

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

شادی سادات مهاجرانی<sup>\*</sup>، مجتبی علوی فاضل<sup>۲</sup>، حمید مدنی<sup>۳</sup>، شهرام لک<sup>۴</sup>، عادل مدحج<sup>۵</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد، گروه زراعت، پردیس علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز

<sup>۲</sup> دانشیار، گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز

<sup>۳</sup> دانشیار، گروه زراعت، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک

<sup>۴</sup> دانشیار، گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز

<sup>۵</sup> استادیار، گروه زراعت، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۱۹

### چکیده

به منظور بررسی اثر قطع آبیاری در برخی مراحل رشد بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا قرمز آزمایشی به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک در سال ۱۳۹۳ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل تنش کم آبی به صورت قطع آبیاری به عنوان 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) به عنوان عامل فرعی بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش کم آبی بر صفات مورد بررسی شامل محتوی آب نسبی برگ، هدایت الکتریکی غشا سلولی، میزان پروتئین 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 پروتئین و کمترین میزان هدایت الکتریکی غشا بود. همچنین ژنوتیپ درخشان و D81083 بالاترین میزان قندهای محلول را دارا بودند. با توجه به نتایج می‌توان 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 فیزیولوژیکی، لوبیا قرمز، هدایت الکتریکی

### مقدمه

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 فیزیولوژیکی مهم مانند میزان جذب عناصر مواد غذایی و میزان پروتئین اثر مستقیم دارد. محتوای نسبی آب یکی از پارامترهای فیزیولوژیکی مهم است که

هر گیاه زراعی به طور 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

\* نویسنده مسئول: shadi.mohajerani@yahoo.com

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 مطالب فوق هدف از این تحقیق، ارزیابی ژنوتیپ‌های مختلف لوبیا قرمز با استفاده از شاخص‌های فیزیولوژیکی نظیر محتوی نسبی آب، میزان هدایت الکتریکی 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 ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا به اجرا درآمد. قبل از انجام آزمایش به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، نمونه برداری 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 به صورت کرت‌های خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در زمینی که در سال قبل تحت کشت ذرت بود اجرا شد.

همبستگی خوبی با مقاومت به خشکی نشان می‌دهد (Colom and Vazzana, 2003). مطالعات انجام شده توسط Rosales-Serna و همکاران (۲۰۰۴) روی ۴ 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 در دوره رشد گیاهان امری اجتناب ناپذیر است. 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 می‌دهد و میزان این اثر به زمان اعمال تنش بستگی دارد (پورموسوی، ۲۰۰۶). 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

جدول ۱: وضعیت و مشخصات خاک مزرعه

بافت خاک	درصد		قسمت در میلیون													
	نسب	سپت	تین	بر	مس	مگنیز	روی	آهن	تیتانیوم	فسفر	ازت (N)	مواد آلی (O.C)	آهنی (T.N.V)	درصد اشباع (SP)	اسیدیته (pH)	هدایت الکتریکی (EC)
آلومی	۲۴/۴	۲۵	۴۱	۱/۳۱	۱/۰۴	۲/۷۲	۴/۱۶	۲/۹۸	۴۰۰	۲۵/۱	۰/۱۵	۱/۵	۱۱/۵	۳۱/۱	۷/۷	۱/۳

به مدت ۴ روز اعمال شد. پس از آن آبیاری به طور معمول هر شش روز یکبار ادامه یافت.

**سنجش هدایت الکتریکی غشا:** جهت اندازه گیری شاخص پایداری غشاء سیتوپلاسمی، نمونه ها پس از برداشت به آزمایشگاه منتقل شدند و از آنها تعداد ۲۰ دیسک دایره ای شکل به صورت تصادفی توسط پانچ تهیه شد، سپس در ۲۰ میلی لیتر حجم آب مقطر در دمای ۵ درجه سانتی گراد قرار داده شدند. پس از گذشت حدود ۲۴ ساعت، هدایت الکتریکی با دستگاه EC اندازه گیری گشت. در نهایت، مقدار EC آب مقطر از مقدار EC قرائت شده کم شد (Krizek, 1998).

**سنجش پرولین:** محتوای پرولین برگ ها از نمونه های آزمایشی با روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) انجام شد. محلول هایی به غلظت ۱، ۳، ۵، ۷ و ۱۰ میلی گرم در لیتر پرولین آماده و جذب آنها توسط اسپکتروفتومتر قرائت شد. براساس جذب های بدست آمده منحنی استاندارد پرولین رسم و با استفاده از معادله خط به دست آمده مقدار پرولین در نمونه های مجهول، محاسبه شد.

