Plant Production and Genetics **تولید و ژنتیک گیاهی**

Vol. 4, No. 2, Autumn & Winter 2023, p. 265-278 **جلد ۴، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۲، صفحه ۲۷۸-۲۶۵**

مقاله پژوهشی

DOI :10.22034/PLANT.2024.140463.1080

تاثیر محلول پاشی عناصر ریز مغذی در مراحل رشدی مختلف بر عملکرد و کیفیت دانه لوبیا سفید

مختار داشادی[1]، محمد حسن کوشکی[2]

۱. استادیار، موسسه تحقیقات کشاورزی دیم، معاونت سرارود، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،کرمانشاه، ایرا ن

۲. محقق، مرکز تحقیقات وآموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بروجرد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۰۵

چکیده

به منظور بررسی اثر محلول‌پاشی کود عناصر ریز مغذی در مراحل مختلف فنولوژیک بر عملکرد و کیفیت دانه لوبیا سفید (رقم الماس) پژوهشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۶ تیمار و سه تکرار طی سال‌های ۱۳۹۵و ۱۳۹۶ در پردیس تحقیقات، آموزش و منابع طبیعی کشاورزی بروجرد انجام شد. تیمارها شامل: شاهد، مراحل قبل از گل‌دهی، گل‌دهی، غلاف‌دهی، پر شدن دانه ، قبل از گل‌دهی + گل‌دهی، قبل از گل‌دهی + غلاف‌دهی، قبل از گل‌دهی + پر شدن دانه، گل‌دهی + غلاف‌دهی، گل‌دهی + پر شدن دانه، غلاف‌دهی+ پر شدن دانه، قبل از گلدهی+ گلدهی+ غلاف‌دهی، قبل از گلدهی+ گلدهی+ پر شدن دانه، گلدهی+ غلاف‌دهی+ پر شدن دانه، قبل از گل‌دهی + غلاف‌دهی+ پر شدن دانه، قبل از گل‌دهی + گل‌دهی + غلاف‌دهی+ پر شدن دانه بودند. نتایج نشان داد بیشترین عملکرد دانه (۵۳۵۴ کیلوگرم در هکتار) مربوط به محلول پاشی در سه مرحله قبل از گل‌دهی، گل‌دهی و پر شدن دانه در سال دوم بود. کمترین مقدار عملکرد (۳۹۰۲ کیلوگرم در هکتار) نیز به تیمار شاهد در سال اول اختصاص داشت. بیشترین میزان آهن و روی دانه از محلول پاشی سه مرحله‌ای، در زمان‌های قبل از گل دهی،زمان گلدهی و زمان پر شدن دانه به ترتیب با مقادیر ۱۱۲ و روی ۳۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم در دانه بدست آمد.بنابراین محلول پاشی در سه مرحله قبل از گلدهی، مرحله گلدهی و مرحله و پر شدن دانه توصیه می‌شود.

کلید واژگان: اجزاء عملکرد، ریز مغذی‌ها، عملکرد دانه، لوبیا سفید، محلول‌پاشی

*ایمیل نویسنده مسئول: m.dashadi@areeo.ac.ir

مقدمه

امروزه یکی از معضلات و تهدیدهای پیش روی تحقق امنیت غذایی در جوامع بشری افزایش روز افزون جمعیت و وضعیت رو به کاهش منابع تولید است. برآوردها نشان می‌دهند که در پانزده سال آینده نیاز بشر به آب، انرژی و مواد غذایی به ترتیب ۳۰ و ۵۰ درصد بیشتر خواهد شد (Mir Majidi Hashtjin *et al*., 2015). پیش بینی می‌شود جمعیت جهان از ۷/۷ میلیارد نفر در سال۲۰۱۹ به ۹/۷ میلیارد در سال۲۰۵۰ افزایش یابد بدیهی است به منظور تغذیه این همه افراد تقویت مواد غذایی در جهان به ویژه در کشورهای در حال توسعه که بیشترین میزان رشد جمعیت را دارد ضروری است (United Nations, D.o.E.a.S.A., Population Division, 2019). کمبود غذا و سوء تغذیه به عنوان یکی از مهم ترین و نگران کننده ترین معضلات جامعه بشری مطرح است، در این میان کمبود پروتئین درجیره غذایی، بزرگترین آسیب را از لحاظ جسمی و فکری به انسان وارد می‌سازد (Ortiz-Ferrara *et al*., 1999). لوبیا با نام علمی *Phaseolus vulgaris* یکی از مهمترین حبوبات و دارای مقدار زیادی پروتئین بوده و در رفع مشکلات مذکور نقش بسزایی ایفا می‌کند (Kochaki, 2009). کوددهی صحیح یکی از تکنیک‌هایی است که پیش‌بینی می‌شود در افزایش عملکرد این محصول در واحد سطح و کیفیت این محصول موثر باشد. باید توجه داشت که کمبود یک عنصر غذایی یا اختلال تغذیه‌ای ناشی از افزایش بیش از حد آن در یک گیاه قطعا منجر به کاهش عملکرد خواهد شد (Dashadi *et al*., 2019). جهت تغذیه گیاه نه تنها باید هر عنصر به اندازه کافی در دسترس گیاه قرار گیرد، بلکه وجود تعادل عناصر غذایی از اهمیت زیادی برخوردار است. در شرایط عدم تعادل تغذیه‌ای، با اضافه کردن مقداری از یک عنصر غذایی نه تنها افزایش عملکرد رخ نمی‌دهد، بلکه اختلالاتی در رشد گیاه به وجود آمده و در نهایت افت عملکرد رخ خواهد داد (Maqsood *et al*., 2009). کمبود ریز مغذی‌ها یک مشکل جهانی در بیش از نیمی از جمعیت جهان، به ویژه در کشورهای در حال توسعه است که بیشتر زنان، نوزادان و کودکان را تحت تأثیر قرار می دهد (Kaya *et al*., 2009). کمبود عناصر ریز مغذی به عنوان گرسنگی پنهان شناخته می‌شود بطوری که کمبود این عناصر، دغدغه سلامت عمومی در کشورهایی است که کمبود آهن، ویتامین A ، اسید فولیک، ید و روی به عنوان کمبودهای رایج در آنها محسوب می شود. و سلامت جامعه بخصوص بچه‌ها را تهدید می‌کند (UNICEF, 2014). عناصر میکرو هنگامی در دسترس گیاه قرار می‌گیرند که ریشه گیاه به نقاطی از خاک که حاوی این عناصر باشد دسترسی داشته باشد. همچنین کمبود این عناصر تحت تاثیر ذخایر غذایی بذر و توانایی گیاه جهت توزیع مجدد این عناصر از بافت بالغ به بافت در حال رشد قرار می‌گیرد Bagheri *et al*., (2013). آزمایشی در معاونت موسسه تحقیقات کشاورزی دیم (سرارود) بر روی نخود انجام شد، در این آزمایش از دو سطح ۱ و ۲ کیلوگرم مولیبدات آمونیوم و سه سطح ۰، ۲۵ و۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره استفاده شد؛ نتایج نشان داد که بیش‌ترین میزان عملکرد دانه از مصرف ۵۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار و ۲ کیلوگرم کود مولیبدات آمونیوم با میزان عملکرد ۱۱۳۵/۸ کیلوگرم در هکتار به دست آمد Dashadi *et al*., 2019). Dudangeh و همکاران (2019) گزارش کردند محلول‌پاشی روی در گیاه لوبیا چیتی باعث افزایش ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه شد. آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ایلام با سه سطح محلول‌پاشی شامل غلظت‌های ۰، ۱۰۰۰و ۴۰۰۰ پی پی ام بر روی لوبیا انجام شد، نتایج نشان داد بیشترین میزان عملکرد دانه (۲۳۱۰/۲۴ کیلوگرم در هکتار)، پروتئین دانه (۲۱/ ۲۵ درصد) از تیمار محلول پاشی با غلظت۴۰۰۰ پی پی ام روی بدست آمد (Khoshvaghti, 2006). نتیجه آزمایش Varnaseri و همکاران (2020) نشان داد که حداکثر تعداد دانه در گیاه لوبیا قرمز از محلول‌پاشی عناصر روی و آهن به دست آمد، همچنین تاکید نمودند در بین فاکتورهای موثر بر عملکرد دانه لوبیا، بیشترین همبستگی بین تعداد غلاف و عملکرد دانه به میزان ۹۴ درصد وجود داشت. تعداد غلاف در بوته جزو مهمترین پارامترهای دخیل در تشکیل عملکرد نهایی حبوبات است و بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه نشان می‌دهد (Khoshvaghti, 2006). نتایج تحقیقات Hemmati (2014) نشان داد مصرف عناصر آهن، روی و منگنز حدود ۲ درصد پروتئین دانه لوبیا را افزایش داد. نتایج تحقیق دیگری نشان داد که محلول‌پاشی عناصر کم مصرف (بر، روی و منگنز) در اوایل گلدهی و زمان غلاف دهی باعث افزایش عملکرد دانه و درصد پروتئین در لوبیا شد Roshdi *et al*., 2013). Malkouti (2018) گزارش نمود با مصرف بهینه کودها به خصوص عناصر کم مصرف در مزارع حبوبات

