# اثر سطوح زئولیت بر فلورسانس کلروفیل لوبیا قرمز (*Phasaeolus vulgaris* L.) تحت شرایط تنش خشکی

احسان حبیب‌پورکاشفی*[۱]، محمدحسین قرینه[۲]، علیرضا شافعی‌نیا[۳]، مهدی روزرخ[۴]

۱) دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، خوزستان، ایران.
۲) دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، خوزستان، ایران.
۳) استادیار گروه بیوتکنولوژی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، خوزستان، ایران.
۴) استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران.

**این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد می‌باشد.**

* **نویسنده مسئول:** P.ehsan1393@gmail.com

**تاریخ دریافت: ۹۴/۰۱/۱۸** **تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۴/۰۱**

## چکیده

**به منظور بررسی اثر زئولیت بر برخی صفات فیزیولوژیکی لوبیا قرمز در شرایط تنش خشکی آزمایشی در مزرعه شرکت کشت و صنعت تخت شیرین واقع در شهرستان صحنه در استان کرمانشاه در سال ۱۳۹۳ به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. در این آزمایش تنش خشکی به عنوان عامل اصلی در سه سطح، آبیاری نرمال (۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک)، تنش خشکی ملایم (۹۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک) و تنش خشکی شدید (۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک) در کرت‌های اصلی و زئولیت در چهار سطح صفر، پنج، ۱۰، و ۱۵ تن در هکتار در کرت‌های فرعی قرار داده شدند. نتایج نشان داد که تنش خشکی، به جز صفات شاخص کلروفیل و فلورسانس حداقل، فلورسانس کلروفیل، محتوای نسبی آب برگ، عدد کلروفیل، سطح برگ و فلورسانس حداکثر را کاهش داد. هم‌چنین زئولیت به دلیل توانایی در جذب و نگهداری آب در خاک توانست به استثنای دو صفت شاخص کلروفیل و فلورسانس حداقل، سایر صفات را افزایش دهد. برهمکنش بین تنش خشکی و زئولیت در هیچ کدام از صفات مورد بررسی معنی‌دار نشد.**

**واژه‌های کلیدی:** فلورسانس حداکثر، سطح برگ و محتوای آب نسبی.

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.28.2.3 ]

**مقدمه**

حبوبات و به ویژه لوبیا از منابع مهم تأمین‌کننده پروتئین در اکثر کشورها به ویژه کشورهای در حال توسعه می‌باشد، چرا که از نظر اقتصادی از پروتئین حیوانی ارزان‌تر است. هم‌چنین حبوبات دارای کربوهیدرات‌ها، برخی ویتامین‌ها و مواد معدنی ضروری در جیره غذایی انسان بوده و در تناوب‌های زراعی نیز به عنوان حاصل‌خیزکننده‌ی زمین و کود مورد استفاده قرار می‌گیرند (Khaghani *et al*., 2009). لوبیا یک منبع مهم غذایی در سراسر دنیا محسوب می‌شود که به دلیل دارا بودن پروتئین، فیبر و ویتامین در دانه، ارزش غذایی بالایی دارد (Dursum, 2007). در استان کرمانشاه لوبیا قرمز علاوه بر کشت اول، در مناطق گرمسیر شهرستان به عنوان کشت دوم از اهمیت خاصی بر خوردار است. تنش خشکی یکی از مهم‌ترین تهدیدهای جهانی برای تولید مواد غذایی به شمار می‌آید که عامل برهم‌زننده تعادل گیاه از طریق اختلال در فرایندهای فیزیولوژیک و بیولوژیک می‌باشد (Ober *et al*., 2005). از مهم‌ترین تغییرات ناشی از این تنش، کاهش محتوای نسبی آب برگ (RWC) است. این صفت می‌تواند توانمندی گیاه را در تحمل به تنش خشکی نشان دهد. کاهش محتوای نسبی آب برگ و بسته شدن روزنه‌ها اولین اثر خشکی بوده که از طریق اختلال در ساخت مواد فتوسنتزی، موجب کاهش میزان عملکرد می‌شود (Yang *et al*., 2007; Molnar *et al*., 2002). گزارش شده است که محتوای آب نسبی برگ یکی از مهم‌ترین صفات گیاهی لوبیا در ارزیابی واکنش آن به تنش خشکی است (Parsons and Howe, 1984 ). در یک مطالعه بیان شد که کم آبی، محتوای آب نسبی برگ را به‌طور معنی‌داری در لوبیا کاهش می دهد ( Ramirez-Vallejo and Kelly, 1998). در آزمایشی روی چهار رقم لوبیا گزارش شد که تنش خشکی، محتوای آب نسبی برگ را کاهش داد که البته شدت این کاهش در همه ارقام یکسان نبود (Abebe *et al*., 1998).زئولیت از ترکیبات مفیدی است که جنبه-های کاربردی گوناگونی در کشاورزی دارد. استفاده از زئولیت در اراضی کشاورزی به دلیل افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک (CEC) و تمایل زیاد آن‌ها برای جذب و نگهداری آمونیوم می‌تواند نقش مؤثری در کاهش شستشوی عناصر غذایی به ویژه عناصر متحرک‌تر مانند نیتروژن داشته باشد (Mumpton, 1999). استفاده از زئولیت یکی از راه‌های جلوگیری از کاهش رطوبت خاک است. زئولیت آلومینوسیلیکاتی با ساختاری داربستی است که یون‌های بزرگ و مولکول‌های آب حفرات آن را اشغال کرده و ساختار آن متحرک می‌باشد، به‌طوری‌که واکنش‌های تعویض یون و آب‌گیری آن‌ها به‌صورت برگشت‌پذیر انجام می‌شود (Franz, 1983). هم‌چنین زئولیت به دلیل داشتن تخلل بالا و ساختار کریستالی می تواند تا بیش از ۶۰ درصد وزنی خود آب را جذب کرده و به تدریج آن را در اختیار گیاه قرار دهد (Pulite *et al*., 2004). امروزه فلورسانس کلروفیل، به عنوان یک معیار سنجش برای اندازه‌گیری اثر تنش‌های محیطی، از جمله تنش آب بر گونه‌های زراعی و تعیین میزان تحمل به خشکی آن‌ها پیش نهاد شده است (Moffatt *et al*., 1990). در حقیقت، مقدار فلورسانس