**سنجش پروتئین:** میزان پروتئین دانه از روش کجلدال (درصد نیتروژن  $6.25 \times$ ) محاسبه شد (Anonymous, 1984).

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

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

برای آماده سازی خاک در پاییز سال قبل با استفاده از گاواهن 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 علف های 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 به طور کامل ضد عفونی گردید. عملیات کاشت بذور در تاریخ ۲۰ خردادماه ۹۴ و به روش دستی با استفاده از سه پایه کاشت انجام گرفت. طول هر کرت آزمایشی ۴ متر و عرض آن ۳ متر در نظر گرفته شد. هر کرت شامل شش ردیف کشت با فاصله ۵۰ سانتی متر و فاصله بین بوته ها در روی ردیف ۱۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. بدین ترتیب تراکم بوته در هر مترمربع تعداد ۴۰ برای تمام کرت ها به صورت یکنواخت تنظیم شد و آبیاری به صورت منظم و به روش قطره ای و با استفاده از تیوب های آبیاری تا پایان دوره رشد و نمو ادامه داشت. در طول دوره رشد و نمو لوبیا کنترل علف های هرز به وسیله وجین دستی و طی چند مرحله انجام شد. آبیاری تمامی کرت ها تا زمان اعمال تیمار آبیاری به طور یکنواخت و هر شش روز یکبار صورت گرفت. پس از آن آبیاری در کرت های شاهد به صورت هر شش روز یکبار و در کرت های تحت تیمار تنش کم آبی، به صورت قطع کامل آبیاری در ۵۰ درصد گلدهی و غلاف دهی

به ترتیب با ۳۱/۷ درصد و ۳۷/۵ درصد کاهش دارای کمترین محتوای نسبی آب برگ بود (جدول ۴).

**هدایت الکتریکی 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 هدایت الکتریکی غشا سلولی معنی دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که در بین سطوح آبیاری بیشترین هدایت الکتریکی مربوط به تیمار شاهد (آبیاری کامل) و کمترین میزان مربوط به قطع آبیاری در مرحله غلاف‌دهی بود. در بین ژنوتیپ‌ها هم درخشان و d81083 بیشترین و کمترین میزان هدایت الکتریکی را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). در بررسی اثرات متقابل تیمارها در جدول ۴ مشخص شد بیشترین مقدار هدایت الکتریکی غشاء در ژنوتیپ لوبیا قرمز درخشان در آبیاری کامل (شاهد) به دست آمد و کمترین میزان هدایت الکتریکی 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 ۲). 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 و d81083 بیشترین میزان و گلی کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند (جدول ۳). در بررسی اثرات متقابل تیمارها در جدول ۴ مشخص شد بیشترین میزان پرولین در ژنوتیپ لوبیا قرمز درخشان در قطع آبیاری در مرحله گلدهی و غلاف‌دهی به دست آمد و کمترین میزان پرولین در ژنوتیپ گلی در آبیاری کامل مشاهده شد.

کامل محلول، جذب آن توسط اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۸۵ 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 به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق و در تاریکی قرار گرفته و متعاقب آن وزن آماس تعیین شد. در مرحله بعد برگ‌ها به مدت ۲۴ ساعت در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و خشک شدند. RWC برگ از فرمول زیر به دست 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 هم‌چنین تنش کم آبی و اثرات متقابل آنها بر محتوی نسبی آب برگ در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۲). 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 ۲۷ درصد در ژنوتیپ درخشان مشاهده شد (جدول ۳). در بررسی جدول مقایسه میانگین اثرات متقابل مشاهده شد که بیشترین میزان محتوای نسبی آب در ژنوتیپ گلی در شرایط آبیاری نرمال به میزان ۷۳/۹۸ درصد مشاهده شد و ژنوتیپ درخشان در هر دو سطح اعمال تنش کم آبی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی

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 معنی دار 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 ۴ مشخص شد بیشترین قندهای محلول در ژنوتیپ لوبیا قرمز درخشان در قطع آبیاری در مرحله غلاف‌دهی به‌دست آمد.