تا ۱۴۳ درصد افزایش عملکرد حاصل شد. نتایج تحقیق Armin (2013) نشان داد که محلول‌پاشی بوسیله سولفات روی در دو زمان رویشی و گل‌دهی باعث افرایش تعداد دانه در بوته و عملکرد نخود شد. بر اساس نتایج پژوهشی، بیشترین عملکرد نخود در محلول‌پاشی برگی ریزمغذی‌ها و کاربرد کود حیوانی و استفاده از ریزوبیوم‌ها بدست آمد(El-Sayed *et al*., 2012). در آزمایشی بر روی لوبیا چیتی بیشترین ارتفاع، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف با محلول پاشی عنصر روی در مرحله گلدهی و تشکیل غلاف بدست آمد (Nadergoli *et al*., 2011). فعالسازی واکنش‌های متابولیکی جوانه زنی، رسیدگی، افزایش مقاومت گیاهان به امراض و بیماریها و دارا بودن نقش مهم در تثبیت کربن در گیاهان چهارکربنه و تثبیت نیتروژن در حبوبات یکی از نقش‌های مهم منگنز است (Fageria, 2016). محققان نشان دادند که کاربرد هیومیک اسید به همراه نانو کودهای آهن و روی نیز اثر معنی‌داری بر تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف، پروتئین دانه و عملکرد دانه نخود داشت (Vesey *et al*., 2017). تولید گیاهان زراعی بطور نا خواسته تحت تاثیر کمبود مواد مغذی قرار می‌گیرد. عناصر ریز مغذی مانند آهن، مس، روی و منگنز به سرعت در خاک به فرم نامحلول در می‌آیند (Datir *et al*., 2012). با توجه به آهکی بودن خاک‌ها و عدم حلالیت عناصر ریزمغذی، جذب خاکی عناصر ریز مغذی در اکثر مناطق لوبیا کاری کشور با مشکل مواجه است، کوهنورد و همکاران (Kohnaward *et al*., 2012) اظهار داشتند که در مناطق خشک و نیمه خشک همچون ایران محلول پاشی عناصر غذایی مطلوب‌تر از مصرف خاکی این کودها است. همچنین شاهرخی و همکاران (Shahrokhi *et al*., 2012) بیان کردند که محلول پاشی روشی مناسب برای افزودن میزان آهن در بافت‌های گیاهی است. لوبیا مانند سایر گیاهان زراعی مراحل فنولوژیکی خاصی داشته و هر یک از این مراحل دوره رشدی مشخصی نیاز دارد. یکی از این شرایط، میزان دمای لازم برای هر یک از مراحل فنولوژی می‌باشد که می‌توان از طریق واحد حرارتی GDD آن را محاسبه نمود. در تحقیقی که قنبری و دری با عنوان بررسی و تعیین GDD برای مراحل مختلف فنولوژی لاین‌های لوبیا انجام دادند به این نتیجه رسیدند که لاین‌ها تا مرحله گل‌دهی تفاوت قابل ملاحظه‌ای در GDD نداشته و از این مرحله به بعد تفاوت لاین‌ها از نظر GDD مشهود بود(Ghanbari and Dori ., 2005). همچنین مراحل مختلف رشدی لوبیا واکنش‌های متفاوتی به مقادیر مختلف عناصر غذایی در گیاه نشان می‌دهد، لوبیا از زمان شروع جوانه‌زنی تا زمان برداشت نیازمند مقادیر مختلفی از عناصر غذایی است و در صورتی‌که در این مراحل رشدی گیاه با کمبود مواجه شود عملکرد آن کاهش خواهد یافت. کمبود عناصر غذایی معدنی مخصوصا عناصر ریز مغذی در طی دهه اخیر با معرفی ارقام پر محصول، کشت فشرده زمین، شست و شوی عناصر غذایی، کاهش استفاده از کودهای دامی به یک مشکل جدی در گیاهان تبدیل شده است.

