نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۲، شماره ۴ ، زمستان ۱۳۹۳، ص. ۷۳۷-۷۲۷

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 12, No. 4, Winter. 2015, p. 727-737

تاثیرمحلول پاشی اکسید روی نانو و غیر نانو بر عملکرد و اجزای عملکرد ماش (*Vigna radiata* L.) در شرایط تنش خشکی

حسن شجاعی[۱] - حسن مکاریان[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۵/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱/۱۸

چکیده

به منظور بررسی اثرات محلول پاشی اکسید روی نانو و غیر نانو برعملکرد و اجزای عملکرد ماش تحت تاثیر کمبود آب آزمایشی بصورت کرت های خرد شده و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی شاهرود در سال ۹۱-۱۳۹۰ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل تنش آبی در سه سطح: شاهد (آبیاری کامل در تمام فصل رشد)، یک نوبت قطع آبیاری در مرحله۵۰درصد گلدهی، یک نوبت قطع آبیاری در مرحله۵۰درصد غلاف دهی بعنوان پلات اصلی و تیمارهای محلول پاشی روی در پلات های فرعی در پنج سطح شاهد (بدون محلول پاشی)، ۵ و ۱۰ گرم در لیتر نانو ذرات اکسید روی و ۵ و ۱۰ گرم در لیتر اکسید روی معمولی بودند. نتایج نشان داد که تنش خشکی در مرحله گلدهی و غلاف دهی بترتیب باعث کاهش معنی دار ۲/۲ و ۴ درصدی عملکرد نسبت به شاهد گردید. محلول پاشی روی به شکل های معمولی و نانو ذرات، صفات تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک را در شرایط تنش و عدم تنش بطور معنی داری افزایش داد. محلول پاشی با ۱۰ گرم نانو ذرات اکسید روی در شرایط عدم تنش، تنش در گلدهی و غلاف دهی بترتیب باعث افزایش ۶/۶ ، ۳/۶ و ۵/۴ درصدی عملکرد نسبت به عدم کاربرد آن گردید. براساس نتایج این پژوهش، محلول پاشی روی بصورت نانو ذرات نسبت به اکسید روی معمولی تاثیر بیشتری بر کاهش اثرات تنش خشکی در گیاه ماش نشان داد.

واژه های کلیدی : تنش آب، حبوبات، کودهای نانو، ریزمغذی ها

مقدمه

حبوبات بعد از غلات به عنوان مهمترین منبع غذایی بشر به خصوص از نظر پروتئین به شمار می آیند و در شرایط مختلف آب و هوایی از معتدل تا گرم کشت می شوند (۳۷). ماش (*Vigna radiata* L.) یکی از حبوبات مهم به شمار می آید که بومی هندوستان بوده و دانه آن سرشار از فسفر و پروتئین می باشد. ارزش غذایی بالا، نقش مثبت گیاه ماش در حاصلخیزی خاک، قابلیت تثبیت نیتروژن هوا، کوتاهی دوره رشد و عملکرد نسبتاً بالا، ضرورت تحقیق همه جانبه به منظور به دست آوردن بهترین مدیریت زراعی را برای این گیاه آشکار می سازد (۱۳). یکی از مهمترین عوامل محدود کننده تولید گیاهان زراعی در ایران و جهان کمبود آب می باشد که وقوع خشکسالی های پی در پی در اثر تغییرات اقلیمی شدت آن را مضاعف نموده است (۸). ماش گرچه نسبت به نخود و لوبیا مقاومت بیشتری به دوره های کوتاه مدت خشکی دارد اما محدودیت آب یکی از عوامل اصلی کاهش دهنده عملکرد آن در اکثر نقاط دنیا می باشد (۳۷). جلیلیان (۲۵) در مطالعه تنش خشکی در مراحل رشد و نمو گیاه ماش دریافت که تنش خشکی بر تمام مراحل فنولوژی گیاه تاثیر معنی داری داشته و حساس ترین مرحله رشد گیاه ماش به تنش خشکی مرحله گلدهی می باشد. پندی و همکاران (۳۳)، بیان نمودند که تنش شدید و خفیف خشکی از طریق ریزش گل ها و غلاف ها سبب کاهش ۴۵ تا ۶۰ درصدی عملکرد در ۱۰ ژنوتیپ ماش گردید. کمبود آب با تاثیر بر تورم سلولی و در نتیجه باز و بسته شدن روزنه‌ها، فرایند فتوسنتز، تنفس و تعرق را تحت تاثیر قرار داده و از طرف دیگر با تاثیر بر فرایندهای آنزیمی که بطور مستقیم با پتانسیل آب کنترل می شوند، بر رشد گیاه تاثیر منفی می گذارد (۲۸). بطور کلی تنش آب از طریق کاهش سطح برگ، بسته شدن روزنه ها، کاهش در قابلیت هدایت روزنه ها، کاهش در آبگیری کلروپلاست و سایر بخش های پروتوپلاسم وکاهش سنتز پروتئین و کلروفیل، سبب تقلیل فرایند

۱ - دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان
(*- نویسنده مسئول: (Email: h.makarian@yahoo.com
۲- استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهرود

Archive of SID
www.SID.ir

فتوسنتز و در نهایت سبب کاهش رشد و عملکرد گیاه می شود (۱۲). در تنش آب فعالیت های فیزیولوژی گیاه به طور مستقیم یا بطور غیر مستقیم دچار اختلال می گردد. از آنجایی که وجود فشار تورمی بالای سلولی برای انجام فعالیت های مهم فیزیولوژیکی از جمله رشد سلول ها و حرکات روزنه ای ضروریست، درک بیشتر این مسئله با دستکاری در روابط گیاه و آب، مقاومت در برابر تنش کم آبی در مقیاس فیزیولوژی و مولکولی می تواند موجب بهبود قابل توجه حاصلخیزی گیاه و کیفیت محیط شود (۳۸). عناصر ریز مغذی به ویژه روی (Zn) برای رشد گیاهان عالی ضروری بوده و در فعالیت های مختلف بیوشیمیایی شرکت دارند (۱۹). روی نقش اساسی را در سنتز پروتئین ها، RNA و DNA ایفا می کند (۴۰). هرچند نیاز گیاهان به روی اندک می باشد (۱۰۰–۵ میلی گرم در کیلوگرم) اما اگر گیاه با کمبود آن مواجه شود، تنش های فیزیولوژیکی ناشی از ناکارایی سیستم های متعدد آنزیمی و دیگر اعمال موتابولیکی مرتبط با روی، رشد و عملکرد گیاه را کاهش خواهند داد (۱۷). چاکر الحسینی و همکاران (۲۰) گزارش کردند که محلول پاشی روی با غلظت ۳ درهزار باعث افزایش معنی دار عملکرد برنج (*Oryza sativa* Vetch.) رقم چرام یک گردید. زند و همکاران (۱۰) دریافتند که کاربرد اکسید روی معمولی باعث کاهش تاثیر منفی تنش خشکی و افزایش عملکرد و اجزای عملکرد در گیاه ذرت (*Zea mays* L.) شد.

