

بررسی میزان تحمل به خشکی در ارقام شبدر برسیم و ایرانی

Study of drought tolerance of Berseem and Persian clover cultivars

بهزاد علیزاده^۱، خداداد مصطفوی^{۲*}، محمد زمانیان^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۶/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۲۷

چکیده

به منظور شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی در شبدر یک‌ساله، ده رقم شبدر ایرانی و برسیم در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج در سال ۱۳۹۴ مورد ارزیابی قرار گرفت. این آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا درآمد. در این مطالعه تنش خشکی به‌عنوان عامل اصلی در سه سطح (بدون تنش، تنش متوسط و تنش شدید) و ارقام مختلف شبدر برسیم و ایرانی به‌عنوان عامل فرعی در ده سطح مورد مطالعه قرار گرفت. علاوه بر این با توجه به عملکرد ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش و دارای تنش، شاخص‌های تحمل از جمله میانگین بهره‌وری (MP)، شاخص تحمل (TOL)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، حساسیت به تنش (SSI) و تحمل تنش (STI) ارزیابی شدند. نتایج آزمایش نشان داد شاخص‌های MP، GMP و STI همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد در شرایط تنش و نرمال داشت. بنابراین این شاخص‌ها به‌عنوان معیار مناسبی جهت ارزیابی تحمل به خشکی معرفی شدند. در محیط دارای تنش و بدون تنش بیشترین عملکرد و بیشترین مقادیر این شاخص‌ها مربوط به ارقام کرج، الیت، Alex و Win بود و ارقام مذکور دارای بیشترین مقاومت در برابر تنش خشکی شناخته شدند.

واژه‌های کلیدی: رژیم آبیاری، شاخص تحمل تنش، حساسیت به تنش، میانگین هندسی بهره‌وری.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج، ایران.

۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، کرج، ایران.

۳- موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

*- مکاتبه کننده E-mail: mostafavi@kiaou.ac.ir

مقدمه

امروزه یک سوم اراضی زراعی دنیا با کمبود آب مواجه هستند (Annan, 2001) بنابراین استفاده موثر از هر واحد حجم آب در تولید محصول ضروری به نظر می‌رسد. ایران از جمله کشورهای واقع در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا است (Sabaghpour et al., 2006). کمبود بارندگی و نامنظم بودن نزولات جوی از ویژگی‌های مناطق نیمه خشک می‌باشد، این مسئله سبب می‌شود که خشکی در این مناطق از دوره‌های مختلف در طول فصل رشد حادث شود (Devilliers et al., 1994) و تنش خشکی و گرما مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش محیطی (غیرزنده) است و کاهش رشد در اثر تنش خشکی به مراتب بیشتر از سایر تنش‌های محیطی است (Saranga et al., 2001; Rodriguez, 2006). گیاهان زراعی به طور پیوسته در معرض تنش کمبود آب بوده و به روش‌های گوناگون به تنش واکنش نشان می‌دهند (Ahmadi et al., 2006). شبدرها جزء مهم‌ترین گیاهان علوفه‌ای خانواده لگومینوز در مناطق معتدل و مرطوب است و اغلب در جنوب غربی آسیا به‌عنوان علوفه کشت می‌شود (حیدری شریف آباد، ۱۳۸۰). تعداد گونه‌های شناخته شده شبدر در ایران حدود ۵۴ گونه است که از این تعداد دو گونه شبدر ایرانی^۱ و شبدر برسیم^۲ به صورت وسیع کشت می‌شوند (ملازاده، ۱۳۹۱). در ایران مهم‌ترین گونه زراعی و بومی کشور با سطح زیر کشت حدود ۶۰ هزار هکتار، شبدر ایرانی می‌باشد، که چهار تیپ یک چین و چند چین دارد (Abbasi, 2006) شبدر برسیم یکساله و بهاره بوده و در مقابل شرایط جوی نامساعد مقاومت زیادی ندارد و دمای بین ۰- تا ۳۵ درجه را تحمل می‌کند. این گونه از نظر اقتصادی و ارزش غذایی تا آن حد قابل توجه است که آن را با بهترین گیاه علوفه‌ای مانند یونجه می‌توان مقایسه کرد. کشت شبدر برسیم در اکثر نقاط جهان متداول است (طویلی و همکاران، ۱۳۸۸). در بسیاری از نواحی که شبدر برسیم کشت می‌شود، آبیاری عاملی مهم

برای بهینه‌سازی تولید علوفه به شمار می‌آید (سیادت و همکاران، ۱۳۹۱).

تنش خشکی بر مقدار آب، فتوسنتز و کارایی مصرف آب تأثیر می‌گذارد (Egilla et al., 2005) کمبود آب در مراحل مختلف رشد، فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه را تا مرحله تشکیل و پرشدن دانه محدود و عملکرد دانه را کاهش می‌دهد (Hohm, 2000). اما در صورتی که گیاه در دوره زایشی با تنش خشکی مواجه شود، نسبت به دوره رشد رویشی بیشتر تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Geo et al., 2007).

