مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال نهم، شماره سی و یک ، ۱۳۹۶

دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

تاثیرکم آبی با استفاده از شاخص‌های تحمل به خشکی در لوبیا *Phaseolus* (*vulgaris* L)

سیده حکیمه داودی[۱]، علی راحمی‌کاریزکی[۲]، علی نخ‌زری مقدم[۲] ، ابراهیم غلامعلی‌پور علمداری[۲]

تاریخ دریافت:۱۳۹٤/۸/۲٤ تاریخ پذیرش:۱۳۹۵/۲/۱٦

چکیده

به‌منظور ارزیابی ارقام متحمل به خشکی لوبیا و نیز تعیین مناسب‌ترین شاخص‌های تحمل به خشکی، دو آزمایش به‌صورت جداگانه در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبد کاووس در سال ۱۳۹۲ اجرا شد. آزمایش اول بررسی تنش متوسط بعد از مرحله غلاف دهی (آبیاری با تخلیه ۳۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی) و آزمایش دوم بررسی تنش شدید بعد از مرحله غلاف دهی (آبیاری با تخلیه ۷۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی) روی ارقام مختلف لوبیا شامل لوبیا سفید (داران)، لوبیا قرمز (آزادشهر)، لوبیا سبز (سان‌ری) و لوبیا چیتی (سامان) بود. نتایج تحقیق نشان داد که ارقام از نظر کلیه شاخص‌های مورد مطالعه در شرایط تنش متوسط و بدون تنش به جز سه شاخص TOL، SSI و STI اختلاف معنی‌داری داشتند. همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بین عملکرد دانه و برخی شاخص‌ها همچون HARM، MP و GMP در دو شرایط تنش متوسط و بدون تنش مشاهده شد. بنابراین، این شاخص‌ها می‌توانند برای گزینش ارقام مقاوم به خشکی متوسط انتخاب شوند. در این مطالعه، لوبیا چیتی بیش‌ترین مقدار شاخص‌های MP،HARM و GMP را داشت و به‌عنوان متحمل‌ترین رقم در شرایط تنش متوسط شناسایی شد. در شرایط تنش شدید، ارقام از نظر شاخص‌های TOL، MP و GMP در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری داشتند. در مجموع، شاخص GMP همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه در دو شرایط تنش شدید و بدون تنش داشت. به عنوان مناسب‌ترین شاخص برای گزینش ارقام متحمل به خشکی شدید شناسایی شد. بر اساس شاخص GMP، لوبیا قرمز و لوبیا چیتی به‌عنوان ارقام برتر در تنش شدید شناخته شدند.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی متوسط، تنش خشکی شدید، عملکرد دانه، لوبیا.

داودی، ح.، ع. راحمی‌کاریزکی، ع. نخ‌زری مقدم و ا. غلامعلی‌پور علمداری. ۱۳۹٦. تاثیرکم آبی با استفاده از شاخص‌های تحمل به خشکی در لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L). مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۱: ۱۵-۲۲.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد کشاورزی اکولوژیک، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس

۲- اعضای هیأت علمی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس. مسول مکاتبات. پست الکترونیک: alirahemi@yahoo.com