با توجه به اینکه تحقیقات زیادی در زمینه نیاز سنجی لوبیا به ریز مغذی‌ها انجام نشده است لذا تکمیل تحقیقات در این زمینه ضروری می‌باشد. در همین راستا آزمایشی دوساله به منظور بررسی تاثیر محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی بر عملکرد و کیفیت دلنه لوبیا سفید جهت تعیین مناسب‌ترین مرحله و تعداد لازم محلول‌پاشی ریز مغذی‌ها جهت ارتقاء عملکرد کمی و کیفی دانه لوبیا اجرا شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در پردیس تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی واقع در دشت سیلاخور بروجرد اجرا گردید. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۱۶۲۹ متر می‌باشد. شرایط جغرافیایی و توپوگرافی دشت سیلاخور در دامنه رشته کوه‌های زاگرس میانی نقش مؤثری در تنوع اقلیمی منطقه داشته و دارای آب و هوای نسبتاً متغیری می‌باشد. این منطقه دارای زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستان‌های نسبتاً معتدل و خشک می‌باشد. به طور متوسط میزان بارندگی سالیانه ۴۵۹/۴ میلیمتر است. حداکثر دمای هوا ۴۰/۸ و حداقل دمای هوا ۲۴- درجه سانتیگراد می‌باشد. قبل از اجرای آزمایش، آنالیز خاک صورت گرفت که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است. به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی کود عناصر ریز مغذی در مراحل رشدی مختلف بر عملکرد و کیفیت دانه لوبیا سفید آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۶ تیمار محلول‌پاشی و سه تکرار در دو سال متوالی ۱۳۹۵و ۱۳۹۶ مورد ارزیابی قرار گرفت. تیمارهای آزمایش شامل: شاهد، مراحل قبل از گل‌دهی، گل‌دهی، غلاف‌دهی، پر شدن دانه ، قبل از گل‌دهی + گل‌دهی، قبل از گل‌دهی + غلاف‌دهی، قبل از گل‌دهی + پر شدن دانه، گل‌دهی + غلاف‌دهی، گل‌دهی + پر شدن دانه، غلاف‌دهی+ پر شدن دانه، قبل از گلدهی+ گلدهی+ غلاف‌دهی، قبل از گلدهی+ گلدهی+ پر شدن دانه، گلدهی+ غلاف‌دهی+

پر شدن دانه، قبل از گل‌دهی + غلاف‌دهی+ پر شدن دانه، قبل از گل‌دهی + گل‌دهی + غلاف‌دهی+ پر شدن دانه بودند. کود ریزمغذی مورد استفاده در این پژوهش، نانو کود کلات سوپر میکرو کامل با غلظت یک در هزار مورد بود که مشخصات آن در جدول ۳ قید شده است. جهت اجرای آزمایش در اردیبهشت ماه سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ پس از آماده‌سازی زمین، کودهای پر مصرف بر اساس آزمون خاک (جدول۱) شامل ۱۵۰ و۱۰۰کیلوگرم در هکتار اوره ، ۱۵۰ و۱۰۰کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل به ترتیب در سال‌های اول و دوم و۱۰۰کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم در هر سال قبل از کشت به خاک اضافه شد. در این آزمایش هرکرت شامل ۴ خط کاشت به طول ۵ متر با فاصله بین خطوط ۵۰ سانتیمتر و فاصله بذور ۵ سانتیمتر بود. برای کشت از لوبیا سفید رقم الماس استفاده شد. این رقم دارای تیپ رشدی رونده بوده و تا آخرین مراحل رشدی، تولید گل می‌کند. محلول‌پاشی صبح زود قبل از گرم شدن هوا با استفاده از سم پاش پشتی انجام شد. در زمان رسیدگی فیزیولوژیک پس از برداشت ۱۰ بوته از هر پلات، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف اندازه‌گیری شد. عملکرد دانه نیز در شهریور ماه، با حدف دو خط کاشت و نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت بعنوان حاشیه و برداشت دو خط میانی اندازه‌گیری شد. همچنین وزن صد دانه محاسبه و میزان آهن و روی در دانه به روش نورسنجی به وسیله دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد (Hejazi *et al*, 2004). در انتها تجزیه مرکب به وسیله نرم‌افزار آماری SAS پس از انجام تست نرمال بودن داده‌ها انجام گرفت و مقایسه میانگین‌ها بوسیله آزمون دانکن انجام شد.

جدول۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

کربن آلی (٪)	پتاسیم	فسفر	منگنز	آهن	روی	بر	مس	اسیدیته	هدایت الکتریکی	آهک (٪)	بافت	عمق (cm)	سال
					(mg/kg)								
۰/۹۲	۱۷۰	۳/۲	۸/۷	۱۰/۹۴	۲/۰۲	۰/۳۳	۱/۴	۷/۶۵	۰/۷۱	۹/۵	لومی	۰-۳۰	۱۳۹۵
۱/۵۴	۱۷۰	۷/۴	۱۲/۱۵	۱۳/۹۲	۰/۸۷	۱/۰۲	۱/۴	۷/۷۸	۰/۳۲	۱۷/۵	سیلتی - لوم	۰-۳۰	۱۳۹۶

جدول۲- میزان دما و بارندگی ایستگاه تحقیقات کشاورزی بروجرد در سال های ۱۳۹۶- ۱۳۹۵

ماه	بارندگی (میلی‌متر)		حداقل دما (سانتی گراد)		حداکثر دما (سانتی گراد)	
	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۵	۱۳۹۶
فروردین	۷/۲۹	۳/۱	۴/۲۱	۷/۲	۱۶/۱۸	۱۷/۶
اردیبهشت	۰/۹	۱/۷	۱۰/۸۵	۱۱/۷۳	۲۵	۲۵/۷
خرداد	۰	۰/۰۰۳	۱۴	۱۵/۶۷	۳۰/۱	۳۲/۲۲
تیر	۰	۰	۲۰/۷	۲۰/۴۷	۳۶/۸۵	۳۶/۲۸
مرداد	۰	۰	۲۰/۲۲	۲۰/۹۴	۳۷/۰۸	۳۶
شهریور	۰	۰	۱۷/۱۲	۱۸/۱	۳۴/۱	۳۴/۵۸
مجموع/ میانگین	۱/۳۶	۰/۸۵	۱۳/۶۹	۱۵/۶۸	۲۹/۸	۳۰/۳۹

جدول۳- مشخصات کود مورد استفاده

ردیف	نام عنصر	مقدار (برحسب درصد)
۱	منگنز	۲
۲	آهن	۴
۳	روی	۵
۴	بور	۰/۰۶
۵	مس کلاته	۱
۶	مولیبدن	۰/۰۴

جدول۴- کد تیمارهای مختلف

C	شاهد
G1	قبل از گلدهی
G2	زمان گلدهی
G3	زمان غلاف‌دهی
G4	زمان پر شدن دانه
G1G2	قبل از گلدهی+ زمان گلدهی
G1G3	قبل از گلدهی+ زمان غلاف‌دهی
G1G4	قبل از گلدهی+ زمان پر شدن دانه
G2G3	زمان گلدهی+ زمان غلاف‌دهی
G2G4	زمان گلدهی+ زمان پر شدن دانه
G3G4	زمان غلاف‌دهی+ زمان پر شدن دانه
G1G2G3	قبل از گلدهی+ زمان گلدهی+ زمان غلاف‌دهی
G1G2G4	قبل از گلدهی+ زمان گلدهی+ زمان پر شدن دانه
G1G3G4	قبل از گلدهی +زمان غلاف‌دهی+ زمان پر شدن دانه
G2G3G4	زمان گلدهی+ زمان غلاف‌دهی+ زمان پر شدن دانه
G1G2G3G4	قبل از گلدهی + زمان گلدهی +زمان غلاف‌دهی+ زمان پر شدن دانه

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس دوساله آزمایش نشان داد که اثر ریز مغذی‌ها بر ارتفاع بوته معنی دار نشد (جدول۵). با توجه به این که یکی از عوامل موثر بر رشد رویشی و ارتفاع گیاهان، عنصر نیتروژن می‌باشد چنین به نظر می‌رسد که کاهش نسبی این عنصر در کود مورد استفاده باعث شده که ارتفاع بوته افزایش معنی داری نداشته باشد.

