

ارزیابی مقاومت به خشکی بر مبنای عملکرد علوفه اکسشن‌های گونه مرتعی *Agropyron trichophorum* با استفاده از شاخصهای مقاومت به خشکی

هوشمند صفری^{۱*} و علی اشرف جعفری^۲

*- نویسنده مسئول، مربی پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه

پست الکترونیک: hooshmandp@yahoo.com

۲- دانشیار پژوهشی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

تاریخ پذیرش: ۹۰/۰۶/۲۹

تاریخ دریافت: ۸۹/۰۶/۰۶

چکیده

مقاومت به خشکی، عملکرد علوفه ۲۴ اکسشن از گونه *Agropyron trichophorum* در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار در دو محیط آبی و دیم مورد ارزیابی قرار گرفت. با استفاده از عملکرد علوفه خشک دو محیط آبیاری نرمال و دیم، شاخصهای حساسیت به تنش (SSI)، تحمل به خشکی (Tol)، بهره‌وری متوسط (MP)، تحمل به تنش (DTI)، میانگین هارمونیک (MH) و میانگین هندسی بهره‌وری (GMP) برای اکسشن‌ها محاسبه شد. تنوع معنی‌دار در بین اکسشن‌ها با توجه به تجزیه واریانس شاخصهای مقاومت به خشکی مشاهده شد. نتایج بدست‌آمده از مقایسه میانگین عملکرد علوفه خشک محیط تنش و آبی نشان داد که اکسشنهای ۱۰ (سمیرم)، ۲۳ (مازندران)، ۲۴ (گرگان)، ۵ (چهارمحال)، ۱۷ (یاسوج) و ۹ (اقلید) برتر بودند. با توجه به شاخصهای مقاومت به خشکی اکسشنهای ۱۰ (سمیرم)، ۲۳ (مازندران) و ۲۴ (گرگان) بیشترین مقاومت به خشکی را نشان دادند. البته نتایج تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی نیز نتایج بدست‌آمده را تأیید نمود.

واژه‌های کلیدی: *Agropyron trichophorum*، عملکرد علوفه، شاخص مقاومت به خشکی، اکسشن

مقدمه

تولید ماده خشک می‌گردد (آذرنیوند و جوادی، ۱۳۸۲).
جنس *Agropyron* از مهمترین گراسهای چندساله و مقاوم به خشکی، نواحی نیمه‌خشک و معتدل بوده، که برای تهیه علوفه، چراگاه و مرتع دام، تثبیت خاک و مدیریت منابع آب با ارزش هستند (برومندان و معتمدی، ۱۳۸۶)، و بعلاوه مقاومت خوبی که به شوری و قلیایی بودن خاک دارند، شرایط نامساعد را به خوبی تحمل می‌نمایند (Johanson, 1991). گونه‌های مختلف آگروپیرون در

از مهمترین مشکلات مناطق خشک و نیمه‌خشک، خشکی و کمبود آب می‌باشد، و با توجه به اینکه بخش اعظمی از مراتع ایران در این مناطق قرار دارند، بحث خشکی و خشکسالی حاصل از آن در گیاهان این مناطق دارای اهمیت بسیاری می‌باشد. خشکی بر جنبه‌های مختلف رشد گیاه اثر گذاشته و موجب کاهش و به تأخیر افتادن جوانه‌زنی، کاهش رشد اندامهای هوایی و کاهش

رطوبتی می‌باشند (Simane et al., 1993). بر همین اساس تظاهر عملکرد ژنوتیپ‌ها در دو محیط تنش و بدون تنش به چهار گروه تقسیم شده، گروه A ژنوتیپ‌هایی که تظاهر یکسان نسبت به دو محیط دارند، گروه B ژنوتیپ‌هایی که فقط تظاهر خوبی در محیط بدون تنش دارند، گروه C ژنوتیپ‌هایی که عملکرد بالایی در محیط تنش دارند و گروه D ژنوتیپ‌هایی که تظاهر ضعیفی را در هر دو محیط دارند، که معیار مناسب انتخاب برای تنش معیاری است، که گروه A را از سایر گروه‌ها تشخیص دهد (Fernandes, 1992). شاخص بهره‌وری متوسط (Mean Productivity) بصورت میانگین حسابی عملکرد محیط آبی و دیم تعریف شده است، و باعث انتخاب ژنوتیپ‌هایی می‌گردد که در هر دو محیط تنش و بدون تنش عملکرد بالایی دارند. بنابراین این شاخص قادر به تفکیک گروه A از گروه B نمی‌باشد (Rosielle & Hambelen, 1981). اما میانگین هندسی بهره‌وری (Geometrical Mean Productivity) که بصورت میانگین هندسی عملکرد دو محیط تعریف شده است، قدرت بیشتری نسبت به شاخص بهره‌وری متوسط جهت تفکیک گروه A از سایر گروه‌ها را دارد. شاخص میانگین هارمونیک (Mean Harmonic) نیز میانگین همساز عملکرد دو محیط برای ژنوتیپ‌ها می‌باشد، و دارای اریب به طرف محیط بدون تنش است (Fernandes, 1992). شاخص تحمل (Tolerance) به خشکی را بصورت اختلاف عملکرد محیط بدون تنش از محیط تنش بیان نموده‌اند و این شاخص نیز قادر به تفکیک گروه A از C نمی‌باشد (Rosielle & Hambelen, 1981). شاخص حساسیت به تنش (Stress Sensitivity Index) نیز به صورت نسبت عملکرد محیط تنش به محیط

مقابل تنش‌های محیطی از جمله کمبود آب، واکنش‌های متفاوت باتوجه به غلظت ABA (اسید آبسزیک) و تولید پرولین نشان می‌دهند (Asay & Dewey, 1992). گونه مرتعی *Ag. trichophorum* جزء علف‌گندمیان مهم مراتع نیمه‌استپی ایران می‌باشد (مصدیقی، ۱۳۸۲)، که سازگاری وسیعی به شرایط رطوبتی، دمایی و ارتفاع از سطح دریا دارد (Daniel et al., 2003). گونه یادشده مقاومت کمی به خشکی و سرمای زمستان دارد، در مناطقی با حداقل بارندگی سالیانه ۳۰۰ تا ۳۵۰ میلی‌متر رشد می‌کند، و حداقل بارندگی ۲۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر را تحمل می‌نماید. در ارتفاع ۱۰۰۰ تا ۲۷۰۰ متر از سطح دریا رشد می‌کند، اما در ارتفاعات پایین به بذر می‌رود، که برای تولید بذر رطوبت بیشتری نیاز دارد (Smoliak et al., 2003)، اما در شرایط آبیاری ممکن است برای چندسال تولید بذر نداشته باشد. تحمل پایینی به شرایط مرطوب دارد و در خاکهای فاقد زهکشی رشد مناسبی ندارد. عملکرد علوفه آن در شرایط دیم وابسته به بارندگی سالیانه و توزیع بارندگی خصوصاً در تابستان می‌باشد (Daniel et al., 2003). مقاومت به خشکی گونه *Ag. trichophorum* کمتر از *A. desertotum* و *A. cristatum* می‌باشد. در خاکهایی با بافت لومی-شنی و کم‌عمق به خوبی رشد می‌کند، حاصلخیزی پایین خاک، قلیائیت خاک، ارتفاع از سطح دریا و شرایط خشک را بهتر از *A. intermedium* تحمل می‌کند (Smoliak et al., 2003).