مقدمه

لوبیا و به‌طور عموم حبوبات بعد از گندم و برنج از جمله مهم‌ترین محصولات کشاورزی هستند که به مصرف تغذیه انسان می‌رسند. عوامل مختلفی در افزایش عملکرد لوبیا مؤثر هستند. این عوامل موجب تغییرات در رشد و میزان عملکرد می‌گردند (خورشیدی و همکاران، ۱۳۹۲). اسمیت (۱۹۹٦) برای اولین بار موضوع شاخص‌های انتخاب را مطرح نمود و بررسی رابطه خطی این شاخص‌ها را با عملکرد دانه گندم، مبنای ارزیابی و انتخاب مواد ژنتیکی برتر قرار داد. با توجه به آزمایش صورت گرفته توسط ناصح غفوری و همکاران (۱۳۸۹) شاخص‌های شاخص تحمل به تنش[1] (STI)، میانگین هندسی بهره‌وری[2] (GMP) و میانگین هارمونیک[3] (HARM) همبستگی بالایی با هر دو محیط تنش و عدم تنش در لوبیا قرمز داشتند. بنابراین به‌عنوان بهترین شاخص‌ها معرفی شدند، زیرا قادر به شناسایی بهترین ژنوتیپ‌ها در هر دو محیط بودند. شاخص حساسیت به تنش[4] (SSI)، شاخص تحمل[5] (TOL)، شاخص میانگین بهره‌وری[6] (MP) و شاخص تحمل به تنش برای شناسایی و انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی توسط فرناندز (۱۹۹۳) معرفی شدند و ایشان بیان نمود که انتخاب براساس شاخص SSI و TOL منجر به گزینش ژنوتیپ‌هایی می‌شود که در شرایط بدون تنش دارای عملکرد پایین‌تر هستند ولی در شرایط تنش خشکی، عملکرد نسبتاً بالاتری دارند. استفاده از شاخص SSI به‌عنوان معیاری برای برآورد شدت تنش، به خصوص در مواردی که وسایل اندازه‌گیری پتانسیل رطوبت خاک و شدت تنش وجود نداشته باشد، سودمند است (فیشر و مورر، ۱۹۷۸). ابراهیمی و همکاران (۲۰۱۰) واکنش عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های لوبیا سفید را تحت شرایط تنش آبی مورد ارزیابی قرار دادند آن‌ها شاخص‌های MP، TOL و GMP را بهترین شاخص برای شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی می‌باشند. خاقانی و همکاران (۲۰۰۹) صفات کمی و کیفی لوبیای سفید و قرمز را تحت شرایط آبیاری معمولی و تنش خشکی مورد مقایسه قرار دادند و شاخص‌های حساسیت و تحمل و همچنین درصد تغییرات صفات را در اثر تنش محاسبه نموده و بیان داشتند که شاخص‌های STI و MP به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص‌های مقاومت به خشکی می‌باشند. طبق نتایج خورشیدی و همکاران (۱۳۹۲) شاخص‌های STI، MP و HARM که مقادیر بالای آن‌ها نشان دهنده تحمل ژنوتیپ‌های لوبیا معمولی به خشکی است، به‌عنوان بهترین شاخص‌ها برای شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی شناسایی شدند. محمدی و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی صفات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های لوبیا سفید، شاخص‌های MP و STI را به‌عنوان شاخص‌های مناسب برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی معرفی کردند. حبیبی و همکاران (۲۰۰٦) با بررسی روابط عملکرد دانه با برخی از صفات مهم زراعی لوبیا قرمز در شرایط آبیاری محدود، MP و STI را به علت داشتن همبستگی بالا با عملکرد تحت هر دو شرایط تنش و بدون تنش، به عنوان شاخص‌های مهم در گزینش و انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی معرفی نمودند.

بین شاخص‌های STI و SSI در شرایط آبیاری نرمال و تنش همبستگی مثبت و معنی‌داری در لوبیا چیتی وجود داشت (اسدی و همکاران، ۱۳۹۰). شاخص MP و STI همبستگی مثبت و بسیار بالا و شاخص TOL همبستگی مثبت و غیر معنی‌دار با عملکرد ژنوتیپ‌های آفتاب‌گردان در هر دو شرایط تنش و بدون تنش داشتند (رضایی زاد، ۱۳۹٦). در ضمن شاخص SSI نمی‌تواند ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی و ژنوتیپ‌هایی را که پتانسیل عملکرد پایینی دارند از هم متمایز کند (رمیرز و کلی، ۱۹۹۸). بر اساس نتایج ناصح غفوری و همکاران (۱۳۸۹) شاخص‌های تحمل به خشکی، میانگین هندسی محصول‌دهی و میانگین هارمونیک، شاخص‌های مناسبی بوده و گزینش بر اساس آن‌ها می‌تواند ژنوتیپ‌های مقاوم لوبیا قرمز را شناسایی کند. بین شاخص‌های STI و SSI در شرایط آبیاری نرمال و تنش همبستگی مثبت و معنی‌داری در لوبیا چیتی وجود دارد (اسدی و همکاران،۱۳۹۰). رضایی‌زاد (۱۳۸٦) گزارش کرد که شاخص MP و STI همبستگی مثبت و بسیار بالا و شاخص TOL همبستگی مثبت و غیر معنی‌دار با عملکرد ژنوتیپ‌های آفتاب‌گردان در هر دو شرایط تنش و بدون تنش دارند. بنابراین هدف از این مطالعه ارزیابی تحمل به خشکی برخی از ارقام لوبیا با استفاده از شاخص‌های حساسیت و تحمل به خشکی بود.