تعداد غلاف در بوته

نتایج تجزیه واریانس دوساله آزمایش نشان داد که اثر محلول پاشی ریز مغذی‌ها بر تعداد غلاف در بوته در سطح ۱٪ معنی دار شد (جدول۵). نتایج مقایسه میانگین در سال اول نشان داد که بیشرین تعداد غلاف در بوته مربوط به تیمار محلول پاشی در دو مرحله زمان گلدهی و زمان پر شدن دانه با تعداد ۲۹/۶ غلاف در بوته بود. و کمترین مربوط به تیمار شاهد با تعداد ۲۲/۹ غلاف در بوته بود (شکل۱).

نتایج مقایسه میانگین در سال دوم نشان داد که بیشرین تعداد غلاف در بوته مربوط به تیمار محلول‌پاشی در سه مرحله قبل از گلدهی، زمان گلدهی و زمان پر شدن دانه با تعداد ۳۰ غلاف در بوته بود. و کمترین مربوط به تیمار شاهد با تعداد ۲۰ غلاف در بوته بود.

Nadergoli و همکاران (2019) نیز در آزمایشی بر روی لوبیا چیتی به این نتیجه رسیدند که بیشترین غلاف در بوته با محلول پاشی عنصر روی در مرحله گلدهی و تشکیل غلاف بدست آمد.

تعداد دانه در غلاف

نتایج تجزیه واریانس دوساله آزمایش نشان داد که اثر محلول پاشی مغذی‌ها بر صفات تعداد دانه در غلاف در سطح ۵٪ درصد معنی دار شد (جدول۵). نتایج مقایسه میانگین در سال اول نشان داد که بیشترین تعداد دانه در غلاف مربوط به تیمار محلول پاشی در زمان قبل از گلدهی (با ۳/۵۹ دانه در غلاف) بود (شکل۲). نتایج مقایسه میانگین در سال اول نشان داد که بیشترین تعداد دانه در غلاف مربوط به تیمار محلول پاشی در زمان گلدهی (با ۳/۹۸ دانه در غلاف) بود (شکل۲). Dudangeh و همکاران (2019) گزارش کردند محلول‌پاشی روی در گیاه لوبیا چیتی باعث افزایش تعداد دانه در غلاف و در نهایت تعداد دانه در گیاه شد.

تعداد دانه در بوته

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر ریز مغذی‌ها بر تعداد دانه در بوته در سطح یک درصد معنی دار شد(جدول۵) نتایج مقایسه میانگین در سال اول نشان داد که بیشترین تعداد دانه در بوته(۹۷ دانه در بوته) در زمان گلدهی و زمان پر شدن دانه و کمترین آن (۷۳/۹۵ دانه در بوته) مربوط به شاهد بود (شکل۳). نتایج مقایسه میانگین در سال دوم نشان داد که بیشترین تعداد دانه در بوته(۹۸ دانه در بوته)در زمان قبل از گلدهی، زمان گلدهی و زمان پر شدن دانه و کمترین آن (۷۶/۹۶ دانه در بوته) مربوط به شاهد بود (شکل۳). Dudangeh و همکاران (2019) گزارش کردند محلول‌پاشی روی در گیاه لوبیا چیتی باعث افزایش تعداد دانه در بوته شد. همچنین نتیجه آزمایش Varnaseri و همکاران (2020) نشان داد که حداکثر تعداد دانه در گیاه لوبیا قرمز از محلول‌پاشی عناصر روی و آهن به دست آمد.

وزن صد دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر ریز مغذی‌ها بر وزن صد دانه معنی‌دار بود (جدول۵). نتایج مقایسه میانگین در سال اول نشان داد که بیشترین وزن صددانه (با وزن صد دانه ۳۲/۷۴ گرم) مربوط به تیمار محلول‌پاشی در سه مرحله قبل ازگلدهی ، غلاف‌دهی و پر شدن دانه بود (شکل۴). در مطالعه Heidarian و همکاران (2011) محلول پاشی آهن و روی وزن صد دانه سویا را به طور معنی‌داری افزایش داد. همچنین Nasri و همکاران (2011) گزارش کردند که محلول پاشی عنصر روی در لوبیا از طریق افزایش تعداد سلول‌های گیاهی سبب تجمع ماده خشک بیشتر و در نتیجه افزایش وزن صد دانه می‌گردد. عناصر کم مصرف از طریق افزایش تقسیم سلولی، فعالیت آنزیم‌ها ساخت اسیدهای آمینه افزایش سطح برگ و دوام بیشتر برگ سبب تولید مقدار بیشتری آسمیلات شده و در نتیجه وزن صد دانه افزایش می‌یابد.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر ریز مغذی‌ها بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی دار شد (جدول۵). نتایج مقایسه میانگین در سال اول نشان داد که بیشترین عملکرد دانه با میزان عملکرد ۵۲۸۰ کیلوگرم در هکتار در سه مرحله قبل از گلدهی، زمان گلدهی و زمان پر شدن و کمترین مقدار عملکرد مربوط به شاهد با میزان عملکرد ۳۹۰۲ کیلوگرم در هکتار بود (شکل۵). همچنین نتایج مقایسه میانگین در سال دوم نشان داد که بیشترین عملکرد دانه با میزان عملکرد ۵۳۵۴ کیلوگرم در هکتار در سه مرحله قبل از گلدهی، زمان گلدهی و زمان پر شدن و کمترین مقدار عملکرد مربوط به شاهد با میزان عملکرد ۴۰۶۹ کیلو گرم در هکتار بود (شکل۵).

همان طوری که در جدول۲ مشخص است به نظر می‌رسد تفاوت در میزان عملکرد در دو سال زراعی مرتبط با تفاوت اندک در میزان بارندگی و بویژه در میزان دماهای حداقل و حداکثر باشد. لوبیا مانند سایر گیاهان زراعی مراحل فنولوژیکی خاصی داشته و هر یک از این مراحل شرایط خاصی نیاز دارد. یکی از این شرایط، میزان دمای لازم برای هر یک از مراحل فنولوژی می‌باشد. به نظر می‌رسد محدوده دمایی در سال دوم اجرای تحقیق جهت طی نمودن دوره رشدی این رقم لوبیا (رقم الماس) مناسب تر بوده است. در تحقیقی که قنبری و دری با عنوان بررسی و تعیین GDD برای مراحل مختلف فنولوژی لاین‌های لوبیا انجام دادند به این نتیجه رسیدند که لاین‌ها تا مرحله گل‌دهی تفاوت قابل ملاحظه‌ای درGDD نداشته و از این مرحله به بعد تفاوت

