

ارزیابی مقاومت به خشکی عمل کرد علوفه ژنوتیپ‌های گونه *Elymus hispidus*

هوشمند صفری^۱، مربی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه
علی اشرف جعفری، دانشیار موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع

پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۰۱/۲۴

دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۰۷/۱۱

چکیده

بخش اعظمی از مراتع ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک قرار دارند، بنابراین مقاومت به خشکی در گیاهان این مناطق دارای اهمیت زیادی می‌باشد. در این پژوهش تنوع عمل‌کرد ۱۱ ژنوتیپ علوفه از گونه *Elymus hispidus* در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو محیط آبی (بدون تنش) و دیم (تنش)، طی سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۵ در ایستگاه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، واقع در شهرستان اسلام‌آباد غرب مورد ارزیابی قرار گرفت. تنوع معنی‌داری ($p < 0.01$) در بین دو محیط تنش و بدون تنش و هم‌چنین، در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی برای عمل‌کرد علوفه خشک مشاهده شد. با استفاده از عمل‌کرد علوفه خشک اندازه‌گیری شده دو محیط آبی و دیم، شاخص‌های مقاومت به خشکی برای ژنوتیپ‌ها محاسبه شد. با توجه به تجزیه واریانس در بین ژنوتیپ‌ها برای شاخص‌های تحمل به تنش، بهره‌وری متوسط و عمل‌کرد محیط بدون تنش در سطح یک درصد و برای شاخص‌های میانگین هارمونیک و میانگین هندسی بهره‌وری در سطح پنج درصد تنوع معنی‌دار مشاهده شد. برای شاخص‌های حساسیت به تنش، تحمل به خشکی و عمل‌کرد محیط تنش در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی تنوع معنی‌دار مشاهده نشد. شاخص‌های بهره‌وری متوسط، میانگین هندسی بهره‌وری، میانگین هارمونیک و تحمل به تنش هم‌بستگی مثبت و معنی‌دار با عمل‌کرد دو محیط تنش و بدون تنش نشان دادند، بنابراین انتخاب برای مقاومت به خشکی براساس این شاخص‌ها انجام شد. در مجموع، نتایج حاصل از مقایسه میانگین عمل‌کرد علوفه خشک محیط تنش و بدون تنش و مطالعه شاخص‌های مقاومت به خشکی با روش دانکن در سطح پنج درصد نشان داد که ژنوتیپ‌های ۵-۸۹۰ و ۶-۸۹۰، بیش‌ترین مقاومت به خشکی را داشتند و به‌عنوان مواد ژنتیکی مناسب به‌منظور احیای مراتع یا جهت برنامه‌های اصلاحی برای شرایط دیم استان کرمانشاه معرفی شدند. نتایج تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مولفه‌های اصلی نیز، نتایج به‌دست آمده را تایید نمود.

واژه‌های کلیدی: تجزیه کلاستر، تحمل به خشکی، تنش، چاودار وحشی، شاخص مقاومت به خشکی

مقدمه

چاودار وحشی^۲ گروه متنوعی از علف گندمیان علوفه‌ای چندساله را تشکیل می‌دهد که در نواحی معتدل دنیا گسترش یافته است (Lawrence و Heinrichs، ۱۹۶۸). در ایران نیز از مهم‌ترین علف گندمیان مرتعی محسوب می‌شود که در مناطق استپی سرد و مناطق معتدل می‌روید و ارزش مرتعی قابل توجهی دارد. این گیاه دائمی است و اغلب دارای فرم چمنی می‌باشد (مظفریان، ۱۳۷۵). به‌گزارش پیمانی‌فرد و همکاران (۱۳۷۳) گونه‌های جنس *Elymus* از علف گندمیان علوفه‌ای مهم مراتع نیمه‌استپی هستند که همراه با بعضی از گونه‌های *Hordeum Festuca Agropyron*

^۱ نویسنده مسئول: hooshmandp@yahoo.com

^۲ Elymus

Bromus کشت می‌شوند و اکثر گونه‌های آن در تولید علوفه، تغذیه دام، احیاء مراتع و جلوگیری از فرسایش آبی و بادی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در بررسی‌های تازه تعدادی از گیاهان جنس *Agropyron* به این جنس منتقل شده است (Assadi, ۱۹۹۵). گونه *Elymus hispidus* یکی از گونه‌های مهم این جنس بوده که گونه *Agropyron intermedium* به‌عنوان وارسته *intermedium* در این گونه قرار گرفته است (Assadi, ۱۹۹۶). بسیاری از گیاهان علف گندمی به نواحی استپی یا بیابانی با شرایط آب و هوایی نیمه‌مرطوب تا خشک سازگاری یافته‌اند. گونه‌های مختلف *Agropyron* در مقابل تنش‌های محیطی از جمله کم‌بود آب، واکنش‌های متفاوتی با توجه به غلظت ABA (اسید آبسزیک) و تولید پرولین نشان می‌دهند (Dewey و Asay, ۱۹۹۲). علف گندمی کرک‌دار (*A. intermedium*) به‌وسیله Walton (۱۹۸۱) به‌عنوان گیاهی که در خاک‌های قلیائی یا کم‌حاصل با بارندگی اندک رشد مناسبی دارد، معرفی شده است.

Levitt (۱۹۷۲) بین دو طریقه اساسی که گیاهان می‌توانند در مناطق خشک رشد کنند و ادامه حیات دهند، تفاوت قائل شده است که فرار از خشکی و مقاومت حقیقی به خشکی از آن جمله می‌باشد. فرار از خشکی را توانائی یک گیاه برای رسیدن به مرحله بلوغ قبل از فرارسیدن خشکی و مقاومت به خشکی را توانائی یک گیاه برای زنده ماندن، رشد نمودن و در نهایت تولید محصول رضایت‌بخش زمانی که گیاه متناوباً تحت شرایط کم‌بود آب قرار می‌گیرد، تعریف می‌کنند (Gupta و Otoole, ۱۹۸۶).

