نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، سال دهم، شماره ۴۰، زمستان ۱۳۹۴ / صفحات: ۵۰-۴۱

بررسی اثرات کمبود آب در مراحل مختلف رشد بر صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز (*Phaseolous vulgaris* L.)

شادی سادات مهاجرانی*[۱]، مجتبی علوی‌فاضل[۲]، حمید مدنی[۳]، شهرام لک[٤]، عادل مدحج[٥]

[۱]کارشناس‌ارشد، گروه زراعت، پردیس علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز

[۲]دانشیار، گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز

[۳] دانشیار، گروه زراعت، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک

[٤]دانشیار، گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز

[٥]استادیار، گروه زراعت، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۱۰/۱۹ تاریخ پذیرش:۱۳۹٤/۱۲/۸

چکیده

به‌منظور بررسی اثر قطع آبیاری در برخی مراحل رشد بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا قرمز آزمایشی به‌صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک در سال ۱۳۹۳اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل تنش کم آبی به صورت قطع آبیاری به‌عنوان عامل اصلی در سه سطح شاهد (آبیاری کامل)، قطع آبیاری در مرحله گلدهی، قطع آبیاری در مرحله غلاف‌دهی و سه ژنوتیپ لوبیا قرمز(درخشان، گلی، D81083) به‌عنوان عامل فرعی بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش کم آبی بر صفات مورد بررسی شامل محتوی آب نسبی برگ، هدایت‌الکتریکی غشا سلولی، میزان پرولین برگ، درصد پروتئین و قندهای محلول معنی‌دار بود. ژنوتیپ گلی دارای بیشترین محتوی نسبی آب برگ و درصد پروتئین و ژنوتیپ D81083 دارای بیشترین میزان پرولین و کمترین میزان هدایت‌الکتریکی غشا بود. همچنین ژنوتیپ درخشان و D81083 بالاترین میزان قندهای محلول را دارا بودند. با توجه به نتایج می توان بیان کرد ژنوتیپ D81083 و گلی در این آزمایش برتری خود را در صفات مورد بررسی نشان دادند. بنابراین در نقاطی که با کمبود آب روبرو هستند می‌توان از این ژنوتیپ‌ها برای کشت استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: قطع آبیاری، صفات فیزیولوژیک، لوبیا قرمز، هدایت‌الکتریکی

مقدمه

هر گیاه زراعی به‌طور خاص دارای یک حداقل نیاز آبی می‌باشد در صورتی که این حداقل فراهم نشود گیاه با تنش خشکی مواجه می‌شود و در صورت مصادف شدن با مراحل رشد حساس به کمبود آب صدمات جبران ناپذیری به گیاه وارد می‌شود (براری، ۱۳۹۳). گیاهان در شرایط مزرعه ممکن است در برخی مراحل رشد درجاتی از کمبود آب را تجربه کنند که این امر بر برخی از شاخص‌های فیزیولوژیک مهم مانند میزان جذب عناصر مواد غذایی ومیزان پروتئین اثرمستقیم دارد. محتوای نسبی آب یکی ازپارامترهای فیزیولوژیکی مهم است که

*نویسنده مسئول: shadi.mohajerani@yahoo.com

همبستگی خوبی با مقاومت به خشکی نشان می‌دهد (Colom and Vazzana, 2003). مطالعات انجام شده توسط Rosales-Serna و همکاران (۲۰۰٤) روی ٤ رقم لوبیا نشان داد که کم آبی محتوای رطوبت نسبی برگ را کاهش می‌دهد که شدت کاهش در تمام ارقام یکسان نبود. تفاوت ژنوتیپی زیادی در مقاوت به خشکی در ژنوتیپ‌های لوبیا گزارش شده است (صادقی‌پور، ۱۳۸۸). در لوبیا ژنوتیپ‌هایی با محتوای آب نسبی بالا، عملکرد بهتری دارند. این ژنوتیپ‌ها از راه حفظ توازن آب در برگ‌ها تنش خشکی را بهتر تحمل می‌کنند (Abebe et al., 1998). کمبود آب، یکی از مشکلات اساسی کشاورزی ایران است. لذا وقوع تنش خشکی دردوره رشد گیاهان امری اجتناب ناپذیراست. واکنش گیاهان مختلف و حتی رقم‌های مختلف نسبت به تنش خشکی متفاوت است (ضابط و همکاران، ۱۳۸۱). عنوان شده است تنش کم آبی میزان پروتئین دانه لوبیارا تحت تاثیر قرار می دهد و میزان این اثر به زمان اعمال تنش بستگی دارد (پورموسوی، ۲۰۰٦). در تحقیقی افزایش تنش خشکی موجب افزایش در قندهای محلول و محتوای پرولین برگ در گیاه آفتابگردان شد (Hamudi et al., 2000).

لوبیا مهمترین دانه خوراکی از خانواده حبوبات برای مصرف انسان می‌باشد (Beebe, 2012). با توجه به اینکه قسمت زیادی از پروتئین مصرفی جوامع انسانی از منابع گیاهی مانند لوبیا می‌باشد. لوبیا نقش بسیار قابل توجه در رژیم غذایی انسان بازی می‌کند (Fao, 2001). تحقیقات نشان داده است تنش خشکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید لوبیا در دنیا می‌باشد (Terán and Singh, 2002; Szilagyi, 2003).

