

## بررسی هدایت الکتریکی و رشد گیاهچه بذر لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris L.*) رشدیافته در شرایط تنش خشکی و محلول پاشی عناصر روی و منگنز

مهدي برانى دستجردى<sup>۱</sup>، محمد رفيعى الحسينى<sup>۲\*</sup>، عبدالرازاق دانش شهرکى<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> دانش آموخته دوره کارشناسی ارشد زراعت دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

<sup>۲</sup> استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

\*پست الکترونیک نویسنده مسئول: [m\\_rafiee\\_1999@yahoo.com](mailto:m_rafiee_1999@yahoo.com)

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۱۶)

### چکیده

به منظور بررسی هدایت الکتریکی و خصوصیات رشدی گیاهچه بذر لوبیا قرمز رشدیافته تحت شرایط تنش خشکی و محلول پاشی عناصر روی و منگنز، آزمایشی به صورت کوتاهی خودشده فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در دو بخش مزرعه‌ای و آزمایشگاهی در سال ۱۳۹۰ در دانشگاه شهرکرد انجام شد. سه سطح تنش خشکی (آبیاری پس از ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) به عنوان عامل اصلی و سه سطح محلول پاشی روی (محلول پاشی با آب خالص، محلول پاشی ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم در هکتار روی) و سه سطح محلول پاشی منگنز (محلول پاشی با آب خالص، محلول پاشی ۱۵۰ و ۳۰۰ گرم در هکتار منگنز) در ترکیب فاکتوریل به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که تنش خشکی شدید باعث کاهش معنی‌دار هدایت الکتریکی و افزایش طول گیاهچه و ریشه‌چه بذر لوبیا قرمز گردید. در بین صفات اندازه‌گیری شده، محلول پاشی منگنز تنها تأثیر معنی‌داری را بر هدایت الکتریکی و وزن خشک ریشه‌چه داشت. در بین تیمارهای محلول پاشی منگنز، کمترین میزان هدایت الکتریکی مربوط به تیمار شاهد و بیشترین وزن خشک گیاهچه در تیمار ۱۵۰ گرم در هکتار منگنز مشاهده گردید. محلول پاشی روی تأثیر معنی‌داری بر کلیه صفات اندازه‌گیری شده در طی آزمایش داشت. بیشترین میزان وزن خشک گیاهچه، طول ساقه‌چه، گیاهچه و ریشه‌چه و همچنین کمترین هدایت الکتریکی مربوط به تیمار ۱۰۰ گرم در هکتار روی بود. اما بیشترین وزن خشک ریشه‌چه در تیمار ۲۰۰ گرم در هکتار روی به دست آمد که تفاوت معنی‌داری را با تیمار ۱۰۰ گرم در هکتار آن نداشت. با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش، تنش خشکی ملایم و محلول پاشی عناصر روی و منگنز سبب افزایش کیفیت بذور تولیدی می‌گردد. در مجموع، محلول پاشی روی و منگنز (به ترتیب به میزان ۱۰۰ و ۳۰۰ گرم در هکتار) همراه با تنش ملایم (آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) جهت تولید بذور با بنیه بالا در شرایط منطقه توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: بنیه بذر، ریشه‌چه، ساقه‌چه، عناصر کم مصرف، لوبیا قرمز

مقدمه  
سوء تغذیه به عنوان یکی از مهم‌ترین و نگران کننده‌ترین مشکل‌های جامعه بشری مطرح است (پندی و

رونده سریع افزایش جمعیت در کشورهای در حال توسعه پیامدهای ناگواری را به دنبال دارد. کمبود غذا و

ریشه در جذب مواد غذایی است (هیو<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۷).

تاکنون در مورد مصرف عناصر غذایی کم مصرف در گیاهان زراعی و باگی تحقیقات زیادی صورت گرفته، اما در شرایط تنش خشکی به خوبی مشخص نیست که استفاده از این عناصر به صورت منفرد و ترکیبی بر کدام یک از ویژگی‌های فیزیولوژیک گیاه بیشترین تأثیر را داشته و تا چه حد می‌تواند اثرات خسارت‌زای تنش را کاهش دهد (بابائیان و همکاران، ۱۳۸۹). تأمین نیاز روی در شروع مرحله گلدهی گیاه با اثر بر باروری دانه گردد باعث افزایش تعداد دانه در بوته، افزایش وزن هزار دانه و افزایش قدرت حیات بذر می‌شود (پندی<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۶). اثر منگنز در بالابردن کیفیت بذر به‌واسطه نقش این عنصر در تولید لیگنین می‌باشد این ماده به عنوان یک عایق در دیواره سلولی گیاه، تأثیر قابل توجهی در سرعت و توانایی جذب آب توسط پوسته بذر داشته، و باعث کاهش خروج شیرابه از بذور می‌گردد (تکسیرا<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۵، ۲۰۰۴).

بنیه بذر را مجموعه تمام خصوصیت‌هایی از بذر می‌دانند که تعیین کننده‌ی اندازه‌ی بالقوه‌ی کارکرد بذر یا توده بذری در حین جوانه‌زنی و سبزشدن گیاهچه است (پازکی و همکاران، ۱۳۸۷). بذور با بنیه بالا می‌توانند در شرایط تنش‌زای مزرعه زودتر کاشته و در نهایت عملکرد بالاتری داشته باشند (دهقان‌شعار و همکاران، ۱۳۸۴). آزمون‌هایی بنیه‌بذر نقش مهمی را در تولید بذر و در تصمیم گیری‌های بازاریابی دارند. در حال حاضر آزمون هدایت الکتریکی به عنوان یک آزمون مناسب جهت ارزیابی بنیه بذرها نخود فرنگی، لوپیا، سویا و باقلاء شناخته شده است (دهقان‌شعار و همکاران، ۱۳۸۴). بورجی<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۰۷) طی آزمایشی روی ۱۰ رقم لوپیا سفید و قرمز به این نتیجه رسیدند که بین هدایت الکتریکی آب مقطر بذری خیسانده شده به مدت یک شبانه روز (که به عنوان شاخصی از تراوش مواد بذر استفاده می‌شود) و سرعت جذب آب همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد.

گانапادی<sup>۱</sup>، ۱۹۸۴). در این میان کمبود پروتئین در جیره‌غذایی بزرگ‌ترین آسیب را از لحاظ جسمی و فکری به انسان وارد می‌سازد (کوچکی، ۱۳۸۵). براساس مطالعات گوناگون استفاده از پروتئین‌های گیاهی می‌تواند اثرات سوء ناشی از کمبود پروتئین حیوانی را تا حدی از بین ببرد.

حبوبات به خصوص لوپیا با دارا بودن حدود ۳۰-۵۰ درصد پروتئین، می‌تواند در رفع مشکلات گفته شده نقش زیادی داشته باشد ( محلوجی و همکاران، ۱۳۷۹). همچنین حبوبات دارای کربوهیدرات‌ها، برخی ویتامین‌ها و مواد معدنی ضروری در جیره غذایی انسان بوده و در تناوب‌های زراعی نیز به عنوان حاصلخیز‌کننده‌ی زمین مورد استفاده قرار می‌گیرند (پندی و گانپادی، ۱۹۸۴) از طرفی دیگر بخش زیادی از زمین‌های کشاورزی ایران در مناطق خشک قرار گرفته، لذا تأثیر خشکی، شوری، دمای بالا و تنش‌های حاصل از آن‌ها در رشد گیاهان این مناطق دارای اهمیت ویژه‌ای می‌باشد. به‌طور کلی تنش‌ها بر جنبه‌های مختلف رشد گیاه اثر گذاشته و موجب کاهش و به تأخیر افتادن جوانه‌زنی، سرعت نمو، رشد اندام‌ها، طول دوران رشد گیاه و در نهایت کاهش تولید ماده خشک می‌گردد. با توجه به این که جوانه‌زنی اولین مرحله رشد گیاه و یکی از حساس‌ترین مراحل رشد گیاه، می‌باشد لذا موفقیت در این مرحله نقش بسیار مهمی را در مراحل دیگر رشد گیاه خواهد داشت و خسارت در این مرحله به هیچ وجه قابل جبران نخواهد بود (هاشمی‌دزفولی و کوچکی، ۱۳۷۷).