نانو ذرات و نانو کپسول‌ها وسیله ای کارآمد برای توزیع سموم دفع آفات و کودها با روش کنترل شده و با محل تعیین شده فراهم می کنند، در نتیجه کاهش صدمات جانبی را به دنبال دارند (۳۰). مواد نانو ساختار، به موادی اطلاق می‌شوند که حداقل یکی از ابعاد آن‌ها در مقیاس زیر ۱۰۰ نانومتر باشد. در این مقیاس کوچک و اتمی، خصوصیات و رفتارهای جالب و قابل توجه مواد از جمله واکنش‌پذیری و تحرک بالا، خصوصیات خودکنترلی و هوشمندی مشاهده می‌شود که دلیل اصلی آن سطح ویژه بالا در این مقیاس می‌باشد. از جمله ویژگی‌های جالب توجه دیگر نانو مواد، سبک و کوچک بودن، استفاده در مقادیر کم، چند کاربردی بودن و صرفه در مواد مصرفی است (۱۱). مواد شیمیایی کشاورزی که به صورت اسپری روی محصولات استفاده می‌شوند، فقط مقدار کمی از آن‌ها، که بسیار پایین‌تر از حداقل مقدار مؤثر مورد نیاز است، به محل مورد نظر در محصولات می‌رسد که ناشی از مشکلاتی مثل آب‌شویی آنها، کاهش به وسیله تجزیه نوری و هیدرولیز است. از این‌رو برای داشتن کارایی مطلوب، چندین تکرار لازم است که ممکن است سبب اثرات نامطلوب مثل آلودگی آب و خاک و نیز افزایش هزینه‌ها شود. استفاده از مواد نانو ذره که همه خصوصیات لازم مثل غلظت مؤثر (با قابلیت حل‌پذیری، ثبات و تأثیر بالا)، زمان رهایش کنترل شده در پاسخ به محرک خاص، تأثیرگذاری بیشتر و کاهش سمیت به روش آسان و سالم را دارند، سبب اجتناب از تکرار کاربرد می شوند (۲۴). دلفانی (۷) گزارش داد که محلول پاشی نانو ذرات منیزیم و نانو ذرات آهن برخی صفات مورفولوژیک لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) مثل ارتفاع ساقه را بطور معنی داری نسبت به شاهد افزایش داد. همین محقق بیان نمود که عملکرد و اجزای عملکرد، تعداد غلاف در بوته و وزن هزار دانه لوبیا در ترکیب تیماری ۰/۵ گرم در لیتر آهن معمولی و نانو ذرات منیزیم افزایش معنی داری نشان داد. با توجه به اینکه بخش قابل‌توجهی از دوره رشد گیاه ماش در تابستان قرار دارد و ناگزیر تنش گرمایی و تنش خشکی حاصل از آن را احساس خواهد کرد، شاید محلول‌پاشی روی بتواند موجب تخفیف تنش در این گیاه و بهبود رشد و عملکرد آن شود. بنابراین این پژوهش با هدف بررسی تاثیر محلول پاشی اکسید روی و نانو ذرات اکسید روی بر عملکرد و اجزای عملکرد ماش در شرایط تنش خشکی انجام شد.

مواد و روش ها

این تحقیق در مزرعه پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی شهرستان شاهرود با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵۷ دقیقه شمالی و میانگین ارتفاع از سطح دریا ۱۳۴۹/۱ متر در سال زراعی ۹۱–۱۳۹۰ اجرا شد. میزان متوسط بارندگی و درجه حرارت ماهیانه در طی دوره اجرای آزمایش در شکل ۱ نشان داده شده است (۱). اقلیم منطقه از نوع خشک تا نیمه خشک و خاک منطقه از نوع لوم رس می باشد. نتایج تجزیه خاک مزرعه آزمایشی در جدول ۲ نشان داده شده است. آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار انجام شد. عامل اصلی تنش خشکی شامل سطوح آبیاری کامل (شاهد)، قطع آبیاری یکبار در مرحله ۵۰درصد گلدهی و یکبار در مرحله ۵۰درصد غلاف دهی و عامل فرعی شامل محلول پاشی به دو شکل نانو ذرات اکسید روی و معمولی مشتمل بر ۵ سطح شاهد (بدون محلول پاشی)، ۵ و ۱۰گرم در لیتر نانوذرات اکسید روی، ۵ و ۱۰ گرم در لیتر اکسید روی معمولی بودند. اکسید روی و نانو ذرات اکسید روی از شرکت نانو اکسید روی پارس با کد آنالیز ۱۹۹۸۴ تهیه گردید. خصوصیات نانو ذرات اکسید روی مورد استفاده در جدول ۱ آمده است. زمین مورد نظر برای کشت در اسفند سال ۱۳۹۰ توسط گاوآهن با شخم عمیق برگردانده شد. عملیات تکمیلی تهیه بستر شامل شخم سطحی، دیسک، تسطیح و آماده سازی کرت ها در اوایل خرداد ماه همان سال انجام شد. کاشت بذر ماش در تاریخ ۲۵ خرداد ۱۳۹۱ انجام شد. محلول پاشی یک بار در زمان ۴۰ روز بعد از کاشت و یکبار هم در زمان ۵۵ روز بعد از کاشت انجام شد. براساس آزمایش خاک ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل (معادل ۴۶ کیلوگرم P_2O_5) و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیترات آمونیوم (معادل ۴۲ کیلوگرم N) مورد استفاده قرار گرفت. کود فسفاته و یک سوم کود نیتروژن قبل

Archive of SID

www.SID.ir

کاشت مخلوط با خاک و مابقی کود نیتروژنه بصورت سرک در دو مرحله طی فصل رشد استفاده گردید. هر کرت آزمایشی شامل ۶ ردیف کاشت ۴ متری با فاصله بین ردیف ۳۰ سانتی متر و فاصله بوته روی ردیف ۱۰ سانتی متر (تراکم ۱۰ بوته در متر مربع) بود. در طول فصل رشد علف های هرز چندین بار با دست وجین گردید. در پایان دوره رشد وقتی بیش از ۹۰ درصد غلاف ها به رنگ زرد درآمده بودند، از هر کرت ۱۰ بوته به طور تصادفی از سطح خاک برداشت و جهت تعیین اجزاء عملکرد از قبیل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه به آزمایشگاه منتقل گردید. برای اندازه گیری عملکرد بیولوژیک و عملکرد اقتصادی با حذف حاشیه از هر چهار طرف کرت از سطح ۲ متر مربع کل گیاهان موجود برداشت شد. به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده ها از نرم افزار SAS، ترسیم نمودارها با Excel و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد غلاف در بوته

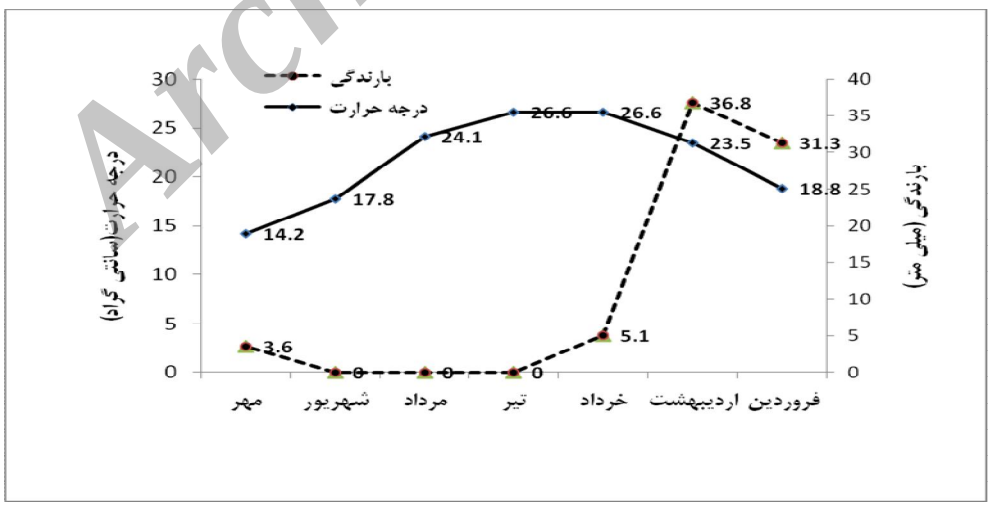
نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که اثر سطوح مختلف تنش خشکی و محلول پاشی روی و اثر متقابل تنش در محلول پاشی روی بر تعداد غلاف در بوته در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که تنش خشکی در مرحله گلدهی و غلاف دهی سبب کاهش معنی دار تعداد غلاف در بوته نسبت به عدم تنش گردید. اما تاثیر آن در مرحله غلاف دهی شدیدتر بود (شکل ۲).