لاین‌ها از نظر GDD مشهود بود. نتایج آزمایش نشان داد که محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها باعث افزایش عملکرد دانه لوبیا به طور میانگین ۳۳ درصد نسبت به شاهد شد. Malkouti (2018) گزارش نمود با مصرف بهینه کودها به خصوص عناصر کم مصرف در مزارع حبوبات تا ۱۴۳ درصد افزایش عملکرد حاصل شد. نتایج تحقیق Roshdi و همکاران(2013) موید این نتایج است آنها در تحقیقی نشان دادند که محلول-پاشی عناصر کم مصرف (بر، روی و منگنز) در اوایل گل‌دهی و مرحله غلاف‌دهی باعث افزایش عملکرد دانه و درصد پروتئین شد. Saidi Abu Eshaghi (2014) در تحقیقی ملاحظه نمودند که حداکثر عملکرد دانه لوبیا با محلول‌پاشی یک دهم درصد آهن، روی و منگنز قبل و بعد از گلدهی حاصل می‌گردد. بیشترین نیاز لوبیا به عناصر غذایی در مرحله قبل از گلدهی است. بر اساس مستندات حداقل ۳۰ تا ۵۰ درصد از عملکرد محصول مربوط به مصرف بهینه کودها می‌باشد (Heisey & Norton, 2007). ریزمغذی‌ها بخاطر نقش‌های متعددی که در گیاه دارند از جمله موثر در فعالیت‌های تنفسی گیاه، ساخت اسیدهای آمینه تشکیل دهنده پروتئین، تنظیم فعالیت آنزیم‌ها، ساخت RNA، تقسیم سلولی در بافت‌های مریستمی، تکمیل جوانه‌های برگ و گل، گرده‌افشانی، لقاح دانه گرده تنظیم مقدار آب در گیاه، و فعال کردن باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن مانند ریزوبیوم و ازتوباکتر می‌توانند در بهبود عملکرد موثر باشند. لوبیا از زمان شروع جوانه‌زنی تا زمان برداشت نیازمند مقادیر مختلفی از عناصر غذایی است و در مراحل مختلف رشدی واکنش‌های متفاوتی به مقادیر مختلف عناصرغذایی در گیاه نشان می‌دهد، و در صورتی‌که در این مراحل رشدی گیاه با کمبود مواجه شود عملکرد آن کاهش خواهد یافت. بنابراین تامین به هنگام ریز مغذی‌ها در سه مرحله قبل از گلدهی، زمان گلدهی و زمان پر شدن دانه سبب افزایش عملکرد دانه در لوبیا شده است.

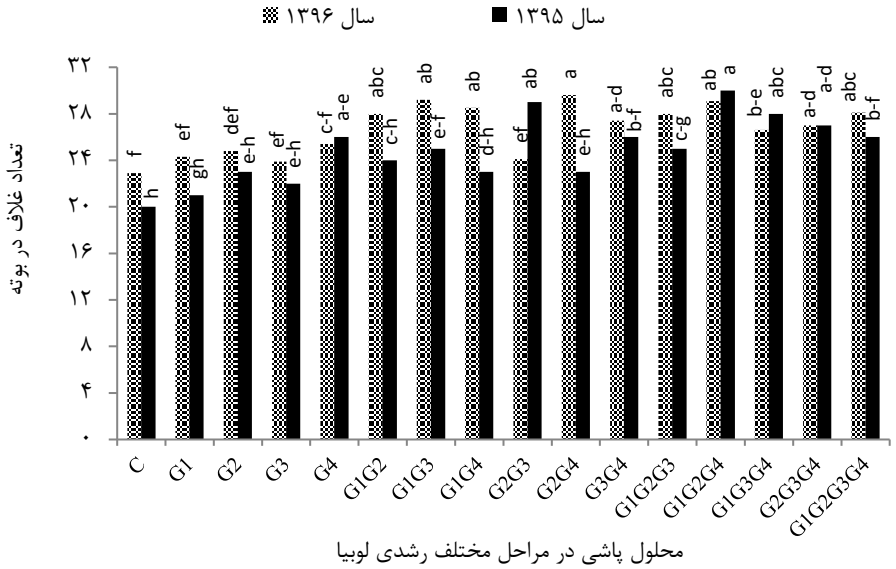
میزان آهن و روی دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب شان داد که اثر ریز مغذی‌ها بر کیفیت دانه (میزان آهن و روی) لوبیا معنی‌دار بود (جدول۵). نتایج مقایسه میانگین در سال اول نشان داد که بیشترین میزان آهن در زمان گلدهی و زمان غلاف‌دهی با میزان آهن ۶۳/۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم در دانه بدست آمد (شکل ۶). نتایج مقایسه میانگین در سال دوم نشان داد که بیشترین میزان آهن در سه مرحله قبل از گلدهی، زمان گلدهی و زمان پر شدن دانه با میزان آهن ۱۱۲ میلی گرم بر کیلوگرم در دانه بدست آمد (شکل ۶). نتایج مقایسه میانگین در سال اول نشان داد که بیشترین میزان روی در دو مرحله قبل از گلدهی و زمان گلدهی با میزان روی ۳۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم در دانه بدست آمد (شکل ۷). نتایج مقایسه میانگین در سال دوم نشان داد که بیشترین میزان روی دانه در سه مرحله قبل از گلدهی، زمان گلدهی و زمان پر شدن دانه با میزان روی۳۹/۸۵ میلی گرم بر کیلوگرم در دانه بدست آمد (شکل ۷)

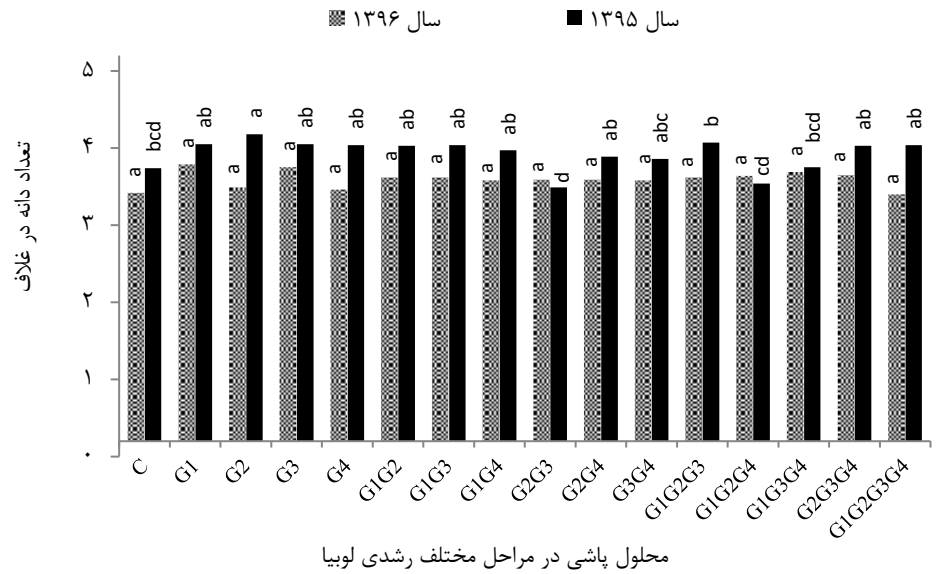
در هر دو سال محلول پاشی سبب افزایش در میزان آهن و روی دانه شده است در سال اول اجرای تحقیق بیشترین افزایش در زمان گلدهی و در سال دوم اجرای تحقیق بیشترین افزایش آهن و روی محلول پاشی در زمان سه مرحله قبل از گلدهی، زمان گلدهی و زمان پر شدن دانه بوده است. همانطوریکه در جدول۲ مشخص هست به نظر می‌رسد تفاوت در افزایش میزان آهن و روی دانه در مراحل مختلف محلول پاشی در دو سال زراعی، مرتبط با تفاوت اندک در میزان بارندکی و بویژه دماهای حداقل و حداکثر در دو سال زراعی باشد. pH مناسب خاک برای لوبیا بین ۵/۵ تا ۷ است. نتایج آزمون خاک زمین مورد آزمایش نشان داد که این مقدار در سال اول آزمایش ۷/۶۵ و در سال دوم ۷/۷۸ و مقدار آهک نیز به ترتیب ۹/۵ و ۱۷/۲ درصد بود و این مقادیر بالاتر از حد نرمال می‌باشد. با توجه به اینکه افزایش pH ناشی ازآهک در اکثر خاک‌های زراعی باعث رسوب و کاهش قابلیت دسترسی اکثر عناصر غذایی مخصوصا ریزمغذی ها به وسیله ریشه گیاه می شود. لذا به نظر می‌رسد یکی از راه کارهای مقابله با این محدودیت تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، از طریق محلول پاشی باشد. در این آزمایش محصول لوبیا تحت این شرایط نامساعد با فراهم نمودن عناصرغذایی مود نیاز خود به صورت محلول‌پاشی میزان آهن و روی در بذر لوبیا افزایش یافت. شاهرخی و همکاران (Shahrokhi *et al*., 2012) بیان کردند که محلول پاشی روشی مناسب برای افزودن میزان آهن در بافت‌های گیاهی است.