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.28.2.3 ]

کلروفیل، سالم بودن غشای تیلاکوئید و کارآیی نسبی انتقال الکترون را از فتوسیستم II به فتوسیستم I نشان می‌دهد وقتی مولکول‌های کوینون گیرنده الکترون فتوسیستم II در وضعیت کاملاً اکسیده شده (وضعیت باز مرکز واکنش فتوسیستم II) هستند، سیستم دارای کم‌ترین فلورسانس ($F_O$) است که به تدریج با افزایش احیا شدن این مولکول‌ها، فلورسانس افزایش می‌یابد. این روند تا احیای کامل مولکول‌های آن ادامه پیدا می‌کند. در چنین حالتی مرکز فتوسیستم در حالت احیای کامل بوده، دارای بیش‌ترین فلورسانس ($F_M$) است. از طرفی، با افزایش شدت نور، سیستم فتوسنتزی با یک روش تنظیمی برای کاهش انرژی القا شده تحریکی، انرژی مازاد را به طریق افزایش خاموشی غیر فتوشیمیایی، به‌صورت فرآیند غیر تابشی از دست می‌دهد. با این سازوکار تنظیمی، ضمن حفاظت از مرکز واکنش، موجب می‌گردد که حداقل صدمه به این مرکز وارد شود (Behra *et al*.,.2002). از این رو، کارآیی فتوشیمیایی فتوسیستم II به‌صورت نسبت $F_V/F_M$ (نسبت فلورسانس متغیر به فلورسانس بیشینه) بیان می‌شود. بنابراین، تنش‌های محیطی با اثر بر فتوسیستم II باعث کاهش این نسبت می‌شوند (Ma *et al*., 1995). بر اساس گزارش Zlatev و Yordanov (۲۰۰۵) تنش خشکی موجب کاهش فلورسانس کلروفیل در ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا قرمز شد. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی سطوح مختلف مصرف زئولیت بر برخی از صفات فیزیولوژیکی در لوبیا قرمز تحت تنش خشکی در شرایط آب و هوایی شهرستان صحنه از توابع استان 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 سالانه ۴۴۱ میلی‌متر، ارتفاع ۱۳۵۲ متر از سطح دریا اجرا شد. در جدول ۱ مشخصات خاک محل اجرای طرح آورده شده است.

**جدول ۱: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی**

| هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) | اسیدیته | کربن آلی | ازت | فسفر | پتاسیم | رس | لای | شن |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | درصد | | قسمت در میلیون | | درصد | | |
| ۴/۵۷ | ۷/۸۴ | ۲/۱۷ | ۰/۲۱۷ | ۲۱/۳ | ۳۸۰ | ۳۹ | ۳۴ | ۲۷ |

این آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در این آزمایش تنش خشکی پس از مرحله چهار برگی در سه سطح آبیاری نرمال (بر اساس ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک)، تنش خشکی ملایم (بر اساس ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک) و تنش خشکی شدید (بر اساس ۱۲۰ میلی‌لیتر تبخیر از تشتک) در کرت‌های اصلی و زئولیت در چهار سطح صفر، ۵، ۱۰، و ۱۵ تن در هکتار در کرت‌های فرعی اعمال شد. هر کرت فرعی از

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01 ]
[ DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.28.2.3 ]

شش خط کاشت به طول شش متر و فاصله خطوط کشت از هم ۵۰ سانتی‌متر، فاصله بین بوته‌ها ۱۰ سانتی‌متر، فاصله کرت‌های فرعی از هم یک متر (دو پشته نکاشت)، فاصله بین دو کرت اصلی دو متر (چهار پشته نکاشت) هم‌چنین بین تکرارها نیز دو متر فاصله قرار داده شد. رقم لوبیا اختر مورد استفاده قرار گرفت. خطوط یکم و ششم به عنوان اثر حاشیه‌ای در نظر گرفته شدند. ابتدا به منظور تحریک جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز، کنترل مطلوب‌تر آن‌ها و تأمین رطوبت مناسب جهت انجام عملیات شخم، قبل از تهیه زمین قطعات آزمایشی آبیاری شدند. پس از رسیدن میزان رطوبت خاک به حد ظرفیت زراعی عملیات شخم صورت گرفت.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. با استفاده از گچ ساختمانی نهرهای انتقال آب روی زمین مشخص گردید و نهرها با استفاده از نهرکن ایجاد شدند ابتدا میزان بذر مورد نظر با قارچ‌کش مانکوزب ضدعفونی شدند، بذور در عمق پنج سانتی‌متری در تاریخ ۱۲ خرداد ۹۳ کشت گردید. پس از وزن کردن سطوح زئولیت به میزان صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار و بر اساس نقشه آزمایشی، زئولیت به وسیله بیل در عمق ۳۰ سانتی‌متری خاک قرار گرفت (زئولیت ابتدا در جوی پخش شد و بعد جای جوی‌ها با پوشته‌ها عوض شد). در تیمار تنش خشکی، آبیاری تا مرحله چهار برگی همانند تیمار آبیاری نرمال بود (آبیاری بر اساس ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک)، اما بعد از آن آبیاری بسته به نوع تیمار تنش خشکی بر اساس ۹۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک صورت گرفت. جهت مبارزه با شته از متاسیستوکس (یک و نیم لیتر در هکتار) و کنه لوبیا از سم پروپارژیت (دو لیتر در هکتار) در 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.

