اثر مصرف عناصر ریز مغذی در مراحل مختلف رشد بر رشد و عملکرد لوبیا رقم سانری

لیلا غیرتی آرانی[1]، طیبه شریفی[2] و محمدرضا شیخی[3*]

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثر روش‌های خاک مصرف عناصر و روش‌های محلول‌پاشی آهن و روی به صورت تنها و توام بر رشد و عملکرد دانه لوبیا سبز و میزان روی و آهن در محصول انجام گرفت. آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی عبارت بودند از نوع کود در سه سطح (آهن، روی، مصرف توام هر دو کود). زمان و نوع کاربرد کودها (شاهد، کاربرد خاک مصرف، محلول‌پاشی در مرحله رویشی، محلول‌پاشی در مرحله آغاز گل‌دهی، محلول‌پاشی در دو مرحله رویشی و آغاز گل‌دهی، محلول‌پاشی بعد از برداشت هر چین، محلول‌پاشی در سه مرحله رویشی، آغاز گل‌دهی و بعد از برداشت هر چین). بر اساس نتایج به دست آمده، تیمارهای کاربرد خاک مصرف عناصر، محلول‌پاشی عناصر در دو مرحله رویشی و آغاز گل‌دهی و محلول‌پاشی عناصر در سه مرحله رویشی، آغاز گل‌دهی و بعد از برداشت هر چین، باعث افزایش صفات مورد بررسی از جمله ارتفاع ساقه، تعداد برگ، وزن خشک برگ‌های بوته، وزن خشک ساقه، وزن خشک اندام هوایی، میانگین طول نیام و عملکرد نیام شدند. در این بررسی کاربرد توام آهن و روی، تعداد برگ، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه، وزن خشک اندام هوایی و عملکرد نیام را به میزان بیشتری نسبت به کاربرد هر یک از کودها به تنهایی افزایش داد. بیشترین عملکرد نیام در واحد سطح به میزان ۲/۲۹ کیلوگرم در صورت کاربرد توام کودها و کمترین میزان آن به میزان ۱/۸۲ کیلوگرم در صورت کاربرد کود آهن به تنهایی حاصل گردید. هم‌چنین تیمارهای کاربرد خاک مصرف کودها، محلول‌پاشی در دو مرحله رویشی و آغاز گل‌دهی و محلول‌پاشی در سه مرحله رویشی، آغاز گل‌دهی و بعد از برداشت هر چین بیشترین افزایش را در عملکرد نیام در واحد سطح باعث شدند. در این سه تیمار، عملکرد نیام به ترتیب به میزان ۶۵، ۵۹ و ۶۵ درصد بیشتر از شاهد بود. در تیمار کاربرد آهن و روی به صورت توام و روی به تنهایی غلظت روی بیشتری نسبت به کاربرد آهن به تنهایی به دست آمد. هم‌چنین کمترین میزان روی در صورت محلول‌پاشی در مرحله رویشی به دست آمد. در تیمارهای آهن و روی به صورت توام و آهن به تنهایی نیز میزان آهن بیشتری نسبت به تیمار روی به تنهایی به دست آمد. کمترین اثر در افزایش غلظت آهن نیز مربوط به تیمار محلول‌پاشی در آغاز گل‌دهی بود.

واژه‌های کلیدی: لوبیا سبز، آهن، روی، محلول‌پاشی.

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۲/۵/۱۷

۱- استادیار دانشگاه پیام نور

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی دانشگاه پیام نور کرج ، ایران.

۳- کارشناس ارشد زراعت، اداره هواشناسی شهرستان ورزقان، ایران.

*** نویسنده مسئول: mr_sheykhi@yahoo.com**

مقدمه

کمبود عناصر غذایی معدنی مخصوصاً عناصر ریز مغذی در طی دهه‌های اخیر با معرفی ارقام پر محصول، کشت شدید زمین‌ها، شستسوی عناصر ریز مغذی، کاهش استفاده از کود دامی و کاربرد کودهای شیمیایی به مشکلی عمومی در گیاهان بدل شده است. اکثر زمین‌های زراعی از نظر یک یا چند عنصر غذایی ریز مغذی دچار کمبود هستند. نیروی تولید گیاهان زراعی به طور ناخواسته‌ای تحت تاثیر کمبود مواد غذایی قرار می‌گیرد. عناصر غذایی ریز مغذی معمولاً در مقادیر پایین مورد نیاز گیاهان می‌باشند. عناصر ریز مغذیی مانند آهن، مس، روی، مولیبدن و منگنز اگر به صورت نمک به کار برده شوند، به سرعت در خاک به فرم غیر محلول در می‌آیند، بنابراین جذب آن‌ها توسط گیاه کاهش می‌یابد و می‌توانند برای گیاه سمی باشند (Datir *et al.,* 2012). از سوی دیگر افزایش قیمت جهانی کودها، لزوم تولید اقتصادی‌تر، آلودگی آب‌های زیر زمینی و تخریب ساختار خاک به دلیل افزایش بیش از حد و کنترل نشده مصرف کودها و کاربرد غیر خردمندانه کودهای شیمیایی مشکلی است که توسط روش‌های مختلف بایستی اصلاح گردد. محلول‌پاشی روشی برای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و کاهش خطرات زیست محیطی کودها می‌باشد.

محلول‌پاشی روشی مناسب برای افزایش مقدار آهن در بافت‌های هوایی گیاهان می‌باشد (Shahrokhi *et al.*, 2012). کوهنورد و همکاران (Kohnaward *et al*., 2012) نیز اظهار داشتند که در مناطق خشک و نیمه‌خشکی همچون ایران، محلول‌پاشی عناصر غذایی مطلوب‌تر از کاربرد خاک مصرف این کودها است، زیرا تحت این شرایط جذب مواد غذایی کاهش می‌یابد. از مزایای دیگر محلول‌پاشی می‌توان به تامین سریع مواد غذایی برای گیاه و مقادیر کمتر مصرف کودها و در نتیجه کاهش مسمومیت ناشی از کاربرد بیش از حد کودها و جلوگیری از تثبیت کودها در خاک اشاره کرد. محققین گزارش کرده‌اند که یکی از اثرات خشکی به هم ریختن موازنه عناصر غذایی در گیاهان است. محلول‌پاشی عناصر غذایی می‌تواند تعادل مواد غذایی را در گیاه بهبود بخشد (AfsharMonsef *et al.,* 2012).

آهن از اجزای بسیاری از آنزیم‌ها می‌باشد که در متابولیسم غذایی گیاهان دخالت دارد. کمبود این عنصر در خاک‌های آهکی مشاهده می‌شود. آهن در این خاک‌ها به فرم غیر قابل جذب در می‌آید. کاهش جذب آهن می‌تواند در اثر زیاد بود عناصر غذایی مس، منگنز و روی نیز در گیاهان اتفاق بیفتد. زیاد بودن فسفر نیز می‌تواند از جذب آهن جلوگیری کند (Arif, 2011). بوروووسکی و میچالک (Borowski and Michałek, 2011) گزارش کردند که کمبود آهن تعداد رنگ دانه‌های فتوسنتزکننده را کاهش می‌دهد و منجر به ایجاد کلروز در برگ‌ها می‌شود. تحت این شرایط هدایت روزنه‌ای برگ‌ها کاهش می‌یابد که در این صورت میزان فتوسنتز و تعرق کاهش یافته و میزان دی اکسید کربن برگ‌ها افزایش می‌یابد. محلول‌پاشی روی میزان پتاسیم، روی و منگنز را در بافت‌های گیاهی افزایش می‌دهد. محلول‌پاشی روی هم چنین میزان کلروفیل a و b و فعالیت فتوسیستم II را افزایش داده و باعث افزایش تجمع متابولیت‌ها (ترکیبات قندی محلول، پلی ساکاریدها، و پروتیین‌های محلول) در اندام‌های هوایی می‌شود (Ebrahim and Aly, 2004). سالیم و القیزاوی (Salem and El-Gizawy, 2012) اظهار داشتند که آهن نقش مهمی را به عنوان جزء اصلی بسیاری از آنزیم‌ها (سوپراکسیددیسموتاز، کربونیک آنهیدراز و RNA پلیمراز) برعهده دارد. بوربوری و همکاران (Boorboori *et al.,* 2012) اظهار داشتند که آهن در آنزیم های کاتالاز، پراکسیداز و فلاووپروتیین‌ها نقش ساختاری مهمی دارد. سایر محققین نیز گزارش نمودند که آهن در سنتز کلروفیل، سنتز تیلاکوئید و توسعه کلروپلاست نقش مهمی دارد (Bozorgi, 2012). روی نیز میزان کلروفیل a و b و فعالیت فتوسیستم II را افزایش داده و باعث افزایش تجمع متابولیت‌ها (ترکیبات قندی محلول، پلی ساکاریدها، و پروتیین‌های محلول) در اندام‌های هوایی می‌شود. غلظتی از روی که باعث بیشترین فتوسنتز و تجمع متابولیت‌ها می‌گردد، ۵۰ الی ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد و بیشتر از این مقدار موجب کاهش آن‌ها می‌شود. تغییرات در میزان کلروفیل می‌تواند مرتبط با اثر روی بر فرآیندهای نموی که منجر به سنتز کلروفیل می‌شود، گردد و یا بر فعالیت آنزیم‌های کلروپلاست تأثیر بگذارد. علاوه بر آن افزایش غلظت کلروفیل می‌تواند به افزایش جذب نیتروژن و منیزیم نسبت داده شود (Arif *et al.,* 2012).