جدول۱- مشخصات نانو ذرات اکسید روی مورد استفاده در آزمایش

مشخصات نانو ذرات روی	
شکل ذره	متمایل به کروی
رنگ	سفید مایل به زرد
دامنه قطر ذرات(نانومتر)	۶-۱۲
خلوص(درصد)	۹۹/۸
سطح ویژه (متر مربع بر گرم)	۴۰-۱۵۰
چگالی توده (کیلوگرم بر متر مکعب)	۱۰۵

جدول ۲ - نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک محل آزمایش در عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری

هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$)	pH	کربن آلی (٪)	نیتروژن (٪)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	روی (ppm)	بافت خاک
۱/۵	۷/۸	۰/۴	۰/۰۸	۱۰	۲۸۰	۱/۱	لومی



شکل ۱ – نمودار وضعیت بارندگی و درجه حرارت هوای شاهرود در طول دوره اجرای آزمایش در سال ۱۳۹۱(۱)

Archive of SID

www.SID.ir

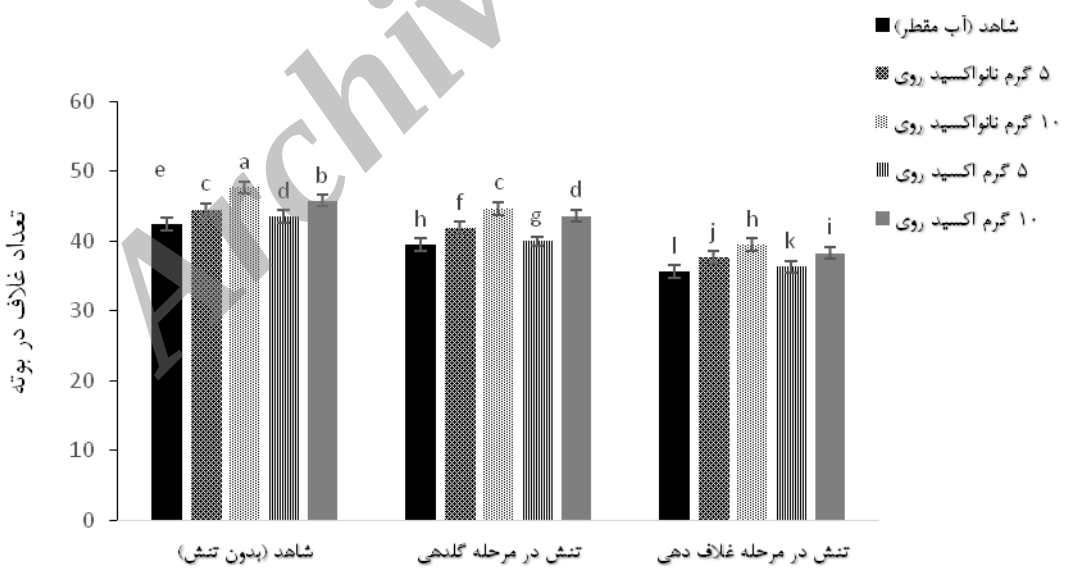
جدول ۳ – تجزیه واریانس میانگین مربعات عملکرد و اجزای عملکرد ماش تحت تاثیر تنش خشکی و محلول پاشی روی

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
تکرار	۳	۴۴/۲۵	۱۳۴/۴۳	۲/۹۸	۲۱۹/۵۶	۴۴۰۰۰	۱۸۶۹	۹/۹۶
تنش خشکی	۲	۲۹/۹۸**	۲۳۴۴/۳۵**	۱۰/۰۵**	۱۶۰/۹۳**	۱۵۶۸۶۵**	۴۵۱۱**	۴۹/۸۵**
خطا	۶	۰/۱۹	۱/۶۴	۰/۰۲۴	۰/۶۸	۴۱	۵۷/۴۳	۰/۱۳۷
محلول پاشی	۴	۲۲/۲۱**	۸۳۵/۴۴**	۱/۰۵**	۵۹/۸۱**	۱۰۳۵۲**	۲۴۹۵/۱۱**	۰/۹۴۵^{ns}
تنش×محلول پاشی	۸	۱/۲۵**	۴۳/۶۳**	۰/۰۵**	۲/۰۴**	۱۰۰۶**	۱۰۰/۵۳**	۱/۷۶^{ns}
خطا		۱/۷۴	۳۳/۴	۰/۰۵۴	۰/۷۸	۴۱/۶۶	۲۰/۵۳	۰/۷۹
ضریب تغییرات(درصد)	۳۶	۲۵	۲۶/۶۴	۲۸	۱۶	۱۴/۳۸	۲۴/۵۷	۱۶/۹۷

*، ** و ns– به ترتیب نشان دهنده، معنی‌داری در سطح ۵٪، ۱٪ و غیر معنی‌دار می‌باشد.

بررسی اثر متقابل تنش در محلول پاشی (شکل ۲) نشان داد که محلول پاشی در شرایط وجود و عدم وجود تنش خشکی باعث افزایش تعداد غلاف در بوته می شود. اما در بین تیمارهای تنش، بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به تیمار تنش در مرحله گلدهی با محلول پاشی ۱۰ گرم نانوذرات اکسید روی بدست آمد. به عبارتی محلول پاشی در مرحله گلدهی تاثیر بیشتری بر تعداد غلاف در بوته نسبت به مرحله غلاف دهی داشته است. کاهش تعداد غلاف در بوته پس از اعمال تنش موافق با نتایج تالوس و همکاران (۳۶) و بهبودیان و همکاران (۱۸) بود که نشان دادند اعمال تنش خشکی بعد از شروع مرحله تشکیل غلاف با کاهش تشکیل و همچنین افزایش ریزش غلاف ها در بدو تشکیل دانه همراه است. واکریم و همکاران (۳۹) نیز بیان کردند که در گیاهان رشد نامحدودی مانند لوبیا، اگر گیاه در شرایط تنش قرارگیرد، تعداد غلاف کم تری فرصت تشکیل دارند.

نتایج نشان داد که محلول پاشی با ۱۰ گرم نانو ذرات اکسید روی و یا ۱۰ گرم اکسید روی معمولی در شرایط تنش خشکی در مرحله گلدهی توانست تعداد غلافی بیشتر از تیمار عدم تنش و عدم محلول پاشی تولید کند. در همین ارتباط، احمدی (۱۴) در بررسی خود نشان داد که هرچه میزان مصرف کود سولفات روی بالاتر رود تعداد دانه در نیام، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه لوبیا افزایش می‌یابد.