برای محاسبه‌ی محتوای نسبی آب برگ در مرحله اواسط گل‌دهی، ابتدا سه برگ جوان توسعه یافته از هر کرت انتخاب و از قسمت دمبرگ بریده شدند و پس از اتیکت‌گذاری به آزمایشگاه انتقال یافتند، سپس از قسمت میانی پهنک برگ دیسک‌های یکنواخت تهیه و وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد. در مرحله بعد دیسک‌های تهیه شده به مدت ۱۲ ساعت در آب مقطر در شرایط تاریکی و دمای ۱۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و پس از اتمام زمان مورد نظر دیسک‌های برگی از آب مقطر خارج و پس از خشک کردن آب سطحی، توسط کاغذ خشک‌کن سپس مجدداً وزن شدند و در مرحله آخر نیز دیسک‌ها در آون در دمای ۸۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفتند و وزن خشک آن‌ها نیز ثبت و از طریق رابطه ۱ محاسبه شد (Martinez *et al.*, 2006).

رابطه ۱: $RWC = FW\text{-}DW/TW\text{-}DW \times ۱۰۰$

که RWC= رطوبت نسبی برگ، FW= وزن تازه نمونه برگ، DW= وزن خشک نمونه و TW= وزن آماس می‌باشند.

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.28.2.3 ]

مقدار کلروفیل برگ (SPAD) با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر دستی مدل Minolta spad-502 در اوایل غلاف‌دهی اندازه‌گیری شد. به این صورت که از سه قسمت برگ شامل ابتدا، وسط و انتها اندازه‌گیری و میانگین آن برای کرت مورد نظر ثبت شد.

جهت اندازه‌گیری مساحت برگ، از دستگاه سطح برگ سنج مدل Leaf Area meter Am 200 در مرحله اوایل غلاف‌دهی استفاده شد. به این منظور از هر کرت آزمایشی ۱۰ عدد برگ به‌صورت تصادفی انتخاب و سریعاً به آزمایشگاه جهت اندازه‌گیری برده شد. برای اندازه‌گیری مؤلفه‌های فلورسانس کلروفیل ($F_M$، $F_O$ و $F_V/F_M$) از دستگاه فلوئورومتر مدل device Promometer drrcagon استفاده شد. تمام اندازه‌گیری‌ها در ساعات ۱۰ تا ۱۳ به منظور به حداقل رساندن تغییرات روزانه صورت گرفت. در ابتدا گیره‌های مخصوص پس از اطمینان از بسته بودن دریچه‌های آن‌ها روی برگ‌ها نصب شدند، به‌طوری‌که از رگبرگ اصلی فاصله داشته باشند. برگ‌ها به مدت ۱۵ دقیقه برای توقف واکنش روشنایی فتوسنتز در تاریکی قرار گرفتند. پس از سپری شدن این مدت گیره‌ها به فیبر نوری دستگاه متصل و دریچه گیره‌ها باز شدند و پارامترهای فلورسانس اولیه ($F_O$)، فلورسانس حداکثر ($F_M$)، و نیز قابلیت عملکرد کوانتوم ($F_V/F_M$) به‌دست آمد (تقی‌پور و همکاران، ۱۳۹۳).

تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد مورد ارزیابی قرار گرفتند.

## نتایج و بحث

### محتوای نسبی آب برگ

اثر تنش خشکی در مقدار محتوای نسبی آب برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که با افزایش سطح تنش‌خشکی، محتوای نسبی آب برگ به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. به‌طوری‌که بیش‌ترین و کم‌ترین محتوای نسبی آب برگ به ترتیب به آبیاری نرمال (۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک) و تنش خشکی شدید (۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک) اختصاص داشت (جدول ۳). اثر تیمار زئولیت در سطح احتمال یک درصد بر این صفت معنی‌دار بود (جدول۲). به گونه‌ای که کم‌ترین میانگین با ۶۳/۵۵ درصد مربوط به تیمار بدون مصرف زئولیت و بیش‌ترین میانگین مربوط به تیمار مصرف ۱۵ تن زئولیت در هکتار به میزان ۷۰/۵۰ درصد بود (جدول ۳). عدم تعادل بین عرضه و تقاضای آب در گیاه محتمل‌ترین دلیل کاهش محتوای نسبی آب برگ گیاه در شرایط تنش خشکی می‌باشد. که با نتایج Turkan و همکاران (۲۰۰۵) مطابقت دارد. گزارش شده است که اثر تنش خشکی بر محتوای آب نسبی در لوبیا قرمز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، به این صورت که در شرایط تنش خشکی شدید نسبت به آبیاری نرمال

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.20084403.1394.7.28.2.3 ]

محتوای نسبی آب برگ به میزان ۱۶/۹ درصد کاهش یافت (Mohammad *et al*., 1996). در شرایط تنش خشکی، به دلیل کاهش سطح برگ، تجمع کلروفیل افزایش می‌یابد، اما به علت تعرق بالا، گیاه آب بیش‌تری از دست می‌دهد و در نتیجه محتوای نسبی آب برگ کاهش می‌یابد. کاهش محتوای نسبی آب در شرایط تنش خشکی توسط زاده‌باقری و همکاران (۱۳۹۳) و محمدزاده و همکاران (۱۳۹۱) روی ارقام لوبیا قرمز نیز عنوان شده است. برخی محققان بیان نمودند که مصرف سوپر جاذب باعث افزایش محتوای نسبی آب برگ می‌شود (پوراسماعیل و همکاران، ۱۳۸۶؛ Islam, 2011؛ Harvey, 2002). زئولیت با قرار دادن آب در اختیار گیاه سبب نگه‌داری آب بیش‌تر درون بافت‌ها به ویژه بافت برگ می‌شود و در نتیجه محتوای نسبی آب برگ را افزایش داد.

