

تأثیر سطوح مختلف زئولیت بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.) تحت تنش خشکی در شرایط آب و هوایی کرمانشاه

Effect of Different Levels of Zeolite on Yield of Red Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Under Drought Stress in Kermanshah Climate Condition

احسان حبیب پورکاشفی^{۱*}، محمدحسین قرینه^۲، علیرضا شافعی‌نیا^۳ و مهدی روزرخ^۴

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۷/۰۷ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۲/۰۴

چکیده

به منظور بررسی اثر زئولیت بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا قرمز رقم اختر در شرایط تنش خشکی آزمایشی در سال ۱۳۹۳ در مزرعه شرکت کشت و صنعت تخت شیرین واقع در شهرستان صحنه در استان کرمانشاه به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. در این آزمایش تنش آبی به عنوان عامل اصلی در ۳ سطح، (آبیاری طبیعی براساس ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، تنش ملایم خشکی پس از مرحله چهار برگی براساس ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و تنش شدید خشکی پس از مرحله چهار برگی براساس ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) در کرت‌های اصلی و زئولیت در ۴ سطح (صفر، ۵، ۱۰، و ۱۵ تن در هکتار) در کرت‌های فرعی قرار داده شدند. نتایج نشان داد که سطوح مختلف تنش خشکی تأثیر معنی‌داری در سطح آماری یک درصد بر ارتفاع بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، وزن صد دانه، عملکرد دانه، عملکرد زیستی و شاخص برداشت گذاشت، و این صفات را کاهش داد. همچنین سطوح مختلف زئولیت بر تعداد غلاف در بوته در سطح آماری پنج درصد و بر ارتفاع بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد و این صفات را افزایش داد. اثر متقابل بین تنش خشکی و زئولیت در هیچ کدام از صفات مورد بررسی معنی‌دار نشد.

واژه‌های کلیدی: تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته، عملکرد دانه، شاخص برداشت، وزن صد دانه

۱ و ۲. به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رامین خوزستان، اهواز
۳. استادیار گروه بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه رامین خوزستان، اهواز
۴. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه، کرمانشاه، ایران
*: نویسنده مسئول
Email: ehsan1393@gmail.com

مقدمه

مانند نیتروژن داشته باشد (مومپتون^۸، ۱۹۹۹). هم‌چنین زئولیت به دلیل داشتن تخلخل بالا و ساختار کریستالی می‌تواند تا بیش از ۶۰ درصد وزنی خود آب را جذب کرده و به تدریج آن را در اختیار گیاه قرار دهد (پولیت^۹ و همکاران، ۲۰۰۴). افزایش عملکرد گیاهان مختلف مانند گندم، جو و سیب‌زمینی در اثر کاربرد زئولیت گزارش شده است (باسو و ریتچی^{۱۰}، ۲۰۰۵). اسپکت و هاروی^{۱۱} (۲۰۰۰) در لوبیا قرمز مشاهده کردند که غلظت بالاتر سوپرجاذب قادر است میزان برخی از صفات همچون اجزای عملکرد، طول غلاف، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در بوته و شاخص برداشت را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد. زمانی‌نوری و همکاران (۱۳۹۲) بیان کردند که با مصرف ۳۰ تن زئولیت در هکتار، عملکرد دانه لوبیا قرمز نسبت به عدم مصرف زئولیت افزایش یافت. هدف از انجام این آزمایش، بررسی سطوح مختلف زئولیت بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا قرمز تحت تنش خشکی در شرایط آب و هوایی کرمانشاه بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار سال ۱۳۹۳ در مزرعه شرکت کشت و صنعت تخت شیرین واقع در روستای یکدانگی در شهرستان صحنه واقع در استان کرمانشاه با عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۳۹ دقیقه شرقی با میانگین بارش ۴۴۱ میلی‌متر، ارتفاع ۱۳۵۲ متر از سطح دریا اجرا شد. به‌منظور بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایش، قبل از کاشت و شروع آزمایش از قسمت‌های مختلف خاک مزرعه در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری و خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک تعیین شد (جدول ۱).

آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. در این آزمایش تنش خشکی در ۳ سطح، (آبیاری طبیعی براساس ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر، تنش ملایم خشکی پس از مرحله چهار برگی براساس ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر و تنش شدید خشکی پس از مرحله چهار برگی براساس ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) در کرت‌های اصلی و زئولیت در چهار سطح (صفر، پنج، ۱۰، و ۱۵ تن در هکتار) در کرت‌های فرعی اعمال شد. هر کرت فرعی از شش خط کاشت به طول شش متر و فاصله خطوط کشت ۵۰ سانتی‌متر، فاصله بین بوته‌ها ۱۰ سانتی‌متر، فاصله کرت‌های فرعی از هم یک متر (دو پشته

خشکسالی و تنش حاصل از آن یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را با محدودیت روبرو ساخته و بازده استفاده از مناطق خشک و دیم را کاهش می‌دهد (رضایی‌زاد^۱، ۲۰۰۷). واکنش گیاهان مختلف و حتی ارقام مختلف از یک گونه نسبت به تنش خشکی متفاوت است (ویبر^۲ و همکاران، ۱۹۹۱). خشکی یکی از پراهمیت‌ترین عوامل محدودکننده محصولات گیاهی در مناطق خشک می‌باشد (نورجو و همکاران، ۱۳۸۵). ترآن و سینگ^۳ (۲۰۰۲) بیان داشتند که مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید لوبیا در سراسر جهان، تنش خشکی است. اگرچه لوبیا به‌عنوان یک گیاه حساس به تنش خشکی و کم‌آبی معرفی شده است، ولی تولید این محصول در بسیاری از مناطق جهان که به دلیل عدم تأمین آب مورد نیاز گیاه در معرض تنش خشکی هستند، صورت می‌گیرد (مچادو و دیوریس^۴، ۲۰۰۶). آکوستا^۵ و آدامز (۱۹۹۱) بیان کردند که تنش خشکی متوسط تا شدید می‌تواند بیوماس، تعداد دانه در بوته، دانه در غلاف، تعداد روز تا رسیدگی، شاخص برداشت، عملکرد دانه و وزن دانه لوبیا را کاهش دهد. کمبود آب در زمان گل‌دهی و پرشدن دانه موجب کاهش عملکرد، کاهش وزن بذور و بلوغ زودرس در لوبیا می‌شود (سینگ^۶، ۱۹۹۵). سینگ (۲۰۰۷) در بررسی اثر تنش خشکی بر لوبیا گزارش کرد که میانگین کاهش عملکرد در شرایط استرس خشکی، ۶۰ درصد و کاهش وزن دانه ۱۴ درصد بوده و صفت تعداد روز تا بلوغ در شرایط خشکی کاهش نشان داده است. جرمن و ترآن^۷ (۲۰۰۶) بیان داشتند که خشکی موجب کاهش بیوماس، عملکرد دانه، شاخص برداشت و وزن دانه لوبیا می‌شود. زاده باقری و همکاران (۱۳۹۳) با انجام آزمایشی بر روی لوبیا قرمز، بیان کردند که تنش خشکی (قطع آبیاری در مرحله پنجاه درصد گل‌دهی) نسبت به شرایط نرمال آبیاری عملکرد دانه را به میزان ۳۸/۲ درصد کاهش داد.

