نشریه زراعت شماره ۱۱۱، تابستان ۱۳۹۵

(پژوهش و سازندگی)

تاثیر محلول پاشی روی بر میزان عملکرد، پروتئین دانه و کاه لوبیا (*Phaseolus vulgaris*) تحت تنش کم آبی در شرایط آب و هوایی ایلام

- سجاد کردی، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد خرم آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم آباد، ایران (نویسنده مسئول)
- منیره مارصفری، دانشجوی دکتری، گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه گیلان، گیلان، ایران
- زهرا طهماسبی، ااستادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
- قدرت الله شاه کرمی، . استادیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد خرم آباد، خرم آباد، ایران
- لطفعلی گرامی، کارشناس ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
- امیر عباس تقی زاده، تکنسین موسسه تحقیقات اصلاح نهال و بذر کرج، کرج، ایران
- فردین قنبری، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد خرم آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم آباد، ایران

تاریخ دریافت: دی ماه ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: مرداد ماه ۱۳۹۴

پست الکترونیک نویسنده مسئول: sajad.kordi@gmail.com

چکیده

به منظور بررسی اثر محلول پاشی عنصر روی و تنش کم آبی در مراحل مختلف رشد لوبیا بر عملکرد دانه، عملکرد پروتئین و درصد پروتئین دانه و کاه لوبیا، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ایلام اجرا شد. عوامل مورد بررسی شامل تنش کم آبی به صورت قطع آبیاری در دو مرحله گل دهی و غلاف بندی به همراه تیمار شاهد (بدون قطع آبیاری) به عنوان عامل اصلی و محلول پاشی عنصر روی در سه غلظت شامل صفر(شاهد)، دو هزار پی پی ام و چهار هزار پی پی ام به عنوان عامل فرعی بودند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که محلول پاشی عنصر روی و نیز تنش کم آبی اثر معنی داری بر تمامی صفات مورد بررسی داشتند. نتایج مقایسه میانگین مشخص نمود که بالاترین میزان عملکرد دانه (۲۳۶۶/۰۳ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد پروتئین (۵۸۳/۳۳ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار آبیاری شاهد بود، در حالی که بالاترین میزان پروتئین دانه (۲۵/۱۴ درصد) در شرایط تنش در مرحله گلدهی و بیشترین مقدار پروتئین کاه (۱۵/۱۲ درصد) در شرایط تنش در مرحله غلاف بندی به دست آمد. در بین سطوح مختلف محلول پاشی عنصر روی بالاترین میزان عملکرد دانه (۲۳۱۰/۲۴ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد پروتئین (۵۸۳/۰۵ کیلوگرم در هکتار)، پروتئین دانه (۲۵/۲۱ درصد) و پروتئین کاه (۱۴/۰۹ درصد) به تیمار چهار هزار پی پی ام روی اختصاص یافت. رابطه عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه و کاه در هر دو تیمار تنش کم آبی و محلول پاشی روی به صورت معادله درجه دو می باشد. این رابطه به شدت تحت تأثیر تنش کم آبی و محلول پاشی روی قرار گرفت. عنصر روی اثرات تنش کم آبی را بر میزان پروتئین دانه به نحو مؤثری تعدیل نمود، به طوری که در شرایط تنش کم آبی تفاوت در میزان پروتئین دانه در تیمارهای کاربرد روی نسبت به عدم کاربرد آن به مراتب کمتر بود.

کلمات کلیدی: تنش کم آبی، عملکرد پروتئین، عملکرد دانه، عنصر روی، لوبیا

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:111 pp: 115-124

Effect of Foliar Application of Zinc on yield, grain and straw protein of bean *(Phaseolus vulgaris)* **under water deficit stress in Ilam weather conditions**

By:

- *S. Kordi, (Corresponding Author), Young Researchers and Elite Club, Khorramabad Branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran*
- *M. Marsafari , Ph.D. Student of plant breeding, Faculty of Agriculture, Guilan University, Rasht, Iran*
- *Z. Tahmasebi, Assistant professor, Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam,Iran*
- *Gh. Shahkarami, Assistant professor, Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Khorramabad Islamic Azad University, Khorramabad, Iran*
- *L. Gerami, M.Sc. of Agronomy, Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam,Iran*
- *A. A. Taghizadeh, M.Sc. Research Institute of Seed and Plant Breeding, Karaj, Iran*
- *F. Ghanbari, Young Researchers and Elite Club, Khorramabad Branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran*

Received: December 2014 **Accepted: July 2015**

In order to investigate the effect of foliar Zn application and water deficit on bean yield, protein yield, grain and straw protein percentage of bean cultivar Akhtar, a field experiment was carried out in the Research Field of Ilam University in 2010. The experiment was arranged as split plot based on randomized complete blocks design with three replications. The experimental factors were water stress including water withholding at flowering stage, water withholding at pod formation and control (full irrigation) as main plots, and Zn application levels including; 0, 2000 and 4000 ppm as sub-plots. Results showed that Zn application levels and water stress had significant effect on all treats. The means comparison shows that the highest amount of grain yield (2366.03 kg/ha) and protein yield (583.33 kg/ha) was observed in the control treatment (full irrigation) While the highest protein content of grain (14/25%) was obtained in the water withholding at flowering stage and the highest protein content of straw (15.12 %) was rated in the stress at the pod formation stage. The highest amount of grain yield (2310.24 kg/ha), protein yield (583.05 kg/ha), grain protein (25.21%) and straw protein (14.09%) achieved by 4000 ppm concentration among different levels of Zn application. The results also suggest that relationship between grain yield and grain and straw protein percentage in two water deficit stress treatments and zinc foliar was quadratic. This relationship strongly influenced by water deficit stress and zinc foliar. Zinc element effectively adjusted the effects of water deficit stress by amount of grain proteins, so that in the water deficit treatment, the differences between amount of grain protein in Zinc application treatment was far less compared with no use of Zinc application.

Keywords: Bean, grain yield, protein yield, water deficit stress, zinc

مقدمه

روند سریع افزایش جمعیت در کشورهای در حال توسعه پیامدهای ناگواری را به دنبال داشته است (Kochaki, 2009). 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 در جیره غذایی، بزرگترین آسیب را از لحاظ جسمی و فکری به انسان وارد می سازد (Timothy et al, 2000). حبوبات و به خصوص لوبیا دارای مقدار زیادی پروتئین بوده و در رفع مشکلات مذکور نقش بسزایی ایفا می کنند (Kochaki, 2009). گیاهان در طول دوره رشد خود در معرض تنش های گوناگونی قرار دارند و در این میان کمبود آب بزرگترین چالش در تولید محصولات کشاورزی مخصوصاً در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا می باشد (Munns, 2002). در کشور ایران، اقلیم بیشتر مناطق به صورت خشک و نیمه خشک بوده و بروز خشکسالی های اخیر بر مشکل کم آبی افزوده است (Yazdani, Allahdadi, Akbari and Behbahani, 2007).

Teran and Singh (۲۰۰۲) و Szilagyi (۲۰۰۳) بیان داشته اند که تنش خشکی مهم ترین عامل محدود کننده تولید لوبیا در سراسر جهان می باشد. تنش رطوبتی باعث کاهش قابل ملاحظه ای در عملکرد دانه لوبیا می شود و مقدار کاهش عملکرد بسته به زمان و شدت تنش و نیز ژنوتیپ مورد مطالعه متفاوت است (Frahm et al, 2004). German and Teran (۲۰۰۶) بیان داشته اند که خشکی

باعث کاهش عملکرد زیست توده، عملکرد دانه، شاخص برداشت و وزن دانه لوبیا می شود.