**جدول ۲: تجزیه واریانس صفات آزمایشی مورد مطالعه**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | محتوای نسبی آب برگ | شاخص کلروفیل | سطح برگ | فلورسانس حداقل | فلورسانس حداکثر | فلورسانس کلروفیل |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| بلوک | ۲ | ۲۳/۰۷$^{ns}$ | /۷۳$^{ns}$ | ۱/۳۴$^{ns}$ | ۷۲/۹۸$^{ns}$ | ۱۲۶۶۳/۲۱$^{ns}$ | ۰/۰۱$^{ns}$ |
| خشکی | ۲ | ۳۹۶/۰۷$^{**}$ | ۲۶/۲۶$^{**}$ | ۴۴۷/۹۲$^{**}$ | ۲۰۷۷/۵۶$^{**}$ | ۴۱۳۱۵۳/۲$^{**}$ | ۰/۰۲$^{*}$ |
| خطای عامل اصلی (Ea) | ۴ | ۱۱/۶۱ | ۱/۸۱ | ۲۰/۶۴ | ۱۲/۰۸ | ۳۱۸۵۳/۶ | ۰/۰۰۳ |
| زئولیت | ۳ | ۸۳/۵۶$^{**}$ | ۳۰/۶۵$^{**}$ | ۱۰۸/۰۱$^{**}$ | ۱۶۵۶/۳۸$^{**}$ | ۸۱۱۷/۳۳$^{*}$ | ۰/۰۱$^{*}$ |
| آبیاری× زئولیت | ۶ | ۳/۹۶$^{ns}$ | ۱/۷۵$^{ns}$ | ۱۳/۰۴$^{ns}$ | ۲۸/۵۹$^{ns}$ | ۵۱۹/۵۲$^{ns}$ | ۰/۰۰۲$^{ns}$ |
| خطای عامل فرعی (Eb) | ۱۸ | ۵/۷۹ | ۱/۰۱ | ۱۳/۰۳ | ۱۸/۷۵ | ۲۳۰۵/۴۵ | ۰/۰۰۲ |
| ضریب تغییرات (درصد) | - | ۳/۵۶ | ۲/۳۱ | ۴/۲۷ | ۳/۰۳ | ۱۰/۴۷ | ۷/۰۹ |

ns، * و **: به‌ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

**جدول ۳: مقایسه میانگین اثر اصلی تنش خشکی و سطوح زئولیت بر صفات مورد بررسی اعمال شده**

| تیمارها | محنوای نسبی آب برگ (RWC) (درصد) | شاخص کلروفیل (SPAD) | سطح برگ (LA) (سانتی‌متر) | فلورسانس حداقل ($F_O$) | فلورسانس حداکثر ($F_M$) | فلورسانس کلروفیل ($F_V/F_M$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| آبیاری نرمال | ۷۲/۸۱a | ۴۱/۸۸b | ۹۰/۴۸ a | ۱۳۱/۷۳ c | ۵۲۱/۸۱ a | ۰/۷۴ a |
| تنش خشکی ملایم | ۶۸/۴۰b | ۴۳/۰۹a | ۸۴/۹۴ b | ۱۳۹/۶۵ b | ۴۴۸/۷۱ b | ۰/۶۸ b |
| تنش شدید خشکی | ۶۱/۴۱c | ۴۴/۸۲a | ۷۸/۲۸ c | ۱۵۷/۴۳ a | ۴۰۵/۷۵ c | ۰/۶۰ c |
| سطوح زئولیت | | | | | | |
| عدم مصرف (شاهد) | ۶۳/۵۵ c | ۴۵/۳۱ a | ۸۰/۰۷ c | ۱۶۰/۴۴ a | ۴۱۸/۴۹ b | ۰/۶۳ c |
| مصرف ۵ تن در هکتار | ۶۶/۹۱ b | ۴۴/۲۲ b | ۸۳/۶۲ bc | ۱۴۵/۲۴ b | ۴۵۳/۵۴ ab | ۰/۶۶ bc |
| مصرف ۱۰ تن در هکتار | ۶۹/۲۱ ab | ۴۲/۳۰ c | ۸۷/۵۱ a | ۱۳۷/۷۰ c | ۴۷۸/۰۸ a | ۰/۶۷ ab |
| مصرف ۱۵ تن در هکتار | ۷۰/۵۰ a | ۴۱/۲۲ d | ۸۷/۰۷ ab | ۱۲۸/۳۷ d | ۴۸۴/۹۱ a | ۰/۷۱ a |

### شاخص کلروفیل

تنش خشکی اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر شاخص کلروفیل (SPAD) گذاشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در شرایط بدون تنش (آبیاری نرمال)، شاخص کلروفیل با میانگین ۴۱/۸۸ کم‌ترین و در شرایط تنش خشکی شدید، شاخص کلروفیل با میانگین ۴۴/۸۲ بیش‌ترین مقدار را دارا بود (جدول ۳). با افزایش شدت تنش خشکی شاخص کلروفیل برگ به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. افزایش شاخص کلروفیل در شرایط تنش خشکی می‌تواند به علت کاهش سطح برگ و کاهش اندازه سلول و تجمع کلروفیل در سطح کم‌تر برگ‌ها باشد (Antolin *et al*., 1995). اثر

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.28.2.3 ]