شکل ۲-اثر متقابل تنش خشکی در محلول پاشی اکسید روی بر تعداد غلاف در بوته ماش

Archive of SID

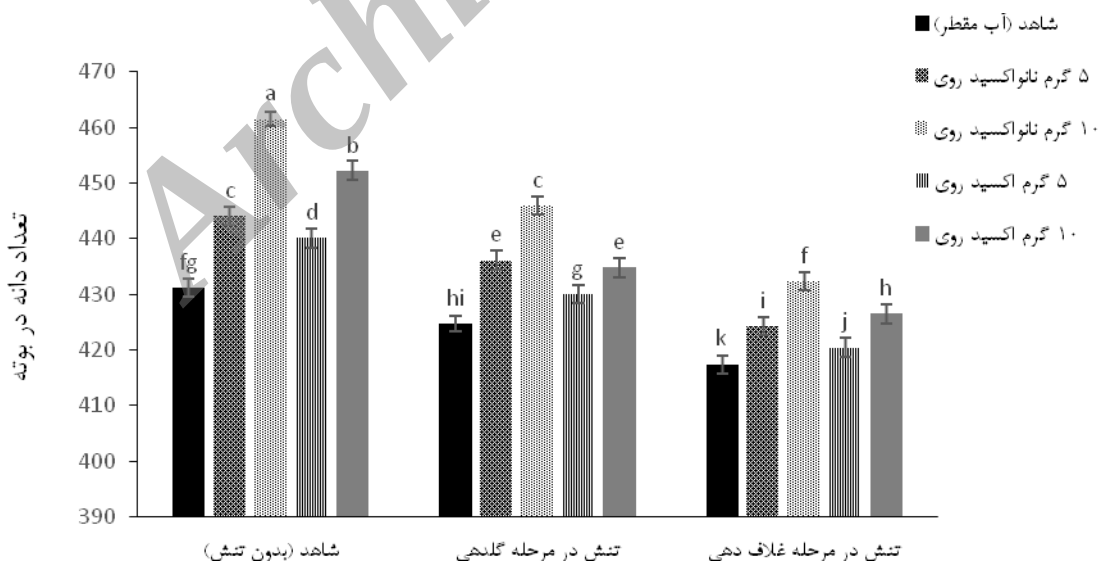
www.SID.ir

تعداد دانه در بوته

تعداد دانه در بوته به طور معنی داری (درسطح یک درصد) تحت تاثیر تنش خشکی و محلول پاشی قرار گرفت. همچنین اثر متقابل تنش در محلول پاشی در سطح یک درصد بر این صفت معنی دار شد (جدول ۳). بررسی اثر متقابل تنش در محلول پاشی (شکل ۳) نشان داد که تنش باعث کاهش تعداد دانه در بوته شد به طوری که در تیمار تنش در مرحله غلاف دهی این کاهش نسبت به تنش در مرحله گلدهی بیشتر بود. از طرفی محلول پاشی اکسید روی در حالت تنش و عدم تنش باعث افزایش معنی دار تعداد دانه در بوته شد. در بین تیمارهای تنش، بیشترین تعداد دانه در بوته مربوط به تیمار تنش در مرحله گلدهی و محلول پاشی با ۱۰ گرم نانوذرات اکسید روی بود. کاربرد۱۰ گرم نانوذرات اکسید روی در هردو شرایط تنش و عدم تنش بیشترین تعداد دانه در بوته را به همراه داشت، بطوریکه کاربرد ۱۰ گرم نانوذرات اکسید روی در تنش مرحله غلاف دهی توانست به اندازه تیمار عدم تنش و عدم محلول پاشی، دانه در بوته تولید نماید. جلیلیان (۲۵) بیان کرد که تنش خشکی می تواند باعث کاهش تعداد دانه در بوته گردد. تنش خشکی با کاهش گرده افشانی موجب کاهش تعداد دانه در بوته و همچنین با کاهش فتوسنتز موجب کاهش رشد گیاه می گردد. گزارش شده است که عنصر روی در ساخت پروتئین لوله گرده شرکت کرده و سبب ذخیره آن در این اندام شده که این امر منجر به افزایش گرده افشانی و تشکیل میوه و دانه می‌شود (۲۷). بنابراین، به نظر می رسد که کاربرد روی با تاثیر مثبت برگرده افشانی و تولید دانه گرده و همچنین کاهش اثرات تنش خشکی سبب افزایش فتوسنتز و متعاقبا افزایش تعداد دانه در بوته شده است.

تعداد دانه در غلاف

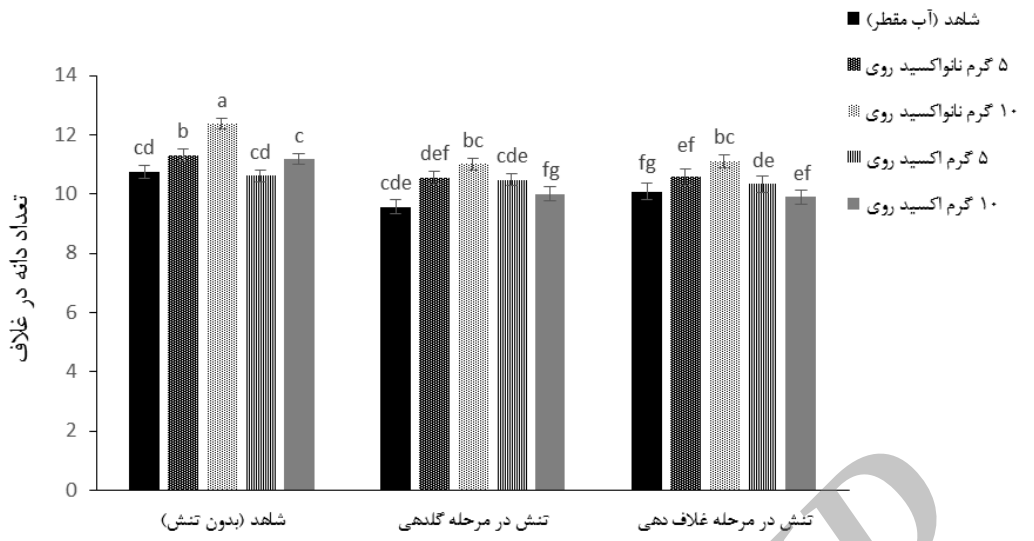
اثر تنش خشکی و محلول پاشی در سطح یک درصد بر تعداد دانه در غلاف معنی دار بود. همچنین اثرات متقابل تنش در محلول پاشی نیز بر تعداد دانه در غلاف معنی دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که تنش خشکی در مرحله غلاف دهی باعث کاهش ۲۰ درصدی تعداد دانه در غلاف نسبت به شاهد گردید (داده ها نشان داده نشده است). همچنین محلول پاشی در شرایط تنش و عدم تنش تاثیر متفاوتی بر تعداد دانه در غلاف داشت بطوریکه در شرایط عدم تنش، ۱۰ گرم نانوذرات اکسید روی بیشترین تعداد دانه در غلاف را تولید کرد (شکل ۴). در لوبیا چشم بلبلی نیز بیشترین تعداد بذر در غلاف در شرایط بدون تنش رطوبتی حاصل شد (۹). توماس و همکاران (۳۷) مشاهده کردند که وقوع تنش خشکی در مرحله زایشی از طریق کاهش نرخ گل انگیزی و ریزش گل ها و غلاف ها منجر به سقط و کاهش ۳۷ درصدی تعداد دانه در غلاف می شود. ترابیان و زاهدی (۲) نیز تاثیر مثبت نانو ذره آهن را نسبت به آهن معمولی بر رشد و عملکرد آفتابگردان گزارش کردند. از خصوصیات ذرات نانو قابلیت حل پذیری و جذب بالا در گیاه می‌باشد (۲۴). از این رو به نظر می‌رسد نانوذره اکسید روی نسبت به اکسید روی، به دلیل ثبات و پایداری اثر بالا، بیشتر در اختیار گیاه قرار گرفته و در تشکیل دانه بیشتر درغلاف موثرتر بوده است.