1- Stress Tolerance Index
2 -Geometric Mean Productivity
3- Harmonic mean
4- Susceptibility Stress Index
5- Tolerance index
6 - Mean Productivity

مواد و روش‌ها

دو آزمایش جداگانه در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبد کاووس در اواسط اسفند ماه ۱۳۹۲ در گلدان سال اجرا شد. آزمایش اول بررسی تنش جزئی بعد از مرحله غلاف دهی (آبیاری پس از تخلیه ۳۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی) و آزمایش دوم بررسی تنش شدید بعد از مرحله غلاف دهی (آبیاری پس از تخلیه ۷۰ درصد رطوبت ظرفیت زراعی) روی ٤ رقم مختلف لوبیا شامل لوبیا سفید (داران)، لوبیا قرمز (آزادشهر)، لوبیا سبز (سانری) و لوبیا چیتی (سامان) بودند. لازم به ذکر است که در هر دو آزمایش یک شاهد (عدم تنش) هم اعمال گردید و از آنجایی که جهت استفاده از شاخص‌های فرناندز نیاز به شاهد است لذا داده‌های شاهد در تجزیه واریانس و مقایسه میانگین وارد نشد. کاشت بذرها در گلدان‌های ۱۲ کیلویی انجام شد. عملیات کاشت در اواسط اسفند ماه ۱۳۹۲ در گلدان انجام شد. برای تهیه خاک از مزرعه آموزشی و پژوهشی دانشگاه گنبد کاووس استفاده شد. بر اساس نتایج حاصله بافت خاک لوم سیلتی بود (جدول ۱). خاک ابتدا از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند و سپس گلدان‌ها با این خاک پر شد.

جدول ۱- مشخصات فیزیکو شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش (عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری)

مشخصه	مقدار
درصد اشباع	-
هدایت الکتریکی (دسی زیمنس)	۱/۱۹
اشباع اسیدیته کل	۷/۹
موادخنثی شونده (درصد)	۹/۸
کربن آلی (درصد)	۰/٦۸
ازت کل (درصد)	۰/۰۷
فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون)	۱۳/٤
پتاسیم قابل جذب (قسمت در میلیون)	۳٥٦
رس (درصد)	۱٥
لای (درصد)	٦٤
ماسه (درصد)	۲۱

پتانسیل‌های خشکی پس از تعیین درصد رس، سیلت، شن و وزن مخصوص ظاهری خاک با استفاده از منحنی رطوبتی خاک مورد استفاده که رابطه بین پتانسیل آب خاک و رطوبت خاک را مشخص می‌کند، تعیین شد. این منحنی از طریق فرمول ساکستن و همکاران(۱۹۸٦) محاسبه شد:

$$\psi_m = A.\theta_v^{\,b} \quad (۱)$$

در این رابطه ψ_m پتانسیل ماتریک بر حسب بار، θ_v نسبت رطوبت حجمی بر حسب سانتی‌مترمکعب آب در سانتی‌مترمکعب خاک است و از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\theta = p^b \times \theta_m \quad (۲)$$

در این رابطه θ_m نسبت رطوبت وزنی و pb وزن مخصوص ظاهری خاک است. در رابطه (۱) A و B به‌صورت زیر محاسبه می‌شوند :

$$A = \exp[-4.396 - 0.0715C - 4.88\times10^{-4} \times S^2 - 4.285\times b^{-5}S^2C]100 \quad (۳)$$

$$B = -3140 - 0.00222c^2 - 3.48\times10^{-5}\times s^2c \quad (٤)$$

که در این روابط S درصد شن خاک و c درصد رس خاک است. در این آزمایش برای ترسیم منحنی رطوبتی خاک از برنامه Psaycalcاستفاده شد (سلطانی، ۲۰۰٦). داخل گلدان‌ها پلاستیک‌های بدون منفذ قرار داده شد. سپس تعداد ٤۰ گلدان آماده شد و درون هر کدام ۱۲ کیلوگرم خاک آماده شده، ریخته شد. آبیاری تا زمان قبل از غلاف‌دهی به صورت کامل انجام گردید و از شروع غلاف‌دهی اعمال تنش خشکی آغاز و تا زمان برداشت کامل کلیه غلاف‌ها صورت گرفت. مجموع وزن خاک خشک، وزن گلدان خالی، پلاستیک و آب برای پتانسیل‌های مختلف به عنوان وزن مرجع در نظر گرفته شد گلدان‌ها به طور مرتب وزن می‌شدند و در هنگام نیاز به اندازه اختلاف از وزن مرجع به آن‌ها آب اضافه می‌شد.

عملیات داشت شامل وجین، مبارزه با آفات و بیماری‌های گیاهی به‌طور دقیق در طول فصل رشد انجام گرفت. در پایان فصل رشد پس از رسیدگی کامل، عملکرد دانه در هر دو شرایط تنش و بدون تنش آبی اندازه‌گیری شد و مورد بررسی و تجزیه آماری قرار گرفت. اندازه‌گیری شاخص‌های تحمل به خشکی پس از تعیین عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در دو شرایط تنش (Ys) و بدون تنش (Yp) با استفاده از روابط زیر محاسبه شدند.

