علوم و تحقیقات بذر ایران
سال هشتم/ شماره دوم/ ۱۴۰۰ (۲۰۷ - ۱۹۵)
مقاله پژوهشی
DOI: 10.22124/jms.2021.5225

اثر اسموپرایمینگ بذر، محلول‌پاشی روی و آهن بر خصوصیات کمی و کیفی لوبیا چشم‌بلبلی (*Vigna unguiculata* L.)

آمنه محمدیان[۱]، علیرضا ابدالی مشهدی[۲]، امین لطفی جلال آبادی[۳]*، محمدرضا صالحی سلمی[۴]

تاریخ دریافت: ۹۹/۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۹/۶/۱۹

چکیده

فراهمی عناصر ریزمغذی از طریق تغذیه گیاهی می‌تواند به رشد گیاه و تأمین نیاز انسان به این عناصر کمک نماید. در آزمایشی بر روی لوبیا چشم‌بلبلی اثر تیمارهای محلول‌پاشی سولفات روی (عدم کاربرد، کاربرد غلظت‌های۲ و ۴ گرم در لیتر سولفات روی)، محلول‌پاشی سولفات آهن (عدم کاربرد، کاربرد غلظت‌های ۳ و ۶ گرم در لیتر سولفات آهن) و پرایمینگ بذر با پلی‌اتیلن‌گلایکول ۶۰۰۰ (بدون پرایم و کاربرد پرایم (bar ۲-)) به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در بهار ۱۳۹۶ در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان بررسی گردید. نتایج نشان داد پرایم بذر بر سرعت و درصد سبزشدن گیاهچه و اکثر صفات مورد بررسی اثر منفی داشت. بیش‌ترین عملکرد دانه (۳۷۸۴ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد پروتئین (۱۱۱۴ کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت (۳۹/۹ درصد) به‌ترتیب در اثرات متقابل سه‌گانه بدون پرایم × عدم کاربرد روی × محلول‌پاشی سولفات آهن (۳ گرم در لیتر)، بدون پرایم × عدم کاربرد سولفات روی × عدم کاربرد سولفات آهن و بدون پرایم × عدم کاربرد سولفات روی × کاربرد سولفات آهن (۶ گرم در لیتر) مشاهده شد. نتایج کلی نشان داد که کاربرد آهن و روی در غلظت‌های پایین می‌تواند تاحدودی باعث بهبود برخی صفات رشدی گیاه لوبیا شود، اما پرایم بذر بر صفات رشدی این گیاه تاثیر چندانی نداشت.

واژه‌های کلیدی: تغذیه برگی، تغذیه گیاه، حبوبات، درصد سبزشدن گیاهچه، ریزمغذی

۱-دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران.
amene.mohammadian@yahoo.com
۲- دانشیار، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران. alireza.abdali1384@gmail.com
۳- استادیار، گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران. aminlotfi@asnrukh.ac.ir
۴- استادیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ایران. mrsalehisalmi@gmail.com
*نویسنده مسئول: aminlotfi@asnrukh.ac.ir

مقدمه

لوبیا چشم‌بلبلی جزو حبوباتی است که در گستره وسیعی از دنیا رشد می‌کند و پروتئین‌های سودمندی را برای مصارف انسانی و تغذیه دام فراهم می‌سازد (Mohammad and Mukhtar, 2018). پروتئین این گیاه دارای اسیدآمینه لیزین فراوان است و می‌توان آن را به محصولات غذایی که بر پایه غلات تولید می‌شوند و دچار کمبود لیزین هستند، اضافه کرد تا بر کیفیت غذایی آن‌ها افزوده شود (Frota *et al.*, 2017). پرایمینگ یا پیش‌تیمار بذر با ترکیبات طبیعی و یا مصنوعی قبل از جوانه‌زنی یک روش اثبات‌شده و مؤثر برای تحمل به تنش در گیاهان است. روش‌های مختلف پرایمینگ وجود دارد که به‌صورت تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرند، که در میان آن‌ها اسموپرایمینگ بسیار رایج است. پلی‌اتیلن-گلیکول یکی از موادی است که در اسموپرایمینگ به‌میزان زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرد. مشاهدات نشان داده است که پلی‌اتیلن‌گلیکول می‌تواند از طریق فعال‌سازی و سنتز آنزیم‌ها و تولید ATP در بذر، زمان جوانه‌زنی را کاهش و درصد جوانه‌زنی را افزایش دهد و نیز مقاومت به شوری گیاهچه را بهبود بخشد (Demir *et al.,* 2006). مطالعات پیشین نشان داده است این ماده هیچ‌گونه اثر سمی بر روی بذر گندم ندارد (Faijunnahar *et al.*, 2017) و مولکول‌های آن به‌دلیل اندازه بزرگ خود نمی‌توانند وارد بذر شوند. در طی آزمایشی بر روی ارقام مختلف ماش (*Vigna radiate* L.) مشخص شد که اسموپرایمینگ از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های بذر مانند آمیلاز و تبدیل مواد اندوخته‌ای به مواد انتقالی تا حد زیادی، توان بهبود اثر منفی تنش فرسودگی را دارا است (Jahanbakhshi *et al.,* 2013).

عنصر روی یک ماده غذایی ضروری برای رشد طبیعی و سلامت گیاه و انسان است. در حال حاضر مناطق بزرگی از زمین‌های کشاورزی در معرض کمبود روی هستند و این امر سبب کاهش شدید تولید محصول و کیفیت محصولات غذایی می‌شود. بنابراین، شناخت و مقابله با کمبود روی در این مناطق به‌عنوان یک ضرورت مطرح است. عنصر روی برای تحمل بهتر گیاهان زراعی در برابر تنش‌های مختلف مانند خشکی، گرما و شوری بسیار مهم است. کاربرد خاکی کود روی در خاک و یا محلول‌پاشی برگی گیاهان، یک راه‌حل ساده و بسیار مؤثر برای رفع مشکل کمبود این عنصر در گیاهان زراعی و افزایش غلظت آن در غذاها است (Sinha *et al.*, 2018).

با توجه به نیاز پیوسته گیاهان به عنصر آهن در مراحل مختلف رشد، در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند خوزستان، کمبود عنصر آهن را می‌توان یکی از دلایل اصلی محدودشدن رشد، عملکرد و کیفیت گیاه دانست (Eisa *et al.*, 2011). کلروز در برگ‌های دارای کمبود آهن به‌واسطه عدم تعادل یون‌های فلزی مانند Cu^{+2} و Mn^{+2} به‌صورت زردی ظاهر می‌شود که ناشی از اختلال در ساخت کلروفیل در کلروپلاست می‌باشد. برای بسیاری از محصولات زراعی گندم، برنج و... جهت رفع کمبود عناصر ریزمغذی، محلول‌پاشی برگی به‌ویژه آهن، روی و منگنز به‌طور گسترده انجام می‌گیرد (Gupta *et al.*, 2018). نتایج تحقیقات مختلف مشخص نموده که دادن کودهای آهن و روی به‌صورت خاک کاربرد و محلول‌پاشی برگی از طریق افزایش سنتز پروتئین محلول، افزایش فتوسنتز و تغییر در میزان کربن فتوسنتزی (Trunctunk and Turanctunk, 2006) می‌تواند باعث افزایش محتوای پروتئین دانه و بالارفتن غلظت آهن و روی در دانه گندم شود (Singh *et al.*, 2018).