در مناطق نیمه‌خشک که پراکنش بارندگی مناسب نیست، قابلیت عملکرد در شرایط تنش بهترین معیار 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

طبیعی استان کرمانشاه، با طول جغرافیایی ۵۹°، ۴۶° و عرض جغرافیایی ۰۸°، ۳۴°، با خاک لوم (بافت متوسط)، ارتفاع از سطح دریا ۱۲۶۰ متر و میانگین بارندگی سالانه ۴۰۰ میلی‌متر و متوسط دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد. بیشترین میزان بارندگی، براساس آمار هواشناسی در اسفندماه و کمترین تغییرات بارندگی در فروردین‌ماه بوده است. میزان بارندگی ماههای اردیبهشت و آبان بیشترین تأثیر را بر میزان عملکرد محصولات بر جای گذاشته است. بارندگی انتهایی از مهمترین عوامل مؤثر بر کشت دیم و عملکرد مرتع در این منطقه می‌باشد.

تعداد ۲۴ اکسشن *Agropyron trichophorum* تهیه شده از بانک ژن مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور (جدول ۱) در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۳ تکرار در دو محیط آبی و دیم طی دو آزمایش جداگانه مورد بررسی قرار گرفت.

بدون تنش تعریف شده و قادر به تفکیک گروه A از گروه C نمی‌باشد (Fisher & Maurer, 1978). اما در محاسبه شاخص تحمل به تنش (Drought Tolerance Index)، شدت استرس (Stress Intensity) نیز منظور می‌شود، بنابراین قادر به تفکیک ژنوتیپ‌های گروه A از گروه B و C می‌باشد (Rosielle & Hambelen, 1981). در مجموع بهتر است گزینش به‌طور همزمان را بر اساس شاخصهایی که بیشترین همبستگی با دو محیط را دارند انجام داد (Fernandes, 1992). در این تحقیق عملکرد علوفه تر ۲۴ اکسشن از گونه *Agropyron trichophorum* با استفاده از شاخصهای مقاومت به خشکی به‌منظور معرفی اکسشنهای مقاوم به تنش خشکی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روشها

آزمایش در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات اسلام‌آباد غرب متعلق به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع

جدول ۱- لیست اکسشنهای مورد مطالعه

شماره	منطقه	کد بانک ژن	شماره	منطقه	کد بانک ژن
۱	چهار تاغ- شهرکرد	۱۰-۶	۱۳	گردنه قوچی- سلماس	۲ قوچی
۲	پاتاو- یاسوج	۱۳-۱۳	۱۴	قلعه آرزومند- سمیرم	۱-۱۳
۳	فریدن- اصفهان	۴۰۰۷	۱۵	قلعه آرزومند- سمیرم	۲-۱۳
۴	قلعه آرزومند- سمیرم	۳-۱۳	۱۶	ایستگاه حنا- سمیرم	۸-۱۳
۵	سبزکوه- چهارمحال	۱۰-۷	۱۷	میمند- یاسوج	۸-۴
۶	ایستگاه البرز- کرج	۶-۱۳	۱۸	فیروزآباد- یاسوج	۶-۸
۷	کوه نسا- بیجار	۱ بیجار	۱۹	بیدسبحان- اقلید	۸-۷
۸	بید قطار- بروجن	۱۰-۸	۲۰	پاسهلکی- اقلید	۶-۷
۹	دجکرد- اقلید	۷-۵	۲۱	دیزین- تهران	۳۱۶
۱۰	سمیرم	۱۲-۱۳	۲۲	اصفهان	۱۶۸
۱۱	چشمه خونی- اصفهان	۱۴-۱۳	۲۳	نور بلده- مازندران	۳۱۳
۱۲	ریمله- خرم‌آباد	۱۱-۴	۲۴	خوش بیلاق- گرگان	۳۱۴

Maurer & Fisher (1978) شاخص حساسیت به

تنش (SSI) را بر اساس رابطه زیر پیشنهاد کردند:

$$SSI = 1 - (Y_s / Y_p) / SI$$

SI بیانگر شدت تنش می باشد.

$$SI = 1 - (\bar{Y}_s) / (\bar{Y}_p)$$

شاخص تحمل به خشکی (Tol) را (Rosielle (1981)

& Hambelen به صورت زیر بیان نمودند:

$$Tol = Y_p - Y_s$$

شاخص بهره‌وری متوسط (MP) را (Rosielle (1981)

& Hambelen بصورت میانگین عملکرد دو محیط تنش و

بدون تنش بیان نمودند، یعنی

$$MP = (Y_s + Y_p) / 2$$

شاخص تحمل به تنش (DTI) را فرناندز برای

شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو شرایط

تنش و بدون تنش بصورت زیر پیشنهاد کرد (Fernandes,

1992):

$$DTI = (Y_p / \bar{Y}_p) (Y_s / \bar{Y}_s) (\bar{Y}_s / \bar{Y}_p) = (Y_p)(Y_s) / (\bar{Y}_p)^2$$

شاخص میانگین هارمونیک (MH) را فرناندز به شکل

زیر بیان نمود (Fernandes, 1992):

$$MH = 2(Y_s)(Y_p) / (Y_s + Y_p)$$

اما شاخص دیگری که فرناندز پیشنهاد داد میانگین

هندسی بهره‌وری (GMP) بود که به صورت زیر بیان شد:

$$GMP = \sqrt{(Y_s)(Y_p)}$$

مقادیر بالای شاخصهای بهره‌وری متوسط، میانگین

هارمونیک، میانگین هندسی بهره‌وری و تحمل به تنش و

مقادیر پایین شاخصهای حساسیت به تنش و تحمل به

خشکی برای هر ژنوتیپ بیانگر مقاومت به خشکی

می باشد.

با نرم افزارهای SPSS، EXCEL و SAS تجزیه

واریانس، تجزیه خوشه‌ای و محاسبه شاخصهای مقاومت

به منظور تهیه بستر کشت، در مهرماه قطعه محل اجرای

طرح شخم زده شد و با دیسک کلوخ‌های ایجاد شده خرد

گردید و در نهایت توسط فارو خطوط کشت تهیه شد. هر

کرت آزمایشی دارای ۴ خط با فاصله ۵۰ سانتی متر از

یکدیگر و طول هر کرت ۲ متر انتخاب شد. فاصله بین دو

کرت ۷۵ سانتی متر و فاصله بین دو تکرار (ردیف) ۱ متر

در نظر گرفته شد. کشت به صورت خطی و در تاریخ اول

آبان ماه ۱۳۸۳ با دست انجام شد، بر روی هر خط کشت

تعداد ۹ بوته با فاصله ۲۵ سانتی متر در نظر گرفته شد و

برای هر بوته سه بذر کشت گردید که در زمان سبز شدن

با تنک کردن یک بوته نگهداری شد. آبیاری در محیط آبی

هر هفته یکبار انجام شد و در محیط تنش هیچ گونه آبیاری

صورت نگرفت و تنها آب بدست آمده از بارندگی در

دسترس گیاه بود. مبارزه با علف‌های هرز بصورت وجین

دستی انجام شد، و هیچ گونه کودی مصرف نگردید. در

سال اول به منظور استقرار گیاه یادداشت برداری صفات

انجام نشد، و در سال ۱۳۸۵ بعد از برداشت کل کرت

علوفه خشک شده حاصل توزین گردید و به عنوان

عملکرد وزن خشک علوفه برای هر کرت بر حسب گرم

در کرت اندازه گیری شد و در ادامه با توجه به مساحت

کرت‌های آزمایشی و تعمیم آن به هکتار، عملکرد

بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد.