**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 معنی دار 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 ۴ مشخص شد بیشترین میزان پروتئین دانه در ژنوتیپ لوبیا قرمز گلی در قطع آبیاری در مرحله غلاف‌دهی به‌دست آمد

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس اثر قطع آبیاری بر ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز

میانگین مربعات				درجه آزادی	منبع تغییرات
قندهای محلول (میلی‌گرم بر گرم وزن تازه برگ)	پروکلین (میکرومول بر گرم وزن تازه برگ)	درصد پروتئین دانه	هدایت الکتریکی غشا (میلی‌زیمنس)	محتوی آب نسبی	
۱/۷۰	۱/۰۳۱	۵/۴۰	۸۳۸/۲۶	۱/۷۵	تکرار
۱۴۳/۸۵**	۴۳۶/۳۰**	۱۳۴/۱۲**	۳۸۸۷۷/۲۶**	۳۷۶/۹۷**	قطع آبیاری
۱/۴۰	۱/۵۵	۰/۰۵۹	۴۰۹/۶۰	۲/۷۲	خطا
۸۶/۰۳**	۵۵۲**	۱۵**	۴۸۳۳۰/۰۳**	۸۶۵/۴۵**	اسید هیومیک
۳۰/۱۰**	۲۶/۴۰**	۴**	۹۷۰۶/۳۷**	۱۰۳/۶۹**	اثر متقابل
۲/۵۵	۲/۷۵	۰/۰۳۵	۱۹۸/۲۶	۵/۰۶۹	خطا
۸/۷۰	۶/۲۷	۰/۸۴	۱/۳۰	۳/۸۴	ضریب تغییرات (%)

جدول ۳: 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	پروکلین (میکرومول بر گرم وزن تازه برگ)	قند محلول (میلی‌گرم بر گرم وزن تازه برگ)
آبیاری کامل	۶۶/۱۰a	۱۲۵۳/۷a	۱۷/۸۱b	۱۸/۳۰b	۱۹/۵۵a
قطع آبیاری در مرحله گلدهی	۵۵/۴۰b	۱۰۴۸/۸۰b	۲۴/۲۰a	۳۰/۳۵a	۱۵/۹۰b
قطع آبیاری در مرحله غلاف‌دهی	۵۴/۴۰b	۸۳۸c	۲۴/۷۵a	۳۰/۴۰a	۲۲/۹۰a
درخشان	۵۰c	۱۲۷۶/۹۰a	۲۰/۹۰c	۳۱/۸۰a	۲۰/۵۰a
گلی	۶۹/۳۰a	۱۰۵/۱۰b	۲۳/۴۸a	۱۷/۳۵b	۱۴/۷۵b
d81083	۵۶/۶۰b	۸۱۳/۴۵c	۲۲/۳۸b	۲۹/۹۰a	۱۶b

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD معنی دار نمی‌باشند.

جدول ۴: مقایسه میانگین اثرات متقابل قطع آبیاری و ژنوتیپ بر صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز

تیمار	محتوی آب نسبی	هدایت الکتریکی غشا (میلی‌زیمنس)	درصد پروتئین دانه	پروکلین (میکرومول بر گرم وزن تازه برگ)	قندهای محلول (میلی‌گرم بر گرم وزن تازه برگ)
آبیاری کامل*درخشان	۶۵/۰۳b	۱۵۱۱/۶۷a	۱۷/۵۶g	۲۰/۲۰c	۱۶/۶۰c
آبیاری کامل*رقم گلی	۷۳/۹۸a	۱۲۹۴/۶۷b	۱۹/۱۵f	۱۲/۶۵d	۱۲/۱۱d
آبیاری کامل*۸۳d۸۱۰۸۳	۵۹/۲۷c	۹۵۴/۶۸d	۱۶/۷۵h	۲۲c	۱۹/۲۳bc
قطع آبیاری در مرحله گلدهی*ژنوتیپ‌درخشان	۴۴/۳۶e	۱۲۷۷b	۲۱/۹۰e	۳۷/۵۰a	۱۶/۶۴c
قطع آبیاری در مرحله گلدهی*ژنوتیپ‌گلی	۶۷/۱۶b	۱۰۵۳/۳۳c	۲۵c	۱۹/۷۵c	۱۱/۸۲d
قطع آبیاری در مرحله گلدهی*ژنوتیپ‌۸۳d۸۱۰۸۳	۵۴/۷۳d	۸۱۶e	۲۵/۶۰b	۳۳/۸۲b	۱۹/۲۵bc
قطع آبیاری در مرحله غلاف*ژنوتیپ‌درخشان	۴۰/۶۴e	۱۰۴۲c	۲۳/۲۵d	۳۷/۶۰a	۲۸/۲۳a
قطع آبیاری در مرحله غلاف*ژنوتیپ‌گلی	۶۶/۷۸b	۸۰۲/۳۳e	۲۶/۲۰a	۱۹/۷۰c	۲۰/۲۵b
قطع آبیاری در مرحله غلاف*ژنوتیپ d۸۱۰۸۳	۵۵/۸۵cd	۶۶۹/۶۸f	۲۴/۸۰c	۳۳/۸۰b	۲۰/۱۳b

در هر ستون، میانگین‌های با حروف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD معنی‌دار نمی‌باشند.