فراهرمی آب و منابع غذایی در مرحله نمو بذر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در واقع یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر در کاهش بنیه‌بذر، وقوع تنش خشکی در طی نمو بذر می‌باشد. در اثر کمبود آب به‌دلیل کاهش حجم آب خاک و در نتیجه کاهش توزیع مواد غذایی در بافت خاک، کاهش جذب مواد غذایی از طریق ریشه به قسمت‌های هوایی گیاه اتفاق می‌افتد، که این به‌واسطه آسیب‌دیدگی انتقال دهنده‌های فعل ممواد غذایی و همچنین کاهش انعطاف‌پذیری غشاء بافت

<sup>2</sup> Hu

<sup>3</sup> Pandey

<sup>4</sup> Teixeira

<sup>5</sup> Borji

<sup>1</sup> Pandey and Ganapathy

سولفات روی) در سطح احتمال ۵ درصد داشت. کاربرد بیش از این میزان سولفات روی به جهت اثر سمیت این عنصر سبب کاهش معنی‌دار وزن خشک گیاهچه گردید. در گیاه نخود نیز پرایمینگ بذور با استفاده از سولفات روی باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک گیاهچه در مقایسه با تیمار شاهد و پرایمینگ با آب خالص شد (هاریس<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۸).

محلول‌پاشی منگنز در گیاه لوبيا تأثیرات معنی‌داری بر هدایت الکتریکی بذور به‌دست‌آمده از این گیاه داشت. کمترین هدایت الکتریکی و در نتیجه بالاترین بنیه بذر مربوط به کاربرد ۴۱۵ گرم در هکتار منگنز بود. کاربرد بیش از این میزان منگنز سبب افزایش هدایت الکتریکی محلول بذری گردید. بیشترین میزان هدایت الکتریکی نیز مربوط به عدم کاربرد منگنز بود (تکسیرا و همکاران، ۲۰۰۵). محلول‌پاشی سولفات منگنز در طی مراحل رشدی دو رقم گیاه سویا تأثیر معنی‌داری را بر هدایت الکتریکی بذور به‌دست‌آمده از رقم کانکویستا<sup>۵</sup> نداشت. اما باعث کاهش معنی‌دار میزان هدایت الکتریکی و در نتیجه افزایش بنیه بذر رقم گاریمپو<sup>۶</sup> شد (مان<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۰۲). افزایش محتوی منگنز بذر گندم از طریق محلول‌پاشی و کاربرد این عنصر در خاک باعث افزایش وزن خشک گیاهچه و ریشه‌چه بذور به‌دست آمده از این گیاه گردید (خباز صابری<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۰۰). با توجه به نتایج تحقیقات قبل، این آزمایش به‌منظور بررسی اثر تنفس خشکی و محلول‌پاشی عناصر روی و منگنز بر هدایت الکتریکی و رشد گیاهچه بذر لوبيا قرمز طراحی و اجرا شد.

## مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی هدایت الکتریکی و ویژگی‌های رشدی گیاهچه بذر لوبيا قرمز رشدیافتہ تحت شرایط تنفس خشکی و محلول‌پاشی عناصر روی و منگنز آزمایشی در دو بخش مزرعه‌ای و آزمایشگاهی در سال زراعی ۱۳۸۹-۱۳۹۰ در مزرعه و آزمایشگاه تحقیقاتی

در گیاه لوبيا بین تیمارهای آبیاری پس از ۸۰، ۱۰۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشک کلاس A، کمترین میزان هدایت الکتریکی و در نتیجه بالاترین میزان بنیه بذر در تیمار ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشک کلاس A در درجه روز رشد<sup>۱</sup> کمتری به‌دست آمد (قاسمی‌گلعدانی و مظلومی‌اسکویی، ۲۰۰۸). قاسمی‌گلعدانی و همکاران (۲۰۱۲) بیان نمودند که قطع آبیاری در مرحله گلدهی سویا باعث افزایش قوه نامیه بذرور به‌دست آمده گردید که اختلاف معنی‌داری را با تیمار آبیاری کامل (شاهد) نداشت. اما قطع آبیاری در مراحل پرشدن دانه و در مرحله گلدهی باعث کاهش معنی‌دار این شاخص گردید. همچنین بالاترین وزن خشک گیاهچه سویا مربوط به تیمارهای قطع آبیاری در مرحله گلدهی و شرایط آبیاری کامل بود که اختلاف معنی‌داری را با دو تیمار دیگر در سطح احتمال ۱ درصد داشت.

تکسیرا و همکاران (۲۰۰۵) در آزمایشی جهت بررسی اثر محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف روی بر کیفیت بذر لوبيا بیان داشتند که محلول‌پاشی این عنصر در گیاه لوبيا تأثیر معنی‌داری را بر کیفیت بذر حاصل از این گیاه که از طریق آزمون هدایت الکتریکی تعیین گردید، نداشت. محلول‌پاشی سولفات روی در گیاه گلرنگ تأثیر معنی‌داری را بر بنیه بذور حاصل از این گیاه داشت. نتایج حاصل از آزمون جوانه‌زنی استاندارد نشان داد که محلول‌پاشی این عنصر باعث افزایش معنی‌دار وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه در مقایسه با تیمارهای محلول‌پاشی با آب خالص و عدم محلول‌پاشی شد. اما در مقایسه با محلول‌پاشی منگنز افزایش کمتری را داشت (موحدی دهنوی<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۹). پرایمینگ بذور با استفاده از سطوح مختلف سولفات روی شامل ۰/۰۲، ۰/۰۳ و ۰/۰۴ درصد برای گندم و ۰/۰۴، ۰/۰۵ و ۰/۰۶ درصد برای گیاه نخود تأثیر معنی‌داری را بر وزن خشک گیاهچه این دو گیاه داشت به گونه‌ای که بالاترین میزان وزن خشک گیاهچه گندم مربوط به تیمار ۰/۲ درصد سولفات روی بود که اختلاف معنی‌داری را با تیمار شاهد (عدم کاربرد

<sup>4</sup> Harris

<sup>5</sup> Conquista

<sup>6</sup> Garimpo

<sup>7</sup> Mann

<sup>8</sup> Khabaz-Saberi

<sup>1</sup> GDD

<sup>2</sup> Ghassemi-Golezani and Mazloomi-Oskooyi

<sup>3</sup> Movahhedy-Dehnavy

سانتی‌متر از یکدیگر در نظر گرفته شد. به‌منظور جلوگیری از نفوذ رطوبت به‌داخل کرت‌ها فواصل کرت‌های اصلی ۲ متر در نظر گرفته شد.

آبیاری قبل از اعمال تیمارها هر ۶ روز یکبار و به‌صورت سیفونی انجام گرفت. تیمارهای آبیاری پس از تنک‌کردن بوته‌ها و وجین علف‌های هرز از ابتدای مرحله V<sub>4</sub> (شوارتز و لانگهام<sup>۱</sup>، ۲۰۱۰) اعمال شدند. به‌منظور تشخیص زمان آبیاری، میزان تبخیر روزانه از تشتک تبخیر کلاس A از سازمان هواشناسی شهرکرد دریافت و پس از رسیدن به حد مورد نظر آبیاری انجام گرفت (محلوجی و همکاران، ۱۳۷۹). تیمارهای محلول‌پاشی در مرحله گلدهی اعمال گردید (سیفی نادرگلی<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۱).

برداشت نهایی پس از تکمیل مراحل رشد و نمو گیاه هنگامی که برگ بوته‌های لوپیا شروع به زرشنده و ریزش نموده و ۸۰-۹۰ درصد غلاف‌ها رسیده و دانه‌ها خشک شده بودند انجام شد.

