

ارزیابی مورفولوژیکی و زراعی اکوتیپ‌های لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.) در شرایط تنش خشکی

سمیه محمدی نژاد^۱، امین باقی‌زاده^۲، مهدی رحیمی^{۳*}

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه اصلاح نباتات، دانشکده علوم و فناوری‌های نوین، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان، ایران.
۲. دانشیار، گروه بیوتکنولوژی، پژوهشگاه علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان، ایران.
۳. استادیار، گروه بیوتکنولوژی، پژوهشگاه علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته، کرمان، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۳/۱۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۶/۲۱

چکیده

به منظور بررسی واکنش ۲۰ اکوتیپ لوبیا قرمز به تنش خشکی، آزمایشی به صورت کرت‌های خردشده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان اجرا گردید. در این مطالعه فاکتور اصلی شامل سه دور آبیاری و فاکتور فرعی ۲۰ اکوتیپ لوبیا قرمز بود. نتایج نشان داد که بین سطوح تنش و اکوتیپ‌ها از نظر ارتفاع ساقه اصلی، تعداد ساقه فرعی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در تمام غلاف‌های بوته، تعداد غلاف نابارور، طول غلاف، وزن خشک بوته و عملکرد اقتصادی اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت. تنش باعث کاهش تعداد غلاف در بوته، ارتفاع ساقه اصلی و سایر خصوصیات مورفولوژیک گردید. بر اساس نتایج به دست آمده از مقایسات میانگین اکوتیپ‌های قزوین، ماهان، حسن‌آباد و دهم‌آبادی مطلوب‌ترین و اکوتیپ بافت به‌عنوان اکوتیپ نامطلوب در نظر گرفته شدند؛ بنابراین، به نظر می‌رسد اکوتیپ‌های مطلوب فوق برای کاشت در اراضی که در معرض تنش خشکی قرار دارند مناسب باشند.

واژه‌های کلیدی: دور آبیاری، وزن خشک بوته، عملکرد دانه.

مقدمه

در سرتاسر جهان تنش خشکی یکی از علل اصلی خسارت به گیاهان زراعی، از طریق کاهش عملکرد تا میزان ۵۰ درصد یا بیشتر است (Wang et al., 2003). تنش خشکی هنگامی افزایش می‌یابد که میزان تبخیر بالای برگ‌ها از ظرفیت و توانایی ریشه‌ها برای جذب آب از خاک تجاوز نموده و فراتر رود (McDowell et al., 2008). با توجه به اینکه ایران جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک دنیا محسوب می‌شود، در چنین مناطقی نوسانات بارندگی نیز زیاد بوده و ممکن است برخی از مراحل مهم رشدی گیاه به دلیل کم‌آبی تحت تأثیر کاهش پتانسیل آب خاک قرار گیرد

(Noroozi and Abdolreza, 2013). لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) یک منبع مهم غذایی در سراسر دنیا محسوب می‌شود که به دلیل دارا بودن پروتئین، فیبر و ویتامین در دانه ارزش غذایی بالایی دارد. این گیاه منبع اصلی پروتئین گیاهی در بسیاری از کشورهای در حال توسعه محسوب می‌شود (Karasu and Oz, 2010). انواع لوبیا با دارا بودن ۲۰ تا ۲۵ درصد پروتئین و تولید سالانه بیش از ۱۹/۳ میلیون تن، مقام اول تولید جهانی را در بین حبوبات دارند. اهمیت اقتصادی حبوبات به‌ویژه لوبیا ایجاب می‌کند که هرگونه راهکاری برای بهینه‌سازی سیستم

با توجه به اهمیت حبوبات و تنش خشکی، هدف از انجام پژوهش حاضر شناسایی اکوتیپ‌های متحمل و حساس لوبیا با استفاده از صفات مورفولوژیکی و زراعی تحت تنش خشکی و همچنین شناسایی صفات مطلوب جهت گزینش اکوتیپ‌های متحمل می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقاتی دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته واقع در ماهان، ۳۵ کیلومتری جنوب شرقی شهر کرمان (طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۲۹ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۹ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۱۸۹۵/۴ متر) انجام شد. بر اساس آمار هواشناسی، منطقه دارای آب‌وهوای استپی محلی است که میانگین دمای سالیانه این منطقه ۱۵/۴ که حداقل و حداکثر آن به ترتیب ۴/۰ و ۲۶/۵ درجه سانتی‌گراد است. مواد گیاهی مورد استفاده شامل ۲۰ اکوتیپ لوبیا قرمز (جیرفت، قزوین، رابر، کرمان، حسن‌آباد، ماهان، کرمانشاه، دهرارچی، راین، دشت‌آب، زابل، بزنجان، شمال، بافت، برسیر، راور، کهنوج، شیراز، باقرآباد و حاجی‌آباد) که از شهرها و استان‌های مختلف تهیه شدند. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم بهاره و تسطیح زمین بود. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد بر پایه طرح پایه بلوک کامل تصادفی با سه تکرار و در طی سال زراعی (۹۶-۱۳۹۵) انجام شد. عامل اصلی شامل تنش خشکی قبل از گلدهی در سه سطح و عامل فرعی اکوتیپ‌ها که در ۲۰ سطح است. هر کرت به طول ۱/۵ متر و عرض ۱ متر بود که فاصله ردیف‌ها ۲۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی هر ردیف ۱۰ سانتی‌متر بود. آبیاری به‌صورت غرقابی با دور آبیاری نرمال (۷ روز) برای همه تیمارها تا قبل از گلدهی انجام شد. سپس تنش خشکی به‌صورت دور آبیاری ۷ روز برای آبیاری نرمال، دور آبیاری به‌صورت ۱۴ روز برای تنش متوسط و دور آبیاری ۲۱ روز برای تنش شدید تا آخر دوره رسیدگی برای اعمال تنش خشکی انجام شد. پس از اعمال تیمارها و در زمان برداشت صفات مورفولوژیک و زراعی از جمله ارتفاع ساقه اصلی، تعداد ساقه فرعی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف نابارور، طول غلاف و عملکرد دانه اندازه‌گیری شدند. در ضمن وزن بوته‌ها از هر سه سطح (نرمال، تنش متوسط و تنش شدید) بعد از برداشت و خشک‌کردن، با ترازو مشخص شد. عملکرد دانه هر بوته با

