نشریهٔ پژوهش‌های حبوبات ایران
جلد۶ شمارهٔ۱، صفحهٔ ۶۵-۵۴ ، نیمهٔ اول ۱۳۹۴

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 54-65

اثر سطوح آبیاری و محلول‌پاشی آهن و روی بر خصوصیات کمی و کیفی لوبیا قرمز (*Phaseolous vulgaris* L.)

روح‌الله سعیدی ابواسحقی[1] و علیرضا یدوی[2*]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج

۲- دانشیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۳/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۴/۲۰

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر سطوح آبیاری و محلول‌پاشی عناصر آهن و روی بر خصوصیات کمی و کیفی لوبیا قرمز (*Phaseolous vulgaris* L.)، آزمایشی به‌صورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شهرستان لردگان در تابستان ۱۳۹۰ اجرا شد. سطوح آبیاری به‌عنوان عامل اصلی در سه سطح: آبیاری پس از ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر، و محلول‌پاشی به‌عنوان عامل فرعی در چهار سطح: محلول‌پاشی با آب (شاهد)، سولفات آهن (سه گرم در لیتر)، سولفات روی (سه گرم در لیتر) و ترکیب سولفات آهن و روی (سه گرم در لیتر) در نظر گرفته شد. در این آزمایش عملکرد، اجزای عملکرد و خصوصیات کیفی دانه لوبیا مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد آبیاری بر کلیه صفات مورد مطالعه به‌جز تعداد دانه در غلاف و میزان آهن و روی دانه معنی‌دار گردید. بیشترین و کمترین تعداد غلاف در بوته، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت به‌ترتیب در تیمارهای آبیاری پس از ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر به‌دست آمد. همچنین بیشترین و کمترین میزان پروتئین دانه به‌ترتیب برابر با ۲۵/۶ و ۱۹/۸ درصد در تیمارهای آبیاری پس از ۱۰۰ و ۵۰ میلی‌متر تبخیر به‌دست آمد. تأثیر محلول‌پاشی بر کلیه صفات مورد مطالعه به‌جز شاخص برداشت معنی‌دار گردید. بیشترین تعداد دانه در غلاف (۳/۸۶)، تعداد غلاف در بوته (۸/۵۳)، عملکرد بیولوژیک (۷۵۳۵ کیلوگرم در هکتار) و پروتئین دانه (۲۳/۷۱ درصد) در تیمار محلول‌پاشی توأم آهن و روی، و کمترین آنها به‌ترتیب برابر با ۳/۳۸، ۶/۴۸، ۶۲۵۹ کیلوگرم در هکتار و ۲۲/۱۸ درصد در تیمار شاهد به‌دست آمد. محلول‌پاشی آهن و روی غلظت این عناصر در دانه را به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داد. تأثیر محلول‌پاشی بر وزن صد دانه در تیمارهای آبیاری پس از ۵۰ و ۷۵ میلی‌متر تبخیر معنی‌دار گردید، به‌طوری‌که بیشترین وزن صد دانه در هر دو سطح آبیاری مربوط به تیمار محلول‌پاشی توأم آهن و روی و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود. اثر متقابل آبیاری و محلول‌پاشی بر عملکرد دانه نشان داد که در تیمارهای آبیاری پس از ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر بیشترین عملکرد در تیمار محلول‌پاشی آهن و روی برابر با ۲۵۱۳ و ۱۷۴۷ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در تیمار شاهد برابر با ۲۰۰۵ و ۱۰۶۲ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: تنش رطوبتی، پروتئین، عملکرد، عناصر کم مصرف

مقدمه

لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) یکی از حبوبات مهم است که بعد از گندم و برنج از جمله مهم‌ترین محصولات کشاورزی مورد استفاده در تغذیه انسان محسوب می‌شود. با توجه به ضرورت وجود پروتئین، در جیره غذایی روزانه مردم و مشکلات هزینه تولید پروتئین حیوانی، بخشی از این نیاز بایستی از منابع گیاهی تأمین گردد. مقدار پروتئین حبوبات حدود ۲ تا ۴ برابر غلات و ۱۰ تا ۲۰ برابر گیاهان غده‌ای است (Bagheri *et al.*, 2006).

قرار گرفتن ایران در اقلیم خشک و نیمه‌خشک جهان توجه به اثرات تنش رطوبتی در مراحل مختلف رشد گیاه را ضروری می‌نماید. تنش رطوبتی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید لوبیا در سراسر جهان است (Tran & Singh, 2002). با توجه به سریع‌الرشد بودن گیاه لوبیا، در دسترس بودن آب کافی برای این گیاه جهت حصول رشد و عملکرد مطلوب آن امری ضروری می‌باشد (Khoshvaghti, 2006). بر این اساس گزارش شده که تنش رطوبتی کاهش

* **نویسنده مسئول:** یاسوج، دانشگاه یاسوج، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت و اصلاح نباتات
همراه: ۰۹۱۳۳۲۸۳۵۹۸؛ yadavi@yu.ac.ir

معنی‌دار عملکرد دانه لوبیا را به‌دنبال دارد و البته مقدار این کاهش بسته به طول مدت تنش، شدت تنش و نیز ژنوتیپ مورد مطالعه می‌تواند متفاوت باشد (Farajzadeh Memary & Rashidi, 2011). غالباً کاهش عملکرد دانه لوبیا تحت تأثیر تنش خشکی، به اثر آن بر اجزای عملکرد نسبت داده می‌شود. در گیاهانی مانند لوبیا اجزای عملکرد دانه را تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن متوسط دانه تشکیل می‌دهند. در آزمایش Khoshvaghti (2006) تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف از مهم‌ترین اجزای عملکرد لوبیا شناخته شده‌اند، که میزان آنها تحت تأثیر تنش خشکی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. در آزمایش دیگری میانگین کاهش عملکرد دانه لوبیا در اثر تنش خشکی ۵۰ درصد گزارش شده که این نقصان در نتیجه کاهش صفاتی چون وزن غلاف (۵۶ درصد)، عملکرد بیولوژیک (۴۷/۸۱ درصد)، تعداد غلاف (۳۸ درصد) و تعداد دانه در غلاف (۳۳ درصد) بوده است Habibi, (2011). تنش خشکی میزان پروتئین دانه را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد و میزان تأثیر، به زمان اعمال تنش بستگی دارد. بررسی اثر تنش خشکی بر ویژگی‌های کمی و کیفی سویا نشان داده که با افزایش شدت تنش آبی، درصد روغن دانه‌ها کاهش و درصد پروتئین دانه‌ها افزایش یافت (Pourmousavi, 2006).