جدول ۵- تجزیه واریانس مرکب میانگین مربعات صفات کمی و کیفی لوبیا سفید تحت تاثیر کود عناصر ریز مغذی در مراحل رشدی مختلف

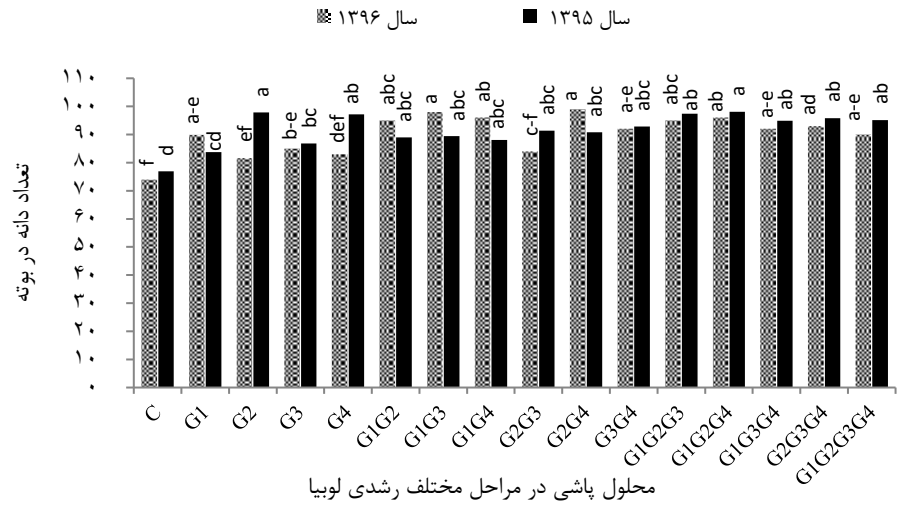
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	تعداد دانه در بوته	وزن صد دانه	عملکرد دانه	میزان روی	میزان آهن
سال	۱	۲۶۳۶۹**	۸۶*	۳/۵۱**	۵۴ n.s	۳۱/۱۷**	۱۶۲۶۰۸۱ **	۴۳.۹ n.s	۳۹۶۱.۹۱
تکرار(سال)	۴	۵۶۷	۹/۴	۰/۰۶	۸۴	۰/۵	۱۷۰۵۹۸۷	۱۸/۸۱	۱۹۲/۵۴
تیمار	۱۵	۳۶ n.s	۳۲**	۰/۱*	۲۱۸**	۱/۵۳ n.s	۷۹۱۷۶۲**	۲۱/۱۷**	۱۲۹۷/۲۸**
تیمار×سال	۱۵	۱۲۷ n.s	۱۷**	۰/۱*	۱۱۱**	۲/۳**	۲۵۶۵۴*	۱۴.۶۷**	۱۷۷۵/۸**
خطا آزمایشی	۶۰	۱۱۳	۴/۲۵	۰/۰۵	۴۴	۰/۹۳	۱۲۷۱۶/۶	۴.۵۷	۱/۰۳۵
ضریب تغییرات (٪)		۹/۱۴	۷/۹۸	۶/۵۶	۷/۳	۳	۷/۱۷	۶/۳۹	۲/۲۹



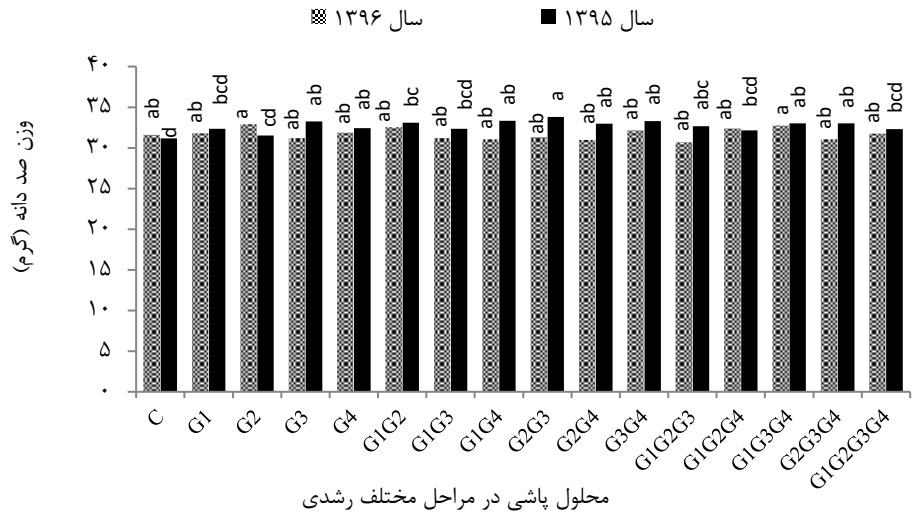
شکل۱- تاثیر محلول‌پاشی کود عناصر ریز مغذی در مراحل رشدی مختلف بر تعداد غلاف در بوته لوبیا سفید