با توجه به نقش تناوبی مفید و تولید محصول بالا، لوبیا چشم‌بلبلی در خوزستان بسیار مورد توجه کشاورزان قرار دارد. اما شوری و pH به نسبت بالای خاک‌های آهکی خوزستان، فراهمی برخی عناصر غذایی کم‌مصرف را برای بسیاری از گیاهان زراعی از جمله لوبیا چشم‌بلبلی محدود ساخته است. در همین راستا این آزمایش با هدف بررسی اثر اسموپرایمینگ با پلی‌اتیلن‌گلیکول و فراهمی عناصر آهن و روی از طریق محلول‌پاشی برگی بر برخی صفات کمی و کیفی لوبیا چشم‌بلبلی طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی۱۳۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان واقع در ملاثانی به اجرا درآمد. منطقه ملاثانی در ۳۶ کیلومتری شمال شرقی اهواز، در حاشیه شرقی رودخانه کارون با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۵ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۵۳ دقیقه و با ارتفاع ۲۲ متر از سطح دریا قرار دارد. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه آزمایشی در جدول یک آورده شده است.

جدول ۱- خصوصیات خاک مزرعه آزمایشی

Table 1. Soil properties of experimental field

بافت Soil texture	لای (%) Silt	رس (%) Clay	شن (%) Sand	روی Zinc (mg/kg)	آهن Iron (mg/kg)	پتاسیم Potassium (mg/kg)	فسفر Phosphorus (mg/kg)	نیتروژن Nitrogen (%)	هدایت الکتریکی EC (ds/m)
SiCl	34	50	16	0/02	3.42	214	7.2	0.05	3.6

آزمایش به‌صورت فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. رقم مورد آزمایش رقم محلی مشهد بود. طول دوره رشد این رقم ۱۱۷ روز (متوسطرس) و وزن صد دانه آن ۲۰ گرم بود (Sekhavat *et al.*, 2018). فاکتورهای مورد آزمایش شامل، پرایمینگ بذر با پلی‌اتیلن‌گلیکول ۶۰۰۰ و بدون پرایم، محلول‌پاشی سولفات روی در سه سطح (عدم کاربرد، ۲ و ۴ گرم در لیتر) (Barary *et al.*, 2014) و محلول‌پاشی سولفات آهن در سه سطح (عدم کاربرد، ۳ و ۶ گرم در لیتر) (Vaziri Kateshori *et al.*, 2013) بودند. مقادیر مختلف کود روی و آهن به‌ترتیب از منبع سولفات روی خالص (۳۲ درصد) و سولفات آهن خالص (۲۲ درصد) ساخت شرکت رابو تجارت آریایی تهیه شد. محلول‌پاشی در دو مرحله (۲۵ روز بعد از جوانه‌زنی و ۱۰ روز بعد از مرحله اول جهت اثربخشی بیش‌تر) انجام گردید. جهت اعمال پرایمینگ قبل از کشت، بذور به‌مدت پنج ساعت در محلول ۲- بار پلی‌اتیلن‌گلیکول خیسانده و هوادهی شدند (برای تهیه غلظت مورد نیاز پلی اتیلن‌گلیکول از فرمول میشل، کافمن استفاده شد) (Rouhi *et al.*, 2012). یک هفته قبل از عملیات خاک‌ورزی به‌منظور تحریک جوانه‌زنی بذر علف‌های‌هرز و کنترل مطلوب‌تر آن‌ها و تأمین رطوبت مناسب آبیاری اولیه (ماخار) صورت گرفت. بعد از آماده‌سازی زمین کرت‌هایی با ابعاد ۳×۳ متر ایجاد شد. هر کرت شامل شش خط کاشت با فاصله ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها در وسط پشته ۱۰ سانتی‌متر بود. اولین آبیاری بعد از کشت در تاریخ ۲۶ خردادماه انجام گرفت و هر نوبت آبیاری نیز بعد از ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A انجام گرفت. کوددهی بر اساس نیاز گیاه و به‌میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره (۱۰۸ کیلوگرم اوره) طی دو مرحله (به‌صورت پایه و در زمان چهار برگی) و فسفر نیز به‌میزان ۷۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپرفسفات‌تریپل به‌صورت پایه انجام شد. چون این گیاه تیپ خزنده دارد و ساقه‌های آن در جهات مختلف پراکنده می‌شوند، جهت اندازه‌گیری صفاتی مانند عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت برای نمونه-گیری از یک مربع با ابعاد یک در یک متر استفاده شد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک برحسب درصد محاسبه گردید. پس از برداشت و خشک‌کردن دانه‌ها در آون ۸۰ درجه، درصد پروتئین دانه-ها با روش کجلدال (۶/۲۵ × درصد نیتروژن) اندازه‌گیری شد (Bremner, 1996). عملکرد پروتئین در واحد سطح از حاصل ضرب درصد پروتئین دانه در عملکرد دانه محاسبه گردید. اندازه‌گیری محتوای عناصر آهن و روی (Vinas *et al.*, 1993) در دانه با استفاده از دستگاه طیف‌سنج جذب اتمی مدل (Analytik Jena ContrAA 300) و فسفر دانه (Olsen and Sommers, 1982) با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل (Spekol 2000) صورت پذیرفت. برای اندازه‌گیری درصد سبزشدن، در هر کرت در دو متر مربع وسط هر کرت از سه روز بعد از کاشت به مدت یک هفته یادداشت و با استفاده از تناسب درصد سبزشدن محاسبه شد (Ikic *et al.*, 2012).

$$EP=(E/N)\times100 \quad \text{(رابطه ۱)}$$

که در آن EP= درصد سبزشدن، E= تعداد بذرهای سبزشده و N= تعداد کل بذرها می‌باشند.

سرعت ظهور گیاهچه در مزرعه (Seedling emergence rate = SER) از رابطه ۲ محاسبه شد (Orchard, 1977).

$$SER=FFE/D \quad \text{(رابطه ۲)}$$

در این رابطه، FFE=ظهور نهایی گیاهچه در مزرعه و D=تعداد روز از کاشت تا پایان یادداشت‌برداری (روز هفتم) می‌باشد.

از رابطه ۳ برای محاسبه متوسط زمان ظهور گیاهچه‌ها (Mean Emergence Time = MET) استفاده گردید.

$$MET = \Sigma fxi / F \quad \text{(رابطه ۳)}$$

در این فرمول fx= تعداد گیاهچه‌های ظهوریافته در میانه دوره ظهور گیاهچه‌ها x = (روز هفتم) و F= حداکثر تعداد گیاهچه‌های ظاهرشده در این دوره است (

Hamidi *et al.*, 2009). پس از اطمینان از نرمال‌بودن داده‌ها، تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹,۳) انجام گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از روش حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال خطای پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

