

بررسی شاخص‌های جوانه‌زنی بذر لوبیا قرمز تولیدی در شرایط تنش خشکی و محلول پاشی منگنز و روی

مهدی برآنی دستجردی^۱، محمد رفیعی الحسینی^{۲*}، عبدالرزاق دانش شهرکی^۲
و سید مجتبی هاشمی جزئی^۳

۱- دانش آموخته دوره کارشناسی ارشد گروه مهندسی زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

۲- استادیار گروه مهندسی زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد

۳- مربی پژوهشی، بخش اصلاح بذر و نهال، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرکرد

چکیده

این آزمایش به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد انجام شد. در این آزمایش تیمارهای آبیاری در سه سطح بدون تنش (آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A)، تنش ملایم و شدید (به ترتیب آبیاری پس از ۷۰ و ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A) به عنوان عامل اصلی و محلول پاشی روی و منگنز هر کدام در سه سطح (محلول پاشی با آب خالص، محلول پاشی ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم در هکتار روی و محلول پاشی با آب خالص، محلول پاشی ۱۵۰ و ۳۰۰ گرم در هکتار منگنز) به صورت فاکتوریل، به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد تنش خشکی اثر معنی‌داری بر سرعت جوانه‌زنی، متوسط زمان جوانه‌زنی، طول و وزن خشک گیاهچه نداشت و سبب افزایش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی و شاخص ویگور I و II شد. همچنین محلول پاشی منگنز به میزان ۱۵۰ گرم در هکتار دارای بیشترین درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی، شاخص ویگور I و II و کمترین متوسط زمان جوانه‌زنی بود. بالاترین میزان سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه، شاخص ویگور I و II در تیمار ۱۰۰ گرم در هکتار روی بدست آمد.

کلمات کلیدی: سرعت رشد گیاهچه، شاخص‌های جوانه‌زنی، لوبیا قرمز، ویگور بذر

مقدمه

تقریباً حدود نیمی از سطح زیر کشت حبوبات جهان به لوبیا اختصاص پیدا کرده است. لوبیا به واسطه وجود پروتئین، فیبر و ویتامین در دانه یکی از منابع مهم غذایی در سراسر دنیا، و از جمله گیاهانی است که می‌توان آن را به صورت مستقیم و بدون نیاز به صنایع تبدیلی مورد استفاده قرار داد (Mc Clean et

al, 2004). بنیه بذر شامل مجموعه‌ای از مراحل رشد شامل لقاح، تجمع مواد غذایی، کاهش وزن خشک و خواب بذر است که هر کدام از این مراحل بیان‌کننده تغییرات ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی رشد است که می‌تواند توانایی عمل بذر را تغییر دهد (Copland and Mc Donald, 1995).

* نویسنده مسئول: محمد رفیع الحسینی، نشانی: شهرکرد- بلوار رهبر- دانشگاه شهرکرد- دانشکده کشاورزی

E-mail: m_rafiee_1999@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۷/۱۸

تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۱۲/۱۳

بر درصد جوانه‌زنی این گیاه نداشت (Ghassemi-). همچنین (Golezani and Mazloomi-Oskooyi, 2008). در این مطالعه حداکثر ویگور بذری تحت تاثیر تیمارهای آبیاری قرار گرفت و تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی متر تبخیر در زمان زودتری به حداکثر ویگور بذری دست یافت.

محلول پاشی سولفات روی و منگنز باعث تاثیر معنی‌داری بر سرعت و درصد جوانه‌زنی بذر گیاه گلرنگ گردید. نتایج مقایسه میانگین بین تیمارهای مختلف حاکی از افزایش معنی‌دار این دو شاخص در مقایسه با تیمارهای عدم محلول‌پاشی و محلول‌پاشی با آب خالص بود. دلیل این امر بواسطه افزایش غلظت این عناصر در بذرهای بدست آمده از این گیاه عنوان گردید (Movahhedy-Dehnavy *et al.*, 2009). پرایمینگ بذر به وسیله سولفات روی تاثیر معنی‌داری را بر طول ریشه‌چه، گیاهچه، تعداد ریشه‌چه گیاه برنج داشت و سبب افزایش طول ریشه‌چه و گیاهچه در این گیاه شد. بالاترین میزان طول ریشه‌چه، گیاهچه، تعداد ریشه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه و گیاهچه مربوط به تیمار دو و نیم میلی‌مولار سولفات روی بود و کاربرد بیشتر از این میزان سبب کاهش معنی‌دار طول ریشه‌چه و گیاهچه در این گیاه گردید (Prom-u-thai, 2012). محلول پاشی عناصر منگنز و بور در گیاه آفتابگردان باعث افزایش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی بذرهای حاصل از این گیاه شد، به گونه‌ای که در اثر محلول پاشی این عناصر به صورت ترکیبی بالاترین درصد جوانه‌زنی و دیگر شاخص‌های کیفیت بذر حاصل گردید. اما در این آزمایش مشخص گردید که اثر بر روی جوانه‌زنی بذرهای بیشتر از منگنز می‌باشد (Jabeen and Ahmad, 2011).

یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر در کاهش بنیه بذر وقوع تنش رطوبتی در طی نمو بذر می‌باشد. در اثر کمبود آب انتقال مواد جذب شده از برگها به طرف دانه کاهش می‌یابد و چون تنش خشکی در این دوره همراه با گرماسست باعث چروکیده شدن دانه‌ها می‌شود (Abhari and Galeshi, 2007; Nourmohammadi *et al.*, 2001). کمبود عناصر غذایی روی، آهن، مس و سایر عناصر غذایی ریز مغذی در تولید محصولات کشاورزی دارای گسترش جهانی و در خاک‌های ایران نیز به دلایل متعدد از جمله آهکی بودن خاک‌های زراعی، pH بالا، حضور بی‌کربنات-های فراوان در آب‌های آبیاری، مصرف فراوان و بیش از اندازه کودهای فسفاته و نهایتاً عدم رواج کودهای محتوی روی و دیگر عناصر ریز مغذی عمومیت دارد (Rafiee *et al.*, 2004). اثر محلول پاشی عنصر کم مصرف به ویژه روی و در نتیجه افزایش میزان آن در بذر سبب توسعه بهتر و بیشتر ریشه و برگ در مدت زمان جوانه‌زنی می‌شود. زیرا مقدار زیاد این عنصر در مدت جوانه‌زنی باعث افزایش فعالیت‌های متابولسمی جهت تفکیک سلول‌ها می‌شود. از طرف دیگر غلظت بالای عناصر کم مصرف در بذرها، سبب حفاظت گیاهچه‌های جوانه‌زده از بیماری‌های خاکزی و افزایش مقاومت نسبت به استرس‌های محیطی همچون خشکی، دماهای بالا و شوری می‌شود. در آزمایشات گلدانی و مزرعه‌ای گیاهانی که از بذرهایی با غلظت بالای روی بدست آمدند دارای عملکرد و کارایی بالاتری بودند (Ozturk *et al.*, 1998; Yilmaz *et al.*, 2006).