تولید آن در کشور مورد ارزیابی قرار گیرد. کاهش اثر تنش‌های محیطی با استفاده از روش‌هایی مانند آبیاری، مصرف کود و شیوه‌های مناسب کاشت در این مناطق با محدودیت مواجه است؛ بنابراین، اصلاح ژنتیکی گیاه برای به حداقل رساندن اثر تنش‌های محیطی تلاشی باارزش به شمار می‌آید (Evans and Sadler, 2008). فرایندهای فیزیولوژیکی در گیاهان عمدتاً تابع آب در گیاه بوده و به‌طور غیرمستقیم تحت تأثیر تنش آب در خاک قرار دارند (Chaves et al., 2002).

تنش رطوبتی باعث خسارت به غشاء و سیستم فتوسنتزی می‌شود. فتوسنتز می‌تواند به‌وسیله تنش رطوبتی از دو طریق تحت تأثیر قرار گیرد: ۱- بسته شدن روزنه‌ها و در نتیجه نرسیدن دی‌اکسید کربن به کلروپلاست ها ۲- از طریق کاهش پتانسیل آب سلول و تأثیر منفی آن روی ساختمان پیچیده فتوسنتزی. بدین ترتیب تنش رطوبتی رشد ریشه و ساقه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و ممکن است باعث کاهش سطح برگ گیاهان شود (Farooq et al., 2009). در مطالعه‌ای اثر تنش خشکی و اسید سالیسیلیک اسید بر عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز انجام گرفت. نتایج نشان داد که تنش خشکی بر صفات مورد مطالعه از جمله تعداد و ارتفاع ساقه فرعی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت تأثیر معنی‌دار داشته و موجب کاهش صفات مذکور نسبت به شرایط غیرتنش گردیده است (Sepehri et al., 2015). در تحقیقی نشان داده شد که بین صفات عملکرد، تعداد بذر در غلاف و شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد (Albayrak and Töngel, 2012). تنش رطوبتی تأثیرات بسیار نامطلوبی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا می‌گذارد و خشکی یکی از تنش‌های مهم زیستی است که تغییرات زیادی را در خصوصیات فیزیولوژی و بیوشیمیایی گیاه القا می‌کند (Rosales-Serna et al., 2004). خشکی باعث کاهش زیست‌توده، عملکرد دانه، شاخص برداشت و وزن دانه می‌شود. همچنین عملکرد دانه در شرایط نرمال و تنش خشکی، همبستگی مثبتی با هم نشان دادند (Muñoz-Perea et al., 2006). نتیجه مطالعات بر روی اجزای عملکرد در هشت رقم لوبیای خشک نشان داد که تعداد غلاف در بوته جزء صفات مورفولوژیک اصلی تعیین‌کننده عملکرد است (Amini et al., 2002).

وزن خشک بوته

اثر متقابل بین تنش و اکوتیپ در بین اکوتیپ‌های مختلف لوبیا قرمز از نظر وزن خشک بوته اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ داشت (جدول ۱). در شرایط نرمال اکوتیپ جیرفت، حسن‌آباد و رابر بیشترین وزن خشک بوته را به خود اختصاص دادند که می‌تواند به دلیل تأمین آب کافی در شرایط نرمال و در نهایت باعث رشد مطلوب آن‌ها شود ولی در شرایط تنش متوسط اکوتیپ کهنوج، کرمانشاه، راین، بزنجان و بردسیر توانستند در رتبه‌های بعدی قرار گیرند که این امر نشان می‌دهد تحمل به تنش در آن‌ها نسبت به سایر اکوتیپ‌ها بهتر می‌باشد. گزارش‌های دیگری نیز وجود اختلاف معنی‌دار بین اکوتیپ‌های لوبیا از نظر وزن خشک بوته را نشان می‌دهد (Amanullah et al., 2006; Jafroudi et al., 2007; Salehi et al., 2008). روزالس سرنا و همکاران (Rosales-Serna et al., 2004) نیز تفاوت‌های زیادی بین مقدار تجمع ماده خشک در ارقام لوبیا در تنش خشکی گزارش کرده‌اند.