بنابراین با توجه به مطاالب فوق هدف از این تحقیق، ارزیابی ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا قرمز با استفاده از شاخص‌های فیزیولوژیکی نظیر محتوی نسبی آب، میزان هدایت‌الکتریکی و صفات بیوشیمیایی نظیر میزان پرولین و قندهای محلول و درصد پروتئین دانه در شرایط آبیاری نرمال و تنش کم آبی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک با طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳٦ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا به اجرا در آمد. قبل از انجام آزمایش به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه‌برداری از خاک مزرعه انجام و مورد تجزیه قرار گرفت. نتایج بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در زمینی که در سال قبل تحت کشت ذرت بود اجرا شد.

جدول ۱: وضعیت و مشخصات خاک مزرعه

بافت خاک	درصد			قسمت در میلیون						درصد				
	رس	سیلت	شن	بر	مس	منگنز	روی	آهن	پتاسیم	فسفر	ازت (N)	مواد آلی (O.C)	آهک (T.N.V)	درصد اشباع (SP)	اسیدیته (pH)	هدایت الکتریکی (EC)
لومی	۲٤/٤	۳۵	٤۱	۱/۲٦	۱/۰٤	٦/۷۲	٤/۱٦	۲/۹۸	٤۰۰	۲۵/٦	۰/۱۵	۱/۵	۱۱/۵	۳۱/	۷/۷	۱/۲

فاکتورهای آزمایش عبارت بودند از اعمال تنش کم آبی به‌صورت قطع آبیاری در دو مرحله گلدهی و غلاف‌دهی به همراه شاهد (آبیاری کامل) به‌عنوان عامل اصلی و سه ژنوتیپ لوبیا قرمز (*Phaseolous vulgaris* L.) شامل ارقام درخشان، گلی و لاین D81083 به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد.

برای آماده سازی خاک در پاییز سال قبل با استفاده از گاوآهن برگردان دار زمین شخم و در بهار پس از اعمال دو مرحله دیسک عمود بر هم برای کشت آماده شد. با توجه به نتایج آزمایش خاک از هیچ کودی قبل از کاشت استفاده نشد و برای مبارزه با علف‌های هرز از سم ترفلان به میزان یک لیتر در هکتار بیست روز قبل از کاشت استفاده شد. همچنین قبل از کاشت بذرهای لوبیا با قارچکش بنومیل به‌طور کامل ضدعفونی گردید. عملیات کاشت بذور در تاریخ ۲۰ خردادماه ۹٤ و به روش دستی با استفاده از سه پایه کاشت انجام گرفت. طول هرکرت آزمایشی ٤ متر و عرض آن ۳ متر در نظر گرفته شد. هر کرت شامل شش ردیف کشت با فاصله ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها در روی ردیف ۱۰سانتی متر در نظر گرفته شد. بدین‌ترتیب تراکم بوته در هر مترمربع تعداد ٤۰ برای تمام کرت‌ها به صورت یکنواخت تنظیم شد و آبیاری به‌صورت منظم و به روش قطره‌ای و با استفاده از تیوب‌های آبیاری تا پایان دوره رشد و نمو ادامه داشت. در طول دوره رشد و نمو لوبیا کنترل علف‌های هرز به وسیله وجین دستی و طی چند مرحله انجام شد. آبیاری تمامی کرت‌ها تا زمان اعمال تیمار آبیاری به طور یکنواخت و هر شش روز یکبار صورت گرفت. پس از آن آبیاری در کرت‌های شاهد به‌صورت هر شش روز یکبار و در کرت‌های تحت تیمار تنش کم آبی، به‌صورت قطع کامل آبیاری در ۵۰ درصد گلدهی و غلاف دهی به‌مدت ١٤روز اعمال شد .پس از آن آبیاری به‌طور معمول هر شش روز یکبار ادامه یافت.

سنجش هدایت‌الکتریکی غشا: جهت اندازه‌گیری شاخص پایداری غشاءسیتوپلاسمی، نمونه‌ها پس از برداشت به آزمایشگاه منتقل شدند و از آنها تعداد ۲۰ دیسک دایره‌ای شکل به‌صورت تصادفی توسط پانچ تهیه شد، سپس در ۲۰ میلی‌لیتر حجم آب مقطر در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. پس از گذشت حدود ٢٤ ساعت، هدایت‌الکتریکی با دستگاه EC اندازه‌گیری گشت. در نهایت، مقدار EC آب مقطر از مقدار EC قرائت شده کم شد (Krizek, 1998).

سنجش پرولین: محتوای پرولین برگ‌ها از نمونه‌های آزمایشی با روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) انجام شد. محلول‌هایی به غلظت ۱، ۳، ۵، ۷ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر پرولین آماده و جذب آنها توسط اسپکتروفتومتر قرائت شد. براساس جذب‌های بدست آمده منحنی استاندارد پرولین رسم و با استفاده از معادله خط به‌دست آمده مقدار پرولین در نمونه‌های مجهول، محاسبه شد.