زئولیت از ترکیبات مفیدی است که جنبه‌های کاربردی گوناگونی در کشاورزی دارد. استفاده از زئولیت در زمینه‌های کشاورزی به دلیل افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و تمایل زیاد آن‌ها برای جذب و نگهداری آمونیوم می‌تواند نقش مؤثری در کاهش شستشوی عناصر غذایی به‌ویژه عناصر متحرک‌تر

1. Rezaiezed
2. Vieira
3. Teran and Singh
4. Machado and Durães
5. Acosta and Adams
6. Singh
7. German and Teran

8. Mumpton
9. Pulite
10. Basso and Ritchie
11. Especht and Harvy

شدند، سپس نمونه‌ها به دقت توزین شدند و براساس گرم در مترمربع محاسبه گردیدند (ضابط و همکاران، ۱۳۸۳). تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد مورد ارزیابی قرار گرفتند.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه

اثر تنش خشکی در سطح احتمال یک درصد بر ارتفاع بوته معنی‌دار شد (جدول ۲). تنش خشکی موجب کاهش ارتفاع ساقه گیاه لوبیا شد، به طوری که در شرایط تنش خفیف خشکی ارتفاع به میزان ۱۰/۵ درصد و در تنش شدید خشکی این کاهش به ۲۶/۷ درصد نسبت به شرایط طبیعی آبیاری رسید (جدول ۳). با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۲ تیمار زئولیت اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر ارتفاع بوته داشت. با افزایش زئولیت ارتفاع بوته به طور معنی‌داری افزایش یافت. با مصرف پنج، ۱۰ و ۱۵ تن زئولیت در هکتار نسبت به عدم مصرف زئولیت ارتفاع بوته به ترتیب به میزان ۵/۵، ۹/۸ و ۱۲/۳ درصد افزایش پیدا کرد. بین سطوح ۱۰ و ۱۵ تن زئولیت در هکتار از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). در این آزمایش اثر متقابل بین تنش خشکی و زئولیت بر ارتفاع گیاه معنی‌دار نشد. با کاهش میزان رطوبت قابل دسترس گیاه، معمولاً رشد رویشی گیاه کاهش می‌یابد. با کاهش رشد رویشی گیاه، مقدار تولید مواد فتوسنتزی گیاه نیز کاهش، و به دنبال آن گیاه ارتفاع کمتری تولید می‌نماید. مشخص شده است که تنش خشکی از طریق کاهش سرعت رشد گیاه موجب کاهش ارتفاع در گیاه می‌شود (رستمی، ۱۳۸۳). کشاورز نیا و همکاران (۱۳۹۲) کاهش شش درصد ارتفاع، در لوبیا قرمز در اثر تنش خشکی را گزارش کردند. *البارک* (۲۰۰۶) کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته تحت تأثیر تنش خشکی را در گیاه کلزا گزارش داد. نتایج رنجبرچوبه و همکاران (۱۳۸۳) نشان داد که اثر زئولیت بر روی ارتفاع بوته توتون در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود. ترابی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که تنش خشکی تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر ارتفاع گیاه سورگوم علوفه‌ای گذاشت، اما سطوح مختلف زئولیت اثر معنی‌داری بر ارتفاع بوته نداشت. قلی‌زاده و همکاران (۱۳۸۵) در مطالعه اثر مقادیر مختلف مصرف زئولیت و تنش خشکی بر رشد و نمو و تولید روغن در گیاه دارویی بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.) گزارش کردند که زئولیت در شرایط تنش خشکی از طریق در