اگر Y_p عملکرد بالقوه هر ژنوتیپ در محیط بدون

تنش؛ Y_s 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

باشد، شاخصهای مقاومت به خشکی به شرح زیر محاسبه

شد:

به خشکی تجزیه به مؤلفه‌های اصلی انجام شد و نمودارهای مربوط تهیه شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد علوفه خشک ۲۴

اکسشن مورد بررسی در دو محیط آبی و دیم (جدول ۲)، نشان داد که در بین دو محیط مورد بررسی، و در بین اکسشنهای مورد مطالعه تنوع معنی‌دار در سطح ۱٪ وجود داشت، همچنین اثر متقابل محیط * اکسشن نیز در سطح ۱٪ معنی‌دار شد.

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب عملکرد علوفه

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد علوفه
محیط	۱	۶۲۱۸۶۳۶۷**
خطای ۱	۴	۹۹۶۵۷
اکسشن	۲۳	۱۳۹۳۷۴۸**
اکسشن * محیط	۲۳	۳۹۹۴۲۲**
خطای ۲	۹۲	۱۰۹۱۶۲

** : اختلاف در سطح ۱٪ معنی‌دار

با استفاده از عملکرد محیط آبی و دیم برای اکسشنها شاخصهای SSI، Tol، MP، DTI، MH و GMP در هر کرت محاسبه شد، و با استفاده از شاخصهای بدست‌آمده تجزیه واریانس در قالب طرح بلوک کامل تصادفی انجام

گردید (اسفندیاری و همکاران، ۱۳۸۷). نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳) نشان داد که در بین اکسشنهای مورد بررسی برای تمام شاخصها تنوع معنی‌دار در سطح ۱٪ وجود دارد.

جدول ۳- تجزیه واریانس شاخصهای مقاومت به خشکی

میانگین مربعات			شاخص
خطا	اکسشن	بلوک	
Df = ۴۶	Df = ۲۳	Df = ۲	
۷۲۱۷۶	۴۸۲۶۲۰**	۱۴۶۱۳ ^{ns}	عملکرد تنش
۱۴۷۵۰۴	۱۳۱۰۵۵۰**	۱۵۳۵۲۶ ^{ns}	عملکرد بهینه
۰/۰۵	۰/۲۰**	۰/۱۰ ^{ns}	حساسیت به تنش
۱۶۲۳۰۷	۷۹۸۸۰۰**	۲۶۳۰۱۶ ^{ns}	تحمل به خشکی
۶۹۲۵۰	۶۹۶۸۹۴**	۱۸۳۸۹ ^{ns}	بهره‌وری متوسط
۰/۰۲	۰/۲۰**	۰/۰۱ ^{ns}	تحمل به تنش
۷۵۹۰۴	۶۰۳۷۵۸**	۴۹۸ ^{ns}	میانگین هارمونیک
۶۹۷۸۸	۶۳۶۲۶۶**	۲۷۴۷ ^{ns}	میانگین هندسی

** : اختلاف در سطح ۱٪ معنی‌دار :^{ns} عدم وجود اختلاف معنی‌دار

مقایسه میانگین شاخصهای مقاومت به خشکی اکسشنها به روش دانکن در سطح ۰.۵٪ انجام شد (جدول ۴). میانگین عملکرد وزن خشک علوفه اکسشنهای مورد بررسی در شرایط بهینه ۲۹۸۱ کیلوگرم در هکتار با انحراف معیار $±۱۳۴/۹$ و ضریب تغییرات $۴/۵۳٪$ بود. اکسشنهای ۲۳، ۱۰ و ۹ با بیشترین مقدار عملکرد بهینه در گروه A قرار گرفتند. اکسشن ۵ در رده دوم قرار گرفت، و با اکسشنهای ۱۰ و ۹ اختلاف معنی داری در سطح ۰.۵٪ نداشت. اکسشن ۷ با ۱۴۳۰ کیلوگرم در هکتار کمترین میزان عملکرد بهینه را به خود اختصاص داد و در گروه J قرار گرفت.

میانگین عملکرد علوفه خشک شرایط تنش اکسشنهای مورد بررسی ۱۶۶۷ کیلوگرم در هکتار با انحراف معیار $±۸۱/۸۷$ و ضریب تغییرات $۴/۹۱٪$ بود. اکسشنهای ۲۴ و ۱۰ با بیشترین میزان عملکرد علوفه خشک در گروه A قرار گرفتند. اکسشنهای ۵ و ۱۷ در رده دوم قرار گرفتند و با اکسشن ۱۰ اختلاف معنی داری در سطح ۰.۵٪ نداشتند. اکسشن ۷ کمترین میزان تولید علوفه در محیط تنش را به خود اختصاص داد.

میانگین شاخص حساسیت به تنش اکسشنهای مورد بررسی ۰/۹۷ با انحراف معیار $±۰/۰۵$ و ضریب تغییرات $۵/۳۶٪$ بود. اکسشنهای ۲۴، ۶ و ۲۱ بیشترین مقاومت به خشکی، و اکسشنهای ۹، ۲۲ و ۲۳ کمترین مقاومت به خشکی را با توجه به شاخص حساسیت به تنش داشتند.

میانگین شاخص تحمل به خشکی اکسشنهای مورد بررسی ۱۳۱۴ با انحراف معیار $±۱۰۵/۳۳$ و ضریب تغییرات $۸/۰۲٪$ بود. اکسشن ۲۳ و ۹ بیشترین مقاومت به خشکی، و اکسشنهای ۲۴، ۷ و ۶ کمترین مقاومت به خشکی را با توجه به شاخص تحمل به خشکی داشتند.

میانگین شاخصهای بهره‌وری متوسط، تحمل به تنش، میانگین هارمونیک و میانگین هندسی بهره‌وری به ترتیب ۲۳۲۴، ۰/۵۸، ۲۱۱۰ و ۲۲۱۳ با انحراف معیار $±۹۸/۳۸$ ، $±۰/۰۵$ ، $±۹۱/۵۷$ و $±۹۴/۰۱$ و ضریب تغییرات $۴/۲۳٪$ ، $۸/۲۰٪$ ، $۴/۳۳٪$ و $۴/۲۵٪$ بود، نتایج آزمون دانکن برای شاخصهای فوق نشان داد که اکسشنهای ۱۰، ۲۳ و ۲۴ بیشترین مقاومت به خشکی و اکسشن ۷ کمترین مقاومت به خشکی را داشت. البته بر اساس شاخص بهره‌وری متوسط اکسشن ۵ نیز در رده اکسشن‌های مقاوم به خشکی قرار داشت.

همچنین همبستگی بین شاخصهای مقاومت به خشکی و عملکرد محیط آبی و دیم (جدول ۵) محاسبه شد، و با توجه به اینکه شاخصهایی برای انتخاب مفید می‌باشند که با هر دو محیط آبی و دیم همبستگی بالایی داشته باشند (Fernandes, 1992)، بنابراین شاخصهای DTI، MP، MH و GMP به‌عنوان شاخصهای مناسب به‌منظور انتخاب اکسشنهای مقاوم به خشکی در نظر گرفته شد.