بررسی واکنش عملکرد و اجزاء عملکرد لوبیا به تنش خشکی نشان داده است که تنش خشکی باعث کاهش طول دوره رشد زایشی لوبیا می شود. ارقامی که بیشترین عملکرد را تحت شرایط تنش داشتند، دارای بیشترین تعداد غلاف و دانه در بوته بودند. علت تفاوت عملکرد دانه ارقام تحت شرایط تنش، بیشتر ناشی از مقاومت در توزیع مواد خشک در شرایط تنش ذکر شده است (Acosta, Mohammadzadeh, Majnoonhoseini, Moghaddam, 1999). and Akbari (۲۰۱۱) و Bayat, Ahmadvand and Dorri (۲۰۱۰) اعلام کرده اند که تنش آبی باعث کاهش معنی دار تعداد غلاف در گیاه، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و عملکرد دانه می شود اما مقدار پروتئین دانه افزایش می یابد. Bayat, Sepehri, Ahmadvand, and Dorri (۲۰۱۰) اثر تنش کم آبی را بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چیتی مورد بررسی قرار داده و نشان داده اند که اثر تیمار کم آبی برعملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه و شاخص برداشت معنی دار بوده و مقادیر این صفات را کاهش داده است.Szilagyi (۲۰۰۳) نیز با بررسی تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا مشاهده نمود که تنش خشکی عملکرد دانه را ۸۰٪ تعداد غلاف در بوته را ۶۰٪، تعداد دانه در غلاف را ۲۶٪ و وزن صد دانه را ۱۳٪ کاهش می دهد.

اغلب اوقات دمای بالا و وضعیت تغذیه ای نامناسب نیز اثر تنش خشکی و کمبود آب را تشدید می نماید. تغذیه مناسب گیاهی در بالا بردن سطح تحمل گیاهان در مقابل انواع تنش ها نقش بسزایی دارد و در این میان عنصر روی (Zn) یکی از عناصر کم مصرف و ضروری در تغذیه گیاهی می باشد (Prasad, 1984). کمبود روی یکی از عوامل محدود کننده مهم در تولید بسیاری از محصولات کشاورزی به شمار می رود و حدود ۳۰ درصد خاک های جهان با این مشکل مواجه می باشند. کمبود روی در طیف گسترده ای از خاک ها، مانند خاک های آهکی با pH بالا، خاک های شنی و خاک هایی با مصرف کود فسفره زیاد، شایع است(Tandon, 1995).

لوبیا یک محصول کشاورزی مهم در جهان می باشد که حساسیت بالایی به کمبود روی دارد (Moraghan and Graf-ton, 1999). علائم کمبود روی در گونه های گیاهی و در بین ارقام یک گونه می تواند متفاوت باشد. علائم کمبود روی در لوبیا شامل کاهش فاصله میان گره ها و کم شدن رشد گیاه، کلروز بین رگبرگی و برنزه شدن برگ ها، به تأخیر افتادن گل دهی و رسیدگی و کاهش تولید زیست توده و عملکرد دانه می باشد (Shree and Westermann, 2002). محلول پاشی روی، به دلیل این که می تواند جذب عنصر را تسریع نماید از اهمیت زیادی برخوردار است (Allo-way, 2003).

مصرف روی در باقلا باعث افزایش تعداد غلاف در گیاه، وزن صد دانه، عملکرد دانه در بوته و عملکرد دانه در هکتار می گردد (El-Gizawy and Mehasen, 2009). Togay, Ciftei and.Togay) 2004) گزارش نموده اند که کاربرد روی به صورت خاک مصرف باعث افزایش عملکرد دانه لوبیا خشک در واحد سطح گردید. Pan-dey, Pathak and Sharma (۲۰۰۶) گزارش دادند که محلول پاشی عنصر روی سبب افزایش تعداد غلاف، تعداد دانه و عملکرد دانه در بوته عدس گردید.

مطالعات نشان داده است کاربرد عنصر روی سبب کاهش آثار تنش خشکی در گیاهان می شود، گزارش شده است که کاربرد برگی روی در گندم تحت شرایط تنش خشکی سبب افزایش عملکرد دانه، میزان فتوسنتز، تعداد سنبله های بارور، تعداد دانه در سنبله و بازده مصرف آب می شود (Rezaul Karim et al, 2012).

تحقیقات نشان می دهد مصرف برخی از عناصر ریز مغذی و از همه مهم تر عنصر روی باعث افزایش پروتئین خام در اندام های هوایی و دانه ذرت می شود (Ziaeian and Malakoti,1998., Sharafi, Tajbakhsh, Majidi and Pourmirza, 2002). در افزایش عملکرد ذرت، مصرف برگی عناصر ریزمغذی از جمله عنصر روی در شرایط تنش خشکی به دلیل بهبود پدیده های فوتوشیمیایی و افزایش غلظت کلروفیل و کاروتن می تواند مفید باشد (Sverd-lova and Markarov, 1971). Aghei Sarbarzeh (۱۹۹۵) در بررسی ارتباط بین عنصر روی با شاخص های تحمل به خشکی در گندم نشان داد که عنصر روی تحمل به خشکی در ارقام مختلف گندم نان و دوروم را افزایش می دهد. در بررسی اثر تنش خشکی بر ذرت مشاهده شد که علاوه بر عملکرد، ویژگی های کیفی ذرت نیز تحت تأثیر تنش قرار می گیرد، به طوری که میزان پروتئین افزایش و نشاسته کاهش یافت (Farley and Coot, 1998). تاکنون مطالعات نسبتاً زیادی در دنیا در مورد اثر تنش کم آبی بر عملکرد لوبیا انجام شده است، اما اطلاعات کمی جهت بررسی نحوه تغییرات عملکرد در غلظت های مختلف محلول پاشی عنصر روی در شرایط نرمال و تنش کم آبی و همچنین تعیین روابط میان عملکرد دانه با عملکرد پروتئین و درصد پروتئین دانه و کاه در دست است. بنابراین پژوهش حاضر به منظور تعیین مناسب ترین غلظت محلول پاشی روی، به عنوان راهکاری برای تعدیل خسارت ناشی از تنش کم آبی اجرا گردید.

مواد و روش ها

به منظور بررسی اثر محلول پاشی روی و تنش کم آبی بر عملکرد دانه، عملکرد پروتئین و درصد پروتئین دانه و کاه لوبیا ، آزمایشی در مزرعهٔ تحقیقاتی دانشگاه ایلام با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۲۸ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و۳۷ دقیقه و ارتفاع ۱۱۴۷ متر از سطح دریا اجرا شد. آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تنش کم آبی به عنوان عامل اصلی به صورت قطع آبیاری در مرحله گل دهی، قطع آبیاری در مرحله غلاف بندی و تیمار شاهد (بدون قطع آبیاری) و محلول پاشی روی در سه غلظت صفر (شاهد)، دو و چهار هزار پی پی ام کلات روی[1] به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. رقم مورد استفاده در این پژوهش رقم اختر بود که از ایستگاه تحقیقات لوبیای خمین تهیه شد. قبل از کاشت، بذرهای لوبیا با قارچ کش بنومیل به نسبت دو در هزار ضد عفونی شدند. بافت خاک رسی- لومی و اسیدیته خاک مزرعه برابر با pH=۷/۳۲ بود. قبل از اجرای آزمایش و بر اساس نتایج تجزیه شیمیایی خاک، کود نیتروژن از منبع اوره به مقدار ۷۰ کیلوگرم در هکتار، کود فسفر به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل و کود پتاس نیز به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم مصرف شد (جدول ۱). عملیات کاشت با قرار دادن دو بذر در هر کپه به عمق ۶-۵ سانتی متر با دست انجام