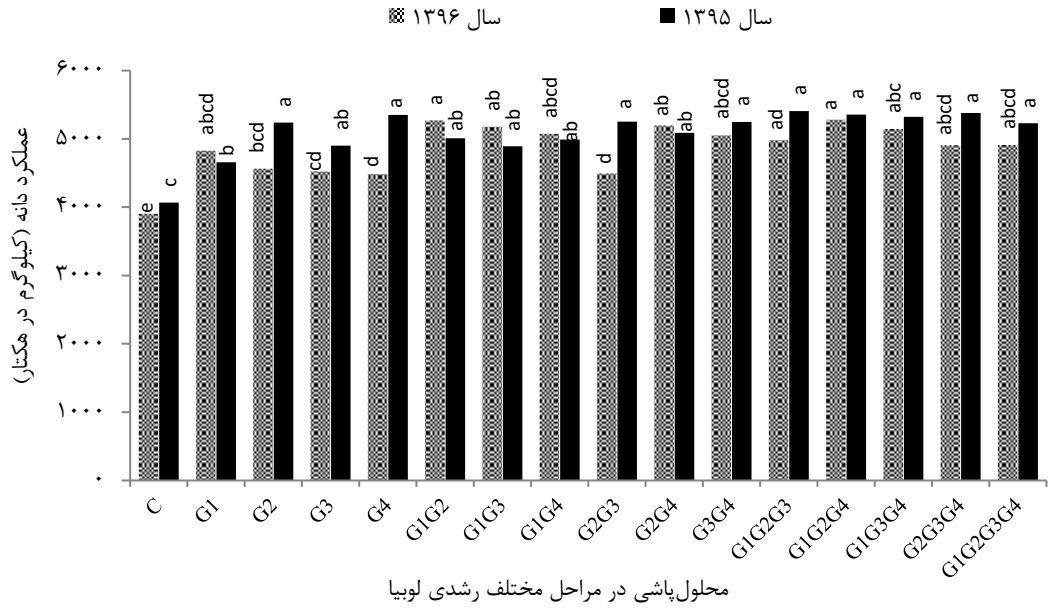
شکل۲- تاثیر محلول‌پاشی کود عناصر ریز مغذی در مراحل رشدی مختلف بر تعداد دانه در غلاف لوبیا سفید



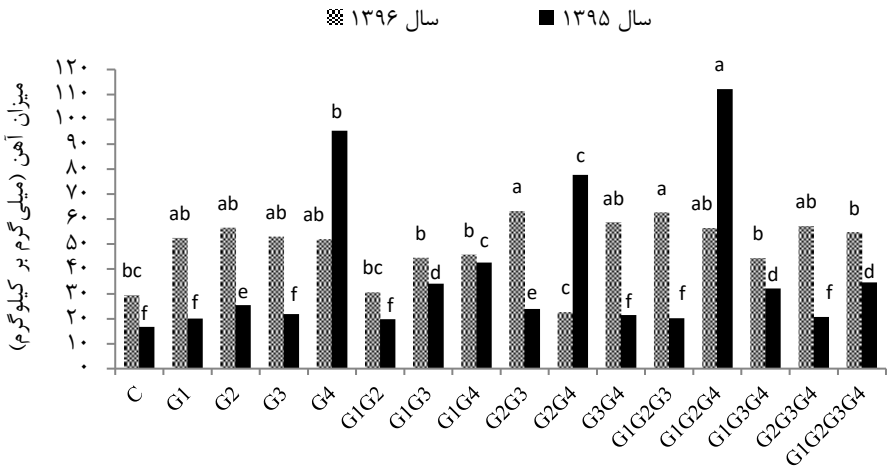
شکل۳- تاثیر تیمارهای مختلف محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی بر تعداد دانه در بوته لوبیا سفید



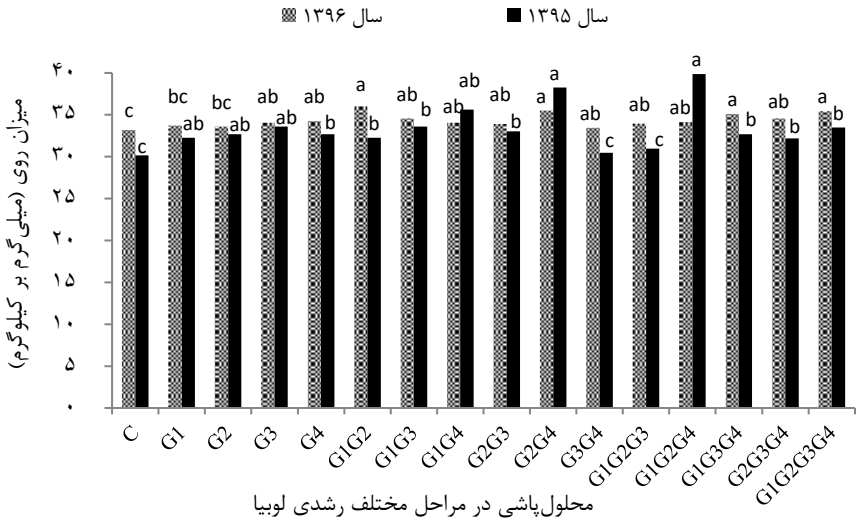
شکل۴- تاثیر محلول پاشی کود عناصر ریز مغذی در مراحل رشدی مختلف بر وزن صد دانه لوبیا سفید



شکل۵- تاثیر تیمارهای مختلف محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی بر عملکرد دانه لوبیا سفید



شکل۶- تاثیر تیمارهای مختلف محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی بر میزان آهن در دانه لوبیا سفید



شکل ۷- تاثیر تیمارهای مختلف محلول‌پاشی عناصر ریز مغذی بر میزان روی در دانه لوبیا سفید

نتیجه‌گیری کلی

به طورکلی، بر اساس نتایج این آزمایش بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار محلول‌پاشی در سه مرحله قبل از گلدهی، زمان گلدهی و زمان پر شدن دانه با میزان عملکرد دانه بطور متوسط برای دو سال زراعی۵۳۱۷ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار عملکرد مربوط به شاهد (بدون محلول‌پاشی) با میزان عملکرد دانه بطور متوسط برای دو سال زراعی ۳۹۸۵ کیلوگرم در هکتار بود. به عبارتی دیگر محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها در سه مرحله باعث افزایش عملکرد دانه لوبیا به میزان ۳۳ درصد نسبت به شاهد (بدون محلول‌پاشی) شد. همچنین کیفیت دانه نیز متاثر از محلول‌پاشی بوده بطوری که میزان آهن و روی، تیمار شاهد (بدون محلول پاشی) اختلاف معنی‌دار داشتند. با توجه به پیچیدگی بسیار زیاد جذب عناصر مختلف و خصوصیات شیمیایی متفاوت خاک‌های کشور از جمله آهکی بودن آنها و عدم تناسب pH خاک جهت قابلیت دسترسی عناصر غذایی مخصوصا ریزمغذی‌ها (pH مناسب خاک برای لوبیا بین ۵/۵ تا ۷ است) جذب ریز مغذی ها از طریق ریشه گیاه، در اکثر

مناطق لوبیا کاری کشور با مشکل مواجه است. بنابراین جهت دستیابی به عملکرد مطلوب محلول پاشی در سه مرحله قبل از گل‌دهی، مرحله گل‌دهی و مرحله و پر شدن دانه انجام شود و چنانچه محلول‌پاشی در یک مرحله مد نظر باشد مناسب ترین زمان محلول پاشی در زمان گل‌دهی می باشد و فقط با یک بار محلول‌پاشی در زمان گلدهی می‌توان نیاز لوبیا را به ریزمغذی‌ها تا حدودی برطرف نمود. در این صورت علاوه بر افزایش تولید در واحد سطح، می‌توان کیفیت دانه لوبیا را از لحاظ میزان ریز مغذی‌ها به ویژه آهن و روی ارتقاء بخشید.