سنجش پروتئین: میزان پروتئین دانه از روش کجلدال (درصد نیتروژن ×6.25) محاسبه شد (Anonymous, 1984).

سنجش قندهای محلول: برای اندازه‌گیری قندهای محلول از روش فنل اسیدسولفوریک استفاده شد ۰/۱ گرم از ماده خشک که کاملاً پودر شده در ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد ریخته شد و پس از یک هفته از بخش روئی محلول برای بخش هوایی ۰/۵ میلی‌لیتر و برای ریشه ۱ میلی‌لیتر برداشته و با آب مقطر به ۲ میلی‌لیتر رسانده شد .سپس به آن ۱ میلی‌لیتر فنل ۵ درصد اضافه و بعد از آنکه خوب بهم زده شد به آن ۵ میلی‌لیتر سولفوریک اسید غلیظ افزوده گردید، حدود نیم ساعت پس از خنک شدن

کامل محلول، جذب آن توسط اسپکتروفتومتر در طول موج ٤٨٥ نانومتر خوانده شد. برای اندازه‌گیری مقدار قند از منحنی استاندارد تهیه شده از گلوکز استفاده شد (Chapin, 1978).

تعیین مقدار نسبی آب: مقدار نسبی آب با انتخاب جوان‌ترین برگ، از هر یک از ارقام و در هر تکرار صورت گرفت. برگ‌ها پس از قطع شدن در یک پلاستیک قرار داده شدند و تا زمان رسیدن به آزمایشگاه (حدود نیم ساعت بعد) در فلاسک یخ قرار گرفتند. در آزمایشگاه وزن تازه تعیین و سپس برگ‌ها در آب مقطر به‌مدت ٢٤ ساعت در دمای اتاق و در تاریکی قرار گرفته و متعاقب آن وزن آماس تعیین شد. در مرحله بعد برگ‌ها به‌مدت ٢٤ساعت در آون ٧٠ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و خشک شدند. RWC برگ از فرمول زیر به‌دست آمد (Barrs, 1968).

$$RWC = \frac{(FW-DW)}{(TW-DW)} * 100$$

نتایج

مقدار نسبی آب برگ: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تفاوت بین ژنوتیپ‌ها و هم چنین تنش کم آبی و اثرات متقابل آنها بر محتوی نسبی آب برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ٢). قطع آبیاری در مرحله غلاف‌دهی و گلدهی در این آزمایش باعث کاهش محتوی نسبی آب برگ گردید. محتوی نسبی آب برگ در ژنوتیپ گلی بیشتر از ژنوتیپ d81083 و درخشان بود و کاهشی معادل ٢٧ درصد در ژنوتیپ درخشان مشاهده شد (جدول ٣). در بررسی جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل مشاهده شد که بیشترین میزان محتوای نسبی آب در ژنوتیپ گلی در شرایط آبیاری نرمال به میزان ٧٣/٩٨ درصد مشاهده شد و ژنوتیپ درخشان در هر دو سطح اعمال تنش کم آبی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی به‌ترتیب با ٣١/٧ درصد و ٣٧/٥ درصد کاهش دارای کمترین محتوای نسبی آب برگ بود (جدول ٤).

هدایت‌الکتریکی غشا (EC): براساس نتایج جدول تجزیه واریانس مشخص شد که اثر تنش کم آبی و ژنوتیپ و اثر متقابل آنها در سطح یک درصد بر هدایت‌الکتریکی غشا سلولی معنی دار بود (جدول ٢). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در بین سطوح آبیاری بیشترین هدایت‌الکتریکی مربوط به تیمارشاهد (آبیاری کامل)و کمترین میزان مربوط به قطع آبیاری در مرحله غلاف‌دهی بود. در بین ژنوتیپ‌ها هم درخشان و d81083 بیشترین و کمترین میزان هدایت‌الکتریکی را به خود اختصاص دادند (جدول ٣). در بررسی اثرات متقابل تیمارها در جدول ٤ مشخص شد بیشترین مقدار هدایت‌الکتریکی غشاء در ژنوتیپ لوبیا قرمز درخشان در آبیاری کامل (شاهد) به‌دست آمد و کمترین میزان هدایت‌الکتریکی غشا در ژنوتیپ d81083 مشاهده شد.

پرولین: براساس نتایج جدول تجزیه واریانس مشخص شد که اثر تنش کم آبی و ژنوتیپ و اثر متقابل آنها در سطح یک درصد بر میزان پرولین برگ معنی دار بود (جدول ٢). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در بین سطوح آبیاری بیشترین پرولین برگ مربوط به قطع آبیاری در مرحله غلاف‌دهی بود و کمترین میزان پرولین برگ در تیمار شاهد (آبیاری کامل) مشاهده شد. در بین ژنوتیپ‌ها هم درخشان وd81083 بیشترین میزان و گلی کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند (جدول ٣). در بررسی اثرات متقابل تیمارها در جدول ٤ مشخص شد بیشترین میزان پرولین در ژنوتیپ لوبیا قرمز درخشان در قطع آبیاری در مرحله گلدهی و غلاف‌دهی به‌دست آمد و کمترین میزان پرولین در ژنوتیپ گلی در آبیاری کامل مشاهده شد.

