Archive of SID

تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد نهم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۵
۲۵۷-۲۶۶

ارزیابی تحمل به خشکی در اکوتیپ‌های یونجه همدانی با استفاده از شاخص‌های تحمل و حساسیت به خشکی

علیرضا بهشتی*
دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی.

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۲/۱۴

چکیده

خشکی یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را با محدودیت روبه‌رو ساخته است. این مطالعه به‌منظور ارزیابی تحمل به خشکی در ۱۱ اکوتیپ یونجه همدانی با استفاده از شاخص‌های تحمل به خشکی در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در قالب دو آزمایش مزرعه‌ای جداگانه به مدت سه سال زراعی به اجرا درآمد. آزمایش اول، آبیاری کامل (عدم محدودیت رطوبتی) و به روال معمول ایستگاه طرق، با دور آبیاری ۷ روز بود. در آزمایش دوم، تیمار تنش بر اساس تغییر در دور آبیاری با اعمال محدودیت رطوبتی در اکوتیپ‌ها از طریق دورهای آبیاری متناوب ۱۰ و ۱۴ روز در طول فصل رشد اعمال شد. شاخص‌های تحمل به تنش شامل (STI)، حساسیت به تنش (SSI)، میانگین هندسی تولید (GMP) و میانگین حسابی تولید (MP)، با استفاده از عملکرد علوفه خشک اکوتیپ‌های یونجه در شرایط تنش (Ys) و بدون تنش (Yp) محاسبه و نحوه پراکنش اکوتیپ‌ها بر اساس این شاخص‌ها در نمودارهای سه‌بعدی رسم شد. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد علوفه خشک در شرایط تنش و عدم تنش و شاخص‌های MP، GMP و STI نشان داد که در شرایط تنش شاخص‌های مذکور، مناسب‌ترین شاخص‌ها بودند. اکوتیپ‌های چالشتر و فامنین یونجه در هر دو شرایط محیطی تنش و عدم تنش خشکی بالاترین پتانسیل تولید علوفه خشک را داشته و متحمل‌ترین اکوتیپ‌ها در این بررسی شناسایی شدند. گروه‌بندی اکوتیپ‌ها در هر دو شرایط تنش و عدم تنش نشان داد که آن‌ها در ۴ گروه مجزا ازنظر عملکرد در شرایط رطوبتی معمولی و تنش خشکی قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: پتانسیل تولید، محدودیت رطوبتی، همبستگی

مقدمه

افزایش رو به رشد نواحی خشک و بایر در جهان تأثیر شدید تنش خشکی بر تولیدات محصولات کشاورزی را بسیار قابل‌ملاحظه و محسوس ساخته است (Gorka et al., 2009). خشک‌سالی و تنش حاصل از آن‌یکی از مهم‌ترین و رایج‌ترینتنش‌های محیطی است که تولیدات کشاورزی را با محدودیت روبه‌رو ساخته و بازده استفاده از مناطق خشک را کاهش می‌دهد (Ehsanpour and Razavizadeh, 2005). تحقیقات متعددی در زمینه خشکی انجام گرفته است اما اصلاح گیاهان برای تحمل به خشکی به دلیل غیرقابل‌پیش‌بینی بودن شرایط محیطی و نیز تغیرات تحمل ارقام در محیط‌های متفاوت تحت تنش، پیچیده و دشوار است (ABD- Mishani et al., 1989; Royo and Blanco,1999). همچنین اثر معنی‌دار متقابل محیط و ژنوتیپ درچنین شرایطی به بی‌اعتباری این‌گونه آزمایش‌ها افزوده است. اثر متقابل ژنوتیپ و محیط که عمدتاً ناشی از شرایط متغیر محیطی است، انتخاب ارقام متحمل به خشکی را مشکل می‌کند (Farshadfar et al., 2002).

یونجه از گیاهان علوفه‌ای با پتانسیل تولید علوفه بالا و از مؤثرترین گیاهان جهت حفظ خاک، آب و نیتروژن است (Liebman and Davis, 2000). یونجه به دلیل سازگاری با دوره‌های خشکی و وجود ارقام متحمل به تنش خشکی، جهت کشت‌وکار در مناطق با دوره‌های خشکی از اهمیت

* نگارنده پاسخگو: علیرضا بهشتی. پست الکترونیک:arbehesht81@ yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