ارزیابی ژنوتیپ‌ها برای تحمل به خشکی، عموماً در شرایط تنش و بدون تنش انجام می‌شود، زیرا هدف اصلی این گونه تحقیقات، انتخاب ژنوتیپ‌هایی است که با هر دو شرایط سازگار باشند. شاخص‌های متفاوتی برای انتخاب گیاهان زراعی بر اساس عملکرد پیشنهاد شده است که عموماً بر مبنای عملکرد گیاه در دو محیط تنش و غیر تنش تعریف می‌شوند (Sairam and Srivastava, 2002).

همواره هدف از تهیه این ارقام متحمل به خشکی ارقامی بوده که به‌طور نسبی در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها تنش را بهتر تحمل کرده و در شرایط یکسان افت عملکرد کمتری حاصل نماید (Srivastava et al. 1987). حساسیت به خشکی یک ژنوتیپ معمولاً بر اساس میزان کاهش عملکرد در شرایط تنش خشکی برآورد می‌شود (Blum, 1988).

برینک و پدerson (Brink and Pederson, 1998) طی تحقیقات خود درباره میزان آب مورد نیاز شبدر سفید دریافتند که دوره خشکی عموماً در طول تابستان و پاییز عامل محدودکننده‌ای برای رشد لزوم‌های علوفه‌ای و به‌ویژه شبدر سفید هست.

روزیل و هامبولین (Rosielle and Hambolin, 1981) برای ارزیابی ارقام متحمل به خشکی شاخص‌های تحمل (TOL^۳) و شاخص متوسط محصول دهی (MP^۴) را پیشنهاد کردند. شاخص تحمل (TOL) به صورت

3- Tolerance index
4- Mean productivity

1- *Trifolium resupinatum*
2- *Trifolium alexandrinum*

بررسی میزان تحمل به خشکی در ارقام شبدر برسیم و ایرانی

آزاد اسلامی واحد کرج به مدت یک سال زراعی مورد ارزیابی قرار گرفت. در آزمایش اول آبیاری به صورت نرمال و طبق عرف منطقه هر هفت روز یکبار انجام شد. در آزمایش دوم تنش خشکی اعمال شد به این صورت که آبیاری هر ۱۰ روز یکبار انجام شد. در آزمایش سوم سطح دیگری از تنش با آبیاری ۱۴ روز یکبار اعمال شد. برای اجرای این طرح، قطعه زمینی به مساحت حدود ۱۶۰۰ مترمربع در شهریور ۱۳۹۴ آماده شد. به همراه شخم بر اساس آزمون خاک کود فسفر (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و اوره (۵۰ کیلوگرم در هکتار) به هنگام زدن دیسک و قبل از درآوردن فاروها در زمین پخش و زیرخاک گردید. فاصله بین تکرارها دو متر، هر کرت شامل چهار خط به طول پنج متر با فاصله خطوط ۵۰ سانتی متر است. عملیات کاشت در تاریخ ۲۰ شهریور ۱۳۹۴ صورت گرفت. بر روی پشته‌ها شیارهایی به عمق ۲ تا ۳ سانتی متر ایجاد گردید و بذور با دست درون آن ریخته و با خاک پوشانده شد.

ارزیابی ژنوتیپ‌ها برای تحمل به خشکی، عموماً در شرایط تنش و بدون تنش انجام می‌شود، زیرا هدف اصلی این گونه تحقیقات، ژنوتیپ‌هایی است که در هر دو شرایط سازگار باشند.

شاخص‌های متفاوتی برای انتخاب گیاهان زراعی بر اساس عملکرد پیشنهاد شده است که عموماً بر مبنای عملکرد گیاه در دو محیط تنش و غیر تنش تعریف می‌شوند. ارزیابی ژنوتیپ‌ها از نظر تحمل به خشکی توسط شاخص‌های کمی تحمل به خشکی شامل شاخص تحمل به تنش (STI)، میانگین بهره‌وری (MP)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) و شاخص‌های حساسیت به تنش (SSI) و شاخص تحمل (TOL) صورت گرفت.

مهم‌ترین شاخص‌های تحمل به خشکی و چگونگی محاسبه آن‌ها به صورت زیر هستند:

شاخص حساسیت به تنش:

$$SSI = \frac{1 - (Y_S / Y_P)}{SI}$$

اختلاف عملکرد محیط تنش و بدون تنش و شاخص متوسط محصول دهی (MP)، میانگین عملکرد ژنوتیپ در هر دو شرایط بوده و به دلیل تفاوت زیاد بین عملکرد در دو محیط، دارای اریب^۱ به طرف بالاست. معیار مناسب برای شناسایی ژنوتیپ‌های برتر در شرایط تنش خشکی در مطالعه کوچکی وهم کاران شاخص‌های MP، تشخیص داده شده‌اند (Koocheki et al., 2006).