شاخص‌های سبز شدن: فقط اثر اصلی تیمار پرایم بر درصد سبزشدن، سرعت ظهور گیاه‌چه و متوسط زمان ظهور گیاه‌چه معنی‌دار بود (جدول۲). با آن‌که گزارش‌های متعدد در ارتباط با اثرات مثبت پلی‌اتیلن‌گلیکول بر شاخص‌های جوانه‌زنی گیاهان زراعی وجود دارد، ولی مقایسه میانگین سطوح پرایم نشانگر اثر منفی کاربرد پرایم بر صفت‌های مذکور بود، به‌گونه‌ای که بیش‌ترین میانگین برای هر سه صفت از عدم کاربرد پرایم حاصل شد (جدول ۳). می‌توان اثر منفی پرایمینگ بر روی صفات فوق را در اندازه بذر و شاید شرایط خاک محل اجرای آزمایش از لحاظ فیزیکی، شیمیایی و زیستی و هم‌چنین جنس، گونه و حتی رقم مورد استفاده جستجو نمود. در برخی موارد بذرهای بزرگ‌تر، به‌واسطه برخورداری از ذخایر غذایی بیش‌تر در مقابل تنش‌های محیطی از مقاومت و تحمل بیش‌تری نسبت به بذرهای ریز و کوچک برخوردار بوده و در نتیجه واکنش کم‌تری نسبت به پرایم بذر از خود نشان می‌دهند (Noorbakhshian *et al.*, 2011). در آزمایشی بر روی سویا هیدروپرایمینگ به‌میزان بالایی خروج گیاه‌چه در واریته‌هایی از سویا که بذرهای بزرگ‌تری داشتند را کاهش داد (Kering and Zhang, 2015). از سوی دیگر بررسی‌ها نشان می‌دهد که پرایمینگ در هنگام بروز تنش اثری بسیار پر رنگ دارد اما در زمان عدم وجود تنش به‌دلیل برخی اثرات منفی آن حتی می‌تواند باعث افت شاخص‌های رشدی گیاه مورد بررسی گردد (Mansouri and Aboutalebian, 2013). در آزمایشی بر روی چهار ژنوتیپ عدس مشخص شد که تنش ناشی از کاربرد پلی‌اتیلن‌گلیکول (صفر، ۱۰، ۱۵، ۱۸ و ۲۱ درصد) باعث کاهش درصد جوانه‌زنی، طول ریشه، محتوای آب بافت و هم‌چنین کاهش فعالیت آنزیم‌های آلفا و بتاآمیلاز و نیز آلفاگلوکوزیداز شد (Muscoloa *et al.*, 2014). در برخی موارد واکنش متفاوتی برای گونه‌های مختلف یک جنس به پرایم بذر گزارش شده است. برای مثال در پژوهشی تأثیر پرایم بذور دو گونه لگوم *Stylosanthes capitata*، *S. macrocephala* و *S. guianensis* با پلی‌اتیلن‌گلیکول متفاوت بود و سطوح به‌کار رفته پلی‌اتیلن‌گلیکول در آزمایش برای گونه‌ی *S. guianensis* توصیه نگردید (Alencar *et al.*, 2012). در آزمایشی بر روی ماش کاربرد پلی‌اتیلن‌گلیکول باعث کاهش معنی‌دار درصد و میانگین زمان جوانه‌زنی نسبت به شاهد گردید (Umair *et al.*, 2010).

عملکرد دانه: اثر اصلی پرایم، روی و آهن و هم‌چنین اثر متقابل سه‌گانه پرایم × روی × آهن بر عملکرد دانه معنی‌دار شد (جدول ۲). برش‌دهی اثر متقابل سه‌گانه (جدول ۶) نشان داد که در سطح عدم کاربرد پرایم بیش‌ترین عملکرد دانه از ترکیب تیماری عدم کاربرد روی × کاربرد سه گرم آهن در لیتر و کم‌ترین عملکرد دانه از ترکیب تیماری کاربرد چهار گرم در لیتر روی × کاربرد شش گرم در لیتر آهن به‌دست آمد. در شرایط کاربرد پرایم بیش‌ترین عملکرد دانه از ترکیب تیماری عدم کاربرد روی × عدم کاربرد آهن و کم‌ترین عملکرد دانه از کاربرد ترکیب تیماری عدم کاربرد روی × کاربرد شش گرم در لیتر آهن به‌دست آمد. این‌که هم در شرایط کاربرد و هم در شرایط عدم کاربرد پرایم، بالاترین عملکرد دانه از عدم کاربرد روی و آهن به‌دست آمد، نشان‌دهنده آن است که لوبیا چشم‌بلبلی دارای سازگاری بسیار خوبی با خاک‌های دشت خوزستان است و بدون کاربرد دو عنصر فوق‌الذکر توانسته بالاترین عملکرد دانه را تولید نماید. در بررسی اثر انواع پرایم (پلی‌اتیل‌گلایکول، کلرمکوات کلرید، کلرید پتاسیم و نیترات پتاسیم) بر عملکرد لوبیاچیتی، هم در شرایط تنش و هم در شرایط آبیاری، هیچ‌کدام از تیمارهای مورد بررسی اثر مثبتی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیاچیتی نداشتند (Hajikhani *et al.*, 2011).

عملکرد بیولوژیک: اثر اصلی پرایم، روی و آهن و اثر متقابل دوگانه پرایم × روی و روی × آهن بر صفت عملکرد بیولوژیک معنی‌داری بود (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه پرایم × روی (جدول ۴) نشان داد بالاترین عملکرد بیولوژیک از ترکیب تیماری عدم کاربرد پرایم و روی به‌دست آمد که با کاربرد چهار گرم در لیتر روی و کاربرد تکی پرایم در یک گروه آماری قرار گرفت.

جدول ۲ - تجزیه واریانس اثر پرایم بذر و محلول‌پاشی روی و آهن بر برخی صفات کمی و کیفی لوبیا چشم‌بلبلی

Table2. Analysis of variance effect of seed priming and foliar application of Zinc and Iron on some qualitative and quantitative characteristics of cowpea

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	Mean of squares میانگین مربعات										
		درصد سبز شدن Percentage of emergence	سرعت ظهور گیاهچه Seedling emergence Rate	متوسط زمان ظهور گیاهچه Average time of seedling emergence	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت HI	پروتئین دانه(%) grain protein	عملکرد پروتئین دانه Yield grain protein	روی دانه Grain zinc content	آهن دانه Grain iron content	فسفر دانه Grain phosphorus content
تکرار Replication	2	463^{ns}	1.16^{ns}	0.0082^{ns}	6092035^{ns}	1250788^{*}	79.2^{*}	7.67^{ns}	123487^{**}	0.006^{ns}	0.0019^{ns}	0.079012^{**}
پرایمینگ Priming (P)	1	5424^{**}	13.6^{**}	0.0763^{**}	481886^{**}	685400^{**}	354^{**}	13.70^{ns}	340270^{**}	0.023^{*}	0.0108^{*}	0.000001^{ns}
روی (Zn)	2	377^{ns}	0.94^{ns}	0.022^{ns}	13911434^{**}	2199519^{**}	9.08^{ns}	11.90^{ns}	237076^{**}	0.004^{ns}	0.0126^{**}	0.050160^{**}
آهن (I)	2	421^{ns}	1.05^{ns}	0.0007^{ns}	35735557^{**}	2576409^{**}	13.84^{ns}	36.10^{**}	324639^{**}	0.011^{*}	0.0018^{ns}	0.041169^{*}
(P×Zn)	2	325^{ns}	0.81^{ns}	0.0015^{ns}	8215939^{**}	777702^{ns}	153.00^{**}	26.00^{**}	72761^{*}	0.019^{**}	0.0006^{ns}	0.029689^{*}
(I×Zn)	2	616^{ns}	1.54^{ns}	0.0021^{ns}	5762831^{ns}	19223^{ns}	6.35^{ns}	35.50^{**}	60982^{ns}	0.015^{*}	0.0070^{ns}	0.037655^{*}
(I×Zn)	4	705^{ns}	1.76^{ns}	0.008^{ns}	11535803^{**}	1008230^{*}	55.60^{*}	16.30^{*}	140357^{**}	0.006^{ns}	0.0113^{**}	0.016259^{ns}
(P×Zn×I)	4	177^{ns}	0.44^{ns}	0.0069^{ns}	1066411^{ns}	142101^{**}	161.00^{**}	4.23^{ns}	73122^{*}	0.001^{ns}	0.0103^{**}	0.019669^{ns}
خطا Erorr	34	323	0.80	0.009	19346	260966	19.60	4.78	20879	0.003	0.0023	0.008521
ضریب تغییرات (%).C.V	-	24	24.5	10.6	13.8	18.0	15.7	8.7	20.2	21.5	30.6	19.4

ns، *و **به‌ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and ** respectively non-significant, significant at 5% and 1%