لگوم‌ها متعلق به تیره Fabaceae هستند که دومین راسته بزرگ گیاهان گل‌دار به شمار می‌روند. در کل، لگوم‌ها به دلیل ارزش بالای غذایی برای انسان و دام و به دلیل تثبیت بیولوژیکی ارزش زیادی دارند (Sujatha *et al.,* 2007). با

توجه به مطالب مذکور، هدف از این مطالعه بررسی روش‌های مختلف کود دهی آهن و روی در زمان های مختلف رشد و نموی بر رشد و عملکرد و میزان این عناصر در لوبیا سبز می‌باشد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۱ در مزرعه واقع در شهرستان ورزقان در ۱۵ کیلومتری شرق ورزقان در روستای صومعه دل اجرا گردید. این محل دارای طول جغرافیایی ٤٦ درجه و ٠٦ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۳۰ دقیقه‌شمالی با ارتفاع ۱۳۷۱ متر از سطح دریای آزاد است. براساس طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن، منطقه دارای اقلیم نیمه‌خشک سرد است. pH خاک‌های منطقه در محدوده قلیایی تا متوسط قرار دارد و خطر شوری قابل ملاحظه‌ای در سطح الارض خاک‌ها وجود ندارد.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با دو عامل انجام پذیرفت.

عوامل آزمایشی عبارت بودند از ۱- نوع کود در سه سطح (آهن از منبع سولفات آهن، روی از منبع سولفات روی، مصرف توام هر دو کود)، ۲- زمان و مرحله کاربرد کودها در هفت سطح (شاهد، کاربرد خاک مصرف، محلول‌پاشی در مرحله رویشی (٦-٨ برگی)، محلول‌پاشی در مرحله آغاز گل‌دهی (۱۰ درصد گل‌دهی بوته‌ها)، محلول‌پاشی در دو مرحله رویشی (٦-٨ برگی و آغاز گل‌دهی ۱۰ درصد گل‌دهی)، محلول‌پاشی بعد از برداشت هر چین، محلول‌پاشی در سه مرحله رویشی (٦-٨ برگی)، آغاز گل‌دهی (۱۰ درصد گل‌دهی) و بعد از برداشت هر چین).

در بهار سال ۱۳۹۱ عملیات زراعی شامل، شخم‌زنی، دیسک‌زنی، خط‌کشی و پشته‌بندی صورت گرفت. برای تجزیه خاک محل اجرای طرح، یک نمونه خاک از شش نقطه مزرعه از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری تهیه و به آزمایشگاه خاک‌شناسی ارسال گردید. پس از تجزیه، وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین شد (جدول ۱). حدود بحرانی روی و آهن در خاک در جدول ۲ آورده شده است.

در روز ٢٦ اردیبهشت کاشت بذور انجام گردید. هر کرت آزمایش شامل سه ردیف کاشت بود که طول هر ردیف کاشت سه متر و فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر بود. مساحت کرت‌های آزمایشی ٤/٥ متر مربع بود. مساحت هر کرت اصلی ۳۱/۵ متر مربع و هر تکرار ۹٤/٥ متر مربع بود. در مجموع طرح آزمایشی در مساحت ۲۸۳/۵ متر اجرا گردید. فاصله بذور روی ردیف‌ها۱۰سانتی‌متر و عمق کاشت سه سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله‌بین بلوک‌ها دو متر اعمال گردید. رقم مورد کشت رقم سانری بود. پخش کودهای پایه مورد نیاز بر اساس نتایج تجزیه خاک انجام پذیرفت. با توجه به آزمایش خاک به علت بالا بودن میزان کودهای فسفاته و پتاسه از حد بحرانی، صرفاً از کود نیتروژنه استفاده گردید. کود نیتروژنه در زمان کاشت به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مصرف شد. مصرف دو عنصر ریز مغذی به صورت خاک مصرف در مرحله کاشت در کرت‌های آزمایشی بر اساس نقشه کاشت به میزان ۲۵ کیلوگرم در هکتار اعمال گردید. محلول‌پاشی نیز به میزان ۳ در هزار در مراحل رویشی (٦-٨ برگی بوته‌های لوبیا سبز)، آغاز گل‌دهی (ظهور گل‌ها در ۱۰ درصد بوته‌ها) و بعد از برداشت هر چین قبل از طلوع آفتاب انجام پذیرفت. قبل از محلول‌پاشی نسبت به شستشوی سم‌پاش و اطمینان از سالم بودن آن اقدام شد و سپس با تراوزوی دیجیتال نسبت به اندازه‌گیری مقدار مناسب هریک از کودهای آهن و روی از هرکدام به میزان ۱۲ گرم برای هر کرت آزمایشی اقدام شد. مطابق با نقشه کاشت و با توجه به آرام بودن وزش باد در اوایل صبح و لحاظ سایر شرایط جوی و هم‌چنین کشیدن نایلون در حاشیه کرت‌ها جهت جلوگیری از پاشش محلول کودی و هدفمند کردن محلول‌پاشی، محلول آماده شده مورد استفاده قرار گرفت. آبیاری هر هفت روزیکبار به صورت جوی و پشته و مبارزه با علف های هرز به صورت مکانیکی اقدام گردید. در هر پلات آزمایشی پس از حذف اثرات حاشیه ای از مساحتی معادل یک متر مربع برداشت محصول به صورت سبز در دوره پر شدن نیام ها در چهار چین انجام شد. تاریخ برداشت چین اول ۹۱/۰٤/۳۱، چین دوم ۹۱/۰۵/۱۰، چین سوم۹۱/۰۵/۲۰ و چین چهارم ۹۱/۰۵/۳۰ بود.

برای اندازه‌گیری صفات پس از هر برداشت از هر کرت با حذف ردیف‌های کناری و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای ردیف‌های وسطی به عنوان اثر حاشیه‌ای، تعداد ۱۰ بوته تحت رقابت انتخاب شد و صفات در آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. قبل از تجزیه آماری، تست نرمال بودن داده‌ها انجام و سپس تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به دست آمده از اندازه گیری صفات مورد نظر با استفاده از نرم‌افزار Mstatc انجام شد. برای مقایسه

میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. برای ترسیم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات مورد بررسی (جدول ۳) نشان داد که اثر نوع کود بر صفات تعداد شاخه فرعی، وزن خشک برگ‌های هر بوته، وزن خشک ساقه، وزن خشک اندام هوایی، تعداد نیام در چین دوم، تعداد نیام در چین سوم، تعداد نیام در چین چهارم، مجموع تعداد نیام‌ها، طول نیام در چین دوم، طول نیام در چین سوم، طول نیام در چین چهارم، میانگین طول نیام، وزن نیام در چین اول، وزن نیام در چین دوم، وزن نیام در چین سوم، وزن نیام در چین چهارم، وزن کل نیام، عملکرد نیام در متر مربع، غلظت روی و غلظت آهن در سطح احتمال یک درصد بر صفت تعداد برگ در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. زمان محلول‌پاشی اثر معنی‌داری بر تمامی صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد داشت. اثر متقابل نوع کود در زمان محلول‌پاشی نیز بر صفات تعداد شاخه فرعی، تعداد نیام در چین چهارم و مجموع تعداد نیام‌ها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود.