تعداد غلاف در بوته

همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود بیشترین تعداد غلاف در بوته مربوط به اکوتیپ قزوین، حسن‌آباد و دهرارچی در شرایط نرمال است که می‌تواند به دلیل تأمین آب کافی در شرایط نرمال باشد ولی در شرایط تنش شدید اکوتیپ کهنوج نیز توانست در رتبه بعدی قرار گیرد که این امر نشان می‌دهد تحمل به تنش در این اکوتیپ نسبت به سایر اکوتیپ‌ها بهتر است. در تحقیقی نشان داده شد که بین ژنوتیپ‌های باقلا برای صفت تعداد غلاف در بوته تفاوت قابل توجهی وجود دارد و همچنین گزارش شد که ژنوتیپ VF-13 بیشترین میانگین تعداد غلاف در بوته (۲۵/۵) را داشت و ژنوتیپ‌های VF-7، VF-17، VF-19 به ترتیب کمترین مقدار میانگین ۲/۲، ۶۷/۳۳ و ۳ را داشتند (Wang et al., 2003).

تعداد ساقه فرعی

در بین اکوتیپ‌های لوبیا قرمز مورد مطالعه بیشترین تعداد ساقه فرعی در شرایط نرمال مربوط به اکوتیپ‌های جیرفت، قزوین، رابر، کرمان و زابل است که به می‌تواند به دلیل تأمین آب کافی و شرایط مطلوب در تنش نرمال باشد و در

ترازو اندازه‌گیری شد و به صورت گرم در واحد بوته نشان داده شد.

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین (آزمون دانکن) با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.4 استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس برای کلیه صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ را بین اکوتیپ‌ها و همچنین تنش نشان داد (جدول ۱). اثر متقابل ژنوتیپ در تنش برای کلیه صفات در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار بود که به این معنی است که اکوتیپ‌ها واکنش‌های متفاوتی تحت تنش خشکی نشان داده‌اند و می‌توانند مورد توجه به‌نژادگر قرار گیرند و اکوتیپ‌های مناسب برای هر سطح تنش را انتخاب نمود. در آزمایشی نشان داده شد که در سویا عملکرد و پس‌از آن ارتفاع بیشترین تنوع را در میان صفات مورد بررسی دارند (Kiczales et al., 1997). در تحقیقی دیگر برای عملکرد دانه حداکثر تنوع، و برای وزن صد دانه حد متوسطی از تنوع را در گیاه سویا (*Glycine max*) گزارش نمودند (Lopes et al., 1997).

ارتفاع بوته

اثر متقابل بین تنش و اکوتیپ برای صفت ارتفاع بوته در سطح احتمال ۰/۰۱ معنی‌دار بود. تمام اکوتیپ‌ها در شرایط نرمال ارتفاع بیشتری نشان دادند. در این میان اکوتیپ دهرارچی و به دنبال آن اکوتیپ حسن‌آباد بیشترین ارتفاع بوته را نشان دادند که این امر می‌تواند به دلیل رشد بهتر اکوتیپ‌ها به خاطر تأمین آب کافی در شرایط نرمال و رشد مطلوب آن‌ها باشد. ولی در شرایط تنش متوسط ارتفاع بوته در اکوتیپ راور، بزنجان و حاجی‌آباد در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند که نشان می‌دهد این اکوتیپ‌ها در مقابل تنش واکنش خوبی نشان دادند و توانستند رشد بهتری داشته و ارتفاع بیشتری نسبت به سایر اکوتیپ‌ها داشته باشند که این امر نشان می‌دهد تحمل به تنش آن‌ها نسبت به سایر اکوتیپ‌ها بهتر است چراکه در شرایط نرمال این اکوتیپ‌ها از لحاظ ارتفاع نسبت به سایر اکوتیپ‌ها در ۶ اکوتیپ آخر قرار داشتند. در شرایط کم‌آبی وزن خشک بوته‌ها کاهش می‌یابد که یکی از نشانه‌های آن کاهش ارتفاع بوته‌ها است؛ بنابراین ارتفاع بوته صفتی است که علاوه بر ژنوتیپ تحت تأثیر عوامل محیطی هم قرار دارد (Salehi et al., 2008).

شرایط تنش شدید اکوتیپ ماهان نیز توانست بعدازاین اکوتیپ‌ها در رتبه بعدی قرار گیرد که این امر نشان می‌دهد تحمل به تنش در این اکوتیپ نسبت به سایر اکوتیپ‌ها بهتر است.