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر اصلی سطوح مختلف پرایمینگ بر برخی صفات لوبیا چشم‌بلبلی

Table 3. Comparison of main effect of some cowpea characteristics affected by priming

تیمار treatment	درصد سبز شدن Percentage of emergence	سرعت ظهور گیاهچه Seedling emergence Rate	متوسط زمان ظهور گیاهچه(روز) Average time of seedling emergence(day)
عدم پرایمینگ No priming	83.20^{a}	4.16^{a}	0.96a
پرایمینگ Priming	63.20^{b}	3.15^{b}	0.88b

حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ درصد آزمون LSD است.

Similar letters in each column indicate no significant difference in the 5% error probability level of the LSD test.

هم‌چنین کم‌ترین عملکرد بیولوژیک از کاربرد پرایم × کاربرد چهار گرم در لیتر روی به‌دست آمد. مقایسه میانگین اثر متقابل روی × آهن (جدول ۵) نشان داد بالاترین عملکرد بیولوژیک از عدم کاربرد روی و آهن حاصل شد. کم‌ترین عملکرد بیولوژیک نیز از کاربرد چهار گرم در لیتر روی × کاربرد شش گرم در لیتر آهن به‌دست آمد. روند کلی داده‌ها نشان‌دهنده آن است که با افزایش سطوح روی و آهن از عملکرد بیولوژیک کاسته شده است. به‌نظر می‌رسد گیاه لوبیا چشم‌بلبلی از لحاظ فراهمی عناصر آهن و روی در شرایط خاک منطقه مشکل چندانی نداشته است و افزایش این عناصر در گیاه از طریق محلول‌پاشی باعث مصرف لوکس و یا حتی اثر بازدارنده بر عملکرد گیاه گردیده است.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل پرایم × روی بر برخی صفات کمی لوبیا چشم‌بلبلی

Table 4. Comparison of the mean prime×Zinc interaction on some quantitative characteristics of cowpea

سطوح پرایم Priming levels	سطوح روی Zinc levels	عملکرد بیولوژیک Biological yield ($kg.ha^{-1}$)	درصد پروتئین دانه Percentage grain protein	روی دانه Grain zinc content(ppm)	فسفر دانه Grain phosphorus content(ppm)
عدم پرایم No priming	عدم کاربرد No application	11940^{a}	26.11^{a}	0.26^{ab}	0.44^{b}
	۲ گرم در لیتر $2\ g.l^{-1}$	10186^{b}	25.10^{a}	0.31^{a}	0.52^{a}
	۴ گرم در لیتر $4\ g.l^{-1}$	11581^{ab}	22.24^{b}	0.26^{ab}	0.51^{a}
پرایم Priming	عدم کاربرد No application	11437^{ab}	25.32^{a}	0.21^{b}	0.46^{b}
	۲ گرم در لیتر $2\ g.l^{-1}$	10386^{b}	25.17^{a}	0.25^{ab}	0.53^{a}
	۴ گرم در لیتر $4\ g.l^{-1}$	8165^{c}	25.97^{a}	0.27^{ab}	0.41^{b}

حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ درصد آزمون LSD است.

Similar letters in each column indicate no significant difference in the 5% error probability level of the LSD test.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل روی × آهن بر برخی صفات کمی لوبیا بلبلی

Table 5. Comparison of the mean interaction of Zinc×Iron on some quantitative characteristics of cowpea

سطوح روی Zinc levels	سطوح آهن Iron levels	عملکرد بیولوژیک Biological yield ($kg.ha^{-1}$)	درصد پروتئین دانه Percentage grain protein
عدم کاربرد No application	عدم کاربرد No application	12738^{a}	27.81^{a}
	۳ گرم در لیتر $3\ g.l^{-1}$	11883^{ab}	26.76^{ab}
	۶ گرم در لیتر $6\ g.l^{-1}$	8689de	22.57^{d}
۲ گرم در لیتر $2\ g.l^{-1}$	عدم کاربرد No application	8277de	23.89^{cd}
	۳ گرم در لیتر $3\ g.l^{-1}$	10857^{bc}	26.78^{ab}
	۶ گرم در لیتر $6\ g.l^{-1}$	9400^{cd}	24.75^{bcd}
۴ گرم در لیتر $4\ g.l^{-1}$	عدم کاربرد No application	10338^{bc}	23.49^{cd}
	۳ گرم در لیتر $3\ g.l^{-1}$	11121^{ab}	25.55^{abc}
	۶گرم در لیتر $6\ g.l^{-1}$	7524^{e}	23.28^{cd}

حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ درصد آزمونLSD است.

Similar letters in each column indicate no significant difference in the 5% error probability level of the LSD test.

شاخص برداشت دانه: اثر اصلی پرایم و اثر متقابل سه‌گانه پرایم × روی × آهن در صفت شاخص برداشت معنی‌داری شد (جدول ۲). برش‌دهی اثر سه‌گانه (جدول ۶) نشان داد در سطح عدم کاربرد پرایم بیش‌ترین شاخص برداشت از ترکیب تیماری عدم کاربرد روی × کاربرد شش گرم در لیتر آهن و کم‌ترین شاخص برداشت از ترکیب تیماری کاربرد چهار گرم در لیتر روی × کاربرد شش گرم در لیتر آهن به‌دست آمد. نتایج تحقیقات سایر محققان نیز نشان داد که عناصر کم‌مصرف مانند روی با بهبود شرایط فتوسنتزی گیاه میزان عملکرد اقتصادی را بیش از عملکرد بیولوژیک افزایش داده و از این طریق باعث

افزایش شاخص برداشت می‌گردند (Biranvand *et al.*, 2011).

درصد پروتئین دانه: نتایج آنالیز واریانس (جدول ۲) نشان داد اثر اصلی آهن و اثرات متقابل پرایم × روی، پرایم × آهن و روی × آهن معنی‌دار شد. مقایسه میانگین اثر متقابل پرایم × روی (جدول ۴) نشان داد بیش‌ترین درصد پروتئین از عدم کاربرد پرایم و روی و کم‌ترین پروتئین دانه از عدم کاربرد پرایم × کاربرد چهار گرم در لیتر روی حاصل شد. در گزارش‌های مختلف نتایج متفاوتی از اثر محلول‌پاشی روی و آهن بر درصد پروتئین دانه ذکر شده است. در پژوهشی محلول‌پاشی سولفات روی سبب افزایش مقدار پروتئین در نخود شد (Dadkhah *et al.*, 2014) این در حالی است که در آزمایش دیگری محلول‌پاشی روی، تأثیری بر درصد پروتئین دانه کلزا نداشت (Khiavi *et al.*, 2010). در گندم نیز محلول‌پاشی سولفات روی (با غلظت یک در هزار) سبب کاهش درصد پروتئین دانه شد (Babaie Zarch *et al.*, 2017).