بعضی محققین گزارش کرده‌اند که مصرف عناصر کم مصرف می‌توانند مقاومت گیاهان را به تنش‌های محیطی همچون خشکی و شوری افزایش دهد. ایشان نقش اساسی عناصر کم مصرف به‌خصوص آهن، مس، بر، روی و منگنز را در تشکیل جدار سلولی و مقاومت گیاهان به آفات، امراض و تنش‌های محیطی مربوط دانستند (Mosavi *et al*., 2007). نتایج برخی تحقیقات در سویا نشان داده است که محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف در این محصول افزایش عملکرد کمی و کیفی آن را در شرایط تنش خشکی باعث می‌شود (Odeley & Animashaun, 2007). عنصر روی یا به‌عنوان بخش فلزی آنزیم‌ها در ساختمان آنها، و یا به‌عنوان فعال‌کننده شماری از آنها از جمله سوپراکسید دیسموتاز می‌باشد (Odeley & Animashaun, 2007). آنزیم سوپراکسید دیسموتاز آنزیمی است که در کلروپلاست مستقر بوده و مس و روی در ساختمان آن وجود دارد که در برطرف کردن رادیکال آزاد اکسیژن تولید شده در اثر تنش خشکی نقش مهمی را ایفا می‌کند. با توجه به اثرات مثبت عناصر کم مصرف در بهبود پاسخ گیاهان به تنش خشکی، این آزمایش به‌منظور بررسی عکس‌العمل لوبیا قرمز به مصرف عناصر آهن و روی در سطوح مختلف آبیاری و ارزیابی اثر این عناصر در کاهش خسارت ناشی از تنش و مقاومت گیاه به تنش خشکی طرح‌ریزی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در شهر مال‌خلیفه از توابع شهرستان لردگان با ارتفاع ۱۷۰۰ متر از سطح دریا و میانگین بارش سالیانه ۵۵۰ میلی‌متر، در تابستان ۱۳۹۰ اجرا شد. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در این آزمایش سطوح آبیاری به‌عنوان عامل اصلی در سه سطح شامل: I_1: آبیاری کرت‌ها پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (شاهد)، I_2: آبیاری کرت‌ها پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A و I_3: آبیاری کرت‌ها پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A بودند. سطوح محلول‌پاشی نیز به‌عنوان عامل فرعی در چهار سطح شامل: F_1: محلول‌پاشی با آب (شاهد)، F_2: محلول‌پاشی با سولفات آهن با غلظت ۳ در هزار، F_3: محلول‌پاشی با سولفات روی با غلظت سه در هزار و F_4: محلول‌پاشی توأم سولفات آهن و روی هر کدام با غلظت سه در هزار بودند. محلول‌پاشی در دو مرحله نموی چهار برگی و شروع گل‌دهی انجام شد. نمونه مرکب از خاک محل آزمایش تهیه شد. خلاصه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Results of soil physical and chemical properties of experimental location

بافت خاک Soil Texture	آهن قابل جذب Available Iron ($mg.kg^{-1}$)	روی قابل جذب Available Zinc ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن کل Total Nitrogen (%)	پتاسیم قابل جذب Available Potassium ($mg.kg^{-1}$)	فسفر قابل جذب Available Phosphor ($mg.kg^{-1}$)	کربن آلی Organic Carbon (%)	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته گل اشباع pH	عمق Depth (cm)
Silty Clay Loam	3.98	0.61	0.052	227	14.1	0.68	5.21	8.01	0-30

زمین مورد نظر در سال قبل از اجرای آزمایش به‌صورت آیش بود. در بهار و ۱۰ روز قبل از کاشت به‌وسیله گاوآهن برگردان‌دار شخم زده شد، سپس به‌وسیله دیسک کلوخه‌ها خرد و تسطیح کامل با ماله صورت گرفت. سپس زمین مورد نظر کرت‌بندی و پس از آبیاری کرت‌ها و در زمان گاورو شدن مزرعه عملیات کاشت با استفاده از دستگاه خطی‌کار و در تاریخ دوم تیرماه صورت گرفت. هر کرت آزمایشی شامل ۱۲ خط کاشت به طول ۷ متر بود. فاصله خطوط کاشت در کرت‌های آزمایشی ۲۵ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر (۴۰ بوته در مترمربع) در نظر گرفته شد. فاصله بین کرت‌های اصلی ۳ متر، فاصله بین کرت‌های فرعی ۱ متر و فواصل بین بلوک‌ها با پیش‌بینی جوی هرزآب در پایین هر تکرار به‌طور جداگانه (به‌منظور عدم انتقال آب یک تکرار بر روی تکرار بعدی) ۳ متر تعبیه شد. با توجه به کم بودن میزان قابل جذب عناصر پرمصرف در خاک، عناصر فسفر (به‌میزان ۷۵ کیلوگرم خالص در هکتار از منبع سوپر فسفات‌تریپل) و پتاسیم (به‌میزان ۷۵ کیلوگرم خالص در هکتار از منبع سولفات پتاسیم) قبل از کاشت هم‌زمان با عملیات تهیه بستر و عنصر نیتروژن (به میزان ۱۰۰ کیلوگرم خالص در هکتار از منبع اوره) در سه مرحله؛ قبل از کاشت، هشت برگی و شروع گل‌دهی مورد استفاده قرار گرفتند. رقم مورد استفاده لوبیا قرمز رقم اختر بود. این رقم حساس به خشکی است که فرم بوته‌ای دارد. بذور مورد نیاز از مؤسسه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی (ایستگاه خمین) تهیه شدند. در این آزمایش صفات وزن صد دانه، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت و پروتئین دانه اندازه‌گیری شدند. جهت اندازه‌گیری تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف، در زمان رسیدگی ده بوته به‌صورت تصادفی از هر کرت برداشت شد. برداشت و تعیین عملکرد دانه و بیولوژیک، با حذف دو خط کناری و ۵۰ سانتی‌متر از طرفین، از ده خط به طول ۵ متر از سطحی معادل ده متر مربع انجام شد. شاخص برداشت نیز از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک به‌دست آمد. همچنین بعد از پاک کردن بذور مربوط به هر تیمار، وزن ۱۰۰ دانه به‌صورت تصادفی، با شمارش و سپس توزین، تعیین شد. درصد پروتئین دانه با دستگاه کجلدال به روش Emami (1996)، و میزان عناصر آهن و روی در دانه توسط دستگاه جذب اتمی مدل (Perkin 400) انجام گرفت (Emami, 1996). تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها برای صفاتی که تنها اثرات اصلی فاکتورهای آزمایشی بر آنها معنی‌دار شدند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ صورت گرفت. برای صفاتی که برهم‌کنش بین دو عامل آبیاری و محلول‌پاشی برای آنها معنی‌دار گردید، تجزیه واریانس اضافی مربوط به برش‌دهی اثر سطوح مختلف محلول‌پاشی در سطوح مختلف آبیاری صورت گرفت و مقایسه میانگین اثرات متقابل به روش L.S.means انجام گردید.