گرفت، ابعاد هر کرت ۳×۳/۵ متر، که شامل ۶ ردیف بود. فاصله بوته ها روی ردیف ها ۱۲ سانتی متر و فاصله بین ردیف ها ۵۰ سانتی متر در نظر گرفته شدند. پس از جوانه زنی و استقرار بوته ها در مرحله ۴-۲ برگی گیاهان تنک و به یک بوته در هر کپه رسانده شدند. به منظور جلوگیری از نشت آب از کرت های تحت آبیاری و جوی ها به سایر کرت ها، بین آن ها ۱ متر فاصله در نظر گرفته شد. جهت مبارزه با علف های هرز، دو مرحله وجین دستی (همزمان با تنک کردن بوته ها و یک ماه پس از آن) انجام گرفت. آبیاری در تمام کرت ها تا زمان استقرار کامل گیاهچه ها هر ۳ روز یک بار صورت گرفت، پس از آن آبیاری در کرت های شاهد به صورت هر ۴ روز یکبار و در دو تیمار قطع آبیاری در مرحله گل دهی و قطع آبیاری در مرحله غلاف بندی به صورت قطع کامل آبیاری به مدت ۱۰ روز به ترتیب در اوایل مراحل گل دهی(R_2) و مرحله غلاف بندی (R_4) در کرت های مربوط به دو تیماراعمال شد و پس از آن آبیاری به طور معمول هر ۴ روز یک بار ادامه یافت. تیمارهای محلول پاشی با کلات روی، ۲ بار و در مراحل قبل از گلدهی (R_1)و شروع غلاف بندی (R_3) به طور جداگانه اعمال شد. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، برداشت به صورت دستی از وسط دو خط میانی به مساحت یک متر مربع و با حذف حاشیه ها صورت گرفت و سپس عملکرد دانه محاسبه گردید. میزان پروتئین دانه و کاه از روش کجلدال[۲] با استفاده از دستگاه کجلدال ساخت شرکت Foss سوئد اندازه گیری شد. پس از جمع آوری اطلاعات، آزمون نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم افزار Minitab انجام گردید، برای تجزیه واریانس داده ها از نرم افزار SAS ver. 9.1 و مقایسه میانگین داده ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال آماری پنج درصد با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام شد. تجزیه رگرسیون نیز برای بررسی رابطه عملکرد دانه، عملکرد پروتئین و درصد پروتئین دانه و کاه انجام شد (Anthony and Woodword, 2003). مقایسات اورتوگونال درباره محلول پاشی روی انجام شد تا بتوان دریافت که مصرف و عدم مصرف کود روی اختلاف معنی داری را در عملکرد دانه و پروتئین ایجاد می کند یا خیر. نمودارها توسط نرم افزارهای SPSS و Excel رسم گردیدند.

نتایج

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲)، اثر سطوح مختلف محلول پاشی عنصر روی و تنش کم آبی بر صفات مورد مطالعه به غیر از عملکرد دانه، در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد، همچنین اثر محلول پاشی عنصر روی بر عملکرد دانه در سطح ۵ درصد آماری معنی دار گردید (جدول ۲). روند تغییرات عملکرد دانه، عملکرد پروتئین و درصد پروتئین دانه و کاه در سطوح مختلف تنش کم آبی و محلول پاشی عنصر روی در شکل های ۱ تا ۸ مشاهده می گردد. مقایسه میانگین اثرات ساده تنش کم آبی نشان داد که بالاترین میزان عملکرد دانه (۲۳۶۶/۰۳ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد پروتئین (۵۸۳/۳۳ کیلوگرم در هکتار) در شرایط بدون تنش حاصل گردید، در حالی که بالاترین میزان پروتئین دانه (۲۵/۱۴ درصد) در شرایط تنش در مرحله گلدهی و بیشترین مقدار پروتئین کاه (۱۵/۱۲ درصد) در شرایط تنش در مرحله غلاف بندی به دست آمد (جدول ۳).

مقایسه میانگین اثرات ساده محلول پاشی عنصر روی نشان داد که بالاترین میزان عملکرد دانه (۲۳۱۰/۲۴ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد پروتئین (۵۸۳/۰۵ کیلوگرم در هکتار)، پروتئین دانه (۲۵/۲۱ درصد) و پروتئین کاه (۱۴/۰۹ درصد) در تیمار چهار هزار پی پی ام روی بدست آمد (جدول۲). روند افزایشی عملکرد دانه در سطوح مختلف مصرف عنصر روی در شکل ۲ نشان داده شده است. اثر متقابل تنش کم آبی و محلول پاشی عنصر روی بر میزان پروتئین دانه در سطح ۱ درصد آماری معنی دار گردید (جدول ۲)، به طوری که کاربرد چهار هزار پی پی ام روی در شرایط بدون تنش با میانگین ۲۶/۶۲ درصد بیشترین میزان این صفت را به خود اختصاص داد (شکل۹). اثر متقابل تنش کم آبی و کاربرد عنصر روی بر میزان پروتئین کاه در سطح ۱ درصد آماری معنی دار شد (جدول ۲)، بیشترین مقدار پروتئین کاه با میانگین ۱۶/۱۷ درصد در شرایط تنش در مرحله غلاف بندی و تیمار چهار پی پی ام روی بدست آمد. کمترین میزان این صفت با میانگین ۹/۹۸ درصد مربوط به شرایط بدون تنش و تیمار دو هزار پی پی ام روی بود (شکل ۱۰).

رابطه عملکرد دانه با پروتئین دانه و کاه

نتایج نشان داد که رابطه بین عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه و کاه به شکل معادلات درجه دو می باشد (شکل های ۱۱ الی ۱۴). همانگونه که در شکل های ۱۱ و ۱۲ نشان داده شد، رابطه بین عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه تحت تأثیر سطوح مختلف محلول پاشی عنصر روی و تنش کم آبی قرار گرفتند. در تیمار شاهد با افزایش عملکرد دانه، درصد پروتئین دانه نیز افزایش چشمگیری نشان داد، اما در تیمار تنش در مرحله گلدهی با افزایش عملکرد دانه، میزان پروتئین دانه در ابتدا روند صعودی داشت و پس از رسیدن به یک حد بیشینه، به یکباره تغییرات درصد پروتئین دانه به صورت نزولی مشاهده شد. تنش در مرحله غلاف بندی باعث افزایش درصد پروتئین دانه گردید هر چند تغییرات افزایشی به صورت یکنواخت نبود (شکل ۱۱). در تیمار عدم مصرف روی با افزایش عملکرد دانه میزان پروتئین دانه روند کاهشی داشت ولی در تیمارهای دو هزار پی پی ام و بویژه چهار هزار پی پی ام روی با افزایش عملکرد دانه از روند کاهشی میزان پروتئین دانه جلوگیری به عمل آمد و حتی در سطح چهار هزار پی پی ام روی میزان پروتئین دانه روند صعودی به خود گرفت. در سطوح بالای عملکرد دانه، اختلاف درصد پروتئین دانه در سطوح مختلف محلول پاشی روی به نحو چشمگیری افزایش داشت (شکل ۱۲). بررسی رابطه عملکرد دانه و درصد پروتئین کاه در سطوح مختلف تنش کم آبی نشان داد که تنش در مرحله گلدهی سبب کاهش شدیدتر عملکرد دانه نسبت به دو تیمار دیگر تنش کم آبی شده است اما میزان پروتئین کاه افزایش داشته و پس از حد معینی روند نزولی در پیش گرفت. تنش در مرحله غلاف بندی در کل، میزان پروتئین کاه بیشتری را نسبت به سایر تیمارهای تنش کم آبی به خود اختصاص داد، هرچند که روند افزایش آن مانند تیمار شاهد بود و با افزایش عملکرد دانه، مقدار پروتئین کاه نیز افزایش یافت (شکل ۱۳).