تحقیقات در سه رقم گیاه لویا نشان داد که اثر تیمارهای آبیاری شامل آبیاری پس از ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A تاثیر معنی‌داری را

م‌حلول‌پاشی ۱۰۰ گرم در هکتار روی (Zn_2) و محلول‌پاشی ۲۰۰ گرم در هکتار روی (Zn_3) و محلول‌پاشی منگنز نیز در سه سطح به صورت محلول‌پاشی با آب خالص (شاهد) (Mn_1)، محلول‌پاشی ۱۵۰ گرم در هکتار منگنز (Mn_2) و محلول‌پاشی ۳۰۰ گرم در هکتار منگنز (Mn_3) بود که به صورت فاکتوریل اعمال شد (Teixeira *et al.*, 2004). میزان روی و منگنز خالص جهت محلول-پاشی به ترتیب از منابع سولفات روی و سولفات منگنز، براساس فرمول شیمیایی ترکیب و عدد جرمی محاسبه گردید. میزان آب مورد نیاز جهت به حجم رساندن محلول‌ها بر اساس کالیبراسیون سم‌پاش (۴۵۰ لیتر در هکتار) تعیین شد (یارنیا و همکاران، ۲۰۰۹). محلول‌پاشی عناصر غذایی نیز در زمان گلدهی و در ساعت اولیه و پایانی روز صورت گرفت. قبل از انجام آزمایش مزرعه‌ای از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه برداری و خواص فیزیکوشیمیایی آن اندازه‌گیری شد (جدول ۱).

از آنجا که تا کنون از تحقیقات انجام شده نتایج قطعی مبنی بر تاثیر منفی تنش خشکی بر قدرت بذر لوبیا بدست نیامده است، لذا بررسی اثرات تنش خشکی و همچنین نقش عناصر منگنز و روی در کاهش اثرات آن بر روی قدرت و جوانه زنی بذر در شرایط ایران که دارای آب و هوایی نیمه خشک است ضرورت خواهد داشت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد انجام شد. آزمایش به صورت اسپلینت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. عامل اصلی شامل سطوح مختلف تنش خشکی در سه سطح (S_1 ، S_2 و S_3 به ترتیب آبیاری پس از ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) بود که از ابتدای مرحله V_4 (باز شدن چهارمین برگ سه برگچه‌ای) اعمال شد (Mahlojy *et al.*, 1998). عامل فرعی نیز شامل سطوح محلول‌پاشی روی در سه سطح به صورت محلول‌پاشی با آب خالص (شاهد) (Zn_1)،

جدول ۱- مشخصات خاک محل آزمایش

Table 1. Soil characteristics of the site

عمق	شوری	اسیدیته	کربن آلی	نیترژن قابل جذب	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	منگنز کل	روی کل
Depth (cm)	EC (dS. m ⁻¹)	pH	Organic carbon (%)	Available N (%)	Available P (mg. kg ⁻¹)	Available K (mg. kg ⁻¹)	Total Mn (mg. kg ⁻¹)	Total Zn (mg. kg ⁻¹)
0-30	.17	8.10	2	.07	20.88	.4	2.75	5.16

گردید. از دیسک جهت خرد نمودن کلوخه‌ها و اختلاط علف کش و کودها با خاک استفاده شد. بذر مورد نیاز جهت کشت (لوبیا قرمز رقم ناز) از ایستگاه ملی تحقیقات خمین تهیه شد. هر کرت فرعی شامل ۵ ردیف کاشت به فاصله ۵۰ سانتی‌متر و طول ۶ متر بود. بذور به صورت هیرم کاری در راس پشته به فاصله ۵

زمین مورد نظر در اواسط اردیبهشت پس از رسیدن خاک به حد ظرفیت زراعی مزرعه با گاو آهن برگردان دار شخم زده شد. به منظور مبارزه با علف‌های هرز و جلوگیری از اتلاف رطوبت خاک، قبل از کاشت علف کش ترفلان به میزان ۲ لیتر در هکتار (براساس کالیبراسیون سمپاش) به خاک اضافه

از هر واحد آزمایشی بطور تصادفی انتخاب و سپس بخش‌های در حال رشد جنین از قسمت‌های ذخیره‌ای (لپه‌ها) جدا گردید. اندازه گیری طول ریشه‌چه، ساقه - چه و گیاهچه به وسیله خط کش انجام شد و سپس قسمت‌های ریشه‌چه و گیاهچه توسط اسکالپل از یکدیگر جدا، و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد در داخل آون تهویه دار خشک و توزین گردید (Agrawal and Dadlani, 1995).

۵) شاخص ویگور I:

میانگین طول گیاهچه (سانتی‌متر) × درصد جوانه زنی استاندارد

۶) شاخص ویگور II:

میانگین وزن گیاهچه (گرم) × درصد جوانه زنی استاندارد

در نهایت پس از آزمون یکنواختی توزیع مشاهدات، تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از این پژوهش با استفاده از نرم افزار SAS صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها نیز به روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. جهت رسم نمودارها نیز از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد تنش خشکی تاثیر معنی داری را بر درصد جوانه‌زنی نتاج گیاه لوبیا قرمز در سطح احتمال ۵٪ داشت. بررسی مقایسه میانگین تیمارها نشان داد بالاترین درصد جوانه‌زنی بذرها تولید شده در شرایط تنش خشکی شدید (S_3) با میانگین ۷۷/۴۲٪ و کمترین آن در تیمار شاهد (S_1) با میانگین ۷۳/۴۴٪ بود. بین تیمار تنش خشکی شدید (S_3) و تنش ملایم (S_2) و همچنین تنش ملایم (S_2) و شاهد (S_1) اختلاف معنی داری دیده نشد

سانتی‌متر از یکدیگر کشت شدند. جهت جلوگیری از نفوذ رطوبت به داخل کرت‌ها فاصله کرت اصلی ۲ متر در نظر گرفته شد.