زئولیت بر شاخص کلروفیل برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیش‌ترین شاخص کلروفیل مربوط به تیمار شاهد (بدون مصرف زئولیت) با میانگین ۴۵/۳۱ و کم‌ترین شاخص کلروفیل مربوط به تیمار ۱۵ تن زئولیت در هکتار با میانگین ۴۱/۲۲ بود (جدول ۳). علت افزایش شاخص کلروفیل را می‌توان به ویژگی جذب رطوبت بالای زئولیت نسبت داد. زاده‌باقری و همکاران (۱۳۹۳) با انجام آزمایشی بر لوبیا قرمز، گزارش کردند که اثر تنش‌خشکی بر شاخص کلروفیل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. به‌طوری‌که در تنش خشکی (قطع آبیاری در مرحله پنجاه درصد گل‌دهی) نسبت به آبیاری نرمال شاخص کلروفیل را به میزان ۳۴/۶ درصد افزایش داد. که با نتایج آزمایش راستی ثانی و همکاران (۱۳۹۳) روی ارقام لوبیا قرمز مطابقت دارد. بهادر و همکاران (۱۳۹۴) اظهار داشتند با مصرف دو تن زئولیت در هکتار، شاخص کلروفیل بر روی ارقام ماش معنی‌دار نشد. شاخص کلروفیل در اثر استفاده از زئولیت کاهش پیدا کرد. به دلیل توانایی بالایی که زئولیت در جذب و نگهداری رطوبت اضافی موجود در خاک دارد، می‌تواند مقدار قابل توجه‌ای آب را پس از هر بار آبیاری در خلل و فرج خود جذب و نگه‌داری نمایید و به مرور در روزهای بعد از آبیاری که رطوبت خاک مزرعه کاهش می‌یابد، آب جذب شده را در اختیار ریشه گیاه قرار دهد. و در نتیجه برگ دچار تیرگی که ناشی از کمبود آب می‌باشد دیگر نباشد.

**سطح برگ**

همان‌طور که در جدول آنالیز واریانس مشاهده می‌شود، اثر اصلی تنش خشکی و زئولیت در سطح احتمال یک درصد بسیار معنی‌دار بود، اما برهمکنش بین تنش خشکی و زئولیت بر صفت سطح برگ معنی‌دار نشد (جدول ۲). با افزایش مقدار تنش خشکی، سطح برگ به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، که کاهشی به میزان شش درصد در شرایط تنش خشکی ملایم و ۱۳/۵ درصد در تنش خشکی شدید، نسبت به آبیاری نرمال به وجود آمد. تیمار بدون تنش (آبیاری نرمال) با میانگین ۹۰/۴۸ سانتی‌مترمربع بیش‌ترین و در تیمار تنش خشکی شدید (آبیاری بر اساس ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک) با میانگین ۷۸/۲۸ سانتی‌مترمربع کم‌ترین میزان سطح برگ را دارا بودند (جدول ۳). در واقع گیاه با کم‌تر کردن سطح برگ در شرایط تنش، سطوح تعرق کننده خود را جهت جلوگیری از اتلاف آب کم می‌کند (صالحی و همکاران، ۱۳۸۲). کاهش سطح برگ در تیمارهای با آبیاری کم‌تر به دلیل تخلیه رطوبتی خاک و کم شدن آب در دسترس گیاه می‌باشد، که در نتیجه مانع از رشد سلولی می‌شوند و در نهایت منجر به کاهش سطح برگ می‌شود. نتایج Emam و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که تنش خشکی سطح برگ لوبیا قرمز را کاهش داد. با مصرف زئولیت سطح برگ افزایش یافت. کم‌ترین سطح برگ در تیمار شاهد با میانگین ۸۰/۰۷ سانتی‌مترمربع و بیش‌ترین سطح برگ در تیمار ۱۵ تن زئولیت در هکتار با میانگین ۸۷/۰۷ سانتی‌مترمربع به‌دست آمد. با انجام آزمایشی بر روی ذرت دانه‌ای بیان شد که تیمار زئولیت در سطح احتمال یک

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.20084403.1394.7.28.2.3 ]

درصد بر سطح برگ اثر معنی‌داری گذاشت (خاشعی و همکاران، ۱۳۸۷). 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 مزرعه در داخل 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 توسط زئولیت به مصرف ریشه گیاه می‌رسد و باعث می‌شود گیاه رشد خوب و در نتیجه سطح برگ بیش‌تری هم داشته باشد (Pulite *et al.*, 2004).

**مؤلفه‌های فلورسانس کلروفیل**

**فلورسانس حداقل**

تنش خشکی اثر معنی‌داری بر مقدار فلورسانس حداقل در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۲). تیمار آبیاری نرمال (بدون تنش) با میانگین ۱۳۱/۷۳ کم‌ترین مقدار و تیمار تنش خشکی شدید با میانگین ۱۵۷/۴۳ بیش‌ترین مقدار را دارا بود (جدول ۳). در آزمایش‌های Zlatev و Yordanov (۲۰۰۵) در مقایسه تنش خشکی بر میزان فلورسانس حداقل اثر تیمار زئولیت بر فلورسانس حداقل ($F_O$) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بیش‌ترین مقدار ($F_O$) مربوط به تیمار شاهد (بدون مصرف زئولیت) با میانگین ۱۶۰/۴۳ و کم‌ترین مقدار ($F_O$) مربوط به تیمار ۱۵ تن زئولیت در هکتار با میانگین ۱۲۸/۳۷ بود (جدول ۳). مقدار فلورسانس حداقل با افزایش شدت تنش خشکی نسبت به شرایط بدون تنش خشکی (آبیاری نرمال) افزایش می‌یابد، که بیانگر تخریب مراکز واکنش فتوسیستم II در شرایط تنش خشکی است (Liang *et al*., 1997). با افزایش مصرف زئولیت، میزان فلورسانس حداقل کاهش پیدا کرد، زئولیت با جذب و حفظ رطوبت خاک، بر خلاف تنش خشکی، باعث شد دگرگونی در ساختار و تغییر در رنگدانه‌های فتوسیستم II ایجاد نشود. Havaux و همکاران (۱۹۹۸) گزارش کردند که تنش خشکی تغییرات معنی‌داری در فلورسانس حداقل ایجاد نمی‌کند و معمولاً تنش گرمایی به تنهایی و یا در ترکیب با تنش خشکی می‌تواند موجب انهدام و یا تخریب مراکز واکنشی PSII می‌شود و در نتیجه فلورسانس حداقل افزایش می‌یابد. این نتایج توسط Arius و همکاران (۱۹۹۸) نیز اعلام شده است.