نتایج و بحث

اجزای عملکرد

تعداد غلاف در بوته

آنالیز داده‌ها نشان داد اثر آبیاری و محلول‌پاشی بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار گردید (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر آبیاری بر تعداد غلاف در بوته نشان داد بیشترین تعداد غلاف در بوته (۸/۷۴) در تیمار آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر و کمترین تعداد غلاف در بوته (۶/۳۰) در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر به‌دست آمد که البته اختلاف معنی‌داری با تیمار آبیاری پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر نداشت (جدول ۳). این نتیجه نشان‌دهنده حساسیت زیاد این صفت به تنش خشکی در این رقم لوبیا قرمز می‌باشد که در تنش‌های ملایم خشکی نیز کاهش معنی‌داری نشان دادند. در بین اجزای عملکرد، تعداد غلاف در بوته مهم‌ترین صفت در تعیین عملکرد لوبیا بوده و بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه دارد. عوامل گیاهی که تقسیم و توسعه سلولی را تحت تأثیر قرار می‌دهند، مانند میزان آب بافت و غلظت هورمون‌های مؤثر گیاهی مانند آبسیزیک اسید مسئول تنظیم تعداد غلاف در بوته در شرایط تنش خشکی می‌باشند (Saini & Westgate, 2000). یکی از دلایل کاهش تعداد غلاف در بوته در شرایط تنش خشکی، می‌تواند کاهش طول دوره رشد گیاه باشد که در نتیجه آن تولید مواد فتوسنتزی نقصان می‌یابد. کاهش ساخت مواد فتوسنتزی و افزایش رقابت درون بوته‌ای حاصل از آن به‌همراه ریزش گل‌ها در اثر تنش کمبود آب، باعث کاهش تعداد غلاف در بوته می‌شود. Sadeghipour& Aghaei, (2012) هم نتیجه مشابهی را در لوبیا گزارش دادند، آنان کاهش تعداد غلاف در بوته بر اثر تنش خشکی را با بسته شدن روزنه‌ها در پاسخ به محتوای رطوبت پایین خاک و در نتیجه کاهش مصرف CO_2 و کاهش فتوسنتز مرتبط دانستند.

تعداد غلاف در بوته در سطوح مختلف محلول‌پاشی نیز متفاوت بود، به‌طوری‌که بیشترین تعداد غلاف در بوته (۸/۵۲) در تیمار محلول‌پاشی با آهن و روی بود که نسبت به تیمار

شاهد ۳۱٪ افزایش نشان داد. کمترین تعداد غلاف در بوته در تیمار شاهد به‌دست آمد که البته تفاوت معنی‌داری با تیمار محلول‌پاشی با آهن نداشت (جدول ۳). کم‌مصرف‌ها به‌ویژه سولفات روی دارای اثر مثبت بر تشکیل پرچم و دانه گرده می‌باشند، لذا با توجه به اینکه فعالیت پرچم در گیاهان خودگرده‌افشان به‌طور طبیعی بالاست، در نتیجه گل‌ها به‌خوبی بارور شده و تعداد غلاف بیشتری در گیاه تولید شد، لذا می‌توان افزایش تعداد غلاف در بوته را به این ویژگی سولفات روی نسبت داد (Seifi Nadergholi *et al*., 2011). محلول‌پاشی عنصر روی در سویا نیز از طریق افزایش سطح برگ، وزن خشک و طول دوره گل‌دهی باعث افزایش تعداد غلاف در گیاه شده است (Kobraee *et al*., 2011). محلول‌پاشی آهن نیز به‌دلیل افزایش ماندگاری گل و تبدیل آن به غلاف، از طریق افزایش آسیمیلات‌ها، به‌واسطه نقشی که این عنصر در فتوسنتز دارد، موجب افزایش تعداد غلاف در گیاه می‌گردد (Marschner, 1995).

تعداد دانه در غلاف

آنالیز داده‌ها نشان داد تیمارهای مختلف محلول‌پاشی اثر معنی‌داری بر تعداد دانه در غلاف داشتند، اما اثر آبیاری و برهم‌کنش آبیاری و محلول‌پاشی بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی بر تعداد دانه در غلاف نشان داد بیشترین تعداد دانه در غلاف (۳/۸۶) در تیمار محلول‌پاشی با آهن و روی به‌دست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۱۴/۲٪ افزایش نشان داد (جدول ۳). با توجه به نقش عناصر آهن و روی در آنزیم‌های دخیل در فرآیند فتوسنتزی گیاه، محلول‌پاشی این عناصر باعث بهبود فعالیت فتوسنتزی گیاه شده و از طریق بهبود دسترسی اندام‌های زایشی گیاه به مواد فتوسنتزی تعداد دانه تشکیل شده در غلاف می‌تواند افزایش یابد.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر آبیاری و محلول‌پاشی برای صفات کمی و کیفی لوبیا قرمز

Table 2. Analysis of variance for the effects of irrigation and foliar application on quantitative and qualitative traits of the red bean

		میانگین مربعات Mean Squares								
منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	تعداد دانه در غلاف Seed number per pod	وزن صد دانه 100-Seed weight	عملکرد بیولوژیک Biological Yield	عملکرد دانه Seed yield	شاخص برداشت Harvest index	پروتئین دانه protein content of seed	آهن دانه Iron content of seed	روی دانه Zinc content of seed
تکرار Replication	2	2.95 *	0.09 ns	3.99 ns	1600942**	167944**	71.95 **	0.08 ns	1758.54ns	22.85 ns
آبیاری Irrigation	2	18.14 *	1.01 ns	245.44 **	25808741**	5997986**	204.98 *	106.31**	140.09ns	19.00 ns
خطای اصلی Main Error	4	1.29	0.19	2.82	97803	64535	12.98	0.27	1221.73	4.66
محلول‌پاشی Foliar Application	3	6.45 **	0.40 **	39.85 **	2498731**	293568**	11.68 ns	5.45 *	8923.71**	466.14**
آبیاری × محلول‌پاشی Irrigation × Foliar Application	6	1.55 ns	0.07 ns	9.16 *	208048ns	53710*	10.38 ns	0.89 ns	420.44 ns	7.33 ns
خطای فرعی Sub Error	18	0.74	0.04	2.71	264681	19802	7.79	1.24	496.17	10.30
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)	-	11.60	5.84	4.59	7	6	9.06	4.84	13.72	9.96

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال α= 0.05 و α= 0.01.

ns: Non-significant, *and **: Significant at α= 0.05 and α= 0.01, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های صفات کمی و کیفی لوبیاقرمز تحت تأثیر آبیاری و محلول‌پاشی

Table 3. Mean comparisons for quantitative and qualitative traits of the red bean, affected by irrigation and foliar application

	تیمارهای آزمایشی Treatments	تعداد غلاف در بوته Pod number per plant	تعداد دانه در غلاف Seed number per pod	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield (kg.ha^{-1})	شاخص برداشت Harvest index (%)	محتوی پروتئین دانه Protein content of seed (%)	غلظت آهن دانه Iron content of seed (mg.kg^{-1})	غلظت روی دانه Zinc content of seed (mg.kg^{-1})
آبیاری ioIrrigatn	پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر (شاهد) After 50 mm evaporation (Control)	8.74 a	3.80 a	8271.5 a	34.07 a	19.80 c	164.6 a	33.53 a
	پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر after 75 mm evaporation	7.26 b	3.69 ab	6990.6 b	32.11 a	23.60 b	163.82 a	32.06 a
	پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر after 100 mm evaporation	6.30 b	3.25 b	5346.0 c	26.13 b	25.66 a	158.33 a	31.03 a
محلول‌پاشی Application Foliar	آهن (Iron)	7.22 bc	3.45 bc	6752.8 bc	31.94 a	22.52 b	191.85 a	25.57 b
	روی (Zinc)	7.50 b	3.61 b	6929.4 b	29.30 a	23.67 a	149.45 b	38.77 a
	آهن + روی (Iron + Zinc)	8.53 a	3.86 a	7535.6 a	31.32 a	23.71 a	183.79 a	38.09 a
	محلول‌پاشی با آب (شاهد) (Control)	6.48 c	3.38 c	6259.6 c	30.52 a	22.18 b	123.91 c	26.40 b

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون، در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at 5% probability level-using Duncan's Multiple Range test.