شکل ۳- اثر متقابل تنش خشکی در محلول پاشی اکسید روی بر تعداد دانه در بوته ماش

Archive of SID

www.SID.ir



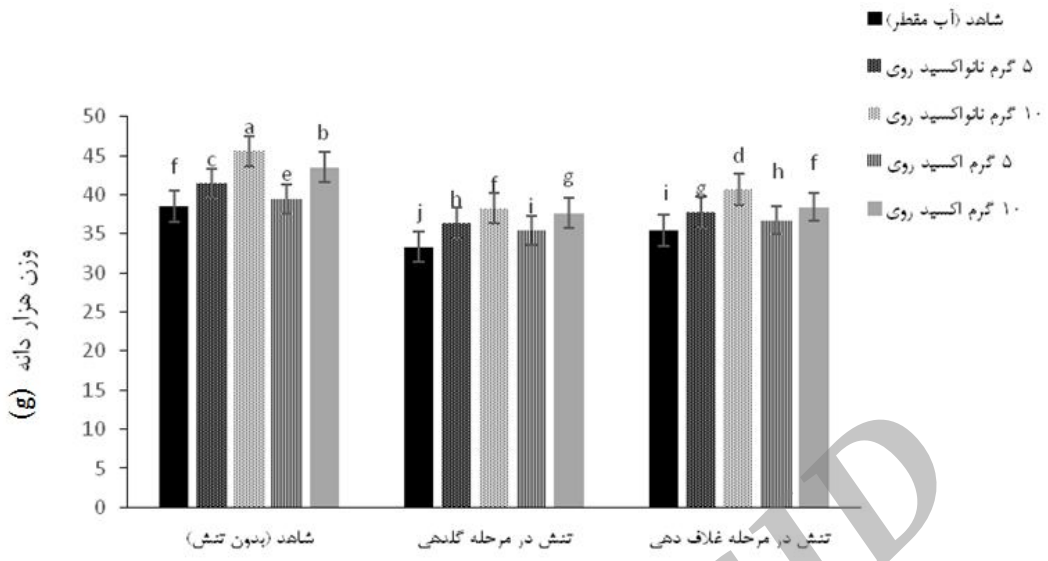
شکل٤- مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی اکسید روی، بر صفت تعداد دانه در غلاف

وزن هزار دانه

اثر تنش خشکی، محلول پاشی و اثر متقابل تنش در محلول پاشی در سطح یک درصد بر وزن هزار دانه معنی دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین ها نشان داد که تنش خشکی در هر دو مرحله گلدهی و غلاف دهی باعث کاهش معنی دار وزن هزار دانه نسبت به شاهد گردید، به طوری که تیمار تنش در مرحله غلاف دهی وزن هزار دانه را نسبت به شاهد ۱۳/۱۸ درصد کاهش داد. وزن هزار دانه در پاسخ به محلول پاشی افزایش نشان داد، به طوری که در تیمار محلول پاشی با ۱۰ گرم نانوذرات اکسید روی وزن هزاردانه افزایش معنی دار ۱۵/۹۸ درصدی نسبت به شاهد نشان داد و بعد از آن محلول پاشی با ۱۰ گرم اکسید روی، محلول پاشی با ۵ گرم نانوذرات اکسید روی و محلول پاشی با ۵ گرم روی نیز افزایش معنی دار وزن هزار دانه را به همراه داشتند (داده ها نشان داده نشده است). در مطالعه دیویس و همکاران (۲۲) نیز تنش خشکی وزن هزار دانه نخود (*Cicer arietinum*) را به طور معنی داری کاهش داد. به گفته همین محققین، اعمال آبیاری در مرحله پرشدن دانه ها زمینه را برای دوام بیشتر فتوسنتز و تولید مواد فتوسنتزی و همچنین انتقال مواد جهت پرکردن دانه ها فراهم نموده و از این طریق سبب بهبود وزن دانه می گردد. بررسی اثر متقابل تنش در محلول پاشی (شکل ۵) نشان داد، محلول پاشی با نانوذرات اکسید روی و اکسید روی در شرایط تنش و عدم تنش خشکی باعث افزایش وزن هزار دانه شد. در بین تیمارهای تنش بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تنش در مرحله غلاف دهی با محلول پاشی ۱۰ گرم نانوذرات اکسید روی بود. محلول پاشی در مرحله گلدهی تاثیر کمتری بر روی وزن هزار دانه نسبت به مرحله غلاف دهی داشت که این امر احتمالا به این دلیل می تواند باشد که شکل گیری دانه پس از تشکیل غلاف و در مرحله پرشدن اتفاق می افتد لذا محلول پاشی در این مرحله که مصادف با غلاف دهی و پرشدن می باشد تاثیر بیشتری نسبت به محلول پاشی در مرحله گلدهی دارد. در توجیه کارایی بهتر ذرات نانواکسید روی نسبت به اکسید معمولی باید به خود ساختار ذرات نانو اشاره کرد، از آنجایی که ذرات نانو دارای ابعاد بسیار ریزی هستند لذا سطح ویژه بالایی دارند که این امر واکنش پذیری و تحرک بالاتری در گیاه ایجاد می کند و باعث می‌شود محلول کود روی با سرعت و همگنی بالاتر در گیاه توزیع شود، مجموعه این دلایل افزایش پارامترهای موثر در اجزای عملکرد را به دنبال دارد و به طور ویژه در شرایط وقوع تنش از گیاه در برابر آسیب‌های جدی محافظت می‌کند (۱۱ و ۳۰). مطالعات نشان داده است که مرحله نموی شروع غلاف دهی تا دانه بندی کامل درتعیین وزن هزاردانه بیشترین تاثیر را دارد. تنش دراین مرحله باکاهش حرکت مواد ذخیره‌ای به دانه به علت محدودیت آب و یا با کاهش سهم فتوسنتزی جاری برگ‌ها درپرشدن دانه و وزن هزاردانه اثر می‌گذارد (۲۱). در سویا (*Glycine max* L.) محلول پاشی روی و آهن در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط عدم محلول پاشی به صورت معنی دار وزن هزار دانه را افزایش داده است. دو عنصر روی و آهن در فرایندهای فتوسنتزی و تجمع هیدرات کربن نقش مهمی دارند (۵). لذا با توجه به نتایج بدست آمده و نتایج سایر محققین به نظر می رسد محلول پاشی روی در شرایط وقوع تنش می تواند فرایندهای فتوسنتزی و تجمع کربوهیدرات ها را بهبود بخشیده و اثرات تنش را کاهش دهد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵- اثر متقابل تنش خشکی در محلول پاشی اکسید روی بر وزن هزار دانه ماش

عملکرد بیولوژیک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای قطع آبیاری و محلول پاشی بر عملکرد بیولوژیک در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). بیشترین عملکرد بیولوژیک مربوط به تیمار شاهد (بدون تنش) و کمترین عملکرد بیولوژیک مربوط به قطع آبیاری در مرحله غلاف دهی و بعد از آن قطع آبیاری در مرحله گلدهی بود. کاهش وزن اندام هوایی و تولید فراورده‌های فتوسنتزی در نتیجه محدودیت آب توسط باسول و همکاران (۱۶) گزارش شده است. در بین سطوح محلول پاشی بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک مربوط به محلول پاشی ۱۰ گرم نانو ذرات اکسید روی و بعد از آن محلول پاشی با ۱۰ گرم اکسید روی، محلول پاشی با ۵ گرم نانو ذرات اکسید روی و ۵ گرم اکسید روی قرار داشتند (نتایج نشان داده نشده است).