بررسی رابطه میان عملکرد دانه و درصد پروتئین کاه در سطوح مختلف عنصر روی نشان دهنده روند غیر یکنواخت تغییرات پروتئین کاه در میان سطوح این تیمار است. این روند در تیمار عدم مصرف روی ابتدا ثابت و پس از آن کاهشی بود، اما در تیمار دو هزار پی پی ام روی با افزایش عملکرد دانه در ابتدا شاهد کاهش پروتئین

کاه بودیم اما به یکباره پروتئین کاه با یک شیب تند با افزایش عملکرد دانه روند افزایشی در پیش گرفت. در تیمار چهار هزار پی پی ام روی، درصد پروتئین کاه با افزایش عملکرد دانه از ثبات بیشتری نسبت به سطوح دیگر محلول پاشی عنصر روی برخوردار بود و کمترین میزان تغییرات درصد پروتئین کاه با افزایش عملکرد دانه در این تیمار مشاهده گردید (شکل ۱۴).

بحث

عملکرد دانه

تنش رطوبتی باعث کاهش قابل ملاحظه ای در عملکرد دانه لوبیا می شود، البته مقدار کاهش عملکرد بسته به زمان و شدت تنش و نیز ژنوتیپ مورد مطالعه متفاوت است (Frahm et al., 2004., Shenkut and Brick, 2003).

در این تحقیق کمترین میزان عملکرد دانه (۱۸۳۱/۰۹ کیلوگرم در هکتار) متعلق به تیمار تنش در زمان گلدهی بود (جدول ۳). دلیل کاهش عملکرد دانه درتیمار تنش در مرحله گلدهی را می توان به افزایش سقط گل ها و دانه های تازه تشکیل شده در غلاف دانست. در پژوهشی گزارش گردید که گلدهی حساس ترین مرحله رشد و نمو لوبیا نسبت به تنش خشکی می باشد به طوری که احتمالاً کاهش فتوسنتز و تولید مواد فتوسنتزی منجر به کاهش انتقال مواد به دانه و در نهایت کاهش عملکرد دانه می شود (Vaezi Rad, Shekari, Shirani Rad and Zangani, 2008

Ramiez Vallejo and Elly (۱۹۹۸) و Ebrahim (۲۰۰۱)و Beyzaie (۲۰۰۲) نیز بیشترین تأثیر تنش را، بر روی عملکرد دانه گزارش کرده اند که این تأثیر را می توان اینگونه استنباط کرد که این آسیب ناشی از کاهش شدید صفاتی چون تعداد دانه در بوته، وزن غلاف، شاخص برداشت، تعداد غلاف در بوته و عملکرد بیولوژیکی می باشد. در پژوهشی دیگر اعلام گردید که کاهش عملکرد ناشی از تنش خشکی، به علت افزایش در سرعت پیری برگ ها و کاهش دوره پر شدن دانه ها می باشد. همچنین تنش خشکی از طریق کاهش تعداد دانه در بوته و اندازه بذر به دلیل کاهش طول دوره پرشدن دانه، عملکرد و اجزای عملکرد را به طور معنی داری کاهش می دهد (De Souza, Egli and Bruening, 1997).

با افزایش غلظت عنصر روی عملکرد دانه افزایش یافت (جدول ۳). کاربرد چهار هزار پی پی ام روی بیشترین میزان عملکرد دانه را به خود اختصاص داد (جدول ۳). که با نتایج گزارش شده از کاربرد این ماده در گیاهان تحت تنش خشکی Berglund (۲۰۰۲) و Thalooth, Tawfik, and Magda Mohamed (۲۰۰۶) مطابقت دارد. یافته های Gabal, Abdellah, Abed and Ei Assioty (۱۹۸۵) نشان داده است که مصرف عنصر روی به صورت برگی به طور معنی داری عملکرد دانه و ماده خشک کل را در رقم لوبیای fiza-3 افزایش می دهد.

با توجه به اینکه عنصر روی در گیاه بطور مستقیم در بیوسنتز مواد موثر بر رشد همانند اکسین دخالت دارد (Pandey et al, 2006)، بنابراین در دسترس بودن عنصر روی موجب رشد و توسعه بیشتر گیاه و در نتیجه تولید ماده خشک بیشتر و ذخیره آن ها در دانه ها به عنوان مخزن می گردد، بنابراین فهمیدن این نکته ساده به نظر می رسد که کاربرد خارجی روی سبب افزایش عملکرد دانه در شرایط تنش و عدم تنش می گردد. کمبود این عنصر، تشکیل دانه و قدرت حیات آن را کاهش می دهد. آسیب به ساختمان گرده و تشکیل میوه حتی زمانی که گیاهان در زمان گلدهی از دریافت روی محروم شوند نیز مشاهده می شود. اما این میزان، کم تر از حالتی است که گیاهان از ابتدا روی کم تری دریافت می کنند. رفع کمبود عنصر روی به صورت محلول پاشی در شروع گلدهی، شدت اثرات کمبود روی را بر باروری دانه گرده و تولید دانه کاهش می دهد و باعث افزایش تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه و قدرت حیات بذر می شود (Pandey et al, 2006).

Ranjbar and Bahmaniar (۲۰۰۷) نیز تأثیر روی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم را مثبت ارزیابی نمودند. علت افزایش عملکرد و اجزای آن در اثر کاربرد روی، در نتیجه تأثیر این عنصر بر مقدار کلروفیل برگ و غلظت ایندول استیک اسید (IAA) می باشد.

عملکرد پروتئین

علی رغم اینکه تنش کم آبی موجب افزایش غلظت پروتئین دانه گردید اما با توجه به رابطه مستقیم عملکرد پروتئین با عملکرد دانه، این امر سبب گردید که بیشترین میزان عملکرد پروتئین را تیمار شاهد (بدون قطع آبیاری) بدست آورد (جدول ۳)، زیرا افزایش چشمگیر عملکرد دانه در این تیمار نسبت به سایر سطوح تنش کم آبی، کمبود میزان پروتئین دانه را جبران نموده و باعث گردید که بیشترین میزان عملکرد پروتئین به این تیمار اختصاص یابد.

Brown, Cakmak and Zhang (۱۹۹۳) اعلام نموده اند که در شرایط کمبود روی میزان پروتئین کل در گیاه به شدت کاهش می یابد این در حالی است که میزان ترکیبات پروتئینی تقریباً بدون تغییر باقی می مانند. در این تحقیق نیز تیمار محلول پاشی عنصر روی سبب افزایش عملکرد پروتئین گردید، به طوری که بالاترین میزان عملکرد پروتئین در غلظت چهار هزار پی پی ام روی مشاهده شد (جدول۲).

درصد پروتئین دانه و کاه

در تحقیقی مشاهده شده است که عملکرد و درصد کربوهیدرات های دانه باقلا در اثر تنش خشکی کاهش می یابد در صورتی که درصد پروتئین دانه افزایش می یابد (Musallam, Al Karaki, Ereifej and Al Tawaha, 2004., Podlesny, 2001) در این تحقیق نیز کمترین میزان پروتئین دانه و کاه به تیمار شاهد (بدون قطع آبیاری) اختصاص یافت (جدول ۳). Thalooth et al. گزارش نموده اند که تنش کم آبی منجر به اختلال در فرآیند فتوسنتز، فعالیت آنزیم ها و سنتز پروتئین ها می شود که جابجایی متابولیت ها را به سمت دانه تحت تأثیر تنش قرار می دهند. به نظر می رسد در شرایط خشکی بخصوص به واسطه کاهش طول دوره پرشدن دانه، کاهش فتوسنتز خالص و به تبع آن تکمیل نشدن وزن بالقوه دانه که عمدتا این کاهش از ناحیه نشاسته می باشد، نسبت پروتئین به نشاسته در دانه افزایش و در واقع پروتئین افزایش می یابد. نتایج آزمایش Jalilian, Modarres Sanavy and Sabaghpour (۲۰۰۵) روی نخود نیز مؤید این مطلب بوده است که در شرایط تنش، درصد پروتئین در اثر کاهش سهم نشاسته در دانه افزایش می یابد اما افزایش مطلق را گزارش ننموده اند.