جدول ۴- مقایسه میانگین اکسشنها به روش دانکن برای شاخصهای مقاومت به خشکی در سطح ۵٪

کد اکسشن	عملکرد بهینه (Yp)	عملکرد تنش (YS)	حساسیت به تنش (SSI)	تحمل به خشکی (Tol)	بهره‌وری متوسط (MP)	تحمل به تنش (DTI)	میانگین هارمونیک (MH)	میانگین هندسی (GMP)
۱	۲۴۶۹ fg	۱۳۹۶ f-i	۰/۹۶ b-e	۱۰۷۳ bcd	۱۹۳۳ h-k	۰/۳۸ h-k	۱۷۵۶ ghi	۱۸۴۱ h-k
۲	۳۰۷۴ c-f	۱۴۷۶ e-i	۱/۱۸ abc	۱۵۹۸ b	۲۲۷۵ e-j	۰/۵۱ f-j	۱۹۸۸ e-i	۲۱۲۶ f-j
۳	۲۷۹۵ efg	۱۶۳۲ c-h	۰/۹۴ b-e	۱۱۶۳ bcd	۲۲۱۳ f-j	۰/۵۲ e-j	۲۰۶۰ d-h	۲۱۳۵ e-j
۴	۲۷۶۲ efg	۱۴۱۸ e-i	۱/۰۹ a-d	۱۳۴۴ bc	۲۰۹۰ g-k	۰/۴۵ f-j	۱۸۷۰ e-i	۱۹۷۶ g-k
۵	۳۵۹۰ bcd	۲۰۲۳ bc	۰/۹۹ b-e	۱۵۶۷ b	۲۸۰۶ bcd	۰/۸۲ bcd	۲۵۸۷ bcd	۲۶۹۵ bcd
۶	۲۲۶۴ g	۱۷۶۵ c-g	۰/۴۹ fg	۴۹۹ d	۲۰۱۴ h-k	۰/۴۵ f-j	۱۹۸۱ e-i	۱۹۹۸ g-k
۷	۱۴۳۰ h	۹۷۸ i	۰/۷۱ def	۴۵۲ d	۱۲۰۴ l	۰/۱۶ k	۱۱۵۸ j	۱۱۸۱ l
۸	۲۴۶۰ fg	۱۳۰۴ ghi	۱/۰۷ a-d	۱۱۵۶ bcd	۱۸۸۲ ijk	۰/۳۶ h-k	۱۶۹۷ ghi	۱۷۸۷ ijk
۹	۳۸۱۰ abc	۱۳۷۳ f-i	۱/۴۵ a	۲۴۳۷ a	۲۵۹۲ c-g	۰/۵۹ d-i	۱۹۹۸ e-h	۲۲۷۲ d-i
۱۰	۴۱۹۰ ab	۲۴۸۰ ab	۰/۹۲ b-e	۱۷۱۰ b	۳۳۳۵ a	۱/۱۶ a	۳۰۹۹ a	۳۲۱۴ a
۱۱	۳۳۰۸ cde	۱۵۷۸ c-h	۱/۲۰ abc	۱۷۳۰ b	۲۴۴۳ c-h	۰/۵۹ d-i	۲۱۱۳ d-g	۲۲۷۰ d-i
۱۲	۳۱۲۵ c-f	۱۶۹۸ c-g	۱/۰۳ a-e	۱۴۲۷ bc	۲۴۱۱ c-h	۰/۶۰ d-i	۲۱۸۸ c-g	۲۲۹۶ d-i
۱۳	۳۳۵۶ cde	۱۸۱۵ c-g	۱/۰۱ a-e	۱۵۴۱ b	۲۵۸۵ c-g	۰/۶۹ c-g	۲۳۴۲ b-f	۲۴۶۰ b-g
۱۴	۳۱۶۱ c-f	۱۷۰۷ c-g	۱/۰۱ a-e	۱۴۵۴ bc	۲۴۳۴ c-h	۰/۶۱ d-h	۲۲۰۷ c-g	۲۳۱۷ c-h
۱۵	۳۳۶۵ cde	۱۸۷۹ c-f	۱/۰۰ b-e	۱۴۸۶ bc	۲۶۲۲ c-f	۰/۷۱ b-f	۲۴۰۷ b-e	۲۵۱۲ b-f
۱۶	۲۷۷۸ efg	۱۸۳۲ c-g	۰/۷۶ c-f	۹۴۶ bcd	۲۳۰۵ d-j	۰/۵۷ d-i	۲۱۸۶ c-g	۲۲۴۴ d-i
۱۷	۳۴۱۶ cde	۲۰۵۳ bc	۰/۹۰ b-f	۱۳۶۳ bc	۲۷۳۴ b-e	۰/۷۹ b-e	۲۵۶۰ bcd	۲۶۴۵ b-e
۱۸	۲۱۶۰ g	۱۱۱۲ hi	۱/۰۹ a-d	۱۰۴۸ bcd	۱۶۳۶ kl	۰/۲۷ jk	۱۴۶۴ ij	۱۵۴۸ kl
۱۹	۲۵۰۱ fg	۱۴۹۷ d-i	۰/۸۶ b-f	۱۰۰۴ bcd	۱۹۹۹ h-k	۰/۴۳ g-j	۱۸۵۹ f-i	۱۹۲۷ h-k
۲۰	۲۵۰۵ fg	۱۱۴۴ hi	۱/۱۹ abc	۱۳۶۱ bc	۱۸۲۵ jk	۰/۳۲ ijk	۱۵۴۷ hij	۱۶۷۸ jk
۲۱	۲۷۵۳ efg	۲۰۱۰ bcd	۰/۶۱ efg	۷۴۳ cd	۲۳۸۲ c-i	۰/۶۲ d-h	۲۳۱۷ b-f	۲۳۴۹ c-h
۲۲	۲۸۰۲ efg	۱۳۱۰ ghi	۱/۲۰ ab	۱۴۹۲ bc	۲۰۵۶ h-k	۰/۴۱ g-k	۱۷۷۸ ghi	۱۹۱۱ h-k
۲۳	۴۴۲۵ a	۱۹۳۹ cde	۱/۲۸ ab	۲۴۸۶ a	۳۱۸۲ ab	۰/۹۷ ab	۲۶۸۷ abc	۲۹۲۳ ab
۲۴	۳۰۵۴ def	۲۵۹۱ a	۰/۳۱ g	۴۶۳ d	۲۸۲۲ bc	۰/۹۰ bc	۲۷۹۵ ab	۲۸۰۸ abc

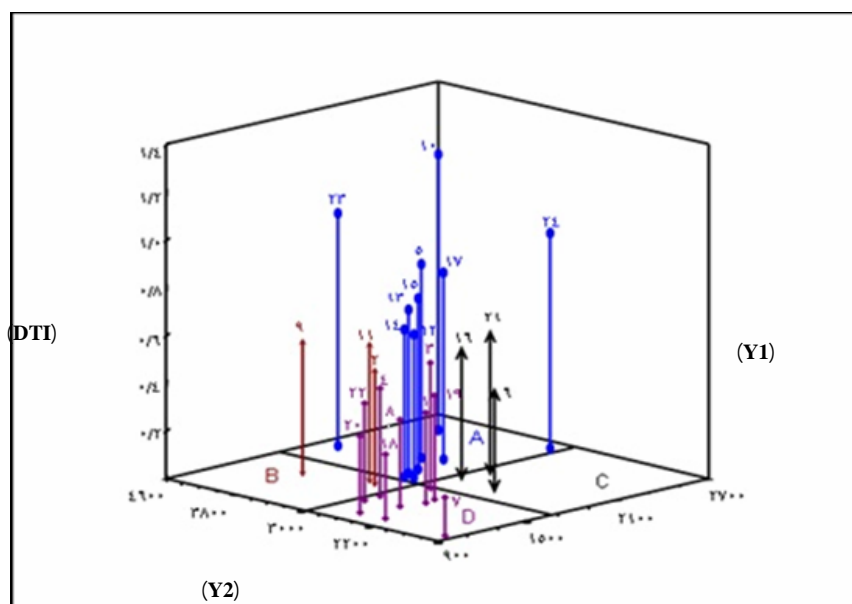
جدول ۵- همبستگی شاخصهای مقاومت به خشکی با عملکرد محیط آبی و دیم