درصد پروتئین: براساس نتایج جدول تجزیه واریانس مشخص شد که اثر تنش کم آبی و ژنوتیپ و اثر متقابل آنها در سطح یک درصد بر میزان پروتئین دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در بین سطوح آبیاری بیشترین میزان پروتئین دانه مربوط به قطع آبیاری در مرحله غلاف‌دهی و گلدهی بود و کمترین میزان پروتئین دانه در تیمار شاهد (آبیاری کامل) مشاهده شد. در بین ژنوتیپ‌ها هم گلی دارای بیشترین میزان و درخشان کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). در بررسی اثرات متقابل تیمارها در جدول ٤ مشخص شد بیشترین میزان پروتیین دانه در ژنوتیپ لوبیا قرمز گلی در قطع آبیاری در مرحله غلاف‌دهی به‌دست آمد و کمترین پروتئین دانه در ژنوتیپ d81083 در شاهد (آبیاری کامل) مشاهده شد.

قندهای محلول: با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس مشخص شد که اثر تنش کم آبی و ژنوتیپ و اثر متقابل آنها در سطح یک درصد بر میزان قندهای محلول برگ معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در بین سطوح آبیاری بیشترین قندهای محلول مربوط به قطع آبیاری در مرحله غلاف‌دهی بود در بین ژنوتیپ‌ها هم درخشان و d81083 بیشترین میزان قندهای محلول را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). در بررسی جدول ٤ مشخص شد بیشترین قندهای محلول در ژنوتیپ لوبیا قرمز درخشان در قطع آبیاری در مرحله غلاف‌دهی به‌دست آمد.

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس اثرقطع آبیاری بر ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		محتوی آب نسبی	هدایت‌الکتریکی غشا (میلی‌زیمنس)	درصد پروتئین دانه	پرولین (میکرومول بر گرم وزن تازه برگ)	قندهای محلول (میلی‌گرم بر گرم وزن تازه برگ)
تکرار	۲	۱/۷۵	۸۳۸/۲٦	۵/٤۰	۱/۰۳۱	۱/۷۰
قطع آبیاری	۲	۳۷٦/۹۷**	۳۸۸۷۷۸/۲٦**	۱۳٤/۱۲**	٤۳٦/۳۰**	۱٤۳/۸۵**
خطاء	٤	۲/۷۲	٤۰۹/٦۰	۰/۰۵۹	۱/۵۵	۱/٤۰
اسید هیومیک	۲	۸٦۵/٤۵**	٤۸۳۳۳۰/۰۳**	۱۵**	۵۵۲**	۸٦/۰۳**
اثر متقابل	٤	۱۰۳/٦۹**	۹۷۰٦/۳۷**	٤**	۲٦/٤۰**	۳۰/۱۰**
خطا	۱۲	۵/۰٦۹	۱۹۸/۲٦	۰/۰۳۵	۲/۷۵	۲/۵۵
ضریب تغییرات (٪)		۳/۸٤	۱/۳۰	۰/۸٤	٦/۲۷	۸/۷۰

جدول۳: مقایسه میانگین اثرات ساده قطع آبیاری و ژنوتیپ بر صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز

تیمار	محتوی آب نسبی	هدایت الکتریکی غشا (میلی‌زیمنس)	درصد پروتئین دانه	پرولین (میکرومول بر گرم وزن تازه برگ)	قند محلول (میلی گرم بر گرم وزن تازه برگ)
آبیاری کامل	٦٦/۱۰a	۱۲۵۳/۷a	۱۷/۸۱b	۱۸/۳۰b	۱۹/۵۵a
قطع آبیاری در مرحله گلدهی	۵۵/٤۰b	۱۰٤۸/۸۰b	۲٤/۲۰a	۳۰/۳۵a	۱۵/۹۰b
قطع آبیاری در مرحله غلاف دهی	۵٤/٤۰b	۸۳۸c	۲٤/۷۵a	۳۰/٤۰a	۲۲/۹۰a
درخشان	۵۰c	۱۲۷٦/۹۰a	۲۰/۹۰c	۳۱/۸۰a	۲۰/۵۰a
گلی	٦۹/۳۰a	۱۰۵/۱۰b	۲۳/٤۸a	۱۷/۳۵b	۱٤/۷۵b
d۸۱۰۸۳	۵٦/٦۰b	۸۱۳/٤۵c	۲۲/۳۸b	۲۹/۹۰a	۱٦b

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظرآماری درسطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD معنی‌دار نمی‌باشند.