ویژه‌ای برخوردار می‌باشد (Sharrat et al.,1986). دارا بودن صفات مورفوفیزیولوژیک خاص یونجه و سازگاری این صفات با تنش‌های محیطی به‌ویژه تنش خشکی باعث شده است این گیاه پتانسیل تولید بالایی در چنین مناطقی داشته باشد که با تجزیه‌وتحلیل دقیق شرایط هر منطقه و کشت‌وکار ارقام مناسب در آن منطقه این پتانسیل می‌تواند بروز یابد (Pietsch et al., 2007; Gorka et al., 2009). تثبیت بیولوژیکی نیتروژن در یونجه کمک بسیار شایانی در ثبات و پایداری سیستم‌های کشاورزی مبتنی بر کشت یونجه است هرچند سهم عمده‌ای از نیتروژن در هنگام برداشت از مزرعه خارج می‌شود اما ۳۰ تا ۶۰ درصد نیتروژن بافی مانده در ریشه و غده‌های ریشه هنوز از اهمیت زیادی برای کشت بعدی برخوردار است (Peoples et al., 2009). در مناطق نیمه‌خشک، پراکنش بارندگی متناسب نیست، درنتیجه قابلیت عملکرد در شرایط تنش بهترین معیار برای مقاومت به خشکی محسوب نمی‌شود، بلکه پایداری عملکرد و مقایسه میزان عملکرد در شرایط تنش و مطلوب، به‌عنوان معیارهای مناسب‌تری برای واکنش ارقام به تنش رطوبتی می‌باشند (Simane et al., 1993). به نظر می‌رسد ارقامی که در شرایط آبیاری مناسب و آبیاری محدود، عملکرد یکسانی داشته باشند یا حداقل تفاوت عملکرد آن‌ها کم باشد نسبت به خشکی دارای مقاومت نسبی هستند (Abd-Mishani et al., 1989). سطح عملکرد و پایداری یک رقم به تحمل نسبت به عوامل محدودکننده محیطی بستگی دارد. معیار تحمل به خشکی، وضعیت عملکرد در شرایط خشک به‌حساب می‌آید (Fisher and Maurer, 1987). وضعیت عملکرد نسبی گونه‌ها در شرایط تنش خشکی و در شرایط مطلوب به‌عنوان یک نقطه شروع برای شناسایی صفات مربوط به خشکی و انتخاب گونه‌ها برای اصلاح در محیط‌های خشک است (Ehdaei, 2006). در اکثر گیاهان زراعی، انتخاب بر اساس عملکرد تحت شرایط تنش رطوبت منجر به بهبود ژنتیکی عملکرد بالقوه دانه و تحمل به خشکی می‌شود.

تظاهر عملکرد ژنوتیپ‌ها در دو محیط تنش و بدون تنش به چهار گروه تقسیم می‌شود که عبارت‌اند از (۱) ژنوتیپ‌هایی که تظاهر یکسان نسبت به دو محیط دارند (گروه A)؛ (۲) ژنوتیپ‌هایی که فقط تظاهر خوبی در محیط بدون تنش دارند (گروه B)؛ (۳) ژنوتیپ‌هایی که عملکرد بالایی در محیط تنش دارند (گروه C)؛ و (۴) ژنوتیپ‌هایی که تظاهر ضعیفی را در هر دو محیط دارند (گروه D). بر همین اساس، بهترین معیار انتخاب برای تنش، معیاری است که گروه A را از سایر گروه‌ها جدا سازد (Fernandz, 1992).

شاخص حساسیت به تنش[1] توسط فیشر و مائورر ارائه شد (Fisher and Maurer, 1987). انتخاب بر اساس SSI سبب گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد پایین در شرایط عادی، ولی عملکرد بالا در محیط تنش می‌شود. هر چه میزان شاخص کمتر باشد، مقاومت به خشکی بالاتر است. این شاخص قادر به تفکیک ژنوتیپ‌های گروه A از گروه C نیست.

شاخص تحمل به تنش[2] را فرناندز جهت شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش پیشنهاد کرد (Fernandz, 1992).

مقادیر بالای شاخص STI برای یک ژنوتیپ، نمایانگر تحمل به خشکی بیشتر و عملکرد بالقوه بیشتر آن ژنوتیپ می‌باشد. شدت تنش (SI) نیز در محاسبه STI منظور می‌شود؛ بنابراین، STI قادر به تفکیک ژنوتیپ‌های گروه A از گروه C می‌باشد (Rosielle and Hamblin, 1981).

شاخص تحمل به خشکی[3] را راسل و هامبلین معرفی کردند (Rosielle and Hamblin, 1981). شاخص TOL حاصل اختلاف عملکرد ژنوتیپ در محیط بدون تنش و محیط تنش می‌باشد. مقدار بالای شاخص TOL نشانه حساسیت به خشکی بوده و هرقدر مقادیر این شاخص پایین‌تر باشد، مطلوب‌تر می‌باشد. انتخاب بر اساس این شاخص باعث گزینش ژنوتیپ‌هایی می‌شود که در محیط تنش عملکرد بالایی دارند یا در محیط بدون تنش عملکرد بالقوه پایینی دارند. این شاخص نیز قادر به تفکیک گروه A از گروه C نمی‌باشد.

شاخص بهره‌وری متوسط[4]، به‌صورت میانگین عملکرد دو محیط تنش و بدون تنش بیان گردید (Rosielle and Hamblin, 1981). گزینش بر اساس این شاخص باعث انتخاب ژنوتیپ‌هایی می‌شود که در هر دو محیط تنش و بدون تنش عملکرد بالایی دارند. این شاخص، قادر به

[1]. SSI=Stress Sensitive (Succeptiblity) Index
[2]. STI = Stress Tolerance Index
[3]. TOL = Tolerance
[4]. MP = Mean productivity

www.SID.ir

Archive of SID

تفکیک گروه A از گروه B نمی‌باشد (Farshadfar et al., 2002).

شاخص میانگین هندسی بهره‌وری[1] نیز توسط فرناندز پیشنهاد شد. این شاخص حساسیت کمتری نسبت به اختلاف نسبی Yp و Ys دارد و قدرت بیشتری نسبت به شاخص MP جهت تفکیک گروه A از سایر گروه‌ها دارد (Fernandz, 1992).