جدول ۶- برش‌دهی پرایم× روی × آهن بر برخی خصوصیات لوبیا چشم‌بلبلی

Table 6. Slicing of prime×Zinc × Iron interactions on some characteristics of cowpea

سطوح پرایم levels priming	سطوح روی Zinc levels	سطوح آهن Iron levels	عملکرد دانه Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت HI (%)	عملکرد پروتئین دانه Yield grain protein($kg.ha^{-1}$)	آهن دانه Grain iron content(ppm)
عدم پرایم No priming	عدم کاربرد No application	عدم کاربردNo application	3854^{a}	31.8^{bc}	1114^{a}	0.125^{bcd}
		۳ گرم در لیتر $3\ g.l^{-1}$	3874^{a}	31.6^{bc}	1065^{a}	0.172^{abc}
		۶ گرم در لیتر $6\ g.l^{-1}$	3681^{a}	39.9^{a}	804^{bc}	0.095^{cd}
	۲ گرم در لیتر $2\ g.l^{-1}$	عدم کاربردNo application	2387^{bc}	30.4^{bc}	549^{de}	0.092^{d}
		۳ گرم در لیتر $3\ g.l^{-1}$	3667^{a}	32.6^{abc}	1038^{ab}	0.099^{bcd}
		۶ گرم در لیتر $6\ g.l^{-1}$	2511^{bc}	28.2^{bcd}	602^{cde}	0.166^{a-d}
	۴ گرم در لیتر $4\ g.l^{-1}$	عدم کاربردNo application	3515^{a}	33.0^{ab}	752^{cd}	0.177^{ab}
		۳ گرم در لیتر $3\ g.l^{-1}$	3049^{ab}	23.0^{d}	795^{c}	0.207^{a}
		۶ گرم در لیتر $6\ g.l^{-1}$	2150^{c}	25.5^{cd}	423^{e}	0.151^{a-d}
پرایم Priming	عدم کاربرد No application	عدم کاربردNo application	3755^{a}	28.8^{b}	1009^{a}	0.182^{bc}
		۳ گرم در لیتر $3\ g.l^{-1}$	2829^{b}	24.4^{b}	737^{b}	0.127^{bc}
		۶ گرم در لیتر $6\ g.l^{-1}$	1378^{c}	17.1^{c}	322^{c}	0.199^{b}
	۲ گرم در لیتر $2\ g.l^{-1}$	عدم کاربردNo application	2414^{b}	27.7^{b}	591^{b}	0.114^{c}
		۳ گرم در لیتر $3\ g.l^{-1}$	2920^{ab}	28.0^{b}	728^{b}	0.178^{bc}
		۶ گرم در لیتر $6\ g.l^{-1}$	2267^{b}	23.6^{bc}	578^{b}	0.159^{bc}
	۴ گرم در لیتر $4\ g.l^{-1}$	عدم کاربردNo application	2135^{bc}	22.5^{bc}	546^{bc}	0.313^{a}
		۳ گرم در لیتر $3\ g.l^{-1}$	2182^{bc}	23.7^{bc}	544^{bc}	0.156^{bc}
		۶ گرم در لیتر $6\ g.l^{-1}$	2393^{b}	36.3^{a}	648^{b}	0.114^{c}

حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ درصد آزمونLSD است.

Similar letters in each column indicate no significant difference in the 5% error probability level of the LSD test.

مقایسه میانگین اثر متقابل پرایم × آهن (جدول ۷) نشان داد بالاترین درصد پروتئین دانه از عدم پرایم × کاربرد سه گرم در لیتر آهن و کم‌ترین پروتئین دانه از ترکیب تیماری عدم پرایم × کاربرد شش گرم در لیتر آهن به‌دست آمد. مقایسه میانگین اثر متقابل روی × آهن (جدول ۵) نشان داد بیش‌ترین پروتئین دانه از عدم کاربرد تیمارها و کم‌ترین پروتئین دانه از ترکیب تیماری عدم کاربرد روی × کاربرد شش گرم در لیتر آهن حاصل شد. با نگاهی کلی به نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش مشخص می‌گردد کاربرد سطوح بالای روی و آهن اثر منفی بر درصد پروتئین دانه داشت. محققان دیگر نیز بیان داشتند که ترکیب عنصر آهن با روی و برخی دیگر از عناصر ریزمغذی در حد کم، باعث افزایش سنتز پروتئین محلول و افزایش فتوسنتز در تغییر و تبدیل کربن فتوسنتزی می‌شود (Ayoubizadeh *et al.*, 2019). هم‌چنین در تحقیقات پیشین، اثر آهن بر پروتئین دانه بیش از روی برآورد شده است. در آزمایشی اثر محلول‌پاشی عناصر آهن، روی و بر روی لوبیا چشم‌بلبلی بررسی شد و نتایج نشان داد محلول‌پاشی آهن نسبت به سایر تیمارها

بیش‌ترین تأثیر را بر افزایش محتوای پروتئین دانه داشته است (Salih, 2013).

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل پرایم × آهن بر برخی صفات لوبیا

Table 7. Comparison of the mean interaction effect of prime×iron on some cowpea characteristics

سطوح پرایم Priming levels	سطوح آهن Iron levels	درصد پروتئین دانه Percentage grain protein	روی دانه Grain zinc content(ppm)	فسفر دانه Grain phosphorus content(ppm)
عدم پرایم No priming	عدم کاربرد No aplication	24.4^{ab}	0.269^{ab}	0.50^{ab}
	۳ گرم در لیتر $g.l^{-1}$ 3	27.3^{a}	0.341^{a}	0.40^{b}
	۶ گرم در لیتر $g.l^{-1}$ 6	21.7^{c}	0.234^{b}	0.57^{a}
پرایم Priming	عدم کاربرد No aplication	25.7^{b}	0.233^{b}	0.51^{ab}
	۳ گرم در لیتر $g.l^{-1}$ 3	25.4^{ab}	0.246^{b}	0.44^{ab}
	۶ گرم در لیتر $g.l^{-1}$ 6	25.4^{ab}	0.266^{b}	0.45^{ab}

حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ درصد آزمونLSD است.

Similar letters in each column indicate no significant difference in the 5% error probability level of the LSD test.

عملکرد پروتئین دانه: اثر اصلی پرایم، روی، آهن و اثر متقابل سه‌گانه پرایم × روی × آهن بر عملکرد پروتئین معنی‌دار شد (جدول ۲). برش‌دهی برهم‌کنش سه‌گانه (جدول ۶) نشان داد در شرایط عدم کاربرد پرایم، بالاترین عملکرد پروتئین دانه از عدم کاربرد آهن و روی و کم‌ترین آن از ترکیب تیماری کاربرد چهار گرم در لیتر روی × شش گرم در لیتر آهن حاصل شد. در شرایط کاربرد پرایم بالاترین عملکرد پروتئین دانه از عدم کاربرد آهن و روی و کم‌ترین آن از ترکیب تیماری عدم کاربرد روی × شش گرم در لیتر آهن حاصل شد. هم در شرایط کاربرد و هم در شرایط عدم کاربرد بالاترین عملکرد در شرایط عدم کاربرد آهن و روی به‌دست آمد (جدول ۶). از آن‌جایی‌که عملکرد پروتئین دانه تابع عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه است، مشخص می‌شود عملکرد پروتئین دانه بیش‌تر تحت تأثیر عملکرد دانه بوده است و روند تغییرات آن با روند تغییرات عملکرد دانه هم‌سویی داشت.