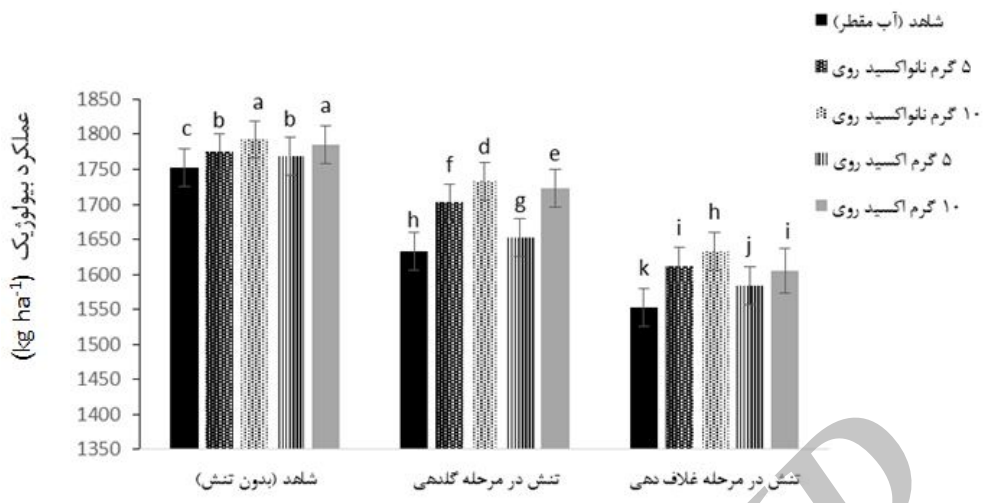
بررسی اثر متقابل تنش در محلول پاشی (شکل ۶) نشان داد که عملکرد بیولوژیک در پاسخ به کم آبیاری کاهش یافت به طوری که تنش در مرحله غلاف دهی تاثیر بیشتری نسبت به تنش در گلدهی روی عملکرد بیولوژیک ایجاد کرد. در بین تیمارهای عدم تنش و تنش در دو مرحله گلدهی و غلاف دهی بیشترین مقادیر عملکرد بیولوژیک مربوط به محلول پاشی با ۱۰ گرم نانو ذرات اکسید روی بود، هرچند در شرایط عدم تنش بین تیمار ۱۰ گرم اکسید و ۱۰ گرم نانو ذرات اکسید روی تفاوت معنی داری وجود نداشت. همچنین کمترین عملکرد بیولوژیک نیز در تیمارهای عدم تنش و تنش در دو مرحله گلدهی و غلاف دهی مربوط به شاهد (عدم محلول پاشی) بود. طبق مطالعات دومینیک و همکاران (۲۳)، تنش خشکی در مراحل اولیه رشد گیاه بسیار تاثیر گذار بر زیست توده و متوسط طول میانگره می‌باشد، از این رو محلول پاشی در این مرحله از کاهش شدید زیست توده گیاه جلوگیری می‌کند. گزارشات زیادی حاکی از اثر مثبت محلول پاشی اکسید روی، در جلوگیری از کاهش عملکرد بیولوژیک در شرایط خشکی دارد (۱۵ و ۲۶). دلفانی (۷) به تاثیر معنی دار نانو ذرات نسبت به اکسید منیزیم و آهن معمولی در افزایش صفات رشدی و عملکرد لوبیا چشم بلبلی (*Vigna sinensis* L.) اذعان کرده است و این افزایش در رشد گیاه را به جذب بهتر نانوذرات نسبت به نوع معمولی این کودها نسبت داده است.

عملکرد دانه

براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، اثر سطوح تنش خشکی و محلول پاشی و اثر متقابل آنها در سطح یک درصد بر عملکرد دانه ماش معنی دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین ها نشان داد که عملکرد در تیمار تنش در مرحله غلاف دهی و گلدهی کاهش معنی داری نسبت به شاهد نشان داد (داده ها نشان داده نشده است). همچنین محلول پاشی افزایش معنی دار عملکرد را در حالت تنش و عدم تنش به همراه داشت اما تاثیر آن در حالت عدم تنش بیشتر بود، به طوری که کاربرد ۱۰ گرم نانوذرات اکسید روی در شرایط عدم تنش افزایش معنی دار ۶/۶ درصدی عملکرد را نسبت به شاهد نشان داد اما در حالت تنش در مرحله گلدهی و غلاف دهی افزایش عملکرد نسبت به شاهد بترتیب برابر با ۳/۶ و ۵/۴ درصد بود (شکل ۷). محلول پاشی با ۱۰ گرم اکسید روی، ۵ گرم نانوذرات اکسید روی و ۵ گرم اکسید روی در مراتب بعدی از نظر تاثیر بر این صفت قرار داشتند (شکل ۷).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ٦- اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی اکسید روی بر عملکرد بیولوژیک

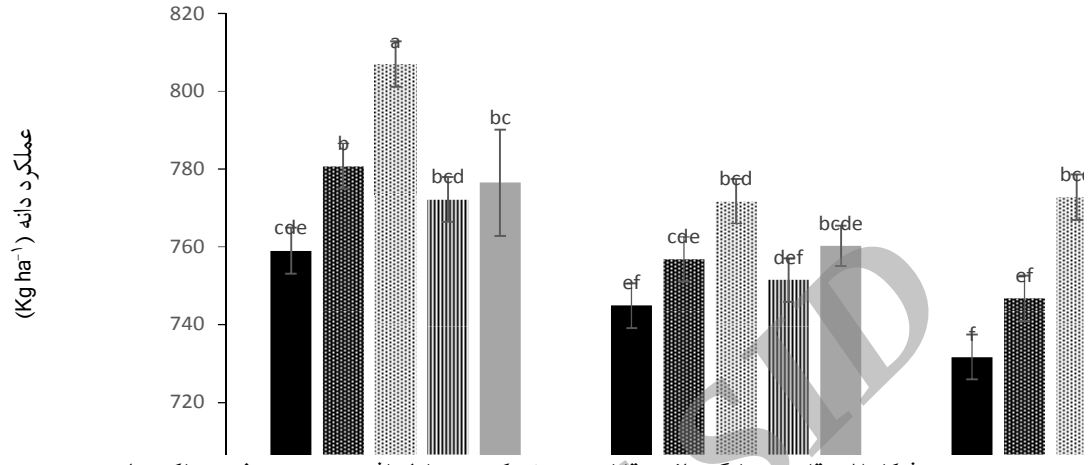
گزارش‌ها حاکی از آن است که محلول پاشی روی در سویا باعث افزایش طول دوره گل دهی و غلاف بندی و افزایش تعداد دانه در غلاف و افزایش سطح برگ و وزن خشک و در نتیجه افزایش عملکرد می‌گردد (۱۵ و ۳۴). در این آزمایش نیز نتایج بررسی همبستگی (جدول ۴) نشان داد که صفاتی مانند تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه رابطه مثبت و معنی داری با عملکرد داشت. بنابراین هر عاملی که بر صفات مذکور تاثیر داشته باشد در نهایت بر عملکرد گیاه نیز تاثیر گذار خواهد بود. در شرایطی که گیاه با تنش مواجه می‌شود رادیکال‌های آزاد مثل گروه هیدروکسیل و پراکسید سنتز می‌شوند که برای گیاه سمیت به همراه می‌آورد و باعث مرگ سلولی می‌شود. وجود آنزیم‌های آنتی اکسیدان مثل پراکسیداز و سوپراکسید دسموتاز از مکانیسم‌های دفاعی گیاهان در برابر این مواد سمی است و مقاومت در برابر تنش ایجاد می‌کنند. عنصر روی به عنوان کوفاکتور آنزیم‌های آنتی اکسیدان است و در شرایط تنش خشکی در ایجاد مقاومت گیاه نقش مهمی دارد (۴۰). بر اساس نتایج بدست آمده نانو ذرات اکسید روی نسبت به روی معمولی تاثیر بیشتری بر عملکرد ماش داشت که با یافته های جابرزاده و همکاران (۴) در خصوص تاثیر مثبت نانوذرات به خصوص در شرایط تنش خشکی در گندم (*Triticum aestivum*) مطابقت دارد. طبق گزارش این محققین نانو ذرات با غلظت ۰/۰۲٪ اکسید تیتانیوم از طریق افزایش فرایند باروری، تعداد دانه در هر سنبله را افزایش داده و عملکرد بالاتری تولید کرد. پندی و همکاران (۳۲)، گزارش کردند که مصرف نانو ذرات اکسید روی از طریق افزایش سطح ایندول استیک اسید در ریشه نخود موجب افزایش رشد این گیاه گردید. با توجه به قطر نانو ذرات انتظار می رود سرعت جذب، انتقال و تجمع ذرات نانو بسیار بیشتر از ذرات معمول باشد (۲). بالا بودن کارایی جذب و سطح مخصوص ذرات نانو در مقایسه با ذرات معمول، اثرگذاری بیشتر این ذرات را می تواند توجیه کند(۲۹). لذا افزایش عملکرد تحت تاثیر محلول پاشی روی بخصوص از نوع نانو ذرات اکسید روی در شرایط تنش و عدم تنش دور از انتظار نمی باشد.