نکاشت)، فاصله بین دو کرت اصلی دو متر (چهار پشته نکاشت) و هم‌چنین بین تکرارها نیز ۲ متر فاصله قرار داده شد. عمق کاشت پنج سانتی‌متر و رقم لوبیای اختر مورد استفاده قرار گرفت. خطوط یکم و ششم به‌عنوان اثر حاشیه‌ای در نظر گرفته شدند. ابتدا به‌منظور تحریک جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز، کنترل مطلوب‌تر آن‌ها و تأمین رطوبت مناسب جهت انجام عملیات شخم، قبل از تهیه زمین قطعات آزمایشی آبیاری شدند. کودهای نیتروژن و پتاس مورد نیاز گیاه پس از مشخص شدن نتایج آزمون خاک هرکدام به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب از منابع اوره و سولفات پتاسیم، به‌طور یکنواخت در سطح مزرعه توزیع شدند. بعد از وزن کردن زئولیت و براساس نقشه آزمایشی، زئولیت در جوی پخش و با بیل جای جوی و پشته‌ها عوض شد. بذور پس از ضدعفونی با قارچ‌کش کاپتان در تاریخ ۱۲ خرداد ۹۳ کشت شدند. آبیاری اول نیز در همین روز و تا مرحله چهار برگی هفته‌ای یک با صورت گرفت، که بعد از مرحله چهار برگی براساس تشتک تبخیر انجام گرفت. جهت مبارزه با شته از متاسیستوکس (۱/۵ لیتر در هکتار) و کنه لوبیا از سم پروپارژیت (دو لیتر در هکتار) در مرحله ابتدای گل‌دهی استفاده گردید. علف‌های هرز به‌طور مداوم از زمان کاشت تا برداشت به‌صورت دستی وجین شدند. در طول مراحل رشدی بیماری خاصی مشاهده نشد. برداشت نهایی پس از تکمیل مراحل رشد و با توجه به زمان رسیدگی، به‌صورت دستی از خطوط سوم و چهارم انجام گرفت. صفات مورد بررسی شامل ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، عملکرد دانه، عملکرد زیستی و شاخص برداشت بودند. جهت اندازه‌گیری ارتفاع بوته، از سطح زمین تا آخرین گره ساقه اصلی در زمان برداشت از هر کرت ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. برای محاسبه تعداد غلاف در بوته، از کل بوته‌های برداشت شده از هر کرت ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب سپس تعداد غلاف در بوته شمارش شدند. برای تعیین تعداد دانه در غلاف، از هر کرت ۵۰ عدد غلاف به‌طور تصادفی از اشکوب‌های بالایی، میانی و پایینی گل‌آذین انتخاب و پس از بوجاری و شمارش تعداد بذور موجود در آن‌ها تعداد دانه در غلاف برای هر واحد آزمایشی مشخص شد. برای محاسبه وزن صد دانه، در زمان برداشت از میانگین ۵۰۰ دانه که به‌طور تصادفی انتخاب و با دستگاه الکترونیکی بر حسب گرم وزن شدند. عملکرد اقتصادی براساس ۱۳ درصد رطوبت بر حسب گرم در مترمربع به‌دست آمد. برای محاسبه عملکرد زیستی، با در نظر گرفتن خطوط حاشیه، تعداد ۵ بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه‌ی سانتی‌گراد قرار داده

تعداد غلاف در بوته

اثر تیمار آبیاری بر این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). با افزایش شدت تنش، تعداد غلاف در بوته کاهش یافت. به طوری که در شرایط آبیاری براساس ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر (تنش خفیف خشکی) نسبت به آبیاری طبیعی، تعداد غلاف در بوته ۱۷/۷ درصد کاهش یافت، و با افزایش تنش شدید خشکی (آبیاری براساس ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) این کاهش به ۳۹/۸ درصد رسید (جدول ۳). علت کاهش تعداد غلاف در شرایط تنش خشکی می‌تواند به دلیل اختلال در عمل گرده‌افشانی و کاهش تعداد گل‌ها، ریزش گل‌ها و غلاف‌ها باشد. تیمار زئولیت اثر معنی‌داری بر صفت تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال پنج درصد داشت، اما اثر متقابل بین آبیاری و زئولیت معنی‌دار نشد (جدول ۲). با افزایش سطوح زئولیت تعداد غلاف در بوته افزایش یافت، به طوری که با مصرف ۵، ۱۰ و ۱۵ تن زئولیت در هکتار تعداد غلاف در بوته به ترتیب به میزان ۶/۹، ۱۱/۶ و ۱۲/۹ درصد نسبت به شرایط عدم مصرف زئولیت افزایش یافت (جدول ۴). کشاورز نیا و همکاران (۱۳۹۲) کاهش ۳۰/۶ درصد تعداد غلاف در بوته، در لوبیا قرمز در اثر تنش خشکی را گزارش کردند. نتایج حاصله در ارتباط با کاهش تعداد غلاف در بوته در شرایط تنش خشکی با نتایج تورک^۱ و همکاران (۱۹۸۰) مطابقت می‌کند. پاژکی و همکاران (۱۳۸۹) با انجام تحقیقی بر روی گیاه کلزا نشان دادند که با مصرف ۱۲ تن زئولیت در هکتار تعداد غلاف در بوته ۱۴ درصد نسبت به عدم مصرف زئولیت افزایش پیدا کرد. افزایش تعداد غلاف در بوته با استفاده از مصرف زئولیت توسط زمانی‌نوری و همکاران (۱۳۹۲) بر روی لوبیا قرمز، رقم D81083 گزارش شده است. این محققین بیان کردند که با مصرف ۱۵ و ۳۰ تن زئولیت در هکتار تعداد غلاف در بوته به ترتیب به میزان ۳۰/۹ و ۴۶/۱ درصد نسبت به عدم مصرف زئولیت افزایش یافت. هم‌چنین این نتیجه با نتایج اسپکت و هاروی (۲۰۰۰) مبنی بر افزایش تعداد غلاف در گیاه لوبیا قرمز توسط غلظت بالاتر سوپر جاذب همسویی داشت.

وزن صد دانه

براساس جدول تجزیه واریانس، تیمار تنش خشکی تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر وزن صد دانه لوبیا قرمز گذاشت (جدول ۲). با افزایش تنش خشکی، وزن صد دانه به طور معنی‌داری کاهش یافت. به طوری که در شرایط تنش خفیف خشکی وزن صد دانه به میزان ۶/۵ درصد و در تنش شدید خشکی ۱۴/۹ درصد نسبت به شرایط طبیعی آبیاری

اختیار قرار دادن آب بیشتر برای گیاه موجب افزایش معنی‌دار در ارتفاع بوته شد. زمانی‌نوری و همکاران (۱۳۹۲) با انجام تحقیقی بر روی لوبیا قرمز رقم D81083 بیان نمودند که مصرف زئولیت اثر معنی‌داری در سطح آماری یک درصد بر ارتفاع بوته گذاشت. به طوری که با مصرف ۱۵ و ۳۰ تن زئولیت در هکتار ارتفاع بوته به ترتیب به میزان ۱۱/۷ و ۲۴/۷ درصد نسبت به عدم مصرف زئولیت افزایش پیدا کرد. به دلیل توانایی بالایی که زئولیت در جذب و نگهداری رطوبت اضافی موجود در خاک دارد، می‌تواند مقدار قابل توجهی آب را پس از هر بار آبیاری در خلل و فرج خود جذب و نگهداری نماید و به مرور در روزهای بعد از آبیاری که رطوبت خاک مزرعه کاهش می‌یابد، آب جذب شده را در اختیار ریشه گیاه قرار دهد.