نام شاخص	عملکرد بهینه	عملکرد در تنش	حساسیت به تنش	تحمل به خشکی	بهره‌وری متوسط	تحمل به تنش	میانگین هارمونیک
عملکرد تنش	۰/۶۲۵**						
حساسیت به تنش	۰/۳۷۲	-۰/۴۷۵ *					
تحمل به خشکی	۰/۷۹۵**	۰/۰۲۳	۰/۸۴۵**				
بهره‌وری متوسط	۰/۹۴۶**	۰/۸۴۵**	۰/۰۵۷	۰/۵۵۵**			
تحمل به تنش	۰/۸۷۵**	۰/۹۰۸**	-۰/۰۹۵	۰/۴۱۶*	۰/۹۷۸**		
میانگین هارمونیک	۰/۸۲۶**	۰/۹۵۳**	-۰/۱۹۳	۰/۳۱۷	۰/۹۶۳**	۰/۹۸۴**	
میانگین هندسی	۰/۸۹۲**	۰/۹۰۹**	-۰/۰۷۲	۰/۴۳۷*	۰/۹۹۰**	۰/۹۹۱**	۰/۹۹۱**

** همبستگی در سطح ۱٪ معنی‌دار * همبستگی در سطح ۵٪ معنی‌دار

عملکرد بیشتر از میانگین و در محیط دیم عملکرد کمتر از میانگین داشتند، و بر اساس شاخصها نیز در مرتبه متوسط تا ضعیفی قرار داشتند. اکسشنهای ۶، ۱۶ و ۲۱ با قرار گرفتن در گروه C، عملکرد بیشتر از میانگین در محیط دیم نشان دادند و در محیط آبی عملکرد کمتر از میانگین داشتند، و براساس چهار شاخص نیز در رده متوسط تا ضعیف قرار گرفتند. اکسشنهای ۲۰، ۲۲، ۴، ۸، ۱۸، ۱، ۳، ۱۹ و ۷ با قرار گرفتن در گروه D عملکرد کمتری نسبت به میانگین در هر دو محیط آبی و دیم نشان دادند، و بر اساس چهار شاخص نیز در رده اکسشنهای ضعیف قرار داشتند. اکسشن ۷ (بیجار) با کمترین مقاومت به خشکی و کمترین عملکرد، ضعیف‌ترین اکسشن در بین اکسشنهای مورد مطالعه با توجه به شاخصهای مقاومت به خشکی و عملکرد محیط آبی و دیم بود.

با توجه به اینکه روند پاسخ اکسشن برای چهار شاخص مورد بحث یکسان بود، تنها نمودار پراکنش سه بعدی شاخص DTI با عملکرد محیط آبی و دیم در شکل ۱ ارائه شده است. ارائه نتایج این چهار شاخص به این شرح است (با توجه به شکل ۱)، که اکسشنهای ۱۰، ۲۳، ۲۴، ۱۷، ۵، ۱۵، ۱۳، ۱۴ و ۱۲ در گروه A قرار گرفتند، و در بین این اکسشنها، براساس شاخصهای MP، DTI، MH و GMP اکسشنهای ۱۰، ۲۳ و ۲۴ با بیشترین میزان مقاومت به خشکی، در گروه اکسشنهای برتر قرار گرفتند، همچنین عملکرد سه اکسشن بیان شده در دو محیط آبی و دیم نیز در بین سایر اکسشنها بیشتر بود، و اکسشنهای ۱۷ و ۵ نیز در رده دوم اکسشنهای مقاوم به خشکی قرار داشتند، دیگر اکسشنهای این گروه در رده اکسشنهای متوسط قرار گرفتند. اکسشنهای ۹، ۱۱ و ۲ در گروه B قرار گرفتند، اکسشنهای این گروه در محیط آبی



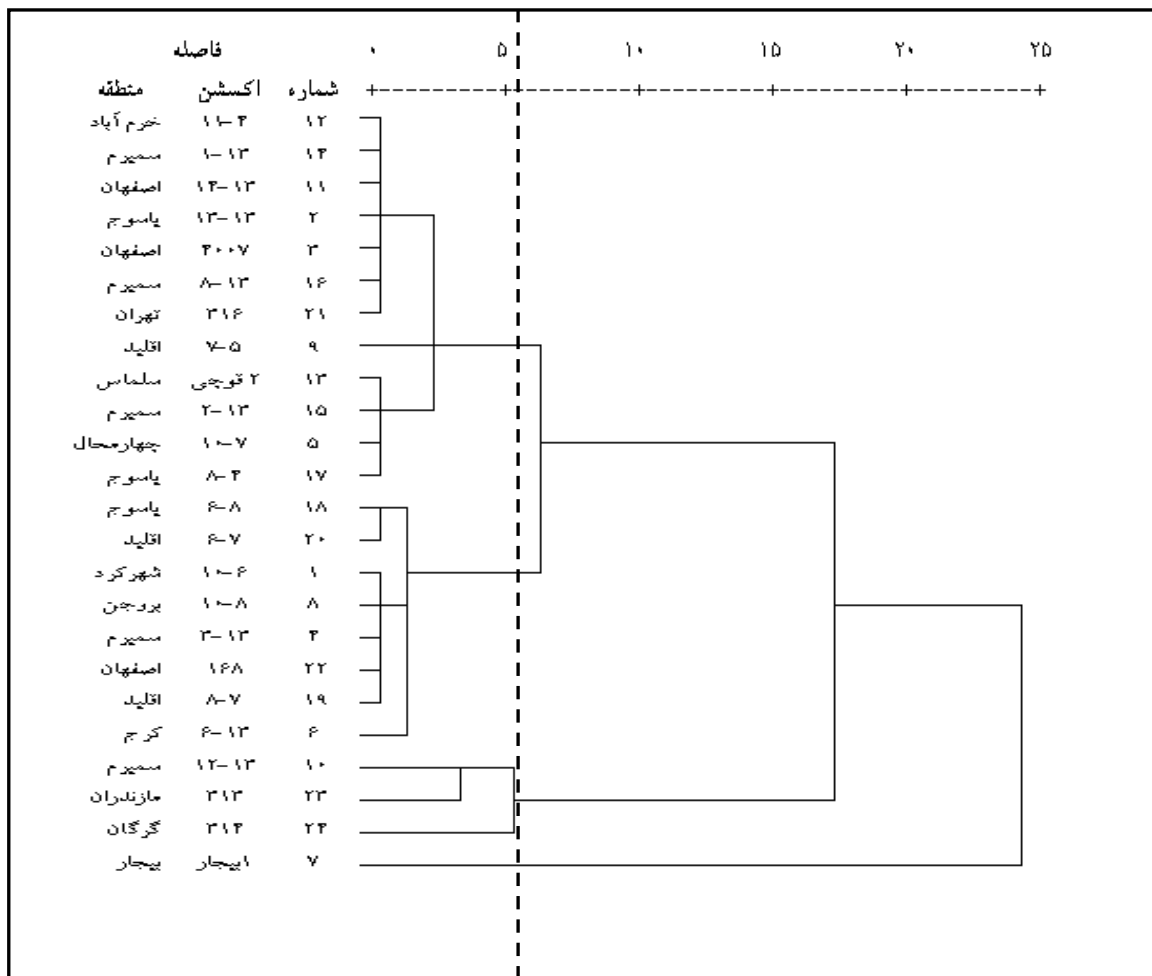
شکل ۱- نمودار پراکنش سه بعدی شاخص DTI با عملکرد محیط آبی و دیم برای اکسشنها