اگرچه سهم یونجه همدانی از کل سطح زیر کشت یونجه کشور به‌درستی مشخص نیست، اما همراه با رقم قره‌یونجه که این اکوتیپ نسبت به سرما نیز مقاوم است شاید سهم عمده‌ای از مناطق سردسیر کشور و حتی مناطق نسبتاً معتدل کشور را به خود اختصاص می‌دهند که جهت تولید یونجه از جمعیت‌های غیر اصلاح‌شده و یا عمدتاً اکوتیپ‌های محلی یونجه همدانی استفاده می‌نمایند. بذور اکوتیپ‌های بکار رفته در این مطالعه هر یک از محل جغرافیایی همان مناطق تهیه‌شده است. این بررسی به‌منظور شناسایی اکوتیپ‌های متحمل به خشکی و تعیین بهترین شاخص‌های تحمل به تنش در شرایط متغیرو متفاوت تحت تنش‌های رطوبتی در یونجه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ایستگاه تحقیقات کشاورزی طرق واقع در ۵ کیلومتری شرق مشهد با طول ´۳۸، °۵۹ شرقی و عرض ´۱۳، °۳۶ شمالی انجام شد. ارتفاع ایستگاه از سطح دریا ۹۵۸ متر و حداقل و حداکثر مطلق درجه حرارت به ترتیب ۱۹- و ۴۱+ درجه سانتی‌گراد است. میانگین بارندگی سالیانه ۲۵۹/۳ میلی‌متر و در تقسیم‌بندی آمبرژه شهر مشهد در اقلیم سرد و خشک قرار گرفته است. خاک آن سیلتی لوم و متوسط ماده آلی آن ۰/۱۴ می‌باشد. در این مطالعه ۱۱ ژنوتیپ متفاوت از اکوتیپ‌های یونجه همدانی شامل: صدقیان، قارقولوق، قهاوند، چالشتر، ملک کندی، گله بانی، همدانی سلکسیون شده، قره‌قوزلو، اردوباد، فامنین و مهاجران با استفاده از طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و در قالب دو آزمایش جداگانه بررسی شدند. آزمایش اول، آبیاری کامل (عدم محدودیت رطوبتی) با دور آبیاری ۷ روز بود. در آزمایش دوم، تیمار تنش بر اساس تغییر در دور آبیاری به‌صورت اعمال تنش خشکی و محدودیت رطوبتی در اکوتیپ‌ها از طریق اعمال دورهای آبیاری متناوب ۱۰ و ۱۴ روز به‌صورت پیوسته بود که در طول فصل رشد ادامه یافت. آبیاری به‌صورت نشتی و با استفاده از لوله‌های هیدروفلکسی در هر آزمایش بود و فاضلاب جداگانه‌ای برای هر تکرار منظور شد.

هر کرت در هر دو آزمایش شامل ۴ خط ۸ متری به فاصله ۵۰ سانتی‌متر بود. فاصله بین تکرارها در هر آزمایش ۲ متر و بین دو محیط آزمایش عدم تنش و محدودیت رطوبتی ۵ متر فاصله بود. مطالعه یادشده از تابستان سال ۱۳۸۸ با تهیه بستر کاشت در اوایل پاییز همان سال شروع و به مدت سه سال زراعی ادامه یافت. سال اول آزمایش به استقرار گیاه اختصاص یافت و از سال دوم مطالعات و یادداشت‌برداری‌ها از صفات صورت پذیرفت. در سال اول اجرای طرح عملیات زراعی و مدیریتی برای همه تیمارها یکسان بود. به‌منظور حذف اثرات نزولات اول فصل در هر دو محیط صفات و داده‌های مرتبط با چین اول حذف و کلیه محاسبات بر اساس ۴ رویش متوالی پس‌ازآن صورت پذیرفت. با استفاده از عملکرد علوفه خشک در دو محیط تنش و عدم تنش، شاخص‌های تحمل و حساسیت به خشکی بر اساس فرمول‌ها در معادلات ۱ تا ۶ محاسبه و بررسی شدند (Fernandz, 1992; Fisher and Maurer, 1987; Rosielle and Hamblin, 1981).

$$SSI = (1-YS / YP) / SI \quad [۱]$$

$$TOL = YP - YS \quad [۲]$$

$$STI = (YP * YS) / (YP) \quad [۳]$$

$$SI = 1- (Ys / \bar{Y}p) \quad [۴]$$

$$GMP = \sqrt{YS * YP} \quad [۵]$$

$$MP = YP + YS / 2 \quad [۶]$$

که در این روابط، SSI: حساسیت به تنش؛ SI: شدت تنش؛ p: عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ در محیط بدون تنش؛ Ys: عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ در محیط تنش؛ $\bar{Y}s$: میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط تنش؛ $\bar{Y}p$: میانگین عملکرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط بدون تنش می‌باشند.

برای گروه‌بندی اکوتیپ‌ها و تمایز آن‌ها بر اساس عملکرد علوفه خشک آن‌ها درمجموع چین‌ها از روش فرناندز استفاده شد (Fernandz, 1992). در این بررسی از نرم‌افزارهای Excel و Statistical برای ثبت و تجزیه داده‌ها و رسم شکل‌ها و جداول استفاده شد.

[1]. GMP =Geometric mean productivity

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

مقادیر شاخص‌های تحمل و حساسیت و عملکرد علوفه خشک ژنوتیپ‌ها در محیط تنش و نرمال رطوبتی در جدول ۱ محاسبه و ارائه شده است.

