مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی
جلد پنجم، شماره اول، بهار ۹۱
۱۹-۳۵
ejcp.gau@gmail.com

اثر محلول‌پاشی روی و آهن بر بنیه بذر سویا رشد کرده در شرایط تنش خشکی

مرضیه جلیل شش بهره[۱] و *محسن موحدی دهنوی[۲]
[۱]دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، [۲]استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه یاسوج
تاریخ دریافت: ۹۰/۰۸/۲۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۲/۱

چکیده

به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی روی و آهن بر بنیه بذر سویا رشد کرده تحت سطوح مختلف تنش خشکی، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۸۸ در مرکز تحقیقات کشاورزی شهرکرد اجرا گردید. عامل اصلی شامل سطوح تنش خشکی به‌صورت آبیاری پس از ۶۰ ، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و عامل فرعی شامل محلول‌پاشی آب آبیاری، سولفات روی، سولفات آهن و کاربرد توام سولفات روی و آهن بود. نتایج نشان داد که عملکرد دانه، غلظت روی در دانه، درصد و سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی و وزن لپه و گیاهچه حاصل تحت تأثیر برهمکنش آبیاری و محلول پاشی قرار گرفتند. وزن هزار دانه با سطوح آبیاری با تبخیر بیشتر کاهش یافت. محلول‌پاشی آهن و استفاده توام آهن و روی اثر معنی‌داری بر غلظت آهن دانه داشت. درصد جوانه‌زنی در تیمارهای آبیاری پس از ۸۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تحت تاثیر محلول‌پاشی آهن قرار نگرفت و در سایر سطوح تنش با محلول‌پاشی آهن، کم‌ترین درصد جوانه‌زنی مشاهده شد. حداکثر متوسط زمان جوانه‌زنی از محلول‌پاشی آهن در سطوح ۶۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر به‌دست آمد. وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه با محلول‌پاشی روی و تیمار توأم روی و آهن افزایش یافت. به‌طور کلی محلول‌پاشی روی و کاربرد توام روی و آهن توانست بیشتر صفات جوانه‌زنی را بهبود بخشد. همبستگی بالا صفات جوانه‌زنی با وزن هزار دانه و میزان روی دانه نشان داد که بیشتر صفات جوانه‌زنی تحت تاثیر این دو صفت قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: سویا، بنیه، روی، آهن

*مسئول مکاتبه: movahhedi54@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

آب و منابع غذایی در مرحله نمو بذر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در واقع یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر در کاهش بنیه بذر، وقوع تنش رطوبت در طی نمو بذر می‌باشد. در اثر کمبود آب به‌دلیل کاهش حجم آب خاک و در نتیجه کاهش توزیع مواد غذایی در بافت خاک، جذب مواد غذایی از طریق ریشه، کاهش می‌یابد. علاوه‌بر این انتقال مواد غذایی از ریشه‌ها به شاخه نیز کاهش می‌یابد. دلیل این کاهش آسیب دیدگی انتقال‌دهنده‌های فعال و انعطاف‌پذیری غشاء بافت ریشه در جذب مواد غذایی است (هو و همکاران، ۲۰۰۷؛ لایر، ۲۰۰۳)؛ چون تنش خشکی در این دوره با تنش گرما توام بوده و باعث چروکیده شدن دانه‌ها می‌شود. افزایش تنش خشکی علاوه بر کاهش تولید مواد فتوسنتزی سبب اختلال در انتقال مواد و عناصر به دانه نیز می‌گردد (خان و همکاران، ۲۰۰۳؛ کاکمک، ۲۰۰۸). گزارش شده که آبیاری باعث افزایش درصد جذب مواد معدنی نسبت به شرایط تنش در بذور گندم، جو و یولاف می‌شود و کاهش مواد معدنی در بذر با رشد ضعیف در مزرعه همراه است (کاپلند و مکدونالد، ۱۹۹۵). نتایج تحقیقات محققان بیان‌گر آن است که مصرف کودهای ریزمغذی می‌تواند مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی نظیر خشکی و شوری را افزایش دهد (بایبوردی، ۲۰۰۵). عناصر ریزمغذی آهن و روی تأثیر زیادی در کاهش اثرات سوء تنش خشکی در گیاهان زراعی دارند. با کاهش میزان رطوبت خاک، تحرک عناصر روی و آهن در خاک کاهش یافته و با توجه به محدودیت رشد ریشه، گیاه به‌طور فزاینده‌ای با کمبود این عناصر مواجه می‌گردد.

روش‌های کاربرد کودهای ریزمغذی برای به‌دست آوردن بهترین نتیجه بسیار مهم هستند. در این زمان محلول‌پاشی برگی یک روش بسیار مناسب برای تغذیه گیاهان است (بایبوردی و ممدف، ۲۰۱۰). کاکمک (۲۰۰۹) معتقد است محلول‌پاشی عناصر یک روش موثر برای افزایش غلظت روی در دانه است. تأمین این عنصر به‌ویژه در شرایط تنش خشکی نقش ویژه‌ای در حفاظت گیاه در برابر تنش ایجاد می‌کند. بنابراین محلول‌پاشی این عناصر در این‌چنین شرایطی یک روش مناسب جهت ارتقاء عملکرد کمی و کیفی بذر محسوب می‌شود. کاکمک (۲۰۰۸) در گزارشی دیگر معتقد است که افزایش غلظت روی در دانه می‌تواند موجب افزایش قوه نامیه بذر و استقرار بذر بخصوص در نواحی با کمبود روی شود. بذوری که توانایی جوانه‌زنی و رویش بالاتری دارند از کیفیت مطلوب‌تری برخوردارند.

قوه نامیه، جوانه‌زنی و بنیه بذر از جمله مهم‌ترین جنبه‌های کیفیت بذر محسوب می‌شود که دست‌یابی به حد مطلوبی از آن‌ها هدف اصلی یک برنامه تولید بذر می‌باشد. تاتیس و همکاران

Archive of SID

www.SID.ir

(۲۰۰۴) به کاهش درصد جوانه‌زنی سویا با وقوع تنش خشکی اشاره کرده‌اند. همچنین عابدی بابا عربی (۲۰۰۹) نشان داد که تنش خشکی اثر سوئی بر صفات جوانه‌زنی گلرنگ داشت. اگر گیاه زراعی طی مرحله گل‌دهی و غلاف‌دهی با شرایط نامناسب محیطی مثل تنش آبی مواجه شود، تعداد دانه کمتری تشکیل می‌شود و به‌دلیل عدم تغذیه مناسب، دانه‌ها ریز باقی می‌مانند و برعکس در شرایط مناسب تغذیه، بذور درشت‌تری تولید می‌گردد. خان (۲۰۰۳) نیز در آزمایش خود به همین نتیجه رسید که وزن هزار دانه تأثیر معنی‌داری بر سرعت جوانه‌زنی داشت. مشتطی و همکاران (۲۰۰۹) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. اما نتایج آزمایش پک آن و همکاران (۲۰۰۴) نشان داد که دانه‌های نخود با وزن صد دانه کمتر به‌علت جذب سریع‌تر آب دارای قدرت جوانه‌زنی بالاتری نسبت به دانه درشت‌ها بودند.