بخش آزمایشگاهی شامل آزمون‌های هدایت الکتریکی و جوانه‌زنی استاندارد روی بذر به‌دست‌آمده از مزرعه بود. ابتدا بذور حاصل از تکرارهای هر تیمار آزمایش مزرعه‌ای، مخلوط و سپس آزمون‌های هدایت الکتریکی و جوانه‌زنی استاندارد به‌صورت کرت‌های خرد شده فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار انجام گرفت.

### آزمون هدایت الکتریکی

برای انجام آزمایش، ۴ تکرار ۵۰ تایی از بذور توزین و بذور در ۱۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر در دمای ۲۵°C و شرایط تاریکی به‌مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت (بورجی و همکاران، ۲۰۰۷). جهت جلوگیری از تبخیر آب درب ظروف به‌وسیله پلاستیک پوشش داده شد. پس از گذشت ۲۴ ساعت آب مقطر حاوی بذور توسط میله شیشه‌ای به‌مدت ۳۰ ثانیه همزده و هدایت الکتریکی محلول به‌وسیله هدایتسنج بر حسب میکروموس بر سانتی‌متر قرائت گردید (عطاردی و همکاران، ۱۳۹۰). جهت بیان هدایت الکتریکی بر حسب میکروموس بر

زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد واقع در کیلومتر ۲ جاده سامان (با عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۹ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۲۱۱۶ متر) اجرا گردید. پس از بررسی‌های به‌عمل‌آمده بذر لوپیا قرمز رقم ناز (با تیپ رشدی رونده) که از ارقام مناسب و رایج در منطقه است جهت کشت انتخاب شد که از ایستگاه ملی تحقیقات خمین خریداری گردید.

آزمایش مزرعه‌ای به‌صورت کرت‌های خردشده فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. سه سطح تنش خشکی (آبیاری پس از ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) به‌عنوان فاکتور اصلی و سه سطح محلول‌پاشی روی (محلول‌پاشی با آب خالص، محلول‌پاشی ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم در هکتار روی) و سه سطح محلول‌پاشی منگنز (محلول‌پاشی با آب خالص، محلول‌پاشی ۱۵۰ و ۳۰۰ گرم در هکتار منگنز) در ترکیب فاکتوریل به‌عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. میزان روی و منگنز خالص جهت محلول‌پاشی از منبع کود سولفات‌روی و منگنز براساس فرمول شیمیایی ترکیب و عدد اتمی جدول مندلیف محاسبه و براساس میزان روی و منگنز موجود در سولفات‌روی و منگنز مقدار مورد نظر وزن، به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده و توسط هیتر و مگنت عناصر در داخل آب مقطر به‌طور کامل حل گردید. میزان آب مورد نیاز جهت به حجم رساندن محلول براساس کالیبراسیون سمپاش و با غلظت ۵ در هزار صورت گرفت (بیانیا و همکاران، ۱۳۸۸).

به‌منظور جوانه‌زنی یکنواخت، کشت پس از رسیدن دمای خاک به بیش از ۱۰ درجه سانتی‌گراد در اواخر اردیبهشت به‌صورت دستی و پس از ضدعفونی کردن بذور توسط قارچ‌کش مانکوزب (به‌نسبت ۱ در هزار) در محل داغاب صورت گرفت. بدین منظور در تاریخ ۶ اردیبهشت ۱۳۹۰ به‌وسیله فوکا در رأس پشته شیارهایی به عمق ۵ سانتی‌متر زده شد و بذور به‌فاصله ۵ سانتی‌متر از یکدیگر در داخل شیارها قرار گرفتند. سپس شیارها به‌وسیله خاک پوشانده شدند. هر کرت فرعی شامل ۵ خط کاشت به‌طول ۶ متر و به‌فاصله ۵۰

<sup>1</sup> Schwartz and Langham

<sup>2</sup> Seifi Nadergoli

با میانگین ۱۹/۹ میکروموس بر سانتی‌متر بر گرم و کمترین آن مربوط به تیمار تنفس شدید با میانگین ۱۷/۰ میکروموس بر سانتی‌متر بر گرم بود. تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری را با تیمار تنفس ملائم نشان نداد (شکل ۱). این نتایج نشان دهنده افزایش کیفیت بذور در شرایط تنفس خشکی در مقایسه با شرایط مطلوب آبیاری به‌دلیل افزایش ضخامت پوسته بذر می‌باشد. در بررسی قاسمی گلعدانی و مظلومی اسکویی (۲۰۰۸) در لوبيا کمترین میزان هدایت الکتریکی و در نتیجه بالاترین میزان بنیه بذر در تیمار تنفس شدید در درجه روز رشد کمتری به‌دست آمد.

اثرات ساده محلول‌پاشی منگنز و روی نیز تأثیر معنی‌داری را بر میزان هدایت الکتریکی بذور به‌دست‌آمده از شرایط آزمایش داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین تیمارهای محلول‌پاشی منگنز بر میزان هدایت الکتریکی بذور مشخص نمود که بیشترین میزان هدایت الکتریکی مربوط به تیمار محلول‌پاشی ۳۰۰ گرم در هکتار منگنز و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود که تفاوت معنی‌داری بین تیمار شاهد و محلول‌پاشی ۱۵۰ گرم در هکتار منگنز وجود نداشت (شکل ۲). مقایسه میانگین محلول‌پاشی روی نشان داد که کمترین میزان هدایت الکتریکی و در نتیجه بالاترین میزان کیفیت بذور مربوط به تیمار محلول‌پاشی ۲۰۰ گرم در هکتار روی بود که تفاوت معنی‌داری را با دو تیمار دیگر داشت (جدول ۲). تکسیرا و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند وجود روی و منگنز به اندازه مطلوب در بذور به‌عنوان یک عایق در دیواره سلولی بوده و سبب افزایش سرعت و توانایی جذب آب توسط پوسته بذر گردیده، در نتیجه باعث کاهش خروج شیرابه از بذور می‌گردد. محلول‌پاشی عنصر منگنز در گیاه لوبيا تأثیرات معنی‌داری بر هدایت الکتریکی بذور به‌دست آمده از این گیاه داشت. کمترین میزان هدایت الکتریکی و در نتیجه بالاترین بنیه بذر مربوط به کاربرد ۴۱۵ گرم در هکتار منگنز و کاربرد بیش از این میزان منگنز سبب افزایش هدایت الکتریکی محلول بذری گردید (تکسیرا و همکاران، ۲۰۰۵).

اثر متقابل تنفس خشکی و محلول‌پاشی منگنز و همچنین اثر سه جانبه تنفس خشکی، محلول‌پاشی منگنز

سانتی‌متر بر گرم میزان هدایت الکتریکی بر وزن بذور تقسیم گردید. چهار عدد ظرف حاوی ۱۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد، و جهت کالیبراسیون دستگاه هدایت‌سنگ از محلول ۰/۱ نرمال کلرید پتاسیم استفاده گردید.

### آزمون جوانه‌زنی استاندارد

بدین منظور ۴ تکرار ۱۰۰ تایی از بذور به روش ساندویچی بین دو لایه کاغذ صافی که حاوی ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر بود در داخل اتفاق رشد (دما ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۰ درصد) به‌مدت ۹ روز نگهداری شدند (ایستا<sup>۱</sup>، ۱۹۹۹). در آخرین روز جوانه‌زنی و پس از جدا نمودن گیاهچه‌های غیرعادی و بذور سخت و فاسدشده، ۱۰ گیاهچه از هر واحد آزمایشی به‌طور تصادفی انتخاب، و سپس بخش‌های در حال رشد جنین از قسمت‌های ذخیره‌ای (لپه‌ها) جدا گردید. اندازه گیری طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه به‌وسیله خط‌کش انجام شد و سپس قسمت‌های ریشه‌چه، گیاهچه توسط اسکالپل<sup>۲</sup> از یکدیگر جدا، و به‌مدت ۲۴ ساعت در دما ۸۰ درجه سانتی‌گراد در داخل آون تهويه‌دار خشک و توزين گردید (اگروال و دادلانی<sup>۳</sup>، ۱۹۹۵).