نتایج حاصل از STI نشان داد که در بین ژنوتیپ‌های موردبررسی، اکوتیپ‌های قهاوند، چالشتر، صدیقان و فامنین با مقادیر ۰/۹ متحمل‌ترین و ارقام قارقولوق و همدانی با مقادیر STI =۰/۷، حساس‌ترین ژنوتیپ‌های موردبررسی شناخته شدند. مقادیر بالای STI برای یک ژنوتیپ، نشان‌دهنده تحمل به تنش رطوبتی بیشتر و پتانسیل عملکرد بالاتر آن در هر دو محیط تنش و معمولی است (Rosielle and Hamblin, 1981).

اکوتیپ‌های فامنین و چالشتر به ترتیب با ۸/۸ و ۸/۷ بیشترین میزان MP و رقم قارقولوق با ۷/۶ = MP، کمترین میزان MP را داشتند (جدول ۱). ارقام فامنین و چالشتر با ۸/۷ = GMP و رقم قارقولوق با ۷/۶ =GMP به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار GMP را دارا بودند (جدول ۱). آبب و همکاران (Abebe et al., 1998) و اشنایدر و همکاران (Schneider et al., 1997)، شاخص GMP را برای انتخاب ژنوتیپ‌های لوبیای معمولی مناسب دانستند. شاخص میانگین تولید منجر به انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا و با تحمل به تنش پایین می‌شود (Rosielle and Hamblin, 1981).

نتایج نشان دادند که در بین ژنوتیپ‌های موردبررسی، اکوتیپ اردوباد با SSI=۱/۹ و رقم ملک کندی با SSI=۰/۵ به ترتیب حساس‌ترین و متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها به تنش بودند (جدول ۱). اگرچه رقم ملک کندی با داشتن کمترین مقادیر SSI اکوتیپی نسبتاً متحمل به خشکی می‌باشد ولی با ارجاع به عملکرد پایین این اکوتیپ می‌توان دریافت که به‌تنهایی انتخاب بر اساس مقادیر پایین این شاخص مطلوب نیست.

مقدار بالای TOL نشانه حساسیت ژنوتیپ به تنش بوده و انتخاب ژنوتیپ‌ها جهت تحمل به تنش خشکی بر اساس مقادیر کم TOL می‌باشد. رقم اردوباد با ۳/۵ =TOL و رقم ملک کندی با TOL=۰/۹ به ترتیب کمترین و بیشترین تحمل به تنش رطوبتی را داشتند (جدول ۱).

رقم ملک کندی دارای کمترین مقادیر شاخص‌های TOL و SSI بود (جدول ۱)، به‌عبارت‌دیگر این ژنوتیپ بیشترین تحمل و کمترین حساسیت به تنش رطوبتی را دارا بود. از طرف دیگر این رقم ازنظر شاخص‌های GMP و MP در رتبه هشتم بر اساس مقادیر کمی این شاخص قرار گرفت که نشان می‌دهد رقم ملک کندی دارای عملکرد مطلوبی در شرایط بدون تنش و تنش رطوبتی نمی‌باشد. تفاوت بین رتبه ژنوتیپ‌ها ازنظر شاخص‌های GMP و SSI توسط آگوستا و آدامز (Acosta-Gollegos and Adams, 1991) نیز گزارش شده است. طبق نظر اشنایدر و همکاران (Schneider et al., 1997) رقمی مثل ملک کندی علیرغم داشتن مقادیر SSI و TOL پایین، دارای عملکرد پایینی است و ازنظر زراعی نامطلوب می‌باشد لذا نمی‌تواند به‌عنوان رقم مطلوب علیرغم تحمل مناسب به محدودیت رطوبتی معرفی شود.

شاخص حساسیت به تنش بر اساس عملکرد هر ژنوتیپ در شرایط تنش به شرایط عدم تنش نسبت به همین تناسب در کل ژنوتیپ‌ها سنجیده می‌شود؛ بنابراین دو ژنوتیپ با عملکرد زیاد یا کم در دو محیط می‌توانند مقادیر SSI یکسانی داشته باشند و درنتیجه انتخاب رقم یا ارقام مطلوب را بر اساس این شاخص، با مشکل روبرو می‌سازد. کلارک و همکاران (Clark et al.,1992) نیز گزارش کردند که انتخاب بر اساس SSI باعث کاهش پتانسیل عملکرد دانه گندم در محیط‌های مناسب و بدون تنش می‌شود. بنسل و سین‌ها (Bansal and Sinha, 1991) به رابطه خطی مثبتی بین مقادیر SSI و شیب‌خط رگرسیون عملکرد گندم در تیمارهای آبیاری اشاره کردند.

یادف و باتنگار (Yadav and Bhatnagar, 2001) بیان کردند که STI معیار مناسبی برای تشخیص ژنوتیپ‌های سازگار به تنش رطوبتی است. در انتخاب بر اساس MP باعث گزینش ژنوتیپ‌های با پتانسیل عملکرد بالا و غیر متحمل به محدودیت رطوبتی و انتخاب بر اساس SSI باعث گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به تنش و با پتانسیل پایین می‌شود (Fernandz, 1992) که با نتایج در این مطالعه نیز هماهنگی دارد. بر اساس نظر فرناندز، بهترین شاخص برای گزینش ژنوتیپ‌ها شاخص STI می‌باشد، چون قادر است ژنوتیپ‌هایی را که در هر دو محیط تنش و بدون تنش عملکرد بالایی دارند، (گروه A) را از دو گروه ژنوتیپ‌هایی که فقط در محیط بدون تنش (گروه B) و یا فقط در شرایط تنش (گروه C) عملکرد نسبتاً بالایی دارند، تفکیک کند. اختر و همکاران (Akhtar et al., 2000) در

www.SID.ir

Archive of SID

ارزیابی ژنوتیپ‌های ماش نیز گزارش کردند که شاخص STI بهترین شاخص برای جداسازی ژنوتیپ‌هایی هستند که در هر دو محیط تنش و بدون تنش عملکرد بالایی دارند. ارقام چالشتر و فامنین از چنین ویژگی برخوردار هستند.