Abdili *et al*, (2010) گزارش کردند تغذیه گیاه با سولفات روی به‌دلیل افزایش ذخیره هیدروکربن دانه گرده، باعث افزایش طول عمر دانه گرده شده، در نتیجه منجر به افزایش تلقیح و تشکیل تعداد بیشتری دانه در غلاف می‌گردد. گزارش Nasri *et al*, (2011) هم نشان دادند محلول‌پاشی با سولفات روی تعداد دانه در غلاف لوبیا را به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش داد.

وزن صد دانه

آنالیز داده‌ها حاکی از معنی‌دار بودن اثر آبیاری، محلول‌پاشی و برهم‌کنش آنها بر وزن صد دانه بود (جدول ۲). جدول برش‌دهی اثر محلول‌پاشی در سطوح مختلف آبیاری نشان داد، محلول‌پاشی تنها در سطوح آبیاری پس از ۵۰ و ۷۵ میلی‌متر تبخیر تأثیر معنی‌داری بر وزن صد دانه داشت (جدول ۴). مقایسه میانگین برهم‌کنش آبیاری و محلول‌پاشی نشان داد که با تأخیر در آبیاری میانگین وزن صد دانه در تمامی تیمارهای محلول‌پاشی کاهش یافت. در تیمار آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر بیشترین وزن صد دانه (۴۵/۲۳ گرم) در تیمار محلول‌پاشی با آهن و روی و کمترین وزن صد دانه (۳۶/۶۰ گرم) در تیمار شاهد بود که البته این تیمار تفاوت معنی‌داری با تیمار محلول‌پاشی با آهن نداشت. در تیمار آبیاری پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر هم بیشترین وزن صد دانه (۳۸/۱۰ گرم) در تیمار محلول‌پاشی با آهن و روی به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمار محلول‌پاشی با آهن و روی به‌تنهایی نداشت و کمترین وزن صد دانه (۳۳/۹۰ گرم) در تیمار شاهد بود (جدول ۵). با توجه به اینکه در این تحقیق از اجزاء عملکردی، تعداد دانه در غلاف کمتر تحت تأثیر تنش رطوبتی قرار گرفته، به‌هر حال به‌دلیل وجود تنش رطوبتی در تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر فعالیت فتوسنتزی گیاه با نقصان روبه‌رو شده و لذا کاهش قابل توجه وزن صد دانه (جزء دیگر از اجزاء عملکرد) به‌دلیل چروکیده شدن دانه‌ها در اثر این افت فعالیت فتوسنتزی دور از انتظار نیست. همچنین با توجه به نقش محلول‌پاشی در تأمین عناصر آهن و روی که در فعالیت آنزیم‌های دخیل در فتوسنتز نقش کلیدی ایفا می‌کنند می‌توان افزایش وزن صد دانه را انتظار داشت. همچنین به‌نظر می‌رسد در شرایط تنش خشکی گیاه برای بقای خود تلاش می‌کند تا با افزایش طول ریشه به آب بیشتر و عمقی‌تر خاک دسترسی پیدا کند، بنابراین مواد فتوسنتزی بیشتری به سمت ریشه رفته و صرف توسعه ریشه شده و وزن دانه‌ها کاهش می‌یابد. Sadeghipour & Aghaei (2012) نیز کاهش وزن دانه لوبیا را بر اثر تنش

خشکی کاهش تقسیمات سلولی در درون بذر و در نتیجه جذب آسیمیلات کمتر و همچنین کاهش فعالیت آنزیم‌های سنتز نشاسته و ساکاروز دانستند.

Heidarian *et al*, (2011) با محلول‌پاشی آهن و روی اظهار نمودند که وزن دانه سویا به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. ایشان گزارش نمودند که عناصر کم مصرف باعث افزایش سطح برگ و دوام آن می‌شوند، در نتیجه مقدار بیشتری آسیمیلات تولید می‌کنند و دانه‌ها که مخزن اصلی آسیمیلات‌ها هستند با جذب آنها افزایش وزن می‌یابند. نقش محلول‌پاشی عنصر روی در افزایش وزن دانه لوبیا افزایش تعداد سلول‌های گیاهی و به‌دنبال آن افزایش نیاز مخزن و بنابراین تجمع ماده خشک بیشتر در دانه‌ها گزارش گردیده است (Nasri *et al*., 2011).

جدول ۴- تجزیه واریانس برش‌دهی برای اثر محلول‌پاشی در سطوح مختلف آبیاری بر صفات وزن صد دانه و عملکرد

Table 4. Analysis of variance for slicing the effect of foliar application in different level of irrigation on 100- Seeds weight and yield traits

آبیاری Irrigation		درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Square	
			وزن صد دانه 100 – Seeds Weight	عملکرد دانه Seed yield
آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر	Irrigation after 50 mm evaporation	3	44.45 **	108.27 ns
آبیاری پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر	Irrigation after 75 mm evaporation	3	10.75 *	1423.36 **
آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر	Irrigation after 100 mm evaporation	3	2.97 ns	2478.25 **

ns، * و **: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 0.05 =α و 0.01 =α.

ns: Non-significant, *and **: Significant at α= 0.05 & α= 0.01, respectively.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی در هر سطح آبیاری برای صفات عملکرد و وزن صد دانه به روش L.S.Means

Table 5. Mean comparison effect of foliar application in the each level of irrigation for yield and 100-Seed weight per L.S.Means method

آبیاری Irrigation	محلول‌پاشی Foliar Application	وزن صد دانه (گرم) 100 - Seed weight (g)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار) Yield (kg.ha^{-1})
آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر Irrigation after 50 mm evaporation	شاهد (Control)	36.60 c	2809.56 a
	آهن (Fe)	37.70 bc	2776.66 a
	روی (Zn)	40.46 b	2736.60 a
	آهن + روی (Fe+Zn)	45.23 a	2878.56 a
آبیاری پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر Irrigation after 75 mm evaporation	شاهد (Control)	33.90 b	2005.46 c
	آهن (Fe)	37.00 a	2289.33 ab
	روی (Zn)	37.63 a	2138.30 bc
	آهن + روی (Fe+Zn)	38.10 a	2513.13 a
آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر Irrigation after 100 mm evaporation	شاهد (Control)	29.60 a	1062.40 c
	آهن (Fe)	31.40 a	1467.03 b
	روی (Zn)	31.33 a	1305.33 b
	آهن + روی (Fe+Zn)	31.86 a	1747.10 a

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون، در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means with similar letters in each column are not significantly different at 5% probability level-using Duncan's Multiple Range test.