برداشت نهایی پس از تکمیل مراحل رشد و نمو گیاه هنگامی که برگ‌های بونه‌های لوبیا شروع به زرد شدن و ریزش نموده و ۹۰-۸۰ درصد غلاف‌ها رسیده و دانه‌ها خشک شده بودند انجام شد. پس از برداشت، بذرها بدست آمده در قالب آزمون جوانه‌زنی استاندارد در چهار تکرار مورد بررسی قرار گرفته و صفات زیر محاسبه و ارزیابی گردید. به منظور محاسبه شاخص‌های جوانه‌زنی طی انجام آزمون جوانه‌زنی، شمارش تعداد بذرها جوانه زده بطور روزانه صورت گرفت. پس از آن با استفاده از روابط زیر شاخص‌های میزان جوانه زنی محاسبه شد.

۱) درصد جوانه‌زنی (خدارحم‌پور، ۲۰۱۲)

$$(Germination Percentage) GP = \left(\frac{R}{N}\right) \times 100$$

۲) سرعت جوانه‌زنی (خدارحم‌پور، ۲۰۱۲)

$$(Germination Rate) GR = \sum (n.t^{-1})$$

۳) متوسط زمان جوانه زنی (Agrawal and Dadlani, 1995)

$$(Mean Germination Time) MGT = \frac{\sum (n.t)}{\sum n^{-1}}$$

۴) ضریب سرعت جوانه‌زنی (رادفر و همکاران، ۲۰۱۲)

$$(Coefficient of Velocity of Germination) CVG = \frac{\sum n}{\sum (n.t)^{-1}}$$

که در آن n تعداد بذرهایی است که به تازگی در روز t ام جوانه زده‌اند و N تعداد کل بذرها می‌باشد. ارزیابی میزان رشد گیاهچه‌ها براساس وزن خشک و طول گیاهچه (سانتی‌متر) انجام گرفت. در آخرین روز جوانه‌زنی و پس از جدا نمودن گیاهچه‌های غیرعادی و بذرها سخت و فاسد شده، ۱۰ گیاهچه

تنش خشکی در افزایش درصد جوانه‌زنی بدون تاثیر محلول‌پاشی منگنز بواسطه افزایش فعالیت‌های بیوشیمیایی و تقسیم سلولی طی مراحل جوانه‌زنی بذرها می‌باشد (Vieira et al., 1992). همچنین در مقایسه میانگین اثرات متقابل محلول‌پاشی منگنز و روی مشاهده گردید که بالاترین میزان درصد جوانه‌زنی در شرایط کاربرد ۱۵۰ گرم در هکتار منگنز و ۱۰۰ گرم در هکتار روی و کمترین آن در شرایط محلول‌پاشی با آب خالص و ۳۰۰ گرم در هکتار منگنز می‌باشد (شکل ۲). Todorovic et al., 2008) و همکاران (Burhan et al., 2001) به ترتیب در گیاهان قنطورین و ارزن مروریدی کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی را در غلظت‌های بالای منگنز و روی گزارش نمودند، دلیل این امر بواسطه ایجاد سمیت در بذرها در غلظت‌های بالای این عناصر می‌باشد.

سرعت جوانه‌زنی

براساس نتایج تنش خشکی تاثیر معنی‌داری بر سرعت جوانه‌زنی نداشت، اما محلول‌پاشی منگنز و روی اثرات معنی‌داری بر این شاخص داشتند. در شرایط محلول‌پاشی منگنز بالاترین میزان سرعت جوانه‌زنی مربوط به محلول‌پاشی ۱۵۰ گرم در هکتار منگنز با میانگین ۱۱/۰۱ و کمترین آن در تیمار ۳۰۰ گرم در هکتار منگنز با میانگین ۱۰/۵۱ بود (جدول ۲). محلول‌پاشی منگنز در آفتابگردان باعث افزایش معنی‌دار شاخص‌های جوانه‌زنی بذرها حاصل از این گیاه گردید (Jabeen and Ahmad, 2011). در شرایط محلول‌پاشی روی بالاترین سرعت جوانه‌زنی در شرایط محلول‌پاشی ۱۰۰ گرم در هکتار روی و کمترین آن در تیمار ۲۰۰ گرم در هکتار روی

(جدول ۲). نتایج حاصل از این آزمایش با نتایج بررسی‌های قاسمی گل‌عذانی و مظلومی اسکویی (Ghassemi-Golezani and Mazloomi- 2008) (Oskooyi, بر روی گیاه لوبیا مطابقت داشت.

اثرات ساده محلول‌پاشی منگنز ($P \leq 0.05$) و اثرات متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی منگنز ($P \leq 0.01$) و محلول‌پاشی منگنز و روی ($P \leq 0.01$) بر خلاف اثرات ساده محلول‌پاشی روی و اثرات متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی روی و تنش خشکی و محلول‌پاشی روی و منگنز تاثیر معنی‌داری را بر شاخص درصد جوانه‌زنی بذرها داشت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌های مربوط به سطوح محلول‌پاشی منگنز نشان داد بیشترین درصد جوانه‌زنی بذرها تولید شده در تیمار محلول‌پاشی با ۱۵۰ گرم در هکتار منگنز با میانگین ۷۶/۸۹٪ و کمترین آن در تیمار شاهد با میانگین ۷۳/۸۸٪ بود. بین تیمارهای ۱۵۰ گرم در هکتار و ۳۰۰ گرم در هکتار منگنز و همچنین تیمارهای ۳۰۰ گرم در هکتار منگنز و شاهد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲). موحدی دهنوی و همکاران (Movahhedy-Dehnavy et al., 2009) افزایش درصد جوانه‌زنی بذر گلرنگ را در شرایط محلول‌پاشی منگنز در مقایسه با محلول‌پاشی با آب خالص و عدم محلول‌پاشی به واسطه افزایش غلظت این عنصر در بذر دانستند.

بررسی اثرات متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی منگنز نشان داد که بالاترین میزان درصد جوانه‌زنی در تیمارهای تنش خشکی شدید و محلول‌پاشی با آب خالص و تنش ملایم و محلول‌پاشی ۱۵۰ گرم در هکتار منگنز و کمترین آن در تیمار عدم تنش خشکی و محلول‌پاشی با آب خالص به دست آمد (شکل ۱). این نتیجه‌گیری نشان دهنده تاثیر مستقیم