جدول ۱. تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در ارقام لوبیا قرمز در شرایط تنش خشکی

Table 1. Analysis of variance of studied traits of Red beans cultivars under drought stress

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	Mean square		میانگین مربعات	
			ارتفاع ساقه اصلی Plant height	تعداد ساقه فرعی Number of lateral branches	تعداد غلاف در بوته Pods per plant	تعداد دانه در غلاف Seeds per pod
Repeat	تکرار	2	10.004 ^{ns}	1.756 ^{**}	36.823 ^{**}	66.756 ^{**}
Stress (S)	تنش	2	24866.492 ^{**}	21.405 ^{**}	2860.422 ^{**}	38747.022 ^{**}
Error (a)	خطا	4	7.336	0.880	6.805	21.263
Ecotype (E)	اکوتیپ	19	282.942 ^{**}	1.051 ^{**}	110.916 ^{**}	913.438 ^{**}
S × E	اثر متقابل	38	170.182 ^{**}	0.680 ^{**}	92.966 ^{**}	663.782 ^{**}
Error (b)	خطا	114	14.069	0.341	11.881	23.942
CV (%)	درصد ضریب تغییرات		6.171	22.977	24.150	20.201

جدول ۱. ادامه

Table 1. Continued

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	Mean square		میانگین مربعات	
			تعداد غلاف نابارور Number of Sterile pods	طول غلاف Pod length	وزن بوته Plant weight	عملکرد دانه Seed yield
Repeat	تکرار	2	0.216 ^{ns}	0.290 ^{ns}	9.371 ^{**}	1.014 ^{ns}
Stress (S)	تنش	2	0.866 ^{ns}	100.084 ^{**}	1347.658 ^{**}	17209.401 ^{**}
Error (a)	خطا	4	0.483	0.661	5.251	0.544
Ecotype (E)	اکوتیپ	19	2.169 ^{**}	2.800 ^{**}	122.103 ^{**}	630.722 ^{**}
S × E	اثر متقابل	38	3.182 ^{**}	2.826 ^{**}	91.711 ^{**}	409.271 ^{**}
Error (b)	خطا	114	0.721	0.643	2.699	1.361
CV (%)	درصد ضریب تغییرات		25.270	11.230	7.892	1.508

^{ns}, * and ^{**}: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

^{ns}, * and ^{**}: Non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

طول غلاف

در شرایط تنش متوسط اکوتیپ بردسیر نیز در رتبه‌دهی بعدازاین اکوتیپ‌ها قرار گیرد و این امر می‌تواند نشان دهد که تحمل به تنش در این اکوتیپ نسبت به سایر اکوتیپ‌ها بهتر است. این نتایج با نتایج سبزی و همکاران (Sabzi et al., 2017) مطابقت داشت.

همان‌طور که مشاهده می‌شود اثر سطوح مختلف تنش خشکی توانسته است طول غلاف را به‌طور معنی‌داری تغییر دهد. در جدول مربوطه بیشترین طول غلاف مربوط به اکوتیپ دشت‌آب و کهنوج تحت شرایط نرمال است که می‌تواند به دلیل تأمین آب کافی در شرایط نرمال باشد؛ و

جدول ۲. مقایسه میانگین اثرمتقابل تنش در اکوتیپ برای صفات مورد مطالعه

Table 2. Mean comparisons for stress×ecotype interactions effects on the studied trait

تیمارها Treatments		Treatments means for studied traits				میانگین تیمارها برای صفات مورد مطالعه			
تنش خشکی Drought stress	اکوتیپ Ecotype	ارتفاع ساقه اصلی (سانتی متر)	تعداد ساقه فرعی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در تمامی غلاف‌ها در بوته	تعداد غلاف ناپارور	طول غلاف (سانتی متر)	وزن بوته (گرم)	عملکرد دانه (گرم در بوته)
		Main stem height (cm)	The number of lateral branches	Number of pods per plant	Number of seeds in all pods per plant	Number of sterile pods	Pod length (cm)	Plant weight (g)	Grain yield (g/plant)
Normal	جیرفت	97.55 c	4 a-c	25 b-d	68 de	1 d	9.41 a	39.74 a	10.26 ^{de}
	Ghazvin	88 de	4 a	37 a	102a	4 abc	9.39 a	21.9 h-o	9.08 h
	Rabor	81.44 de	4 a	28 abc	81 bcd	4 abc	8.51 a-e	36.73 _{ab}	11.49 ab
	Kerman	96.33 bc	4 a	29 abc	93 ab	3 a-d	8.56 a-d	32.63 _{bc}	11.19 b
	Hasanabad	98.22 ab	3 a-c	34 ab	93 ab	3 a-d	8.46 a-f	38.94 a	8.84 ^{hi}
	Mahan	85.39 ^{bc}	3 b-d	18 e-g	56 ef	3 a-d	8.59 a-g	28.94 _{c-f}	11.52 ab
	Kermanshah	91.39 bc	3 a-c	24 c-f	70 cde	2 a-d	8.46 a-e	23.14 _{g-n}	11.56 a
	Dehzarchi	100.66 a	3 a-d	32 bc	86 abc	3 b-d	9.19 ab	21.16 _{k-r}	9.58 g
	Rayen	85.11 dc	3 a-d	17 e-g	37 ghi	3 abcd	9.24 ab	18.64 _{m-v}	8.09 ^{lmno}
	Dashtab	80.89 de	3 a-d	13 e-m	32 g-k	3 a-d	14.08 b-m	21.16 _{o-y}	8.55 ij
	Zabol	89.22 bc	4 ab	19 c-e	57 ef	3 a-d	8.43 a-g	24.91 _{e-l}	8.37 ^{j-m}
	bezenjan	88.77 dc	3 ab	17 c-f	45 fg	2 a-d	9.05 abc	17.74 _{n-x}	11.51 ab
	Shomal	70.99 e	3 a-d	12 d-g	38 gh	2 b-d	8.64 a-g	19.54 _{l-u}	8.47 ^{i-l}
	Baft	68.55 g	2 e	8 h	22 h-p	2 b-d	7.72 a-h	21.82 _{h-o}	8.14 ^{k-n}
	Bardsir	70 fg	2 de	14 e-g	36 g-j	3 a-d	7.52 a-i	21.82 _{b-d}	10.12 ef
	Ravar	68.77 e	3 a-e	12 e-g	29 g-l	2 a-d	8.19 a-g	22.29 _{h-o}	10.60 cd
Kahkooj	70.56 de	3 b-e	12 e-g	29 g-m	3 a-d	12.79 a-h	20.69 _{k-s}	10.72 c	
Shiraz	69.11 f	3 c-e	11 g	29 h-m	2 b-d	8.21 a-g	17.85 _{n-x}	7.81 ^{h-j}	
Bagher Abad	71.22 de	3 c-e	14 e-g	29 g-l	3 a-d	8.37 a-g	23.15 _{g-n}	8.08 ^{k-o}	
Haji Abad	65.44 e	3 c-e	16 fg	32 ghijk	3 a-d	7.72 a-h	17.21 _{o-y}	8.51 ^{i-k}	