عملکرد بیولوژیک

اثر آبیاری و محلول‌پاشی بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار گردید ولی تأثیر برهم‌کنش آنها بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد با تأخیر در آبیاری عملکرد بیولوژیک روند کاهشی داشت، به‌طوری‌که بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک (۸۲۷۱ کیلوگرم در هکتار) در تیمار آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر به‌دست آمد و نسبت به تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر ۵۴ درصد افزایش نشان داد. کمترین میزان عملکرد بیولوژیک (۵۳۴۶ کیلوگرم در هکتار) در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر به‌دست آمد (جدول ۳). این نتیجه مؤید این مطلب است که فتوسنتز و به‌طور کلی تولید ماده خشک در گیاه رابطه مستقیم با میزان

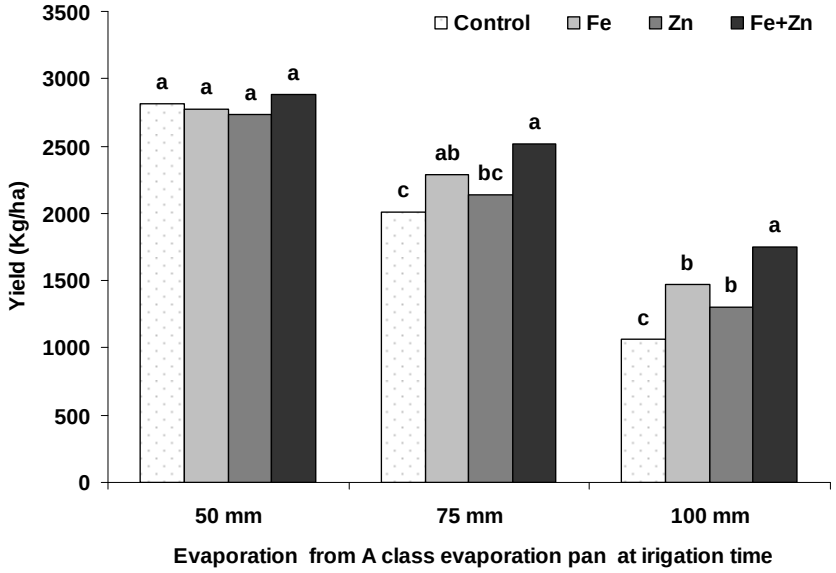
آب در دسترس دارد و کاهش تولید مواد فتوسنتزی در گیاه به‌دلیل کاهش تعداد برگ‌های فعال در اثر کمبود آب بوده است. در اثر کمبود آب حجم سلول، تقسیم سلولی، اندازه کلی گیاه و وزن تر و خشک گیاه کاهش می‌یابد. Habibi (2011) گزارش کرد که با تأخیر در آبیاری عملکرد بیولوژیکی لوبیا سفید کاهش پیدا می‌کند. وی گزارش نمود که افزایش ماده خشک تولیدی در گیاهان تحت شرایط آبیاری مطلوب، می‌تواند به‌دلیل گسترش بیشتر سطح برگ و نیز دوام آن باشد که با ایجاد منبع فیزیولوژیکی کارآمد جهت استفاده هر چه بیشتر از نور دریافتی باعث افزایش تولید ماده خشک شده است.

در بین سطوح محلول‌پاشی بیشترین عملکرد بیولوژیک (۷۵۳۵ کیلوگرم در هکتار) در تیمار محلول‌پاشی با آهن و روی و کمترین عملکرد بیولوژیک (۶۲۵۹ کیلوگرم در هکتار) در تیمار شاهد حاصل شد که البته این تیمار با تیمار محلول‌پاشی با آهن تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). محلول‌پاشی عناصر کم مصرف باعث بهبود رشد گیاه می‌شوند که این احتمالاً به‌دلیل بهبود جذب کربن، افزایش سنتز متابولیت‌ها و حفظ و نگهداری وضعیت آب در بافت‌های گیاه می‌باشد (Sadeghipour & Aghaei, 2012). عنصر روی در تشکیل بیشتر میوه و دانه و فعال کردن آنزیم کربونیک‌آنهیدراز نقش اساسی دارد. بدیهی است که در حضور این عنصر سنتز کربوهیدرات‌ها در گیاه در سطح بالاتری صورت می‌گیرد و باعث افزایش عملکرد بیولوژیک می‌گردد (Cakmak, 2008). Nasri *et al*, (2011) با محلول‌پاشی روی توانستند عملکرد بیولوژیک لوبیا را به‌طور معنی‌داری افزایش دهند. عنصر آهن نیز در ساختار کلروفیل نقش دارد و افزایش کلروفیل باعث افزایش شاخص سطح برگ و در نتیجه افزایش وزن خشک می‌شود. در آزمایش (Kamaraki & Gelavi, 2012) روی گلرنگ، محلول‌پاشی آهن توانست عملکرد بیولوژیک را به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش دهد. ایشان اظهار داشتند آهن در فعال‌سازی فتوسنتز نقش دارد و کمبود آن سبب کاهش شدید فتوسنتز شده که خود باعث کاهش عملکرد بیولوژیک می‌گردد.

عملکرد دانه

آنالیز داده‌ها حاکی از معنی‌دار بودن اثر آبیاری و محلول‌پاشی (در سطح احتمال ۱٪) و برهم‌کنش آنها (در سطح احتمال ۵٪) بر عملکرد دانه می‌باشد (جدول ۲). جدول برش‌دهی اثر محلول‌پاشی در سطوح مختلف آبیاری نشان داد که محلول‌پاشی در تیمارهای آبیاری پس از ۷۵ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر، تأثیر معنی‌داری بر میزان عملکرد دانه داشت (جدول ۴). مقایسه میانگین‌ها نشان داد در تیمار آبیاری پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر بیشترین عملکرد دانه (۲۵۱۳ کیلوگرم در هکتار) در تیمار محلول‌پاشی با آهن و روی به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با تیمار محلول‌پاشی با آهن نداشت و کمترین میزان عملکرد (۲۰۰۵ کیلوگرم در هکتار) در تیمار شاهد بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار محلول‌پاشی با روی نداشت (شکل ۱). در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر هم بیشترین عملکرد دانه (۱۷۴۷ کیلوگرم در هکتار) در تیمار محلول‌پاشی با آهن و روی و کمترین میزان عملکرد دانه (۱۰۶۲ کیلوگرم در هکتار) در تیمار شاهد بود (شکل ۱). با توجه به این نتایج، در شرایط عدم تنش خشکی محلول‌پاشی عناصر آهن و روی تأثیر معنی‌داری بر افزایش عملکرد دانه لوبیا قرمز ندارد، اما با افزایش شدت تنش خشکی تأثیر محلول‌پاشی این دو عنصر بر افزایش میزان عملکرد دانه لوبیا قرمز بیشتر می‌شود، به‌طوری‌که در تیمار تنش ملایم خشکی (آبیاری پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر)، میزان عملکرد دانه در تیمار محلول‌پاشی با آهن و روی نسبت به تیمار محلول‌پاشی با آب ۲۵/۳ درصد افزایش، و در تیمار تنش شدید خشکی (آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر)، میزان عملکرد دانه در تیمار محلول‌پاشی با آهن و روی نسبت به تیمار محلول‌پاشی با آب ۶۴/۴ درصد افزایش نشان داد (شکل ۱).