محلول پاشی عنصر روی سبب افزایش غلظت پروتئین دانه

و کاه گردید، به طوری که بیشترین مقادیر پروتئین دانه و کاه به تیمار چهار هزار پی پی ام روی اختصاص یافت (جدول ۳). Banks (۲۰۰۴) گزارش نموده است که محلول پاشی روی در سویا سبب افزایش عملکرد دانه، میزان پروتئین و روغن دانه می شود. اثر متقابل تنش کم آبی و محلول پاشی عنصر روی بر میزان پروتئین دانه معنی دار گردید (جدول ۲)، همانطور که در شکل ۹ مشاهده می گردد عنصر روی اثرات تنش کم آبی را بر میزان پروتئین دانه به نحو مؤثری تعدیل نموده است، در شرایط عدم مصرف روی اختلاف بین تیمارهای مختلف تنش کم آبی از لحاظ میزان پروتئین دانه به نحو چشمگیری مشهود است اما این تفاوت در میزان پروتئین دانه در تیمارهای کاربرد روی به مراتب کمتر است.

Seyed Sharifi, Farzane, Saedniya and.Seyed Sharifi (۲۰۰۷) در بررسی اثر مقادیر مختلف سولفات روی (ZnSO4) در بهبود خصوصیات کمی و کیفی ارقام گندم گزارش کرده اند که با افزایش مصرف روی، عملکرد دانه، درصد پروتئین و میزان روی دانه افزایش می یابد و این افزایش برای هر سه این صفات معنی دار است. به نظر می رسد با توجه به اینکه کمبود روی، تشکیل و سوخت و ساز پروتئین را به دلیل غیرفعال کردن آنزیم RNA پلیمراز و تخریب ساختمان ریبوزوم ها و اسید ریبونوکلئیک تحت تاثیر قرار می دهد بنابراین با برطرف کردن کمبود روی می توان مقدار پروتئین گیاه را بهبود بخشید.

نتیجه گیری

نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه به ترتیب مربوط به تیمار شاهد (بدون قطع آبیاری) و اعمال تنش کم آبی در مرحلهٔ گل دهی بود و بالاترین میزان عملکرد پروتئین نیز به تیمار شاهد)بدون قطع آبیاری(اختصاص یافت . از میان سه غلظت محلول پاشی عنصر روی، با توجه به افزایش معنادار عملکرد دانه و عملکرد پروتئین در غلظت ۴۰۰۰ پی پی ام عنصر روی، این تیمار، به عنوان تیمار برتر شناخته شد. باتوجه به نتایج موجود، استفاده از عنصر روی به منظور افزایش عملکرد و از سوی دیگر به عنوان راهکاری در جهت تعدیل خسارت ناشی از تنش کم آبی، توصیه می شود.

پاورقی ها

1. Librel Zn-Zn Edta %14, Co-Ciba England
2. Kjeldul

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری

پتاسیم قابل جذب K (ppm)	فسفر قابل جذب P (ppm)	روی قابل جذب Zn (ppm)	کربن آلی O.C (%)	نیتروژن کل N (%)	اشباع بازی SP (%)	هدایت الکتریکی EC (dS.m-1)	اسیدیته خاک pH	بافت خاک
۴۰۱	۱۹/۶	0.50	۱/۴	۰/۱۲	۵۵/۹	۰/۶۲	۷/۳۲	لومی - رسی

جدول ۲- تجزیه واریانس ساده عملکرد دانه، عملکرد پروتئین و درصد پروتئین دانه و کاه

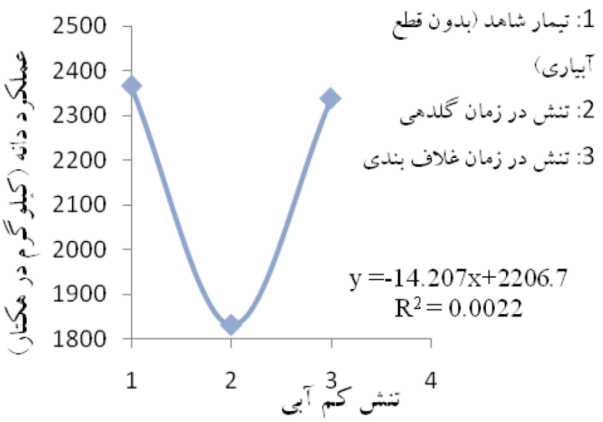
منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد پروتئین	درصد پروتئین دانه	درصد پروتئین کاه
بلوک	۲	۷۵۲۶۱/۱۱ ns	۴۲۰۲/۳۲ ns	۰/۰۸۵ **	۰/۰۰۰۴ ns
آبیاری	۲	۸۱۵۲۸۹/۸۴ **	۳۴۵۲۰/۵۱ **	۱۳/۰۹ **	۳۲/۱۹۱ **
خطای ۱	۴	۱۷۳۳۱/۹۱	۱۰۶۱/۴۸	۰/۰۰۰۴	۰/۰۱۲
روی	۲	۱۱۹۳۳۲/۳۶ *	۲۱۹۰۳/۳۲ **	۷/۸۵۴ **	۱۶/۸۱۹ **
آبیاری * روی	۴	۵۶۷۱/۰۷ ns	۴۴۲۸/۰۷ ns	۵/۱۱۸ **	۰/۴۳۲ **
خطای۲	۱۲	۳۱۲۰۰/۴۱	۱۶۵۰/۹۰	۰/۰۰۱	۰/۰۱۹
ضریب تغییرات	-	۸/۱۱	۷/۷۲	۰/۱۴۹	۱/۰۷

علائم ns، * و ** به ترتیب نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

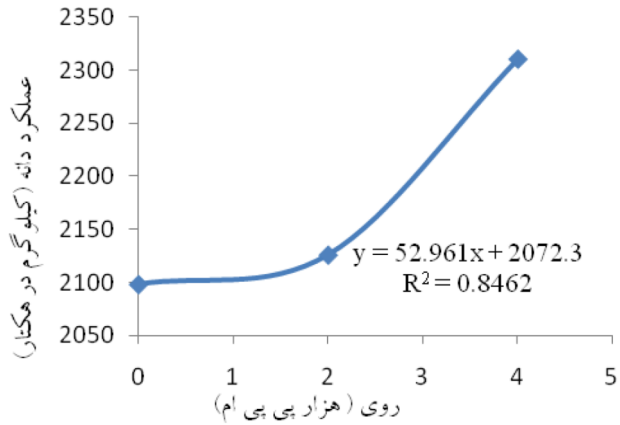
جدول۳- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تأثیر تیمارهای تنش آبیاری و سطوح مختلف محلولپاشی روی

تیمار	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار)	پروتئین دانه (٪)	پروتئین کاه (٪)
آبیاری				
شاهد	۲۳۶۶/۰۳a	۵۸۳/۳۳a	۲۴/۵۸b	۱۱/۴۱ c
تنش در مرحله گلدهی	۱۸۳۱/۰۹b	۴۶۰/۳۶c	۲۵/۱۴a	۱۲/۶۵b
تنش در مرحله غلاف‌بندی	۲۳۳۷/۶۱ a	۵۳۴/۶۹b	۲۲/۸۳c	۱۵/۱۲ a
محلول‌پاشی روی				
صفر	۲۰۹۸/۴۰b	۴۹۹/۵۰ b	۲۳/۹۸ b	۱۳/۵۸b
دو هزار پی‌پی‌ام	۲۱۲۶/۰۹b	۴۹۵/۸۳ b	۲۳/۳۷ c	۱۱/۵۱c
چهار هزار پی‌پی‌ام	۲۳۱۰/۲۴a	۵۸۳/۰۵ a	۲۵/۲۱a	۱۴/۰۹a

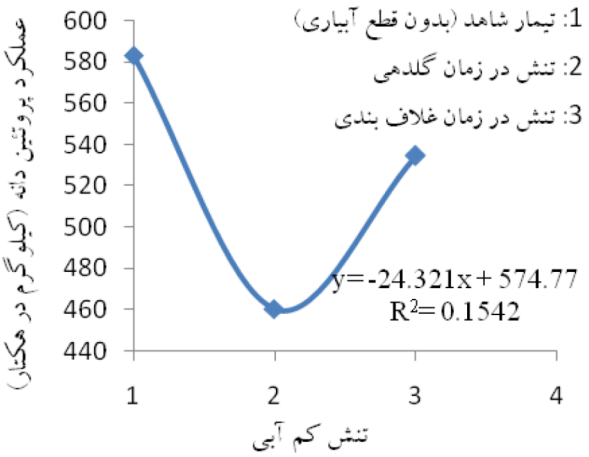
میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD تفاوت معنی‌داری ندارند.