ارتفاع ساقه اصلی

مقایسه میانگین ارتفاع ساقه اصلی تحت تاثیر کوددهی در مراحل مختلف رشد و نمو لوبیا سبز نشان داد که بیشترین ارتفاع ساقه اصلی در تیمارهای خاک مصرف کودها، محلول‌پاشی در مرحله رویشی (۶-۸ برگی) و آغاز گل‌دهی و محلول‌پاشی در هر سه مرحله رویشی (۶-۸ برگی)، آغاز گل‌دهی و پر شدن دانه به ترتیب به میزان ۸/۷۷، ۸/۴۴ و ۸/۸۸ سانتی متر به دست آمد. این تیمارها افزایشی ۹۲، ۸۶ و ۹۵ درصدی را در ارتفاع ساقه اصلی نسبت به شاهد باعث شدند. پس از این سه تیمار، محلول‌پاشی کودها در مرحله آغاز گل‌دهی و محلول‌پاشی کودها در مرحله رویشی (۶-۸ برگی) بیشترین افزایش را در ارتفاع ساقه اصلی باعث گردید و ارتفاع ساقه اصلی را نسبت به شاهد به ترتیب به میزان ۶۶ و ۵۴ درصد افزایش دادند. محلول‌پاشی کودها بعد از برداشت هر چین اثر معنی‌داری بر ارتفاع ساقه اصلی نگذاشت (شکل ۱). نادر قلی و همکاران (Nadergoli *et al.*, 2011) اثر محلول‌پاشی روی را بر لوبیا مورد بررسی قرار دادند، این محققین روی را به صورت خاک مصرف و محلول‌پاشی در مراحل مختلف رشدی لوبیا سبز به کار بردند. بر اساس اظهار نظر این محققین بیشترین ارتفاع ساقه در اثر محلول‌پاشی روی در مراحل طویل شدن ساقه، گل‌دهی و مرحله تولید نیام به دست آمد. اختلاف بین حداقل و حداکثر ارتفاع بوته مشاهده شده ۷۶ درصد بود. روی نقش مهمی را در تقسیم سلولی و طویل شدن سلول ها بر عهده دارد. این دو صفت منجر به افزایش ارتفاع ساقه گیاه می گردند. شاکر و همکاران (ShakerandAL-Doori, 2012) نیز گزارش نمودند که کمبود روی طول میان گره ها را در گیاهان کاهش می‌دهد.

تعداد برگ در بوته

مقایسه میانگین تعداد برگ تحت تاثیر نوع کود نشان داد که کاربرد توام روی و آهن اثر بیشتری بر تعداد برگ‌ها نسبت به کاربرد هریک از آن‌ها به تنهایی داشت. در صورت کاربرد روی و آهن تعداد برگ‌ها ۴۴ عدد به دست آمد که نسبت به کاربرد آهن و روی به تنهایی به ترتیب به میزان ۱۶/۷ و ۱۰/۲ درصد بیشتر بود. اختلاف معنی‌داری از نظر تعداد برگ بین تیمارهای کاربرد آهن و روی مشاهده نشد (شکل ۲).

مقایسه میانگین تعداد برگ در بوته تحت تاثیر کاربرد کودها در مراحل مختلف رشد و نمو لوبیا نشان داد که در بین تیمارهای مورد بررسی بیشترین تعداد برگ در بوته در صورت محلول‌پاشی کودها در مرحله رویشی (۶-۸ برگی) و آغاز گل‌دهی به تعداد ۴۸/۷ عدد به دست آمد. پس از این تیمار، کاربرد کود به صورت خاک مصرف و محلول‌پاشی کودها در هر سه مرحله رویشی، گل‌دهی و بعد از هر چین بیشترین تعداد برگ را به خود اختصاص دادند. در تیمارهای محلول‌پاشی آهن و روی در مراحل رویشی و گل‌دهی، کاربرد خاک مصرف کودها و محلول‌پاشی کودها در هر سه مرحله رویشی، گل‌دهی و بعد از هر چین، تعداد برگ‌ها در هر بوته نسبت به شاهد به میزان ۵۵، ۵۲ و ۴۵ درصد افزایش داد. محلول‌پاشی کودها در یک مرحله تاثیر کمتری نسبت به محلول‌پاشی کودها در چند مرحله داشت که این امر حاکی از این است که محلول‌پاشی نمی‌تواند نیاز کودها را در تمامی طول دوره رشد و نمو گیاه برآورده سازد. به‌طوری که در این بررسی محلول‌پاشی کودها در مرحله رویشی و مرحله آغاز گل‌دهی به تنهایی تعداد برگ‌ها را نسبت به شاهد فقط به میزان ۳۱ و ۲۸/۶ درصد افزایش داد. اختلاف معنی‌داری از نظر تعداد دانه بین تیمارهای محلول‌پاشی آهن و روی تنها در مرحله رویشی و پر شدن دانه مشاهده نشد (شکل ۳). المونم و

همکاران (El-Monem *et al.*, 2009) نیز اظهار داشتند که تعداد برگ‌ها در لوبیا با محلول‌پاشی روی افزایش می‌یابد. هاسیسالیهوگلو و همکاران (Hacisalihoglu *et al.*, 2004) اظهار داشتند که کمبود روی منجر به زرد شدن و پیری برگ‌های لوبیا می‌گردد. لذا پیری برگ‌ها تحت تاثیر کمبود روی از تعداد برگ‌های لوبیا می‌کاهد.

وزن خشک برگ‌های هر بوته

با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین وزن خشک برگ‌های هر بوته تحت تاثیر نوع کود به کار برده شده، کاربرد توام کودها با ٤/٤٧ گرم، وزن خشک برگ بیشتری را نسبت به کاربرد هر یک به تنهایی تولید کرد، اما از نظر وزن خشک برگ بین تیمارهای کاربرد آهن و روی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. کاربرد کودهای آهن و روی به صورت توام نسبت به کاربرد کودهای آهن و روی به تنهایی وزن خشک برگ‌های هر بوته را به ترتیب به میزان ٤٩ و ٣٢ درصد افزایش داد (شکل ٤). نادر قلی و همکاران (Nadergoli *et al.*, 2011) گزارش نمودند که محلول‌پاشی روی سطح برگ را در لوبیا افزایش می‌دهد که نتیجه آن افزایش وزن برگ می‌باشد.

بر اساس نتایج به دست آمده از این بررسی، محلول‌پاشی کودهای آهن و روی در دو مرحله رویشی و آغاز گل‌دهی و سه مرحله رویشی، گل‌دهی و بعد از هر چین، وزن خشک بیشتری را نسبت به سایر تیمارها تولید کرد. در این دو تیمار وزن خشک برگ‌ها معادل ٤/٥٥ گرم در بوته به دست آمد که نسبت به شاهد ١٢٧ درصد بیشتر بود. پس از این تیمارها، کاربرد خاک مصرف کودها و کاربرد کودها تنها در مرحله آغاز گل‌دهی بیشترین وزن خشک برگ‌ها را تولید کرد که نسبت به شاهد به ترتیب به میزان ١٠٠ و ٨٨ درصد بیشتر بود. کمترین وزن خشک برگ‌ها در تیمارهای محلول‌پاشی کودها در مراحل رویشی و بعد از برداشت هر چین به میزان به ترتیب ٣/٢٢ و ٣/٣٣ گرم در بوته به دست آمد. این دو تیمار نسبت به شاهد افزایشی ٦١ و ٦٦ درصدی را در وزن خشک برگ‌های هر بوته باعث شدند (شکل ٥). محققین گزارش نمودند که آهن و روی اثرات مثبتی را بر فعالیت آنزیم‌ها و متابولیسم آنزیم‌ها داشته و لذا کاربرد این کودها رشد گیاه را بهبود می‌بخشد (Babaeian *et al.*, 2012).