رامیرز و کلی (Ramirez-Vallejo and Kelly, 1998) بیان داشتند که مقادیر کوچک‌تر شاخص TOL مطلوب‌تر بوده و غالباً ژنوتیپ‌های گزینش شده بر اساس آن در شرایط بدون تنش پتانسیل عملکرد نسبی پائین و در صورت تنش عملکرد نسبتاً بالایی دارند.

پژوهشگران به دنبال معرفی ارقامی هستند که در محیط‌های مختلف عملکرد خوبی داشته باشند؛ اما اثر متقابل محیط و ژنوتیپ کار انتخاب ارقامی را که در تمام شرایط محیطی (اعم از شرایط مطلوب و نامطلوب) عملکرد بالایی داشته باشند را مشکل ساخته است. این امر سبب شده است که محققین به دنبال ارقامی باشند که در شرایط مختلف بتوانند با استفاده حداکثری از امکانات محیط عملکرد و تظاهر قابل قبولی داشته باشند.

این مطالعه با هدف ارزیابی تحمل به خشکی ارقام مختلف شبدر با استفاده از شاخص‌های تحمل و همچنین شناسایی بهترین شاخص تحمل به خشکی جهت ارزیابی میزان حساسیت و تحمل ارقام مختلف شبدر انجام شد تا با تعیین ارقام مناسب، بتوان از آن‌ها در برنامه‌های اصلاحی و تهیه ارقام متحمل به خشکی استفاده نمود.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی عملکرد علوفه و تحمل به تنش کم آبیاری در مراحل مختلف رشدی، ده رقم شبدر ایرانی و شبدر برسیم بررسی شد. این ارقام در سه آزمایش جداگانه در قالب کرت‌های خرد شده بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی هر کدام با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه

(GMP) و شاخص میانگین بهره‌وری (MP) و تحمل تنش (STI)، با عملکرد علوفه در شرایط تنش و بدون تنش این دو شاخص به‌عنوان بهترین شاخص‌های تحمل به تنش در مطالعه حاضر معرفی شدند. در رابطه با سایر شاخص‌ها، ملاحظه می‌شود که شاخص تحمل خشکی (TOL) همبستگی مثبت و معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد با عملکرد در محیط تنش دارد انتخاب بر اساس این شاخص موجب برگزیدن ارقامی می‌گردد که در هر دو محیط عملکرد پایینی داشته باشد و شاخص حساسیت به تنش (SSI) همبستگی منفی و غیرمعنی دار با عملکرد در شرایط تنش دارد، بنابراین شاخص‌های مطلوب برای مطالعه حاضر نبودند. نیکو و همکاران در مطالعه‌ای روی شیدر شاخص‌های تحمل تنش (STI)، میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)، شاخص میانگین بهره‌وری (MP) و میانگین هارمونی (HM) را به‌عنوان مناسب‌ترین شاخص‌ها معرفی نمودند که در محیط تنش و بدون تنش همبستگی مثبت و بالایی با عملکرد دیم و آبی داشتند. احمدی و همکاران (Ahmadi *et al.*, 1993) نیز در گیاه ذرت دو شاخص تحمل تنش (STI) و میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) را معرفی کردند. فرناندر (Fernandez, 1992) دو شاخص میانگین بهره‌وری (MP) و شاخص تحمل تنش (STI) را برای انتخاب لاین‌های متحمل به خشکی در لویا در نظر گرفت.

تعیین ارقام مقاوم به خشکی با استفاده از بهترین شاخص‌ها

با استفاده از شاخص‌های منتخب می‌توان به شناسایی و انتخاب ارقام مناسب بر اساس عملکرد در شرایط تنش و بدون تنش پرداخت. در این صورت میانگین عملکرد در هر دو محیط نیز در سطح بالا حفظ می‌شود. بنابراین ارقامی که بیشترین مقادیر شاخص‌های GMP، MP و STI را دارا باشند به‌عنوان متحمل‌ترین ارقام شناخته می‌شوند. نتایج حاصل از بررسی میزان تحمل ارقام شیدر در نمودارهای ۱-۵ گزارش شده است. مقادیر بالاتر در شاخص‌های میانگین بهره‌وری، میانگین هندسی و شاخص تحمل به تنش، دلالت

$$STI = \frac{(Y_P)(Y_S)}{(\bar{Y}_P)^2} \quad \text{شاخص تحمل به تنش:}$$

$$TOL = Y_P - Y_S \quad \text{شاخص تحمل:}$$

میانگین هندسی بهره‌وری:

$$GMP = \sqrt{Y_P \times Y_S}$$

میانگین بهره‌وری (حسابی):

$$MP = \frac{Y_P + Y_S}{2}$$

$$SI = 1 - \left(\frac{\bar{Y}_S}{Y_P} \right) \quad \text{شدت تنش:}$$

در معادلات بالا Y_P : عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ در محیط بدون تنش، Y_S : عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ در محیط تنش، \bar{Y}_P : میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط بدون تنش، \bar{Y}_S : میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط تنش می‌باشند