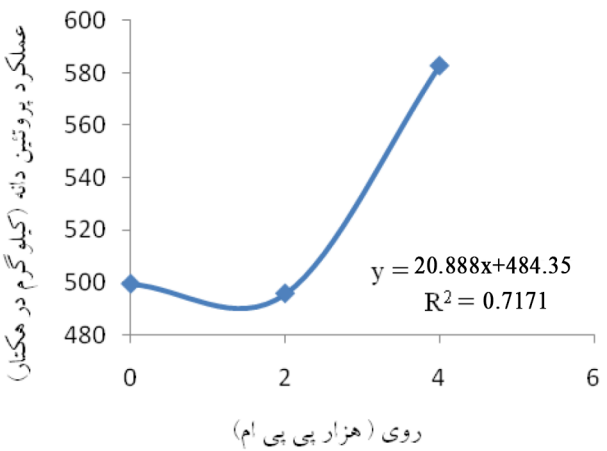
شکل ۱- واکنش عملکرد دانه لوبیا تحت تاثیر تیمارهای مختلف تنش کم‌آبی



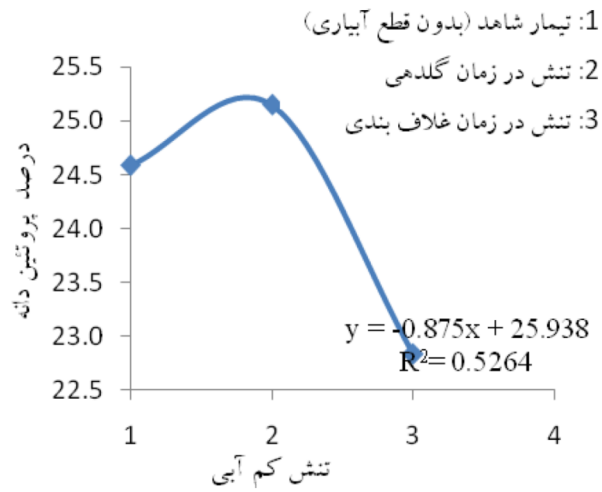
شکل ۲- واکنش عملکرد دانه لوبیا تحت تاثیر سطوح مختلف محلول پاشی عنصر روی



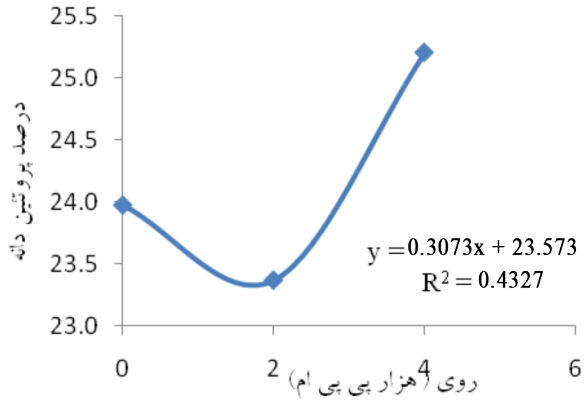
شکل ۳- واکنش عملکرد پروتئین دانه لوبیا تحت تاثیر تیمارهای مختلف تنش کم‌آبی



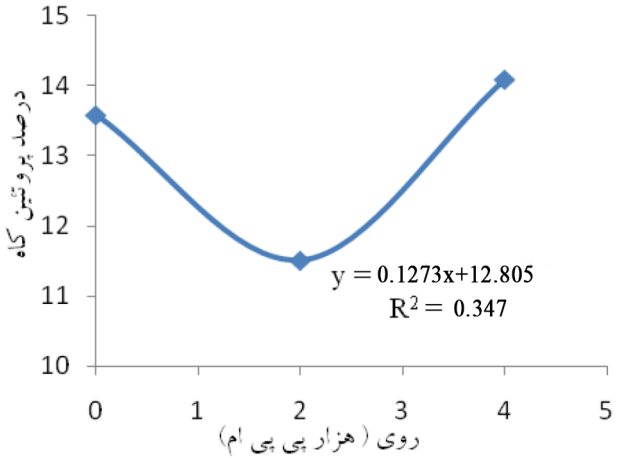
شکل ۴- واکنش عملکرد پروتئین دانه لوبیا تحت تاثیر سطوح مختلف محلول پاشی عنصر روی



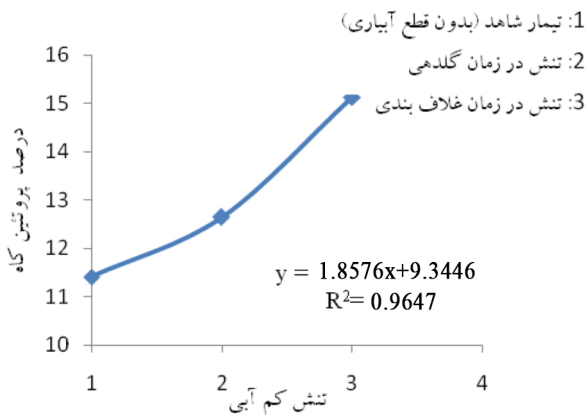
شکل ۵- واکنش درصد پروتئین دانه لوبیا تحت تاثیر تیمارهای مختلف تنش کم‌آبی



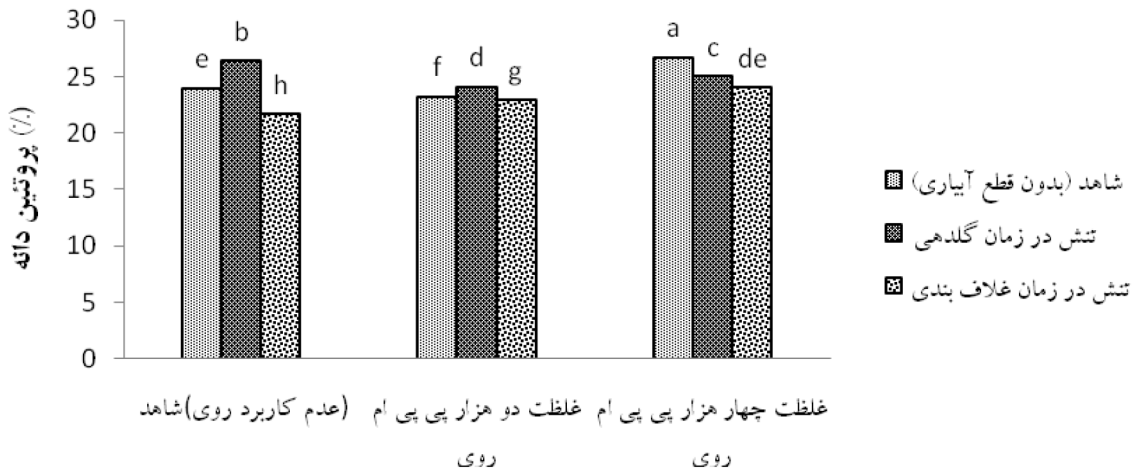
شکل ۶- واکنش درصد پروتئین دانه لوبیا تحت تاثیر سطوح مختلف محلول پاشی عنصر روی