تجزیه و تحلیل داده‌ها حاصل از این پژوهش با استفاده از نرم افزار SAS صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و با استفاده از نرم افزار MSTAT-C انجام پذیرفت. برای ترسیم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

### نتایج و بحث

#### هدایت الکتریکی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اعمال تنفس خشکی تأثیر معنی‌داری را بر میزان هدایت الکتریکی بذور لوبيا قرمز در سطح احتمال ۵ درصد دارد (جدول ۱). در مقایسه میانگین تیمارهای تنفس خشکی، بیشترین میزان هدایت الکتریکی مربوط به تیمار شاهد

<sup>1</sup> ISTA (International Seed Testing Association)

<sup>2</sup> Scalpel

<sup>3</sup> Agrawal and Dadlani

افزایش ۶ درصدی وزن خشک گیاهچه در مقایسه با تیمار شاهد شد. کاربرد ۲۰۰ گرم در هکتار روی سبب کاهش ۳ درصدی وزن خشک گیاهچه در مقایسه با تیمار ۱۰۰ گرم در هکتار روی گردید. این نتایج نشان‌دهنده اثر ناچیز سمتی عنصر روی در شرایط کاربرد غلظت‌های بالای این عنصر می‌باشد. بین تیمارهای محلول‌پاشی ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم در هکتار و همچنین تیمارهای ۲۰۰ گرم و عدم محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲).

محلول‌پاشی عنصر روی و در نتیجه افزایش میزان آن در بذر سبب توسعه بهتر و بیشتر ریشه و برگ در مدت زمان جوانه‌زنی می‌شود (Yilmaz<sup>2</sup> و همکاران، ۱۹۹۸). هاریس<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۰۸) در بررسی پرایمینگ بذور با استفاده سولفات روی نشان دادند که تیمار ۰/۲۰ درصد سولفات روی دارای بیشترین میزان وزن خشک گیاهچه و غلظت‌های بالاتر از این میزان سبب کاهش معنی‌دار این شاخص می‌گردد. کلیه اثرات متقابل تیمارها، اثر معنی‌داری را بر وزن خشک گیاهچه نداشتند (جدول ۱).

### وزن خشک ریشه‌چه

براساس نتایج تجزیه واریانس ننش خشکی تأثیر معنی‌داری را بر شاخص وزن خشک ریشه‌چه نداشت. اما محلول‌پاشی منگنز و روی تأثیر معنی‌داری را در سطح احتمال ۵ درصد بر وزن خشک ریشه‌چه داشتند (جدول ۱).

محلول‌پاشی ۱۵۰ گرم در هکتار منگنز با افزایش ۱۵ درصدی وزن خشک ریشه‌چه در مقایسه با تیمار شاهد دارای بیشترین میزان این شاخص بود. البته بین تیمارهای محلول‌پاشی ۱۵۰ و ۳۰۰ گرم در هکتار منگنز تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (شکل ۴). از علل افزایش وزن خشک ریشه‌چه در شرایط محلول‌پاشی منگنز می‌توان به تأثیر این عنصر در افزایش فعالیت‌های آنزیمی و در نتیجه افزایش بهره‌وری فعالیت‌های متابولیکی اشاره نمود.

و روی بر میزان هدایت الکتریکی بذر در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید و سایر متغیرها تأثیر معنی‌داری را بر شاخص هدایت الکتریکی بذور نداشتند (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل ننش خشکی و محلول‌پاشی منگنز نشان داد که بالاترین میزان هدایت الکتریکی در تیمار آبیاری مطلوب و محلول‌پاشی ۳۰۰ گرم در هکتار منگنز و کمترین آن مربوط به تیمار ننش شدید و محلول‌پاشی ۱۵۰ گرم در هکتار منگنز بود (شکل ۳). ننش خشکی از یک طرف باعث ایجاد پوسته ضخیم و از طرف دیگر مقادیر مطلوب عناصر غذایی در بذور سبب افزایش مقاومت غشای سلولی پوسته بذر و کاهش خروج شیرابه می‌گردد (Fenner<sup>۱</sup>، ۱۹۹۱).

مقایسه میانگین اثرات متقابل سه‌جانبه ننش خشکی، محلول‌پاشی روی و منگنز مشخص نمود که در بین تیمارهای آزمایشی بیشترین میزان هدایت الکتریکی و در نتیجه پایین‌ترین بنيه بذر مربوط به تیمار ننش ملایم، محلول‌پاشی ۳۰۰ گرم در هکتار منگنز و محلول‌پاشی ۱۰۰ گرم در هکتار روی با میانگین ۲۷/۷ میکرومیکرون متر بر سانتی‌متر بر گرم و کمترین میزان هدایت الکتریکی مربوط به تیمار ننش شدید، عدم محلول‌پاشی منگنز و محلول‌پاشی ۲۰۰ گرم در هکتار روی است (جدول ۳). این نتایج نشان‌دهنده نقش عنصر روی در کاهش اثرات ننش در شرایط ننش خشکی و سمتی عناصر منگنز و روی در شرایط مطلوب آبیاری می‌باشد. جلیل شش‌بهره و موحدی دهنی (۱۳۹۱) بیان نمودند با افزایش شدت ننش خشکی، محلول‌پاشی برگی عناصر بهویژه روی و مصرف توأم روی و آهن اثر مثبت بر بنيه بذر گذاشته و باعث افزایش کیفیت بذور می‌گردد.

### وزن خشک گیاهچه

نش خشکی و محلول‌پاشی منگنز تأثیر معنی‌داری را بر وزن خشک گیاهچه نداشتند؛ اما محلول‌پاشی روی تأثیر معنی‌داری را در سطح احتمال ۵ درصد بر شاخص وزن خشک گیاهچه لوپیا قرمز تحت شرایط آزمایش داشت (جدول ۱). براساس مقایسه میانگین‌ها مشخص گردید که محلول‌پاشی ۱۰۰ گرم در هکتار روی سبب

<sup>2</sup> Yilmaz

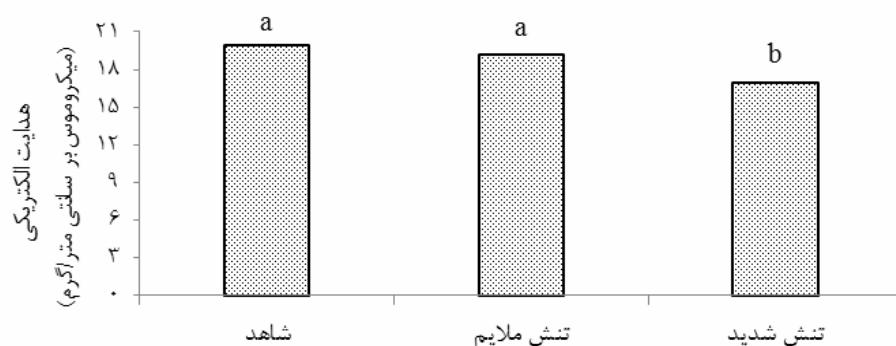
<sup>3</sup> Harris

<sup>1</sup> Fenner

**جدول ۱- تجزیه واریانس صفات هدایت الکتریکی، وزن خشک گیاهچه، ریشه‌چه و طول ساقه‌چه، گیاهچه و ریشه‌چه لوبیا قرمز تحت شرایط آزمایش**