جدول ۲. ادامه

Table 2. Continued

Treatments	تیمارها	Treatments means for studied traits				میانگین تیمارها برای صفات مورد مطالعه				
تنش خشکی Drought stress	اکوتیپ Ecotype	ارتفاع ساقه اصلی (سانتی متر)	تعداد ساقه فرعی The number of lateral branches	تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	تعداد دانه در تمامی غلاف‌ها در بوته Number of seeds in all pods per plant	تعداد غلاف نابارور Number of sterile pods	طول غلاف (سانتی متر)	وزن بوته (گرم)	عملکرد دانه (گرم در بوته)	Grain yield (g/plant)
		Main stem height (cm)	The number of lateral branches	Number of pods per plant	Number of seeds in all pods per plant	Number of sterile pods	Pod length (cm)	Plant weight (g)	Grain yield (g/plant)	
تنش متوسط Moderate stress	جبرفت Jiroft	57.67 ^{h-o}	3 ^{b-d}	13 ^{f-m}	23 ^{h-p}	4 ^{a-d}	7.94 ^{a-g}	15.78 ^{a-z}	7.14 ^u	
	قزوین Ghazvin	55.61 ^{j-q}	3 ^{a-d}	16 ^{e-j}	24 ^{h-o}	4 ^{a-c}	7.72 ^{a-h}	15.23 ^{a-z}	5.90 ^z	
	راور Rabor	55.83 ^{g-o}	3 ^{a-d}	12 ^{g-m}	22 ^{h-q}	3 ^{a-d}	7.36 ^{a-j}	19.05 ^{m-u}	7.06 ^{u-w}	
	کرمان Kerman	56.83 ^{k-p}	3 ^{a-d}	14 ^{e-l}	23 ^{h-p}	3 ^{a-d}	7.26 ^{a-j}	21.59 ^{i-q}	7.18 ^{tu}	
	حسن آباد Hasanabad	60.55 ^{g-m}	2 ^{a-c}	7 ^{h-m}	14 ^{l-v}	1 ^{cd}	8.11 ^{a-g}	15.96 ^{h-o}	7.60 ^{p-s}	
	ماهان Mahan	58.76 ^{g-o}	2 ^{b-d}	5 ^{g-m}	9 ^{o-v}	1 ^d	6.19 ^{a-g}	28.94 ^{c-f}	7.59 ^{p-s}	
	کرمانشاه Kermanshah	59.28 ^{g-o}	2 ^{b-d}	6 ^{i-m}	8 ^{o-v}	2 ^{b-d}	6.73 ^{a-l}	26.98 ^{d-i}	6.70 ^{v-y}	
	دهزارچی Dehzarchi	60.62 ^{g-m}	2 ^{b-d}	7 ^{h-m}	11 ^{n-v}	2 ^{b-d}	7.02 ^{a-k}	15.84 ^{a-z}	5.48 ^{ab}	
	راین Rayen	59.11 ^{g-o}	2 ^{a-d}	3 ^{k-m}	4 ^{p-v}	1 ^d	5.69 ^{g-n}	28.16 ^{m-v}	7.09 ^{uv}	
	دشت آب Dashtab	59.23 ^{g-o}	3 ^{a-d}	13 ^{e-m}	21 ^{i-r}	3 ^{a-d}	7.98 ^{a-g}	16.84 ^{o-y}	5.32 ^b	
	زابل Zabol	60.17 ^{g-m}	2 ^{a-d}	9 ^{g-m}	12 ^{m-v}	3 ^{a-d}	6.69 ^{a-l}	28.08 ^{c-g}	7.97 ^{n-p}	
	بزنجان bezenjan	61.28 ^{g-l}	3 ^{a-d}	13 ^{f-m}	21 ^{i-s}	2 ^{a-d}	8.43 ^{a-g}	26.23 ^{n-x}	7.56 ^{q-t}	
	شمال Shomal	56.61 ^{i-p}	3 ^{a-d}	12 ^{e-m}	19 ^{k-u}	3 ^{a-d}	7.71 ^{a-i}	23.68 ^{l-u}	7.94 ^{n-q}	
بافت Baft	51.5 ^{k-s}	2 ^{a-d}	2 ^{lm}	2 ^{uv}	1 ^d	5.78 ^{e-n}	22.09 ^{h-o}	6.45 ^v		
بردسیر Bardsir	58.89 ^{g-o}	2 ^{a-d}	13 ^{e-l}	19 ^{j-t}	3 ^{a-d}	8.38 ^{a-i}	29.09 ^{c-h}	7.16 ^{tu}		
راور Ravar	63.39 ^{g-k}	3 ^{b-d}	11 ^{g-m}	11 ^{n-v}	3 ^{a-d}	7.18 ^{a-j}	21.33 ^{g-r}	7.34 ^{r-u}		
کهنوج Kahkoj	59.72 ^{g-n}	2 ^{a-d}	7 ^{h-m}	9 ^{n-v}	3 ^{a-d}	7.88 ^{a-h}	32.31 ^{b-d}	7.87 ^{n-q}		
شیراز Shiraz	59.06 ^{g-o}	2 ^{b-d}	10 ^{g-m}	10 ^{n-v}	4 ^{ab}	7.43 ^{a-i}	19.02 ^{n-x}	8.00 ^{m-o}		
باقر آباد Bagher Abad	59.05 ^{g-o}	2 ^{b-d}	8 ^{g-m}	9 ^{o-v}	3 ^{a-d}	6.71 ^{a-l}	19.43 ^{l-u}	5.75 ^{az}		
حاجی آباد Haji Abad	61.22 ^{g-l}	2 ^{b-d}	4 ^{j-m}	5 ^{r-v}	3 ^{a-d}	7.59 ^{a-i}	17.11 ^{l-t}	6.64 ^{xy}		