با استفاده از عملکرد علوفه در دو محیط مقاومت به خشکی با استفاده از شاخص‌های تحمل به خشکی و حساسیت مطابق فرمول‌های ذکر شده، محاسبه شدند. جهت تجزیه‌های فوق از نرم‌افزار SAS، برای رسم گراف و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

تعیین بهترین شاخص مقاومت به خشکی

بر اساس نتایج جدول ۱ کلیه شاخص‌های تحمل به تنش معنی‌دار شد. با استفاده از تحلیل همبستگی بین عملکرد علوفه خشک و تر در شرایط نرمال و تنش خشکی، شاخص‌های تحمل مورد ارزیابی قرار گرفته و مناسب‌ترین شاخص‌ها انتخاب گردیدند (جدول ۲).

به‌طور کلی، شاخص‌هایی که در محیط تنش و مطلوب دارای همبستگی مثبت و بالا با عملکرد باشند، به‌عنوان بهترین شاخص‌ها معرفی می‌شوند، زیرا این شاخص‌ها قادر به جدا کردن اکوتیپ‌هایی با عملکرد بالا در هر دو محیط می‌باشند (Fernandez, 1992). با توجه به همبستگی مثبت و معنی‌دار میانگین هندسی بهره‌وری

بررسی میزان تحمل به خشکی در ارقام شبدر برسیم و ایرانی

شود. این نتایج با نتایج کارگر و همکاران (Kargar *et al.*, 2006) در مورد سویا و نورمند و همکاران (Nourmand *et al.*, 2003) در مورد گندم مطابقت دارد. همچنین نتایج آزمایش نشان داد ارقام کرج، الیت، Win و Alex دارای بیشترین شاخص میانگین بهره وری (نمودار ۲) و رقم لاین ۱۳ دارای کمترین شاخص میانگین بهره وری بوده است. نمودار ۳ نشان می‌دهد ارقام کرج، الیت و Win دارای بیشترین شاخص تحمل به تنش و ارقام زابل، هراتی و لاین ۱۳ دارای کمترین شاخص تحمل به تنش بودند.

بر متحمل‌تر بودن و مطلوب‌تر بودن رقم دارد. با توجه به نمودار ۱ بیشترین میزان میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) مربوط به ارقام کرج، الیت، Win و Alex بود بنابراین ارقام مذکور دارای تحمل بالا نسبت به تنش خشکی هستند. پایین‌ترین میزان میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) مربوط به ارقام هراتی و زابل بود بنابراین این ارقام حساسیت بیشتری نسبت به تنش خشکی نشان دارند. چون شاخص میانگین بهره‌وری بر اساس میانگین عملکرد در شرایط مطلوب و تنش محاسبه می‌شود ممکن است میزان بالای عملکرد در شرایط مطلوب باعث بالا بردن این شاخص

جدول ۱- تجزیه واریانس شاخص‌های کمی مقاومت به خشکی و عملکرد در شرایط بدون تنش و دارای تنش در شبدر

Table 1- Analysis of variance of yield under normal conditions (Yp) and stress (Ys) conditions and drought tolerance indices for clover

منابع تغییر (S.O.V)	درجه آزادی (d.f.)	حساسیت به تنش (SSI)	شاخص تحمل به تنش (STI)	شاخص تحمل (TOL)	میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)	میانگین حسابی بهره‌وری (MP)
تکرار (Rep)	2	0.22	0.007	25.36	1.33	2.41
رقم (Cultivar)	9	0.31**	0.17**	78.74**	57.66**	66.76**
اشتباه (Error)	18	0.05	0.009	6.72	3.30	3.37
ضریب تغییرات (C.V%)		24.83	14.61	25.25	7.72	7.60

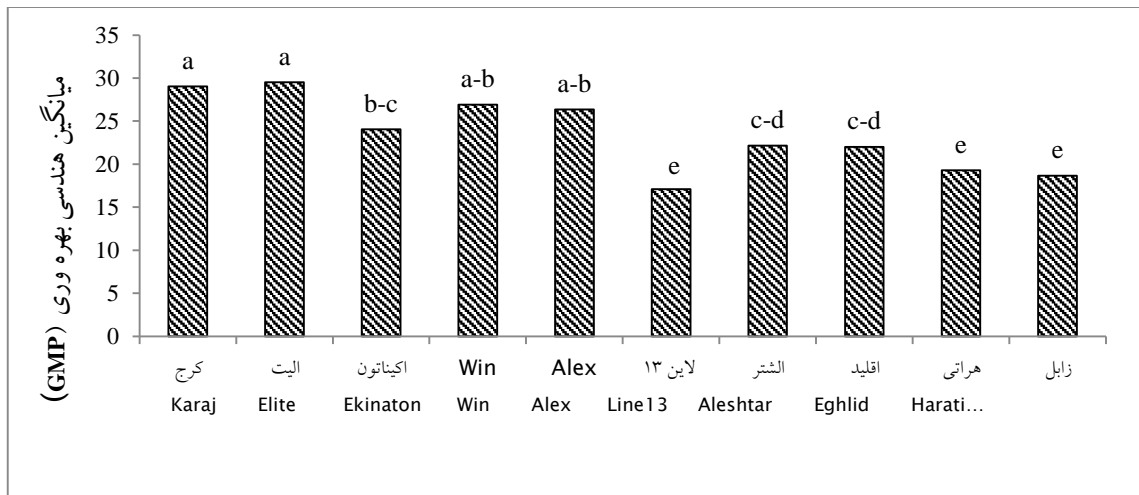
ns: غیر معنی‌دار، *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، **: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد
ns: nonsignificant* and **: significant at 5% and 1% probability levels, respectively