با توجه به اهمیت سویا به‌عنوان یک گیاه روغنی و پروتئینی و این‌که کشت این گیاه در مناطق خشک و نیمه خشک نیز انجام می‌شود، این پژوهش با هدف تعیین اثر محلول‌پاشی روی و آهن بر بنیه بذر حاصل از این گیاه در شرایط تنش خشکی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر محلول‌پاشی عناصر روی و آهن بر جوانه‌زنی بذر سویا رشد کرده در شرایط تنش خشکی، آزمایش مزرعه‌ای در سال ۱۳۸۸ در مرکز تحقیقات کشاورزی شهرکرد اجرا گردید. محل آزمایش دارای ارتفاع ۲۰۷۰ متر از سطح دریا می‌باشد. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. چهار سطح تنش خشکی (آبیاری پس از ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰میلی‌متر تبخیر از تشتک) و چهار سطح محلول‌پاشی عناصر روی و آهن (محلول‌پاشی آب، سولفات روی، سولفات آهن و مصرف توام سولفات روی و آهن) به‌ترتیب به‌عنوان کرت‌های اصلی و فرعی استفاده شدند. اعمال سطوح آبیاری از مرحله غلاف‌دهی و محلول‌پاشی عناصر با غلظت سه در هزار و در دو مرحله رویشی V_4 و زایشی R_1 انجام شد (فهر و همکاران، ۱۹۷۱).

به‌منظور تعیین عناصر روی و آهن در بذر از روش هضم از طریق سوزاندن خشک و ترکیب اسید کلریدریک استفاده گردید. پس از تهیه عصاره، عناصر روی و آهن با روش جذب اتمی شعله‌ای و با

www.SID.ir

استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل perkin 400 بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم اندازه‌گیری شدند (امامی، ۱۹۹۶).

آزمون جوانه‌زنی روی بذور حاصل از آزمایش مزرعه‌ای بدین شرح انجام شد. ابتدا بذور حاصل از تکرارهای هر تیمار آزمایش مزرعه‌ای، مخلوط و سپس آزمایش جوانه‌زنی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصافی با چهار تکرار اجرا شد. بذور بعد از ضدعفونی، درون پتری‌دیش بین دو کاغذ صافی کشت، آبیاری و سپس به دستگاه ژرمیناتور با درجه حرارت ۱±۱۲ درجه سانتی‌گراد (خواجه‌پور، ۲۰۰۷) منتقل شدند. جوانه‌زنی در دما پایه معیاری از بنیه بذر می‌باشد (ایستا، ۲۰۰۸). در روز هشتم، پس از شمارش تعداد کل بذرهای جوانه‌زده، ساقه‌چه و ریشه‌چه جدا شد و وزن خشک آن‌ها پس از قرار گرفتن در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت تعیین گردید. برای محاسبه سرعت و متوسط زمان جوانه‌زنی از رابطه زیر استفاده شد (رامانا و همکاران، ۲۰۰۲):

$$MGT= (\sum i.Ni)/\sum Ni$$
$$GR=\sum Ni/i$$

MGT= متوسط زمان جوانه‌زنی، GR= سرعت جوانه‌زنی، i= روز پس از کاشت بذر و Ni = تعداد بذر جوانه زده در روز i.

محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزارهای SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید. در مواردی که برهمکنش معنی‌دار بود از روش برش‌دهی برهمکنش استفاده شد.

نتایج و بحث

وزن هزار دانه: نتایج نشان داد اثر تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر بر وزن هزار دانه معنی‌دار است(جدول ۱). بیشترین وزن هزار دانه در شرایط آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به‌دست آمد و با افزایش زمان آبیاری وزن هزار دانه سویا کاهش یافت (شکل ۱). مشخص شد که مرحله نموی شروع غلاف‌دهی تا دانه‌بندی کامل در تعیین وزن هزار دانه بیشترین تأثیر را دارد. تنش در این مرحله با کاهش حرکت مواد ذخیره‌ای به دانه به‌علت محدودیت آب و یا با کاهش سهم فتوسنتزی جاری برگ‌ها در پر شدن دانه و وزن هزار دانه اثر می‌گذارد (چاوز و همکاران، ۲۰۰۲). ساجدی و همکاران (۲۰۰۹) در ذرت، ناظمی و همکاران (۲۰۰۸) در آفتابگردان کاهش وزن هزار دانه در اثر

Archive of SID

www.SID.ir

کمبود آب را گزارش کردند. تیمار محلول‌پاشی عناصر نیز نسبت به شاهد وزن هزار دانه را افزایش داد (شکل ۲)، اما محلول‌پاشی‌های مختلف عناصر تفاوت معنی‌دار با یکدیگر نداشتند. با توجه به نقش دو عنصر روی و آهن در فرآیندهای فتوسنتزی و تجمع هیدرات‌های کربن، کاربرد این دو عنصر با افزایش وزن هزار دانه سویا همراه بود. ملکوتی و ممدف (۲۰۱۰) نیز با محلول‌پاشی عناصر روی و آهن بر کلزا، افزایش وزن هزار دانه این محصول را گزارش دادند.

عملکرد دانه: برهمکنش تنش و محلول‌پاشی برای عملکرد دانه معنی‌دار شد (جدول ۱). در تمام سطوح آبیاری محلول‌پاشی توام روی و آهن، بیشترین عملکرد دانه در هکتار را مشاهده شد و محلول‌پاشی روی و آهن نیز نسبت به محلول‌پاشی آب در سطوح آبیاری ۶۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر، عملکرد دانه را افزایش داد (شکل ۳). تالوث و همکاران (۲۰۰۶) نیز اعلام کردند که محلول‌پاشی روی در شرایط تنش آب تاثیر مثبتی بر عملکرد و اجزاء عملکرد دارد.گزارش‌ها حاکی است که محلول‌پاشی روی در سویا باعث افزایش طول دوره گل‌دهی و غلاف‌بندی و افزایش تعداد دانه در غلاف و افزایش سطح برگ و وزن خشک و در نتیجه افزایش عملکرد می‌گردد (رز و همکاران، ۲۰۰۲؛ بنک، ۲۰۰۴). همچنین این عنصر نیز در ساخت پروتئین لوله گرده شرکت کرده و سبب ذخیره آن در این اندام شده که این امر منجر به افزایش گرده‌افشانی و تشکیل میوه و دانه می‌شود (مارشنر، ۱۹۹۵).