بر اثر تنش خشکی رشد گیاه و توسعه آن کاهش می‌یابد که منجر به اختلال در گل‌دهی، پر شدن دانه‌ها و در نتیجه عملکرد کمتر گیاه می‌شود. کمبود آب در مرحله گل‌دهی باعث افزایش سقط جنین در دانه گرده می‌شود و از طریق افزایش ABA و کاهش شدت فتوسنتز باعث کاهش بارگیری آسیمیلات‌ها شده که در نهایت با ریزش گل‌ها و غلاف‌ها عملکرد را کاهش می‌دهد (Zadehbagheri *et al*., 2012). گزارش شده که محلول‌پاشی روی در شرایط تنش آب تأثیر مثبتی بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان دارد (Thalooth *et al*., 2006). Baniabbass *et al*, (2012) بیان داشتند با توجه به نقش اساسی عنصر روی در گیاه که به‌طور مستقیم در بیوسنتز مواد رشد همانند اکسین دخالت دارد، بنابراین می‌تواند سلول‌های گیاهی بیشتر و در نتیجه مواد خشک بیشتری را تولید و در دانه به‌عنوان مخزن ذخیره نماید که موجب افزایش عملکرد بیش از حد انتظار می‌گردد. ایشان گزارش دادند عنصر روی در افزایش غلظت کلروفیل و افزایش جذب نیتروژن و فسفر نقش داشته و از این طریق هم باعث افزایش عملکرد می‌شود.



شکل ۱- مقایسه میانگین برهمکنش آبیاری و محلول پاشی برای عملکرد دانه

Fig. 1. Mean comparisons of irrigation and foliar application interaction for seed yield

Thalooth *et al*, (2006) گزارش دادند عنصر روی نقش مهمی در سنتز تریپتوفان (آمینو اسید لازم برای سنتز اکسین) دارد که موجب افزایش ارتفاع و تعداد گره در ساقه می‌شود. افزایش تعداد گره در ساقه، افزایش تعداد شاخه‌های جانبی در ساقه و در نهایت تعداد غلاف در بوته را در پی دارد. از طرف دیگر این عنصر در ساختمان فسفو اینول پیرووات کربوکسیلاز نیز نقش اساسی دارد و به این ترتیب در حضور عنصر روی توان فتوسنتزی و در نتیجه میزان کربوهیدرات‌های گیاه افزایش می‌یابد. افزایش عملکرد دانه با مصرف عنصر روی در باقلا توسط EL-Gizawy & Mehasen (2009) نیز گزارش گردید. آهن نیز در سنتز کلروفیل و انتقال الکترون در فتوسنتز نقش حیاتی دارد؛ 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 (Goos & Johnson, 2000). افزایش عملکرد دانه با مصرف عناصر آهن و روی در سویا توسط Mostafavi, (2012) نیز گزارش گردید. ایشان گزارش دادند محلول‌پاشی آهن و روی از طریق تأثیر بر تعداد دانه در گیاه و وزن دانه باعث افزایش عملکرد گردید. در مجموع تأثیر عناصر کم‌مصرف بر عملکرد دانه به این صورت توجیه می‌گردد که این عناصر با افزایش میزان فتوسنتز و بهبود دوام سطح برگ باعث افزایش عملکرد دانه می‌گردند.

شاخص برداشت

اثر آبیاری بر شاخص برداشت معنی‌دار شد، اما اثر محلول‌پاشی و برهم‌کنش آبیاری و محلول‌پاشی بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر آبیاری بر شاخص برداشت نشان داد که با تأخیر در آبیاری شاخص برداشت به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، به‌طوری‌که بیشترین شاخص برداشت (۳۴/۰۷ درصد) در تیمار آبیاری پس از ۵۰ میلی‌متر تبخیر بود که البته اختلاف معنی‌داری با تیمار آبیاری پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر نداشت و کمترین شاخص برداشت (۲۶/۱۳ درصد) در تیمار آبیاری پس از ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر به‌دست آمد (جدول ۳). کاهش شاخص برداشت در اثر تأخیر در آبیاری می‌تواند به‌دلیل کاهش سطح فتوسنتزکننده و کاهش انتقال مجدد مواد فتوسنتز شده در مرحله پر شدن دانه‌ها باشد. علاوه بر تجمع ماده خشک، تسهیم مواد پرورده بین اندام‌های مختلف گیاه نیز مهم است. تنش خشکی در مراحل مختلف رشد باعث شد که بخش بیشتری از مواد فتوسنتز شده صرف ریشه‌ها شده تا آب بیشتری برای گیاه تأمین نماید، بنابراین در چنین شرایطی شاخص برداشت کاهش یافت. (Masoumi *et al*. 2011) نیز نتیجه مشابهی را در سویا به‌دست آوردند.

محتوی پروتئین دانه

نتایج نشان داد اثر آبیاری و محلول‌پاشی بر غلظت پروتئین دانه معنی‌دار، ولی اثر برهم‌کنش آنها بر این صفت

معنی‌دار نشد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر آبیاری بر پروتئین دانه نشان داد با تأخیر در آبیاری غلظت پروتئین دانه به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، به‌طوری‌که بیشترین (۲۵/۶۶ درصد) و کمترین (۱۹/۸۰ درصد) درصد پروتئین دانه به‌ترتیب در تیمارهای آبیاری پس از ۱۰۰ و ۵۰ میلی‌متر تبخیر به‌دست آمد (جدول ۳). بالاتر بودن درصد پروتئین در شرایط محدودیت آب نسبت به شرایط آبیاری کامل می‌تواند با کاهش طول دوره رشد و نمو در تیمارهای با محدودیت آب مرتبط باشد که موجب کاهش نسبت کربوهیدرات‌ها (به‌علت کاهش فراوانی آنزیم‌های سنتز نشاسته) به پروتئین و در نتیجه افزایش درصد پروتئین در این تیمارها شده باشد. گزارش شده تنش آب به ایجاد اختلال در فرآیند فتوسنتز، فعالیت آنزیم‌ها و سنتز پروتئین منجر می‌شود که جابه‌جایی متابولیت‌ها را به سمت دانه تحت تأثیر قرار می‌دهند (Thalooth *et al*., 2006). البته Sadeghipour & Aghaei (2012) علت افزایش پروتئین دانه لوبیا در شرایط تنش خشکی را سنتز پروتئین‌های جدید در شرایط تنش خشکی عنوان کردند.