شاخص ضریب سرعت جوانه‌زنی بذره‌های لوبیا قرمز بدست آمده از شرایط آزمایش بود، اما محلول‌پاشی روی و کلیه اثرات متقابل تاثیر معنی‌داری را بر شاخص ضریب سرعت جوانه‌زنی نداشتند. مقایسه میانگین تیمارهای تنش خشکی بر ضریب سرعت جوانه‌زنی گیاه لوبیا قرمز نشان داد که بیشترین میزان این شاخص در تیمار شاهد (S_1) با میانگین $23/98$ و کمترین آن در تیمار تنش شدید (S_3) با میانگین $22/85$ بدست آمد. بین دو تیمار شاهد و تنش ملایم و همچنین تیمارهای تنش ملایم و تنش شدید تفاوت معنی‌دار مشاهده نگردید (جدول ۲). قاسمی گل‌عدانی و همکاران (۲۰۱۲) گزارش نمودند تنش خشکی در مرحله پرشدن دانه بر خلاف سایر مراحل رشد باعث کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی می‌گردد، که این امر بواسطه کاهش انتقال مواد فتوسنتزی در مرحله پر شدن دانه می‌باشد. مقایسه میانگین مربوط به تیمارهای محلول‌پاشی منگنز نشان داد که بیشترین میزان ضریب سرعت جوانه‌زنی مربوط به تیمار 150 گرم در هکتار منگنز با میانگین $24/16$ بود که تفاوت معنی‌داری را با تیمارهای شاهد و محلول‌پاشی 300 گرم در هکتار داشت. کمترین مقدار در تیمار 300 گرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۲). کمبود عناصر می‌تواند از طریق تاثیر بر اجزای تشکیل دهنده بذر (جنین و مواد ذخیره‌ای) قدرت جوانه‌زنی بذرها را تحت تاثیر قرار دهد، اما در غلظت‌های بالا سبب افزایش سمیت در بذرها می‌گردد (Welch, 1995).

متوسط زمان جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنها محلول‌پاشی منگنز تاثیر معنی‌داری را بر شاخص متوسط زمان جوانه‌زنی گیاه لوبیا قرمز در شرایط آزمایش دارد. بیشترین میزان متوسط زمان جوانه‌زنی در تیمار

مشاهده گردید. بین تیمارهای 100 گرم در هکتار و محلول‌پاشی با آب خالص و همچنین تیمارهای محلول‌پاشی با آب خالص و 200 گرم در هکتار روی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). افزایش مقدار عنصر روی تا غلظت $0/1$ گرم بر لیتر باعث افزایش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی بذر سورگوم گردید، اما کاربرد بیش از این میزان سبب کاهش معنی‌دار این شاخص شد (Yazdani and Ghanbari-Malidarreh, 2011).

اثرات متقابل محلول‌پاشی منگنز و روی و اثرات متقابل تنش خشکی، محلول‌پاشی منگنز و روی بر خلاف سایر اثرات متقابل تاثیر معنی‌داری را بر سرعت جوانه‌زنی گیاه لوبیا قرمز داشت. در بررسی اثرات متقابل محلول‌پاشی منگنز و روی بالاترین میزان سرعت جوانه‌زنی در تیمار 150 گرم در هکتار منگنز و 100 گرم در هکتار روی با میانگین $11/65$ و کمترین آن در تیمار 300 گرم در هکتار منگنز و محلول‌پاشی با آب خالص با میانگین $9/82$ بود (شکل ۳). اثر مثبت غلظت‌های پایین منگنز و روی بر جوانه‌زنی، سبز شدن و رشد گیاهچه بواسطه افزایش مقدار این دو عنصر در بذر می‌باشد (Movahhedy-Dehnavy et al., 2009). در بررسی مقایسه میانگین اثرات متقابل سه جانبه بالاترین میزان سرعت جوانه‌زنی در تیمار تنش ملایم، محلول‌پاشی 150 گرم در هکتار منگنز و 100 گرم در هکتار روی و کمترین آن مربوط به تیمار تنش خشکی ملایم، محلول‌پاشی 300 گرم در هکتار منگنز و عدم محلول‌پاشی روی حاصل گردید (شکل ۴).

ضریب سرعت جوانه‌زنی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از تاثیر معنی‌دار تنش خشکی و محلول‌پاشی منگنز بر

منگنز در مرحله گرده افشانی سبب افزایش ۱۴ درصدی جوانه‌زنی بذر در مقایسه با تیمار شاهد گردید (Dordas, 2009).

۳۰۰ گرم در هکتار منگنز به دست آمد که تفاوت معنی‌داری را با تیمار محلول‌پاشی ۱۵۰ گرم در هکتار منگنز داشت اما با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۲). در گیاه پنبه محلول‌پاشی

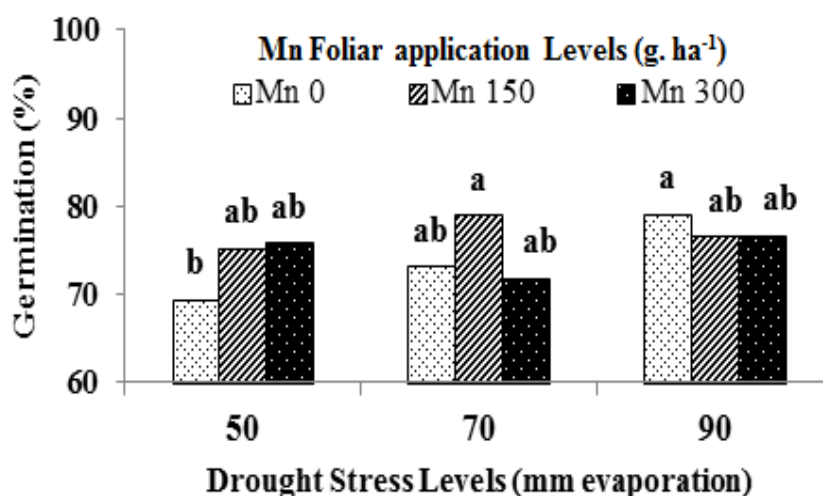
جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تنش خشکی، محلول‌پاشی منگنز و روی بر صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی بذر لوبیا قرمز

Table 2- Mean comparison of the effect of drought stress, foliar application of manganese and zinc on germination percentage, germination rate, coefficient of velocity of germination and mean germination time of Red Bean seed

تیمار	Treatments	Levels	میانگین			
			جوانه‌زنی نهایی (%) Germination Percentage (%)	سرعت جوانه‌زنی (روز) Germination Rate (1/day)	ضریب سرعت جوانه‌زنی (%) Coefficient of Velocity of Germination (%)	متوسط زمان جوانه‌زنی (روز) Mean Germination Time (day)
تنش خشکی (S) (میلی متر تبخیر)	Drought Stress (S) (mm evaporation)	50	73.44b	10.47a	23.98a	4.21a
		70	74.66ab	10.50a	23.54ab	4.23a
		90	77.42a	10.41a	22.85b	4.36a
محلول‌پاشی منگنز (Mn) (گرم در هکتار)	Mn Foliar application (g. ha ⁻¹)	0	73.88b	10.23b	23.25b	4.32a
		150	76.89a	11.10a	24.16a	4.13b
		300	74.76ab	10.15b	22.97b	4.34a
محلول‌پاشی روی (Zn) (گرم در هکتار)	Zn Foliar application (g. ha ⁻¹)	0	75.61a	10.51ab	23.39a	4.27a
		100	75.78a	10.86a	23.90a	4.21a
		200	74.13a	10.11b	23.09a	4.31a