آهن در ساخت کلروفیل و انتقال الکترون در فتوسنتز نقش حیاتی دارد و فردوکسین، پروتئین حامل آهن است که در انتقال الکترون درگیر است (احمدی و همکاران، ۲۰۰۵). بنابراین طبیعی است که با افزایش آهن در برگ میزان کلروفیل برگ نیز افزایش یافته، فعالیت فتوسنتزی بیشتر شده و در نهایت افزایش عملکرد را در پی داشته باشد. گوس و جانسون (۲۰۰۰) نیز گزارش کردند که با محلول‌پاشی آهن در گیاه سویا عملکرد به میزان ۳۰۳ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت.به‌طور کلی با توجه به نقش عناصر روی و آهن در فتوسنتز می‌توان گفت عناصر کم مصرف با افزایش توان فتوسنتزی و میزان فتوسنتز گیاهان باعث افزایش عملکرد در گیاهان می‌شوند.

میزان روی دانه: برهمکنش محلول‌پاشی و سطوح آبیاری بر میزان روی در دانه سویا معنی‌دار شد (جدول ۱). بیشترین میزان روی در دانه در سطوح آبیاری پس از ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر، از محلول‌پاشی روی و سپس کاربرد توأم روی و آهن به‌دست آمد و در شرایط آبیاری پس از ۱۲۰

www.SID.ir

جدول ۱ - میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برای برخی صفات مورد ارزیابی در جوانه زنی سویا

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	میزان روی در دانه	میزان آهن در دانه
تکرار	۳	۲۳/۲۸	۲۰۲۸۰۳/۲۸	۱۷/۵۱	۵۵/۸۸
تنش خشکی	۳	۱۵۰۱/۰۳**	۴۱۳۶۳۱۷/۱۴**	۱۵۱۶/۳۶**	۳۰۲۴/۵۲۳**
خطای عامل اصلی	۹	۲۲/۸۳	۳۳۴۳۶/۵۸	۲۷/۹۵	۵۹/۱۴
محلول‌پاشی	۳	۲۶۶/۸۸**	۱۳۲۸۱۳۹/۴۹**	۱۰۰۱/۲۳**	۱۲۳۱/۵۱**
تنش × محلول‌پاشی	۹	۳۹/۵۹ns	۹۹۱۳۴/۸۶*	۱۲۶/۴۴**	۹۳/۵۴ns
خطای عامل فرعی	۳۶	۱۹/۴۹	۱۸۲۵۶/۴۳	۱۷/۳۳	۲۹/۲۷
ضریب تغییرات		۳/۴۸	۶/۱۵	۷/۴۷	۶/۱۷

* و ** به‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داربودن در سطوح ۵ و ۱ درصد می‌باشد، و ns معنی‌دار نمی‌باشد.

ادامه جدول ۱- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برای برخی صفات مورد ارزیابی در جوانه زنی سویا

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	متوسط زمان جوانه‌زنی	وزن خشک لپه‌ها	وزن خشک ریشه	وزن خشک ساقه	وزن خشک گیاهچه
تکرار	۳	۰/۳۹	۲/۷۶	۰/۲۲	۰/۰۰۰۰۲۸	۵/۰۴۱	۰/۰۰۰۰۲۷	۰/۰۰۰۰۳۳
تنش خشکی	۳	۷۹۶/۲۲**	۲۶/۰۳**	۰/۵۵**	۰/۰۰۱۹**	۱/۰۳۱*	۰/۰۰۱۰**	۰/۰۰۲۱۷**
خطای عامل اصلی	۹	۴۱/۰۱	۱/۸۷	۰/۰۸۰	۰/۰۰۰۰۲۹	۱/۵۵۱	۰/۰۰۰۰۱۲	۰/۰۰۰۰۳۷
محلول‌پاشی	۳	۵۴۷/۲۶**	۶۶/۶۳**	۲/۲۶**	۰/۰۰۰۴۵**	۷/۴۸۷**	۰/۰۰۰۰۱۵*	۰/۰۰۰۵۳**
تنش × محلول‌پاشی	۹	۴۱۹/۸۳**	۱۷/۶۷**	۰/۶۶**	۰/۰۰۰۱۳**	۶/۲۳ns	۰/۰۰۰۰۱۰	۰/۰۰۰۱۲**
خطای عامل فرعی	۳۶	۴۴/۰۴	۲/۶۱	۰/۱۷	۰/۰۰۰۰۳۸	۰/۰۰۰۰۰۰۱۳	۰/۰۰۰۰۱۸	۰/۰۰۰۰۴۳
ضریب تغییرات		۷/۸۴	۸/۱۴	۷/۲۲	۵/۷۸	۱۰/۷۹	۱۲/۴۷	۵/۴۶

* و ** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داربودن در سطوح ۵ و ۱ درصد می‌باشد، و ns معنی‌دار نمی‌باشد.

www.SID.ir

میلی‌متر تبخیر از تشتک، محلول‌پاشی عناصر (روی، آهن، کاربرد توام روی و آهن) نسبت به محلول‌پاشی آب میزان روی در دانه را افزایش داد (شکل ۴). جالب این‌که در سطوح آبیاری پس از ۶۰ و ۸۰ میلی‌متر تبخیر، محلول‌پاشی آهن نسبت به آب، میزان روی را کاهش داده، در سطح ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر بی‌تأثیر بوده و در سطح ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر افزایش داده است. با کاهش میزان رطوبت خاک، تحرک عنصر روی در خاک نیز کاهش یافته و با توجه به محدودیت رشد ریشه، گیاه به‌طور مضاعفی با کمبود روی مواجه می‌گردد (بگسی و همکاران، ۲۰۰۷). افزایش تنش خشکی علاوه بر کاهش تولید مواد فتوسنتزی سبب اختلال در انتقال مواد و عناصر غذایی به دانه نیز می‌گردد (لوور و کرنیک، ۲۰۰۲). در آزمایش‌های موحدی دهنوی (۲۰۰۴) در گلرنگ، فاتراکل (۲۰۱۰) و ویساوا و همکاران (۲۰۰۸) در برنج نیز با محلول‌پاشی سولفات روی، غلظت روی در دانه را افزایش یافت.