۱=شاخص تحمل (TOL) $TOL=Yp-Ys$

۲=شاخص حساسیت به تنش (SSI) $SSI= [1-(Ys/Yp)]/SI$

۳=شاخص میانگین بهره‌وری (Mp) $Mp =(Yp+Ys)/2$

٤=شدت تنش (SI) $SI=(1-(\bar{s} /\bar{p})$

٥- شاخص تحمل به تنش(STI) $STI=(YP) \times (YS)/(YP)^2$ -٦ میانگین هارمونیک (HARM) $HARM=(2\times(YPi\times YSi))/(YPi+YSi)$-۷میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) $GMP=\sqrt{(YP)\times(YS)}$

علائم به‌کاررفته عبارت‌اند از:

Ys، عملکرد ارقام مورد نظر در شرایط تنش؛ Yp، عملکرد ارقام مورد نظر در شرایط بدون تنش؛ $\bar{P}$، میانگین عملکرد ارقام مورد نظر در شرایط بدون تنش؛ $\bar{s}$، میانگین عملکرد ارقام مورد نظر در شرایط تنش.

آنالیز واریانس داده‌ها به رویه GLM و مقایسه میانگین‌ها به روش LSD با نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹.۳ (سلطانی، ۲۰۰٦) انجام و نمودارها با نرم افزار Excel رسم شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ارقام مورد بررسی از نظر کلیه شاخص‌های مقاومت به خشکی و نیز عملکرد در شرایط تنش متوسط و بدون تنش به جز در سه شاخص TOL، SSI و STI اختلاف معنی‌دار داشتند (جدول ۲). اختلاف معنی‌دار به دلیل وجود تنوع ژنتیکی بین ارقام، امکان انتخاب جهت دستیابی به ارقام مقاوم به خشکی را امکان‌پذیر می‌سازد. وجود تنوع ژنتیکی بین ارقام از نظر شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی در آزمایش‌های دیگران در نخود نیز گزارش شده است (امام جمعه ۱۳۷۸ و فرشادفر ۱۳۸۰).

جدول۲- تجزیه واریانس عملکرد و شاخص های تحمل در شرایط تنش متوسط

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		YP	YSav	TOLav	MPav	SSIav	STIav	HARMav	GMPav
ژنوتیپ	۳	۷/٦۸*	٥/٦۳**	۱/۳۲ ns	٦/۳۳**	۰/۲۸ ns	۰/۰٥ ns	٦/۹۷**	٦/٦۷**
خطا	۸	۱/۳۹	۰/۳۰	۱/٦۲	۰/٤۱	۰/۱۲	۰/۰۲	۰/۲٦	۰/۳۱
CV	–	۲۰/۹۷	۱۷/٥۰	٥۳/٥۹	۱٤/۸۸	۳۰/۷۸	۲٦/٦۱	۱۳/۰۹	۱۳/٤۸

YP = عملکرد در شرایط نرمال، YPav= عملکرد در شرایط تنش متوسط، TOLav= شاخص تحمل، MPav= شاخص میانگین بهره‌وری، SSIav= شاخص حساسیت به تنش متوسط، STIav= شاخص تحمل به تنش متوسط، HARMav= میانگین هارمونیک، GMPav=میانگین هندسی بهره‌وری CV=ضریب تغییرات *، ** و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح پنج درصد، معنی‌داری در سطح یک درصد و عدم معنی‌داری

با توجه به مقایسه میانگین ارقام، لوبیا چیتی در شرایط تنش متوسط و بدون تنش بیش‌ترین میزان عملکرد را داشت. شاخص‌های مقاومت به خشکی شامل میانگین هارمونیک، میانگین حسابی بهره‌وری و میانگین هندسی در ژنوتیپ لوبیا چیتی حداکثر و در ژنوتیپ لوبیا سفید کم‌ترین مقدار را نشان داد (جدول ۳). در نتیجه، لوبیا چیتی متحمل‌ترین ژنوتیپ در شرایط تنش متوسط می‌باشد زیرا که بالا بودن این سه شاخص نشان‌دهنده تحمل نسبی ژنوتیپ به خشکی است (جلالی‌فر و همکاران، ۱۳۹۱).

جدول۳- مقایسه میانگین ارقام برای شاخص های تحمل به تنش در تنش متوسط (جزئی)

تیمار	میانگین مربعات				
	YPav	YSav	MPav	HARMav	GMPav
لوبیاچیتی	۷/۹۱a	۵a	٦/٤٦a	٦/۰۸a	٦/۲۷a
لوبیا قرمز	٤/۹۷b	۳/۱۳b	۳/۹٦b	۳/۷۷b	۳/۸٦b
لوبیا سفید	٤/۷b	۱/۷۳c	۳/۲۱b	۲/۵۳c	۲/۸۵b
لوبیا سبز	٤/٦٦b	۲/۷۰bc	۳/٦۸b	۳/۳۳bc	۳/۵۰b

کرد در شرایط نرمال، YP

حساسیت به تنش متوسط، GMPav=میانگین هندسی بهره‌وری.