روی دانه: اثر اصلی تیمارهای پرایم و آهن و اثر متقابل پرایم × آهن و پرایم × روی معنی‌دار شد، این در حالی بود که اثر اصلی روی معنی‌دار نشد (جدول ۲). این نتیجه که اثر اصلی آهن بر محتوای روی دانه اثر معنی‌دار داشته ولی اثر اصلی روی معنی‌دار نشده است، دلیلی بر احتمال وجود روابط پیچیده میان عناصر در گیاه است. برای مثال به نظر برخی پژوهشگران در غلظت‌های بالای روی، فسفر می‌تواند از طریق تشکیل فیتات روی (Zn-phytate) باعث غیرمتحرک‌شدن عنصر روی در ریشه‌ها شود (Loneragan and Webb, 1993). در آزمایشی محلول‌پاشی آهن، بر و روی باعث افزایش معنی‌دار عناصری مانند فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، سدیم و کلر در برگ‌های لوبیا چشم‌بلبلی شد (Salih, 2013). بنابراین مقدار انباشت یک عنصر در بخش‌های مختلف یک گیاه می‌تواند برآیند روابط پیچیده میان عناصر مختلف در بخش‌های مختلف گیاه باشد. در آزمایشی کاربرد کود سولفات روی باعث کاهش مقدار جذب روی در دانه سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) شد درحالی‌که مقدار جذب روی در دانه لوبیا چشم‌بلبلی را افزایش داد (Oseni, 2009). از سوی دیگر بنا بر نظر برخی پژوهشگران ژنتیک و رقم می‌تواند بر انباشت عناصری مانند روی، آهن، پتاسیم، کلسیم و سدیم در لوبیا چشم‌بلبلی اثر قابل‌توجهی بگذارد (Fernandes Santos and Boiteux, 2015). در آزمایشی همبستگی آماری ۱۷ عنصر موجود در دانه لوبیا مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که به‌طور معنی‌داری آهن با عناصر سدیم، روی و گوگرد و از سوی دیگر عنصر روی علاوه بر آهن با سدیم، گوگرد و فسفر همبستگی بالایی داشتند که در این میان داشتن همبستگی مثبت با سدیم و گوگرد در هر دو عنصر آهن و روی مشترک بود (Hossain *et al.*, 2013). هم‌چنین در گزارشی بیان شد که در لوبیا، مکان ژنی (QTLs) آهن و روی در یک محل قرار دارد (Cichy *et al.*, 2009). مقایسه میانگین اثر متقابل پرایم × روی نشان داد بیش‌ترین میزان روی دانه از عدم کاربرد پرایم × کاربرد روی (۲ گرم در لیتر) و کم‌ترین مقدار روی دانه از ترکیب تیماری کاربرد پرایم × عدم کاربرد روی به‌دست آمد (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر متقابل پرایم × آهن نشان داد بیش‌ترین روی دانه از کاربرد سه گرم در لیتر

آهن × عدم کاربرد پرایم و کم‌ترین روی دانه از ترکیب تیماری کاربرد پرایم × عدم کاربرد آهن به‌دست آمد (جدول ۷).

آهن دانه: اثر اصلی تیمار پرایم و روی و اثر سه‌گانه پرایم × روی × آهن بر میزان آهن دانه معنی‌دار شد، درحالی‌که اثر اصلی آهن معنی‌دار نگردید (جدول ۲). برش‌دهی اثر سه‌گانه پرایم × روی × آهن (جدول ۶) نشان داد در سطح عدم کاربرد پرایم بالاترین مقدار آهن دانه از ترکیب تیماری کاربرد چهار گرم در لیتر روی × سه گرم در لیتر آهن و کم‌ترین آن از ترکیب تیماری کاربرد دو گرم در لیتر روی × عدم کاربرد آهن حاصل شد و در سطح کاربرد پرایم بالاترین غلظت آهن در ترکیب تیماری کاربرد چهار گرم در لیتر روی × عدم کاربرد آهن و کم‌ترین آهن دانه در ترکیب‌های تیماری کاربرد دو گرم در لیتر روی × عدم کاربرد آهن و نیز چهار گرم در لیتر روی × شش گرم در لیتر آهن مشاهده شد. در واقع هم در سطح عدم پرایم و هم در سطح کاربرد پرایم، ترکیب تیماری کاربرد دو گرم در لیتر روی × عدم کاربرد آهن کم‌ترین مقدار آهن را دارا بود، درحالی‌که هم در سطح عدم پرایم و هم در سطح کاربرد پرایم، بالاترین مقادیر آهن دانه در سطوح بالای روی (۴ گرم در لیتر) به‌دست آمد. نتایج برخی از آزمایش‌ها نشان از افزایش محتوای آهن دانه در بادام‌زمینی (Panjtandoust *et al.,* 2011) و سورگوم (Jokar *et al.*, 2015) در اثر محلول‌پاشی سولفات آهن دارد.

فسفر دانه: اثر اصلی روی و آهن و اثرات متقابل پرایم × آهن و پرایم × روی بر محتوای فسفر دانه معنی‌دار گردید (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر پرایم × آهن (جدول ۷) نشان داد بالاترین مقدار فسفر دانه در ترکیب تیماری عدم کاربرد پرایم × کاربرد شش گرم در لیتر آهن و کم‌ترین محتوای فسفر دانه در عدم کاربرد پرایم × کاربرد سه گرم در لیتر آهن وجود داشت. بیش‌ترین و کم‌ترین محتوای فسفر دانه از کاربرد دو سطح متوالی آهن به دست آمد، این امر نشان‌دهنده اهمیت نقش غلظت عناصر ریزمغذی مانند آهن در گیاه است. احتمالا کابرد پرایم باعث بهبود جذب فسفر در گیاه و افزایش انباشت فسفر در دانه شده به طوری که جایگزین کاربرد عنصر آهن شده، اما در تیمار عدم کاربرد پرایم سطوح بالای کاربرد آهن نقش پررنگ‌تری بازی کرده و میزان جذب فسفر را افزایش داده است. مقایسه میانگین اثر متقابل پرایم × روی (جدول ۴) نشان داد که بیش‌ترین مقدار فسفر دانه از کاربرد پرایم × دو گرم لیتر روی و کم‌ترین مقدار از کاربرد پرایم × چهار گرم لیتر روی به‌دست آمد. در این‌جا نیز بالاترین و کم‌ترین مقدار فسفر به‌ترتیب میان دو سطح متوالی دو و چهار گرم در لیتر روی مشاهده شد.