تعداد دانه در غلاف

براساس جدول تجزیه واریانس، آبیاری و هم‌چنین زئولیت تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر تعداد دانه در غلاف داشتند (جدول ۲). نتایج به دست آمده نشان داد که تنش خفیف خشکی سبب کاهش تعداد دانه در غلاف به میزان ۶/۹ درصد نسبت به آبیاری طبیعی گردید. هم‌چنین با افزایش شدید تنش خشکی تعداد دانه در غلاف ۲۳/۵ درصد نسبت به شرایط طبیعی آبیاری کاهش یافت (جدول ۳). کاهش میزان آب مورد نیاز در هنگام رشد رویشی موجب کاهش رشد عمومی و طول دوره رشد گیاه، تشکیل تعداد کم‌تر دانه در غلاف شده است. کمبود مواد قابل انتقال در تیمار تنش خشکی در مرحله رویشی موجب سقط دانه در غلاف می‌شود که در نتیجه تعداد دانه در غلاف کاهش می‌یابد. با افزایش سطوح زئولیت، تعداد دانه در غلاف نسبت به عدم مصرف زئولیت افزایش پیدا کرد، در این شرایط با مصرف ۵ تن زئولیت در هکتار تعداد دانه در غلاف به میزان ۹/۸ درصد، و با مصرف ۱۰ تن زئولیت در هکتار، ۹/۸ درصد نسبت به عدم مصرف زئولیت افزایش پیدا کرد. بین سطوح ۱۰ و ۱۵ تن زئولیت در هکتار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. (جدول ۴). محمدزاده و همکاران (۱۳۹۱) نتیجه گرفتند که تنش خشکی تعداد دانه در غلاف را در لوبیا قرمز کاهش می‌دهد. کشاورز نیا و همکاران (۱۳۹۲) گزارشی به میزان کاهش ۱۹/۴ درصد تعداد دانه در غلاف، در لوبیا قرمز در اثر تنش خشکی را گزارش کردند. پوراسماعیل و همکاران (۱۳۸۶) با انجام آزمایشی بر روی ارقام مختلف لوبیا قرمز، گزارش کردند با مصرف سوپر جاذب با غلظت هفت درصد نسبت به عدم مصرف این ماده، تعداد دانه در غلاف در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد.

نسبت به آبیاری طبیعی کاهش یافت و با افزایش شدید تنش خشکی این کاهش به ۵۵/۴ درصد رسید (جدول ۳). با افزایش زئولیت عملکرد دانه به طور معنی داری زیاد شد. به طوری که با مصرف پنج تن زئولیت در هکتار عملکرد دانه به میزان ۱۶/۲ درصد در مقایسه با عدم مصرف زئولیت افزایش داشت. هم چنین با افزایش بیشتر مصرف زئولیت به مقدار ۱۰ تن، عملکرد دانه ۲۶/۱ درصد افزایش یافت (جدول ۴). به طور کلی می توان عنوان کرد که تنش خشکی در مراحل زایشی موجب کاهش تجمع ماده خشک می شود. بنابراین گل دهی حساس ترین مرحله رشد و نمو لوبیا قرمز نسبت به تنش خشکی بوده، به طوری که احتمالاً با کاهش فتوسنتز و تولید مواد فتوسنتزی باعث کاهش انتقال مواد به دانه و در نهایت کاهش عملکرد دانه شده است. زاده باقری و همکاران (۱۳۹۳) با انجام آزمایشی بر روی لوبیا قرمز، بیان کردند که تنش خشکی (قطع آبیاری در مرحله پنجاه درصد گل دهی) نسبت به شرایط طبیعی آبیاری عملکرد دانه را به میزان ۳۸/۲ درصد کاهش داد. با توجه به این که جهت تولید عملکرد بالا وجود آب کافی ضروری می باشد، زئولیت با افزایش آب قابل دسترس گیاه سبب استفاده بهتر و مؤثر از آب و مواد غذایی در گیاه شد و در نتیجه عملکرد افزایش یافت. ماهرخ و عزیز (۱۳۹۲) نشان دادند اثر زئولیت در سطح احتمال پنج درصد بر عملکرد دانه ذرت معنی دار شد و این صفت را افزایش داد. نتایج مطالعات سایر محققان نیز حاکی از آن است که افزایش مصرف زئولیت موجب افزایش عملکرد گیاه می شود (اسلام^۲ و همکاران، ۲۰۱۱). نتایج این آزمایش با نتایج پوراسماعیل و همکاران (۱۳۸۶) بر روی ارقام مختلف لوبیا قرمز مطابقت داشت. طبق نتایج این محققین با مصرف سوپر جاذب با غلظت هفت درصد عملکرد دانه در ارقام مختلف لوبیا قرمز، افزایش پیدا کرد. زمانی نوری و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند که استفاده از زئولیت به مقدار ۳۰ تن در هکتار عملکرد دانه لوبیا قرمز، رقم D81083 را افزایش داد. جذب انتخابی و آزادسازی کنترل شده عناصر غذایی از زئولیت موجب شد، هنگامی که این مواد به عنوان اصلاح کننده به خاک اضافه می شوند، از طریق افزایش فراهمی طولانی مدت آب به بهبود رشد گیاه کمک کنند. با توجه به این که جهت تولید عملکرد بالا وجود آب کافی ضروری است، این ماده (زئولیت) سبب افزایش آب قابل دسترس گیاه و در نهایت سبب افزایش عملکرد شد.