میزان آهن دانه: در این آزمایش اثر تنش و محلول‌پاشی بر میزان آهن دانه معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که محلول‌پاشی سولفات آهن و کاربرد توأم روی و آهن به‌ترتیب بیشترین تأثیر را بر میزان آهن در دانه سویا بر جای گذاشت (شکل ۵). میزان آهن در دانه با محلول‌پاشی روی نسبت به محلول‌پاشی آب آبیاری افزایش یافت (شکل ۵). جریان توده‌ای آب در خاک از عوامل موثر بر فراهمی و جذب عناصر می‌باشد (احمدی و همکاران، ۲۰۰۵) و همین امر موجب شده تنش خشکی اثر معنی‌داری بر این صفت داشته باشد. به‌طوری که با افزایش شدت تنش، غلظت آهن در دانه کاهش یافت. بیشترین تجمع آهن در دانه سویا در شرایط بدون تنش (۱۰۴/۷۸ میلی‌گرم در کیلوگرم) و کم‌ترین مقدار (۷۴/۶۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمار آبیاری پس از ۱۲۰میلی‌متر تبخیر از تشتک مشاهده گردید (شکل ۶). در این آزمایش مشاهده شد که وجود روی انتقال و ذخیره آهن در بذر را افزایش داد.

درصد جوانه‌زنی: برهمکنش سطوح آبیاری و محلول‌پاشی برای صفت درصد جوانه‌زنی معنی‌دار شد (جدول ۱). نتایج نشان داد که محلول‌پاشی عناصر در شرایط آبیاری پس از ۶۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک بر درصد جوانه‌زنی موثر بود (شکل ۷). به‌طوری که در سطح ۶۰ میلی‌متر تبخیر، محلول‌پاشی آهن موجب کاهش درصد جوانه‌زنی شد، ولی در سطح ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر، محلول‌پاشی روی و استفاده توأم روی و آهن نسبت به تیمار بدون محلول‌پاشی و محلول‌پاشی آهن، درصد جوانه‌زنی را افزایش داد. محلول‌پاشی عناصر در سطح ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر، درصد جوانه‌زنی را نسبت

Archive of SID

www.SID.ir

به محلول‌پاشی آب بهبود بخشید. همچنین نتایج نشان داد که درصد جوانه‌زنی نسبت به سایر عوامل مربوط به بنیه بذر کمتر تحت تأثیر تیمارها قرار گرفت. اما به‌طور کلی محلول‌پاشی عناصر به‌ویژه روی نقش ویژه‌ای در فرآیندهای حیاتی گیاه (فتوسنتز و فعالیت آنزیم‌ها) دارند سبب شده دانه‌های تولید شده دارای بنیه بهتری نسبت به‌عدم وجود این عناصر داشته باشند. کاهش درصد جوانه‌زنی در سویا می‌تواند به‌دلیل کاهش وزن هزار دانه (مواد ذخیره دانه) و یا کاهش جذب آب به‌دلیل ساختار پوسته دانه یا میزان خلل و فرج (کاکالیس و اسمیت، ۲۰۰۱) باشد. همبستگی مثبت این صفت با وزن هزار دانه (*۰/۲۷) نشان‌دهنده ارتباط مثبت، هرچند ضعیف، بین وزن هزار دانه و درصد جوانه‌زنی است (جدول ۲).

سرعت جوانه‌زنی: جدول ۱ نشان می‌دهد که برهم‌کنش تنش خشکی و محلول‌پاشی برای سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار است (جدول ۱). شکل ۸ برهمکنش سطوح آبیاری و محلول‌پاشی را برای سرعت جوانه‌زنی نشان می‌دهد. سرعت جوانه‌زنی در تیمارهای آبیاری تحت تأثیر محلول‌پاشی قرار گرفت. بیشترین میزان سرعت جوانه‌زنی به تیمار محلول‌پاشی توأم روی و آهن اختصاص داشت و در تمام سطوح تنش آبی به جز تیمار آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، کم‌ترین میزان سرعت جوانه‌زنی از محلول‌پاشی آهن به‌دست آمد. در تیمار آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، محلول‌پاشی آهن سرعت جوانه‌زنی را نسبت به سایر محلول‌پاشی‌ها کاهش داد و اثر محلول‌پاشی روی و کاربرد توأم روی و آهن تفاوت معنی‌دار با محلول‌پاشی آب نداشت. در آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، محلول‌پاشی عناصر نسبت به محلول‌پاشی آب این صفت را بهبود بخشید.

نتایج نشان داد که تنش خشکی سرعت جوانه‌زنی بذر را تحت تأثیر قرار داد و باعث تأخیر در زمان جوانه‌زنی و کاهش بذر جوانه‌زده در هر روز شد. اما محلول‌پاشی روی و توأم روی و آهن توانست اثر تنش را تا حدودی جبران کند. اسمیکالیس و همکاران (۱۹۸۹) در آزمایش‌های خود نشان دادند که اگر تنش خشکی در مرحله نمو بذر سویا اتفاق افتد بنیه بذر سویا کاهش خواهد یافت. نتایج این آزمایش نشان داد که در مرحله جوانه‌زنی، تمرکز غلظت روی در ریشه‌چه و ساقه‌چه بیشتر بود. این نتیجه بیان کننده اهمیت وجود عنصر روی در مناطقی با فعالیت سوخت و ساز بالا (مناطق مریستمی) می‌باشد. همچنین کاکمک (۲۰۰۸) معتقد است که افزایش میزان روی دانه قدرت جوانه‌زنی و رشد گیاه‌چه را در دانه افزایش می‌دهد و در نتیجه میزان بذر مصرفی در مزرعه کاهش می‌یابد. در

www.SID.ir

حقیقت زیاد بودن سرعت جوانه‌زنی می‌تواند در استقرار سریع بذور موثر واقع شود. همبستگی مثبت میزان روی دانه و سرعت جوانه‌زنی (جدول ۲) نشان‌دهنده این مطلب است که عنصر روی نقش اساسی در تجمع موادغذایی و نهایتاً تأمین این مواد برای افزایش رشد ریشه‌چه و سرعت جوانه‌زنی دارد.

متوسط زمان جوانه‌زنی: اثر برهمکنش محلول‌پاشی و سطوح آبیاری برای متوسط زمان جوانه‌زنی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). شکل ۹ نشان می‌دهد حداکثر متوسط زمان جوانه‌زنی در آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، از محلول‌پاشی آهن به‌دست آمد. به‌عبارت دیگر در تیمار محلول‌پاشی با سولفات آهن، بذور سویا در یک دوره زمانی طولانی‌تری فرآیند جوانه‌زنی را طی می‌کنند. کم‌ترین زمان جوانه‌زنی در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، از محلول‌پاشی توام سولفات روی و آهن حاصل شد. اما در تیمار آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، محلول‌پاشی عناصر غذایی تأثیر معنی‌داری بر متوسط زمان جوانه‌زنی نداشت. اگرچه عنصر آهن از عناصر ضروری برای رشد گیاه است، اما در این مطالعه بر بیشتر صفات جوانه‌زنی (درصد و سرعت جوانه‌زنی) اثر منفی داشت. بررسی همبستگی‌ها نشان می‌دهد صفات مورد ارزیابی (به‌جز درصد و سرعت جوانه‌زنی) با متوسط زمان جوانه‌زنی رابطه منفی و غیر معنی‌دار دارند (جدول ۲). اما همبستگی متوسط سرعت جوانه‌زنی با سرعت جوانه‌زنی (*۰/۹-) و درصد جوانه‌زنی (*۰/۵۱-) منفی و معنی‌دار بود.