سپاسگزاری

بدین وسیله ازسازمان جهاد کشاورزی استان لرستان بخاطر حمایت‌های مالی و آقایان دکتر مراد سپهوند، مهندس کیانوش حمیدیان، مهندس محمود نصرالهی، مهندس حسن پیرداده و سر کار خانم فاطمه پرویزی بخاطر مساعدت در اجرای پروژه قدر دانی می‌گردد.

منابع

Armin, M., & Biddy, M. (2013). The effect of supplementary irrigation time and zinc spraying solution on the yield and yield components of chickpea, *scientific research journal of plant ecophysiology*, *6*(18), 43-54. (In Persian).

El-Sayed, H. E., Amen, E.-S. A., El-Morsy, A., & Tolba, M. (2012). Effects of foliar spraying with microelements and different fertilizer sources on quality and yield of *Pisum sativum*, L. plant. *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science*, *2*(1), 17-24.

Bagheri, M., Shamsi Mahmoodabadi, H., & Morovati, A. (2013). The effect of iron nano chelate on yield components, iron content and oil percentage of Darab variety 14 sesame seed, *scientific research journal of plant ecophysiology*, *6*(18), 69-79. (In Persian).

Bagheri, A., Mahmoudi, A.A., & Ghazli, F. (2001). Bean cultivation and breeding. Mashhad Academic Jihad Publications. 556 pages. (In Persian).

Datir, R., Apparao, B., & Laware, S. (2012). Application of amino acid chelated micronutrients for enhancing growth and productivity in chili (*Capsicum annum* L.). *Plant Sci. Feed*, *2*(7), 100-105.

El-Sayed, H. E., Amen, E.-S. A., El-Morsy, A., & Tolba, M. (2012). Effects of foliar spraying with microelements and different fertilizer sources on quality and yield of *Pisum sativum*, L. plant. *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science*, *2*(1), 17-24.

Fageria, N. K. (2016). *The use of nutrients in crop plants*. CRC press.

Ghanbari, A. Dori (2005). Examining and determining GDD for different phenological stages of pinto bean lines, the first national conference beans.Mashhad.Iran. (In Persian).

Heisey, P., & Norton, G. (2007). Fertilizer and other chemicals. *Handbook of agricultural economics*, *3*, 2747-2783.

Hejazi, A., Shahverdi, M., & Ardforoush, J. (2004). Refrence Method for Plant Analysis.University of Tehran Press.300p. (In Persian)

Kaya, M., Küçükyumuk, Z., & Erdal, I. (2009). Phytase activity, phytic acid, zinc, phosphorus and protein contents in different chickpea genotypes in relation to nitrogen and zinc fertilization. *African Journal of Biotechnology*, *8*(18), 4508-4513

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).*

Kohnaward, P., Jalilian, J., & Pirzad, A. (2012). Effect of foliar application of micro-nutrients on yield and yield components of safflower under conventional and ecological cropping systems. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, *3*(7), 1460-1469.

Nadergoli, M., Yarnia, M., & Khoei, F. R. (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.

Ortiz-Ferrara, G., Bhatta, M., Pokharel, T., Mudwari, A., Thapa, D., Joshi, A., Chand, R., Muhammad, D., Duveiller, E., & Rajaram, S. (1999). Farmer participatory variety selection in South Asia. *Research highlights of the wheat program*, 33-37.

Shahrokhi, N., Khourgami, A., Nasrollahi, H., & Shirani-Rad, A. (2012). The effect of iron sulfate spraying on yield and some qualitative characteristics in three wheat cultivars. *Annals of Biological Research*, *3*(11), 5205-5210.

United Nations, D.o.E.a.S.A., Population Division. (2019). World Population Prospects 2019: Highlights. New York, NY: UN Department of Economic and Social affairs.

United Nations Children's Emergency Fund (UNICEF). (2014). Nutrition. Available at: www.unicef.org/ethiopia.

Vesey, A. Pasari, B. & Rokhzadi, A. (2017). Investigating the effect of humic acid and micronutrient nanofertilizers on the reaction of peas (*Ciecer arietinum* L.) in autumn cultivation. *crop physiology Journal*, 10(40), 93-110. (In Persian).

Plant Production and Genetics **تولید و ژنتیک گیاهی**

Vol. 4, No. 2, Autumn & Winter 2023, p. 265-278 **جلد ۴، شماره ۲، پاییز و زمستان، ۱۴۰۲، صفحه ۲۷۸-۲۶۵**

Research Article **DOI:** 10.22034/PLANT.2024.140463.1080

The effect of foliar application of micronutrient elements in different growth stages on the yield and quality of white bean seeds

Mokhtar Dashadi[1], Mohammad Hasan Kooshki[2]

1 Assistant Professor, Dryland Agricultural Research Institute, Sararood Branch, Agricultural Research,Education and Extension Organization (AREEO), kermanshah, Iran.

2 Agriculture Research, Education and Natural Resources Center, Lorestan, Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Boroujerd, Iran

Received: 06-01-2024
Accepted: 24-04-2024

Abstract

In order to investigate the effect of foliar application of micronutrient fertilizers at different phenological stages on the yield and quality of white bean seed (Almas cultivar) an experiment was carried out in two consecutive years (2016-2017). The experiment was done as a randomized complete block design with 16 treatments and three replications in the Agriculture Research, Education and Natural Resources Campus of Boroujerd. Treatments included control (c), pre-flowering(G1), flowering(G2), pod stage(G3), seed hardening stage(G4),) G1+ G2),) G1+ G3), (G1+ G4), (G2+ G3), (G2+ G4), (G3+ G4), (G1+ G2+ G3), (G1+ G2+ G4), (G2+ G3+ G4), G1+ G3+ G4), (G1+ G2+ G3+ G4). The results showed that the highest grain yield (5354kg.ha-1) belonged to the foliar application in three stages of before flowering, flowering and seed filing in the second year. The lowest grain yield (3902 kg.ha^{-1}) obtained from the control treatment in the first year. the highest amount of iron and zinc belonged to the foliar application in three stages of before flowering, flowering, and seed filling. The highest seed amount of iron and zinc was 112 and 39 mg.kg-1, respectively. Therefore, in order to achieve optimum grain yield, foliar application should be carried out in three stages of pre-flowering, flowering and seed filling stages

Keywords: Yield components, micronutrients, seed yield, white bean, foliar application

Citation: Dashadi, M., & Kooshki, M.H. (2023). The effect of foliar application of micronutrient elements in different growth stages on the yield and quality of white bean seeds. *Plant Production and Genetics*, 4(2), 265-278. https://doi.org/10.22034/PLANT.2024.140463.1080.

Copyrights:
Copyrights rights for this article is retained by the author (s), with publication rights granted to Plant Production and Genetics. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

*Corresponding Author Email: m.dashadi@areeo.ac.ir