کاهش داشت (جدول ۳). اثر زئولیت بر وزن صد دانه لوبیا قرمز در سطح آماری یک درصد معنی دار شد (جدول ۲) با مصرف پنج تن زئولیت در هکتار وزن صد دانه ۳/۱ درصد نسبت به شرایط عدم مصرف زئولیت افزایش یافت، و با افزایش مقدار زئولیت به میزان ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار، وزن صد دانه به ترتیب هفت و ۷/۱ درصد نسبت به شاهد (عدم مصرف زئولیت) افزایش داشت. بین سطوح بدون مصرف زئولیت و پنج تن زئولیت در هکتار، هم چنین بین سطوح پنج و ۱۰ و ۱۵ تن زئولیت در هکتار تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول ۴). نتایج نشان داد که با مصرف زئولیت وزن صد دانه افزایش پیدا کرد که در این شرایط، انتقال فرآورده های فتوسنتزی به دلیل توانایی جذب آب توسط زئولیت، به دانه ها به خوبی صورت گرفت و ما شاهد کاهش چشمگیری از ذخیره این فرآورده ها در دانه ها نبودیم. ژرمن^۱ و همکاران (۲۰۰۶) گزارشی در خصوص کاهش وزن دانه لوبیا را در شرایط تنش خشکی داده اند. سینگ (۲۰۰۷) نیز گزارشی در خصوص کاهش وزن دانه لوبیا قرمز را به میزان ۱۴ درصد در شرایط استرس خشکی را، ارائه کرده است. به نظر می رسد وقوع تنش خشکی به خصوص در مرحله پر شدن غلاف به علت محدودسازی منبع فتوسنتزی موجب کاهش فتوسنتز، نرسیدن مواد به دانه و هم چنین کوتاه شدن طول دوره پر شدن دانه گردیده و در نتیجه اندازه دانه و وزن صد دانه را کاهش داده است. با پژوهشی که یوسفوند و همکاران (۱۳۹۰) بر روی آفتابگردان انجام دادند، بیان کردند که اثرات آبیاری و زئولیت تأثیر معنی داری به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد بر وزن صد دانه داشتند. پاکزی (۱۳۸۹) با آزمایشی که بر روی کلزا انجام داد بیان کرد که سطوح زئولیت در سطح احتمال پنج درصد بر این گیاه معنی دار شد. به طوری که با مصرف ۱۲ تن زئولیت در هکتار وزن صد دانه به میزان ۳/۲ درصد افزایش یافت. نتایج این آزمایش با نتایج پوراسماعیل و همکاران (۱۳۸۶) بر روی ارقام مختلف لوبیا قرمز و زمانی نوری و همکاران (۱۳۹۲) بر روی گیاه لوبیا قرمز، رقم D81083 مبنی بر افزایش وزن صد دانه در اثر استفاده از زئولیت مطابقت دارد.

عملکرد دانه

اثر اصلی تنش خشکی و هم چنین تیمار زئولیت تأثیر معنی داری در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد دانه داشت (جدول ۲). نتایج حاصل از این آزمایش حاکی از آن بود که تنش خشکی سبب کاهش عملکرد دانه گردید. به طوری که در شرایط تنش خفیف خشکی عملکرد دانه به میزان ۲۵/۸ درصد

عملکرد زیستی

صفت عملکرد زیستی تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت و در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۲). نتایج نشان داد با افزایش تنش خشکی عملکرد زیستی به طور معنی داری کاهش یافت، به طوری که در شرایط تنش خفیف خشکی به میزان ۱۲/۶ درصد و در تنش شدید خشکی این کاهش به ۳۲/۷ درصد رسید (جدول ۳). طبق نتایج جدول تجزیه واریانس عملکرد زیستی تحت تأثیر مقادیر مختلف مصرف زئولیت قرار گرفت و در سطح آماری یک درصد معنی دار شد (جدول ۲). در بین سطوح مختلف مصرف زئولیت مشاهده شد که با افزایش مقادیر مصرف زئولیت، عملکرد زیستی افزایش پیدا کرد. با مصرف پنج تن زئولیت در هکتار، عملکرد زیستی به میزان ۱۴/۹ درصد نسبت به تیمار شاهد (عدم مصرف زئولیت) افزایش داشت. همچنین با مصرف بیشتر زئولیت (۱۵ تن زئولیت در هکتار) این افزایش به ۲۱/۶ رسید. (جدول ۴). امام و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که عملکرد ماده خشک لوبیا، در شرایط تنش خشکی به طور معنی داری کاهش پیدا کرد. بنابر نظر ویلسون^۱ (۲۰۰۴) در شرایط تنش خشکی، ماده خشک کمتری نسبت به شرایط آبیاری طبیعی تولید می شود، که علت آن کاهش کارایی فتوسنتزی برگ ها و تولید آسیمیلاتی قبل از رسیدن فیزیولوژیک می باشد. حجتی و همکاران (۱۳۸۶) در تحقیقی که بر روی گیاه شنبلله انجام دادند، تشریح کردند که مصرف زئولیت، وزن تر و خشک اندام های هوایی را افزایش داده است. پوراسماعیل و همکاران (۱۳۸۶) با انجام آزمایشی بر روی ارقام مختلف لوبیا قرمز، گزارش کردند که استفاده از زئولیت، اثر معنی داری در سطح احتمال یک درصد بر روی عملکرد زیستی گذاشت و این صفت را افزایش داد.

شاخص برداشت

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر تیمار آبیاری و زئولیت بر شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی دار گردید (جدول ۲). با افزایش تنش خفیف خشکی شاخص برداشت به میزان ۱۴/۹ درصد و با افزایش بیشتر تنش (تنش شدید خشکی) این مقدار به ۳۳/۷ درصد نسبت به آبیاری طبیعی کاهش داشت (جدول ۳). این امر نشان دهنده تأثیر آب در انتقال مؤثر فرآورده های فتوسنتز به مخزن های مهمی نظیر دانه ها است که تنش آبی از طریق افزایش غلظت شیره سلولی از آن ممانعت به عمل می آورد. با مصرف زئولیت شاخص برداشت افزایش پیدا کرد، به طوری که با مصرف پنج تن