میانگین مربعات							منابع تغییرات
طول ریشه‌چه	طول گیاهچه	طول ساقه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک گیاهچه	هدایت الکتریکی	درجه آزادی	
۰/۶۶ <sup>ns</sup>	۱/۳۱ <sup>ns</sup>	۰/۶۵ <sup>ns</sup>	۰/۰۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۰ <sup>ns</sup>	۱/۱۸ <sup>ns</sup>	۳	بلوک
۱۳/۱۵*	۳/۵۶**	۳/۶۱ <sup>ns</sup>	۰/۰۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۱ <sup>ns</sup>	۸۴/۲۲*	۲	تنش خشکی (A)
۳/۸۰	۰/۸۳	۲/۲۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۱۴/۴۶	۶	اشتباه a
۳/۶۴ <sup>ns</sup>	۰/۶۰ <sup>ns</sup>	۱/۰۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۰*	۰/۰۰ <sup>ns</sup>	۹۴/۶۶**	۲	محلول پاشی منگنز (B)
۱۰/۵۲*	۱/۵۰*	۵/۴۰*	۰/۰۰*	۰/۰۲*	۱۵۱/۳۸**	۲	محلول پاشی روی (C)
۰/۸۳ <sup>ns</sup>	۰/۴۲ <sup>ns</sup>	۰/۴۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۱ <sup>ns</sup>	۴۱/۶۲**	۴	B × A
۱/۸۹ <sup>ns</sup>	۰/۲۴ <sup>ns</sup>	۰/۶۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۰**	۰/۰۰ <sup>ns</sup>	۱۷/۴۹ <sup>ns</sup>	۴	C × A
۲/۴۸ <sup>ns</sup>	۰/۵۴ <sup>ns</sup>	۰/۳۴ <sup>ns</sup>	۰/۰۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۰ <sup>ns</sup>	۱۹/۳۹ <sup>ns</sup>	۴	C × B
۳/۹۷ <sup>ns</sup>	۰/۸۲ <sup>ns</sup>	۱/۷۶ <sup>ns</sup>	۰/۰۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۱ <sup>ns</sup>	۵۲/۷۶**	۸	C × B × A
۳/۰۲	۰/۵۰	۱/۹۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۹/۶۰	۷۲	اشتباه b
۱۴/۲۲	۱۷/۳۱	۱۲/۰۶	۲۱/۹۰	۱۰/۹۸	۱۶/۵۷	-	ضریب تغییرات (%)

\* و \*\* به ترتیب نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و درصد می‌باشد.

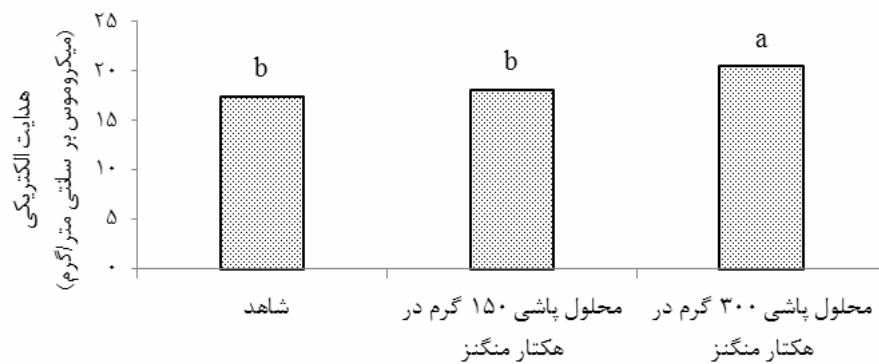


**شکل ۱- سطوح مختلف تنش خشکی بر میزان هدایت الکتریکی لوبیا قرمز حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون دانکن می‌باشند.**

**جدول ۲- اثر محلول پاشی روی بر هدایت الکتریکی، وزن خشک گیاهچه، ریشه‌چه و طول ساقه‌چه، گیاهچه و ریشه‌چه لوبیا قرمز تحت شرایط آزمایش**

تیمار	هدایت الکتریکی (میکروموس بر سانسی متر بر گرم)	وزن خشک گیاهچه (گرم)	وزن خشک ریشه‌چه (گرم)	طول ساقه‌چه (سانسی متر)	طول گیاهچه (سانسی متر)	طول ریشه‌چه (سانسی متر)
بدون مصرف روی	۱۸/۸۸ <sup>b</sup>	۰/۶۲ <sup>b</sup>	۰/۱۳ <sup>b</sup>	۱۱/۱۸ <sup>b</sup>	۳/۸۹ <sup>b</sup>	۱۱/۶۵ <sup>b</sup>
۱۰۰ گرم در هکتار روی	۲۰/۶۵ <sup>a</sup>	۰/۶۶ <sup>a</sup>	۰/۱۴ <sup>b</sup>	۱۱/۹ <sup>a</sup>	۴/۲۹ <sup>a</sup>	۱۲/۷۲ <sup>a</sup>
۲۰۰ گرم در هکتار روی	۱۶/۵۶ <sup>c</sup>	۰/۶۴ <sup>ab</sup>	۰/۱۵ <sup>a</sup>	۱۱/۳۰ <sup>ab</sup>	۴/۱۵ <sup>ab</sup>	۱۲/۳۳ <sup>ab</sup>

حروف غیر مشابه در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد (آزمون دانکن) می‌باشد.



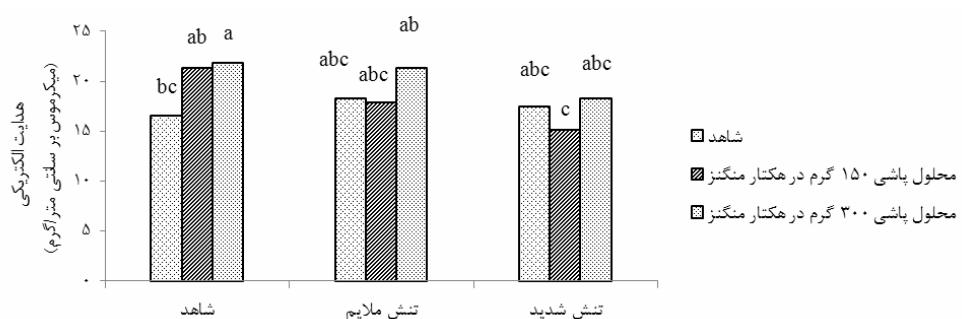
شکل ۲- سطوح مختلف محلول پاشی منگنز بر میزان هدایت الکتریکی

حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون دانکن می‌باشند.

جدول ۳- اثرات متقابل تنش خشکی، محلول پاشی منگنز و روی بر هدایت الکتریکی لوپیا قرمز تحت شرایط آزمایش

تنش شدید			تنش ملایم			بدون تنش			تیمار
Mn <sub>3</sub>	Mn <sub>2</sub>	Mn <sub>1</sub>	Mn <sub>3</sub>	Mn <sub>2</sub>	Mn <sub>1</sub>	Mn <sub>3</sub>	Mn <sub>2</sub>	Mn <sub>1</sub>	
۱۷/۲۵ <sup>d-j</sup>	۱۵/۱۴ <sup>g-j</sup>	۲۰/۲۹ <sup>b-g</sup>	۲۱/۰۶ <sup>b-e</sup>	۲۲/۳۸ <sup>bcd</sup>	۱۶/۳۰ <sup>e-j</sup>	۲۱/۴۲ <sup>b-e</sup>	۲۰/۸۵ <sup>b-e</sup>	۱۵/۲۴ <sup>g-j</sup>	Zn <sub>1</sub>
۱۹/۴۴ <sup>c-h</sup>	۱۵/۲۸ <sup>g-j</sup>	۲۰/۰۷ <sup>c-h</sup>	۲۷/۷۳ <sup>a</sup>	۱۷/۵۹ <sup>d-i</sup>	۲۰/۶۶ <sup>b-f</sup>	۲۴/۳۴ <sup>abc</sup>	۲۵/۳۰ <sup>ab</sup>	۱۵/۴۳ <sup>f-j</sup>	Zn <sub>2</sub>
۱۸/۳۱ <sup>d-i</sup>	۱۴/۹۳ <sup>hij</sup>	۱۲/۱۳ <sup>j</sup>	۱۵/۳۱ <sup>g-j</sup>	۱۳/۸۱ <sup>ij</sup>	۱۷/۸۳ <sup>d-i</sup>	۱۹/۹۲ <sup>c-h</sup>	۱۷/۷۳ <sup>d-i</sup>	۱۹/۰۷ <sup>d-i</sup>	Zn <sub>3</sub>

(Mn<sub>3</sub>, Mn<sub>2</sub>, Mn<sub>1</sub>) به ترتیب عدم محلول پاشی منگنز، محلول پاشی ۱۵۰ گرم در هکتار منگنز، محلول پاشی ۳۰۰ گرم در هکتار منگنز و Zn<sub>2</sub>, Zn<sub>3</sub> به ترتیب عدم محلول پاشی روی، محلول پاشی ۱۰۰ گرم در هکتار روی و محلول پاشی ۲۰۰ گرم در هکتار روی می‌باشند. حروف غیر مشابه بین‌گر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد (آزمون دانکن) می‌باشند.