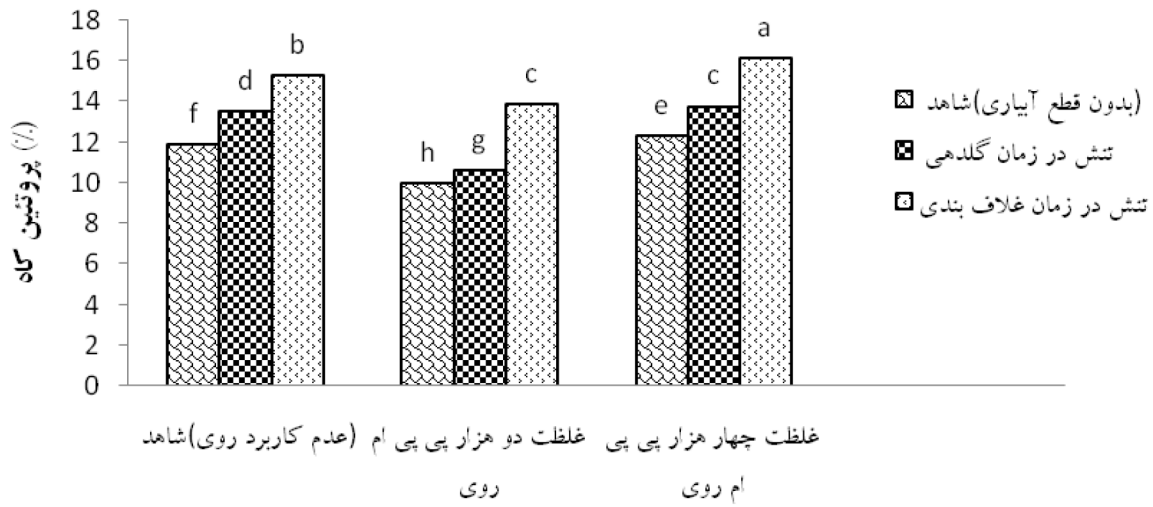
شکل ۸- واکنش درصد پروتئین کاه لوبیا تحت تاثیر سطوح مختلف محلول پاشی عنصر روی



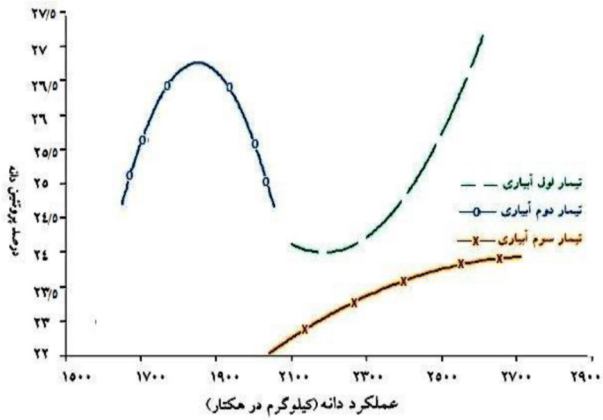
شکل ۷- واکنش درصد پروتئین کاه لوبیا تحت تاثیر تیمارهای مختلف تنش کم‌آبی



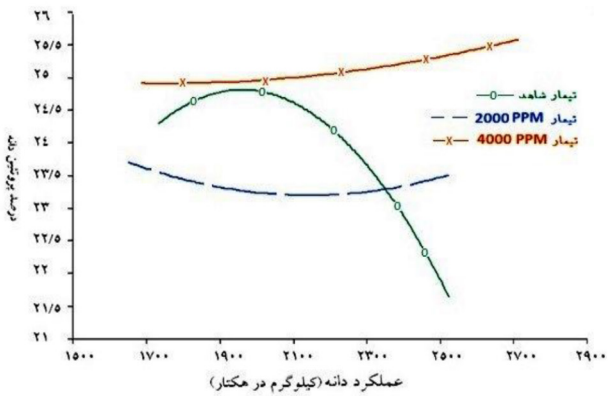
شکل ۹- اثر متقابل تنش کم‌آبی و محلول پاشی عنصر روی بر میزان پروتئین دانه لوبیا



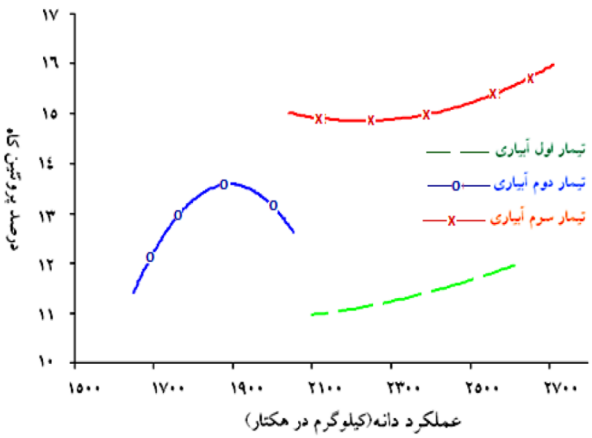
شکل ۱۰- اثر متقابل تنش کم‌آبی و محلول پاشی عنصر روی بر میزان پروتئین کاه لوبیا



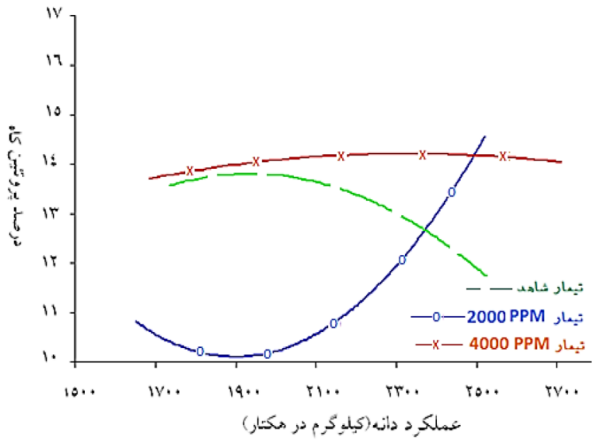
شکل ۱۱- رابطه میان عملکرد و درصد پروتئین
دانه لوبیا در سطوح مختلف تنش کم‌آبی



شکل ۱۲- رابطه میان عملکرد و درصد پروتئین
دانه لوبیا در سطوح مختلف محلول‌پاشی عنصر روی



شکل ۱۳- رابطه میان عملکرد و درصد پروتئین
کاه لوبیا در سطوح مختلف تنش کم‌آبی



شکل۱۴- رابطه میان عملکرد و درصد پروتئین کاه
لوبیا در سطوح مختلف محلول‌پاشی عنصر روی