در اکثر موارد کاربرد پرایم اثر کاهشی بر صفات مورد بررسی داشت به‌گونه‌ای که حتی صفاتی مانند درصد سبزشدن و سرعت ظهور گیاه‌چه که در بسیاری از گزارش‌ها با کاربرد پرایم بهبود یافته‌اند در این آزمایش با کاهش مواجه شده و بالاترین درصد سبزشدن و سرعت ظهور گیاه‌چه از عدم کاربرد پرایم به‌دست آمد. هم در شرایط کاربرد و هم در شرایط عدم کاربرد پرایم بالاترین عملکرد دانه و پروتئین دانه، از عدم کاربرد روی و آهن به‌دست آمد که می‌تواند دلیلی باشد بر سازگاری بالای این گیاه با خاک‌های منطقه که اغلب دچار کمبود آهن و روی هستند. لذا می‌توان این گیاه را به‌عنوان یک لگوم مناسب برای کشت تابستانه در تناوب زراعی خوزستان قرار داد زیرا تعداد گیاهان قابل‌کشت در تابستان خوزستان به‌علت دمای بالا بسیار محدود است و از سوی دیگر این گیاه به‌واسطه تثبیت بیولوژیک نیتروژن اثر مطلوب بر زراعت بعدی که اغلب غلات هستند، خواهد داشت.

تشکر و قدردانی

از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به‌جهت فراهم نمودن امکان اجرای این آزمایش تشکر می‌گردد.

منابع

Alencar, K.M.C., Rodrigues, A.P.D.C., Pereira, S.R. and Laura, V.A. 2012. Priming of stylosanthes seeds. Ciencia Rural, 42: 627-632. **(Journal)**

Ayoubizadeh, N., Lai, Gh., Amini Dehghi, M., Sinki, J.M. and Rezvan, Sh. 2019. Effect of foliar application of iron nano-chelate and folic acid on seed yield and some physiological traits of

sesame cultivars under drought tension conditions. Crop Physiology Journal, 40(4): 55-74. (In Persian)**(Journal)**

Babaie Zarch, M.J., Mahmoodi, S. and Eslami, S.V. 2017. Effect of poultry manure and micronutrient foliar application on some wheat quantity and quality characteristics under rainfed conditions. Crop Science Research in Arid Regions, 1: 13-26. **(Journal)**

Barary, M., kordi, S., Gerami, L., Hatami, A., Ashraf Mehrabi, A. and Ghanbari, F. 2014. Improving tolerance to water deficit using Zn foliar spraying in two common bean cultivars. Journal of Crops Improvement, 16(3): 641-652. (**Journal)**

Biranvand, F., Rafiei, M., Khorgami, A., Daraimofrad, A. and Zeydi Toolabi, N. 2011. Effect of plant density and different levels of zinc sulfate on quantitative yield of triticale in dry land conditions. Crop Physiology Journal, 8 (2): 83-95. (In Persian)**(Journal)**

Bremner, J.M. 1996. Nitrogen-total. In: Methods of Soil Analysis (ed. Sparks D. L.) Pp. 1082-1122. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. **(Book)**

Cichy, K.A., Caldas, G.V., Snapp, S.S. and Blair, M.W. 2009. QTL analysis of seed iron, zinc and phosphorus levels in an Andean Bean population. Crop Science Abstract, 49: 1742-1750. **(Journal)**

Dadkhah, N., Ebadi, A., Parmoon, G., Ghlipoori, E. and Jahanbakhsh, S. 2014. Effect of spraying zinc on photosynthetic pigments and grain yield of chickpea under level different irrigation.Iranian Journal of Dryland Agriculture, 3: 141-160. (In Persian)**(Journal)**

Demir Kaya, M., Okcu, G., Atak, M., Cikili, Y. and kolsarici, O. 2006. Seed treatment to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianhus annus* L.).eur. Journal Agronomy, 24: 291-295. **(Journal)**

Eisa, S.A.L., Taha, M.B. and Abdalla, M.A.M. 2011. Amendment of soil fertility and augmentation of the quantity and quality of soybean crop by using phosphorus and micronutrients. International Journal of Academic Research, 3: 800-808. **(Journal)**

Etienne, P., Diquelou, S., Prudent, M., Salon, C., Maillard, A. and Ourry, A. 2018. Macro and micronutrient storage in plants and their remobilization when facing scarcity: The Case of Drought Agriculture, 8:1-17. **(Journal)**

Faijunnahar, M., Baque, A., Habib, M.A. and Hossain, H.M.M.T. 2017. Polyethylene glycol (PEG) induced changes in germination, seedling growth and water relation behavior of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. Universal Journal of Plant Science, 5: 49-57. **(Journal)**

Fernandes Santos, C.A. and Boiteux, L.S. 2015. Genetic control and transgressive segregation of zinc, iron, potassium, phosphorus, calcium, and sodium accumulation in cowpea (*Vigna unguiculata*) seeds. Genetics and Molecular Research, 14: 259-68. **(Journal)**

Frota, K.M.G., Lopes, L.A.R., Silva, I.C.V. and Areas, J.A.G. 2017. Nutritional quality of the protein of *Vigna unguiculata* L. Walp and its protein isolate. Revista Ciencia Agronomica, 48: 792-798. **(Journal)**

Gupta, J.P., Vimal,S.C., Kumar, A., Kushwaha, G.D. and Srivastava, J.P. 2018. To optimize doses of Zn, Fe and Mn in different combinations and its effect on yield contributing characters, seed recovery and quality in rice (*Oryza sativa* L.) varieties. The Pharma Innovation Journal, 7: 35-40. **(Journal)**

Hajikhani, S., Habibi, H., Shekari, F. and Fotoukian, M.H. 2011. The effect of seed priming on grain yield and its components of spotted Bean cultivars under water deficit stress. Iranian Journal of Field Crop Sciences, 42 (1): 191-197. (In Persian)**(Journal)**

Hamidi, A., Choukan, R., Asgharzadeh, A., Dehghanshoar, M., Ghalavand, A. and Malakouti, J. 2009. Study on effect of application of plant growth promoting *Rhizobacteria* on seedling emergence and establishment and grain yield of late maturity maize (*Zea mays* L.) hybrids in field conditions. Seed and Plant Production, 25 (2): 183-206. (In Persian)**(Journal)**

Hossain, K.G., Islam, N., Jacob, D., Ghavami, F., Tucker, M., Kowalski, T., Leilani, A. and Zacharias, J. 2013. Interdependence of genotype and growing site on seed mineral compositions in common bean. Asian Journal of Plant Sciences, 1291: 11-20. **(Journal)**

Ikic, I., Maricevic, M., Tomasovic, S., Gunjaca, J., Atovic, Z.S. and Arcevic, H.S. 2012. The effect of germination temperature on seed dormancy in Croatian-grown winter wheats. Euphytica, 188: 25-34. **(Journal)**

Jahanbakhshi, P., Abdali, A., Sharafizadeh, M. and Habibikhaniani, B. 2013. Variation in some physiological and morphological characteristics of spring rapeseed cultivars (*Brassica napus* L.) under different intervals and regimes. Crop Physiology Journal, 16 (4): 19-32. (In Persian)**(Journal)**

Jokar, L., Ronaghi, A., Karimian, N. and Ghasemi-Fasaei, R. 2015. Effects of different Fe levels from Fe-nano-chelate and Fe-EDDHA sources on growth and some nutrients concentrations in cowpea in a calcareous soil. Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture Soilless Culture Research Center, 6 (2): 9-19. **(Journal)**

Kering, M.K. and Zhang, B. 2015. Effect of priming and seed size on germination and emergence of six food-type soybean varieties. International Journal of Agronomy, 1: 1-6. **(Journal)**