تعداد شاخه فرعی در هر بوته

مقایسه میانگین تعداد شاخه فرعی تحت تاثیر کاربرد کودهای آهن و روی در مراحل مختلف رشدی لوبیا نشان داد که در تیمارهای شاهد، خاک مصرف و محلول‌پاشی بعد از برداشت هر چین، تعداد شاخه فرعی تحت تاثیر نوع کود قرار نگرفت، در حالی که در سایر تیمارها به غیر از کاربرد کودها در هر سه مرحله، کاربرد توام آهن و روی، تعداد شاخه فرعی بیشتری را نسبت به کاربرد هر یک به تنهایی باعث شد. در تیمار کاربرد کودها در سه مرحله، کاربرد توام کودها تنها نسبت به کاربرد روی به تنهایی تعداد شاخه فرعی بیشتری را باعث شد، ولی در صورت کاربرد کودها در هر سه مرحله رویشی، گل‌دهی و بعد از هر برداشت، بین تیمارهای کاربرد کود به صورت توام و کاربرد آهن به تنهایی از نظر تعداد شاخه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در این بررسی بیشترین تعداد شاخه در تیمار کاربرد توام آهن و روی در مراحل رویشی و گل‌دهی، تعداد ١٧ عدد به دست آمد. بر اساس نتایج به دست آمده از این بررسی در صورت کاربرد کود آهن به تنهایی بیشترین تعداد شاخه در تیمارهای خاک مصرف و محلول‌پاشی در هر سه مرحله به دست آمد که نسبت به شاهد به ترتیب به میزان ١٤٠ و ١٢٦ درصد بیشتر بود. کاربرد آهن تنها در مرحله آغاز گل‌دهی نیز به میزان ٦٦ درصد بر تعداد شاخه‌ها نسبت به شاهد افزود. سایر تیمارهای کود آهن اثر معنی‌داری بر تعداد شاخه‌های فرعی نداشت. در صورت کاربرد کود روی نیز کاربرد خاک مصرف و محلول‌پاشی در سه مرحله رویشی، گل‌دهی و پر شدن دانه تعداد شاخه بیشتری را در تعداد شاخه‌های فرعی باعث شدند. در این دو تیمار تعداد شاخه‌ها ١٠ عدد بود که نسبت به شاهد به میزان ١٠٠ درصد بیشتر بود. محلول‌پاشی روی در مرحله رویشی به تنهایی و مراحل رویشی و گل‌دهی به صورت توام نیز این صفت را نسبت به شاهد به ترتیب به میزان ٨٦ و ٧٢ درصد افزایش داد. در صورت کاربرد توام کودها بیشترین تعداد شاخه فرعی به تعداد ١٧ عدد به دست آمد که نسبت به شاهد ٢٤٠ درصد بر تعداد شاخه‌های فرعی افزود. سایر تیمارها به غیر از محلول‌پاشی بعد از برداشت هر چین افزایش مشابهی را در تعداد شاخه فرعی باعث شدند. در صورت کاربرد توام کودها در تیمارهای خاک مصرف، محلول‌پاشی در مرحله رویشی و آغاز گل‌دهی و محلول‌پاشی در هر سه مرحله، تعداد شاخه فرعی نسبت به

شاهد به ترتیب به میزان ۱۴۰، ۱۴۶، ۱۶۰ و ۱۵۳ درصد افزایش یافت. هیچ یک از تیمارهای نوع کود در صورت محلول‌پاشی بعد از برداشت هر چین، اثر معنی‌داری بر تعداد شاخه‌های فرعی نگذاشت (شکل ۶). القیزاوی و مهاسن (El-Gizawy and Mehasen, 2009) گزارش نمودند که محلول‌پاشی روی تعداد شاخه را در هر گیاه افزایش می‌دهد. هامسا و پوتیاه (Hamsa and Puttaiah, 2012) اظهار داشتند که کاربرد روی تعداد شاخه‌ها را در گیاه لوبیا افزایش می‌دهد.

وزن خشک ساقه

مقایسه میانگین وزن خشک ساقه تحت تاثیر نوع کود نشان داد که کاربرد توام کودها وزن خشک ساقه بیشتری را نسبت به کاربرد هر یک به تنهایی داشت. در صورت کاربرد توام کودها وزن خشک ساقه ۲۱/۳ گرم به دست آمد که نسبت به کاربرد آهن و روی به تنهایی وزن خشک ساقه را به ترتیب ۲۶/۵ و ۲۰/۳ درصد افزایش داد. بین تیمارهای کاربرد کودهای آهن و روی از نظر وزن خشک ساقه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۷). حیدریان و همکاران (Heidarian *et al.*, 2011) گزارش نمودند که روی و آهن نقش مهمی را در فتوسنتز و تخصیص مواد فتوسنتزی به بخش‌های مختلف گیاهان بر عهده دارند. بر اساس گزارش این محققین نیز کاربرد آهن و روی به صورت توام نقش مثبت بیشتری را نسبت به کاربرد هر یک به تنهایی بر تولید ماده خشک در گیاهان داشت.

بر اساس نتایج به دست آمده از این بررسی تمامی تیمارهای کاربرد کودها افزایش معنی‌داری را در وزن خشک ساقه نسبت به شاهد باعث گردید. در تیمارهای مصرف عناصر ریز مغذی بیشترین وزن خشک ساقه به میزان ۲۲/۳۳ گرم در تیمار محلول‌پاشی کودها در مرحله رشد رویشی و گل‌دهی و کمترین آن به میزان ۱۶ گرم در صورت محلول‌پاشی کودها بعد از برداشت هر چین به دست آمد که این دو تیمار افزایشی ۷۱ و ۲۳ درصدی را در وزن خشک ساقه نسبت به شاهد نشان دادند. پس از محلول‌پاشی کودها در مرحله رویشی و گل‌دهی، کاربرد خاک مصرف کودها و محلول‌پاشی در هر سه مرحله، بدون اختلاف معنی‌داری با تیمار کاربرد کودها در دو مرحله رویشی و گل‌دهی بیشترین افزایش را در وزن خشک ساقه باعث شد و این تیمار را نسبت به شاهد به ترتیب به میزان ۶۶ و ۶۲ درصد افزایش داد. محلول‌پاشی کودها تنها در مرحله رویشی و آغاز گل‌دهی نیز وزن خشک ساقه‌ها را نسبت به شاهد به ترتیب به میزان ۳۵ و ۴۷ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (شکل ۳-۱). برووسکی و میچالک (Borowski and Michałek, 2011) اظهار داشتند که کاربرد آهن میزان کلروفیل را در برگ‌های لوبیا افزایش می‌دهند، لذا با کاربرد آهن میزان تولید اسمیلات ها افزایش یافته و وزن خشک بخش‌های مختلف گیاه از جمله ساقه می‌تواند افزایش یابد.

وزن خشک اندام هوایی بوته

نتایج حاصل از مقایسه میانگین وزن خشک اندام هوایی تحت تاثیر نوع کود نشان داد که بیشترین وزن خشک اندام هوایی در صورت کاربرد توام آهن و روی به میزان ۲۵/۹ گرم در بوته به دست آمد. کاربرد آهن و روی به صورت توام نسبت به کاربرد آهن و روی به تنهایی وزن خشک اندام هوایی را به میزان ۳۰ و ۲۳ درصد افزایش داد (شکل ۹). هر یک از کودهای آهن و روی نقش‌های فیزیولوژیکی متفاوتی بر گیاهان بر عهده دارند. کمبود هر یک از این کودها می‌تواند رشد را کاهش داده و یا حتی منجر به مرگ گیاه گردد (Heidarian *et al.*, 2011). لذا کاربرد توام هر دو کود اثرات مثبت بر رشد و نمو گیاه خواهند داشت.