شاخص برداشت

شاخص برداشت نشان دهنده میزان مواد انتقال یافته و ذخیره شده در دانه نسبت به کل مواد تولید شده در دوران رشد رویشی و زایشی است (۳). همان گونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود اثر سطوح مختلف تنش در سطح یک درصد براین صفت معنی دار بود. همچنین قابل ذکر است که محلول پاشی روی و اثرات متقابل تنش و محلول پاشی بر شاخص برداشت معنی دار نبود. مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین شاخص برداشت در تیمار تنش در غلاف دهی بدست آمد و بعد از آن تیمارهای تنش در گلدهی و شاهد قرار داشتند (شکل ۸). مطالعه همبستگی بین صفات نشان داد (جدول ۴) که شاخص برداشت رابطه مثبت معنی دار (۴۶درصد) با تعداد دانه در غلاف و رابطه منفی قوی و معنی دار (۸۸ درصد) با عملکرد بیولوژیک داشت که این نتایج بیانگر این است که هر عاملی مانند تنش خشکی که بر عملکرد بیولوژیک تاثیر منفی داشته باشد، شاخص برداشت را نیز افزایش خواهد داد. راعی و همکاران (۸) در بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری بر شاخص برداشت اذعان داشتند که در تیمار بدون آبیاری شاخص برداشت نسبت به آبیاری کامل کمتر بود. کاهش شاخص برداشت در تیمار تنش خشکی در مرحله رویشی و زایشی می‌تواند به دلیل کاهش سطح فتوسنتزکننده، کاهش انتقال مجدد مواد فتوسنتز شده درمرحله پرشدن دانه‌ها نیز باشد (۶).

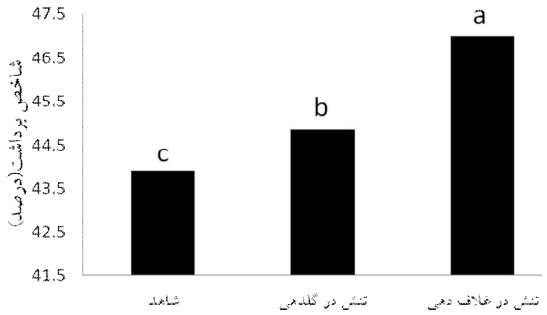
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی روی، بر صفت عملکرد دانه

علاوه برتجمع ماده خشک، تسهیم مواد پرورده بین اندام‌های مختلف گیاه نیز مهم است، بطوریکه در تیمار تنش خشکی در مرحله رویشی بخش بیشتری از مواد فتوسنتزی تولید شده صرف ریشه‌ها شده تا آب بیشتری برای گیاه تأمین نماید. بنابراین درچنین شرایطی شاخص برداشت کاهش می‌یابد (۳۵). در آزمایش حاضر مشخص شد چنانچه گیاه ماش در دوره غلاف دهی تحت کم آبیاری قرار گیرد شاخص برداشت آن افزایش می یابد. خوشوقتی (۶) بیان کرد که احتمالا به دلیل فعال شدن فرایندهای انتقال مجدد مواد ذخیره شده، گیاه به مقابله با تنش پرداخته و شاخص برداشت را در شرایط تنش افزایش می‌دهد. به هر حال کاهش تولید مواد فتوسنتزی و کاهش عملکرد بیولوژیک در اثر تنش خشکی که در بخش قبل نیز بحث شد می تواند در تغییر شاخص برداشت تاثیر گذار بوده و آن را در شرایط تنش افزایش دهد.



شکل ۸- مقایسه میانگین اثر تنش خشکی بر شاخص برداشت

نتیجه گیری

این پژوهش نشان داد که اگرچه تنش خشکی می تواند عملکرد و اجزای عملکرد ماش را تحت تاثیر قرار دهد، ولی میزان تاثیر گذاری به مرحله وقوع تنش نیز بستگی دارد. بطوریکه تنش در مرحله غلاف دهی بعلت کاهش تشکیل غلاف و ریزش غلاف ها در بدو تشکیل دانه نسبت به مرحله گلدهی تاثیر منفی تری بر عملکرد و اجزای عملکرد ماش نشان داد. همچنین محلول پاشی با نانو اکسید روی و اکسید روی توانست آثار منفی تنش را کاهش دهد. از میان تیمارهای به کار رفته بترتیب محلول پاشی با ۱۰ گرم نانو اکسید روی، ۱۰ گرم اکسیدروی، ۵ گرم نانواکسید روی و ۵ گرم اکسید روی بیشترین تاثیر مثبت بر عملکرد و اجزای عملکرد ماش نشان دادند. تعداد دانه در بوته، تعداد غلاف و تعداد دانه در غلاف و در نتیجه عملکرد گیاه متاثر از توانایی باروری گل ها و تولید دانه می باشد (۳۲). بنابراین محلول پاشی روی بصورت نانو ذرات بدلیل کارایی جذب و انتقال بالا در مقایسه با ذرات معمول می تواند در شرایط تنش و عدم تنش خشکی تاثیر مثبت بر رشد و عملکرد گیاه ماش داشته باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در گیاه ماش

	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزاردانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تعداد غلاف در بوته	۱						
تعداد دانه در بوته	۰/۸۶**	۱					
تعداد دانه در غلاف	-۰/۹۷**	-۰/۷۳**	۱				
وزن هزاردانه	۰/۴۹**	۰/۷۰**	-۰/۳۴**	۱			
عملکرد دانه	۰/۵۲**	۰/۷۷**	-۰/۳۶**	۰/۵۵**	۱		
عملکرد بیولوژیک	۰/۵۹**	۰/۷۴**	-۰/۴۹**	۰/۴۴**	۰/۸۰**	۱	
شاخص برداشت	-۰/۵۰**	-۰/۵۱**	۰/۴۶**	-۰/۲۲ns	-۰/۴۴**	-۰/۸۸**	۱

منابع

۱- آمار ماهیانه هواشناسی شاهرود مربوط به سال ۱۳۹۱ اخذ شده از سایت سازمان هواشناسی استان سمنان به آدرس: http://www.semnanweather.ir/cities_statistics2.php?index=2

۲- ترابیان، ش. و م. زاهدی . ۱۳۹۲. تاثیر تغذیه برگی سولفات آهن به دو شکل معمول و نانو ذرات بر رشد ارقام آفتابگردان تحت تنش شوری. مجله علوم گیاهان زراعی ایران ۱: ۱۱۸-۱۰۹.

۳- ثمن، م.، ع. سپهری و گ. احمدوند. ۱۳۹۰. تجمع ماده خشک و تولید متابولیت های سازگار در شش ژنوتیپ نخود تحت سطوح مختلف رطوبت خاک. مجله زیست شناسی ایران ۲۴. ۳۸۹-۳۷۳.

۴- جابرزاده، ا.، پ. معاونی توحیدی، ح. مقدم و ا. مرادی. ۱۳۸۹. بررسی اثر محلول پاشی نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم بر روی برخی خصوصیات زراعی در گندم تحت شرایط تنش خشکی. فصلنامه علمی- پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی ۲: ۳۰۱- ۲۹۵.

۵- جلیل شش بهره، م. و م. موحدی دهنوی. ۱۳۹۱. اثر محلول پاشی روی و آهن بر بنیه بذر سویا رشد کرده در شرایط تنش خشکی. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی ۵: ۳۵-۱۹.

۶- خوشوقتی، ح. ۱۳۸۵. اثرات محدودیت آب بر روند رشد و عملکرد سه رقم لوبیا چیتی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تبریز. ۱۱۴ صفحه.