وزن خشک لپه: در این آزمایش برهم‌کنش محلول‌پاشی و تنش خشکی برای وزن خشک لپه معنی‌دار شد (جدول ۱). شکل۱۰ بر همکنش سطوح آبیاری و محلول‌پاشی را برای صفت وزن لپه نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود در تیمارهای آبیاری پس از۶۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، وزن لپه تحت تأثیر تیمارهای محلول‌پاشی روی و کاربرد توام روی و آهن افزایش یافت. محلول‌پاشی آب و آهن در این دو تیمار آبیاری وزن لپه را کاهش داد. در تیمار آبیاری پس از ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک، تیمار محلول‌پاشی آهن کمترین وزن لپه را سبب شد. وزن لپه در تیمار آبیاری پس از ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک با محلول‌پاشی عناصر نسبت به آب افزایش یافت. محلول‌پاشی توأم روی و آهن در تیمار بدون تنش و محلول‌پاشی آب در تیمار۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به‌ترتیب بیشترین و کمترین وزن لپه را نشان دادند.

Archive of SID

www.SID.ir

وزن خشک ریشه‌چه: سطوح آبیاری اثر معنی‌داری بر وزن خشک ریشه‌چه داشت (جدول ۱). به‌طوری‌که تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک باعث کاهش وزن ریشه‌چه نسبت به دو تیمار بدون تنش و آبیاری پس از ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک گردید (شکل ۱۱). محلول‌پاشی نیز اثر معنی‌دار بر وزن خشک ریشه‌چه در سطح احتمال ۱ درصد نشان داد. محلول‌پاشی توأم روی و آهن و همچنین محلول‌پاشی روی به تنهایی بیشترین میزان وزن خشک ریشه‌چه را به خود اختصاص داد در حالی که محلول‌پاشی آب آبیاری کم‌ترین مقدار وزن خشک ریشه‌چه را نشان داد (شکل ۱۲). اوزترک و همکاران (۲۰۰۶) در گیاه گندم نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. یکی از نقش‌های اساسی روی در جوانه‌زنی بذر، افزایش رشد ریشه‌چه است (کاکمک، ۲۰۰۸).

وزن خشک ساقه‌چه: اثر تنش خشکی و محلول‌پاشی بر وزن خشک ساقه‌چه معنی‌دار بود (جدول ۱). تنش خشکی شدید اثر منفی بر وزن خشک ساقه‌چه داشت؛ هرچند کاهش وزن خشک ساقه‌چه در دو تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک از نظر آماری معنی‌دار نبود. بیشترین رشد و وزن خشک ساقه‌چه از دو تیمار آبیاری پس از ۶۰ و ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک به‌دست آمد (شکل ۱۳). محلول‌پاشی روی اثر مثبتی بر رشد ساقه‌چه و در نهایت وزن خشک آن داشت؛ هرچند تفاوت معنی‌داری با محلول‌پاشی توأم روی و آهن نداشت. تیمار محلول‌پاشی آهن، کاهش وزن خشک ساقه‌چه را نسبت به سایر تیمارهای محلول‌پاشی نشان داد (شکل ۱۴). از علل کاهش وزن خشک ساقه‌چه در بذور تحت تنش خشکی، می‌توان به کاهش انتقال مواد غذایی به‌علت محدودیت منابع از لپه‌ها به جنین و کاهش رشد طول ساقه‌چه اشاره نمود. گزارش شده است که در حضور عنصر روی ساخت هورمون‌ها از جمله اکسین افزایش می‌یابد (کاکمک، ۲۰۰۸). بنابراین به‌نظر می‌رسد افزایش اکسین بذر همراه با میزان روی بالا باعث افزایش رشد ساقه‌چه شده و در نهایت میزان وزن خشک ساقه‌چه را افزایش می‌دهد.

همبستگی این صفت با وزن هزار دانه ($r=۰/۳۰^{*}$) و میزان روی دانه ($r=۰/۴۹^{**}$) موید این مطلب است که با افزایش میزان روی و وزن هزار دانه، رشد ساقه‌چه افزایش می‌یابد. (جدول ۲). چون در چنین شرایطی از نظر تأمین مواد غذایی در مراحل اولیه رشد محدودیت کمتری برای رشد وجود دارد. سرعت طویل شدن ساقه‌چه و ریشه‌چه از اهمیت خاصی برخوردار است. بذوری که از رشد ریشه‌چه

www.SID.ir

و ساقه‌چه خوبی برخوردارند، می‌توانند استقرار سریع‌تر و در شرایط نامناسب محیطی عملکرد بالاتری داشته باشند.

وزن خشک گیاهچه: در این آزمایش برهمکنش سطوح آبیاری و محلول‌پاشی بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۱). شکل ۱۵ نشان می‌دهد در سطح آبیاری پس از ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک محلول‌پاش آهن وزن گیاهچه را نسبت به سایر محلول‌پاشی‌ها کاهش داد. محلول‌پاشی عناصر غذایی در تیمار آبیاری پس از ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک اثر معنی‌داری بر وزن خشک گیاهچه نداشت. با افزایش شدت تنش خشکی، محلول‌پاشی برگی عناصر به‌ویژه روی و مصرف توأم روی و آهن اثر مثبت خود را بر وزن خشک گیاه‌چه داشت و باعث افزایش وزن گیاه‌چه سویا شد. محلول‌پاشی آهن در این مطالعه موجب کاهش درصد جوانه‌زنی، وزن ساقه‌چه، ریشه‌چه و در نتیجه کاهش وزن گیاهچه گردید. در شرایط معمول آبیاری و تنش آبیاری محدود، دستیابی گیاه به عناصر راحت‌تر از شرایط تنش شدید است. بنابراین طبیعی است که در شرایط تنش خشکی که گیاه علاوه‌بر محدودیت آبی در معرض محدودیت غذایی به‌ویژه عناصر روی و آهن می‌باشد، تأمین این عناصر از طریق برگ می‌تواند در بهبود سایر ویژگی‌های گیاه مانند خصوصیات مربوط به جوانه‌زنی موثر واقع شود. محلول‌پاشی آهن در مقایسه با آب آبیاری نیز اثر مثبتی بر وزن خشک گیاهچه داشت که این اثر مربوط به تاثیر این عنصر بر وزن هزار دانه و لپه‌ها است.