جدول ۲. ادامه

Table 2. Continued

Treatments	تیمارها	Treatments means for studied traits				میانگین تیمارها برای صفات مورد مطالعه			
تنش خشکی Drought stress	اکوتیپ Ecotype	ارتفاع ساقه اصلی (سانتی متر)	تعداد ساقه فرعی The number of lateral branches	تعداد غلاف در بوته Number of pods per plant	تعداد دانه در تمامی غلاف‌ها Number of seeds in all pods per plant	تعداد غلاف نابارور Number of sterile pods	طول غلاف (سانتی متر) Pod length (cm)	وزن بوته (گرم) Plant weight (g)	عملکرد دانه (گرم در بوته) Grain yield (g/plant)
		Main stem height (cm)							
تنش شدید Severe stress	جیرفت Jiroft	42.17 ^{r-u}	1 ^{cd}	8 ^{g-m}	4 ^{t-v}	5 ^a	4.18 ^{l-n}	11.44 ^{az}	6.67 ^{w-y}
	قزوین Ghazvin	39.27 ^{s-u}	2 ^{b-d}	4 ^{j-m}	2 ^{uv}	3 ^{a-d}	5.14 ^{h-n}	11.15 ^a	7.00 ^{u-y}
	رابر Rabor	37.77 ^{t-u}	2 ^{b-d}	7 ^{h-m}	8 ^{o-v}	3 ^{a-d}	7.03 ^{a-j}	26.88 ^{d-j}	6.95 ^{u-x}
	کرمان Kerman	43.11 ^{q-u}	2 ^{b-d}	2 ^{k-m}	2 ^v	1 ^d	6.37 ^{c-m}	13.04 ^{a-z}	6.37 ^c
	حسن آباد Hasanabad	48.17 ^{m-t}	2 ^{a-d}	8 ^{g-m}	8 ^{o-v}	3 ^{a-d}	7.35 ^{a-j}	22.01 ^{a-z}	9.72 ^{fg}
	ماهان Mahan	51.56 ^{k-s}	3 ^{a-d}	8 ^{g-m}	7 ^{p-v}	4 ^{a-d}	6.92 ^{a-l}	26.92 ^{d-j}	5.93 ^z
	کرمانشاه Kermanshah	39.11 ^{s-u}	2 ^{a-d}	6 ^{i-m}	4 ^{r-v}	3 ^{a-d}	6.12 ^{d-n}	12.73 ^{a-z}	5.98 ^a
	دهزارچی Dehzarchi	48.99 ^{l-t}	2 ^{a-d}	8 ^{g-m}	7 ^{p-v}	4 ^{a-d}	7.13 ^{a-h}	14.74 ^{a-z}	4.08 ^c
	راین Rayen	42.44 ^{r-u}	2 ^{b-d}	7 ^{h-m}	4 ^{t-v}	4 ^{a-c}	4.64 ^{j-n}	14.07 ^{a-z}	4.03 ^c
	دشت آب Dashtab	40.11 ^{r-u}	2 ^{a-d}	5 ^{j-m}	6 ^{p-v}	2 ^{b-d}	4.97 ⁱ⁻ⁿ	12.55 ^{a-z}	8.12 ^{k-n}
	زابل Zabol	48.22 ^{m-s}	2 ^{b-d}	10 ^{g-m}	11 ^{n-v}	3 ^{a-d}	8.43 ^{a-g}	15.41 ^{a-z}	6.48 ^y
	بزنجان bezenjan	36.33 ^{t-v}	2 ^{a-d}	6 ^{h-m}	7 ^{p-v}	2 ^{a-d}	6.17 ^{d-n}	14.91 ^{a-z}	7.70 ^{o-r}
	شمال Shomal	46.39 ^{o-t}	2 ^{a-d}	9 ^{g-m}	9 ^{p-v}	3 ^{a-d}	6.74 ^{a-l}	11.99 ^{a-z}	8.14 ^{k-n}
	بافت Baft	26.23 ^{vw}	1 ^d	2 ^m	2 ^{uv}	1 ^d	4.28 ^{k-n}	13.34 ^{a-z}	4.06 ^c
بردسیر Bardsir	22.44 ^w	1 ^d	2 ^{k-m}	3 ^{tuv}	1 ^{cd}	3.51 ⁿ	18.34 ^{m-w}	7.12 ^u	
راور Ravar	40.56 ^{r-u}	2 ^{b-d}	10 ^{g-m}	10 ^{n-v}	4 ^{a-d}	5.69 ^{g-n}	16.38 ^{a-z}	7.34 ^{r-u}	
کهنوج Kahkooj	45.23 ^{p-u}	1 ^{cd}	13 ^{h-m}	5 ^{r-v}	3 ^{a-d}	5.72 ^{f-n}	12.54 ^{a-z}	7.28 ^{s-u}	
شیراز Shiraz	32.67 ^{u-w}	2 ^{b-d}	3 ^{k-m}	3 ^{t-v}	1 ^{cd}	3.92 ^{mn}	14.09 ^{a-z}	7.32 ^{r-u}	
باقر آباد Bagher Abad	52.23 ^{k-q}	2 ^{b-d}	6 ^{i-m}	7 ^{p-v}	4 ^{a-d}	6.71 ^{d-n}	12.43 ^{a-z}	5.91	
حاجی آباد Haji Abad	46.56 ^{m-t}	1 ^d	6 ^{i-m}	5 ^{q-v}	4 ^{a-d}	5.19 ^{h-n}	15.88 ^{a-z}	6.51 ^y	