مقایسه میانگین وزن خشک اندام هوایی تحت تاثیر کاربرد کودها در مراحل مختلف رشدی لوبیای سبز نشان داد که کاربرد کودها بعد از برداشت هر چین کمترین اثر را بر وزن خشک اندام هوایی داشت و این صفت را نسبت به شاهد فقط به میزان ۲۸ درصد افزایش داد. بیشترین میزان وزن خشک اندام هوایی نیز در صورت کاربرد خاک مصرف کودها، محلول‌پاشی کودها در دو مرحله رویشی و گل‌دهی و محلول‌پاشی در سه مرحله به دست آمد. این سه تیمار افزایشی ۷۲، ۷۹ و ۷۲ درصدی را در وزن خشک اندام هوایی نسبت به شاهد باعث شدند. محلول‌پاشی کودها تنها در مرحله رویشی و مرحله گل‌دهی نیز وزن خشک اندام هوایی را نسبت به شاهد به ترتیب به میزان ۴۱ و ۴۴ درصد افزایش داد (شکل ۱۰). موسوی و رونقی (Moosavi and Ronaghi, 2011) اظهار داشتند که آهن میزان بیوماس اندام هوایی گیاهان را افزایش می‌دهد. لذا مشاهده می‌شود که روی و آهن هر دو می‌توانند میزان فتوسنتز گیاهان را افزایش دهند و در نتیجه منجر به افزایش میزان بیوماس در گیاهان گردند.

عملکرد نیام سبز در واحد سطح

با توجه به نتایج بـه دسـت آمـده از ایـن بررسـی بیـشترین عملکرد نیام در واحد سطح به میزان ۲/۲۹ کیلوگرم در متر مربع در صورت کاربرد توام کودهـا و کمتـرین میـزان آن بـه میـزان ۱/۸۲ کیلوگرم در متر مربع در صـورت کـاربرد کـود آهـن بـه تنهایی حاصل گردید. کاربرد توام آهن و روی نسبت بـه تیمـار کاربرد آهن به تنهایی و کاربرد روی به تنهایی به ترتیـب ۲۳/۳ و ۱۵/٦ درصـد از عملکـرد نیـام در واحـد سـطح بیـشتری برخوردار بود. در تیمار کاربرد روی به تنهایی نیز عملکرد نیـام در واحد سطح ۵/۷ درصد بیشتر از تیمار کاربرد کـود آهـن بـه تنهایی بود.

مقایسه میانگین عملکرد نیام در واحـد سـطح تحـت تـاثیر کوددهی در مراحل مختلف رشد و نمو لوبیا سبز نـشان داد کـه در بین تیمارهای مورد بررسی، تیمارهای کاربرد خاک مـصرف کودها، محلول‌پاشی در دو مرحله رویـشی و آغـاز گـل‌دهـی و محلول‌پاشی در سه مرحله رویـشی، آغـاز گـل‌دهـی و بعـد از برداشت هر چین بیشترین افزایش را در عملکرد نیام در واحـد سطح باعث شدند. در این سه تیمـار، عملکـرد نیـام در واحـد سطح به ترتیب ۲/۳۲، ۲/۲۳ و ۲/۳۲ کیلوگرم در متـر مربـع بـه دست آمد که نسبت به شاهد به ترتیب بـه میـزان ٦۵، ۵۹ و ٦۵ درصد بیشتر بود. پس از این تیمارها، محلول‌پاشی کود تنهـا در مرحله رویشی بیشترین افـزایش را در عملکـرد نیـام در واحـد سطح باعث شد و این صفت را نسبت به شـاهد بـه میـزان ۵۰ درصد افزایش داد. کمترین میزان افـزایش در عملکـرد نیـام در واحد سطح مربوط به تیمارهای محلول‌پاشی در مرحله رویشی و بعد از برداشت هر چین بود. در این دو تیمار عملکرد نیام در واحد سطح به ترتیب ۱/۸ و ۱/۸ کیلوگرم در متر مربع به دست آمد که نسبت به شاهد ۲۸ و ۲۸ درصد بیشتر بود (شـکل ۱۱). آهن برای تشکیل کلروفیل و در نتیجه فتوسنتز ضروری است و کمبود آن به شدت میزان تولید آسمیلات‌ها را کاهش مـی‌دهـد (Pirzad and Shokrani, 2012). علاوه بر آن محلـول‌پاشـی روی میزان کلروفیل a و b و فعالیت فتوسیـستم II را افـزایش داده و باعث افزایش تجمع متابولیت‌ها (ترکیبات قندی محلول، پلیساکاریدها، و پـروتیین‌هـای محلـول) در انـدام‌هـای هـوایی می‌شود (Arif, 2012). سایر محققین نیز اظهار داشتند که روی میزان فتوسنتز و دوام سطح برگ را افزایش می‌دهد و در نتیجـه میزان تولید آسمیلات‌ها افـزایش مـی‌یابـد (Yousefi, 2012). موسوی و رونقـی (Moosavi and Ronaghi, 2011) اظهـار داشتند که آهن میزان بیوماس انـدام هـوایی گیاهـان را افـزایش می‌دهد. لذا مشاهده می‌شود که روی و آهن هـر دو مـی‌تواننـد میزان فتوسنتز گیاهان را افـزایش دهنـد و در نتیجـه منجـر بـه افزایش میزان بیوماس در گیاهان گردند. لذا ایـن اثـرات مثبـت آهن و روی در نهایت می‌تواند منجر به افـزایش عملکـرد دانـه گردد.

در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که تیمارهـای کـاربرد خاک مصرف عناصر، محلول‌پاشی عناصر در دو مرحله رویشی و آغاز گل‌دهی و محلول‌پاشی عناصر در سـه مرحلـه رویـشی، آغاز گل‌دهی و بعد از برداشت هر چین، باعث افزایش صـفات مورد بررسی از جمله ارتفاع سـاقه، تعـداد بـرگ، وزن خـشک برگ‌های بوته، وزن خشک سـاقه، وزن خـشک انـدام هـوایی، میانگین طول نیام و عملکرد نیام شدند. در این بررسـی کـاربرد توام آهن و روی، تعداد برگ، وزن خشک بـرگ، وزن خـشک ساقه، وزن خشک انـدام هـوایی و عملکـرد نیـام را بـه میـزان بیشتری نسبت به کاربرد هر یک از کودها به تنهایی افزایش داد. بیشترین عملکرد نیام در واحد سطح به میزان ۲/۲۹ کیلوگرم در صورت کاربرد توام کودها و کمترین میزان آن بـه میـزان ۱/۸۲ کیلوگرم در صورت کاربرد کود آهن به تنهایی حاصـل گردیـد. هم‌چنین تیمارهای کاربرد خاک مصرف کودها، محلول‌پاشی در دو مرحله رویشی و آغاز گل‌دهی و محلول‌پاشی در سه مرحله رویشی، آغاز گل‌دهـی و بعـد از برداشـت هـر چـین بیـشترین افزایش را در عملکرد نیام در واحد سطح باعث شدند و در این سه تیمار، عملکرد نیام به ترتیب به میزان ٦۵، ۵۹ و ٦۵ درصد بیشتر از شاهد بود.