## بحث

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، ۱۳۸۲).

با توجه به نتایج آزمایش مشاهده شد که ژنوتیپ d۸۱۰۸۳ دارای کمترین میزان هدایت الکتریکی و بنابراین بیشترین پایداری غشاء سلولی را در بین ژنوتیپ‌ها به خود اختصاص داد. زیرا مقدار هدایت الکتریکی با پایداری غشاء سیتوپلاسمی رابطه عکس دارد (Farshadfar et al., 2008). لذا می‌توان نتیجه گرفت ژنوتیپ درخشان با داشتن بالاترین میزان هدایت الکتریکی 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

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، ۱۳۸۱). 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 محتوای 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 تورژانس 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، ۱۳۸۸).

هدایت الکتریکی در آزمایش در شرایط تنش را می‌توان به آسیب وارده به غشاء سلولی و کاهش 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 غلظت پرولین در شرایط نرمال مشاهده شد. تحقیقات نشان داده است تنش خشکی غلظت پرولین برگ را در گیاه گندم افزایش داد. در برگ‌های بالغ تجزیه پروتئین‌ها باعث کاهش غلظت آنها و افزایش اسید آمینه آزاد از جمله پرولین می‌شود. انباشت پرولین در گیاهان مختلف در هنگام تنش خشکی جهت مقابله با تنش اسمزی صورت می‌گیرد (آیین، ۱۳۹۲). قربانلی و نیاکان (۱۳۸۴) بیان کردند که با تشدید میزان تنش در سویا، مقدار کل پروتئین‌های محلول، هم در بخش هوایی ساقه و برگ و هم در ریشه گیاه سویا، کاهش یافت که این روند با افزایش غلظت پرولین همراه بود. پرولین یکی از مولکول‌های اسموپروتکتین (اسمولیت) است که تجمع آن حتی در باکتری‌ها، قارچ‌ها، جلبک‌ها و گیاهان در پاسخ به تنش خشکی و شوری گزارش شده است (Mahajan and Tuteja, 2005). مطالعات Delauney و Verma (۱۹۹۳) نشان داد که تجمع پرولین در شرایط تنش، نقش حمایتی و حفاظتی اساسی از سلول‌ها و بافت‌ها داشته و سبب تحمل و مقاومت به تنش‌های محیطی می‌گردد.

با توجه به نتایج آزمایش مشاهده شد بالاتر بودن درصد پروتئین دانه در شرایط تنش کم آبی نسبت به آبیاری کامل می‌تواند ناشی از کاهش طول دوره رشد و نمو باشد که در واقع باعث کاهش نسبت کربوهیدرات‌ها به پروتئین و در نتیجه افزایش درصد پروتئین می‌شود. با این که ترکیبات شیمیایی دانه‌ها تحت کنترل ژنتیکی است اما محیط بر آن اثر گذار است و تنش کم آبی نیز می‌تواند این ترکیبات

شیمیایی از قبیل روغن، قند، پروتئین را تحت تاثیر قرار دهد. همچنین گزارش شده است که تنش آب منجر به ایجاد اختلال در فرآیند فتوسنتز، فعالیت آنزیمی و سنتز پروتئین گشته و باعث اثر بر جابه جایی متابولیت‌ها به سمت دانه اثر می‌گذارد (Thalooth et al., 2006). تحت تنش خشکی، به علت کوتاه شدن دوره پر شدن دانه، از انتقال مواد 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 اینکه در شرایط تنش، گیاه با ساخت پروتئین‌های متحمل به تنش، میزان پروتئین‌های محلول خود را نیز افزایش می‌دهد (De Mejia et al., 2003). در تحقیق حاضر، تنش خشکی محتوی پروتئین دانه‌های لوبیا قرمز را افزایش داد.

در بررسی نتایج آزمایش مشخص شد که ژنوتیپ درخشان در قطع آبیاری در مرحله غلاف‌دهی بیشترین میزان را بخود اختصاص داد. به‌طور کلی ترکیبات کربوهیدراتی محلول در تنظیم اسمزی و مکانیسم‌های حفاظتی نقش دارند (Martin et al., 1993). براساس نتایج منسوری‌فر و همکاران (۱۳۹۲) نیز با افزایش شدت تنش خشکی، تولید قندهای محلول افزایش یافت. به‌طور کلی افزایش در میزان قندهای محلول از جمله واکنش‌هایی است که گیاهان مختلف مانند نخود برای کاهش پتانسیل اسمزی و مقابله با تنش خشکی از خود نشان می‌دهند (Sánchez et al., 1998).

#### نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این تحقیق نشان داد که اگرچه با اعمال تنش از محتوای رطوبت نسبی برگ کاسته شد ولی این امر در جهت سازگاری با تنش کم آبی می‌باشد و ژنوتیپ‌های مقاوم در ارتباط با صفت محتوای رطوبت

L. نشریه پژوهش‌های حبوبات ایران. شماره ۱. صفحات ۶۱-۵۴.

صادقی پور، ا. (۱۳۸۸). اثر کم آبیاری بر صفات فیزیولوژیک و زراعی ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.). مجله علوم زراعی ایران، جلد ۱۱، شماره ۱، صفحات ۳۹-۲۵.

ضابط، م.، حسین زاده، 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 ۳۴. جلد ۴. صفحات ۶۸-۶۲.

فرشادفر، ع. و جوادی‌نیا، ع. (۱۳۸۹). ارزیابی ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.) از نظر تحمل تنش خشکی. مجله به نژادی نهال و بذر. شماره ۲۷. جلد ۴. صفحات ۵۳۷-۵۱۷.

قربانلی، م.، و نیاکان، م. (۱۳۸۴). بررسی اثر تنش خشکی بر روی میزان قندهای محلول، پروتئین، پرولین، ترکیبات فنلی و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز گیاه سویا رقم گرگان ۳. نشریه علوم (دانشگاه خوارزمی)، دوره ۵، شماره ۲، صفحات ۵۵۰-۵۳۷.

محمدی، ر. و فرشادفر، ع. (۱۳۸۲). تعیین کروموزوم‌های کنترل کننده صفات فیزیولوژیک مرتبط با تحمل به خشکی در چاودار. مجله علوم زراعی ایران. شماره ۲. جلد ۴. صفحات ۱۳۳-۱۱۷.

منصورفر، س.، شعبان، م. و قبادی، م. (۱۳۹۲). بررسی روند پر شدن دانه در ارقام نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) در شرایط تنش خشکی و مصرف کود نیتروژنه آغازگر. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، شماره ۹. صفحات ۱۰-۳.

موسوی فضل، س.، و محمدی، ع. (۱۳۸۴). اثر تنش‌های آبی در مراحل مختلف رشد بر کمیت و

نسبی برگ کاهش کمتری را نشان داد. میزان هدایت الکتریکی غشاء سلولی در ژنوتیپ‌ها متفاوت بود و کمترین میزان هدایت الکتریکی 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 d81083 دارای بیشترین انباشت بود. به نظر می‌رسد 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 ۴. صفحات ۴۸-۴۰.

براری، م.، کردی، س. و لطفعلی، ف. (۱۳۹۳). اثر محلول پاشی روی بر تعدیل تنش کم آبی در مراحل مختلف رشد ارقام لوبیا در شرایط آب و هوایی ایلام. مجله به زراعی کشاورزی. جلد ۱۶. شماره ۳. صفحات ۶۵۲-۶۴۱.

پورموسوی، م.، گلوی، م.، دانشیان، ج.، قنبری، ا. و بصیرانی، ن. (۱۳۸۸). بررسی تاثیر تنش خشکی و کود دامی بر محتوای رطوبت، میزان پایداری غشاء سلول و محتوای کلروفیل برگ سویا. مجله علوم گیاهان زراعی ایران (مجله علوم کشاورزی ایران). شماره ۴۰، صفحات ۱۴۶-۱۳۳.

سعیدی، ا.، و یدوی، ر. (۱۳۹۴). اثر سطوح آبیاری و محلول پاشی آهن و روی بر خصوصیات کمی و کیفی لوبیا قرمز (*Phaseolous vulgaris*)



- 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/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 Karabaliyev, M. (2004).** Evaluation of chlorophyll fluorescence and membrane injury in the leaves of barley
- کیفیت دو رقم گوجه فرنگی (کال جی و موبیل). مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. جلد ۶. شماره ۲۲. صفحات ۴۰-۲۸.
- وزان، س.، رنجی، ذ.، تهرانی، م.، قلاوند، آ. و صانعی شریعت پناهی، م. (۱۳۸۱). اثر تنش خشکی بر میزان تجمع اسیدآبسیزیک و هدایت روزنه‌ای برگ چغندر قند. مجله علوم زراعی ایران. شماره ۳. صفحات ۱۸۰-۱۷۶.
- 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.

- cultivars under osmotic stress. *Bioelectrochemis 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.