شکل ۳- اثرات متقابل تنش خشکی و محلول پاشی منگنز بر میزان هدایت الکتریکی لوپیا قرمز  
حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون دانکن می‌باشند.

وزن خشک ریشه‌چه در مقایسه با تیمار شاهد و محلول پاشی ۱۰۰ گرم در هکتار روی شد (جدول ۲). این به واسطه نقش عنصر روی به عنوان یکی از اجزای

توان بالای جذب منگنز به صورت محلول پاشی تأیید شده است (کامبراتو<sup>۱</sup>, ۲۰۰۴). محلول پاشی ۲۰۰ گرم در هکتار عنصر روی به ترتیب سبب افزایش ۱۶ و ۱۲ درصد

<sup>۱</sup> Camberato

می‌شود. کلیه اثرات متقابل بررسی شده تأثیر معنی‌داری بر طول ساقه‌چه نداشتند (جدول ۱).

### طول گیاهچه

اثر تیمارهای مختلف آبیاری تأثیر معنی‌داری را بر طول گیاهچه بذر لوبيا قرمز به دست آمده از شرایط آزمایش در سطح احتمال ۱ درصد داشت (جدول ۱). براساس مقایسه میانگین‌ها مشخص گردید که تنفس خشکی بر روی گیاه لوبيا سبب افزایش طول گیاهچه بذور به دست آمده از این گیاه می‌شود. به طوری که به ترتیب تنفس ملایم و تنفس شدید سبب افزایش ۱۰ و ۱۶ درصد طول گیاهچه گردیدند (شکل ۶). قاسمی گلعدانی<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند قطع آبیاری در مرحله گلدهی سبب افزایش طول گیاهچه سویا به سبب افزایش میزان پروتئین بذر می‌گردد. نتایج این تحقیق با نتایج سلطانی و همکاران (۱۳۸۶) مطابقت دارد.

در بین اثرات ساده محلول‌پاشی عناصر کم‌صرف تنها محلول‌پاشی روی تأثیر معنی‌داری را در سطح احتمال ۵ درصد بر طول گیاهچه داشت (جدول ۱). محلول‌پاشی ۱۰۰ گرم در هکتار روی سبب افزایش معنی‌دار طول گیاهچه در مقایسه با تیمار شاهد شد؛ اما محلول‌پاشی بیش از این میزان روی سبب کاهش طول گیاهچه گردید (جدول ۲). تأثیر مثبت سولفات روی که در آزمایش حاضر نیز مشاهده شده ممکن است به دلیل نقش تغذیه‌ای روی و تأمین روی موردنیاز جهت رشد مناسب گیاهچه باشد (هاریس و همکاران، ۲۰۰۸). قامری<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۰۳) نشان دادند که کاربرد روی بیش از نیاز مانع از تقسیم سلولی در نوک ریشه گیاهان و کاهش تقسیم میتوز می‌گردد. کلیه اثرات متقابل تأثیر معنی‌داری را بر صفت طول گیاهچه نداشتند.

### طول ریشه‌چه

تنفس خشکی تأثیر معنی‌داری را در سطح احتمال ۵ درصد بر طول ریشه‌چه بذر لوبيا قرمز به دست آمده از شرایط آزمایش داشت. بیشترین میزان طول ریشه‌چه

ضروری آنزیمهای گوناگون برای تولید انرژی، سنتز پروتئین و دخالت این عنصر در تشکیل ایندول استیک اسید و تنظیم رشد گیاه می‌باشد. موحدی دهنوی و همکاران (۲۰۰۹) در گیاه گلنگ به نتایج مشابهی دست یافتند.

در بین اثرات متقابل تنها اثر متقابل تنفس خشکی و محلول‌پاشی روی تأثیر معنی‌داری را بر وزن خشک ریشه‌چه داشت. براساس مقایسه میانگین تیمارها

مشخص گردید که در سطوح آبیاری ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تشك کلاس A، به ترتیب محلول‌پاشی ۲۰۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم در هکتار روی باعث افزایش وزن خشک ریشه‌چه و همچنین کاهش اثرات ناشی از تنفس خشکی گردیدند (شکل ۵). اوزترک<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۶) در گیاه گندم به نتایج مشابهی دست یافتند. یکی از نقش‌های اساسی روی در جوانه‌زنی بذر، کاهش اثرات تنفس و افزایش رشد ریشه‌چه می‌باشد (کاکماک<sup>۲</sup>، ۲۰۰۸).

### طول ساقه‌چه

براساس نتایج تجزیه واریانس تنفس خشکی و محلول‌پاشی منگنز بر طول ساقه‌چه بذر لوبيا قرمز به دست آمده از شرایط آزمایش تأثیر معنی‌داری را نداشتند. اما محلول‌پاشی روی باعث تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر طول ساقه‌چه گردید (جدول ۱).

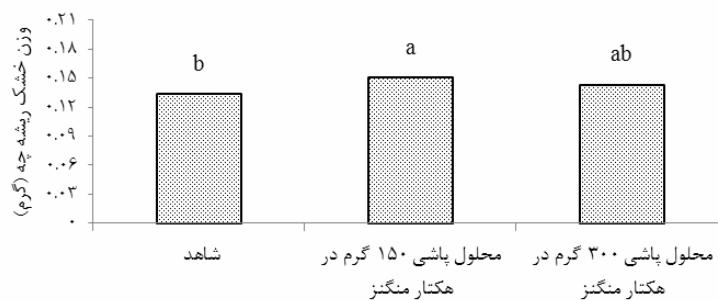
محلول‌پاشی ۱۰۰ گرم در هکتار روی دارای بیشترین میزان طول ساقه‌چه با میانگین ۱۱/۹۰ و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد با میانگین ۱۱/۱۸ سانتی‌متر بود. همچنین محلول‌پاشی ۲۰۰ گرم در هکتار سبب افزایش ۱ درصدی طول ساقه‌چه شد که تفاوت معنی‌داری را با دو تیمار دیگر نداشت (جدول ۲). گزارش شده است که در حضور عنصر روی ساخت هورمون‌ها از جمله اکسین افزایش می‌یابد (کاکماک، ۲۰۰۸). بنابراین به نظر می‌رسد افزایش اکسین بذر همراه با میزان روی بالا باعث افزایش رشد ساقه‌چه

<sup>3</sup> Ghassemi-Golezani

<sup>4</sup> Ghamery

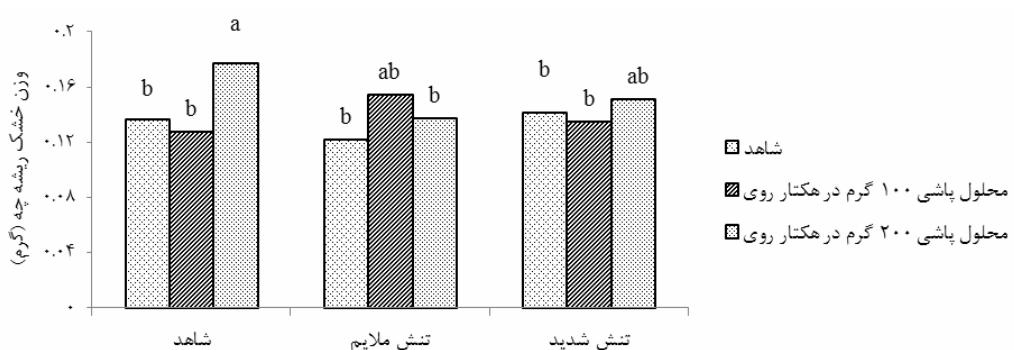
<sup>1</sup> Ozturk

<sup>2</sup> Cakmak



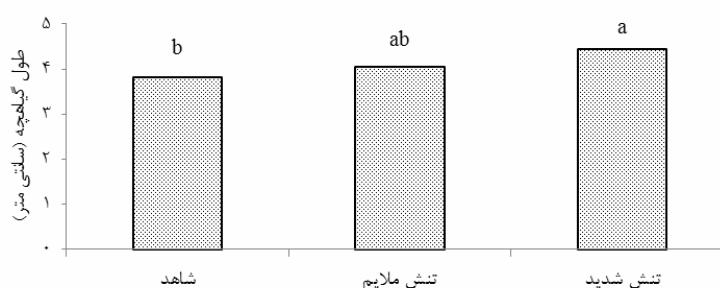
شکل ۴- سطوح مختلف محلول پاشی منگنز بر وزن خشک ریشه‌چه لوبیا قرمز

حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون دانکن می‌باشند.