براساس شاخصهای مقاومت به خشکی نه تنها بین منطقه‌ای می‌باشد، بلکه درون مناطق نیز این تنوع مشاهده می‌گردد.

آزمون دانکن در سطح ۰.۵٪ برای میانگین شاخصهای مقاومت به خشکی در گروه‌های ایجاد شده توسط تجزیه خوشه‌ای با استفاده از میانگین مربعات خطای حاصل از تجزیه واریانس یک طرفه انجام شد (جدول ۶). نتایج نشان دادند که به استثناء دو شاخص حساسیت به تنش و تحمل به خشکی، در دیگر شاخصها آزمون دانکن گروه‌بندی حاصل از تجزیه خوشه‌ای را به خوبی تفکیک نموده و بیان نمود که چهار گروه مجزا وجود دارد.

با استفاده از شاخصهایی که همبستگی معنی‌دار مثبت با دو محیط آبی و دیم داشتند، برای اکسشنها تجزیه خوشه‌ای با روش گروه‌بندی جفتی غیرهموزن بر اساس میانگین حسابی^۱ (UPGMA) انجام شد، که دندروگرام حاصل در شکل ۲ ارائه شده است. با توجه به دندروگرام اکسشنهای ۱۰، ۲۳ و ۲۴ که بیشترین مقاومت به خشکی را نشان دادند، در گروه یک قرار گرفتند. گروه دوم نیز اکسشنهایی بودند که بعد از گروه یک بیشترین مقاومت به خشکی را داشتند و با توجه به نمودار ۱ در مناطق A و B بودند. در گروه چهارم نیز اکسشن ۷ قرار داشت که کمترین مقاومت به خشکی را نشان داد. بعد از اکسشن ۷، اکسشنهای گروه سوم کمترین میزان مقاومت به خشکی را داشتند. تجزیه خوشه‌ای نتوانست اکسشنها را براساس منشأ جمع‌آوری با توجه به شاخصهای مقاومت به خشکی به خوبی تفکیک نماید، بنابراین تنوع بین اکسشنها

1-Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean



جدول ۶- مقایسه میانگین گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش دانکن برای شاخصهای مقاومت به خشکی

گروه تجزیه	خوشه‌ای	عملکرد بهینه	عملکرد تنش	حساسیت به تنش	تحمل به خشکی	بهره‌وری متوسط	تحمل به تنش	میانگین هارمونیک	میانگین هندسی
۱	۳۸۸۹ a	۲۳۳۶ a	۰/۸۳ a	۱۵۵۲ a	۳۱۱۳ a	۱/۰۱ a	۲۸۶۰ a	۲۹۸۱ a	
۲	۳۲۱۰ b	۱۷۵۵ b	۱/۰۱ a	۱۴۵۴ a	۲۴۸۳ b	۰/۶۴ b	۲۲۴۶ b	۲۳۶۰ b	
۳	۲۴۹۰ c	۱۳۶۸ c	۰/۹۹ a	۱۱۲۱ ab	۱۹۲۹ c	۰/۳۹ c	۱۷۴۳ c	۱۸۳۳ c	
۴	۱۴۲۹ d	۹۷۷ d	۰/۷۲ a	۴۵۱ b	۱۲۰۳ d	۰/۱۶ d	۱۱۵۸ d	۱۱۸۰ d	

مقادیر ویژه، درصد واریانس و درصد واریانس تجمعی دو مؤلفه اول ارائه شده است. همچنان‌که ملاحظه می‌گردد، بیش از ۹۹ درصد از تنوع بین اکسشنها برای مقاومت به

به‌منظور بررسی روند تنوع سیستماتیک بین اکسشنهای مورد مطالعه برای مقاومت به خشکی از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی استفاده شد. در جدول ۷ بردارهای ویژه،

خشکی نامگذاری کرد. و مؤلفه دوم نیز برای دو شاخص حساسیت به تنش و تحمل به خشکی بود.

بحث

با توجه به نتایج تجزیه واریانس مرکب در بین دو محیط برای عملکرد علوفه خشک تنوع معنی دار مشاهده شد. اختلاف معنی دار برای عملکرد علوفه در بین دو محیط آبی و دیم ناشی از پتانسیل آبی متفاوت دو محیط می باشد (فرشادفر و همکاران، ۱۳۸۹a)، که باعث ایجاد اختلاف معنی دار برای عملکرد علوفه شده است، و در نتیجه گزینش بر مبنای شاخص معیار مناسبی برای ارزیابی مقاومت به خشکی اکسشنها می باشد (Simane et al., 1993). اسفندیاری و همکاران (۱۳۸۷) تنوع معنی دار را برای شاخصهای مقاومت به خشکی در بین ۵ گونه یونجه یکساله گزارش نمودند.

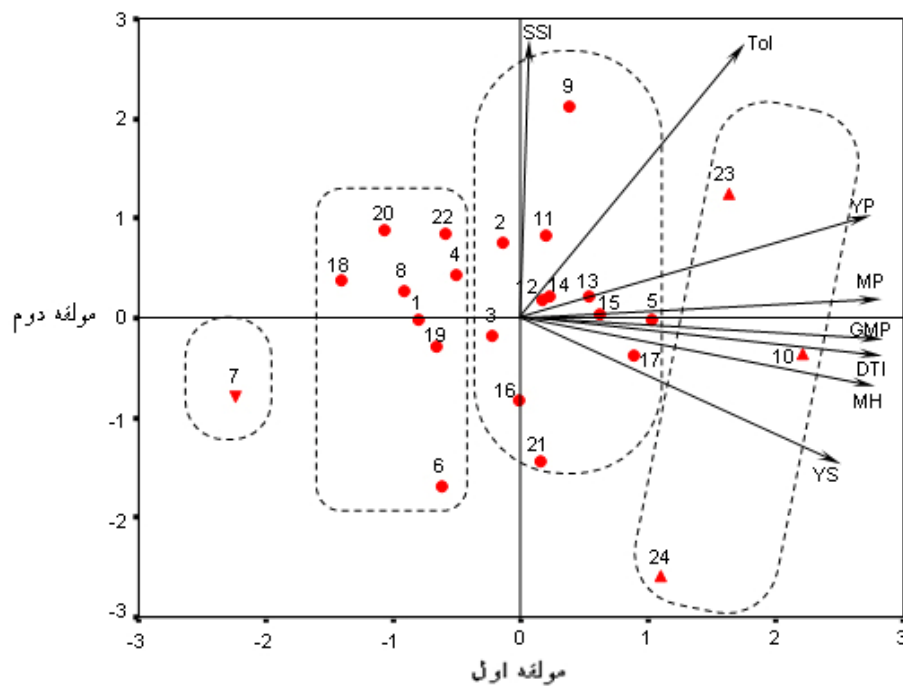
خشکی توسط دو مؤلفه اول بیان شده است، همچنین در شکل ۳ نمودار پراکنشی اکسشنها و بردار مربوط به شاخصها با توجه به دو مؤلفه اول ارائه شده، با توجه به اینکه نمودار اکسشنهایی که در تجزیه های قبلی برتر بودند، ارتباط بالایی با شاخصهای مورد بررسی نشان دادند. نتایج تجزیه به مؤلفه ها تأییدی بر سایر نتایج بود. همچنین نتیجه گروه بندی بدست آمده از تجزیه خوشه ای نیز در نمودار ۲ با نقطه چین مشخص شده و مشاهده می گردد که این گروه بندی کاملاً با مؤلفه اول منطبق می باشد، این نتیجه با مقادیر مؤلفه اول در جدول ۷ کاملاً مطابقت دارد، زیرا مقادیر این مؤلفه بیشتر برای شاخصهایی بود که با عملکرد همبستگی بالایی داشتند، و به عبارت دیگر می توان این مؤلفه را مؤلفه مقاومت به