طبق نظر فرناندز (۱۹۹۲) بهترین شاخص‌ها آن‌هایی هستند که دارای همبستگی بالا با عملکرد دانه تحت شرایط تنش و عدم تنش داشته باشند و بتوانند ژنوتیپ‌های گروه A را از سایر گروه‌ها تمیز دهند بنابراین، به‌منظور تعیین بهترین شاخص، همبستگی بین عملکرد دانه ارقام در شرایط تنش و غیرتنش با شاخص‌های تحمل به خشکی محاسبه شد. نتایج حاصل از تجزیه همبستگی شاخص‌های مقاومت به خشکی با عملکرد در شرایط تنش متوسط و بدون تنش در جدول ٤ ارائه شده است. شاخص‌های GMP و HARM همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد در شرایط تنش متوسط و بدون تنش داشتند. شاخص SSI همبستگی منفی و معنی‌داری (R= -۰/٦۲) با عملکرد در شرایط تنش متوسط داشت. همبستگی شاخص TOL با عملکرد در شرایط بدون تنش مثبت و معنی‌دار بود (R= ۰/٦۵) اما همبستگی آن با عملکرد در شرایط تنش معنی‌دار نبود (R= -۰/۰٦). محققان زیادی در مطالعات خود به نتایج مشابه اشاره کرده‌اند (کانونی و همکاران، ۱۳۸۱؛ فرشادفر و همکاران، ۱۳۸۰؛ فرناندز، ۱۹۹۳). با توجه به جدول ٤ می‌توان چنین نتیجه گرفت که شاخص‌های HARM، MP و GMP که همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش داشتند، مناسب‌ترین شاخص برای گزینش ارقام مقاوم به خشکی متوسط خواهند بود. شاخص GMP برای تفکیک گروه A از سایر گروه‌ها از شاخص MP قوی‌تر است. چون کمتر تحت تأثیر داده‌های پرت قرار می‌گیرد.

جدول ٤- ضرایب همبستگی شاخص‌های مقاومت به خشکی با عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش متوسط

	YP	YS	SSIav	STav	MPav	TOLav	HARMav	GMPav
YP	۱/۰۰	۰/۷۰*	۰/۰۸۲ns	-۰/۰۸۲ns	۰/۹٤**	۰/٦۵*	۰/۸٤**	۰/٦۳*
YS	۰/۷۰*	۱/۰۰	-۰/٦۲*	۰/٦۲*	۰/۹۰**	-۰/۰٦ns	۰/۹۷**	۰/٦۸*

ns، *و ** :به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و یک درصد. YP =عملکرد در شرایط نرمال، YS=عملکرد در شرایط تنش متوسط، TOL= شاخص تحمل، MP= شاخص میانگین بهره‌وری، SSI= شاخص حساسیت به تنش متوسط،STI= شاخص تحمل به تنش متوسط، HARM= میانگین هارمونیک، GMP=میانگین هندسی بهره‌وری

جدول تجزیه واریانس (جدول ۵) حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار بین ارقام در شرایط بدون تنش از نظر عملکرد بود در حالی که در شرایط تنش شدید اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد، زیرا با توجه به شرایط گلخانه‌ای موجود، تنها عامل رطوبت و بارندگی قابل کنترل بود. دمای بالا در زمان رشد باعث تشدید تنش شد و موجب شد که در این حالت زوال سطح برگ سریع‌تر اتفاق بیفتد و در نتیجه فتوسنتز متوقف یا به شدت کاهش یابد در نتیجه، در کلیه ارقام تقریبا تولید و انتقال مواد و پر شدن دانه به شدت کاهش یافت. نتیجه حاصل با نتیجه بررسی گلدانی و رضوانی (۱۳۸۵) مطابقت دارد. در تنش شدید، ارقام از نظر شاخص‌های مقاومت به خشکی از جمله شاخص TOL، MP و GMP در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری داشتند در صورتی که از نظر سایر شاخص‌ها فاقد اختلاف معنی‌دار بودند.