جدول ٤: مقایسه میانگین اثرات متقابل قطع آبیاری و ژنوتیپ بر صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز

تیمار	محتوی آب نسبی	هدایت‌الکتریکی غشا (میلی‌زیمنس)	درصد پروتئین‌دانه	پرولین (میکرومول بر گرم وزن تازه برگ)	قندهای محلول (میلی‌گرم بر گرم وزن تازه برگ)
آبیاری کامل*درخشان	٦٥/٠٣b	١٥١١/٦٧a	١٧/٥٦g	٢٠/٢٠c	١٦/٦٠c
آبیاری کامل*رقم گلی	٧٣/٩٨a	١٢٩٤/٦٧b	١٩/١٥f	١٢/٦٥d	١٢/١١d
آبیاری کامل*d٨١٠٨٣	٥٩/٢٧c	٩٥٤/٦٨d	١٦/٧٥h	٢٢c	١٩/٢٣bc
قطع آبیاری در مرحله گلدهی*ژنوتیپ‌درخشان	٤٤/٣٦e	١٢٧٧b	٢١/٩٠e	٣٧/٥٠a	١٦/٦٤c
قطع آبیاری در مرحله گلدهی*ژنوتیپ‌گلی	٦٧/١٦b	١٠٥٣/٣٣c	٢٥c	١٩/٧٥c	١١/٨٢d
قطع آبیاری در مرحله‌گلدهی*ژنوتیپd٨١٠٨٣	٥٤/٧٣d	٨١٦e	٢٥/٦٠b	٣٣/٨٢b	١٩/٢٥bc
قطع آبیاری در مرحله غلاف*ژنوتیپ‌درخشان	٤٠/٦٤e	١٠٤٢c	٢٣/٢٥d	٣٧/٦٠a	٢٨/٢٣a
قطع آبیاری در مرحله غلاف*ژنوتیپ گلی	٦٦/٧٨b	٨٠٢/٣٣e	٢٦/٢٠a	١٩/٧٠c	٢٠/٢٥b
قطع آبیاری در مرحله غلاف*ژنوتیپ d٨١٠٨٣	٥٥/٨٥cd	٦٦٩/٦٨f	٢٤/٨٠c	٣٣/٨٠b	٢٠/١٣b

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظرآماری در سطح احتمال ٥ درصد بر اساس آزمون LSD معنی‌دار نمی‌باشند.

بحث

یکی از مهمترین تغییرات ناشی از تنش خشکی کاهش محتوای آب نسبی برگ می‌باشد. این صفت می‌تواند توانمندی گیاه را در تحمل به تنش خشکی نشان دهد (وزان و همکاران، ١٣٨١). در این آزمایش محتوای نسبی آب برگ در اثر تنش خشکی کاهش یافت و ارقام مقاوم کاهش کمتری نشان دادند که ژنوتیپ درخشان نسبت به دو ژنوتیپ دیگری کاهش بیشتری نشان داد. اختلاف در میزان محتوای نسبی آب برگ نشان‌دهنده تفاوت ژنوتیپ‌ها می‌باشد، بنابراین محتوی آب نسبی برگ صفتی است که علاوه بر عوامل محیطی تحت تاثیر ژنوتیپ‌ها هم قرار می‌گیرد. چون ژنوتیپ‌ها از لحاظ تجمع و تنظیم فشار اسمزی برای حفظ تورژسانس بافت و افزایش فعالیت‌های فیزیولوژیکی متفاوت می‌باشند. تفاوت‌های زیادی از نظر میزان پتانسیل برگ بین ژنوتیپ‌های گیاهان مختلف در شرایط تنش خشکی مشاهده شده است. نتایج تحقیق دیگری نیز کاهش محتوای آب نسبی برگ لوبیا را در شرایط کم آبی تایید می‌کند (صادقی‌پور، ١٣٨٨).

مطالعه تحمل خشکی با استفاده از سنجش پایداری غشاء سلول به‌عنوان یک روش غربال‌سازی در گیاهان زراعی مختلف مانند گندم (Kocheva, 2004)، و ترف گراس (Bandurska, 2000) گزارش شده است. در گیاهانی که در معرض کمبود آب قرار می‌گیرند دامنه وسیعی از نشت الکترولیتی وجود دارد که نشان می‌دهد تحت شرایط کمبود آب یکسان میزان آسیب به غشاء متفاوت است (محمدی و فرشادفر، ١٣٨٢).

با توجه به نتایج آزمایش مشاهده شد که ژنوتیپ d٨١٠٨٣ دارای کمترین میزان هدایت الکتریکی و بنابراین بیشترین پایداری غشاء سلولی را در بین ژنوتیپ‌ها به خود اختصاص داد. زیرا مقدار هدایت‌الکتریکی با پایداری غشاء سیتوپلاسمی رابطه عکس دارد (Farshadfar et al., 2008). لذا می‌توان نتیجه گرفت ژنوتیپ درخشان با داشتن بالاترین میزان هدایت‌الکتریکی از پایداری غشا کمتری برخوردار است. در تحقیق حاضر نیز تفاوت بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر آسیب غشاء سلولی تحت شرایط استرس کم آبی مشاهده شد. افزایش میزان

هـدایت‌الکتریکـی در آزمـایش در شـرایط تـنش را می‌توان به آسـیب وارده بـه غشـاء سـلولی و کـاهش مقاومت مرتبط دانست (Gunes et al., 2008؛ فرشادفر و جوادی‌نیا، ۱۳۸۹).