تعداد غلاف نابارور

بین اکوتیپ‌های مختلف لوبیا قرمز از نظر این صفت اختلاف معنی‌داری وجود دارد به طوری که کمترین تعداد غلاف نابارور مربوط به اکوتیپ جیرفت تحت شرایط نرمال است که می‌تواند به دلیل وجود شرایط مطلوب و کافی برای تولید غلاف بارور باشد؛ اما در شرایط تنش متوسط اکوتیپ ماهان و حسن‌آباد نیز کمترین تعداد غلاف نابارور را به خود اختصاص دادند و در رتبه دهی بعد از این اکوتیپ قرار می‌گیرند که این امر نشان می‌دهد تحمل به تنش در این اکوتیپ‌ها نسبت به سایر اکوتیپ‌ها بهتر است (جدول ۲).

تعداد دانه در غلاف

نتایج مقایسه میانگین‌های ژنوتیپ‌های لوبیا قرمز با استفاده از آزمون دانکن بیانگر آن است که بیشترین میانگین برای این صفت مربوط به اکوتیپ قزوین، کرمان، حسن‌آباد و دهازچی تحت شرایط نرمال است که می‌تواند به دلیل تأمین آب کافی در این محیط باشد و کمترین تعداد غلاف در بوته مربوط به اکوتیپ بافت تحت شرایط تنش شدید است (جدول ۲). در تحقیقی مشخص شد که بین ژنوتیپ‌های باقلا (*Vicia faba* L.) برای تعداد دانه در غلاف تفاوت قابل توجهی وجود دارد. همچنین نتایج نشان داد که ژنوتیپ VF-10 بیشترین مقدار میانگین (۸/۹۳) تعداد دانه در غلاف را داشت. او گزارش کرد که ژنوتیپ VF-19 و VF-7 با داشتن کمترین مقدار میانگین (۴/۲۷) با سایر ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری نشان دادند (Al Barri, 2012).

عملکرد دانه

عملکرد دانه متأثر از تنش کمبود آب اعمال شده در این آزمایش کاهش چشمگیری داشت. اکوتیپ‌های مورد بررسی از نظر عملکرد تفاوت معنی‌دار نشان دادند به طوری که بیشترین عملکرد تحت شرایط نرمال مربوط به اکوتیپ ماهان، رابر، کرمانشاه و بزنجان بود که می‌تواند به دلیل تأمین آب کافی و شرایط مطلوب برای رشد گیاه باشد ولی اکوتیپ شیراز در تنش متوسط و همچنین اکوتیپ حسن‌آباد در شرایط تنش شدید در رتبه‌دهی بعد از این اکوتیپ‌ها قرار گرفتند که این امر نشان می‌دهد تحمل به تنش خشکی در این اکوتیپ‌ها نسبت به سایر اکوتیپ‌ها بهتر است (جدول ۲) که این امر می‌تواند ناشی از شدت تأثیر کمبود آب بر اجزای عملکرد آن‌ها باشد. طبق گزارش محققان کاهش عملکرد لگوم‌های دانه‌ای در شرایط تنش خشکی به طور عمده مربوط به کاهش تعداد نیام در بوته است (Pilbeam et al., 1992; Lopez et al., 1996).