پراکنش ژنوتیپ‌ها بر اساس عملکرد در هر دو محیط رطوبتی و تحت تنش و شاخص STI، GMP، MP و TOL بر روی نمودار سه‌بعدی (شکل ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵) نشان داده شده است. در شکل ۱ پراکنش ژنوتیپ‌ها بر اساس شاخص STI نشان داد که ارقام چالشتر و فامنین در گروه A قرار گرفتند، رقم اردوباد در گروه B، ارقام ملک کندی، گله بانی، مهاجران، قهاوند و صدیقان در گروه C و ارقام قره قوزلو، قارقولوق و همدانی در گروه D قرار داشتند که STI پایین‌تری از سایر ارقام داشتند.

در این مطالعه ارقام چالشتر و فامنین دارای حداکثر مقدار STI=۰/۹ بودند. این ارقام ازنظر شاخص‌های MP و GMP نیز در رتبه اول بودند. ارقام چالشتر و فامنین با توجه به شاخص STI دارای پتانسیل عملکرد بالاتری نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها در هر دو شرایط، تنش رطوبتی و عادی بودند. بعد از ارقام فامنین و چالشتر، رقم قهاوند ازنظر شاخص‌های STI، MP و GMP در رتبه دوم قرار گرفت (جدول ۱).

در مورد شاخص‌های دیگر تحمل (MP و GMP) نیز، ارقام چالشتر و فامنین در گروه A (گروهی که در آن در هر دو محیط تنش و بدون تنش عملکرد بالاست) قرار گرفتند، رقم اردوباد در گروه B (گروهی که عملکرد تنها در محیط بدون تنش بالاست)، ارقام ملک کندی، گله‌بانی، مهاجران، قهاوند و صدیقان در گروه C (گروهی که عملکرد در محیط تنش بالاست) و ارقام قره‌قوزلو، قارقولوق و همدانی در گروه D (گروهی که عملکرد در هر دو محیط تنش و بدون تنش پایین است) قرار داشتند (شکل‌های ۲، ۳، ۴ و ۵)؛ اما با مقادیر متفاوت از عملکرد که فاکتور مهمی در انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به تنش می‌باشد.

جدول ۱. مقادیر شاخص‌های تحمل و حساسیت به خشکی و عملکرد علوفه خشک (تن در هکتار) در شرایط تنش (YS) و بدون تنش (YP)

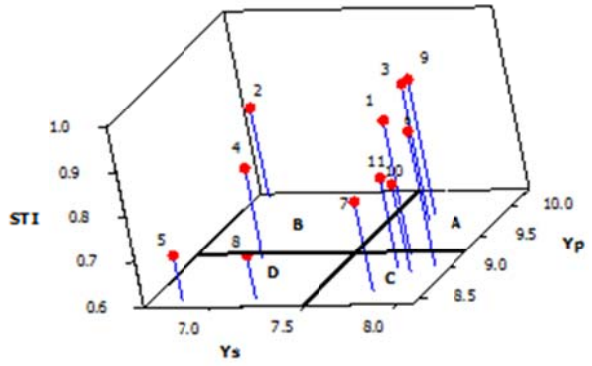
Table 1. Amounts of dried forageyield(t/ha) in stress (YS) and non-stress (YP) condition and tolerance indices

No. genotype شماره ژنوتیپ	Ecotype	اکوتیپ	YP عملکرد در محیط بدون تنش	YS عملکرد در محیط تنش	SSI حساسیت به تنش	TOL شاخص تحمل	MP شاخص بهره‌وری متوسط	GMP میانگین هندسی بهره‌وری	STI شاخص تحمل به تنش
1	Ghahavand	قهاوند	9.2	7.8	0.8	1.3	8.5	8.5	0.9
2	Ordobad	اردوباد	10.2	6.7	1.9	3.5	8.4	8.2	0.8
3	Chaleshtar	چالشتر	9.8	7.7	1.2	2.1	8.7	8.7	0.9
4	Gharegozlo	قره قوزلو	9.2	7	1.3	2.2	8.1	0.8	0.8
5	Ghargholog	قارقولوق	8.5	6.8	1.1	1.7	7.6	7.6	0.7
6	Sedghyan	صدقیان	9	8	0.6	1	8.5	8.5	0.9
7	Malekkandi	ملک کندی	8.6	7.8	0.5	0.9	8.2	8.2	0.8
8	Hamedani	همدانی	8.5	7.2	0.9	1.3	7.9	7.9	0.7
9	Famenin	فامنین	9.9	7.7	1.2	2.2	8.8	8.7	0.9
10	Galebani	گله بانی	8.9	7.9	0.6	1	8.4	8.4	0.8
11	Mahageran	مهاجران	9	7.8	0.7	1.2	8.4	8.4	0.8