در این تحقیق تنش کم آبی به‌طور معنی‌داری غلظت پرولین برگ را افزایش داد و کمترین غلظـت پـرولین در شرایط نرمال مشاهده شـد. تحقیقـات نشـان داده اسـت تـنش خشـکی غلظـت پـرولین بـرگ را در گیـاه گنـدم افزایش داد. در برگ‌های بالغ تجزیـه پـروتئین‌هـا باعـث کاهش غلظـت آنهـا و افـزایش اسـیدآمینه آزاد از جملـه پرولین می‌شود. انباشت پـرولین در گیاهـان مختلـف در هنگام تنش خشکی جهت مقابله با تنش اسمزی صورت می‌گیرد (آیین، ۱۳۹۲). قربـانلی و نیاکـان (۱۳۸٤) بیـان کردند که با تشـدید میـزان تـنش در سـویا، مقـدار کـل پروتئین‌های محلول، هم در بخـش هـوایی سـاقه و برگ و هم در ریشه گیاه سویا، کاهش یافت که ایـن رونـد بـا افزایش غلظـت پـرولین همـراه بـود. پـرولین یکـی از مولکول‌های اسموپروتکتین (اسمولیت) است کـه تجمـع آن حتی در باکتری‌ها، قارچ‌هـا، جلبـک‌هـا و گیاهـان در پاسخ به تنش خشـکی و شـوری گـزارش شـده اسـت (Mahajan and Tuteja, 2005). مطالعـات Delauney و Verma (۱۹۹۳) نشان داد که تجمـع پـرولین در شـرایط تنش، نقش حمایتی و حفـاظتی اساسـی از سـلول‌هـا و بافت‌ها داشته و سبب تحمل و مقاومـت بـه تـنش‌هـای محیطی می‌گردد.

با توجه به نتایج آزمایش مشاهده شد بالاتر بـودن درصد پروتئین دانه در شرایط تنش کم آبی نسبت بـه آبیاری کامل می‌تواند ناشی از کاهش طول دوره رشـد و نمـو باشـد کـه در واقـع باعـث کـاهش نسـبت کربوهیدرات‌ها به پروتئین و در نتیجه افزایش درصـد پروتئین می‌شود. با این که ترکیبات شـیمیایی دانـه‌هـا تحت کنترل ژنتیکی است اما محیط بـر آن اثـر گـذار است و تنش کـم آبـی نیـز مـی‌توانـد ایـن ترکیبـات شیمیایی از قبیل روغن، قند، پروتئین را تحـت تـاثیر قرار دهد. همچنین گزارش شده اسـت کـه تـنش آب منجر به ایجـاد اخـتلال در فرآینـد فتوسـنتز، فعالیـت آنزیمی و سنتز پروتئین گشته و باعـث اثـر بـر جابـه جـایی متابولیـت‌هـا بـه سـمت دانـه اثـر مـی‌گـذارد (Thalooth et al., 2006). تحت تنش خشکی، به‌علت کوتـاه شـدن دوره پـر شـدن دانـه، از انتقـال مـواد فتوسنتزی به سمت دانه‌ها کاسته شده و ذخیره نشاسته در آنها کاهش می‌یابد که این امر موجب کوچک شدن دانه‌ها و افزایش درصد پروتئین می‌گردد. ضمن اینکـه در شرایط تنش، گیاه با ساخت پروتئین‌های متحمل به تنش، میزان پروتئین‌های محلول خود را نیـز افـزایش می‌دهد (De Mejia et al., 2003). در تحقیق حاضـر، تنش خشکی محتوی پروتئین دانه‌هـا ی لوبیـا قرمـزرا افزایش داد.

در بررسی نتایج آزمایش مشخص شدکه ژنوتیـپ درخشـان در قطـع آبیـاری در مرحلـه غـلاف‌دهـی بیشترین میـزان را بخـود اختصـاص داد. بـه‌طـورکلی ترکیبات کربوهیـدراتی محلـول در تنظـیم اسـمزی و مکانیسم‌های حفـاظتی نقـش دارنـد (Martin et al., 1993). براساس نتایج منصوری‌فر و همکاران (۱۳۹۲) نیز با افزایش شـدت تـنش خشـکی، تولیـد قنـدهای محلول افزایش یافت. بـه‌طـورکلی افـزایش در میـزان قندهی محلول از جمله واکنش‌هایی است که گیاهـان مختلف مانند نخود برای کـاهش پتانسـیل اسـمزی و مقابلـه بـا تـنش خشـکی از خـود نشـان مـی‌دهنـد (Sánchez et al., 1998).

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این تحقیق نشان داد کـه اگرچـه بـا اعمـال تنش از محتوای رطوبت نسبی برگ کاسته شـد ولـی این امر در جهت سازگاری با تنش کم آبی می‌باشد و ژنوتیپ‌های مقاوم در ارتباط با صفت محتوای رطوبت

نسبی برگ کاهش کمتری را نشان داد. میزان هدایت‌الکتریکی غشاء سلولی در ژنوتیپ‌ها متفاوت بود و کمترین میزان هدایت‌الکتریکی غشاء را ژنوتیپ d81083 به خود اختصاص داد که بیانگر پایداری غشاء سلولی بالا در شرایط تنش کم آبی می‌باشد. در ارتباط با تجمع میزان پرولین نیز ژنوتیپ d81083دارای بیشترین انباشت بود. به نظر می رسد ژنوتیپ d81083 و گلی در این آزمایش برتری خود را در صفات مورد بررسی نشان دادند. بنابراین در نقاطی که با کمبود آب روبرو هستند می‌توان از این ژنوتیپ‌ها برای کشت استفاده کرد.