Khiavi, M., Khorshidi, M.B., Ismaeili, M., Azarabadi, S., Faramarzi, A. and Emaratpardaz, J. 2010. Effect of foliar application of boron and zinc on yield and some qualitative characteristics of two rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. Water and Soil Science, 20 (2): 83-96. (In Persian)**(Journal)**

Loneragan, J.F. and Webb, M.J. 1993. Interactions between Zn and other Nutrients Affecting the Growth of Plants. In: Zinc in Soils and Plants (ed. Robson, A.D.) Pp. 119-134. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. **(Book)**

Mansouri, B. and Aboutalebian, M.A. 2013. Effect of on-farm seed priming and supplementary irrigation on emergence rate, yield and yield components of two chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. Journal of Plant Production Research, 20(2): 179-196. (**Journal)**

Mohammad, M. and Mukhtar, F.B. 2018. Effect of nitrogen fertilizer treatments on duration of senescense, harvest time and yield in some varieties of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) Walp). African Journal of Plant Science, 12: 37-46. **(Journal)**

Muscoloa, A., Sidaria, M., Anastasib, U., Santonocetoa, C. and Maggio, A. 2014. Effect of PEG-induced drought stress on seed germination of four lentil genotypes. Journal of Plant Interactions, 9: 354-363. **(Journal)**

Noorbakhshian, S.J., Nabipour, M., Meskarbashee, M. and Amooaghaie, R. 2011. Optimization of hydro- and osmo-priming in different seed size of sainfoin (*Onobrychis visiifolia* Scop). Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5: 1236-1244. **(Journal)**

Olsen, S.R. and Sommers, L.E. 1982. Phosphorus. In: Methods of Soil Analysis. Part1 chemical and biological properties (ed. Klute A.) Pp. 403–427. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison. **(Book)**

Orchard, T. 1977. Estimating the parameters of plant seedling emergence. Seed Science and Technology, 5: 61-69. **(Journal)**

Oseni, T.O. 2009. Growth and zinc uptake of sorghum and cowpea in response to phosphorus and zinc fertilization. World Journal of Agricultural Sciences, 5: 670-674. **(Journal)**

Panjtandoust, M., Soroosh zadeh, A. and Ghanati, F. 2011. Effect of iron soil and spray applied on some qualify characteristics of peanut (*Arachis hypogaea* L.) plants in a calcareous soil. Iranian Journal of Plant Biology, 5: 37-50. (In Persian)**(Journal)**

Rouhi, A., Tajbakhsh, M., Bernousi, I., Saeedi, M.R. and Nikzad, P. 2012. Investigation of different pre-treatments effects on seed germination and seedling traits of various chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. Agronomy Journal (Pajouhesh and Sazandegi), 90: 1-8. (**Journal)**

Salih, H.O. 2013. Effect of foliar fertilization of Fe, B and Zn on nutrient concentration and seed protein of cowpea (*Vigna Unguiculata*). IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science, 6: 42-46. **(Journal)**

Sekhavat, R., Ghanbari Birgani, D. and Mirzashahi, K. 2018. Planting, growing and harvesting instructions cowpea in Khuzestan. Center for Research, Education and Promotion. 26 Pp.

Singh, B.R., Timsina, Y.N., Lind, O.C., Cagno, S. and Janssens, K. 2018. Zinc and iron concentration as affected by nitrogen fertilization and their localization in wheat grain. Frontiers in Plant Science, 9:1-12. **(Journal)**

Sinha, C., Tandon, A. and Khande, R.S. 2018. Effect of zinc fertilization on yield, economics, iron and zinc content in grain and soil available Fe and Zn under alternate wetting and drying condition. International Journal of Chemical Studies, 6: 1172-1174. **(Journal)**

Trunctunk, R. and Trunkturk, M. 2006. Effects of different phosphorous levels on the yield and quality components of cumin (*Cuminum cyminum* L.). Agriculture Biological Science, 2(6): 336-340. **(Journal)**

Umair, A., Ali S., Bashir, K. and Hussain, S. 2010. Evaluation of different seed priming techniques in mung bean (*Vigna radiate* L.). Soil and Environment, 29: 181-186. **(Journal)**

Vaziri Kateshori, S., Daneshvar, M., Sohrabi, A., Nazarian Firoz Abadi, F. 2013. Effects of foliar application of P, Zn and Fe on grain yield and yield components of Chick Pea. Journal of Crops Improvement, 15(2): 17-30. (**Journal)**

Vinas, P., Campillo, N., Garcia, I.L. and Cordoba, M.H. 1993. Rapid determination of calcium, magnesium, iron, and zinc in flours using flow injection flame atomic absorption spectrometry for slurry atomization. Food Chemistry, 46: 307-311. **(Journal)**

Effects of seed osmopriming, foliar spraying of zinc and iron on qualitative and quantitative characteristics of cowpea (*Vigna unguiculata* L.)

Ameneh Mohammadian[1], Alireza Abdali Mashhadi[2], Amin Lotfi Jalal-Abadi[3*], Mohammadreza Salehi Salmi[4]

Received: April 13, 2020 Accepted: September 9, 2020

Abstract

Plant access to micronutrients helps to plant growth and the human need for these elements by eating vegetative food. In order to investigate the effects of foliar spraying of zinc sulfate (0, 2 and 4 $g.l^{-1}$ of zinc sulfate), iron sulfate (0, 3 and 6 $g.l^{-1}$ of iron sulfate) and seed osmopriming (control and polyethylene glycol 6000 (-2 bar)) an experiment was carried out in factorial based on a randomized complete block design with three replications at the research farm of Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan (spring, 2017). The results showed that seed priming had a negative effect on most traits including seedling emergence percentage, seedling emergence rate (SER) and mean emergence time (MET). It was also observed that the highest grain yield, protein yield, and harvest index were obtained from triple interactions effects of non-priming × non-application of zinc sulfate × application of iron sulfate (3 $g.l^{-1}$), no priming × non-application of zinc sulfate × non-application of iron sulfate, non-priming × non-application of zinc sulfate × application of iron sulfate (6 $g.l^{-1}$) respectively. The general results showed that the application of iron and zinc in low concentrations can be somewhat improved bean plant growth traits. But seed priming had little effect on the growth traits of this plant.

Keywords: Leaf Nutrition; Micronutrient; Plant nutrition; Pulses; Seedling emergence percentage

How to cite this article
Mohammadian, A., Abdali Mashhadi, A., Lotfi Jalal-Abadi, A. and Salehi Salmi, M. 2021. Effects of seed osmopriming, foliar spraying of zinc and iron on qualitative and quantitative characteristics of cowpea (*Vigna unguiculata* L.). Iranian Journal of Seed Science and Research, 8(2): 195-207. **(In Persian)(Journal)**
DOI: 10.22124/jms 2021.5225

COPYRIGHTS
Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research
The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit http://jms.guilan.ac.ir/

1. MSc. Department of Plant Production and Genetics, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Khuzestan. Iran. amene.mohammadian@yahoo.com
2. Associate Professor, Department of Plant Production and Genetics, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Khuzestan, Iran. alireza.abdali1384@gmail.com
3. Assistant Professor Department of Plant Production and Genetics, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Khuzestan, Iran. aminlotfi@asnrukh.ac.ir
4. Associate Professor Department of Horticulture, Khuzestan Agricultural Sciences and Natural Resources University, Khuzestan, Iran. mrsalehisalmi@gmail.com
*Corresponding author: aminlotfi@asnrukh.ac.ir