جدول ۱- نتیجه آزمون تجزیه خاک

Table 1. Soil analysis results

Soil texture	clay	silt	sand	Absorbable manganese (p.p.m)	Absorbable iron (p.p.m)	Absorbable boron (p.p.m)	Absorbable zinc (p.p.m)	Absorbable potassium (p.p.m)	Absorbable phosphorous (p.p.m)	Total nitrogen (%)	Organic carbon (%)	Total neutralizing value	acidity	Electrical conductivity
Lomy-sandy	٪12	٪21	٪67	56	6	4.2	1.76	850	45.4	0.231	2.24	17.25	7.84	1.93

جدول ۲- حد بحرانی غلظت روی و آهن در خاک‌های زراعی با روش استخراج **DTPA** (میلی‌گرم در کیلوگرم) بـه نقل از ملکوتی و مهدی (۱۳۷۹)

Table 2. Iron and zinc critical limits in soil by DTPA extraction method (mg/Kg)

micronutrient	Deficiency limit	Toxic limit	optimal
Zn	1>	6<	2
Fe	5>	25<	10

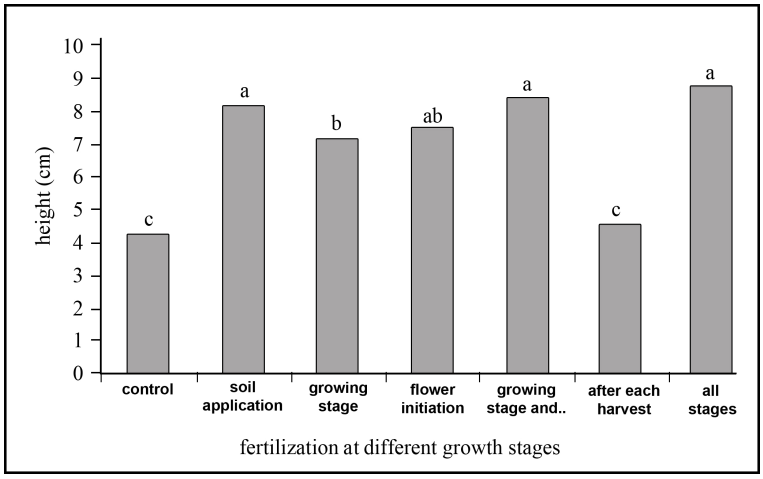
جدول ۳- جدول تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در لوبیا سبز

Table 3. variance analysis for the studied traits in green bean

S.O.V.	D.F.	Height	Secondry branch no	Leaf dry weight	Leaf number	Stem dry weight	Shoot dry weight	Pod yield
replication	2	2.048 ^{ns}	2.397 ^{ns}	0.587 ^{ns}	4.492 ^{ns}	0.778 ^{ns}	8.778 ^{ns}	0.04 ^{ns}
Fertilizer type	2	4.333 ^{ns}	69.540**	11.444**	220.111*	118.540**	667.873**	0.940**
Spraying time	6	32.349**	73.397**	7.175**	460.656**	103.608**	993.497**	1.049**
Fertilizer type × spraying time	12	1.889 ^{ns}	11.317*	1.5 ^{ns}	43.815 ^{ns}	10.577 ^{ns}	77.021 ^{ns}	0.065 ^{ns}
error	40	1.998	5.013	0.837	43.775	7.911	56.744	0.036
C.V. (%)		19.92	25.1	25.17	16.15	15.06	12.63	9.53

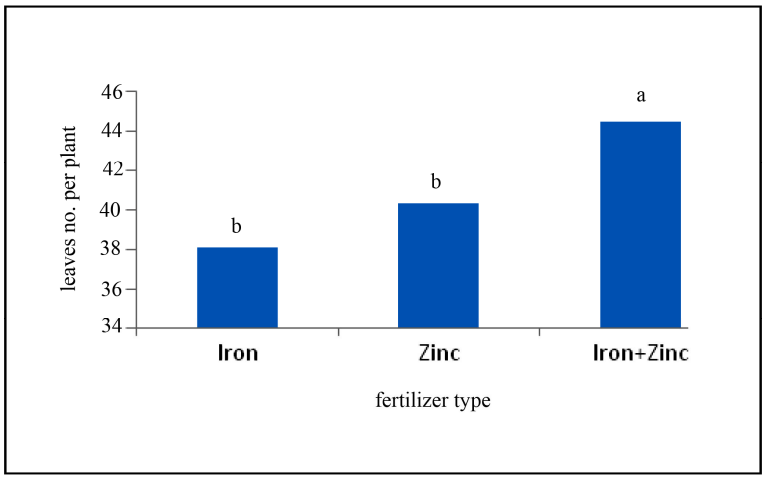
* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد، ns: غیر معنی‌دار

* and ** : significant at the 5 and 1% of probability levels, respectively, ns: non- significant



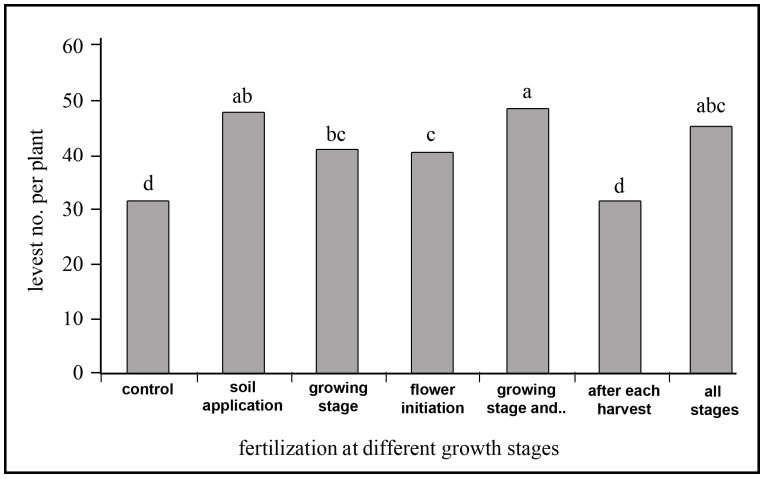
شکل ۱- مقایسه میانگین ارتفاع ساقه اصلی تحت تاثیر محلول‌پاشی کودهای ریز مغذی در مراحل مختلف رشدی لوبیا

Figure 1. Mean comparison of stem height affected by foliar application of micronutrient fertilizers at different growth stages of green bean



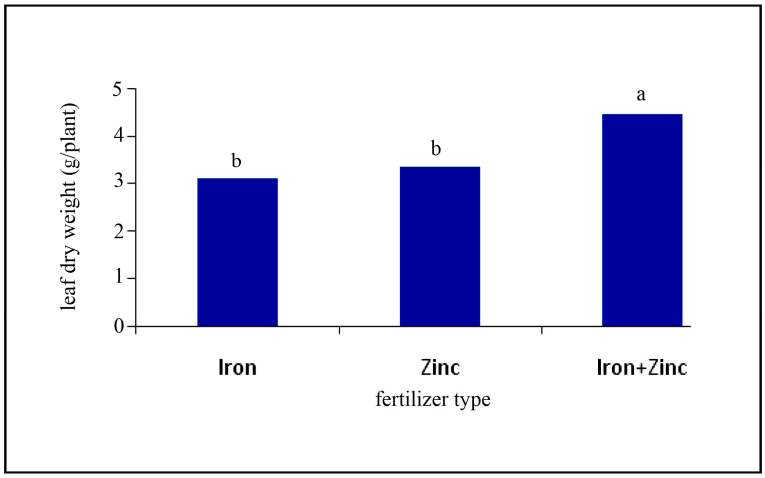
شکل۲- مقایسه میانگین تعداد برگ لوبیا سبز تحت تاثیر محلول‌پاشی کودهای ریز مغذی

Figure 2. Mean comparison of number of leaves affected by foliar application of micronutrient fertilizers in green bean.



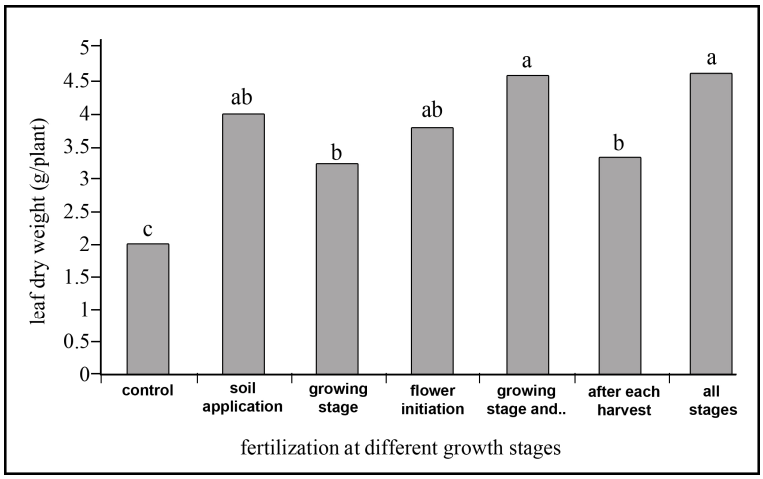
شکل ۳- مقایسه میانگین تعداد برگ تحت تاثیر محلول‌پاشی کودهای ریز مغذی در مراحل مختلف رشدی لوبیا سبز

Figure 3. Mean comparison of number of leaves affected by foliar application of micronutrient fertilizers at different growth stages of green beans.