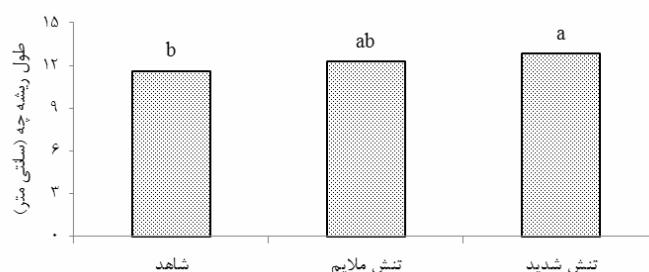
شکل ۵- اثرات متقابل تنش خشکی و محلول پاشی روی بر وزن خشک ریشه‌چه لوبیا قرمز

حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون دانکن می‌باشند.



شکل ۶- سطوح مختلف تنش خشکی بر طول گیاهچه لوبیا قرمز

حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون دانکن می‌باشند.



شکل ۷- سطوح مختلف تنش خشکی بر طول ریشه‌چه لوبیا قرمز

حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون دانکن می‌باشند.

کیفیت بذور تولیدی می‌گردد. در مجموع محلول‌پاشی روی و منگنز به ترتیب به میزان ۱۰۰ و ۳۰۰ گرم در هکتار همراه با تنفس ملایم (آبیاری پس از ۷۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) جهت تولید بذور با بنیه بالا در شرایط منطقه توصیه می‌گردد.

مربوط به تنفس شدید با میانگین ۱۲/۸۲ سانتی‌متر بود که به ترتیب سبب افزایش ۵ و ۱۰ طول ریشه‌چه نسبت به تنفس ملایم و شاهد شد (شکل ۷). این ممکن است به واسطه بوجود آمدن بذور ریزتر در شرایط تنفس خشکی و در نتیجه جذب آب بیشتر توسط بذر باشد (Peksen<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۴).

همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد که محلول‌پاشی روی نیز تأثیر معنی‌داری بر طول ریشه‌چه داشت. براساس مقایسات میانگین تیمار محلول‌پاشی ۱۰۰ گرم در هکتار روی با میانگین ۱۲/۷۲ سانتی‌متر دارای بیشترین طول ریشه‌چه و تیمار شاهد با میانگین ۱۱/۶۵ سانتی‌متر کمترین میزان طول ریشه‌چه را دارا بودند. کاربرد ۲۰۰ گرم در هکتار روی سبب کاهش طول ریشه‌چه (نسبت به تیمار ۱۰۰ گرم در هکتار روی) شد. به‌طوری که بین تیمار شاهد و ۲۰۰ گرم در هکتار روی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. در مراحل اولیه رشد، کمبود عناصر روی و فسفر باعث به تاخیر اندختن رشد اولیه گیاه‌چه‌ها و حساسیت گیاه‌چه‌ها به دوره‌های خشکی می‌شود (جونز و واحبی<sup>۲</sup>، ۱۹۹۲). پرایمینگ بذر به‌وسیله سولفات روی تأثیر معنی‌داری را بر طول ریشه‌چه، گیاه‌چه، تعداد ریشه‌چه گیاه برجام داشت و سبب افزایش طول ریشه‌چه و گیاه‌چه در این گیاه شد. بالاترین میزان طول ریشه‌چه، گیاه‌چه، تعداد ریشه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و گیاه‌چه مربوط به تیمار ۲/۵ میلی‌لیتر سولفات روی بود و کاربرد بیشتر از این میزان سبب کاهش معنی‌دار طول ریشه‌چه و گیاه‌چه در این گیاه گردید (Prom-yo-sai<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۲).

با توجه به نتایج تجزیه واریانس مشخص گردید که اثر ساده محلول‌پاشی منگنز و همچنین تمامی اثرات متقابل تأثیر معنی‌داری بر طول ریشه‌چه نداشتندند (جدول ۱).

### نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش تنفس خشکی ملایم و محلول‌پاشی عناصر روی و منگنز سبب افزایش

<sup>1</sup> Peksen

<sup>2</sup> Jones and Wahbi

<sup>3</sup> Prom-u-thai

## منابع

- بابائیان، م.، حیدری، م. و قنبری، ا. ۱۳۸۹. اثر تنفس خشکی و محلول پاشی عناصر کم مصرف بر ویژگی‌های فیزیولوژیک و جذب عناصر غذایی در آفتابگردان (*Helianthus annus* L.). مجله علوم زراعی، ۱۲(۴): ۳۷۷-۳۹۱.
- پازکی، ع.ر.، شیرانی‌راد اح.، حبیبی، د.، پاک‌نژاد ف. و نصری، م. ۱۳۸۷. استفاده از آزمون‌های بنیه‌بذر، مدل رگرسیونی چندمتغیره و تجزیه علیت برای اندازه‌گیری میزان استقرار نهایی گیاهچه ارقام لوپیا قرمز. مجله علمی پژوهشی گیاه و زیست بوم، ۱۳(۴): ۲۴-۱۱.
- جلیل شش‌بهره، م. و موحدی دهنوی، م. ۱۳۹۱. اثر محلول پاشی روی و اهن بر بنیه بذر سویا رشد کرده در شرایط تنفس خشکی. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۵(۱): ۳۵-۱۹.
- دهقان‌شعار، م.، حمیدی، آ. و مبصر، ص. ۱۳۸۴. شیوه‌های ارزیابی قدرت بذر (ترجمه). جلد اول، انتشارات نشر آموزش کشاورزی، ۱۹۴ صفحه.
- سلطانی، ا.، اکرم قادری، ف. و معماری، ح. ۱۳۸۶. تأثیر پرایمینگ بر مؤلفه‌های جوانzenی بذر و رشد گیاهچه پنبه در شرایط تنفس خشکی. فصلنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۴(۵): ۸-۱.
- عطارددی، ه.، ایران نژاد، ح.، شیرانی‌راد، ا.م.، امیری، ر. و اکبری، غ.ع. ۱۳۹۰. بررسی اثرات اعمال تنفس خشکی و تاریخ کاشت روی گیاه مادری، بر بنیه و ظهور گیاهچه بذرها تولیدی برخی ارقام کلزا. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۲(۱): ۸۰-۷۱.
- کوچکی، ع. ۱۳۸۵. زراعت در مناطق خشک، غلات، حبوبات، گیاهان صنعتی و گیاهان علوفه‌ای. جلد نهم، جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۰۲ صفحه.
- محلوچی، م.، موسوی، س.ف. و کریمی، م. ۱۳۷۹. اثر تنفس رطوبتی و تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه لوپیا چیتی. نشریه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۴(۱): ۶۷-۵۷.
- هاشمی دزفولی، ا. و کوچکی، ع. ۱۳۷۷. افزایش عملکرد گیاهان زراعی. جلد سوم، جهاد دانشگاهی واحد مشهد، ۲۸۷ صفحه.
- پارنیا، م.، فرجزاده، ا.، رضائی، ف.، احمدزاده، ا. و نوبیری، ن. ۱۳۸۸. تأثیر روش کاربرد عناصر ریزمغذی بر تولید چغندر قند رقم منوژرم رسول. پژوهش‌های علوم کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، ۱۰(۳): ۳۸-۲۵.
- Agrawal, R.L., and Dadlani, M. 1995. Seed technology second edition. Oxford and IBH Publishing Co. PVT. LTD.
- Borji, M., Ghorbanli, M., and Sarlak, M. 2007. Some seed traits and their relationship to seed germination, emergence rate electrical conductivity in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Asian Journal of Plant Sciences, 6(5):781-787.
- Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? Plant and Soil, 302(1-2): 1–17.
- Camberato, J.J. 2004. Manganese Deficiency and Fertilization of Cotton. *Soil Fertility Series #1* Available in: [http://www.clemson.edu/extension/rowcrops/cotton/crop\\_management/manganese\\_deficiency.pdf](http://www.clemson.edu/extension/rowcrops/cotton/crop_management/manganese_deficiency.pdf).
- Fenner, M. 1991. The effects of the parent environment on seed germinability. Seed Science Research, 1(2): 75-84.