به‌طور کلی محلول‌پاشی عناصر روی و آهن در مرحله رویشی V4 و زایشی R1 گیاه سویا رشد کرده در شرایط تنش، موجب افزایش عملکرد دانه، غلظت عناصر غذایی روی و توام روی و آهن در بذر سویا و بنیه بذر حاصل شد. همچنین بذور درشت‌تر با وزن هزار دانه بیشتر بر خصوصیات جوانه‌زنی سویا بسیار موثر واقع شدند، که این موضوع باعث استقرار بهتر گیاه‌چه و رشد و تولید عملکرد بیشتر گیاه می‌گردد. افزایش فواصل آبیاری در دوره غلاف‌دهی تا رسیدگی در سویا موجب کاهش خصوصیات کیفی بذر سویا از جمله کاهش میزان عناصر غذایی روی و آهن در دانه، وزن هزار دانه و در نتیجه کاهش بنیه بذر می‌شود. همچنین این نتایج نشان داد که در شرایط کمبود آب، کاربرد عناصر غذایی روی و مصرف توام روی و آهن از طریق محلول‌پاشی برگی بنیه بذر تولید شده را افزایش داد. محلول‌پاشی عنصر آهن در شرایط تنش‌های ملایم‌تر در این آزمایش روی بیشتر صفات مورد ارزیابی اثر منفی داشت، اما در شرایط تنش‌های شدید همانند روی اثر مثبت نشان داد و جا دارد که نقش آهن به‌طور جامع‌تری مورد بررسی قرار گیرد.

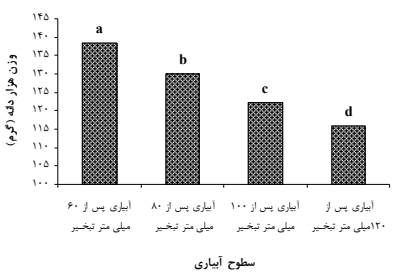
Archive of SID

www.SID.ir

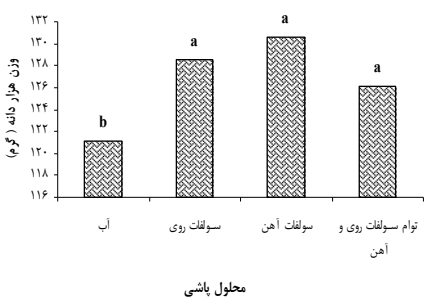
جدول ۲- ضرایب همبستگی بین صفات مورد ارزیابی جوانه‌زنی سویا

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱
۱- وزن خشک لپه	۱										
۲- وزن خشک ریشه	۰/۵۸**	۱									
۳-وزن خشک ساقه‌چه	۰/۴۴**	۰/۲۸*	۱								
۴-وزن گیاهچه	۰/۹۸**	۰/۶۱**	۰/۴۶**	۱							
۵- درصد جوانه‌زنی	۰/۵۸**	۰/۳۷**	۰/۳۸**	۰/۵۶**	۱						
۶- سرعت جوانه‌زنی	۰/۴۱**	۰/۳۳**	۰/۳۳**	۰/۴۱**	۰/۷۷**	۱					
۷-متوسط زمان جوانه‌زنی	-۰/۱۸ns	-۰/۲۰ns	-۰/۲۲ns	-۰/۱۹ns	-۰/۵۱**	-۰/۹۰**	۱				
۸- وزن هزار دانه	۰/۷۵**	۰/۴۲**	۰/۳۰*	۰/۷۵**	۰/۲۷*	۰/۲۰*	۰/۱۸ns	۱			
۹- میزان روی دانه	۰/۷۱**	۰/۵۳**	۰/۴۹**	۰/۷۱**	۰/۶۱**	۰/۴۷**	-۰/۲۷ns	۰/۵۹**	۱		
۱۰- میزان آهن دانه	۰/۶۳**	۰/۴۲**	۰/۲۷*	۰/۶۴**	۰/۱۶ns	۰/۰۱ns	۰/۱۷ns	۰/۷۴**	۰/۵۰*	۱	
۱۱- عملکرد دانه	۰/۶۸**	۰/۵۵**	۰/۳۹**	۰/۶۹**	۰/۴۸**	۰/۳۶**	-۰/۰۹ns	۰/۶۴**	۰/۷۱**	۰/۶۴**	۱

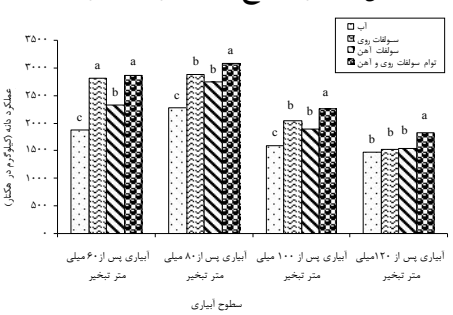
* و ** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطوح ۵ و ۱ درصد و ns غیر معنی‌دار



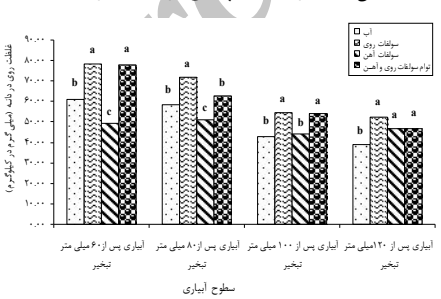
شکل ۱- اثر سطوح آبیاری بر وزن هزار دانه



شکل ۲- اثر محلول‌پاشی بر وزن هزار دانه

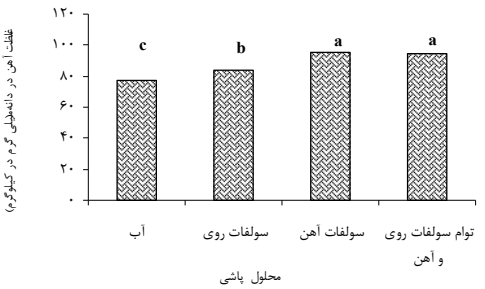


شکل ۳- اثر برهمکنش سطوح آبیاری و محلول‌پاشی بر عملکرد دانه

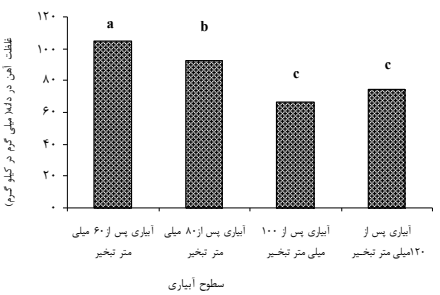


شکل ۴- اثر برهمکنش سطوح آبیاری و محلول‌پاشی بر غلظت روی در دانه

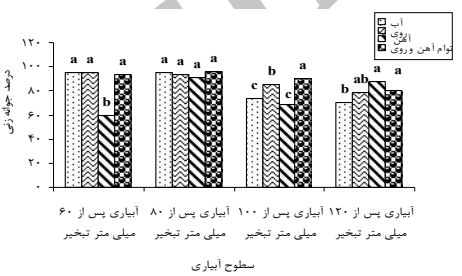
www.SID.ir



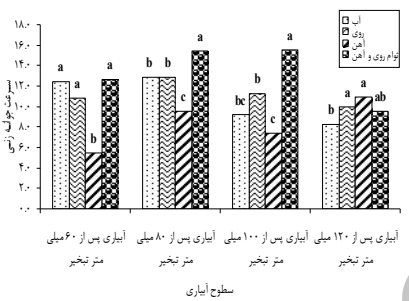
شکل ۵- اثر سطوح آبیاری بر غلظت آهن در دانه