جدول۵- تجزیه واریانس شاخص های تحمل در شرایط تنش شدید

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		Yp	Ys	TOL	MPs	SSIs	STI	HARM	GMPs
ژنوتیپ	۳	۷/٦۸*	۰/۱٦ ns	۷/٤۷*	۲/۰۵*	۰/۲۰ ns	۰/۰۱ ns	۰/۳۰ns	۰/۵۸*
خطا	۸	۱/۳۳	۰/۰۹	۱/۷۷	۰/۲۸	۰/۰۱	۰/۰۰٦	۰/۱۸	۰/۱۳
CV	-	۲۰/۹۷	۲۵/۷۷	۳۰/۵٤	۱۵/۸۳	۱۰/۵۵	۳۳/۷۸	۲۲/۰۹	۱٤/۳۵

ns، *و ** :به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و یک درصد. YP=عملکرد در شرایط نرمال، YS= عملکرد در شرایط تنش شدید، TOLs= شاخص تحمل، MPs= شاخص میانگین بهره‌وری، SSIs= شاخص حساسیت به تنش شدید، STIs= شاخص تحمل به تنش، HARMs= میانگین هارمونیک، GMPs=میانگین هندسی بهره‌وری CV= ضریب تغییرات

مقایسه میانگین ارقام نشان داد بیش‌ترین میزان از نظر شاخص TOL مربوط به لوبیا سفید بود و بین سایر ارقام از نظر این صفت اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ولی کم‌ترین آن مربوط به لوبیا چیتی می‌باشد (جدول ٦). این شاخص قادر به شناسایی ارقام با عملکرد پائین در شرایط عدم تنش ولی عملکرد بالا در شرایط تنش می‌باشد. نقص این شاخص هم عدم توانایی در تمایز ارقام گروه A از C [ارقامی است که عملکرد بالایی در هر دو شرایط تنش و بدون تنش را دارا باشند (گروه A) و ارقامی که عملکرد بالایی در شرایط تنش دارند (گروه C)] می‌باشد. ارقامی که کم‌ترین مقدار این شاخص را داشته باشند، ژنوتیپ متحمل شناخته می‌شوند (فیشر و مورر، ۱۹۷۸) در نتیجه، در شرایط تنش شدید ژنوتیپ لوبیا چیتی با دارا بودن کم‌ترین میزان این شاخص به‌عنوان ژنوتیپ متحمل شناسایی شد. بیش‌ترین میزان شاخص MP مربوط به لوبیا قرمز و لوبیا چیتی بود (جدول ٦). MP میانگین عملکرد یک ژنوتیپ در دو شرایط تنش و عدم تنش است که می‌تواند ارقام با عملکرد بالا در شرایط مطلوب ولی مقدار نسبتا کم عملکرد در شرایط تنش (گروه B) را انتخاب کند و عیب عمده آن عدم توانایی تشخیص بین گروه A و B است (سینگ، ۲۰۰٤). بر اساس این شاخص، ارقام لوبیا قرمز و لوبیا چیتی به‌عنوان ارقام برتر انتخاب شدند. این شاخص تأکید زیادی به عملکرد شرایط تنش ندارد و شاخص خیلی مطلوبی برای انتخاب ارقام نسبتاً مقاوم نیست (جلالی‌فر و همکاران، ۱۳۹۱). شاخص SSI قادر به شناسایی ارقام با عملکرد نسبتاً کم در شرایط عدم تنش و عملکرد بالا در شرایط تنش می‌باشد و مقدار بالای آن نشان‌دهنده حساسیت بیش‌تر ژنوتیپ به تنش است (جلالی‌فر و همکاران، ۱۳۹۱). شاخص GMP باعث گزینش ارقام با تحمل بالا به تنش می‌شود همان‌طور که اشنایدر و همکاران (۲۰۰٤) شاخص مناسب جهت انتخاب ارقام متحمل به تنش را GMP معرفی کردند که با توجه به مقایسه میانگین‌ها، لوبیا چیتی با بیش‌ترین مقدار GMP کم‌ترین حساسیت به تنش و لوبیا قرمز و لوبیا سفید با دارا بودن کم‌ترین مقدار بیش‌ترین حساسیت به تنش را نشان دادند (جدول ٦). شاخص GMP با دارا بودن همبستگی بسیار زیاد و معنی‌دار در شرایط تنش (R=۰/۹٤) و بدون تنش (R=۰/۹۰) قادر به انتخاب ژنوتیپ با عملکرد بالا در تنش شدید بود (جدول ۷).

جدول٦- مقایسه میانگین ارقام با شاخص‌های تحمل به تنش در تنش شدید

تیمار	میانگین مربعات				
	YP	TOL	MP	SSI	GMP
لوبیاچیتی	٤/۷a	۳/۲۹b	۳/۱٤b	۰/۸۷b	۳/۰٦a
لوبیا قرمز	۷/۹۱a	۳/۷۳b	٤/۵۸a	۱/۰۷a	۲/٦٦b
لوبیا سفید	٤/۷۹b	٦/٦۷a	۲/۸۳b	۰/۹۹ab	۲/۱۰b
لوبیا سبز	٤/٦۷b	۳/۵۷b	۲/۸۸b	۰/۹۷ab	۲/۲٤b

YPعملکرد در شرایط نرمال، ، TOLs= شاخص تحمل به تنش شدید، MPs= شاخص میانگین بهره‌وری، SSIs= شاخص حساسیت به تنش شدید، GMPs=میانگین هندسی بهره‌وری.