زئولیت در هکتار نسبت به عدم مصرف زئولیت شاخص برداشت به میزان ۲/۳ درصد افزایش نشان داد. با مصرف بیشتر زئولیت به مقدار ۱۰ تن در هکتار این افزایش به ۸/۵ درصد رسید (جدول ۴). پوراسماعیل و همکاران (۱۳۸۶) بر روی گیاه لوبیا نشان دادند که تنش شدید خشکی (در مرحله گل دهی) نسبت به تیمار شاهد شاخص برداشت را ۱۴ درصد کاهش داد. ژرمن و همکاران (۲۰۰۶) کاهش شاخص برداشت لوبیا را در اثر تنش خشکی گزارش داده اند. در پژوهشی، نوشان شجاعی و همکاران (۱۳۹۱) بر روی شلغم روغنی اظهار داشتند که مصرف ۱۰ تن زئولیت در هکتار، توانست شاخص برداشت را ۱۲ درصد نسبت به تیمار عدم مصرف زئولیت افزایش دهد. پوراسماعیل و همکاران (۱۳۸۶) در بررسی های خود بر روی ارقام مختلف لوبیا قرمز، بیان نمودند که در تیمار سوپر جاذب اختلاف معنی داری در سطح آماری یک درصد مشاهده می شود. همچنین بیان کردند که این ماده شاخص برداشت را از ۴۰/۴۲ درصد در شرایط شاهد به ۴۲/۹۲ درصد در شرایط غلظت ۷ درصد سوپر جاذب افزایش داد.

جدول ۱: برخی مشخصات خاک زراعی محل انجام آزمایش

Table 1: Some characteristics of experimental soil

| خواص Properties | عمق خاک زراعی، ۰ تا ۳۰ سانتی متری Soil depth, 0 to 30 cm |
|---|---|
| اسیدیته خاک pH | 7.84 |
| نیتروژن (درصد) Nitrogen (%) | 0.217 |
| فسفر (میلی گرم در کیلوگرم) Phosphorus (mg/kg) | 21.3 |
| پتاسیم (میلی گرم در کیلوگرم) Potassium (mg/kg) | 380 |
| کربن آلی (درصد) Organic carbon (%) | 2.17 |
| هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (ds/m ⁻¹) | 4.57 |
| درصد مواد خنثی شونده T.N.V | 27.5 |
| اجزای معدنی | Mineral components |
| رس (درصد) Clay (%) | 39 |
| سیلت (درصد) Silt (%) | 34 |
| شن (درصد) Sand (%) | 27 |
| بافت Texture | لومی رسی Clay loam |

جدول ۲: تجزیه واریانس صفات ارزیابی شده

Table 2: Analysis of variance of evaluated traits

| شاخص برداشت Harvest index | میانگین مربعات Mean squares | | | | | | درجه آزادی df | منابع تغییرات Sources of variations |
|------------------------------------|---|---|---------------------------------------|--|---|--------------------------------|---------------------|--|
| | عملکرد بیولوژیکی در مترمربع Biological yield/m ² | عملکرد دانه در مترمربع Grain yield/m ² | وزن صد دانه Hundred seed weight | تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant | تعداد دانه در غلاف Numbr of seed per pod | ارتفاع بونه Plant height | | |
| 0.14 ^{ns} | 21563.39 ^{ns} | 2686.49 ^{ns} | 0.44 ^{ns} | 4.72 ^{ns} | 0.027 ^{ns} | 7.52 ^{ns} | 2 | بلوک Block |
| 699.4 ^{**} | 293805.65 ^{**} | 169460.5 ^{**} | 121.47 ^{**} | 155.41 ^{**} | 1.572 ^{**} | 504.43 ^{**} | 2 | تنش خشکی Drought stress |
| 0.801 | 8889.68 | 1556.77 | 1.85 | 2.34 | 0.0152 | 11.04 | 4 | خطای عامل اصلی Error a |
| 11.19 ^{**} | 70181.57 ^{**} | 15823.69 ^{**} | 17.56 ^{**} | 7.18 [*] | 0.124 ^{**} | 51.37 ^{**} | 3 | زئولیت Zeolite |
| 1.91 ^{ns} | 4145.97 ^{ns} | 989.44 ^{ns} | 1.17 ^{ns} | 2.99 ^{ns} | 0.017 ^{ns} | 1.24 ^{ns} | 6 | تنش × زئولیت S × Z |
| 1.38 | 5988.91 | 938.44 | 2.67 | 2.17 | 0.0148 | 2.82 | 18 | خطای عامل فرعی Error b |
| 3.09 | 9.6 | 9.78 | 4/14 | 10.14 | 4.47 | 3.97 | - | ضریب تغییرات (درصد) CV (%) |

ns, * و **: به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح پنج و یک درصد

ns, * and **: Non-significant and significant at the 5 and 1% level of probability, respectively

جدول ۳: مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده در سه سطح تنش خشکی

Table 3: Means comparison of the evaluated traits at the three levels of drought stress

| شاخص برداشت Harvest index | عملکرد زیستی (گرم در مترمربع) Biological yield (gr/m ²) | عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Grain yield (gr/m ²) | وزن صد دانه (گرم) Hundred seed weight (gr) | تعداد دانه در غلاف Number of seed per pod | تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant | ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm) | تیمارها Treatments |
|------------------------------|--|--|---|--|--|---|----------------------------|
| 45.21a | 946.51a | 428.61a | 42.55a | 3.02a | 18.01a | 48.02a | تنش طبیعی Normal stress |
| 38.44b | 827.07b | 318.08b | 39.75b | 2.81b | 14.81b | 43.11b | تنش خفیف Mild stress |
| 29.96c | 636.43c | 191.12c | 36.21c | 2.31c | 10.82c | 35.31c | تنش شدید Severe stress |

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (دانکن پنج درصد)

Means having similar letters are not significantly different (Duncan 5%)

جدول ۴: مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده در چهار سطح زئولیت