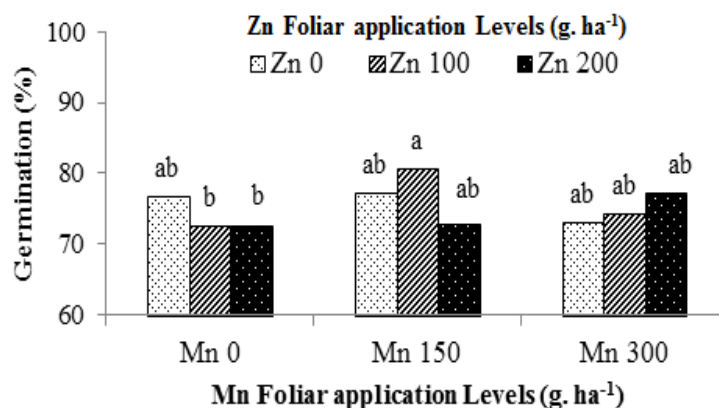
میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک، با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means with similar letter have no significant difference with using of Duncan test in 5% level of probability



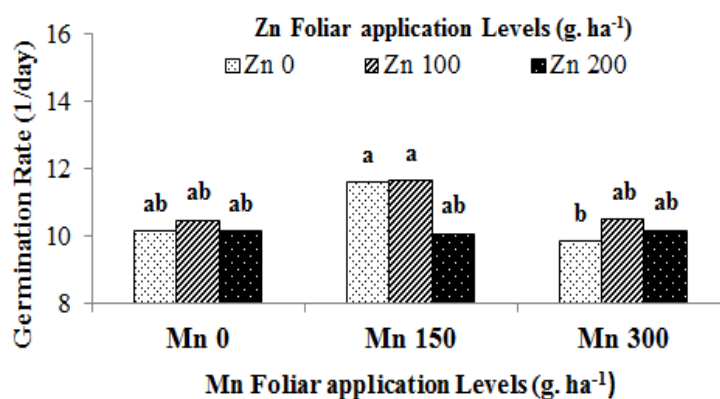
شکل ۱- اثرات متقابل تنش آب و محلول‌پاشی منگنز بر درصد جوانه‌زنی بذر لوبیا قرمز

Fig1- Interaction effect of drought stress and manganese foliar application on germination percentage of Red Bean seed



شکل ۲- اثرات متقابل محلول پاشی منگنز و روی بر درصد جوانه زنی بذر لوبیا قرمز

Fig2- Interaction effect of foliar application of manganese and zinc on germination percentage of Red Bean seed



شکل ۳- اثرات متقابل محلول پاشی منگنز و روی بر سرعت جوانه زنی بذر لوبیا قرمز

Fig3- Interaction effect of foliar application of manganese and zinc on germination rate of Red Bean seed

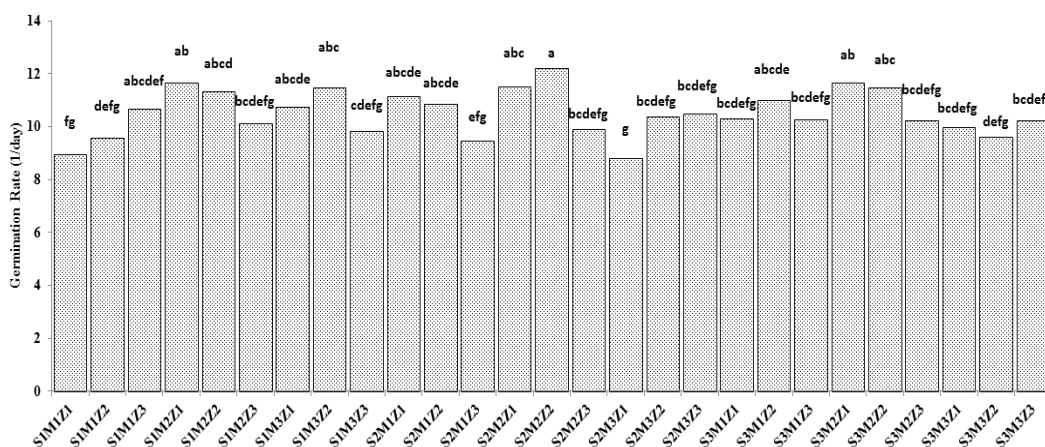
آبیاری در مرحله گلدهی سبب افزایش طول گیاهچه سویا به سبب افزایش میزان پروتئین بذر می گردد. اثر ساده محلول پاشی روی نیز اثر معنی داری را بر شاخص طول گیاهچه لوبیا قرمز تحت شرایط آزمایش داشت. اما اثر ساده محلول پاشی منگنز و اثرات متقابل تنش خشکی و محلول پاشی منگنز، تنش خشکی و محلول پاشی روی، محلول پاشی منگنز و روی، محلول پاشی منگنز و روی و تنش خشکی تاثیر معنی داری را بر طول گیاهچه بذرهای بدست آمده تحت شرایط آزمایش نداشت. مقایسه میانگین اثرات محلول پاشی روی مشخص نمود که بیشترین میزان

طول گیاهچه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اعمال تنش خشکی تاثیر معنی داری را بر طول گیاهچه بذر لوبیا قرمز داشت. مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که بالاترین میزان طول گیاهچه مربوط به تیمار تنش شدید (S₃) با میانگین ۱۶/۰۶ سانتی متر و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد (S₁) با میانگین ۱۴/۹۹ سانتی متر بود. بین تیمارهای تنش شدید و ملایم و همچنین تیمار شاهد و تنش ملایم تفاوت معنی داری مشاهده نگردید (جدول ۳). قاسمی گلعدانی و همکاران (Ghassemi- golezani et al, 2012) نشان دادند قطع

میزان روی در دانه قدرت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه را افزایش و در نتیجه میزان بذر مصرفی در مزرعه کاهش می‌یابد.