در بین تیمارهای محلول‌پاشی بیشترین میزان پروتئین دانه (۲۳/۷۰ درصد) در تیمار محلول‌پاشی با آهن و روی به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار محلول‌پاشی با روی نداشت. کمترین میزان پروتئین دانه (۲۲/۱۸ درصد) در تیمار شاهد به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار محلول‌پاشی با آهن نداشت (جدول ۳). اولین علائم احتمالی کمبود روی، کاهش زیاد در سطوح RNA و مقدار ریبوزوم سلول‌هاست. این کاهش در ساخته شدن RNA، منجر به جلوگیری از تشکیل پروتئین می‌شود در صورتی‌که مقدار گلوکز، نیتروژن غیر پروتئینی و DNA نسبتاً افزایش می‌یابد. همچنین عنصر روی در فعالیت‌های دهیدروژناز و پروتیناز دخالت دارد و بدین‌وسیله نقش کلیدی در تولید پروتئین ایفا می‌نماید (Marschner, 1995). نتایج به‌دست آمده توسط Thalooth *et al*, (2006) نیز نشان داد که استفاده از سولفات روی، پروتئین دانه ماش را افزایش داد. آهن نیز، یکی از مهم‌ترین عناصری است که در متابولیسم نیتروژن و در نتیجه افزایش سطح برگ گیاه نقش دارد، پس می‌توان انتظار داشت که با اعمال تیمار آهن پروتئین‌سازی در گیاه افزایش یابد. نتایج به‌دست آمده توسط Jalil Sheshbahreh (2012) حاکی از آن است که محلول‌پاشی آهن و روی پروتئین دانه سویا را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. وی گزارش داد عناصر آهن و روی از عناصری هستند که در ساختار آنزیم‌هایی نقش دارند که در سنتز آمینو اسیدها درگیر هستند و آمینو اسیدها اساس سنتز پروتئین‌ها می‌باشند. لذا مصرف این عناصر مقدار پروتئین دانه را افزایش داد.

غلظت آهن دانه

اثر محلول‌پاشی بر غلظت آهن در دانه معنی‌دار شد، اما اثر آبیاری و برهم‌کنش آبیاری و محلول‌پاشی بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی بر غلظت آهن در دانه نشان داد بیشترین میزان آهن دانه (۱۹۱/۸۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمار محلول‌پاشی با آهن به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار محلول‌پاشی با آهن و روی نداشت و کمترین میزان آهن در دانه (۱۲۳/۹۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمار شاهد بود (جدول ۳). Panjtandoost *et al*, (2011) با محلول‌پاشی آهن بر گیاه بادام‌زمینی مقدار آهن در دانه‌ها را نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند که نتایج این آزمایش را تأیید می‌کند. Baybordy & Mamedov (2010) نیز با محلول‌پاشی آهن بر روی کلزا میزان آهن در دانه را افزایش دادند.

غلظت روی دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در بین تیمارهای آبیاری، محلول‌پاشی و برهم‌کنش آنها، تنها تیمار محلول‌پاشی بر غلظت روی در دانه اثر معنی‌داری داشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین اثر محلول‌پاشی بر غلظت روی در دانه نشان داد بیشترین میزان روی در دانه (۳۸/۷۷ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمار محلول‌پاشی با روی به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار محلول‌پاشی با آهن و روی نداشت و کمترین میزان روی در دانه (۲۵/۵۷ میلی‌گرم در کیلوگرم) در تیمار محلول‌پاشی با آهن بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت (جدول ۳). میزان عناصر کم‌مصرف در دانه بستگی به مقدار جذب این عناصر به‌وسیله ریشه در طی مرحله توسعه دانه و انتقال مجدد این عناصر از بافت گیاه به دانه از طریق آوند آبکش دارد و مقدار انتقال مجدد از این طریق بستگی زیادی به حرکت هر عنصر در آوند آبکش دارد و عنصر روی انتقال مجدد قابل توجهی از برگ‌ها به دانه دارد (Garnett & Graham, 2005).

Kazemi Poshtmasari *et al*, (2008) با محلول‌پاشی سولفات روی در لوبیا غلظت این عنصر را در دانه افزایش دادند که نتایج این آزمایش را تأیید می‌کند.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد عناصر آهن و روی نقش مثبتی در عملکرد و میزان پروتئین دانه لوبیا بـه‌ویـژه در شـرایط تـنش کمبـود آب دارد. همچنین با توجه به محدودیت جذب عناصـر آهـن و روی در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک محلول‌پاشـی عناصـر جهت بالا بردن میزان عناصـر کـم مصـرف در گیـاه یـک روش منطقی کاربرد کود می‌باشد.

منابع

1. Abdili, j., Roshdi, M., Majidi, A., Hasanzadeh Ghorttappeh, A., and Hanareh, M. 2010. Effect of zinc sulfate on the soybean cultivar Williams. Journal of Agricultural Science 1(4): 39-50. (In Persian with English Summary).
2. Bagheri, A., Nezami, A., and Porsa, H. 2006. An analysis to pulse research strategies in Iran based on the first national pulse symposium approaches. Iranian Journal of Field Crop Research 4(1): 1-13. (In Persian with English Summary).
3. Baniabbass, Z., Zamani, G.H., and Sayyari, M. 2012. Effect of drought stress and zinc sulfat on the yield and some physiological characteristics of Sunflower (*Helianthus annuus* L.). Advances in Environmental Biology 6(2): 518-525.
4. Baybordy, A., and Mamedov, G. 2010. Evaluation of application methods efficiency of zinc and iron for canola *(Brassica napus* L.) Notulae Scientia Biologicae 2(1): 94-103.
5. Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or denetic bio fortification. Plant and Soil Journal 302: 1-17.
6. EL-Gizawy, N.Kh.B., and Mehasen, S.A.S. 2009. Response of faba bean to bio, mineral phosphorus fertilizers and foliar application with zinc. World Applied Sciences Journal 6: 1359-1365.
7. Emami, A. 1996. Methods of plant analysis. Journal of Research Organ Education and Agricultural Extension 982: 11-28.
8. Farjzadeh Memari Tabrizi, N., and Rashidi, V. 2011. Drought effects on morphological traits of bean *(Phaseolus vulgaris* L.) genotypes. Annals of Biological Research 2(5): 95-99.
9. Garnett, T.P., and Graham, R.D. 2005. Distribution and remobilization of iron and cupper in wheat. Annals of Botany 95: 817-826.
10. Goos, R.J., and Johnson, B.E. 2000. A comparison of three methods for reducing iron-deficiency chlorosis in soybean. Agronomy Journal 92: 1135-1139.
11. Habibi, Gh. 2011. Influence of drought on yield and yield components in white bean. World Academy of Science. Engineering and Technology 55: 244-253.
12. Heidarian, A., Kord, R., Mostafavi, K., Parviz Lak, A., and Amini Mashhadi, F. 2011. Investigating Fe and Zn foliar application on yield and its components of soybean (*Glycine max* (L) Merr.) at different growth stages. Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development 3(9): 189 -197.
13. Jalil Sheshbahreh, M. 2012. Effect of foliar application of iron and zinc on quantitative and qualitative yield of soybean under drought stress. Master's Thesis, Faculty of Agriculture, Yasouj University. 103 pp. (In Persian with English Summary).
14. Kamaraki, H., and Gelavi, M. 2012. Evaluation of foliar application of micronutrient elements iron and zinc on quantitative and qualitative characteristics of safflower. Journal of Agroecology 4(3): 201-206. (In Persian with English Summary).
15. Kazemi Poshtmasari, H., Bahmanyar, M.A., Pirdasht, H., and Ahmadi Shad, M.A. 2008. Effects of Zn rates application forms on protein and some micronutrients accumulation in common bean *(Phaseolus vulgaris* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences 11: 1042-1046.
16. Khoshvaghti, H. 2006. Effect of water limitation on growth rate, grain filling and yield of three pinto bean cultivars. Master's Thesis, Faculty of Agriculture. Tabriz University. 95 pp. (In Persian with English Summary).
17. Kobraee, S., Noormohamadi, G., Heidari Sharifabad, H., DarvishKajori, F., and Delkhosh, B. 2011. Influence of micronutrient fertilizer on soybean nutrient composition. Indian Journal of Science and Technology 4(7): 763-769.
18. Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Second edition, Academic Press Inc London. 891 pp.