Table 4: Means comparison of the evaluated traits at the four levels of Zeolite

| شاخص برداشت Harvest index | عملکرد زیستی (گرم در مترمربع) Biological yield (gr/m ²) | عملکرد دانه (گرم در مترمربع) Grain yield (gr/m ²) | وزن صد دانه (گرم) Hundred seed weight (gr) | تعداد دانه در غلاف Number of seed per pod | تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant | ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm) | تیمارهای زئولیت Treatments Zeolite |
|------------------------------|--|--|---|--|--|---|---|
| 36.59c | 679.86b | 256.02c | 37.76b | 2.56c | 13.35b | 39.02c | (0 t/ha) |
| 37.44bc | 799.29a | 305.69b | 38.99ab | 2.69b | 14.37ab | 41.51b | (5 t/ha) |
| 40.02ab | 866.17a | 346.7a | 40.62a | 2.84a | 15.11a | 43.5a | (10t/ha) |
| 39.39a | 868.02a | 341.97a | 40.65a | 2.76ab | 15.33a | 44.7a | (15 t/ha) |

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند (دانکن پنج درصد)

Means having similar letters are not significantly different (Duncan 5%)

نتیجه‌گیری

شرایط عدم مصرف زئولیت نشان داد. با مصرف زئولیت عملکرد در گیاه لوبیا قرمز افزایش یافت. که این امر در توسعه کشاورزی و افزایش سطح زیرکشت گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک بسیار مفید است. با به‌کارگیری زئولیت، می‌توان با کاهش کودهای شیمیایی در کشاورزی و حفظ تعادل محیط زیست، در راستای کشاورزی پایدار گام برداشت.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله سپاس و قدردانی خود را از جناب آقای مهندس حسین معصومی، مدیر عامل شرکت کشت و صنعت تخت شیرین، که با در اختیار دادن امکانات مزرعه و هم‌چنین خانم مهندس مرادی مسئول آزمایشگاه دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرمانشاه که با راهنمایی‌های خود من را در این راه یاری نمودند ابراز می‌دارم.

نتایج این تحقیق نشان داد که لوبیا قرمز مانند بیشتر گیاهان واکنش فیزیولوژیک به تنش خشکی نشان می‌دهد. با اعمال تنش خشکی از عملکرد و اجزاء عملکرد کاسته شد. به‌طور کلی می‌توان گفت تمامی فرآیندهای مهم مانند فتوسنتز، تغذیه، باز و بسته شدن روزنه‌ها و رشد و نمو گیاه تحت تأثیر آب قرار می‌گیرد. شناخت و مهارت در روابط آبی گیاه و تحمل تنش خشکی، اصلی‌ترین برنامه در کشاورزی و توانایی مقاومت در برابر این گونه تنش‌ها دارای اهمیت اقتصادی فراوانی است. نتایج آزمایش نشان داد که صفات مورد بررسی در تیمارهای حاوی زئولیت، با توجه به خصوصیات مثبت این پلیمرها از قبیل استحکام بخشیدن به خاک و فراهم آوردن شرایط مناسب برای رشد گیاهان، تقویت خاک، جلوگیری از فرسایش خاک و هم‌چنین توانایی جذب آب، برتری قابل ملاحظه‌ای را نسبت به

منابع

- پاکزی، ع. ۱۳۸۹. اثر مقادیر زئولیت و تنش کم آبی بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت کلزا (*Brassica napus* L.) در منطقه شهرری. مجله زراعت و اصلاح نباتات، ۶(۱): ۱۶-۱۰.
- پوراسماعیل، پ.، حبیبی، د.، توسلی، ا.، مشهدی اکبربوجار، م.، روشن، ب. و رفیعی، ح. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر پلیمر سوپرجاذب آب در ارتقاء عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف لوبیا قرمز تحت تنش خشکی. فصلنامه دانش کشاورزی ایران، ۴(۳): ۳۱۶-۳۰۵.

