume Research, 18(2): 89-92.

Lewis DC and Mc Farlane JD, 1986. Effect of foliar applied manganese on the growth of safflower and the diagnosis of manganese deficiency by plant issue and seed analysis. Australian Journal Agriculture Research, 37: 567-572.

Marshner H, 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd ed, Academic Press. Ltd. London.

Marshner H, Romheld V and Kissel M, 1986. Different strategies in higher plants in mobilization and uptake of iron. Journal Plant Nutrition, 9: 695-713.

Mortvedth J, 2003. Efficient fertilizer use micronutrient. Florida university published, 166: 125-139.

Pessarakli M, 2001. Handbook of Plant and Crop Physiology, 2nd ed, Marcel Dekker Inc, New York.

Poor P, Gemes K, Horvath F, Szepesi Simon L and Tari I, 2010. Salicylic acid treatment via the rooting medium interference with stomatal response, CO_2 fixation rate and carbohydrate metabolism in tomato, and decreases harmful effects of subsequent salt stress. Plant Biology, 13: 105-114.

Reddy AR, Chaitanya KV and Vivekanandan M, 2004. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. Journal of Plant Physiology, 11(161): 1189-1202.

Relling EA, Van Niekerk WA, Coertze RJ and Rethman NFG, 2001. An evaluation of *Panicum maximum* cv. Gatton: 3. The partial digestion by sheep of organic matter, nitrogen and neutral detergent fiber of

Archive of SID

www.SID.ir

herbage at three stages of maturity during summer, autumn or winter. South Africa Journal of Animal Science, 31: 93-99.

Sadegipour O, 2009. The influence of water stress on biomass and harvest index in three mungbean (*V. radiata* (L.) Wilczek) cultivars. Asian Journal of Plant Sciences, 8: 245-249.

Saraker AM, Rahman MS and Paul NK, 1999. Effect of soil moisture on relative leaf water content, chlorophyll, proline and sugar accumulation in wheat. Journal of Agronomy and Crop Science, 183: 225-229.

Schubert S, Serray R, Plies-Balzer E and Mengel K, 1995. Effect of drought stress on growth sugar concentration and amino acid accumulation in N_2 Fixing alfalfa *Medicago sativa*. Journal of Plant Physiology, 146: 541-546.

Shahba Z, Baghizadeh A, Vakili SM, Yazdanpanah A and Yosefi M, 2010. The salicylic acid effect on the tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.) sugar, protein and proline contents under salinity stress (NaCl). Journal of Biophysics and Structural Biology, 2: 35-41.

Ward JD, Redfearn DD, McCormick ME and Cuomo GJ, 2001. Chemical composition, ensiling characteristics, and apparent digestibility of summer annual forages in a subtropical double-cropping system with annual ryegrass. Dairy Science Journal, 84: 177-182.

Wilson JR, 1983. Effect of water stress on in vitro dry matter digestibility and chemical composition of herbage of tropical pasture species. Australian Journal Agriculture Research, 34: 377-390.

Zerbini E and Thomas D, 2003. Opportunities for improvement of nutritive value in sorghum and pearl millet residues in south Asia through genetic enhancement. Field Crop Research, 84: 3–15.

Archive of SID

www.SID.ir