طول گیاهچه مربوط به تیمار محلول‌پاشی ۱۰۰ گرم در هکتار روی با متوسط ۱۶/۲۵ سانتی‌متر و کمترین آن در تیمار شاهد با میانگین ۱۵/۰۷ بود (جدول ۳). کلارک (Cakmak, 2008) معتقد است که افزایش



شکل ۴- اثرات متقابل تنش خشکی، محلول‌پاشی منگنز و روی بر شاخص سرعت جوانه‌زنی بذر لوبیا قرمز

Fig4- Interaction effects of drought stress, foliar application of manganese and zinc on germination rate of Red Bean seed

(حروف اختصاصی S₁, S₂ و S₃ به ترتیب آبیاری پس از ۵۰، ۷۰ و ۹۰ میلی‌متر (تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A)، M₁, M₂ و M₃ به ترتیب عدم محلول‌پاشی منگنز، محلول‌پاشی ۱۵۰ و ۳۰۰ گرم در هکتار منگنز، Z₁, Z₂ و Z₃ به ترتیب عدم محلول‌پاشی روی، محلول‌پاشی ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم در هکتار روی می‌باشد)
S₁, S₂ and S₃ Irrigation after 50, 70 and 90 mm (evaporation from class A evaporation pan), M₁, M₂ and M₃ 0, 150 and 300 ha⁻¹ Mn foliar application, Z₁, Z₂ and Z₃ 0, 100 and 200 g ha⁻¹ Zn foliar application, respectively.

وزن خشک گیاهچه

محلول‌پاشی روی تاثیر معنی‌داری را در سطح احتمال ۰.۵٪ بر شاخص وزن خشک گیاهچه لوبیا قرمز تحت شرایط آزمایش داشت. مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که بالاترین میزان وزن خشک گیاهچه با میانگین ۰/۶۵ مربوط به تیمار محلول‌پاشی ۱۰۰ گرم در هکتار روی و کمترین آن در تیمار عدم محلول‌پاشی با میانگین ۰/۶۳ گرم بود که بین تیمارهای محلول‌پاشی ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم در هکتار و همچنین تیمارهای ۲۰۰ گرم و عدم محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۳). اثر محلول‌پاشی عنصر روی و در نتیجه افزایش میزان آن در بذر سبب توسعه بهتر و بیشتر ریشه و برگ در مدت زمان جوانه‌زنی می‌شود (Yalmaz et al, 1998).

تنش خشکی، محلول‌پاشی منگنز و کلیه اثرات متقابل تیمارها، اثر معنی‌داری را بر وزن خشک گیاهچه نداشتند.

شاخص ویگور I

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای آبیاری، محلول‌پاشی عناصر غذایی منگنز و روی تاثیر معنی‌داری را بر شاخص ویگور I بذر لوبیا قرمز تحت شرایط آزمایش داشت. مقایسه میانگین بین تیمارهای تنش خشکی نشان داد که بالاترین میزان ویگور I مربوط به تیمار تنش شدید (S₃) با میانگین ۱۲/۵۶ و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد (S₁) با میانگین ۱۰/۹۰ بود. تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای شاهد (S₁) و تنش ملایم (S₂) وجود نداشت (جدول ۳).

پاشی منگنز و محلول پاشی ۲۰۰ گرم در هکتار روی با میانگین ۱۰/۸۰ بدست آمد (شکل ۵).

شاخص ویگور II

نتایج تجزیه واریانس حاکی از تاثیر معنی دار تنش خشکی محلول پاشی روی و منگنز بر شاخص ویگور II بذر لویا قرمز در سطح احتمال پنج درصد می باشد. مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که بالاترین میزان شاخص ویگور II مربوط به تیمار تنش شدید (S₃) با میانگین ۰/۵۱ و کمترین آن در تیمار شاهد (S₁) با میانگین ۰/۴۶ بود، که اختلاف معنی داری را با تیمار تنش ملایم (S₂) نداشت (جدول ۳). این ممکن است بواسطه وجود آمدن بذرها ریزتر در شرایط تنش خشکی و در نتیجه جذب آب بیشتر توسط بذر باشد (Pekoen et al, 2004).

در شرایط محلول پاشی منگنز بیشترین میزان این شاخص در تیمار محلول پاشی ۱۵۰ گرم در هکتار منگنز و کمترین آن در تیمار شاهد بدست آمد (جدول ۳). در شرایط محلول پاشی روی نیز بیشترین و کمترین میزان شاخص ویگور II در تیمارهای ۱۰۰ گرم در هکتار و شاهد بدست آمد (جدول ۳). نتایج تجزیه واریانس همچنین نشان داد که اثرات متقابل تنش خشکی و محلول پاشی منگنز تاثیر معنی داری را بر شاخص ویگور II دارد. در مقایسه میانگین اثرات متقابل بیشترین شاخص ویگور II مربوط به تیمار تنش شدید (S₃) و محلول پاشی ۱۵۰ گرم در هکتار منگنز با میانگین ۰/۵۳ و کمترین آن در تیمار شاهد با میانگین ۰/۴۲ بود (شکل ۶). براساس مقایسات میانگین اثرات متقابل محلول پاشی منگنز و روی، بیشترین میزان شاخص ویگور II مربوط به تیمار محلول پاشی ۱۵۰ گرم در هکتار منگنز و ۱۰۰ گرم در

همچنین قرینه و همکاران (Gharineh et al., 2004) در آزمایشی بر روی گیاه گندم نشان دادند که تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه سبب افزایش طول گیاهچه و درصد جوانه زنی در مقایسه با تیمار کامل آبیاری می گردد.

مقایسه میانگین محلول پاشی منگنز نشان داد که بیشترین میزان شاخص ویگور I در تیمار محلول پاشی ۱۵۰ گرم در هکتار منگنز با میانگین ۱۲/۱۸ و کمترین آن در تیمار شاهد با میانگین ۱۱/۳۰ است. بین تیمارهای محلول پاشی ۱۵۰ و ۳۰۰ گرم در هکتار منگنز و تیمارهای شاهد و ۳۰۰ گرم در هکتار تفاوت معنی داری وجود نداشت (جدول ۳). موحدی دهنوی و همکاران (Movahhedy-Dehnavy et al., 2009) نشان دادند که محلول پاشی منگنز در مقایسه با تیمار شاهد سبب افزایش خصوصیات کیفی بذر گردید. مقایسه میانگین تیمارهای محلول پاشی روی نشان داد که بیشتر میزان شاخص ویگور I مربوط به تیمار محلول پاشی ۱۰۰ گرم در هکتار روی و کمترین آن مربوط به تیمار ۲۰۰ گرم در هکتار روی است که تفاوت معنی داری را با تیمار شاهد ندارد (جدول ۳). پرایمنگک بذر گیاه ذرت بوسیله سولفات روی ۱٪ با پتانسیل اسمزی ۱/۵ بار سبب افزایش ۲۹ درصدی سبز شدن نهایی گیاهچه در مقایسه با تیمار شاهد شد (Foti et al, 2008). افزایش شاخص های کیفی بذر، مربوط به نقش عنصر روی در سنتز پروتئین و تنظیم کننده های رشد می باشد (Vitosh et al, 1994).