جدول ۲- ضریب همبستگی بین شاخص‌های تحمل به تنش با عملکرد علوفه در شرایط نرمال (Yp) و تنش (Ys).

Table 2- Paired correlation coefficients between drought tolerance indices and yield under normal condition (Yp) and stress (Ys) conditions

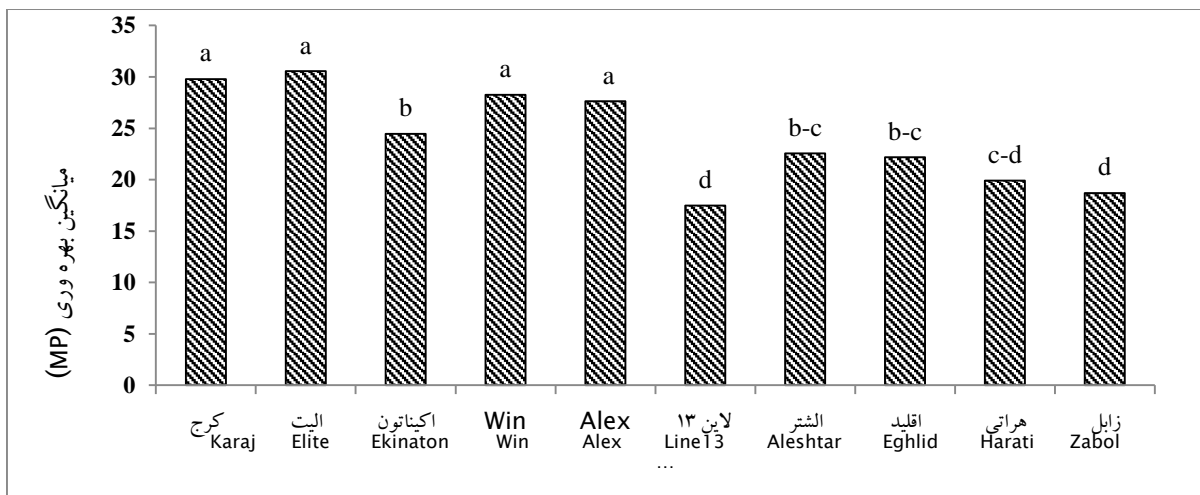
	SSI	STI	TOL	GMP	MP	Yp
شاخص تحمل تنش (STI)	0.36*	1				
شاخص تحمل خشکی (TOL)	0.92**	0.73**	1			
میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)	0.45*	0.99**	0.72**	1		
میانگین بهره‌وری (MP)	0.51**	0.99**	0.77**	0.99**	1	
عملکرد در شرایط نرمال (Yp)	0.70**	0.95**	0.90**	0.95**	0.97**	1
عملکرد در شرایط تنش (Ys)	-0.024ns	0.70**	0.30*	0.88**	0.84**	0.68**

ns: غیر معنی‌دار، *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، **: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد
ns: nonsignificant* and **: significant at 5% and 1% probability levels, respectively



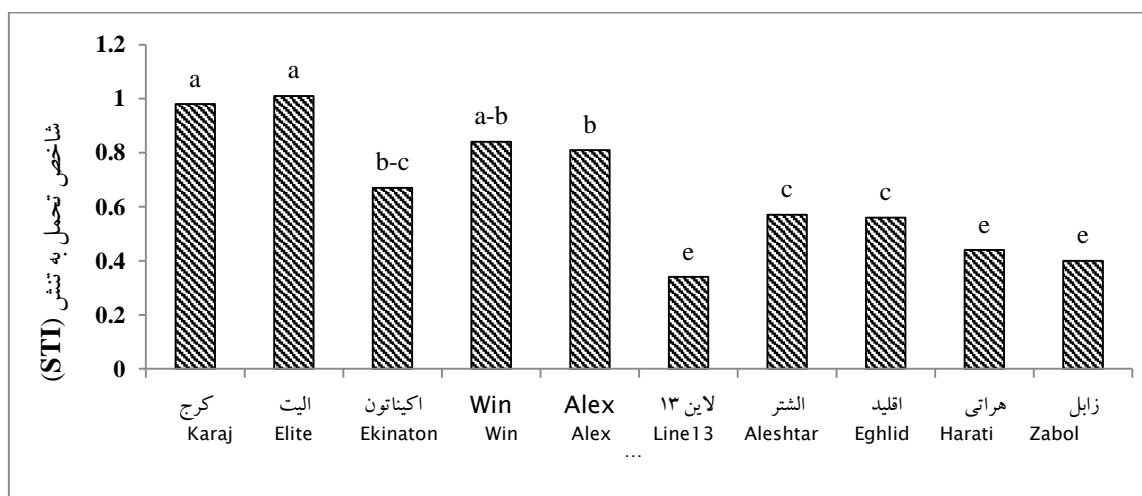
نمودار ۱- میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) در ارقام شبدر