- Ghamery, A.A., El-Kholy, M., and Abou El-Yousser, A.A. 2003. Evaluation of cytological effects of Zn<sup>2+</sup> in relation to germination and root growth of (*Nigella sativa* L.) and (*Triticum aestivum* L.). Mutation Research Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis, 537 (1): 29-41.
- Ghassemi-Golezani, K., and Mazloomi-Oskooyi, R. 2008. Effect of water supply on seed quality development in common bean (*Phaseolus vulgaris* var.). International Journal of Plant Production, 2(2): 117-124.
- Ghassemi-golezani, K., Lotfj R., and Norouzi, M. 2012. Seed quality of soybean cultivars affected by pod position and water stress at reproductive stages. International Journal of Plant, Animal and Environment Sciences, 2: 119-125.
- Harris, D., Rashid, A., and Miraj, G. 2008. ‘On-farm’ seed priming with zinc in chickpea and wheat in Pakistan. Plant and Soil, 306(1-2):3-10.
- 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 of maize seedlings. Environmental and Experimental Botany, 60(2): 268-275.
- International Seed Testing Association. 1999. International rules for seed testing. Seed science and technology. 27 supplement. 333 pp.
- Jones, M.J., and Wahbi, A. 1992. Site-factor influence on barley response to fertilizer in on-farm trials in northern Syria: descriptive and predictive models. Experimental Agriculture, 28(1): 63- 87.
- Khabaz-Saberi, H., Graham, R.D., Ascher, J.S., and Rathjen, A. 2000. Quantification of the confounding effect of seed manganese content in screening for manganese efficiency in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. durum). Journal of Plant Nutrition, 23(7): 855-866.
- Mann, M.N., de Resende, P.M., Mann, R.S., de Carvalho, J.G., and de Resende Von Pinho, E.V. 2002. Effect of manganese application on yield and seed quality of soybean. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 37(12): 1757-1764.
- Movahhedy-Dehnavy, M., Modarres-sanavy, S.A.M., and Mokhtassi-Bidgoli, A. 2009. Foliar application of zinc and manganese improves seed yield and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown under water deficit stress. Industrial Crops and Products, 30(1): 82-92.
- Ozturk, L., Yazici, M.A., Yucel, C., Torun, A., Cekic, 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. Physiologia Plantarum, 128(1): 144-152.
- Pandey, N., Pathak, G.C., and Sharma, C.P. 2006. Zinc is critically required for pollen function and fertilization in lentil. Journal of Trace Elements Medicine and Biology, 20(2): 89-96.
- Pandey, R., and Ganapathy, P.S. 1984. Effects of sodium chloride stress on callus cultures of *Cicer arietinum* L. cv. BG-203 growth and ion accumulation. Journal of Experimental Botany, 35(8): 1194-1199.
- Peksen, E., Peksen, A., Bozoglu, H., and Gulumser, A. 2004. Some seed traits and their relationships to seed germination and field emergence in pea (*Pisum sativum* L.). Journal of Agronomy, 3: 243–246.
- Prom-u-thai, C., Rerkasem, B., Yazici, M., and Cakmak, I. 2012. Zinc priming promotes seed germination and seedling vigor of rice. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 175(3): 482-488.
- Schwartz, H.F., and Langham, M.A.C. 2010. Growth stages of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Available in: [http://www.ncipmc.org/resources/legume\\_diagnostic\\_cards/Legume%20Diagnostic%20Cards%204.pdf](http://www.ncipmc.org/resources/legume_diagnostic_cards/Legume%20Diagnostic%20Cards%204.pdf). (Accessed June 2010).

- Seifi Nadergoli, M., Yarnia, M., and Rahimzade Khoei, F. 2011. Effect of zinc and manganese and their application method on yield and yield component of common bean (*Phaseolus vulgaris* L. CV. Khomein). Middle-East Journal of Scientific Research, 8(5): 859-865.
- Teixeira, I.R., Borem, A., Andrade Araujo, G.A.D., and Ferreira Fontes, R.L. 2004. Manganese and zinc leaf application on common bean grown on a Cerrado soil. *Scientia Agricola*, 61(1): 77-81.
- Teixeira, I.R., Borem, A., Andrade, Araujo G.A.D., and Bastos De Andrade M.J. 2005. Nutrient contents and physiological quality of common bean seed in response to leaf fertilization with manganese and zinc. *Bragantia*, 64(1):83-88.
- Yilmaz, A., Ekiz, H., Gultekin, I., Torun, B., Barut, H., Karanlik, S., and Cakmak, I. 1998. Effect of seed zinc content on grain yield and zinc concentration of wheat grown in zinc-deficient calcareous soils. *Journal of Plant Nutrition*, 21(10): 2257-2264.

## **Investigation of Electrical Conductivity and Seedling Growth of Red Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Seed Grown under Drought Stress and Foliar Application of Zinc and Manganese**

**Mehdi Baraani-Dastjerdi<sup>1</sup>, Mohammad Rafieiolhossaini<sup>2,\*</sup>, Abdorazagh Danesh-shahraki<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *M.Sc. graduated of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran*

<sup>2</sup> *Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran*

\* Corresponding author, E-mail address: [m\\_rafiee\\_1999@yahoo.com](mailto:m_rafiee_1999@yahoo.com)

(Received: 2014.05.4 - Accepted: 2015.01.6)

### **Abstract**

In order to evaluate the electrical conductivity and seedling growth characteristics of red bean seed grown under drought stress and foliar application of zinc and manganese, a split factorial experiment was conducted in a Randomized Complete Block Design in field and also laboratory experiment at Shahrekord University in 2011. Factors included three levels of drought stress (irrigation after 50, 70 and 90 mm evaporation from class A pan) as the main plot and three levels of zinc foliar application (with water, 100 and 200 grams per hectare zinc), and three levels of manganese foliar application (with water, 150 and 300 grams per hectare manganese) in a factorial combination as sub plot. The results showed that severe drought stress led to decrease of electrical conductivity while the seedling and root length of red bean seed were increased. In the measured characteristics, Mn foliar application had significant effect on electrical conductivity and root dry weight. In different Mn foliar application treatments, the lowest electrical conductivity was related to control while the maximum seedling dry weight was observed at 150 g Mn foliar application per hectare. Zn foliar application had significant effect on all the traits measured during this experiment. Based on means comparison, the highest seedling dry weight, shoot, seedling and root length as well as the lowest electrical conductivity was belong to the 100 g Zn foliar application per hectare. The highest root dry weight was obtained for 200 g Zn per hectare which no significant difference was observed with 100 g Zn per hectare. According to the results of this experiment, mild stress and foliar application of zinc and manganese led to increase the quality of the produced seeds. In total, foliar application of zinc and manganese (at the amount of 100 and 300 g ha<sup>-1</sup> respectively) with mild stress (irrigation after 70 mm evaporation from class A pan) are recommended for production of seeds with high vigor under this region conditions.

**Keywords:** *Seed vigor, Root, Shoot, Micronutrients, Red bean*