**فلورسانس حداکثر**

با توجه به جدول ۲، اثر تنش خشکی در سطح احتمال یک درصد بر فلورسانس حداکثر معنی‌دار شد. با افزایش مقدار شدت تنش خشکی، میزان فلورسانس حداکثر کاهش یافت. به‌طوری‌که در تیمار تنش خشکی ملایم (آبیاری بر اساس ۹۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک) فلورسانس حداکثر به میزان ۱۴ درصد و در شرایط تنش خشکی شدید (آبیاری بر اساس ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک) ۲۲/۲ درصد نسبت به شرایط آبیاری نرمال (آبیاری بر اساس ۶۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک)، کاهش یافت. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن نشان داد که بیش‌ترین مقدار فلورسانس حداکثر با میانگین ۵۲۱/۸۱ در

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.28.2.3 ]

سطح شاهد (آبیاری نرمال) و کم‌ترین مقدار فلورسانس حداکثر با میانگین ۴۰۵/۷۵ در سطح تنش خشکی شدید به دست آمد (جدول ۳). تیمار زئولیت در سطح احتمال پنج درصد اثر معنی‌داری بر فلورسانس حداکثر ($F_M$) داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مصرف ۱۵ تن زئولیت در هکتار بیش‌ترین اثر را بر فلورسانس حداکثر با میانگین ۴۸۴/۹۱ داشت، و کم‌ترین مقدار مربوط به تیمار بدون مصرف زئولیت با میانگین ۴۱۸/۴۹ بود (جدول ۳). در واقع، تنش خشکی با اثر سویی که بر انتقال کربن می‌گذارد، ظرفیت پذیرش و انتقال الکترون را کاهش داده، در نتیجه سیستم به سرعت به $F_M$ می‌رسد، و در نتیجه باعث کاهش فلورسانس حداکثر می‌شود. رضایی و جباری (۱۳۹۳) گزارش نمودند که تنش خشکی (بعد از مرحله‌ی گل‌دهی) میزان فلورسانس حداکثر را در گیاه لوبیا چیتی نسبت به شرایط نرمال آبیاری کاهش داد. با مصرف زئولیت و نقش آن در جذب آب ما شاهد کاهش آب در گیاه نبودیم و این صفت افزایش پیدا کرد. البته بین سطوح بیش‌تر زئولیت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

**فلورسانس کلروفیل (کارآیی فتوشیمیایی فتوسیستم II)**

نتایج جدول ۲ نشان داد تیمار تنش خشکی و هم‌چنین مصرف زئولیت اثر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر میزان فلورسانس کلروفیل برگ داشتند. اما برهمکنش بین تنش خشکی و زئولیت بر کارآیی فتوشیمیایی فتوسیستم II ($Fv/F_M$) معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین مقدار کارآیی فتوشیمیایی فتوسیستم II مربوط به آبیاری نرمال (بدون تنش) با میانگین ۰/۷۱ و کم‌ترین مقدار کارآیی فتوشیمیایی فتوسیستم II ($Fv/F_M$) مربوط به تیمار تنش خشکی شدید با میانگین ۰/۶۴ بود (جدول ۳). با افزایش تنش خشکی، کارآیی فتوشیمیایی فتوسیستم II ($Fv/F_M$) کاهش یافت. با اعمال تنش خشکی ملایم کارآیی فتوشیمیایی فتوسیستم II به میزان ۴/۲ درصد و با افزایش تنش خشکی شدید ۱۰/۱ درصد نسبت به آبیاری نرمال کاهش داشت (جدول ۳). با افزایش مقدار زئولیت کارآیی فتوشیمیایی فتوسیستم II ($Fv/F_M$) افزایش یافت. بیش‌ترین مقدار کارآیی فتوشیمیایی فتوسیستم II مربوط به تیمار ۱۵ تن زئولیت در هکتار با میانگین ۰/۷۱ و کم‌ترین مقدار کارآیی فتوشیمیایی فتوسیستم II مربوط به تیمار شاهد (عدم مصرف زئولیت) با میانگین ۰/۶۴ بود (جدول ۳). در این شرایط با مصرف پنج تن زئولیت در هکتار، کارآیی فتوشیمیایی فتوسیستم II، ۳/۶ درصد نسبت به شاهد (عدم مصرف زئولیت) افزایش داشت. با مصرف بیش‌تر زئولیت به میزان ۱۰ و ۱۵ تن زئولیت در هکتار این افزایش به ترتیب به ۹ و ۱۰/۹ درصد رسید. بازدارندگی نوری با کاهش کارآیی مصرف فوتون‌ها به وسیله‌ی فتوسیستم II مشخص می‌شود. کاهش کار آیی فتوسیستم II در دو وضعیت رخ می‌دهد: اول زمانی که برگ‌ها به‌طور ناگهانی در معرض نور شدید قرار می‌گیرند که به مرکز فتوسیستم II صدمه می‌زند و دوم وقتی که در معرض محدودیت آبی واقع شوند. در این حالت، کاهش مربوط به افزایش شدید انرژی برانگیختگی غیرتابشی می‌شود که منجر به

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.20084403.1394.7.28.2.3 ]

آزادسازی انرژی به‌صورت دما می‌شود (Mohammad *et al*., 1996). کاهش نسبت $Fv/F_M$ در شرایط تنش خشکی نشان‌دهنده‌ی کاهش کارایی فتوسیستم II است که به علت کاهش انتقال الکترون از فتوسیستم II به فتوسیستم I تحت اثر تنش خشکی است. گزارش شده است که گونه‌های متحمل به خشکی نسبت $Fv/F_M$ بالاتری در مقایسه با گونه‌های حساس دارند که نشان‌دهنده بالا بودن کارایی فتوسیستم II در گونه‌های مقاوم است (Fracheboud, 2006). Ghanbari و همکاران (۲۰۱۳) گزارش نمودند تنش خشکی میزان کارآیی فتوشیمیایی فتوسیستم II در ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا قرمز را نسبت به شرایط نرمال آبیاری کاهش داد. که نتایج این آزمایش مبنی بر کاهش کارآیی فتوشیمیایی فتوسیستم II در اثر تنش خشکی، با نتایج راستی‌ثانی و همکاران (۱۳۹۳) بر روی دو رقم لوبیا قرمز مطابقت دارد. در یک آزمایش، تنش خشکی نسبت $Fv/F_M$ ژنوتیپ‌های نخود را به‌صورت معنی‌داری کاهش داد. در این آزمایش، ژنوتیپ‌های نخود حساس به خشکی، $Fv/F_M$ کم‌تری نسبت به ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در مراحل گیاهچه‌ای و غلاف‌دهی داشتند ( Rahbarian *et al*., 2011).

## نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که لوبیا قرمز مانند بیش‌تر گیاهان واکنش فیزیولوژیک به تنش خشکی نشان می‌دهد. با اعمال تنش خشکی از محتوای نسبی آب برگ، سطح برگ، فلورسانس حداکثر و عملکرد کوانتوم کاسته شد. گرچه در راستای سازگاری با شرایط تنش، عدد کلروفیل افزایش یافت. به‌طورکلی می‌توان گفت تمامی فرآیندهای مهم مانند فتوسنتز، تغذیه، باز و بسته شدن روزنه‌ها و رشد و نمو گیاه تحت اثر آب قرار می‌گیرد. شناخت و مهارت در روابط آبی گیاه و تحمل تنش خشکی، اصلی‌ترین برنامه در کشاورزی و توانایی تحمل در برابر این گونه تنش‌ها دارای اهمیت اقتصادی فراوانی است. نتایج آزمایش نشان داد که اکثر صفات مورد بررسی (به جزء عدد کلروفیل و فلورسانس حداقل) در تیمارهای حاوی زئولیت، با توجه به ویژگی‌های 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 شرایط عدم مصرف زئولیت نشان داد. با توجه به نقش مثبت و مؤثر زئولیت در جذب و نگهداری آب و هم‌چنین فواید دیگری چون کاهش دمای خاک (از طریق حفظ بیش‌تر آب در خاک)، و افزایش تبادلات یونی خاک را می‌توان برای زئولیت در نظر داشت.

## سپاس‌گزاری

بدین وسیله سپاس و قدردانی خود را از جناب آقای مهندس حسین معصومی، مدیر عامل شرکت کشت و صنعت تخت شیرین، که با در اختیار گذاشتن 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.

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.28.2.3 ]

**منابع**

**بهادر، م.، ابدالی‌مشهدی، ع.، سیادت،ع.، فتحی، ق. و لطفی‌جلال‌آبادی، ا. ۱۳۹۴.** تأثیر زئولیت و پرایمینگ بذر بر ارقام ماش، فرآیند و کارکرد گیاهی. ۴ (۱۱) :۱۴۷- ۱۳۹.

**پوراسماعیل، پ.، حبیبی، د.، توسلی، ا.، مشهدی‌اکبربوجار، م.، روشن، ب.، رفیعی، ح. و شکروی، م. ۱۳۸۶.** بررسی تأثیر پلیمر سوپر جاذب آب در ارتقاء عملکرد و اجزاء عملکرد ارقام مختلف لوبیا قرمز تحت تأثیر تنش خشکی. فصلنامه دانش کشاورزی ایران. ۴(۳): ۳۱۶ - ۳۰۵.

**تقی‌پور، ز.، اصغری زکریا، ر.، زارع، ن.، و شیخ‌زاده، پ. ۱۳۹۳.** ارزیابی برخی صفات فیزیولوژیکی در جمعیت‌هایی از *Aegilops triuncialis* تحت تنش خشکی. پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران. ۲ (۱): ۵۵-۶۶.

**خاشعی، ع.، کوچک زاده، م.، و شهابی فر، م. ۱۳۸۷.** تأثیر کاربرد زئولیت طبیعی کلینوپتیلولایت و رطوبت خاک بر اجزای عملکرد ذرت، مجله پژوهشهای خاک (علوم خاک و آب). ۲ (۲۲): ۲۴۶-۲۳۵.

**راستی‌ثانی، م.، لاهوتی، ح. و گنجعلی، ع. ۱۳۹۳.** بررسی تأثیر تنش خشکی بر صفات مورفوفیزیولوژیک و فلوئورسانس کلروفیل گیاهچه‌های لوبیا قرمز(*Phaseolus vulgaris* L.) نشریه‌ی پژوه‌های حبوبات ایران. ۵ (۱): ۱۰۳-۱۱۶.

**زاده‌باقری، م.، جوانمردی، ش.، علیزاده، ا. و کامل‌منش، م. ۱۳۹۳.** اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا قرمز. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی. ۶ (۱۸): ۱-۱۱.

**صالحی، م.، ع. کوچکی و نصیری‌محلاتی، م. ۱۳۸۲.** میزان نیتروژن و کلروفیل برگ به عنوان شاخصی از تنش خشکی در گندم. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۱ (۲): ۲۰۵-۱۱۹.

**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 ژنوتیپ‌های ماش. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۵ (۴): ۸۴۹-۸۳۹.

**محمدزاده، آ.، مجنون‌حسینی، ن.، مقدم، ح. و اکبری، م. ۱۳۹۱.** تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و نیتروژن بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو ژنوتیپ لوبیا قرمز. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ۴۳ (۱): ۳۸-۲۹.

**Abebe, A., Brick, M. A. and Kirkby, R. 1998.** Comparison of selection indices to identify productive dry bean lines under diverse environmental conditions. Field Crops Research 58:15-23.

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.28.2.3 ]

**Antonin, M. C., Yeller, J. and Sanchez- Diaz, M. 1995.** Effect of temporary drought on nitrate – fed and nitrogen –fixing alfalfa plants. Plant Science 107:159-165.