Figure 1- Geometric mean productivity (GMP) of clover cultivars



نمودار ۲- میانگین بهره‌وری (MP) در ارقام شبدر

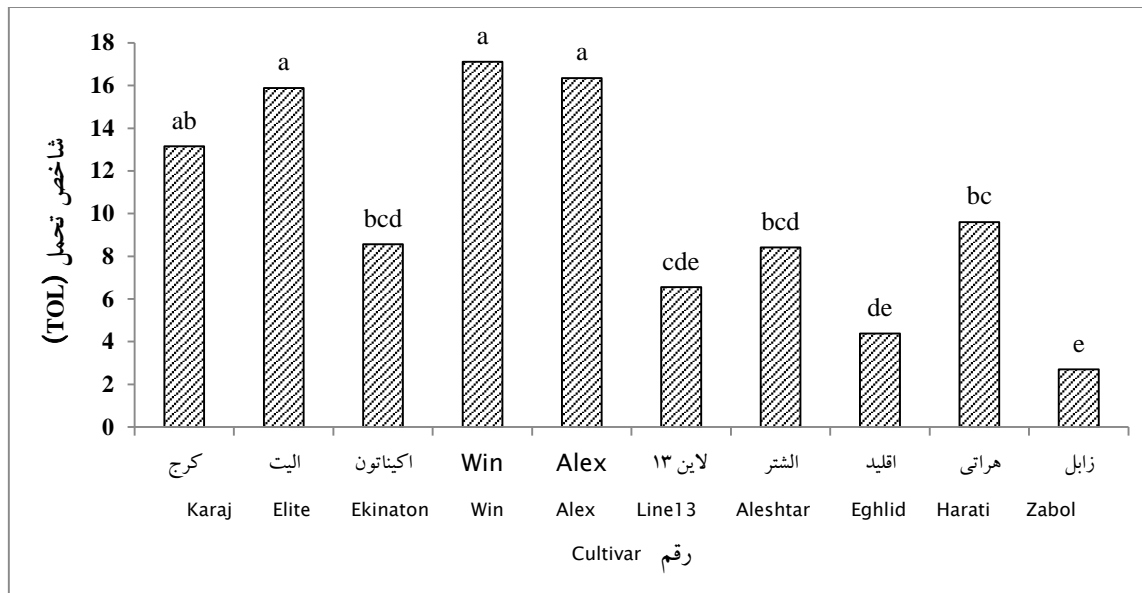
Figure 2- Mean productivity (MP) of clover cultivars



نمودار ۳- شاخص تحمل به تنش (STI) در ارقام شبدر

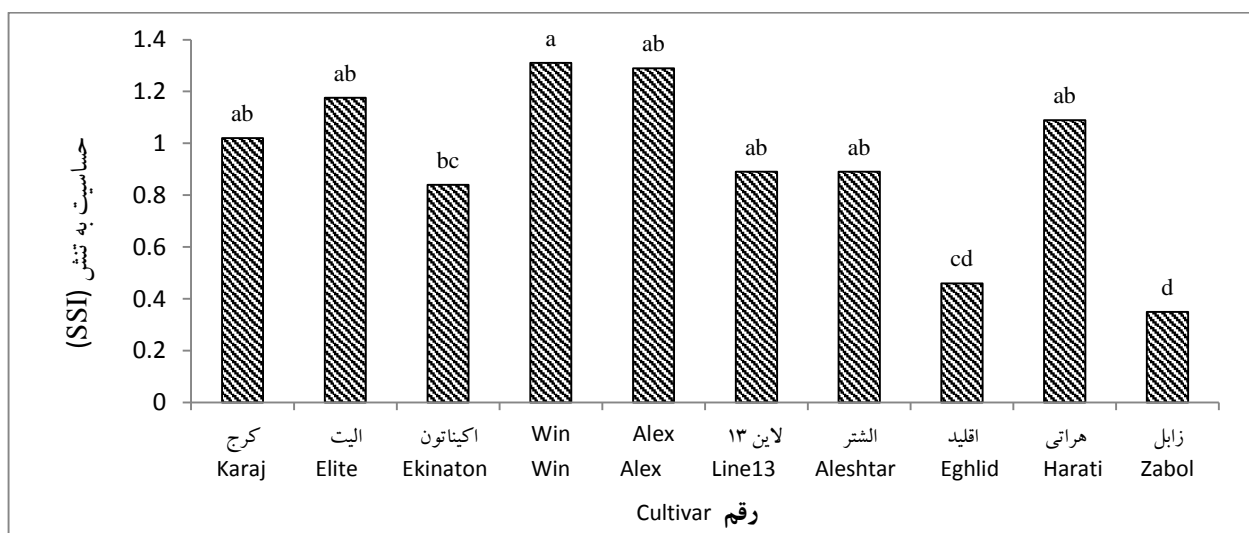
Figure 3- Stress tolerance index (STI) of clover cultivars