19. Masoumi, H., Darvish, F., Daneshian, J., Normohammadi, Gh., and Habibi, D. 2011. Effects of water deficit stress on seed yield and antioxidants content in soybean cultivars. Agricultural Resrarch Journal 6(5): 1209-1218.
20. Mosavi, S.R., Galavi, M., and Ahmadvand, G. 2007. Effect of zinc and manganese foliar application on yield, quality and enrichment on potato (*Solanum tuberosum* L.). Asian Journal of Plant Sciences 6: 1256-1260.
21. Mostafavi, Kh. 2012. Grain yield and yield components of soybean upon application of different micronutrient foliar fertilizers at different growth stages. International Journal of Agricultural Research and Reviews 2(4): 389-394.
22. Nasri, M., Khalatbari, M., and Aliabadi Farahani, H. 2011. Zn-foliar application influence on quality and quantity features in *phaseolous vulgaris* under different levels of N and K fertilizers. Advances in Environmental Biology 5(5): 839-846.
23. Odeley, F., and Animashaun, M.O. 2007. Effects of nutrient foliar spray on soybean growth and yield (*Glaycine max* L.) in south west Nigeria. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca 1842-1850.
24. Panjtandoost, M., Soroosh Zadeh, A., and Ghanati, F. 2011. Effect of soil method and foliar application of iron on some quality characteristics of peanut seed in alkaline soils. Journal of Plant Biology 2(5): 37-50. (In Persian with English Summary).
25. Pourmousavi, M. 2006. Effect of manure on growth and physiological characteristics of soybean crops in drought conditions. Master's Thesis, Department of Agriculture. Zabol University. 143 pp. (In Persian with English Summary).
26. Sadeghipour, O., and Aghaei, P. 2012. Response of common bean to exogenous application of salicylic asid under water stress conditions. Advances in Environmental Biology 6(3): 1160-1168.
27. Saini, H.S., and Westgate, M.E. 2000. Reoroductive development in grain crops during drought. Advances in Agronomy 68: 59-95.
28. Seifi Nadergholi, M., Yarnia, M., and Rahimzade Khoei, F. 2011. Effect of zinc and manganese and their application method on yield and yield components of common bean *(Phaseolus vulgaris* L. CV. Khomein). Middle-East Journal of Scientific Research 8(5): 859-865.
29. Teran, H., and Singh, S.P. 2002. Comparison of sources and lines selected for drought resistance in common bean. Crop Science 42(1): 64-70.
30. Thalooth, A.T., Tawfik, M.M., and Magda Mohamed, H. 2006. Comparative study on the effect of foliar application of zinc, potassium and magnesium on growth, yield and some chemical constituents of mungbean plants grown under water stress conditions. World Journal of Agricultural Sciences 2: 37-46.
31. Zadehbagheri, M., Kamelmanesh, M.M., Javanmardi, Sh., and Sharafzadeh, Sh. 2012. Effect of drought stress on yield and yield components, relative leaf water content, proline and potassium ion accumulation in different white bean genotype. African Journal of agricultural Research 7(42): 5661-5670.

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 6, No. 1, 2015, p. 54-65

Effects of irrigation levels and foliar application with iron and zinc on quantitative and qualitative traits of red bean (*Phaseolous vulgaris* L.)

Saeidi Aboueshaghi[1], R., & Yadavi[2*], A.

1. MSc. Student, Deptartment of Agronomy and Plant Breeding, Yasouj University
2. Associated Professor, Deptartment of Agronomy and Plant Breeding, Yasouj University

Received: 28 May 2013
Accepted: 11 July 2014

Abstract

In order to evaluate the effects of irrigation levels and foliar application with Fe and Zn on quantitative and qualitative traits of red bean, an experiment was designed as split plot based on a completely randomized block design with three replications in Lordegan country in summer 2011. Irrigation as the main plot at three level such on: irrigation after 50, 75 and 100 mm evaporation, and foliar application as the sub-plot included four level: foliar application with water (control), ferrous sulfate (3 $g.L^{-1}$), zinc sulfate (3 $g.L^{-1}$), and mixture of ferrous sulfate and zinc (3 $g.L^{-1}$). In this experiment yield, yield component and qualitative traits of seed bean was evaluated. The results showed that irrigation had a significant effect on all traits of red bean, except for seed number and seed iron and zinc contents. The highest and the lowest pod number, biological yield and harvest index achieved in irrigation after 50 and 100 mm evaporation, respectively. Also, the highest (25.6 %) and the lowest (19.8 %) seed protein content belonged in irrigation after 100 and 50 mm evaporation, respectively. The effect of foliar application on all traits except harvest index was significant. The highest number of seeds per pod (3.86), number of pods per plant (8.53), biological yield (7535 $kg.ha^{-1}$) and seed protein (23.71 %), obtained with iron and zinc foliar application treatment and lowest of them (3.38, 6.48, 6259 $kg.ha^{-1}$ and 22.18 % respectively) obtained in the control treatment. Foliar application with iron and zinc increased the concentrations of these elements in seed compared to control significantly. The effect of spray on 100-seeds weight in treatments irrigation after 50 and 75 mm evaporation was significant. So, that the highest 100-seeds weight in two surface irrigation was in foliar application with iron and zinc treatments, and the lowest was in the control. Interaction between irrigation and foliar application on seed yield showed that in treatments irrigation after 75 and 100 mm evaporation, the highest yield (2513 and 1747 $kg.ha^{-1}$) achieved in iron and zinc foliar application and the lowest (2005 and 1062 $kg.ha^{-1}$) obtained in control.

Key words: Micro element, Protein, Water stress, Yield

* **Corresponding Author:** yadavi@yu.ac.ir, Mobile: 09133283598