منابع مورد استفاده

1. Acosta, J.A. (1999). Improving resistance to drought in common bean in Mexico. *Agronomia. Mesomerican*, 101: 83-90.
2. Aghei Sarbarzeh, M. (1995). Effect of Zn on yiled and relation on drought resistance in durum wheat. *Agricultural Research Center of Kermanshah Press*.
3. Alloway, B.J. (2003). *Zinc in soil and crop nutrition*. International Zinc Association, 114p.
4. Anthony, G.B and Woodward, H.J. (2003). Foliar nitrogen application timing influence on grain yield and protein concenteration of hard red winter and spring wheat. *Agronomy Journal*, Vol, 95.pp: 335-338.
5. Banks, L.W. (2004). Effect of timing of foliar zinc fertilizer on yield component of soybeans. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, Vol, 22, No, 116. pp: 226-231.
6. Bayat, A. Ahmadvand, G and Dorri, H. (2010). The effect of water stress on the yield and yield components of spotted beans genotypes. *Journal of agronomical sciences of Iran*, 45: 42-45.
7. Bayat, A.A. Sepehri, A. Ahmadvand, G. and Dorri, H.R. (2010). Effect of water deficit stress on yield and yield components of pinto bean (Phaseolus vulgaris L.) genotypes. *Iranian Journal of Crop Sciences*, Vol, 12, No, 1. pp: 42- 54.
8. Berglund, D.R. (2002). *Soybean Production Field Guide for North Dakota and Northwestern Minnesota*. Published in cooperative and with support from the North Dakota Soybean Council. 136 p.
9. Beyzaie, A. (2002). *Evaluation of quantitative and qualitative traits and their relationship with grain yield of white, red and pinto beans*. MS Thesis, Islamic Azad University of Karaj. Alborz. Iran.
10. Brown, P.H. Cakmak, I. and Zhang, Q. (1993*). Form and function of zinc in plants*. In: Robson, A. D. (ed) Zinc in soils and plants, Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. pp: 90-106.
11. De Souza, P.I. Egli, D.B. and Bruening, W.P. (1997). Water stress during seed filling and leaf senescence in soybean. *Agronomy Journal*, Vol, 89, No, 5. pp: 807-812.

12. Ebrahimi, M. (2001). *The study of genetype and phenotype diversity of bean trait and correlation with yield*. MS thesis, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran. Tehran. Iran.
13. El Gizawy, N.Kh.B and Mehasen, S.A.S. (2009). Response of faba bean to bio, mineral phosphorus fertilizers and foliar application with zinc. *World Appicationl Scencei Journal*, Vol, 6. pp: 1359-1365.
14. Farley, O.R, and Coot, W.J. (1998). Temperature and soil water effects on maize growth, development, yield and forage quality. *Crop Science Journal*, Vol 36. pp:341-348.
15. Frahm, M.A. Rosas, J.C. Mayek Perez, N. Lopez Salinas, E. Acosta Gallegos, J.A. and Kelly, J.D. (2004). Breeding beans for resistance to terminal drought in the lowland tropics. *Journal of Euphytica*, Vol, 136, No, 2. pp: 223-232.
16. Kochaki, E. 2009. Agriculture in arid regions: Cereals, Leguminosae, Industrial and forage plants, tenth edition. Jihad Daneshgahi Mashhad, Mashhad. Iran. 202 p.
17. Mohammadzadeh, A. Majnoonhoseini, N. Moghaddam, H. and Akbari, M. (2011). The effect of various water stress and nitrogen levels on the yield and yield components in red beans genotype. *Journal of Agricultural sciences of Iran*, Vol, 43, No, 1. pp: 29-38.
18. Moraghan, J.T. and Grafton, K. (1999). Seed-Zinc Concentration and the zinc-efficiency trait in navy bean. *Soil Science Society of American Journal*, Vol, 63, pp:918–922.
19. Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell and Environmet Journal*, Vol, 25. pp: 239 -250.
20. Musallam, I.W. Al Karaki, G. Ereifej, K. and Al Tawaha, A.R. (2004). Chemical composition of faba bean genotypes under rainfed and irrigation conditions. *International Journal of Agriculture and Biology*, Vol, 6, No, 2. pp: 369-362.
21. Pandey, N. Pathak, G.C. and Sharma, C.P. (2006). Zinc is critically required for pollen function and fertilization in lentil. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, Vol, 20. pp: 89-96.
22. Podlesny, J. (2001). The effect of drought on the development and yielding of two different varieties of the fodder broad bean (*Vicia faba var. minor*). *Journal of Applied Genetics*, Vol, 42, No, 3.pp: 283-287.
23. Prasad, A.S. (1984). Discovery and importance of zinc in human nutrition. *Feed Processing Journal,* Vol, 43. pp: 2829-2834.
24. Ramiez Vallejo, P.J. and Elly, D. (1998). traits related to drought resistance in common bean. *Euphytica*, Vol, 99, pp:127-136.
25. Ranjbar, G.A. and Bahmaniar, M.A. (2007). Effect of soil and foliar application of Zn fertilizer on yield and growth characteristics of bread wheat (*Triticum aestivum L.*). *Asian Journal of Plant Science*, Vol, 6. pp: 1000-1005.
26. Rezaul -Karim, M.D. Zhang, Y.Q. Zhao, R.R. Chen, X.P. Zhang, F.S. and Zou, C.Q. (2012). Alleviation of drought stress in winter wheat by late foliar application of zinc, boron, and manganese. *Journal of plant nutrition.soil science*, Vol, 175, pp: 142–151.
27. Seyed -Sharifi, R.A. Farzane, S. Saedniya, V. Seyed Sharifi, R.E. (2007). The study of different doses of zinc sulfate on quantitative and qualitative characteristics of wheat cultivar. *Journal of agriculture science*, Vol, 13, No, 4. pp: 44-58.
28. Sharafi, S. Tajbakhsh, M. Majidi, M. and Pourmirza, A. (2002). Effect of iron and zinc fertilizer on yield and yield components of two forage corn cultivars in Urmia. *Soil and Water*, Vol, 12. pp: 85-94.
29. Shenkut, A.A. and Brick, M.A. (2003). Traits associated with dry edible bean (*Phaseolus vulgaris* L.) productivity under diverse soil moisture environments. *Journal of Euphytica*, Vol, 133, No, 3. pp: 339-347.
30. Shree, P.S. and Westermann, D.T. (2002). A Single Dominant Gene Controlling Resistance to Soil Zinc Deficiency in Common Bean. *Crop Science Journal*, Vol, 42, pp: 1071–1074.
31. Sverdlova, E.L. and Markarov, A.M. (1971). Effect of foliar application on development of maize subject to soil moisture stress. Nokotorye voprosy sovremennogo estettvonamixa.
32. Szilagyi, L. (2003). Influence of drought on seed yield components in common bean, *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, special issue. pp: 320-330.
33. Tandon, H.L.S. (1995). Micronutrients in soil, crops, and fertilizers. Fertilizers Development and Consultation Organization. New Delhi. India.
34. Teran, H. and Singh, S.P. (2002). Comparison of sources and lines selected for drought resistance in common bean. *Crop Science Journal*, Vol, 42, No, 1. pp: 64-70.
35. Thalooth, M. Tawfik, M. and Magda Mohamed, H. (2006). A comparative study on the effect of foliar application of Zinc, Potassium and Magnesium on growth, yield and some chemical constituents of Mungbean plants growth under Water stress conditions. *World Journal of Agriculture Science*, Vol, 2. pp: 37-46.
36. Timothy, G.R. Rajaram, S. Ginkel, M.V. Trethowan, R. Joachim, H. Braun, H.J. and Cassady, K. (2000). *New wheat for a secure, sustainable future*. Research highlights of the CIMMYT wheat program, 1999- 2000, 970- 648- 096- 2.
37. Togay, N. Ciftei, V. and Togay, Y.)2004(. The effect of zinc fertilization on yield and some yield components of Dry Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Asian Journal of Plant Science*, Vol, 3, pp: 701-704.
38. Vaezi -Rad, S. Shekari, F. Shirani Rad, A.H. and Zangani, A. (2008). Effects of water stress at different growth stages on yield and yield components of red bean. *Modern Science of Sustainable Agriculture Journal*, Vol, 10. pp: 85-94.
39. Yazdani, F. Allahdadi, I. Akbari, G.A. and Behbahani, M.R. (2007). Effect of different rates of superabsorbent polymer (Tarawat A200) on soybean yield and yield components (Glycine max L). *Pajouhesh and Sazandegi*, No, 75. pp: 167-174.
40. Ziaeian, A. and Malakoti, M.J. (1998). Effect of micronutrient application and application time on increasing yield. *Soil and Water,* Vol, 2, No, 1. pp: 56-62.