بررسی میزان تحمل به خشکی در ارقام شبدر برسیم و ایرانی



نمودار ۴- شاخص تحمل (TOL) در ارقام شبدر

Figure 4- Tolerance index (TOL) of clover cultivars



نمودار ۵- شاخص حساسیت به تنش (SSI) در ارقام شبدر

Figure 5- Stress susceptibility index (SSI) of clover cultivars

References

فهرست منابع

- حاجی بابایی، م.، ف. عزیزی، و ک. زرگری. ۱۳۹۰. تأثیر تنش خشکی بر عملکرد علوفه تر و برخی صفات زراعی هیبریدهای مختلف ذرت. گیاه و زیست بوم. ۷، ۲۵-۱.
- حاجی حسنی، ن.، م. رشدی، ج. خلیلی محله، س. رضادوست، ا. ح. شیرانی راد، و ا. مرادی اقدم. ۱۳۸۹. عملکرد و اجزای عملکرد سه گیاه علوفه ای تحت شرایط تنش خشکی در خوی. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، دوره ۲، شماره ۳، صفحه ۲۳۶ تا ۲۴۶.
- حیدری شریف آباد ح.، و م. ع. دری. ۱۳۸۰. نباتات علوفه ای (نیامداران). جلد اول انتشارات موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع. ۳۱۱ صفحه.
- سیادت س. ع.، ا. م. ممینی. و ع. ا. بحرانی. ۱۳۹۱. لگوم های علوفه ای برای علفزارهای مناطق معتدله (ترجمه). انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول: ۱.
- طویلی ع.، م. صابری، م. جعفری، ب. صفری، و ع. صادقی. ۱۳۸۸. تأثیر سطوح مختلف شوری و دما بر جوانه زنی شبدر برسیم (*Trifolium alexanderinum*). اکوفیزیولوژی گیاهی. دوره ۱، شماره ۱، صفحه ۱۸-۲۸.
- ملازاده م. ۱۳۹۱. کتاب گیاهان علوفه ای (مرجع جامع گیاهان زراعی: جلد سوم). انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی.
- نیکو، ش.، م. پوریوسف میاندوآب، و ع. حسن زاده قورت تپه. ۱۳۹۳. اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد هشتم. شماره ۳ (۳۱). صفحه ۳۷۵-۳۹۴.
- Abbasi, M. R. 2006.** Final report of the design, collected, identification and evaluation of inheritance reserve in clover genus to protection and use Plant Genetic Research. (In Persian)
- Ahmadi, A., P. Ehsanzadeh and F. Jabbari. 2006.** Introduction to plant physiology. University of Tehran. (In Farsi).
- Annan. K. 2001.** Water for sustainable agriculture in developing regions-more crop for very scarce drop. Pp: 132- 133. In: Proceeding of 8th JIRCAS International Symposium, 27- 28 November 2001, Epochal Tsukuba, Tsukuba Science City, Japan.
- Blum, A. 1987.** Methods of plant breeding for drought resistance. In: Monti, L and Proceddu, E. (E.d), Drought resistance in Plants: Physiological and genetic aspects. Luxembourg: EEC, PP 126-140.
- Brink, G.E. and G. A. Pederson. 1998.** White clover response to water application gradient. Crop Science, 38: 771-775.
- Devilliers, A.J., M.W., Vanroyan, G.K., Theron, and H.A., Deventer. 1994.** Germination of three namaqual and pioneer species as influenced by salinity, temperature and light. Seed. Sci. Technol.22:427-433.
- Egilla, J. N., Jr. F. T. Davies, and T. W. Boutton. 2005.** Drought stress influences leaf water content, photosynthesis, and water-use efficiency of *Hibiscus rosasinensis* at three potassium concentration. Photosynth. 43: 135- 140.
- Ehdaie, B. 1993.** Selection for resistance to drought in wheat. Main Articles of Proceedings of 1th Iranian Crop Sciences Congress. College of Agriculture, University of Tehran, Iran, pp: 43-62. (In Persian).
- Fernandez, G.C.J. 1992.** Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Kuo, C.G. (Ed.), Proceeding of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops to Temperature and Water Stress. 13-16 Aug. Shanhua, Taiwan. pp: 257-270.