در بین اثرات متقابل تنها اثر متقابل محلول پاشی منگنز و روی در سطح احتمال پنج درصد معنی دار گردید. بیشترین میزان شاخص ویگور I در تیمار محلول پاشی ۱۵۰ و ۱۰۰ گرم در هکتار منگنز و روی با میانگین ۱۳/۱۶ و کمترین آن در تیمار عدم محلول-

کمبود عناصر غذایی کشت می‌شوند ایفا می‌کند (Cakmak, 2008). اثرات متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی روی و همچنین اثرات سه جانبه تنش خشکی، محلول‌پاشی منگنز و روی بر شاخص ویگور II معنی دار نبود.

هکتار روی و کمترین آن به ترتیب مربوط به تیمارهای شاهد و محلول‌پاشی ۲۰۰ گرم در هکتار روی و ۳۰۰ گرم در هکتار منگنز و شاهد می‌باشد (شکل ۷). ذخایر غذایی بذر نقش مهمی را در رشد اولیه به خصوص زمانی که بذرها در خاکهای با

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تنش خشکی، محلول‌پاشی منگنز و روی بر صفات طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه، شاخص ویگور I

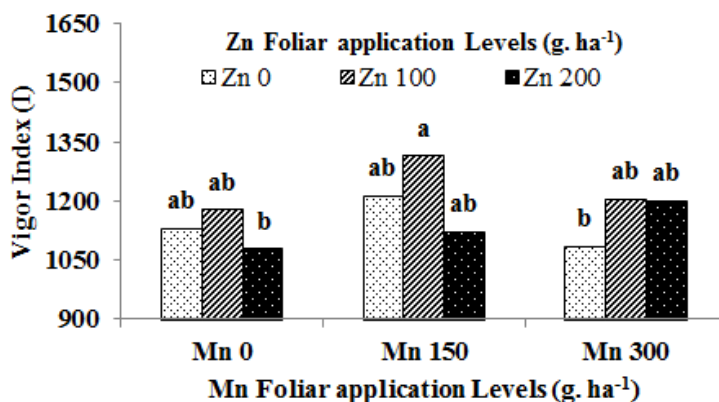
و II بذر لوبیا قرمز

Table 3- Mean comparison of the effect of drought stress, foliar application of manganese and zinc on seedling length, seedling dry weight, vigor index I and II of Red Bean seed

تیمار	Treatments	Levels	میانگین			
			طول گیاهچه (سانتی‌متر) Seedling length (cm)	وزن خشک گیاهچه (گرم) Seedling dry weight (g)	شاخص ویگور I Vigor Index (I)	شاخص ویگور II Vigor Index (II)
تنش خشکی (S) (میلی متر تبخیر)	Drought Stress (S) (mm evaporation)	50	14.99b	.62a	10.90b	.46b
		70	15.63ab	.63a	11.66b	.47b
		90	16.06a	.66a	12.56a	.51a
محلول‌پاشی منگنز (Mn) (گرم در هکتار)	Mn Foliar application (g. ha ⁻¹)	0	15.39a	.63a	11.30b	.46b
		150	15.66a	.65a	12.18a	.50a
		300	15.62a	.65a	11.64ab	.48ab
محلول‌پاشی روی (Zn) (گرم در هکتار)	Zn Foliar application (g. ha ⁻¹)	0	15.07b	.61b	11.44b	.46b
		100	16.25a	.66a	12.33a	.50a
		200	15.35b	.64ab	11.34b	.47ab

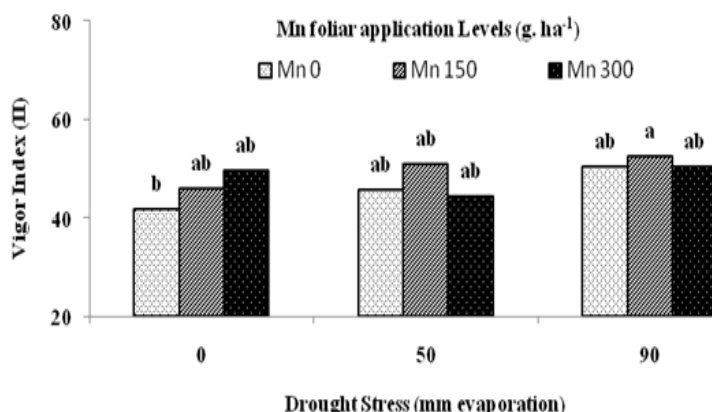
میانگین‌هایی با حداقل یک حرف مشترک، با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری ندارند.

Means having at least one similar letter have no significant difference by using Duncan test at the 5% level of probability



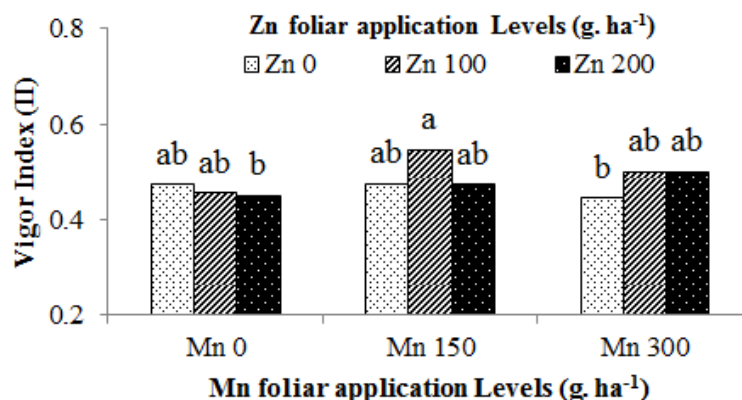
شکل ۵- اثرات متقابل محلول‌پاشی منگنز و روی بر شاخص ویگور I بذر لوبیا قرمز

Fig5- Interaction effects of foliar application of manganese and zinc on vigor index (I) of Red Bean seed



شکل ۶- اثرات متقابل تنش خشکی و محلول پاشی منگنز بر شاخص ویگور II بذر لوبیا قرمز

Fig6- Interaction effects of drought stress and manganese foliar application on vigor index (II) of Red Bean seed



شکل ۷- اثرات متقابل محلول پاشی روی و منگنز بر شاخص ویگور II بذر لوبیا قرمز

Fig7- Interaction effects of foliar application of manganese and zinc on vigor index (II) of Red Bean seed

زنی، شاخص ویگور I و II و کمترین میزان متوسط زمان جوانه زنی در تیمار ۱۵۰ گرم در هکتار بدست آمد. همچنین محلول پاشی عنصر روی در غلظت ۱۰۰ گرم در هکتار بیشترین میزان سرعت جوانه زنی، طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه، شاخص ویگور I و II را از خود نشان داد.