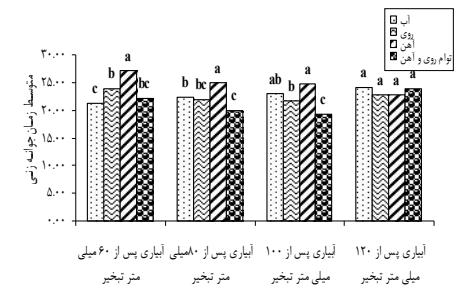
شکل ۶- اثر سطوح محلول‌پاشی بر غلظت آهن در دانه



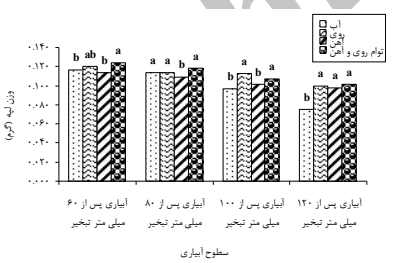
شکل ۷- اثر برهمکنش سطوح آبیاری و محلول‌پاشی بر درصد جوانه‌زنی



شکل ۸- اثر برهمکنش سطوح آبیاری و محلول‌پاشی بر سرعت جوانه‌زنی

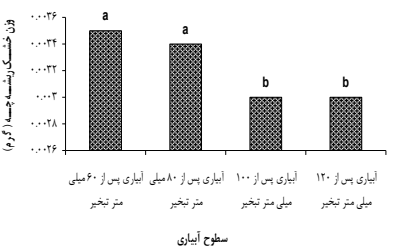


شکل ۹- اثر برهمکنش سطوح آبیاری و محلول‌پاشی بر متوسط زمان جوانه زنی

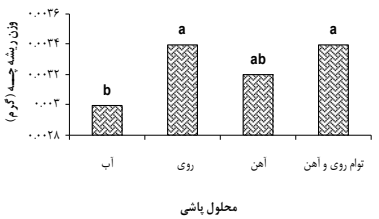


شکل ۱۰- اثر برهمکنش سطوح آبیاری و محلول‌پاشی بر وزن لپه

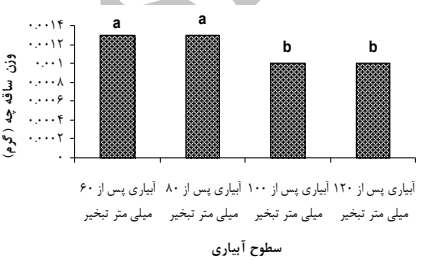
www.SID.ir



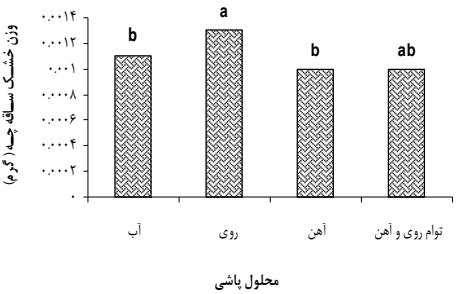
شکل ۱۱- اثر سطوح آبیاری بر وزن خشک ریشه‌چه



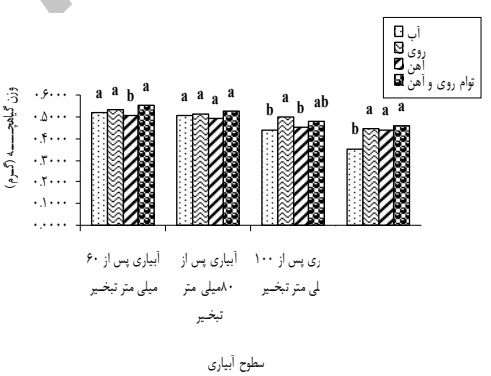
شکل ۱۲- اثر سطوح محلول‌پاشی بر وزن خشک ریشه‌چه



شکل ۱۳- اثر اصلی سطوح آبیاری بر وزن خشک ساقه‌چه



شکل ۱۴- اثر اصلی محلول‌پاشی بر وزن خشک ساقه‌چه



شکل ۱۵- اثر بر همکنش سطوح آبیاری و محلول‌پاشی بر وزن گیاهچه

Archive of SID
www.SID.ir

منابع

Abedi Baba-Arabi, S. 2009. Effects of Zn and K foliar application on physiological traits and yield of spring safflower under drought stress. M.Sc. Thesis in Agronomy, Yasouj University. Pp 92 (In Persian).

Ahmadi, A., Ehsanzadeh, P., and Jabbari, F. 2005. Introduction to Plant Physiology. Tehran University Press, Pp 653. (In Persian).

Bagci, S.A., Ekiz, H., Yilmaz, A., and Cakmak, I. 2007. Effect of zinc deficiency and drought on grain yield of field-grown wheat cultivars in central Anatolia. J Agron Crop Sci. 193: 189-206.

Banks, L.W., 2004. Effect of timing of foliar zinc fertilizer on yield component of soybeans. Aus. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 22: 226- 231.

Baybordi, A. 2005. Effect of zinc, iron, manganese and copper on wheat quantity and quality under salt stress conditions. J. Water Soil. 140: 150-170

Baybordi, A., Mamedov, G. 2010. Evaluation of application methods of zinc and iron for canola (*Brassica napus* L.). Not. Hort. Agric. 2. 94-103.

Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic bio fortification? Plant Soil. 302:1-17.

Cakmak, I. 2009. Enrichment of fertilizers with zinc: An excellent investment for humanity and crop production in India. J. Trace Elem. Med. Biol 23: 281-298.

Chachelis, D., and Smith, M.L. 2001. Seed coat regulation of water uptak during imbibition soybean seed. Sci. Anat. Tech. 29: 401-412.