جدول ۷- مقادیر ویژه، درصد واریانس، درصد واریانس تجمعی و ضرایب بردارهای

ویژه ۲ عامل اصلی حاصل از تجزیه به مؤلفه های اصلی شاخصها در اکسشنها

نام شاخص	مؤلفه ۱	مؤلفه ۲
عملکرد بهینه	۰/۳۸۶	۰/۲۴۸
عملکرد تنش	۰/۳۶۰	-۰/۳۳۷
حساسیت به تنش	۰/۰۰۶	۰/۶۷۶
تحمل به خشکی	۰/۲۱۵	۰/۵۸۰
شاخص بهره وری متوسط	۰/۴۱۵	۰/۰۳۰
تحمل به تنش	۰/۴۱۰	-۰/۰۷۶
میانگین هارمونیک	۰/۴۰۵	-۰/۱۴۶
میانگین هندسی	۰/۴۱۳	-۰/۰۶۱
مقادیر ویژه	۵/۸	۲/۲
درصد واریانس	۷۲/۵	۲۶/۹
درصد واریانس تجمعی	۷۲/۵	۹۹/۴

اعدادی که در زیر آنها خط کشیده شده است ارزش بیشتری در مؤلفه های اصلی دارند.



شکل ۳ - نمودار پراکنشی اکسشنها و بردار مربوط به شاخصها با توجه به دو مؤلفه اول

محیط دیم نیز در رده اکسشنهای برتر قرار داشتند، به عبارت دیگر واکنش اکسشنها در دو محیط متفاوت بود، بنابراین گزینش بر مبنای شاخص می‌تواند به انتخاب اکسشنهای مقاوم به خشکی کمک نماید.

با توجه به اینکه شاخصهای مناسب جهت ارزیابی مقاومت به خشکی، شاخصهایی هستند که با عملکرد دو محیط آبی و دیم همبستگی بالایی داشته باشند (Fernandes, 1992)، بنابراین شاخصهای میانگین هارمونیک، بهره‌وری متوسط، میانگین هندسی بهره‌وری و تحمل به تنش به‌عنوان شاخصهای مناسب معرفی شدند، همچنین نتایج بدست‌آمده از تجزیه به مؤلفه‌ها نیز نشان داد که روند تغییرات دو شاخص حساسیت به تنش و تحمل به خشکی با دیگر شاخصها و عملکرد محیط آبی و دیم متفاوت می‌باشد. در تحقیقات متعددی که انجام شده انتخاب برای مقاومت به خشکی براساس شاخصهای

همچنین براساس تجزیه واریانس شاخصهای مقاومت به خشکی و عملکرد علوفه خشک در محیط آبی و دیم تنوع معنی‌دار در بین اکسشنها داشتند. وجود تنوع معنی‌دار در بین اکسشنهای مختلف مورد مطالعه بیانگر وجود تنوع ژنتیکی می‌باشد (محمدی و همکاران، ۱۳۸۵)، بنابراین در بین اکسشنها برای عملکرد علوفه خشک در دو محیط آبی و دیم و شاخصهای مقاومت به خشکی تنوع ژنتیکی کافی برای گزینش اکسشنهای مقاوم به خشکی وجود داشت. تنوع معنی‌دار برای عملکرد علوفه خشک در جمعیت‌های مختلف گونه *Ag.cristatum* توسط رحمانی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش شد.

نتایج بدست‌آمده از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که عملکرد علوفه دو اکسشن ۱۰ و ۵ در هر دو محیط آبی و دیم برتر بود، اما علاوه بر دو اکسشن ۱۰ و ۵، اکسشنهای ۲۳ و ۹ برای محیط آبی و اکسشنهای ۲۴ و ۱۷ برای

خشکی نیز در رده برترین‌ها قرار داشتند، این روند برای اکسشنهای ضعیف نیز صادق بود. البته گروه‌بندی براساس تجزیه خوشه‌ای نیز به خوبی اکسشنهای مقاوم به خشکی را از دیگر اکسشنها جدا کرد و با نتیجه مقایسه میانگینها مطابقت داشت.

در یک جمع‌بندی کلی می‌توان بیان داشت که برای مقاومت به خشکی اکسشنها بر اساس شاخصهای بهره‌وری متوسط، میانگین هارمونیک، میانگین هندسی بهره‌وری و تحمل به تنش نتایج کاملاً مشابهی مشاهده شد، و اکسشنهای ۱۰ (سمیرم)، ۲۳ (مازندران) و ۲۴ (گرگان) با بیشترین مقاومت به خشکی براساس چهار شاخص بیان شده، مناسب برای احیای مراتع یا تولید وارپته‌های مصنوعی برای مراتع استان کرمانشاه می‌باشند.

منابع مورد استفاده

- آذرنبوند، ح.، و جوادی، م.، ۱۳۸۲. بررسی اثر تنش خشکی بر روی جوانه‌زنی دو گونه مرتعی از جنس آگروپایرون. مجله بیابان، جلد ۸، شماره ۲، صفحه ۱۹۲-۲۰۵.
- اسفندیاری، ص.، حسن‌لی، ع.م.، صفری، ه. و فرشادفر، م.، ۱۳۸۷. مقاومت به خشکی پنج گونه یونجه یکساله در شرایط آب و هوایی استان کرمانشاه. تحقیقات مرتع و بیابان، جلد ۱۵، شماره ۲، صفحه ۲۸۳-۲۹۴.
- برومندان، پ. و معتمدی، ج.، ۱۳۸۶. گندمیان علوفه‌ای. انتشارات دانشگاه رازی.
- جعفری، ع. ا.، سیدمحمدی، ع.ر.، عبدی، ن. و مداح عارفی، ح.، ۱۳۸۷. بررسی عملکرد بذر و تولید علوفه در ۳۱ ژنوتیپ علف گندمی بیابانی (*Agropyron desertorum*)، با استفاده از شاخصهای مقاومت به خشکی. تحقیقات مرتع و بیابان، جلد ۱۵، شماره ۱، صفحه ۱۱۴-۱۲۸.
- رحمانی، ا.، جعفری، ع.ا. و قلعه نادر، ا.، ۱۳۸۸. بررسی عملکرد بذر و محصول علوفه در ارقام و ژنوتیپ‌های *Agropyron cristatum* در منطقه معتدل سرد شمال لرستان در شرایط دیم و