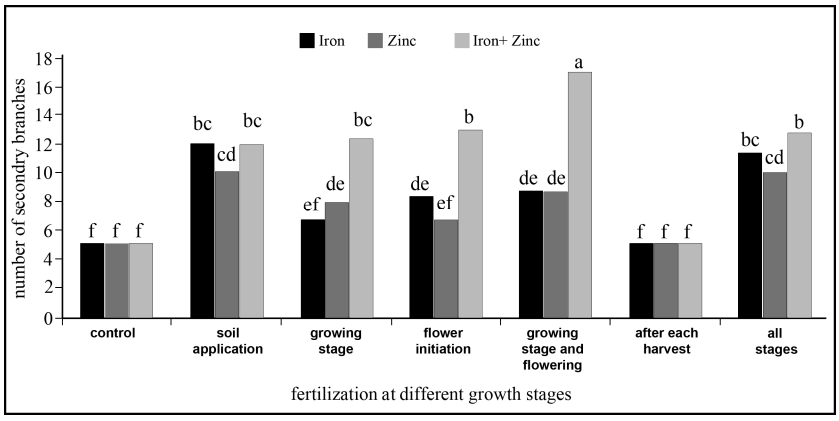
شکل ٤- مقایسه میانگین وزن خشک برگ‌های بوته لوبیا سبز تحت تاثیر محلول‌پاشی کودهای ریز مغذی

Figure 4. Mean comparison of dry weight of plant leaves affected by foliar application of micronutrient fertilizers in green bean.



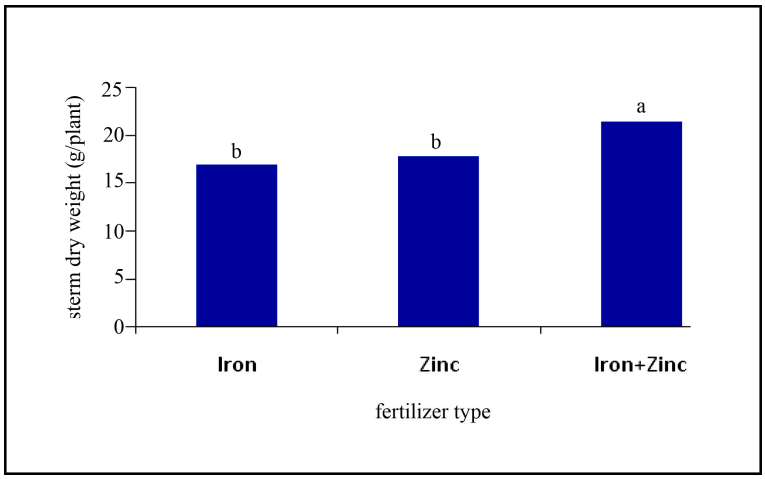
شکل ۵- مقایسه میانگین وزن خشک برگ‌های بوته تحت تاثیر محلول‌پاشی کودهای ریز مغذی در مراحل مختلف رشدی لوبیا سبز

Figure 5. Mean comparison of dry weight of the plant leaves affected by foliar application of micronutrient fertilizers at different growth stages of green bean.



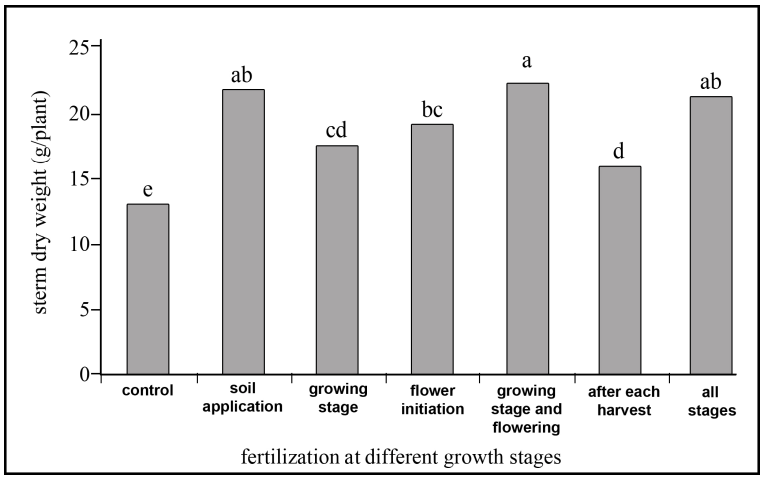
شکل ٦- مقایسه میانگین تعداد شاخه فرعی تحت تاثیر محلول‌پاشی کودهای ریز مغذی در مراحل مختلف رشدی لوبیا

Figure 6. Mean comparison of the average number of branches affected by foliar application of micronutrient fertilizers at different growth stages of green bean.



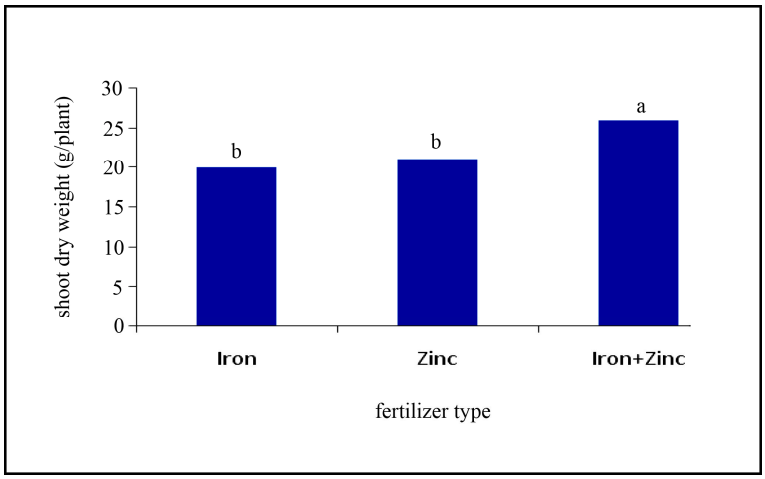
شکل ۷- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه تحت تاثیر محلول‌پاشی کودهای ریز مغذی

Figure 7. Mean comparison of shoot dry weight of green bean under the influence of foliar application of micronutrient fertilizers



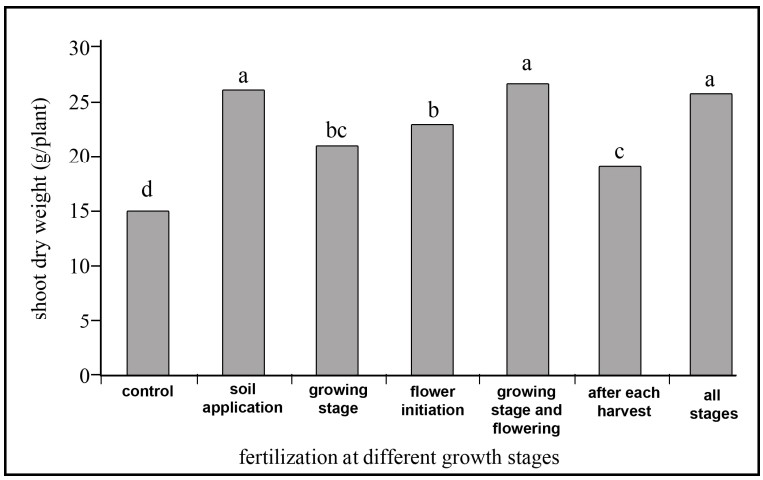
شکل ۸- مقایسه میانگین وزن خشک ساقه تحت تاثیر محلول‌پاشی کودهای ریز مغذی در مراحل مختلف رشدی لوبیا سبز

Figure 8. Mean comparison of dry weight of green bean stems affected by foliar application of micronutrient fertilizers at different growth stages.



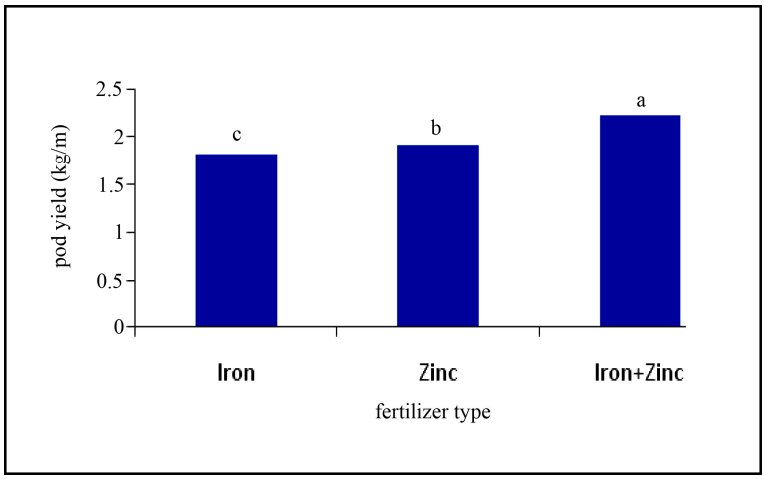
شکل۹- مقایسه میانگین وزن خشک اندام هوایی لوبیا سبز تحت تاثیر محلول‌پاشی کودهای ریز مغذی

Figure 9. Mean comparison of shoot dry weight under the influence of foliar application of micronutrient fertilizers in green bean.



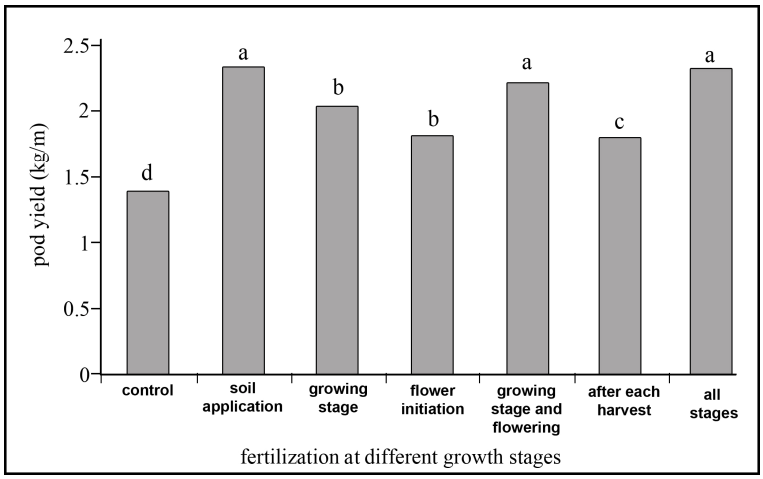
شکل ۱۰- مقایسه میانگین وزن خشک اندام‌هوایی لوبیا سبز تحت تاثیر محلول‌پاشی کودهای ریز مغذی در مراحل مختلف رشدی لوبیا سبز

Figure 10. Mean comparison of shoot dry weight under the influence of foliar application of micronutrient fertilizers at different growth stages of green bean.



شکل ۱۱- مقایسه میانگین عملکرد نیام لوبیا سبز در واحد سطح تحت تاثیر محلول‌پاشی کودهای ریز مغذی

Figure 11. Mean comparison of pod yield per unit area in green bean affected by foliar application of micronutrient fertilizers.



شکل ۱۲- مقایسه میانگین عملکرد نیام در واحد سطح تحت تاثیر محلول‌پاشی کودهای ریز مغذی در مراحل مختلف رشدی لوبیا سبز

Figure 12. Mean comparison of pod yield per unit area affected by foliar application of micronutrient fertilizers at different growth stages of green bean.

References

Aref F (2012) Effect of different zinc and boron application methods on leaf nitrogen, phosphorus and potassium concentrations in maize grown on zinc and boron deficient calcareous soils. Journal of Soil Nature 6(1):1-10.

Arif M, AsifShehzad M, Bashir F, Tasneem M, Yasin G, Iqbal M (2012) Boron, zinc and microtone effects on growth, chlorophyll contents and yield attributes in rice (*Oryza sativa* L.) African Journal of Biotechnology 11(48): 10851-10858.

Babaeian MY, Esmaeilian H, Tavassoli A, Asgharzade A (2012) Efficacy of different iron, zinc and magnesium fertilizers on yield and yield components of barley. African Journal of Microbiology Research 6(28): 5754-5756.

Boorboori MR, Eradatmand Asli D, Tehrani M (2012) The effect of dose and different methods of iron, zinc, manganese and copper application on yield components, morphological traits and grain protein percentage of barley plant (*Hordeum vulgare* L.) in greenhouse conditions. Advances in Environmental Biology 6(2): 740-746.

Borowski E, Michałek S (2011) The effect of foliar fertilization of French bean with iron salts and urea on some physiological processes in plants relative to iron uptake and translocation in leaves. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus 10(2): 183-193.

Bozorgi HR (2012) Effects of foliar spraying with marine plant *Ascophyllum nodosum* extract and nano iron chelate fertilizer on fruit yield and several attributes of eggplant (*Solanum melongena* L.). ARPN Journal of Agricultural and Biological Science (7): 104-116.

Datir RB, Apparao BJ, Laware SL (2012) Application of amino acid chelated micronutrients for enhancing growth and productivity in chili (*Capsicum annum* L.). Plant Sciences Feed 2(7): 100-105.

Ebrahim MKH, Aly MM (2004) Physiological response of wheat to foliar application of zinc and inoculation with some bacterial fertilizers. Journal of Plant Nutrition 27(10): 1859-1874.

El-Gizawy NKhB, Mehasen SAS (2009) Response of faba bean to bio, mineral phosphorus fertilizers and foliar application with zinc. World Applied Sciences Journal 6(10): 1359-1365.

El-Monem A, Sharaf M, Farghal II, Sofy MR (2009) Response of broad bean and lupin plants to foliar treatment with boron and zinc. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 3(3): 2226-2231.

Hacisalihoglu G, Ozturk L, Cakmak I, Welch RM, Kochian L (2004) Genotypic variation in common bean in response to zinc deficiency in calcareous soil. Plant and Soil 259: 71–83.

Hamsa A, Puttaiah ET (2012) Residual effect of zinc and boron on growth and yield of French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) -rice (*Oryza sativa* L.) cropping system. International Journal of Environmental Sciences 3: 4124-4135.

Heidarian AR, Kord H, Mostafavi K, ParvizLak A, Mashhadi FA (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.

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.

MonsefAfshar R, Hadi H, Pirzad A (2012) Effect of nano-iron foliar application on qualitative and quantitative characteristics of cowpea, under end season drought stress. International Research Journal of Applied and Basic Sciences 3 (8): 1709-1717.

Moosavi AA, Ronaghi A (2011) Influence of foliar and soil applications of iron and manganese on soybean dry matter yield and iron-manganese relationship in a calcareous soil. Australian Journal of Crop Science 5: 54-67.

Nadergoli M, Yarnia M, Rahimzadeh Khoei F (2011) Effect of zinc and manganese and their application method on yield and yield component of common bean. Middle east Journal of Scientific Research 8: 859-865.

Pirzad A, Shokrani F (2012) Effects of iron application on growth characters and flower yield of *Calendula officinalis* L. under water stress. World Applied Sciences Journal 18 (9): 1203-1208.

Salem HM, El-Gizawy NKhB (2012) Importance of micronutrients and its application methods for improving maize (*Zea mays* L.) yield grown in clayey soil. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 12 (7): 954-959.

Shahrokhi N, KhourgamiA, Nasrollahi H, Shirani-Rad AH (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.

Shaker AT, AL-Doori SA (2012) Response of some sunflower hybrids to zinc foliar spraying and phosphorus fertilizer levels under sandy soils conditions. Journal of Tikrit University for Agricultural Science 12: 75-81.

Sujatha G, Jayabalan N, Ranjitha Kumari BD (2007) Rapid in vitro micropropagation of *Cicer arietinum* L. Hort Science 34(1): 1–5.

Yousefi M (2012) Impact of Zn and Mn foliar application on yield of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) under two irrigation regimes. International Journal of Agriculture: Research and Review 2(3): 102-107.