نتیجه گیری

براساس نتایج این آزمایش تنش خشکی در طی مراحل رشد گیاه لوبیا کیفیت بذرهای بدست آمده را افزایش داد، که شاید به دلیل افزایش میزان پروتئین و تغییر در میزان آنزیمها و هورمونهای گیاهی دانه در شرایط تنش باشد. در شرایط محلول پاشی منگنز، بالاترین میزان درصد، سرعت، ضریب سرعت جوانه-

References

- Abhari, A., and S. Galeshi, 2007. Effects of terminal drought stress on seed vigor of wheat genotypes (*Triticum aestivum*). Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 14(3):1-7. (In Persian)
- Agrawal, R.L., and M. Dadlani, 1995. Seed technology second dition. Oxford and IBH publishing co. PVT. LTD.

منابع

- Burhan, N., Shaukat, S.S., and Tahira, A. 2001.** Effect of zinc and cobalt on germination and seedling growth of (*Pennisetum americanum* L.) Schumann and (*Parkinsonia aculeata* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences 4 (5): 575-580.
- Cakmak, I. 2008.** Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? Plant and Soil Sciences 302: 1-17.
- Copland, L.D., and M.B. Mc Donald, 1995.** Seed Science and Technology. Champman and hall. New York.
- Dordas, C. 2009.** Foliar application of manganese increases seed yield and improves seed quality of cotton grown on calcareous soils. Journal of plant Nutrition 32: 160-176.
- Foti, R., K. Abureni, A. Tigere, J. Gotosa, and J. Gere, 2008.** The efficacy of different seed priming osmotica on the establishment of maize (*Zea mays* L.) caryopses. Journal of Arid Environments 72: 1127-1130.
- Gharineh, M.H., A.M. Bakhshandeh, and K. Ghassemi-golezani, 2004.** Study Effects of drought and different stages of harvest on the vigor (Power Seed) and wheat germination in Ahvaz climatic conditions. Scientific Journal of Agriculture 27(1) 65-76. (In Persian)
- Ghassemi-Golezani, K., and R. Mazloomi-Oskooyi, 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., R. Lotfi, and M. Norouzi, 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.
- International Seed Testing Association. 1999.** International Rules for Seed Testing. Seed Science and Technology.
- Jabeen, N., and R. Ahmad, 2011.** Effect of foliar-applied boron and manganese on growth and biochemical activities in sunflower under saline conditions. Pakistan Journal of Botany 43 (2): 1271-1282.
- Khodarahmpour, Z. 2012.** Evaluation of drought stress effects on germination and early growth of inbred lines of MO17 and B73. African Journal of Microbiology Research 6 (16) 3749-3754.
- Mahlojy, M., F. Mosavy, M. Karimi, 1998.** Effect of drought stress on yield and yield components of bean. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 4(1): 57-67. (In Persian).
- Mc Clean, P., J. Kami, and P. Gepts, 2004.** Genomic and genetic diversity in common bean. In Wilson RF Stalker HT Brummer EC eds., Legume Crop Genomics. AOCS press. Champaign. 60- 82.
- Movahhedy-Dehnavy, M., S.A.M. Modarres-sanavy, and A. Mokhtassi-Bidgoli, 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: 82-92.
- Nourmohammadi, G., A. Siadat, A. Kashani, 2001.** Agronomy (Cereal). First Edn, Ahvaz, Iran, Shahid Chamran University publication.
- Ozturk, L., M.A. Yazici, C. Yucel, A. Torun, C. Cekic, A. Bagci, H. Ozkan, H.J. Braun, Z. Sayers, and I. Cakmak, 2006.** Concentration and localization of zinc during seed development and germination in wheat. Physiologia Plantarum 128: 144-152.
- Pekoen, E., A. Pekoen, H. Bozolu, and A. Gulumser, 2004.** Some seed traits and their relationships to seed germination and field emergence in (*Pisum sativum* L.). Journal of Agricultural 3: 243-246.
- Prom-u-thai, C., B. Rerkasem, A. Yazici, and I. Cakmak, 2012.** Zinc priming promotes seed germination and seedling vigor of rice. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 175: 482-488.
- Radfar, M., S. Aharizad, S. A. Mohammadi, and M. Zaefizadeh, 2012.** The Effects of Gamma Ray Irradiation and PEG on Germination of two Varieties of Rapeseed. Annals of Biological Research 3 (4): 1828-1832.
- Rafiee, M., H.A. Nadian, G. Nour-Mohammadi, and M. Karimi, 2004.** Effects of drought stress, phosphorous and zinc application on concentration and total nutrient uptake by corn (*Zea mays* L.). Iranian, Journal of Agricultural Sciences 35(1): 235-243. (In Persian)
- Teixeira, I., R. Borem, A. Andrade, G.A. Araujo, D. Ferreira, and R.L. Fontes, 2004.** Manganese and zinc leaf application on common bean grown on a (Cerrado) soil. Scientia Agricola 61 (1): 77-81.
- Todorovic, S., Z. Giba, G. Bacic, M. Nikolic, and D. Grubisic, 2008.** High seed Mn content does not affect germination of in vitro produced (*Centaureum pulchellum*) seed. Environmental and Experimental Botany 64: 322-324.
- Vieira, R.D., D.M. Tekrony, and D.B. Egli, 1992.** Effect of drought and defoliation stress in the field on soybean seed germination and vigor. Crop Science Society of America 32: 471-475.
- Vitosh, M.L., D.D. Warncke, and R.E. Lucase, 1994.** Zinc determine of crop and soil since, Michigan State University Extension.

- Welch, R.M. 1995.** Importance of seed mineral nutrient reserves in crop growth and development. In: rengel, Z. Mineral nutrition of crops, fundamental mechnisms implications. Food Products Press 205-226.
- Yarnia, M., E. Farajzadeh, F. Rezaee, V. Ahmadzadeh, and N. Nobare, 2009.** Effects of micronutrient application on sugar beet production (*var. rasol*). Research Agricultural Science 3: 25-38. (In Persian)
- Yazdani, M., and A. Ghanbari-Malidarreh, 2011.** Effect of concentration of Zinc Sulfate on germination indices and seedling growth tree lines of grain sorghum for improvement of seedling emergence in organic farming. Advances in Environmental Biology 5 (13): 3849-3553.
- Yilmaz, A., H. Ekiz, I. Gultekin, B. Torun, H. Barut, S. Karanlik, and I. Cakmak, 1998.** Effect of seed zinc content on grain yield and zinc concentration of wheat grown in zinc-deficient calcareous soils. Journal of Plant Nutrition and soil Science 21: 2257-2264.