www.SID.ir

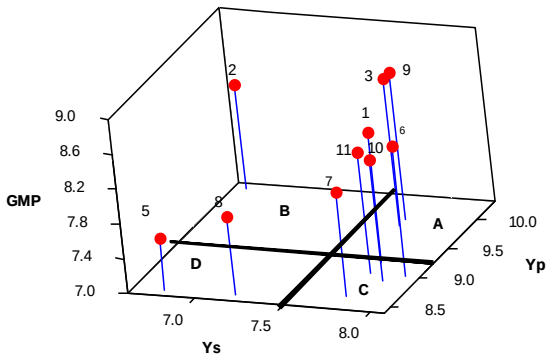
Archive of SID

ضرایب همبستگی نشان داد شاخص MP در اکوتیپ‌های یونجه موردبررسی، همبستگی مثبت و معنی‌دار، در هر دو محیط تنش ($r=۰/۶۴^{**}$ و $n=۱۱$) و معمول ($r=۰/۷۱^{*}$ و $n=۱۱$) داشت (جدول ۲). این نتایج با نظریه روزیل و همبلین (Rosielle and Hamblin, 1981) مبنی بر این‌که انتخاب بر اساس متوسط عملکرد (MP) معمولاً منجر به گزینش لاین‌هایی با عملکرد بالا ولی غیر متحمل در محیط تنش می‌شود، مطابقت دارد. همبستگی‌های بین GMP با YP و YS مثبت و معنی‌دار و به ترتیب برابر $r=۰/۷۶^{**}$، $r=۰/۵۸^{*}$ و $n=۱۱$ بود (جدول ۲). بر این اساس می‌توان گفت که انتخاب بر اساس GMP باعث گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا و غیرمتحمل در محیط تنش می‌شود. شاخص TOL و YP همبستگی مثبت و معنی‌دار ($r=۰/۷۹^{**}$ و $n=۱۱$) ولی این همبستگی در محیط تنش منفی و معنی‌دار ($r=-۰/۶۶^{*}$ و $n=۱۱$) بود (جدول ۲)؛ بنابراین انتخاب بر مبنای TOL موجب گزینش ژنوتیپ‌های با پتانسیل عملکرد پایین در شرایط تنش می‌شود. روزیل و همبلین (Rosielle and Hamblin, 1981) بیان نمودند که شرط ضروری برای اینکه همبستگی ارقام ازنظر شاخص‌های MP و TOL مثبت شود، این است که نسبت واریانس ژنتیکی عملکرد در شرایط تنش به مقدار آن در شرایط فاقد تنش بیش از یک باشد. در این بررسی همبستگی TOL و MP معنی‌دار نبود و به نظر می‌رسد واریانس ژنتیکی عملکرد در شرایط تنش نسبت به شرایط عدم محدودیت رطوبتی بیش از یک نباشد.



شکل ۱. نمودار پراکنش بین عملکرد در شرایط تنش (YS) و نرمال (YP) و شاخص تحمل تنش STI در اکوتیپ‌های یونجه.

Fig. 1. Three dimentions scheme of YP, YS and STI for alfalfa ecotypes.

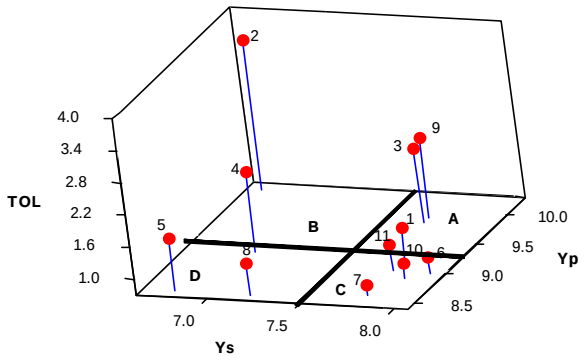


شکل ۲. نمودار پراکنش بین عملکرد در شرایط تنش (YS) و نرمال (YP) و شاخص میانگین هندسی بهره‌وری GMP در اکوتیپ‌های یونجه.

Fig. 2. Three dimentions scheme of YP, YS and GMP for alfalfa ecotypes.

www.SID.ir

Archive of SID

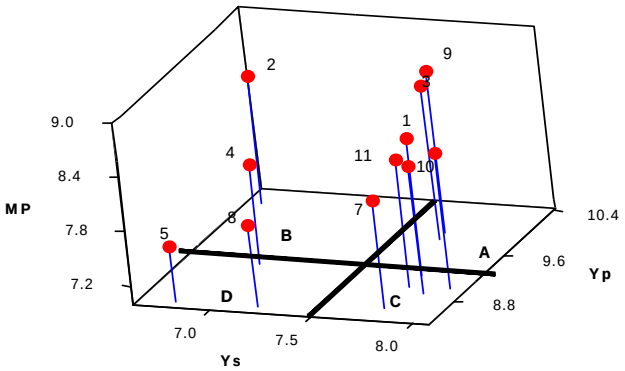


شکل ۳. نمودار پراکنش بین عملکرد در شرایط تنش (YS) و نرمال (YP) و شاخص تحمل TOL در اکوتیپ‌های یونجه

Fig. 3. Three dimentions scheme of YP, YS and TOL for alfalfa ecotypes.

همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده است، همبستگی شاخص SSI و YP مثبت و معنی‌دار بود، اما این همبستگی در شرایط محدودیت رطوبتی منفی و معنی‌داری بود؛ بنابراین انتخاب برای مقادیر پایین SSI باعث گزینش ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در شرایط محدودیت رطوبتی شود، اما در شرایط تنش افزایش عملکرد، نتیجه عکس و منفی داشت. اشنایدر و همکاران (Schneider et al., 1997) در بررسی ژنوتیپ‌های لوبیای معمولی نتیجه‌گیری کردند که انتخاب برای مقادیر پایین SSI موجب افزایش عملکرد در محیط تنش می‌شود که با نتایج این مطالعه مطابقت دارد. فیشر و مائورر (Fisher and Maurer, 1987) نیز این مطلب را تائید کردند.

همبستگی شاخص‌های SSI و TOL مثبت و معنی‌دار ($r=۰/۹۸^{*}$ و n=۱۱) بود (جدول ۲)، اما انتخاب بر مبنای مقادیر پایین SSI و TOL باعث گزینش ژنوتیپ‌های با عملکرد پایین در شرایط تنش می‌شود (شکل ۴ و ۵). همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری ازنظر شاخص‌های STI با GMP و MP بدین معنی است که با انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل، عملکرد آن‌ها در محیط تنش و فاقد تنش افزایش می‌یابد (شکل ۱ و ۲ و ۳). همبستگی بالا ($r=۰/۹۰^{*}$ و n=۱۱) بین شاخص STI با GMP و MP با توجه به فرمول‌های محاسبه این دو شاخص که ژنوتیپ‌ها را به‌طور یکسان رتبه‌بندی می‌کند، قابل‌انتظار بود؛ بنابراین شاخص STI یک برآورد کننده خطی بهتری برای YP و YS نسبت به سایر شاخص‌ها می‌باشد (شکل ۱). فرناندز (Fernandz, 1992) در بررسی ژنوتیپ‌های ماش گزارش نمود که شاخص STI برآورد کننده بهتری برای عملکرد ژنوتیپ‌ها در دو محیط YP و YS نسبت به سایر شاخص‌ها می‌باشد، چون قادر است در مقایسه با شاخص‌های دیگر، ژنوتیپ‌های گروه A را از سایر گروه‌ها تفکیک کند.

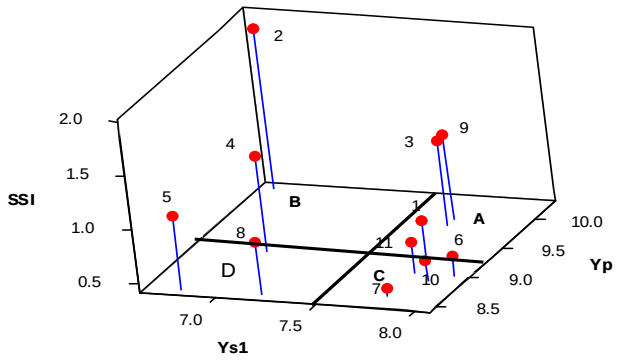


شکل ۴. نمودار پراکنش بین عملکرد در شرایط تنش (YS) و نرمال (YP) و شاخص بهره‌وری متوسط MP در اکوتیپ‌های یونجه

Fig. 4. Three dimentions scheme of YP, YS and MP for alfalfa ecotypes.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵. نمودار پراکنش بین عملکرد در شرایط تنش (YS) و نرمال (YP) و شاخص حساسیت SSI در اکوتیپ‌های یونجه

Fig. 5. Three dimentions scheme of YP, YS and SSI for alfalfa ecotypes.

جدول ۲- همبستگی شاخص‌های تحمل با عملکرد علوفه خشک در شرایط تنش (YS) و بدون تنش (YP).

Table 2. Correlation coeficients between dried forage yield and tolerance indices in stress (YS) and non-stress (YP) condition.

	YP عملکرد در محیط بدون تنش	YS عملکرد در محیط تنش	SSI حساسیت به تنش	TOL شاخص تحمل	MP شاخص بهره‌وری متوسط	GMP میانگین هندسی بهره‌وری	STI شاخص تحمل به تنش
YS	-0.07^{ns}						
SSI	0.71*	-0.74**					
TOL	0.79**	-0.66*	0.98**				
MP	0.71*	0.64*	0.03^{ns}	0.14^{ns}			
GMP	0.58*	0.76**	-0.13^{ns}	-0.02^{ns}	0.98**		
STI	0.59*	0.64*	-0.05^{ns}	0.04^{ns}	0.90**	0.90**	1