منابع

آیین، ا. (۱۳۹۲). تغییرات میزان پرولین، کربوهیدرات‌های محلول و جذب عناصر پتاسیم، روی و کلسیم در ژنوتیپ‌های کنجد (*Sesamum indicum* L.) تحت تنش خشکی. مجله تولید گیاهان زراعی در شرایط تنش‌های محیطی. شماره ٤. صفحات ٤٨-٤٠.

براری، م.، کردی، س. و لطفعلی، ف. (۱۳۹۳). اثر محلول پاشی روی بر تعدیل تنش کم‌آبی در مراحل مختلف رشد ارقام لوبیا در شرایط آب و هوایی ایلام. مجله به زراعی کشاورزی. جلد ١٦. شماره ٣. صفحات ٦٥٢-٦٤١.

پورموسوی، م.، گلوی، م.، دانشیان، ج.، قنبری، ا. و بصیرانی، ن. (۱۳۸۸). بررسی تاثیر تنش خشکی و کود دامی بر محتوای رطوبت، میزان پایداری غشا سلول و محتوای کلروفیل برگ سویا. مجله علوم گیاهان زراعی ایران (مجله علوم کشاورزی ایران). شماره٤٠، صفحات ١٤٦-١٣٣.

سعیدی، ا.، و یدوی، ر. (۱۳۹٤). اثر سطوح آبیاری و محلول‌پاشی آهن و روی بر خصوصیات کمی و کیفی لوبیا قرمز (*Phaseolous vulgaris* L.). نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران. شماره ١. صفحات ٦١-٥٤.

صادقی پور، ا. (۱۳۸۸). اثر کم آبیاری بر صفات فیزیولوژیک و زراعی ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.). مجله علوم زراعی ایران ، جلد ١١، شماره ١، صفحات ٣٩-٢٥.

ضابط، م.، حسین‌زاده ع.، خیالپرست، ف. (۱۳۸۱). مطالعه اثرات تنش خشکی بر صفات مختلف و تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی در ماش. مجله علوم کشاورزی ایران. شماره ٣٤. جلد ٤. صفحات ٦٨-٦٢.

فرشادفر، ع. و جوادی‌نیا، ع. (۱۳۸۹). ارزیابی ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.) از نظر تحمل تنش خشکی. مجله به نژادی نهال و بذر. شماره ٢٧. جلد٤. صفحات ٥٣٧-٥١٧.

قربانلی، م.، و نیاکان، م. (۱۳۸٤). بررسی اثر تنش خشکی بر روی میزان قندهای محلول، پروتئین، پرولین، ترکیبات فنلی و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز گیاه سویا رقم گرگان ٣. نشریه علوم (دانشگاه خوارزمی)، دوره ٥، شماره ٢، صفحات ٥٥٠-٥٣٧.

محمدی، ر. و فرشادفر، ع. (۱۳۸۲). تعیین کروموزوم‌های کنترل کننده صفات فیزیولوژیک مرتبط با تحمل به خشکی در چاودار. مجله علوم زراعی ایران . شماره ٢. جلد ٤. صفحات ١٣٣-١١٧.

منصوری‌فر، س.، شعبان، م. و قبادی، م. (۱۳۹۲). بررسی روند پر شدن دانه در ارقام نخود زراعی (*Cicer arietinm* L.) در شرایط تنش خشکی و مصرف کود نیتروژنه آغازگر. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، شماره ٩. صفحات ١٠-٣.

موسوی فضل، س.، و محمدی، ع. (۱۳۸٤). اثر تنش‌های آبی در مراحل مختلف رشد بر کمیت و

کیفیت دو رقم گوجه فرنگی (کال جی و موبیـل). مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. جلد ٦. شماره ۲۲. صفحات ٤٠-۲۸.

وزان، س.، رنجـی، ذ.، تهرانـی، م.، قلاونـد، آ. و صـانعی شـریعت‌پنـاهی، م. (۱۳۸۱). اثـر تـنش خشکی بر میزان تجمع اسیدآبسـیزیک و هـدایت روزنه‌ای برگ چغنـدر قنـد. مجلـه علـوم زراعـی ایران. شماره ۳. صفحات ۱۸۰-۱۷٦.

Abebe, A., Brick, M.A., and Kirkby, R.A. (1998). Comparison of selection indices to identify productive dry bean lines under diverse environmental conditions. Field Crops Research. 58(1): 15-23.

Acosta-Gallegos, J.A., and Adams, M.W. (1991). Plant traits and yield stability of dry bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars under drought stress. The Journal of Agricultural Science. 117(2): 213-219.

Ahmadi, M.A., Manuchehri, K.Kh. and Torkzadeh, M. (2005). Effect of type of brasinoestroid on accumulation of malonAldeid, proline, sugar and photosynthetic pigments in Rapeseed in situation of water stress. Journal of Biology. 18: 295-306.

Anjum, S.A., Wang, L.C., Farooq, M., Hussain, M., Xue, L.L. and Zou, C.M. (2011). Antioxidants and leaf gas exchange. Journal of Agronomy and Crop Science, 197: 177-185.