**Arius, J. L., Amara, T., Voltas, J., Nakkoul, H. and Nachit, M. M., 1998.** Chlorophyll fluorescence as a select criterion for grain yield in durum wheat under Mediterranean conditions. Field Crop Res 55: 209-223.

**Behra, R. K., Mishra, P. C. and Choudhury, N. K. 2002.** High irradiance and water stress induce alteration pigment composition and chloroplast activities of primary wheat leaves. Plant Physiology 159: 967-973.

**Dursum, A. 2007.** Variability, heritability and correlation studies in common bean (*Phaseolus vulgaris*) genotypes. Research Journal of Agricultural Science 3 (1): 12-16.

**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 Agriculture and Environmental Science 9 (5): 495-499.

**Fracheboud, Y. 2006.** Using chlorophyll fluorescence to study photosynthesis. Institute of Plant Sciences ETH, Universitatstrass CH-8092 Zurich.

**Franz, CH. 1983.** Nutrient and water managment for medicinal and aromatic plants. Acta Horticultural science 132: 203 – 215.

**Ghanbari, A., Shakiba, M. R., Toorchi, M. and Choukan, R. 2013.** Morpho-physiological responses of common bean leaf to water deficit stress. European Journal of Experimental Biology 3:487-492.

**Harvy, J. 2002.** Use of haydrogels to reduce leaf loss haster root. Establishment forest research 45: 220-248.

**Havaux, M., Emez, M. and Lannoye, R. 1998.** Selection de varieties de ble dur (*Triticum durum* Desf.) de ble tender (*Triticum aestivum* L.) adapted a la secberesse par I mesure de I extinction de la et de ble tender (*Triticum aestivum* L.) adapted a la secberesse par I mesure de I extinction de la fluorescence de la chlorophyll in Agronomic 8 (3): 193-199.

**Islam, M. R., Hu, Y., Mao, S., Mao, J., Enejid, A. 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.

**Khaghani, S., Bihamta, M. R. and Changizi, M. 2009**. Quantitative and qualitative comparison of white and red beans under normal irrigation and drought stress. Environ Stress Plant Science 1 (2): 169-182.

**Liang, J., Zhang, J. and Woog, M. 1997.** Can stomatal closure caused by xylem ABA explain the inhibition of leaf photosynthesis under soil drying? Photosynthesis Research 51: 149-159.

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.28.2.3 ]

**Ma, B. L., Morison, M. J. and Videng, H. D. 1995.** Leaf greenness and photosynthetic rates in soybean. Crop Science 35: 1411-1414.

**Martınez, J. P., Silva, H., Ledent, J. F. and Pinto. M. 2007.** Effect of drought stress on theosmotic adjustment, cell wall elasticity and cell volume of six cultivars of common beans (Phaseolus vulgaris L.). Europ Journal Agronomy 26: 30- 38.

**Moffatt, J., Sears, M. R. G. and Paulsen, G. 1990.** Wheat height temperature tolerance during reproductive growth. *I*n: Evaluation by chlorophyll fluorescence, Crop Science 881- 885.

**Mohammad, J., Naziri, M., Nazir, A., Shah, D. and Jamal, H. 1996.** Wheat yield component as affected by low water stress at different growth stage. Sarhad Journal Agriculture 12: 19-26.

**Molnar, I., Gaspar, L., Stehli, L., Dulai, S., Sarvari, E., Kiraly, I., Galiba, G. and Molnar-Lang, M. 2002.** The effects of drought stress on the photosynthetic processes of wheat and of *Aegilops biuncialis* genotypes originating from various habitats. Proceeding of the 7th Hungarian Congress on Plant Physiology. Acta Biologia 46: 115-116.

**Mumpton, F. A. 1999.** Uses of natural zeolites in agriculture and industry. *In*: Proceedings of Nationa l Academic Science. Unaited State American 96: 3463-3470.

**Ober, E. S, Le-Bloa, M., Clark, C. J. A., Royal, A. and Jaggard, K.W. 2005.** Evaluation of physiological traits as indirect selection criteria for drought tolerance in suger beet. Field Crops Research 91:231-249.

**Oneill, P. M., Shanahan, J. F. and Schepers, J. S. 2006.** Use of chlorophyll fluorescence assessments to differentiate corn hybrid response to variable water conditions. Crop Science vol. 46.

**Parsons, L. R. and T.K. Howe. 1984**. Effects of water stress on the water relations of Phaseolus vulgaris and the drought resistant Phaseolus acutifolius. Physiol. Plant Science 60:197-202.

**Pulite, E., Karaca, M., Demir, H. and Naci Onus, A. 2004.** Use of natural zeolite (clinoptilolite) in agriculture. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research12: 183-189.

**Rahbarian, R., Khavari-nejad, R. A., Ganjeali, A., Bagheri A. R., and Najafi, F. 2011.** Drought stress effects on photosynthesis, chlorophyll fluorescence and water relations in tolerant and susceptible chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. ACTA Biological Cracoviensia Series Botanica 53: 47-56.

**Ramirez-Vallejo, P. and Kelly, J. D. 1998.** Traits related to drought resistance in common bean. Euphytica 99: 127-136.

**Turkan, I., Bor, M., Ozdemir, F. and Koca, H. 2005.** Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought tolerant P. Acutifolius Gray and drought

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.28.2.3 ]

sensitive *P. vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress, Plant Science 168: 223-231.

**Yang, Y., Liu, Q., Han, C., Qiao, Y. Z., Yao, X. Q. and Yin, H. J. 2007.** Influence of water stress and low irradiance on morphological and physiological characteristics of *Picea asperata* seedlings. Photosyntetica 45 (4): 613-619.

**Zlatev, Z. and Yordanov, I. 2005.** Effects of soil drought on photosyntheasis and chlorophyll fluorscen in bean plants. Journal of Plant Physiology 30 (3-4): 3-18.

[ Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-01 ]

[ DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.28.2.3 ]