- Guo, P. G., M. Baum., R. H. Li., S. Grando., R. K. Varshney., J. Valkoun., S. Ceccarelli, and A. Graner. 2007.** Differentially expressed genes between two barley cultivars contrasting in drought tolerance. *Mol. Plant Breed.* 5 (2): 181- 183.
- Hohm. R. 2000.** Irrigation management of barley. Available at: <http://www.agric.aov.ab.ca/crops/barley>.
- Kargar, S., M.R. Ganadha, R. Bozorgipour, R.A.A. Khajeh-Ahmad-Attari, and J.R. Babayi. 2006.** Evaluation of drought tolerance indices in some of the Soybean genotypes under limited irrigation conditions. *J. Agric. Sci.* 35(1): 129-142. (In Persian).
- Koocheki, A. R., A. Yzdan-Sepas and H. R. Nikkhah. 2006.** Effect of terminal drought stress on grain yield and some morphologic traits in wheat genotypes. *Seed and Plant* 8: 14-29.
- Normand-Moaiad, F., M.A. Rostami, and M.R. Ghanadha. 2003.** Evaluation of drought resistance indices in wheat. *J. Agric. Sci.* 32(4): 795-805. (In Persian).
- Parvizi-Almani, M. 2000.** Evaluation of drought tolerance indices for important traits of sugar beet. Abstracts of Fifth Congress of Agronomy and Pant Breeding. Preparation and improvement researches institute of seed and plant, Karaj, 285 pp. (In Persian).
- Putnam, D., B. Williams, G. Peterson, W. Graves, L. Gibbs, C. Lamb, and T. Ackerly, T. 2000.** Yield and quality performance of berseem clover cultivars. University of California, Division of agriculture and Natural Resources Publication, 21536. 12pp.
- Rodriguez, L., 2006.** Drought stress on south Texas landscape plants. Santonio Express News. Available at (<http://bexar-Tx.Tamu.Edu>).
- Rosielle, A.A. and K. W. Hambolin. 1981.** Theretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environment. *Crop Science*, 21: 943-46.
- Ross, S. M., J. R. King, R. C. Izaurrald, and J. T. Odonovan. 2001.** Weed suppression by seven clover species. *Agronomy Journal* 93: 820-827.
- Sabaghpour, S.H., A.A. Mahmodi, A. Saeed, K. Masood, and R.S. Malhotra. 2006.** Study on chickpea drought tolerance lines under dryland condition of Iran. *Indian. J. Crop Sci.* 1(1-2): 70-73.
- Sairam, R.K. and, G. C. Srivastava. 2002.** Changes in antioxidant activity in sub-cellular fractions of tolerant and susceptible wheat genotypes in response to long term salt stress. *Plant Sci.* 162: 897-904.
- Saranga, Y., M. Menz., C. X. Jiang, R. J. Wright, D. Yakir and A. H. Paterson. 2001.** Genomic dissection of genotype \times environment interactions conferring adaptation of cotton to arid conditions. *Genome Res.* 11: 1988- 1995.
- Srivastava, J. P., E. Acevedo, and S. Varma. 1987.** Drought tolerance in winter cereal. John wiley chpter 6: 79-87.
- William, R. O. 2002.** Introduced Forage for South and South Central Texas. Texas Agricultural Extension Service.

Study of Drought Tolerance of Berseem and Persian Cultivars of Clover**B. Alizadeh¹, K. Mostafavi^{1*}, M. Zamanian²**Received date: 5 Sep 2016
Accepted date: 15 Feb 2017**Abstract**

In order to identify genotypes with drought tolerance in one year clover, ten type Iranian clovers and Berseem were evaluated in Research Farm of Islamic Azad University, Karaj Branch in 2015. This experiment was conducted in split plots in a randomized complete block with three replications. In this research, drought stress was studied as the main factor in three levels (no stress, average stress and high stress) and also different cultivars of Berseem and Iranian clovers as sub factor in ten levels. Irrigation circles in treatments without stress, average stress and high stress were 7, 10 and 14 days. Cultivars were investigated included Berseem clover (Karaj, Elite, Ekinaton, Win and Alex genotypes) and Iranian clover (Aleshtar, Eghlid, Harati, Zabol and 13 Line). Traits in this experiment contained fresh and dried forage yield, In this study, in order to genotypes yield in without / with stress condition, tolerance indicators including mean productivity (MP), tolerance index (TOL), geometric mean productivity (GMP) and Stress susceptibility index (SSI), Stress tolerance index (STI) were evaluated. The result of correlations among drought indices and Y_p and Y_s showed that MP, GMP, and STI were highly correlated with Y_p and Y_s . Based on the values of indices and higher forage yield, in stress and non-stress conditions, ecotype Karaj, Elite, Win and Alex were recognized to be as the most tolerant ecotype against drought.

Keywords: Irrigation regime, Stress tolerance index, Stress susceptibility index, Geometric mean productivity.

1 - Associated Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

2 - Associated Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.

3 - Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

* Corresponding author: mostafavi@kia.ac.ir