Anonymous, A. (1984). Official methods of analysis of the association of official analytical chemists, 14th ed. Washington DC. USA.

Bandurska, H. (2000). Dose proline accumulated in leaves of water stressed barley plants confine cell membrane injury. Free proline accumulation and membrane injury index in drought and osmotically stressed plants. Acta Physiologiae Plantum. 22(4): 409-415.

Barrs, H.D. and Kozlowski, T.T. (1968). Determination of water deficits in plant tissues. Water Deficits and Plant Growth, 1: 235-368.

Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, I.D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil. 39(1): 205-207.

Beebe, S. (2012). Common bean breeding in the tropics. Plant Breeding Reviews.36:357-365.

Chapin, M.F. and Kennedy, G.F. (1987). Carbohydrate analysis, Lloydia. 22:111-115

Colom, M.R. and Vazzana, C. (2003). Photosynthesis and PSII functionality of drought-resistant and drought-sensitive weeping love grass plants. Environmental and Experimental Botany. 49(2): 135-144.

Costa-Franca, M.G., Pham-Thi, A.T., Pimentel Pereyra-Rossiello, C., Zuily, R.O., Fodil, Y. and Laffray, D. (2000). Differences in growth and water relations among *Phaseolus vulgaris* cultivars in response to induced drought stress. Environmental and Experimental Botany, 43: 227–237.

Delauney, A.S. and Verma D.P.S. (1993). Proline biosynthesis and osmoregulation in plant. Plant Journal, 4: 215-223.

De-Mejia, E.G., Martinez-Resendiz, V., Castano-Tostado, E. and Loarca-Pina G. (2003). Effect of drought on polyamine metabolism, yield, protein content and in vitro protein digestibility in tepary (*Phaseolus acutifolius*) and common (*Phaseolus vulgaris*) bean seeds. Journal of the Science of Food and Agriculture, 83: 1022-1030.

FAO. (2001). Perfiles nutricionales porpaíses. Nicaragua. Available online at: ftp://ftp.fao. org/es/esn/nutrition/ncp/nic.pdf.

Farshadfar, E., Haghparast, R. and Qaitoli, M. (2008). Chromosomal localization of the genes controlling agronomic and physiological indicators of drought tolerance in barley using disomic addition lines. Asian Journal of Plant Science, 7(6): 536-543.

Ghorbanli, M. and Niakan, M. (2005). Study the effect of drought stress on soluble sugars, protein, proline, phenol compounds and reductase enzyme activity in soybean plants cv. Gorgan 3. Tarbiat Moallem University Science Magazin. 5(1):537-550.

Gunes, A., Inal, A., Adak, M.S., Bagci, E.G., Cicek, N. and Eraslan, F. (2008). Effect of drought stress implemented at pre-or post-anthesis stage on some physiological parameters as screening criteria in chickpea cultivars. Russian Journal of Plant Physiology, 55 (1):59-67.

Hamudi, J., Heydari, R., Nojavan, M., and Zare, S. (2000). Effect of drought stress on biochemical and biological parameters in Sunflower (Rekurd variety). MSc. Thesis. Uromia University, Iran.

Kocheva, K., Lambrev, P., Georgiev, G., Goltsev, V., and Karabaliev, M. (2004). Evaluation of chlorophyll flouorescence and membrane injury in the leaves of barley

cultivars under osmotic stress. Bioeletrochemis Journal, 63:121-124.

Krizek, D.T., Britz, S.J., and Mirecki, R.M. (1998). Inhibitory effects of ambient levels of solar UV-A and UV-B radiation on growth of cv. New Red Fire lettuce. Physiologia Plantarum. 103(1): 1-7.

Mahajan, S. and Tuteja, N. (2005). Cold, salinity and drought stresses: An overview. Archives Biochemistry and Biophysics, 444: 139-158.

Martin, M., Miceli, F., Morgan, J.A., Scalet, M. and Zerbi, G. (1993). Synthesis of Osmotically Active Substances in Winter Wheat Leaves as Related to Drought Resistance of Different Genotypes. Journal of Agronomy and Crop Science. 171(3): 176-184.

Rosales-Serna, R., Kohashi-Shibata, J., Acosta-Gallegos, J.A., Trejo-López, C., Ortiz-Cereceres, J. and Kelly, J.D. (2004). Biomass distribution, maturity acceleration and yield in drought-stressed common bean cultivars. Field Crops Research. 85(2): 203-211.

Sánchez, F.J., Manzanares, M., de Andres, E.F., Tenorio, J.L., and Ayerbe, L. (1998). Turgor maintenance, osmotic adjustment and soluble sugar and proline accumulation in 49 pea cultivars in response to water stress. Field crops Research. 59 (3): 225-235.

Szilagyi, L. (2003). Influence of drought on seed yield components in common bean. Bulgarian Journal of Plant Physiology. 9: 320-330.

Terán, H., and Singh, S.P. (2002). Comparison of sources and lines selected for drought resistance in common bean. Crop Science, 42(1):64-70.

Thalooth, A.T., Tawfik, M.M. and Mohamed, H.M. (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 grown under water stress conditions. World Journal Agriculture. Science, 2(1): 37-46.