- ترابی، ع.، فرحبخش، ح. و خواجهی نژاد، غ. ۱۳۹۱. بررسی رژیم‌های مختلف آبیاری و سوپر جاذب زئولیت بر عملکرد اجزای سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor* L.). به‌زراعی کشاورزی، ۱۵ (۳): ۱۴-۱.
- حجتی، م.، زارعی، م.، سیم‌کش‌زاده، ن. و بانی‌نسب، ب. ۱۳۸۶. تأثیر کاربرد مقادیر مختلف زئولیت طبیعی بر رشد گیاه سنبله. خلاصه مقالات پنجمین کنگره علوم باغبانی ایران. دانشگاه شیراز. ص ۱۷۴.
- رستمی، م. ۱۳۸۳. اثر تنش خشکی آخر فصل بر عملکرد و خصوصیات فیزیولوژیک ارقام گندم و تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد. ۱۲۴ صفحه.
- رنجبرچوپه، م. ۱۳۸۲. تأثیر آبیاری و مصرف زئولیت طبیعی بر عملکرد کمی و کیفی توتون کوکر ۳۴۷، پژوهش‌نامه علم کشاورزی، ۱ (۲): ۷۱.
- زاده باقری، م.، جوانمردی، ش.، عزیززاده، ا. و کامل منش، م. ۱۳۹۳. اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک زئوتیپ‌های مختلف لوبیا قرمز. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی، ۶ (۱۸): ۱۱-۱.
- زمانی‌نوری، ع.، قشقایس، ع. و حسینی ابری، س. ۱۳۹۲. تأثیر زئولیت بر روی عملکرد، اجزای عملکرد و میزان پروتئین گیاه لوبیا قرمز. اولین همایش ملی توسعه پایدار کشاورزی با کاربرد الگوی زراعی. زرنديه، ایران. ۲۴ (۱): ۱.
- ضابط، م.، حسین‌زاده، ع.، احمدی، ع. و خیال‌پرست، ف. ۱۳۸۳. تعیین مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد تحت دو شرایط آبیاری با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره در زئوتیپ‌های ماش. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۵ (۴): ۸۴۹-۸۳۹.
- قلی‌زاده، آ.، اصفهانی، م. و عزیزی، م. ۱۳۸۵. مطالعه اثرات تنش آب به همراه کاربرد زئولیت طبیعی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica*). مجله پژوهش و سازندگی، ۷۳ (۲): ۱۰۲-۹۶.
- کشاورزنی، ر.، محمدی نرگسی، ب. و عباسی، ع. ۱۳۹۲. بررسی تنوع ژنتیکی لوبیا براساس صفات مورفولوژیکی تحت دو شرایط طبیعی و تنش خشکی. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۴ (۲): ۳۱۵-۳۰۵.
- ماهرخ، ع. و عزیزی، ف. ۱۳۹۳. تأثیر کاربرد زئولیت طبیعی بر تحمل به تنش کم آبیاری در ذرت دانه‌ای. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۲ (۲): ۳۰۴-۲۹۶.
- محمدزاده، آ.، مجنون‌حسینی، ن.، مقدم، ح. و اکبری، م. ۱۳۹۱. تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو زئوتیپ لوبیا قرمز. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۳ (۱): ۳۸-۲۹.
- نوشان شجاعی، ا.، دلخوش، ب.، شیرانی‌راد، ا. و نورمحمدی، ق. ۱۳۹۱. بررسی اثر پتاسیم و زئولیت بر صفات کمی و کیفی شلغم روغنی در تنش خشکی آخر فصل. تولید گیاهان زراعی در شرایط تنش‌های محیطی، ۴ (۴): ۶۱-۵۳.
- یوسفوند، پ.، ساجدی، ن. و میرزاخانی، م. ۱۳۹۰. تأثیر تنش خشکی، مصرف زئولیت و سلنیوم بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان. یافته‌های نوین کشاورزی، ۵ (۳): ۳۳۹-۳۲۵.
- Acosta-Gallegos, J. A. and Adams, M. W. 1991. Plant traits and yield stability of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars under drought stress. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 117: 213-219.
- Albarrak, Kh. M. 2006. Irrigation Interval and nitrogen level effects on growth and yield of canola (*Brassica napus* L.). *Scientific journal of King Faisal University*, 7: 87-99.
- Basso, B. and Ritchie, J. T. 2005. Impact of compost, manure and inorganic fertilizer on nitrate leaching and yield for a 6 year maize- alfalfa rotation in Michigan. *Agricultural Ecosystem Environment*, 108: 329-341.
- Emam, Y., Shekoofa, A., Salehi, F. and Jalali, A. H. 2010. Water stress effects on two common bean cultivars with contrasting growth habits. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environ Sciences*, 9 (5): 495-499.
- German, C. and Teran, H. 2006. Selection for drought resistance in dry bean landraces and cultivars. *Crop Science*, 46: 2111-2120.
- Islam, MR., Hu, Y., Mao, S., Mao, J., Enejid, E. and Xuea, X. 2011. Effectiveness of a water-saving super-absorbent polymer in soil water conservation for corn (*Zea mays* L.) based on eco-physiological parameters. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91: 1998-2005.
- Machado Neto, N. B. and Durães, M. A. B. 2006. Physiological and biochemical response of common bean varieties treated with salicylic acid under water stress. *Crop Breed Application Biotechnology*, 6: 269-277.
- Mumpton, F. A. 1999. Uses of natural zeolites in agriculture and industry. In: *Proceedings of National Academic Science. United State American*, 96: 3463-3470.
- Pulite, E., Karaca, M., Demir, H. and Naci Onus, A. 2004. Use of natural zeolite (clinoptilolite) in agriculture. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 12: 183-189.
- Rezaiead, A. 2007. Reaction of some sunflower genotypes to drought stress using index. *Seedlings and Seeds*, 23 (1): 43-58.
- Singh, S. P. 1995. Selection for water-stress tolerance in interracial populations of common bean. *Crop Science*, 35: *Agronomy Journal*, 35:118-124.

- Singh, S. H. 2007. Drought resistance in the race Durango dry bean landraces and cultivars. *Agronomy Journal*, 99: 1919-1225.
- Teran, H. and Singh, S. P. 2002. Comparison of sources and lines selected for drought resistance in common bean. *Crop Science*, 17: 493-496.
- Turk, K. J., Hal, A. E. and Asbell, G. W. 1980. Drought adaptation of cowpea. I. influence of drought on seed yield. *Agronomy Journal*, 72 (3): 413-421.
- Vieira, R. D., Teerony, D. M. and Egli, D. B. 1991. Effect of drought soybean stress on seed germination and vigor. *Journal of Seed Technology*, 16: 12-21.
- Zahedi, H., Noor-Mohamadi, GH., Shirana Rad, A. H., Habibi, D. and Mashhadi Akbar Boojari, M. 2009. The effects of zeolite and foliar applications of selenium on growth, yield and yield components of three canola cultivars under drought stress. *World Applied Sciences*, 7: 255-262.

Effect of Different Levels of Zeolite on Yield of Red Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Under Drought Stress in Kermanshah Climate Condition

Habib Porkashef^{1*}, E., Gharineh², M. H., Shafeinia³, A. R. and Roozrokh⁴, M.

Abstract

In order to investigate the effect of zeolite on yield and yield components of red beans under drought stress in the field, an experiment was conducted in 2014 in the Takhte Shirin Plantation Company located in the Sahneh, Kermanshah through split plot based on a randomized complete block design with 3 replications. In this experiment, water stress was the main factor with 3 levels, (normal irrigation based on 60 mm evaporation from evaporation basin, mild drought stress after the four-leaf stage based on 90 mm evaporation from evaporation basin and severe drought stress after the four-leaf stage based on the 120 mm evaporation from evaporation basin) considered in the main plot, and zeolite with 4 levels (0, 5, 10 and 15 t/ha) was placed in the sub plots. The results showed that different levels of drought stress caused a significant reduction ($P<0.001$) in plant height, the number of seed per pod, number of pods per plant, hundred seed weight, seed yield and biological yield traits. Different levels of zeolite also increased the number of pods per plant and plant height ($P<0.05$), number of seeds per pod, seed weight, seed yield, biological yield and harvest index ($P<0.001$). The interaction between drought stress and zeolite was not significant in any of investigated attributes.

Keywords: Number of seed per pod, Number of pods in plant, Grain yield, Harvest index, Hundred seed weight

1, 2 and 3. MSc Student, Associate Professor and Assistant Professor, Respectively, Department of Crop Production and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Khuzestan Ramin University, Ahvaz

4. Assistant Professor, Department of Crop Production and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, The Unit of Kermanshah Islamic Azad University, Kermanshah, Iran

※: Corresponding author Email: p.ehsan1393@gmail.com