Chaves, M.M., Maroco, J.P., Periera, S., Rodrigues, M.L., Ricarddo, C.P.P., Osorio, M.L., Carvalho, I., Faria, T., and Pinheiro, C. 2002. How plants cope with water stress in the field? Photosynthesis and growth. Ann. Bot. 98; 907-916.

Copland, L.D., and M.B., Mc-Donald. 1995. Composition in treated and untreated leaf surfaces. Seed Science and Technology. Chapman and Hall, New York.

Emami, A. 1996. Methods in Soil Analysis. Soil and Water Research Instituite Press. (In Persian).

Goos, R.J., Johnson, B.E. 2000. A comparison of three methods for reducing iron-deficiency chlorosis in soybean. Agron J. 92:1135-1139.

Harris, D., Rashid, D., Maraj, G., Arif, M., and Shah, H. 2007. On-fam seed priming with zinc sulphate solution-a cost-effectiv way to increas the maize yields of resource-poor farmers. Field Crops Res. 102: 119-27.

Hu, Y., Burucs, Z., Von Tucher, S., and Schmidhalter, U. 2007. Short-term effects of drought and salinity on mineral nutrient distribution along growing leaves maize seedlings. Environ. Exp. Bot. 60: 268- 275.

ISTA. 2008. Hand Book for Seedling Evaluation (3rd. ed). Internationalseed Testing Seed Assosiation (ISTA), Zurich, Switzerland.

Khajeh Poor, M.R. 2007. Industrial Plants. Isfahan University Jihad Daneshgahi Press. Pp 580. (In Persian).

Khan, H.R., McDonald, G.K., and Rengel, Z. 2003. Zn fertilization improves water use efficiency, grain yield and seed Zn content in chickpea. Plant Soil. 249: 389-400.

Archive of SID

www.SID.ir

Lauer, J. 2003. What happens within the corn plant when drought occurs? Agronomist 10: 153-155.

Lawlor, D.W., and Cornic, G. 2002. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. Plant Cell Environ. 25: 275-294.

Mashtati, A., Hejazi, A., Kiyan-mehr, M.H., Sadat Noori, S.A., and Gharineh, M.H. 2009. Effect of seed weight on germination and seedling growth of wheat cultivar Pishtaz. Elect. J. Crop Prod. 2 :137-144. (In Persian).

Movahhedi Dehnavi, M. 2004. Effect of foliar application of micronutrients (zinc and manganese) on the quantitative and qualitative yield of different autumn safflower cultivars under drought stress in in Isfahan. Ph.D. Thesis of Agronomy, Tarbiat Modares University, 211p. (In Persian).

Nazemie, A., Khazaei, H.R., Boromand Rezazadeh, Z., Hosseini, A. 2008. Effect of drought stress and defoliation on sunflower (*Helianthus annus*) in controlled conditions. Desert.12: 99-104

Ozturk, L., Yazici, M.A., Yucel, C., Bagci, A., Ozkan, H., Braun, H.J., Sayers, Z. and Cakmak, I. 2006. Concentration and localization of zinc during seed development and germination in wheat. J. Physiol Plant. 128: 144–152.

PekÕen, E., PekÕen, A., Bozolu, H., and Gülümser, A. 2004. Some seed traits and their relationships to seed germination and field emergence in (*Pisum sativum* L.). J. Agric. 3: 243–246.

Phattarakul, N., Cakmak, I., Bonchuay, P., Wongmo, J., and Rrkasem, B. 2009. Role of zinc fertilizers in increasing grain zinc concentration and improving grain yield of rice. The proceedings of the international plant nutrition colloguium xv, Department of Plant Sciences, UC Davis, Davis.

Ramana, S., A.K., Biswas, S., Kundu, J.K., Saha and R.B.R., Yadava. 2002. Effect of distillery effluent on seed germination in some vegetable crop. Bio. Technol. 82: 273-275.

Rose, L.A., Feltion, W.L., and Banks, L.W. 2002. Responses of four soybean variations to foliar zinc fertilizer. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 21: 236-240.

Sajedi, N.A., Ardakani, M.R., Naderi, A., Madani, H., and Mashhadi akbar Boojar, M. 2009. Response of Maize to nutrient foliar application under water deficit stress conditions. Amer. J. Agric. Biol. Sci. 4 : 242-248.

Smiciklas, K.D., Mullen, R.E., Carlosn, R.E., and Knapp, A.D. 1989. Druoght- induced stress effects on soybean seed calcium and quality. Crop Sci. 29: 1519-1522.

Tatic, M., Mladen, J., Balesevi- Tubic, S., Svetlana, D., Miladinovic, M., Jegor, L., and Dordevic, V. 2004. Effect of drought caused stress on the quality and yield of soybean seed. Abstracts of 27th ISTA Congress, Seed Symposium, Pp14.

Wissuwa, M., Ismail, A., and Graham, R. 2008. Rice grain zinc concentration as affected by genotype native soil- zinc availability, and zinc fertilization. J. Plant Soil. 306: 37-48.

Archive of SID

www.SID.ir

EJCP., Vol. 5 (1): 19-35
ejcp.gau@gmail.com

Effect of zinc and iron foliar application on soybesn seed vigour grown under drought stress

M. Jalil Shesh Bahre[1] and M. Movahedi Dehnavi[2]
[1]M.Sc. Student of Agronomy, Yasuj University, [2]Assistant Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Yasuj University
Received: 2011-11-20; Accepted: 2012-4-20

Abstract

In order to study the effect of foliar application of zinc and iron on germination of soybaen seed under different level of irrigation, an experiment was conducted in 2009 at Shahrekord agricultural research center. Main factor was including of four levels of drought stress as irrigation (irrigation after 60, 80, 100 and 120 mm evaporation from class A evaporation basin) and sub factor was including of four levels of foliar applications (water, zinc sulfate, iron sulfate and combined of zinc and iron sulfate). Results showed that seed yield, seed zinc content, germination percent and rate and mean germination time and seedling and cotyledon dry weight were affected by the interaction of irrigation and foliar application. Irrigation after more eveporation significantly decreased 1000-seed weight. Foliar application of iron and combined of zinc and iron had significant effect on seed iron content. Germination percent in irrigation after 80 and 120 mm evaporation from the class A evaporation basin was not affected by foliar application, and iron foliar application in other levels of irrigation, let to the lowest germination percent. Foliar application of iron had the highest mean germination time. Foliar application of element. Root and shoot dry weight was increased by foliar application of zinc compared to water and combined of zinc and iron foliar application. Generally foliar application of zinc and combined zinc and iron, could improve most of the germination characteristics. High correlation coeficient between 1000-seed wieght and seed zinc content with most of the germination characteristics, showed that these traits had maximum effect on germination of soybean.

Keywords: Soybean; Vigor; Zinc; Iron

*Corresponding Author; Email: movahhedi54@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir