



روند تغییرات شاخص سطح برگ، عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا سبز (*Phaseolous vulgaris* L.) با کاربرد سولفات روی و نیتروژن

شهرام لک^{۱*}، مهرانوش کرمانشاهی^۲ و حسن نوریانی^۳

چکیده

تغذیه صحیح گیاه یکی از عوامل مهم در بهبود عملکرد کمی و کیفی محصول به‌شمار می‌آید. بر این اساس، اثر سطوح مختلف سولفات روی و نیتروژن بر شاخص سطح برگ، عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا سبز در تابستان سال ۱۳۹۱ به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شهرستان دزفول بررسی گردید. در این تحقیق کرت‌های اصلی، شامل چهار سطح مصرف نیتروژن (صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار) از منبع کود اوره و کرت‌های فرعی شامل چهار سطح مصرف سولفات روی (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار) بودند. نتایج نشان داد که مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، شاخص سطح برگ، ماده خشک کل گیاه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و میزان پروتئین را افزایش داد. مصرف سولفات روی در مقادیر ۲۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار عملکرد و اجزای آن را به خود اختصاص داد. بیشترین شاخص سطح برگ، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت و میزان پروتئین با کاربرد همزمان ۹۰ کیلوگرم نیتروژن و ۲۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار حاصل گردید. به‌نظر می‌رسد مصرف عنصر روی در غلظت‌های مناسب از طریق دخالت در فرآیندهای فیزیولوژیکی و متابولیسم نیتروژن در گیاه به عنوان یک عنصر ضروری، فرآیندهای رشد در لوبیا سبز را تسریع نموده و باعث افزایش عملکرد آن می‌گردد.

واژگان کلیدی: لوبیا سبز، سولفات روی، شاخص سطح برگ، عملکرد، نیتروژن.

Sh.lack50@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۴/۴/۲۰

تاریخ پذیرش: ۹۴/۸/۲۰

۱- گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران. (* نگارنده‌ی مسئول)

۲- گروه زراعت، پردیس علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۳- استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

مقدمه

در فرآیند تغذیه، نه تنها بایستی هر عنصر به اندازه کافی در دسترس گیاه قرار گیرد، بلکه ایجاد تعادل و رعایت تناسب میان همه عناصر غذایی (کم مصرف و پرمصرف) از اهمیت زیادی برخوردار است، زیرا در غیر این صورت به دلیل بروز اختلال در رشد و نمو گیاه، عملکرد کاهش می‌یابد (Malakoti and Homae, 2000; Khavarinejad et al., 2011).

روی به‌عنوان یک عنصر ضروری، نقش ساختاری و عملکردی فراوانی در بسیاری از فرآیندهای متابولیکی گیاهان بر عهده دارد، ولی مقدار اضافی آن به‌ویژه در خاک‌های اسیدی یک عامل محدود کننده محسوب می‌شود، غلظت‌های بحرانی روی، برای انجام وظایف طبیعی گیاه در برخی از مسیرهای فیزیولوژیکی می‌تواند مسئله ساز باشد. این مسیرها، نقش مهمی در فتوسنتز و تشکیل قند، سنتز پروتئین، باروری، تولید بذر، تنظیم رشد و دفاع در برابر بیماری‌ها دارند. کمبود روی در گیاه زراعی با ایجاد اختلال در فرآیندهای فیزیولوژیکی، سلامت و باردهی گیاه را کاهش می‌دهد (Benghnaya, 2007). بر اساس شواهد، نیتروژن مهم‌ترین عنصر محدود کننده عملکرد گیاهان زراعی است. نیتروژن نقش مهمی در بسیاری از فرآیندها از جمله بیوشیمی گیاه، ساختمان آنزیم‌ها، ساختمان کلروفیل‌ها، اسیدهای نوکلئیک، پروتئین‌های ذخیره‌ای، دیواره سلول و دیگر ترکیبات سلولی دارد، در نتیجه، کمبود این عنصر بقای گیاه، عملکرد و پروتئین دانه را متأثر می‌سازد (Gan et al., 2011; Rion and Alloway, 2004). دستیابی به دانش صحیح میزان مصرف کودهای مؤثر در رشد و نمو گیاهان زراعی از جمله لوبیا سبز، فرصت‌های جدیدی را برای افزایش کارایی مصرف کودها و اطلاع از پیامدهای ناشی از مصرف بی‌رویه آنها به‌وجود می‌آورد. محققین گزارش کردند،

عنصر روی در غلظت‌های بالاتر از ۷۵ میکرومولار به‌طور معنی‌داری وزن تر و خشک گیاه، طول ریشه و ساقه و میزان قندهای محلول لوبیا سبز را کاهش و در مقابل میزان قندهای نامحلول و نشاسته را افزایش داد. غلظت‌های بالای مصرف روی با تأثیرگذاری و اختلال در فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی باعث کاهش شاخص‌های رشد از جمله سرعت فتوسنتز خالص، سرعت رشد نسبی گیاه و محتوای آب برگ گردید (Lopez-Millan et al., 2005; Khavarinejad et al., 2011). عمرخان و همکاران (Umar Khan et al., 2010) اظهار داشتند عنصر روی از طریق دخالت در متابولیسم نیتروژن، نشاسته و چربی و تأمین بیشتر نیتروژن به‌عنوان یک عنصر ضروری، فرآیند رشد را در گیاهان تسریع می‌نماید. گان و همکاران (Gan et al., 2011) اظهار داشتند که بهبود کارایی مصرف نیتروژن، راه‌کار کلیدی برای توسعه نظام‌های کشاورزی پایدار است که بیشترین تولید، با کمترین انرژی ورودی و اتلاف نیتروژن را ممکن می‌سازد. رسولی و همکاران (Rasoli et al., 2011) در آزمایش خود نشان دادند که نیتروژن باعث افزایش میزان گلدهی و تولید بیشتر نیام می‌گردد. نصری و خلعت‌بری (Nasri and Khalatbari, 2011) با آزمایش بر روی لوبیا سبز گزارش نمودند، نیتروژن باعث افزایش پروتئین و عملکرد دانه گردید. نصری و خلعت‌بری (Nasri and Khalatbari, 2011) طی تحقیقی به‌منظور بررسی کاهش مصرف کود اوره با پوشش گوگردی و تیمار کودی پتاسیم و روی بر خصوصیات کمی و کیفی لوبیا سبز نتیجه گرفتند که بالاترین میزان عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد پروتئین، درصد هیدرات‌کربن و عملکرد هیدرات‌کربن از تیمار مصرف ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار و کاربرد توام پتاسیم و برگ‌پاشی روی به‌دست آمد و

عدم جذب نیتروژن در اثر مصرف زیاد آن است، چنین تاثیراتی را بایستی به واکنش‌های آنزیمی برای احیای نیترات، تشکیل اسیدهای آمینه و پروتئین مربوط دانست. به علت مصرف بیشتر عنصر نیتروژن دوره رشد رویشی طولانی‌تر شده و گیاه دیرتر وارد فاز زایشی خود گشته، لذا برخورد گلدهی و غلاف‌بندی به فصل گرما بر اثر دمای بالای محیط، فعالیت آنزیم‌ها مختل شده و میزان نیترات افزایش معنی‌داری نشان داد. در این تحقیق، بیشترین عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد پروتئین با مصرف هم‌زمان روی و نیتروژن حاصل گردید.

با توجه به این‌که، یکی از علل مهم کاهش عملکرد در مناطق مختلف، عدم مدیریت صحیح مصرف عناصر غذایی می‌باشد، به نظر می‌رسد تعیین میزان مصرف صحیح عناصر روی و نیتروژن، راهنمای خوبی جهت اعمال مدیریت زراعی در راستای کاهش اثرات منفی کودها و افزایش عملکرد لوبیا سبز باشد، پژوهش حاضر در این راستا، طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق بر اساس آزمایش کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شهرستان دزفول (با طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی) در تابستان سال ۱۳۹۱ اجرا گردید. کرت‌های اصلی، متشکل از چهار مقدار مصرف نیتروژن (N_0 ، N_{30} ، N_{60} و N_{90}) به ترتیب مصرف صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع کود اوره (محتوی ۴۶ درصد نیتروژن) و کرت‌های فرعی، شامل مصرف مقادیر صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی (به ترتیب Zn_0 ، Zn_{10} ، Zn_{20} و Zn_{30}) بود. برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش، قبل از آماده‌سازی از عمق‌های صفر

کمترین میزان در تمامی این صفات از تیمار مصرف ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره با پوشش گوگردی و کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم پتاسیم حاصل گردید. بالاترین میزان درصد پروتئین از تیمار مصرف ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره با پوشش گوگردی و کاربرد توام پتاسیم و برگ‌پاشی روی با حاصل گردید و پایین‌ترین درصد پروتئین را تیمار مصرف ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره با پوشش گوگردی و کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم پتاسیم به خود تخصیص داد. قنبری و همکاران (Ghanbari *et al.*, 2013) گزارش کردند که استفاده از روی در لوبیا با افزایش کربوهیدرات‌های محلول، بر میزان ماده خشک گیاه افزوده است. این افزایش نتیجه نقش کلیدی روی در تحریک فعالیت‌های فتوسنتزی و افزایش میزان آسیمیلات‌های تولیدی است. صالحین و رحمان (Salehin and Rahman, 2012) عنوان نمودند برهمکنش سولفات‌های پتاسیم و روی ضمن افزایش عملکرد و بهبود کیفیت، غلظت نیترات تجمع یافته در غده‌های سیب‌زمینی به میزان چشم‌گیری کاهش یافت و از ۴۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم بر حسب ماده خشک در تیمار شاهد به ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در تیمار کاربرد ۴۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی رسید. نصری و خلعت‌بری (Nasri and Khalatbari, 2015) در آزمایشی در شرایط خنثی و اسیدی در خاک، در لوبیا با مصرف ۱۵۰ میلی‌گرم نیتروژن در ۸۰۰ گرم خاک، کیفیت و مقدار نیترات در حد مطلوب گزارش شد. با مصرف بیشتر نیتروژن میزان نیترات افزایش یافت اما با مصرف پتاسیم و روی و نیتروژن میزان نیترات کاهش معنی‌داری داشت که هر چند افزایش سطح مصرف نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی بوته‌ها گردید. عدم افزایش عملکرد ناشی از مسمومیت گیاه در اثر مصرف بیش از حد کود و یا

۱۰ روز یک بار ۳ بوته به طور تصادفی انتخاب و برداشت شد. در طی نه مرحله، ابتدا سطح برگ ۳ گیاه به روش کپی برداری تعیین و شاخص سطح برگ در تیمارهای مختلف آزمایشی محاسبه شد. عملیات برداشت نهایی به صورت دستی در پانزدهم آبان ۱۳۹۱ انجام شد.

جهت تعیین عملکرد دانه، بوته‌های موجود در سطحی معادل ۵ متر مربع از هر کرت آزمایشی برداشت شد و جهت خشک شدن نهایی، به مدت یک هفته در هوای آزاد قرار گرفت. دانه‌های برداشت شده از هر کرت، به طور جداگانه با ترازوی دقیق آزمایشگاهی توزین گردیدند و با تعمیم دادن به هکتار، عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار به دست آمد. برای تعیین عملکرد کل، در هر کرت از مساحت برداشت ۵ متر مربع، تمام قسمت‌های گیاه کف بر شده و با ترازوی دقیق و با دقت یک گرم اندازه‌گیری شد و در نهایت به هکتار تعمیم داده شد. با تقسیم عملکرد دانه با رطوبت ۱۴ درصد (بر حسب گرم در متر مربع) بر عملکرد بیولوژیکی (گرم در متر مربع) شاخص برداشت تیمارهای آزمایشی به دست آمد. در مرحله برداشت برای اندازه‌گیری پروتئین دانه از دستگاه اسپکتروفتومتری با طول موج ۱۹۰ نانومتر و از محلول برد فورید برای سنجش پروتئین استفاده گردید. با ضرب درصد پروتئین هر تیمار در عملکرد دانه آن، عملکرد پروتئین برای هر تیمار محاسبه شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و ارزیابی نتایج، از نرم افزار MSTATC استفاده شد، مقایسه میانگین‌های صفات مورد ارزیابی، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت و جهت رسم شکل‌ها، از نرم افزار Excel استفاده گردید.

تا ۳۰ سانتی‌متری از ۵ نقطه نمونه برداری به عمل آمد. نمونه مرکب جهت بررسی خواص فیزیکی و شیمیایی و تعیین بافت خاک به آزمایشگاه ارسال شد، نتایج تجزیه خاک در جدول ۱ نشان داده شده است.

عملیات خاک‌ورزی در ابتدای مرداد ۱۳۹۱ انجام شد. در ابتدا پس از آبیاری اولیه زمین و گاورو شدن، اقدام به شخم توسط گاواهن برگردان دار شد. با توجه به نتایج آزمون خاک محل آزمایش، عناصر فسفر و پتاس مورد نیاز به میزان ۵۰ کیلوگرم فسفر (P_2O_5) و ۷۰ کیلوگرم پتاس (K_2O) در هکتار (از منبع کود مونیو فسفات پتاسیم)، به صورت پایه و قبل از دیسک دوم به صورت یکنواخت به همراه تیمارهای کود سولفات روی و پنجاه درصد تیمار نیتروژن در مزرعه توزیع و به وسیله دیسک با خاک مخلوط گردید. پنجاه درصد کود نیتروژن باقیمانده، به صورت سرک در ابتدای مرحله گلدهی مصرف شد. در این تحقیق از ژنوتیپ Sunray لوبیا استفاده شد. کاشت بذر در ۲۰ مرداد سال ۱۳۹۱ به صورت ردیفی با دست انجام شد. بذرها با فاصله حدود ۱۰ سانتی‌متر بر روی خطوطی به عرض ۵۰ سانتی‌متر و به طول شش متر در عمق تقریبی ۴-۳ سانتی‌متر کشت گردید. هر کرت فرعی شامل شش خط کاشت بود. خطوط ۶ و ۱ و نیم متر از هر طرف به عنوان حاشیه، خطوط ۲ و ۳ جهت سطح نمونه برداری و خطوط ۵ و ۴ به مساحت ۵ متر مربع جهت مساحت برداشت در نظر گرفته شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت انجام شد. عملیات آبیاری در طول دوره رشد طی پنج نوبت (هر دو هفته یکبار) انجام شد.

وجین علف‌های هرز به صورت دستی در مراحل مختلف صورت گرفت. به منظور سنجش کمی رشد گیاه و سطح برگ در طول فصل رشد از خطوط دو و سه هر کرت پس از حذف یک متر حاشیه از بالا و پایین هر خط کشت، پس از ظهور سومین برگ، هر

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ

جهت درک بهتر ارتباط بین میزان تشعشع و فتوسنتز و در نهایت تولید بیوماس، تغییرات شاخص سطح برگ نسبت به زمان بررسی گردید. بهترین معادله برازش شده برای پیش بینی روند تغییرات شاخص سطح برگ نسبت به زمان در شکل ۱ آمده است. افزایش شاخص سطح برگ در اثر مصرف سطوح مختلف نیتروژن در ابتدا تدریجی بوده و در ادامه با گسترش سطح برگ توسط گیاه، با سرعت زیادی افزایش یافت و در مرحله گل‌دهی (حدود ۶۰ روز پس از کاشت) به حداکثر خود رسید. مصرف نیتروژن باعث افزایش شاخص سطح برگ به میزان ۴/۵۵ گردید. محققان دیگر نیز بیان نمودند، با افزایش مصرف نیتروژن سطح برگ بیشتری به وجود آمده، که خود با جذب تشعشع بیشتر نور خورشید، موجب افزایش میزان فرآیند فتوسنتز در گیاه لوبیا شده و در نهایت ماده خشک بیشتری تولید خواهد شد (Mosavi et al., 2005, Gun et al., 2011).

چگونگی روند تغییرات شاخص سطح برگ گیاه، برای تیمارهای مصرف و عدم مصرف سولفات روی در شکل ۲ نشان داده شده است. بررسی روند تغییرات شاخص سطح برگ نشان داد که الگوی تغییرات شاخص سطح برگ در هر دو تیمار مشابه بوده و از یک تابع درجه دوم تبعیت می‌نماید. در این تحقیق تیمار مصرف سولفات روی، شاخص سطح برگ بیشتری (به میزان ۴/۳۱) در مرحله گل‌دهی نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف سولفات روی) تولید نمود. برتری میزان شاخص سطح برگ در تیمار روی ناشی از تاثیر مثبت مصرف روی بر افزایش سطح برگ‌ها بود. می‌توان اظهار داشت با افزایش شاخص سطح برگ و جذب بیشتر تشعشع خورشیدی، فتوسنتز بیشتری انجام و در نهایت عملکرد ماده خشک

افزایش می‌یابد که منطبق با نتایج سایر محققین می‌باشد (Ghanbar et al., 2013).

عملکرد و اجزای عملکرد دانه

شکل‌گیری عملکرد دانه در لوبیا سبز، ناشی از تغییرات به‌وجود آمده در تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه می‌باشد. خلاصه نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به عملکرد و اجزای عملکرد دانه در جدول ۲ ارائه گردید.

تعداد غلاف در بوته

نتایج نشان داد که بین سطوح مختلف نیتروژن از نظر تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). دلیل این امر احتمالاً ناشی از افزایش تعداد شاخه‌های جانبی بوده است. این نتیجه با نتایج تحقیقات رسولی و همکاران (Rasoli et al., 2011) مشابه بود. طبق نتایج اثرات مقابل تیمار ۹۰ کیلوگرم نیتروژن همراه با ۲۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی بیشترین تعداد غلاف در بوته را تولید نمود (جدول ۳). این نتایج با یافته‌های لوپز-میلان و همکاران (Lopez-Millan et al., 2005) مطابقت داشت. طبق نظر برخی از محققین مصرف بیشتر نیتروژن و سولفات روی، از طریق کاهش درصد ریزش گل‌ها، افزایش دوره گلدهی و باروری و تولید مواد فتوسنتزی بیشتر، موجب افزایش تعداد غلاف در بوته شد (Nasri and Khalatbari, 2015).

وزن هزار دانه

اثر سطوح مختلف نیتروژن و روی و برهمکنش آنها بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین وزن هزار دانه در تیمار مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار همراه با کاربرد ۲۰ کیلوگرم سولفات روی حاصل شد (جدول ۳). علت این امر را می‌توان افزایش طول مراحل رشد رویشی و زایشی در اثر مصرف عناصر یاد شده دانست که باعث طولانی

عملکرد غلاف سبز، عملکرد بیولوژیکی و

شاخص برداشت

اثر نیتروژن، سولفات روی و اثر متقابل آنها بر عملکرد غلاف سبز معنی‌دار بود، با افزایش مصرف نیتروژن، عملکرد غلاف سبز در واحد سطح به صورت معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۲ و ۳). با مصرف سولفات روی تا ۲۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد غلاف سبز افزایش یافت، که این امر به دلیل تأثیر مثبت سولفات روی بر تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه بود. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارها نشان داد که تیمار $N_0 Z_{n0}$ با میانگین $833/26$ گرم در متر مربع کمترین و تیمار $N_{90} Z_{n20}$ با میانگین $2083/55$ گرم در متر مربع دارای بیشترین عملکرد غلاف سبز در واحد سطح بود (جدول ۳). این نتیجه با نتایج تحقیقات خاوری‌نژاد و همکاران (Khavarinejad *et al.*, 2011) مشابه بود. تفاوت صفت عملکرد بیولوژیکی برای سطوح مختلف نیتروژن، سولفات روی و اثر متقابل آنها از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). افزایش عملکرد بیولوژیکی در سطوح بالای مصرف نیتروژن، احتمالاً به دلیل افزایش سطح برگ و دوام آن و افزایش تجمع ماده خشک بود. این نتایج با یافته‌های گان و همکاران (Gun *et al.*, 2011) مطابقت داشت. بیشترین عملکرد بیولوژیکی ($863/35$ گرم در متر مربع) به تیمار مصرف ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به همراه ۲۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار ($N_{90} Z_{n20}$) و کمترین آن به تیمار عدم کاربرد نیتروژن و سولفات روی (به میزان $650/00$ گرم در متر مربع) اختصاص داشت (جدول ۳).

یافته‌های تحقیق هانگ و جی‌یون (Hong and Ji-yun, 2007) نتایج این آزمایش را تایید نمود. اثر نیتروژن، سولفات روی و اثر متقابل تیمارها بر شاخص برداشت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود

شدن دوره مؤثر پُرشدن دانه و نیز بهبود سننر و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌های در حال رشد می‌شود (Salehin and Rahman, 2012). نتایج مشابهی نیز در همین راستا توسط دیگر پژوهشگران مانند (Jodi *et al.*, 2011; Pinheiro *et al.*, 2004) گزارش گردیده است.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد بین سطوح مختلف نیتروژن و اثر متقابل آن با عنصر روی و همچنین در سطح ۵ درصد بین سطوح مختلف سولفات روی از لحاظ عملکرد دانه بود (جدول ۲). افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در اثر مصرف نیتروژن را می‌توان به افزایش تعداد غلاف در بوته و وزن هزار دانه نسبت داد که این موضوع با نتایج تحقیقات عمرخان و همکاران (Umar Khan *et al.*, 2010) مطابقت داشت. رسولی و همکاران (Rasoli *et al.*, 2011) در آزمایش خود دریافتند که تعداد غلاف در بوته و وزن دانه در غلاف حساس‌ترین اجزا در بین اجزای عملکرد نسبت به تغییرات میزان مصرف نیتروژن بود. همچنین، در مقادیر بیشتر مصرف نیتروژن، به‌علت وجود پوشش گیاهی کافی، بخش قابل ملاحظه‌ای از تشعشع خورشیدی در مراحل اولیه رشد رویشی جذب شده و در نتیجه عملکرد که حاصل فتوسنتز، تجمع ماده خشک و انتقال آن به دانه می‌باشد، افزایش می‌یابد. بیشترین عملکرد دانه به تیمار مصرف همزمان ۹۰ کیلوگرم نیتروژن و ۲۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار ($N_{90} Z_{n20}$) با میانگین $295/38$ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار آن به تیمار $N_0 Z_{n0}$ به میزان $169/0$ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت (جدول ۳).

تجمع بیشتر آن در دانه‌ها باشد. در همین راستا این نتیجه با یافته‌های تامسون و همکاران (Thomason *et al.*, 2004) و نصری و خلعت‌بری (Nasri and Khalatbari, 2011) مشابهت داشت.

نتیجه‌گیری کلی

در این تحقیق، عنصر نیتروژن از طریق بهبود عملکرد بیولوژیکی در گیاه از طریق افزایش شاخص سطح برگ، اثرات مثبتی بر گیاه لوبیا سبز داشت. همچنین، افزایش عملکرد متناسب با افزایش مصرف مناسب کود نیتروژن مشاهده گردید. صفات تعداد غلاف در بوته و وزن دانه نیز تحت تأثیر سطوح مختلف نیتروژن قرار گرفت به طوری که با افزایش مصرف نیتروژن، مقادیر آنها به طور معنی‌داری افزایش یافت. بدین ترتیب، مصرف نیتروژن از طریق افزایش اجزای مهم عملکرد، زمینه لازم برای بهبود عملکرد را فراهم نموده و این امر باعث افزایش عملکرد غلاف سبز و عملکرد دانه در واحد سطح گردید. به طور کلی، استفاده از سولفات روی تا میزان ۲۰ کیلوگرم در هکتار به همراه نیتروژن، به دلیل عدم ایجاد مسمومیت در گیاه لوبیا سبز و در عین حال، ایجاد آثار مثبت مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و حفظ جریان فتوسنتز خالص در شرایط آب و هوایی دزفول، عملکرد غلاف سبز و عملکرد دانه را به نحو مطلوبی افزایش داد.

(جدول ۲). از آنجا که میزان تغییرات عملکرد بیولوژیکی ناشی از سطوح مختلف نیتروژن و روی، کمتر از تغییرات عملکرد دانه بود، افزایش شاخص برداشت در اثر افزایش سطوح تیمارهای مذکور، دور از انتظار نبود. اگرچه افزایش میزان مصرف نیتروژن باعث افزایش عملکرد دانه و بیولوژیکی گردید، اما تولید بافت‌های ساختمانی گیاه را کمتر افزایش داد و بدین ترتیب افزایش مصرف نیتروژن باعث افزایش نسبت دانه به بیوماس کل شد. در همین رابطه جودی و همکاران (Jodi *et al.*, 2011) بیان کردند، افزایش شاخص برداشت در اثر افزایش سطوح مصرف نیتروژن، به دلیل تأثیر کمتر کود نیتروژن بر افزایش رشد رویشی و عملکرد بیولوژیکی، در مقایسه با عملکرد دانه بود.

میزان پروتئین دانه

اثر نیتروژن، سولفات روی و اثر متقابل آنها بر میزان پروتئین دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین میزان پروتئین دانه مربوط به تیمار N_3Zn_3 (مصرف ۹۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن و ۳۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات روی) به میزان ۲۵/۰۶ درصد و کمترین آن مربوط به تیمار N_0Zn_0 (شاهد) به میزان ۲۰/۰۷ درصد تعلق داشت (جدول ۳). به نظر می‌رسد، برتری میزان پروتئین در سطوح بالای مصرف نیتروژن و سولفات روی به دلیل افزایش غلظت نیتروژن در بخش‌های رویشی، انتقال مجدد و

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Physiochemical soil characteristics of experimental site

عمق خاک Depth(cm)	پتاسیم K(PPM)	فسفر P(PPM)	روی Zn(PPM)	نیتروژن (%) N	هدایت الکتریکی EC(ds.m ⁻¹)	pH	کربن آلی O.C(%)	بافت خاک Texture
0-30	105	4.90	0.70	0.23	0.92	6.9	0.46	سیلتی لوم Silty loam

جدول ۲- تجزیه واریانس تاثیر نیتروژن و سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا سبز

Table 2- Analysis of variance of nitrogen and zinc sulphate on yield and yield components of grean bean

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df.	تعداد غلاف در بوته Pod per plant	وزن هزار دانه Seed weight	عملکرد دانه Seed Yield	عملکرد غلاف سبز Green pod yield	عملکرد بیولوژیکی Biologic Yield	شاخص برداشت Harvest Index	میزان پروتئین Protein
تکرار Replication	2	0.396	1.313	56.771	57.671	6.771	0.255	0.012
نیتروژن Nitrogen(N)	3	38.250**	991.61**	17697.11**	17697.11**	60811.8*	70.519*	31.663**
خطای ۱ Error 1	6	0.313	1.007	11.049	11.0671	10.243	0.852	0.056
سولفات روی Zinc Sulphate (Zn)	3	6.694*	106.889*	1652.278*	1652.278*	2313.194*	13.839*	3.760*
N × Zn	9	1.083*	6.6185**	223.278**	223.278**	1543.287*	0.602*	0.093*
خطای ۲ Error 2	24	0.361	0.778	12.891	12.507	25.347	0.224	0.073
ضریب تغییرات (%) CV.		14.06	7.58	19.56	11.41	10.66	11.62	8.18

ns, ** و *: به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

ns, ** and *: no significant, significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively

جدول ۳- مقایسه میانگین نیتروژن و سولفات روی بر صفات مختلف با استفاده از آزمون دانکن

Table 4- Means comparison of interaction effect of nitrogen and zinc sulphate on measured traits by Duncan test

تیمار Treatment	تعداد غلاف در بوته Pod per plant	وزن هزار دانه (گرم) Seed weight	عملکرد دانه (گرم در متر مربع) Seed Yield	عملکرد غلاف سبز (گرم در متر مربع) Green pod yield	عملکرد بیولوژیکی (گرم در متر مربع) Biologic Yield	شاخص برداشت (درصد) Harvest Index	میزان پروتئین (درصد) Protein
N0Zn0	11.67 ^{c*}	142.00 ^c	169.00 ^f	726.67 ^h	650.00 ^f	25.33 ^c	20.07 ^c
N0Zn1	12.00 ^{bc}	143.67 ^{bc}	179.67 ^f	846.67 ^{gh}	671.67 ^f	26.67 ^{bc}	20.40 ^c
N0Zn2	12.33 ^{bc}	144.67 ^{bc}	183.33 ^e	976.66 ^f	676.67 ^f	27.50 ^{bc}	21.08 ^{bc}
N0Zn3	13.67 ^b	147.33 ^b	192.33 ^e	783.33 ^h	685.00 ^f	28.33 ^b	21.47 ^{bc}
N1Zn0	13.33 ^b	144.33 ^{bc}	198.00 ^e	1010.00 ^f	726.67 ^{cf}	27.33 ^b	22.03 ^b
N1Zn1	14.33 ^b	146.67 ^b	206.67 ^{de}	1100.00 ^e	741.67 ^d	27.83 ^b	22.47 ^b
N1Zn2	14.67 ^{ab}	148.33 ^b	220.00 ^d	1163.33 ^e	748.33 ^d	28.33 ^b	22.72 ^b
N1Zn3	15.67 ^{ab}	149.00 ^b	237.67 ^c	1128.33 ^e	793.33 ^{cd}	29.00 ^b	22.93 ^{ab}
N2Zn0	14.67 ^{ab}	149.67 ^b	226.33 ^c	1366.67 ^d	781.67 ^{cd}	28.00 ^b	22.83 ^b
N2Zn1	15.33 ^{ab}	154.00 ^{ab}	233.33 ^c	1456.67 ^{cd}	793.33 ^b	29.17 ^b	23.85 ^a
N2Zn2	16.33 ^a	156.67 ^{ab}	244.33 ^c	1507.33 ^c	811.67 ^b	29.67 ^b	23.93 ^a
N2Zn3	16.67 ^a	159.00 ^{ab}	251.00 ^b	1473.33 ^{cd}	831.67 ^{ab}	30.33 ^b	24.33 ^a
N3Zn0	15.67 ^{ab}	159.00 ^{ab}	257.51 ^b	1750.0 ^b	828.33 ^{ab}	30.67 ^b	23.67 ^a
N3Zn1	16.67 ^a	164.67 ^a	268.67 ^b	1908.33 ^{ab}	843.33 ^a	32.33 ^a	24.33 ^a
N3Zn2	17.67 ^a	168.67 ^a	295.33 ^a	2083.55 ^a	863.35 ^a	34.00 ^a	24.83 ^a
N3Zn3	16.00 ^a	166.33 ^a	268.45 ^a	1893.33 ^b	796.67 ^a	33.33 ^a	25.06 ^a

*میانگین‌های دارای یک حرف مشترک، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (سطح ۵ درصد) اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

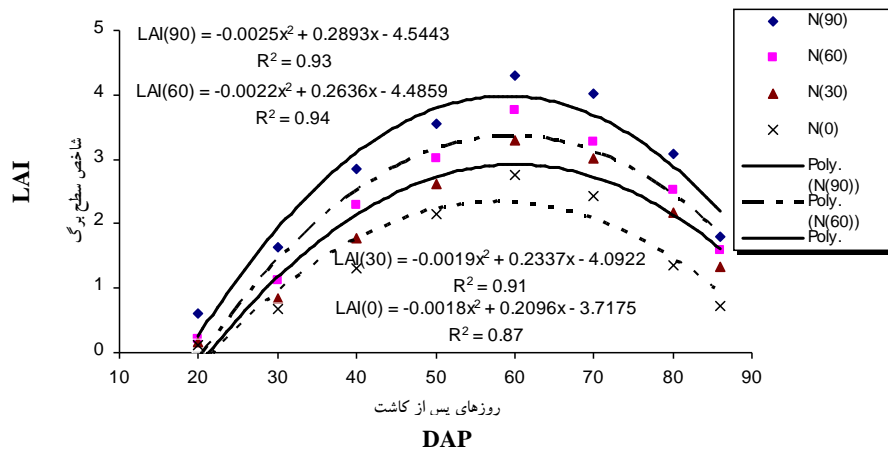
*Means in each column, following the same letter(s) are not significantly different at the 5% level of probability (by Duncan test).

N0, N1, N2, N3: 0, 30, 60, 90 Nitrogen (kg.ha⁻¹) respectively

Zn0, Zn1, Zn2, Zn3: 10, 20, 30 Sulphate zinc (kg.ha⁻¹) respectively

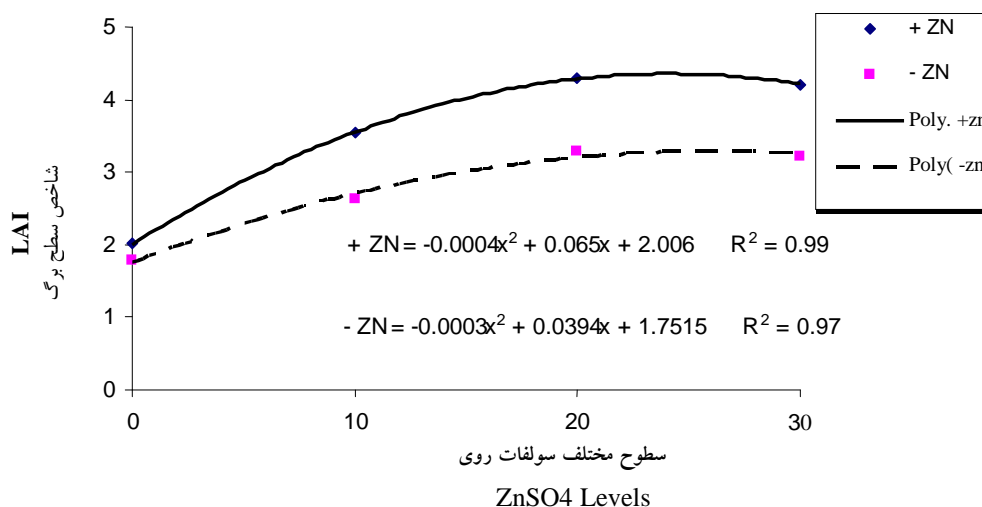
۳۰ و ۲۰ و ۱۰ و ۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات روی میباشد.

۹۰ و ۶۰ و ۳۰ و ۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن.



شکل ۱- روند تغییرات رگرسیونی شاخص سطح برگ تحت سطوح مختلف کود نیتروژن

Figure 1- Regression trend of LAI under nitrogen fertilizer level



شکل ۲- روند تغییرات رگرسیونی شاخص سطح برگ تحت تأثیر کاربرد سولفات روی

Figure 2- Regression trend of LAI under zinc sulphate fertilizer level

References

منابع مورد استفاده

- Bayat. A., A. Sepehri, G. Ahmadvand, and H. Dori. 2010. Water deficient stress on yield and yield components on Bean genotypes. *Iranian Crop Science*. 12(1): 42-54. (In Persian).
- Benghnaya, A. 2007. Morphological and physiological characteristics of rapeseed plants. *Journal of Environmental Science*. 8: 2137-2141.
- Gan, Y., S. S. Malhi, S. Brandt, F. Katepa-Mupondwa, and C. Stevenson. 2011. Nitrogen use efficiency and nitrogen uptake of Jancea canola under diverse environments. *Agronomy Journal*. 100: 285-295.
- Ghanbari, A.A., M.R. Shakiba, M. Toorchi, and R. Choukan. 2013. Nitrogen changes in the leaves and accumulation of some minerals in the seeds of red, white and Chitti beans (*Phaseolus vulgaris*) under water deficit conditions. *Australian Journal of Crop Science*. 7(5): 706-712.
- Habibzadeh, E.R., R. Mammghani, and A. Kashani. 2007. Effect of different density on seed yield, yield components and protein on vetch variety (Ahvaz region). *Scientific Agronomic Journal*. 30(3): 1-13. (In Persian).
- Hong, W., and J. Ji-yun. 2007. Effects of zinc deficiency and drought on plant growth and metabolism of reactive oxygen species in Maize (*Zea mays* L.). *Agricultural Sciences in China*. 6: 988-995
- Jodi, F., A. Tobeh, A. Ebadi, H. Mostafae, and Sh. Jamaatisamaren. 2011. Effect of Nitrogen on yield, yield components, agronomic efficiency and nitrogen on Lentil genotypes. *Electronic Journal of Plant Production*. 4(4): 39-50. (In Persian).