۷- دلفانی، م. ۱۳۹۰. تاثیر محلول پاشی نانو ذره آهن و منیزیم بر برخی خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک لوبیا چشم بلبلی. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه صنعتی شاهرود. ۱۷۰ صفحه.

۸- راعی، ی.، ن. مقصی و ر. سیدشریفی. ۱۳۸۶. اثر سطوح مختلف آبیاری و تراکم بوته و اجزای آن در نخود نوع دسی کاکا (تیپ دسی). مجله علوم زراعی ایران ۴: ۳۸۱- ۳۷۱.

۹- رضایی ع. و کامگار حقیقی ع. ا . ۱۳۸۸. اثر تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد گیاه لوبیا چشم بلبلی. مجله پژوهشهای خاک (علوم خاک و آب) ۲۳: ۱۲۴-۱۱۷.

۱۰- زند، ب.، ع. سروش زاده، ف. قناتی، و ف. مرادی. ۱۳۸۸. اثر محلول پاشی عنصر روی و تنظیم کننده رشد اکسین بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت علو فه ای در شرایط کمبود آب. مجله به زراعی نهال و بذر ۲۵: ۴۴۸-۴۳۱.

۱۱- علی نژاد، د. و ه. گلی. ۱۳۸۴. نانو کامپوزیت ها و کاربردهای آنها، نشر زبان تصویر، ۱۲۰صفحه.

۱۲- علیزاده، ا.، ا. مجیدی، ح. ا. نادیان، ق. نورمحمدی، و م. ر. عامریان. ۱۳۸۸. بررسی اثر تنش خشکی و مقادیر مختلف نیتروژن بر فنولوژی و رشد و نمو ذرت. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۵: ۳۱۹-۳۰۹.

۱۳- مجنون حسینی، ن. ۱۳۸۷. زراعت و تولید حبوبات. چاپ چهارم. انتشارات جهاد دانشگاهی.۲۸۳ صفحه.

14- Ahmadi, M. 2010. Effect of zinc sulfate fertilizer on physiological characteristics and yield of chickpea under different planting densities. Proceedings of the 11th Congress of Plant Agriculture reform, 2-4 Jul. 2010.Tehran, Iran.

15- Banks, L. W. 2004. Effect of timing of foliar zinc fertilizer on yield component of soybeans. Australian Journal of Exjerimental Agriculture and Animal Husbandry, 22: 226- 231.

Archive of SID

www.SID.ir

16- Basole, V. D., R. D. Deotale, S. R. Ilmulwar, S. S. Raut, and S. B. Kadwe. 2003. Effect of hormone and nutrients on morpho-physiological characters and yield of soybean. J. Soils and Crops, 13: 135-139.
17-Baybordi, A. 2006. Zinc in Soils and Crop Nutrition. Parivar Press. 179-185.
18- Behboudian, M. H., M. Qifu, C. Neil, J. Turner, and A. Palta. 2001. Reactions of chickpea to water stress: yield and seed composition. Journal of Science Food Agriculture, 81: 13. 1288-1291.
19- Ben Ghnaya, A. 2007. Morphological and physiological characteristics of rapeseed plants regenerated in vitro from thin cell layers in the presence of zinc. Plant Biology, 330: 728- 734.
20-Chaker-alhosseini, M. H., R. Mohtashami, and H. R. Oleiaei. 2009. Effects of rate, source,and method of zinc fertilizer application on quantitative and qualitative characteristics of Rice (Choram 1). Journal of Research in Agricultural Science, 5: 33-43.
21-Chaves, M. M., J. P. Maroco, S. Periera, M. L. Rodrigues, C. P. P. Ricarddo, M. L. Osorio, I. Carvalho, T. Faria, and C. Pinheiro. 2002. How plants cope with water stress in the field? Photosynthesis and growth Annals Botany, 98: 907-916.
22-Davis, S., N. C. Turner, K. H. M. Siddique, L. Leport, and J. Plummer. 1999. Seed growth of desi and kabuli chickpea (*Cicer arietinum*) in a short season Mediterranean type environment. Australian Journal of Experimental Agriculture, 39:181–188.
23-Dominique, D., H. Tung-Thanh, and R. Pierre. 2000. Identification of soybean plant characteristics that indicate the timing of drought stress, Crop Science, pp: 716-722.
24-Green, J. M. and G. B. Beestman. 2007. Recently patented and commercialized formulation and adjuvant technology, Crop Protection, 26: 320–327.
25-Jalilian, J. 2011. Evaluation of seed priming to improve germination and seedling growth of mungbean hydrocarbons under conditions of dehydration. Proceedings of the Fourth National Conference on Pulse Crops, 19 - 20 feb. 2011. Arak, Iran.
26-Kassab, O. M. 2005. Soil moisture stress and micronutrients foliar application effects on the growth and yield of mungbean plants. Journal of Agricultural. Science, 30: 247-256.
27-Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London. 889 pp.
28-Moghadam, M., H. Pakniat, and A. Farshadfar. 2007. Evolution of drought tolerance of chickpea lines using agro-Physiologic characteristic. Seed and Plant, 4: 325- 342.
29-Monica, R. C. and R. Cremonini. 2009. Nanoparticles and higher plants. Caryologia, 62: 161-165.
30-Nair, R., S. Hanna Varghese, B. G. Nair, T. Maekawa, Y. Yoshida, and D. Sakthi kumar. 2010. Nanoparticulate material delivery to plants. Plant Science, 179: 154-163.
31-Pandey, A. C., S. S. Sanjay, and R. S. Yadav. 2010. Application of ZnO nanoparticles in influencing the growth rate of *Cicer arietinum* L. Journal of Experimental Nanoscience, 5: 488-497.
32-Pandey, N., G. C. Pathak, and C. P. Sharma. 2006. Zinc is critically required for pollen function and fertilization in lentil. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 20: 89-96.
33-Pandey, R. K., W. A. T. Herrera, A. N. Villegas, and J. W. Pendle-ton. 1984. Drought response of grain legumes under irrigation gradient: III. Plant growth Agronomy Journal, 76: 557-560.
34-Rose, L. A., W. L. Feltion, and L. W. Banks. 2002. Responses of four soybean varieties to foliar zinc fertilizer. Australian Journal of Exjerimental Agriculture and Animal Husbandry, 21: 236-240.
35-Taleie, A., K. Postini, and C. Dawazdeh Emami. 2000. Effects of plant density on physiological characteristics of common bean bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Iranian Journal of Agricultural Science, 31:477-487.
36-Thalooth, A. T., M. M. Tawfik, and H. Magda Mohamad. 2006. A comparative study on the effect of foliar application of zinc, potassium and magnesium on growth, yield and some chemical constituents of mungbean plants grown under water stress conditions, Bulletin of Egypt. World Journal of Agricultural Sciences, 2: 37-46.
37-Thomas, R., M. J. Robertson, S. Fukai, and M. B. Peoples. 2003. The effect of timing and severity of water deficit on growth development , yield accumulation and nitrogen fixation of Mung bean. Field Crop Research, 86: 67-80.
38-Turner, N., F. Xiangwen, L. Fengmin, and H. M. Kadambot. 2002. Flower numbers pod production, pollen viability, and pistil function are reduced and flower and pod abortion increased in chickpea (*Cicer arietinum*) under terminal drought. Oxford J. Life Science, 61: 335- 345.
39-Wakrim, R., S. Wahabi, H. Tahi, B. Aganchich, and R. Serraj. 2005. Comparative effect of partial root drying (PRD) and regulated deficit irrigation (RDI) on water relation and water use efficiency in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Agriculture, Ecosystem and Environment, 106: 275-287.
40 -Welch, R. M. 2001. Impact of mineral nutrients in plants on human nutrition on a worldwide scale. Plant Nutrition, 92: 284-285.

Archive of SID

www.SID.ir