مقاومت به خشکی در گیاهان مختلف نتایج مشابه گزارش شده است (جعفری و همکاران، ۱۳۸۷؛ فرشادفر و همکاران، ۱۳۸۹b؛ Nouri *et al.*, 2011). همچنین این نتیجه با نتایج بدست‌آمده از همبستگی شاخصها کاملاً منطبق بود، از طرف دیگر نتایج بدست‌آمده از مقایسه میانگینها نیز نشان داد اکسشنهایی که برای شاخصهای مناسب جهت ارزیابی مقاومت به خشکی برتر یا ضعیف بودند، با اکسشنهای برتر یا ضعیف از نظر عملکرد محیط آبی و دیم مطابقت داشتند، در حالی که اکسشنهای برتر یا ضعیف براساس شاخصهای حساسیت به تنش و تحمل به خشکی مطابقت کمتری با اکسشنهای برتر یا ضعیف براساس عملکرد دو محیط آبی و دیم داشتند، و در مجموع دو شاخص حساسیت به تنش و تحمل به خشکی برای ارزیابی مقاومت به خشکی اکسشنها مناسب نبودند. فرشادفر و همکاران (۱۳۸۹b) در بررسی مقاومت به خشکی گونه *Ag.elongatum* شاخصهای میانگین هارمونیک، بهره‌وری متوسط و میانگین هندسی بهره‌وری را به‌عنوان شاخصهای مناسب برای ارزیابی مقاومت به خشکی معرفی نمودند. جعفری و همکاران (۱۳۸۷) مقاومت به خشکی عملکرد علوفه و عملکرد بذر گونه *Ag.desertorum* را با استفاده از شاخصهای مقاومت به خشکی مورد ارزیابی قرار دادند، و شاخصهای DTI، GMP و MP را به‌عنوان شاخصهای مقاومت به خشکی و شاخصهای SSI و Tol را به‌عنوان شاخصهای حساسیت معرفی کردند. با توجه به چهار شاخص مناسب برای ارزیابی مقاومت به خشکی، اکسشنهای ۱۰، ۲۴ و ۲۳ در رده اول، و اکسشنهای ۵ و ۱۷ در رده دوم قرار گرفتند. همانطور که ملاحظه می‌گردد بیشتر اکسشنهایی که با توجه به عملکرد برتر بودند، براساس شاخصهای مقاومت به

- Daniel, G.O., Loren, S.J. and Kevin, B.J., 2003. Intermediate Wheatgrass (*Thinopyrum intermedium* (Host) Barkworth & Dewey, D.R.). In: Plant Guide. United States Department of Agriculture.
- Fernandes, G.C.J., 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. in proceeding of on the symo. Taiwan, 13-16 Aug, 1992. By: C.G. Kuo, AVRDC.
- Fisher, R.A. and Maurer, R., 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. *Aust. Journal of Agricultural Research*, 29: 897 – 912.
- Johnson, R.C., 1991. Salinity resistance, water relations, and salt content of crested and tall wheatgrass accessions. *Journal of Crop Sciences*, 31:730-734.
- Nouri, A., Etmnan, A., Teixeira da Silva, J.A. and Mohammadi, R., 2011. Assessment of yield, yield-related traits and drought tolerance of durum wheat genotypes (*Triticum turgidum* var. *durum* Desf.). *Aust. Journal of Crop Sciences*, 5(1): 8-16.
- Rosielle, A.T. and Hambelen, J., 1981. Theoretical aspect of selection yield in stress and non-stress environment. *Journal of Crop Sciences*, 21: 943-946.
- Simane, B.P., Struik, C., Nachit, M.M. and Peacock, M.J., 1993. Ontogenic analysis of yield components and yield stability of durum wheat in water-limited environments. *Euphytica*, Vol. 71, PP:211-219.
- Smoliak, S., Ditterline, R.L., Scheetz, J.D., Holzworth, L.K., Sims, J.R., Wiesner, L.E., Baldrige, D.E. and Tibke, G.L., 2003. Montana interagency plant materials handbook for forage production, conservation, reclamation, and wildlife. Montana State University.
- فاریاب. تحقیقات مرتع و بیابان، جلد ۱۶، شماره ۱، صفحه ۶۶-۷۸.
- فرشادفر، م.، مرادی، ف.، محبی، ع. و صفری، ه.، ۱۳۸۹ا. بررسی پایداری عملکرد علوفه ۱۸ ژنوتیپ *Agropyron elongatum* با استفاده از مدل AMMI در دو محیط تنش و بدون تنش. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، جلد ۱۸، شماره ۱، صفحه ۴۵-۵۴.
- فرشادفر، م.، مرادی، ف.، محبی، ع. و صفری، ه.، ۱۳۸۹ب. بررسی تنوع ژنتیکی و مقاومت به خشکی در اکسشنهایی از گونه *Agropyron elongatum* با استفاده از صفات مورفولوژیک و شاخصهای مقاومت به خشکی. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، جلد ۱۸، شماره ۲، صفحه ۱۹۹-۲۱۳.
- محمدی، ر.، خیام نکویی، م.، میرلوحی، آ. و رزمجو، خ.، ۱۳۸۵. بررسی تنوع ژنتیکی جمعیت‌های مختلف گونه علوفه ای - مرتعی *Agropyron elongatum*. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، جلد ۱۴ شماره ۱، صفحه ۱۵-۲۴.
- مصدافی، م.، ۱۳۸۲. مرتعداری در ایران. چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، استان قدس رضوی.
- Asay, K.H. and Dewey, D.R., 1992. Probable origin of standard crested wheatgrass, *Agropyron desertorum* Fisch. Ex link, Schultes, Can, *Journal of Plant Sciences*. 72: 763-72.

Drought resistance evaluation based on forage yield in accessions of *Agropyron trichophorum* by drought resistance indices

Safari, H.^{1*} and Jafari, A.A.²

1*- Corresponding Author, Research Instructor, Research Center for Agriculture and Natural Resources, Kermanshah, Iran,
Email: hooshmandp@yahoo.com

2- Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.

Received: 28.08.2010

Accepted: 20.09.2011

Abstract

Drought resistance of 24 accessions of *Agropyron trichophorum* was examined based on forage yield in a complete block design with three replications under normal and dry land farming system. Drought resistance indices of genotypes were measured for forage dry matter yield of two environment conditions including sensitivity to stress index (SSI), tolerance (TOL), mean productivity (MP), drought tolerant index (DTI), mean harmonic (MH) and geometrical mean of productivity (GMP). According to the results of variance analysis of drought resistance indices, significant variation was observed among accessions. Results of mean comparisons showed that genotypes 10 (Semirom), 23 (Mazandaran), 24 (Gorgan), 5 (Chaharmahal), 17 (Yasuj) and 9 (Eghlid) had higher values for forage dry matter yield in both environment conditions. With regard to the drought resistance indices, genotypes 10 (Semirom), 23 (Mazandaran) and 24 (Gorgan), showed the most resistance to drought stress. Obtained results were confirmed by results of cluster analysis and principle component analysis.

Key words: *Agropyron trichophorum*, forage yield, drought resistance index, accession