جدول ۷ – ضرایب همبستگی شاخص‌های مقاومت به خشکی با عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و تنش شدید

YP	YS	TOLs	MPs	SSIs	STIs	HARMs	GMPs

YP	۱/۰۰۰	-۰/۱۰۱ns	۰/۹۸۲**	۰/۹۸۱**	۰/۷۷٤**	-۰/۷۷٤**	۰/۰۸۲ns	۰/۹۰**
YS	-۰/۱۰۱ns	۱/۰۰۰	۰/۲۸۲ns	۰/۰۹۰ns	-۰/٦۳٦*	۰/٦۳٦*	۰/۹۷٥**	۰/۹٤**

ns، *و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و یک درصد. YP =عملکرد در شرایط نرمال، YS=عملکرد در شرایط تنش شدید، TOLs= شاخص تحمل، MPs= شاخص میانگین بهره‌وری، SSIs = شاخص حساسیت به تنش شدید، STIs= شاخص تحمل به تنش شدید، HARMs = میانگین هارمونیک، GMPs =میانگین هندسی بهره‌وری.

نتیجه‌گیری

در ارزیابی شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی با توجه به همبستگی مثبت و معنی‌دار شاخص GMP با عملکرد دانه در هر دو محیط تنش (متوسط و شدید) و عدم تنش و همبستگی مثبت و معنی‌دار شاخص HARM با عملکرد دانه در شرایط تنش متوسط و عدم تنش به‌عنوان بهترین شاخص‌ها برای شناسایی ارقام متحمل نشان داده شدند. لوبیا چیتی با دارا بودن بیش‌ترین مقدار عددی GMP در هر دو شرایط تنش متوسط و شدید و بیش‌ترین مقدار عددی HARM در تنش متوسط به‌عنوان رقم متحمل و لوبیا سفید با دارا بودن کم‌ترین مقدار HARM به‌عنوان حساس‌ترین رقم در دو شرایط تنش متوسط و شدید در بین ارقام مورد مطالعه مشخص شدند.

منابع

اسدی، ب.، ح. ر، دری و ع، غدیری. ۱۳۹۰. ارزیابی ژنوتیپ‌های لوبیا چیتی به تنش خشکی بر اساس شاخص‌های تحمل به تنش. مجله به‌نژادی نهال و بذر. ۱(٤): ۲۷-۱.

امام جمعه، ع. ۱۳۷۸. تعیین فاصله ژنتیکی توسط RAPD – PCR، ارزیابی شاخص‌های مقاومت به خشکی و تحلیل سازگاری در نخود ایرانی .پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی کرمانشاه.

جلالی‌فر، س.، س، موسوی.، م. ر، عبدالهی.، م، چایچی و م.ر، مظاهری لقب. ۱۳۹۲. ارزیابی تحمل به خشکی در برخی ارقام گندم نان با استفاده از شاخص‌های قدیم و جدید. فناوری تولیدات گیاهی. ۱۲. (۱). ۲٦-۱۵.

خورشیدی، م.، م، بی‌همتا.، ف، خیال‌پرست و م، نقوی. ۱۳۹۲. مقایسه برخی ژنوتیپ‌های لوبیای معمولی از لحاظ تحمل به خشکی به وسیله شاخص‌های ارزیابی تنش. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. ٤٤(۱): ۱۰۷-۹۵.

رضایی زاد، ع. ۱۳۸٦. واکنش برخی ژنوتیپ‌های آفتابگردان به تنش خشکی با استفاده از شاخص‌های مختلف تنش .خشکی .مجله نهال و بذر ۲۳(۱): ٤۳ تا ۵۸.

فرشادفر، ع. ، م . ر .زمانی، م . مطلبی و ع . امام جمعه.۱۳۸۰ . انتخاب برای مقاومت به خشکی در لاین های نخود . مجله علوم کشاورزی ایران ۳۲(۱): ٦٤٦ ـ ٦۳۵.

کانونی، ه.، ح .کاظمی، م.، مقدم و م، نیشابوری. ۱۳۸۱. گزینش لاین‌های نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) برای مقاومت به خشکی. مجله دانش کشاورزی. ۱۲ (۲): ۱۲۱-۱۰۹.

گلدانی، م و، رضوانی. ۱۳۸۵. اثرات مختلف رژیم‌های آبیاری و تاریخ کاشت بر شاخص فنولوژی و رشد سه ژنوتیپ نخود در مشهد. مجله علوم و کشاورزی (۱٤): ۲۲۹-۲۲٤.