- Khavarinejad, R.F., F. Najafi, and R. Firozeh. 2011. Effect of zinc sulphate on physiological parameters on bean crop. *Crop Science Research*. 21(1): 1-14. (In Persian).
- Lopez-Millan, A.F., D.R. Ellis, and M.A. Grusak. 2005. Effect of zinc and manganese supply on the activities of superoxide dismutase and carbonic anhydrase in *Medicago truncatula* wild type plants. *Plant Science Journal*. 168: 1015-1022.
- Malakoti, M., and M. Homae. 2000. Micronutrient role to improvement agricultural production and increase yield. Tarbiat Modares University Press. 492 pp. (In Persian).
- Mosavi, S.H., Gh. Fathi, and M.A. Dadgar. 2005. Planting date and density on growth, yield components and yield of Red beans. First Pulse National Conference, 20-21 November .Ferdosi Mashhad University. 31 pp. (In Persian).
- Nasri, M., and M. Khalatbari. 2011. Effect of different nitrogen, potassium and zinc fertilizer on quantities and qualities characteristic of green beans. *Eco-physiological Crop Journal*. 3(1): 82-93. (In Persian).
- Nasri, M., and M. Khalatbari. 2015. The effect of different values of nitrogen, potassium and zinc fertilizers on physiological characteristics of Green Bean (*Phaseolous vulgaris* gen. Sunray) in Iran. *International Journal of Biological Forum*. 7(2): 467-472.
- Pinheiro, C., J.A. Passarinhoa, and C.P. Ricardo. 2004. Effect of drought and dewatering on the metabolism of lupines albus organs. *Journal of Plant Physiology*. 161: 1203-1210.
- Rasoli, N., H.R. Rosta, and M.H. Shamshiri. 2011. Green bean reaction to NaHco₃ treatment affected nitrogen form evaluation. *Horticulture Science Journal*. 5(4): 434-442. (In Persian).
- Rion, B., and J. Alloway. 2004. Fundamental aspects of zinc in soils and plants. *International Zinc Association*. 23: 1-128.
- Salehin, F., and S. Rahman. 2012. Effects of zinc and nitrogen fertilizer and their application method on yield and yield components of *Phaseolus vulgaris* L. *Agricultural Sciences Journal*. 3(1): 9-13.
- Thomason, M., M. Tawfik, and H. Magda Mohamed. 2004. A comparative study on the effect of foliar application of zinc, potassium and magnesium on growth, yield and some chemical constituents of mung bean plants grown under water stress conditions. *World Journal of Agricultural Science*. 2: 37-46.
- Umar Khan, M., M. Qasim, and M. Jamil. 2010. Effect of different levels of zinc on the extractable zinc content of soil and chemical composition of Rice. *Asian Journal of Plant Science*. 1: 20-21.

Variation Trend of Leaf Area Index, Yield and Yield Components of Green Beans (*Phaseolous vulgaris* L.) by Using Zinc Sulfate and Nitrogen

Lack, Sh.^{1*}, M. Kermanshahi², and H. Noryani³

Received: July 2015, Accepted: 11 November 2015

Abstract

Proper nutrition of plant is one of the most important factors to improve both quality and quantity of crop yields. Accordingly, the effect of different levels of zinc and nitrogen on leaf area index, yield and yield components of green beans investigated in the summer of 2012. The experiment used was a split plot in randomized complete block design with three replications in the Dezful. In this study, the main plots consisted of four nitrogen rates of urea (0, 30, 60 and 90 kg ha⁻¹), and sub plots of four levels of zinc sulfate (0, 10, 20 and 30 kg ha⁻¹). The results showed that application of 90 N kg ha⁻¹ increased leaf area index, plant dry matter, grain yield, biological yield, harvest index and protein content. Use of zinc sulfate at the rate of 20 kg ha⁻¹ was superior in grain yield and yield components. The highest leaf area index, grain and biological yields harvest index and protein content were achieved by application of 90 kg nitrogen and 20 kg of zinc sulfate per hectare. It seems that the use of zinc with appropriate rates, through its involvement in physiological processes and nitrogen metabolism in plants as an essential element, accelerates green beans growth processes and increases green bean yield.

Key words: Green bean, Leaf area index, Nitrogen, Yield, Zinc sulfate.

1- Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

2- Department of Agronomy, Khuzestan Science and Research Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

3- Faculty Member Department of Agriculture, Payame Nour University, Tehran, Iran

* *Corresponding Author:* Sh.lack50@gmail.com