**، * و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱٪، ۵٪ و عدم معنی‌داری است.

**: Significant at 1%; *: Significant at 5%; ns: non significant.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد ارقام فامنین و چالشتر که ازنظر شاخص STI رتبه‌های اول و دوم را به خود اختصاص دادند و در هر دو محیط تنش خشکی و معمولی عملکرد مطلوب داشتند به‌عنوان ژنوتیپ‌های سازگار و متحمل معرفی می‌شوند. شاخص STI برآورد کننده بهتری برای عملکرد ژنوتیپ‌ها در دو محیط YP و YS نسبت به سایر شاخص‌ها می‌باشد، چون قادر است در مقایسه با شاخص‌های دیگر، ژنوتیپ‌های گروه A را از سایر گروه‌ها تفکیک کند. انتخاب بر اساس MP باعث گزینش ژنوتیپ‌های با پتانسیل عملکرد بالا و انتخاب بر اساس SSI باعث گزینش ژنوتیپ‌های متحمل به تنش و با پتانسیل پایین می‌شود (Fernandz, 1992) که با پتانسیل تولید اکوتیپ‌های یونجه همدانی در این بررسی هماهنگی دارد. بر اساس شاخص SSI نیز ارقام اردوباد و ملک کندی به ترتیب حساس‌ترین و متحمل‌ترین ژنوتیپ‌ها به خشکی بودند. همبستگی بالا (r=۰/۹۰* و n=۱۱) بین شاخص STI با GMP و MP با توجه به فرمول‌های محاسبه این دو شاخص که ژنوتیپ‌ها را به‌طور یکسان رتبه‌بندی می‌کند، قابل‌انتظار بود؛ بنابراین شاخص STI یک برآورد کننده خطی بهتری برای YP و YS نسبت به سایر شاخص‌ها بود (شکل ۱).

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

Abdulai, A., Asch, F., Vande Giesen, N., 2004. Physiological and morphological responses of Sorghum bicolor to static and dynamic drought conditions. Rural poverty reduction through research for development. Deutcher Trepentag, Berlin Conference, 2004.

Akhtar, K., Ashraf- Rao, A., 2000. Evaluation of selection indices for identification of productive mungbean (Vigna radiata L. Wilczek) genotypes under different water regimes. Pakistan Journal of Biological Sciences. 3(10), 1541-1544.

ABD-Mishani,C., Shabestari, J.,1988.Evaluation of wheat cultivars for drought resistance.Iranian Journal of Agricultural Science.19, 37-43 [In Persian with English Summary].

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

Acosta-Gollegos, J., Adams M., 1991. Plant trits and stability of dry bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars under drought stress. Journal of Agricultural Science, Cambrigde. 117, 213-219.

Bansal, K., Sinha, S., 1991. Assessment of drought resistance in 20 accessions of Triticum aestivum and related species. I. Total dry matter and grain yield stability. Euphytica 56, 7-14.

Clark, J., Depauw, R., Townley-Smith T., 1992. Evaluation of methods for quantification of drought tolerance in wheat. Crop Science. 32, 723-728.

Ehsanpour, A., Razavizadeh, R., 2005. Effect of UV-Con drought tolerance of alfalfa (Medicago sativa) callus. American Journal of Biochemistry and Biotechnology. 1(2),107-110.

Ehdaie, B., Alloush, A., Madore, M., Waines, J., 2006. Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat: I. Postanthesis changes in internode dry matter. Crop Science., 46, 735-746.

Farshadfar, E., Zamani, M., Motalebi, M., Imamjomeh, A., 2001. Selection for drought resistance in chikpea lines.Iranian Journal of Agricultural Science. 32(1), 37-43 [In Persian with English Summary].

Fernandz, G., 1992. Effective selection for assessing plant stress tolerance. Proceeding of adaption for food crops to temperature and water stress symposium. Taiwan. pp.257-270.

Fisher, R., Maurer, R., 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. Australian Journal of Agricultural Research. 29, 897-912.

Gorka, E., Louahlia, S., Irigoyen, J., Sanchez-Diaz, M., Christophe, J. 2009. Biomass partitioning morphology and water status of four alfalfa genotypes submitted to progressive drought and subsequent recovery. Deppartman de Biologic Vegetal, Seccion Biologic Vegatal (Unidad Asociada al CSIC, EEAD, Zaragoza).

Lawlor H., Siddique, K., Sedgley, R., Thurling, N., 1998. Improvement of cold tolerance and insert resistance in chickpea (*cicer arietinum*) and the use of AFLPs for the identification of molecular markers for these traits. Acta Horticulturae. 461, 185- 192.

Liebman, M., Davis, A., 2000. Integration of soil, crop and weed management in low-external-input farming systems. Weed Research. 40(1), 27-47.

Peoples, M., Swan, T., Angus. J., 2009. Nitrogen: Using legumes to grow your own. http://www.riverineplains.com.au/GRDC Update 09 Mark Peoples.pdf. Accessed 20 July 2009

Pietsch, G., Friedel, J., Freyer,B., 2007. Lucerne management in an organic farming system under dry site conditions. Field Crops Research 102, 104–118

Rosielle, A., Hamblin, J., 1981. Theoretical aspect of selection for yield in stress and nin-stress environment, Crop Science. 21, 943-946.

Royo, C., Blanco, R., 1999. Use of potassium iodide to mimic drought stress in triticale. Field Crops Research. 59, 201-212.

Schneider, K., Rosales-Serena, R., Ibarra-perez, F., Cacares-Enriguez, B., Acosta-Gallegos, J., Ramirec-Vallejo, R., Wassimi, N., Kelly, J., 1997. Improving common bean performance under drought stress. Crop Science. 37, 43-50.

Sharrat, B., Baker, D., Scheaffer, C.,1986. Climatic effect of alfalfa dry matter

www.SID.ir

Archive of SID

production. Part 1. Summer harvest. Agricultural Meteorology. 39, 121-129.

Simane, B., Struik, P.,Nachit, M., Peacock, J., 1993. Ontogenic analysis of yield components and yield stability of durum wheat in water-limited environments. Euphytica., 71, 211-219.

Yadav, O., Bhatnagar, S., 2001. Evaluation of indices for identification of pearel millet cultivars adapted to stress and non-stress conditions. Field Crops Research. 70, 201-208.

www.SID.ir