ناصح‌غفوری، ا.، م، بی‌همتا.، ع، زالی.، م، محمدآبادی و ح. ر، دری. ۱۳۸۹. مطالعه اثرات تنش خشکی بر عملکرد و اجزای آن و تعیین بهترین شاخص تحمل به خشکی در لوبیا قرمز. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی. ۱۷(٤): ۸۹-۷۱.

Ebrahimi, M,. M. R, Bihamta., A, Hosein-Zadeh., F, Khialparast and M, Golbashi. 2010. Evaluation response of yield and yield components of white bean genotypes under water stress conditions. Journal of Agricultural Research 8: 347-358.

Fernandes, G. C. J. 1993. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: C. G. You. (Ed.). Adaptation of Food Crop to Temperature and Water Stress. AVRRDC, Hanhua, Taiwan,: 257- 270.

Fischer, R. A., and R, Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars: I-Grain yield responses. Australian Journal Agricultural Research, 29: 897-912.

Habibi, GH. R., M. R, Ghanadha,. A. R, Sohani and H. R, Dory. 2006. Evaluation of relation of seed yield with important agronomic traits of red bean by different analysis methods in stress water condition. Journal of Agricultural Science and Natural Resourse, 13(3).

Khaghani, S. h., M. R, Bihamta,. M, Changizi,., H. R, Dori,. S. h, Khaghani,. A, Bakhtiari,. and M, Safapour. 2009. Compare quantitative and quality traits in withe and red bean in common irrigation and drought stress. Journal of Environmental Stress in Plant Science, 2: 169-181.

Mohammadi, A., M. R, Bihamta,. M, Soluki and H. R, Dori. 2009. Study of quantitative and qualitative traits and their relationships whit grain yield in white bean (*Phaseolus vulgaris L.*) under optimum and limited irrigation conditions. Iranian Journal of Crop Science, 10: 231-243.

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

Saxton, K. E., W. J, Rawls., J. S, Romberger and R. I, Papendick. 1986. Estimation generalized soil water characteristics from texture. Soil scientific Journal, 50: 1031-1036.

Schneider, K. A., R, Rosales-Serna, F, Ibarra-Perez, B, Cazares-Enriquez, J. A, Acosta-Gallegos, P, Ramirez-Vallejo, N, Wassimi, and J. D, Kelly. 2004. Improving common bean performance under drought stress. Crop Science. 37: 43-50

Singh, A. K. 2004. The physiology of salt tolerance in four genotypes of chickpea during germination. Journal Agriculture Science Technology, 6: 87-93.

Smith, H. 1996. A discriminate function for plant selection. Annual Eugenics, 7:240-250.

Soltani, A. 2006. Re-consideration of application of statistical methods in agricultural researches. Jdmpress. 74p.

The effect of deficit irrigation using drought tolerance indices in Bean (*Phaseolus vulgaris* L)

S. H. Davoodi[1], A. Rahemi-karizaki[2], E. Gholamalipour Alamdari[2], A.Nakhzari-Moghadam[2]

Received: 2015-11-15, Accepted:2016-5-5

Abstract

In order to evaluate of some bean cultivars to drought stress, as well as identification the favorable tolerance indices to drought stress, two separates experiments into completely randomized design with 3 replications was conducted in green house at faculty of agriculture, Gonbad Kavoos University, in 2013. The first experiment included study of moderate water stress after podding (30% water depletion of filed capacity) and the second experiments included study of severe water stress after podding (70% water depletion of field capacity) on different bean cultivars included With bean (c.v. Daran), Red bean (c.v. Azadshahr), Green bean (c.v. Sanray), and Pinto bean (c.v. Saman). The results of present study showed that cultivars had significant differences on all studied indices except for ToL, SSI and STI in full irrigation and slight water stress. It was also observed that there was significant and positive regression between seed yield and indices like MP, GMP and HARM in full irrigation and slight water stress condition in 1% confidence level. Therefore, these indices could be most favorable indices to select tolerance cultivars under slight water stress. In this study, the highest amount of some indices namely MP, GMP and HARM was found in Pinto bean. Therefore, this cultivar was considered as most susceptible cultivar in slight water stress condition. In intensive stress condition, the cultivars had significant differences on TOL, MP and GMP indices in 5 % confidence level. Overall, the GMP index had a significant and positive correlation with seed yield trait of both intensive and full irrigation condition. Therefore, the most favorable index to select tolerance cultivar was identified in intensive drought stress. On the basis of GMP index, red and pinto beans were confirmed as preference cultivars in intensive stress.

Keywords: Slight water stress, intensive stress condition, seed yield, bean

1- Gartuated M.Sc Student of agro ecology, Gonbad Kavoos University, Iran
2- Assistant Professor, Dept. plant production, Gonbad Kavoos University, Iran