نتیجه‌گیری

بر طبق نتایج مقایسات میانگین، بهترین اکوتیپ از لحاظ کلیه صفات مورد مطالعه کهنوج، قزوین، بزنجان، ماهان و حسن‌آباد بودند چراکه تحمل به تنش خشکی در آن‌ها نسبت به سایر اکوتیپ‌ها بهتر بود پس می‌توان آن‌ها را به عنوان اکوتیپ مطلوب معرفی کرد. همچنین اکوتیپ بافت در اکثر صفات مورد مطالعه ارزش پایین‌تری از سایر اکوتیپ‌ها داشت که می‌توان این اکوتیپ را اکوتیپ نامطلوب به شمار آورد.

منابع

- Al Barri, T.H.M., 2012. Phenotypic characterization of faba bean (*Vicia faba* L.) landraces grown in Palestine. Faculty of Graduate Studies, An-Najah National University.
- Albayrak, S., Töngel, Ö., 2012. Path analyses of yield and yield-related traits of common vetch (*Vicia sativa* L.) under different rainfall conditions. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*. 21, 27-32.
- Amanullah, A., Khan, A., Nawab, K., Sohail, Q., 2006. Performance of promossing common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germplasm at Kalam-Sawat. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 9, 2642-2646.
- Amini, A., Ghanadha, M.R., Abdmishani, S., 2002. Genetic variation and correlation between different traits in common bean. *Journal of Agricultural Sciences*, 33, 605-615 [In Persian with English Summary]
- Jafroudi, A.T., Moghaddam, A.F., Hasanzade, A., Yazdifar, S., Rahmazade, S., 2007. Row spacing and inter row spacing effects on some agro-physiological traits of two common bean (*Phaseolous vulgaris* L.) cultivars. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 10, 4543-4546.

- Chaves, M.M., Pereira, J.S., Maroco, J., Rodrigues, M.L., Ricardo, C.P.P., Osório, M.L., Carvalho, I., Faria, T., Pinheiro, C., 2002. How plants cope with water stress in the field? Photosynthesis and growth. *Annals of Botany*. 89, 907-916.
- Evans, R.G., Sadler, E.J., 2008. Methods and technologies to improve efficiency of water use. *Water Resources Research*. 44, W00E04, DOI: 10.1029/2007WR006200.
- Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., Basra, S., 2009. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*. 29, 185-212.
- Karasu, A., Oz, M., 2010. A study on coefficient analysis and association between agronomical characters in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 16, 203-211.
- Kiczales, G., Lamping, J., Mendhekar, A., Maeda, C., Lopes, C., Loingtier, J.-M., Irwin, J., 1997. Aspect-oriented programming. *ECOOP'97—Object-oriented programming*, 220-242.
- Lopez, F., Johansen, C., Chauhan, Y., 1996. Effects of timing of drought stress on phenology, yield and yield components of short duration pigeonpea. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 177, 311-320.
- McDowell, N., Pockman, W.T., Allen, C.D., Breshears, D.D., Cobb, N., Kolb, T., Plaut, J., Sperry, J., West, A., Williams, D.G., 2008. Mechanisms of plant survival and mortality during drought: why do some plants survive while others succumb to drought? *New Phytologist*. 178, 719-739.
- Muñoz-Perea, C.G., Terán, H., Allen, R.G., Wright, J.L., Westermann, D.T., Singh, S.P., 2006. Selection for drought resistance in dry bean landraces and cultivars. *Crop Science*. 46, 2111-2120.
- Noroozi, M., Abdolreza, K.S., 2013. Effect of water stress and plant density on growth and seed yield of safflower. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 10, 781-788. [In Persian with English Summary].
- Pilbeam, C., Akatse, J., Hebblethwaite, P., Wright, S., 1992. Yield production in two contrasting forms of spring-sown faba bean in relation to water supply. *Field Crops Research*. 29, 273-287.
- Rosales-Serna, R., Kohashi-Shibata, J., Acosta-Gallegos, J.A., Trejo-López, C., Ortiz-Cereceres, J.n., Kelly, J.D., 2004. Biomass distribution, maturity acceleration and yield in drought-stressed common bean cultivars. *Field Crops Research*. 85, 203-211.
- Sabzi, S., Tahmasebi Z., Barari, M., 2017. Study of the yield and some important plant of common bean (*Phaseolus vulgaris*) genotypes at different moisture levels. 10, 21-30. [In Persian with English Summary]
- Salehi, M., Tajik, M., Ebadi, A., 2008. The study of relationship between different traits in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) with multivariate statistical methods. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*. 3, 806-809.
- Sepeshri, A., Abasi, R., Karami, A., 2015. Effect of drought stress and salicylic acid on yield and yield component of bean genotypes. *Journal of Crops Improvement*. 17, 503-513. [In Persian with English Summary]
- Singh, S.P., 2007. Drought resistance in the race Durango dry bean landraces and cultivars. *Agronomy Journal*. 99, 1219-1225.
- Wang, W., Vinocur, B., Altman, A., 2003. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*. 218, 1-14.