در مناطق نیمه‌خشک که پراکنش بارندگی متناسب نیست، قابلیت عمل‌کرد در شرایط تنش بهترین معیار مقاومت به خشکی محسوب نمی‌شود، بلکه پایداری عمل‌کرد و مقایسه عمل‌کرد شرایط تنش و بدون تنش به‌عنوان معیارهای مناسب‌تری برای واکنش ارقام به تنش رطوبتی می‌باشند (Simane و همکاران, ۱۹۹۳). Fernandes (۱۹۹۲) تظاهر عمل‌کرد ژنوتیپ‌ها در دو محیط تنش و بدون تنش را به چهار گروه تقسیم می‌شود.

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 بالائی در محیط تنش دارند

گروه D، ژنوتیپ‌هایی که تظاهر ضعیفی را در هر دو محیط دارند

بر همین اساس بهترین معیار انتخاب برای تنش معیاری است که گروه A را از سایر گروه‌ها تشخیص دهد. Fisher و Maurer (۱۹۷۸) شاخص حساسیت به تنش^۱ (*SSI*) را براساس معادله‌های (۱) و (۲) پیشنهاد کردند.

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

$$SI = 1 - (\bar{Y}_s) / (\bar{Y}_p) \quad (2)$$

که در آن‌ها، *SI* بیان‌گر شدت تنش^۲، Y_p عمل‌کرد ژنوتیپ در محیط بدون تنش، Y_s عمل‌کرد ژنوتیپ در محیط تنش، \bar{Y}_s میانگین عمل‌کرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط تنش و \bar{Y}_p میانگین عمل‌کرد کلیه ژنوتیپ‌ها در محیط بدون تنش می‌باشد.

شاخص تحمل به خشکی^۳ (*Tol*) و شاخص بهره‌وری متوسط^۴ (*MP*) را Rosielle و Hambelen (۱۹۸۱) به‌صورت معادلات (۳) و (۴) بیان نمودند.

¹ Stress Sensitivity Index

² Stress Intensity

³ Tolerance

⁴ Mean Productivity

$$Tol = Y_p - Y_s \quad (3)$$

$$MP = (Y_s + Y_p) / 2 \quad (4)$$

شاخص‌های میانگین هارمونیک^۱ (MH)، میانگین هندسی بهره‌وری^۲ (GMP) و تحمل به تنش^۳ (DTI) را Fernandes (۱۹۹۲) برای شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا در هر دو شرایط تنش و بدون تنش به صورت معادله‌های (۵) الی (۷) پیشنهاد کرد.

$$MH = 2(Y_s)(Y_p) / (Y_s + Y_p) \quad (5)$$

$$GMP = \sqrt{((Y_s)(Y_p))} \quad (6)$$

$$DTI = (Y_p / \bar{Y}_p)(Y_s / \bar{Y}_s)(\bar{Y}_s / \bar{Y}_p) = (Y_p)(Y_s) / (\bar{Y}_p)^2 \quad (7)$$

در یک دید کلی مقاومت در برابر آفات و امراض، خشکی، سرما و گرما از زمره عواملی هستند که باید هنگام اصلاح نباتات جهت تولید مدنظر قرار گیرند (سندگل، ۱۳۷۵). این پژوهش با فرض وجود تنوع معنی‌دار برای مقاومت به خشکی عمل کرد علوفه خشک در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، انجام شد و برای این منظور عمل کرد علوفه خشک ۱۱ ژنوتیپ از گونه *Elymus hispidus* با استفاده از شاخص‌های مقاومت به خشکی، جهت معرفی ژنوتیپ‌های مقاوم به تنش خشکی برای شرایط آب و هوایی استان کرمانشاه، مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات اسلام آباد غرب متعلق به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، با طول و عرض جغرافیایی ۴۶° ۵۹' و ۳۴° ۰۸'، با خاک لوم (بافت متوسط)، ارتفاع از سطح دریا ۱۲۶۰ متر و میانگین بارندگی سالانه ۴۰۰ میلی‌متر و متوسط دما ۲۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد. بیش‌ترین میزان بارندگی، براساس آمار هواشناسی در اسفند ماه و کم‌ترین تغییرات بارندگی در فروردین ماه بوده است. میزان بارندگی ماه‌های اردیبهشت و آبان بیش‌ترین تأثیر را بر میزان عمل کرد محصولات بر جای گذاشته است.

تعداد ۱۱ ژنوتیپ از گونه *Elymus hispidus* تهیه شده از بانک ژن موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع (جدول ۱) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو محیط آبی و دیم مورد بررسی قرار گرفت. هر کرت آزمایشی به ابعاد ۲×۱/۵ متر در نظر گرفته شد و دو خط با فاصله ۵۰ سانتی‌متر از یک‌دیگر در هر کرت کشت شد. فاصله بین دو کرت ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بین دو تکرار (ردیف) یک متر در نظر گرفته شد. کشت در تاریخ اول آبان ماه ۱۳۸۳ با دست و آبیاری در محیط آبی هر هفته یک‌بار انجام شد. در سال اول به‌منظور استقرار گیاه از صفات یادداشت‌برداری انجام نشد و در سال ۱۳۸۵ بعد از برداشت کل کرت علوفه خشک توزین شد و به‌عنوان عمل کرد وزن خشک علوفه برای هر کرت بر حسب گرم در کرت اندازه‌گیری شد، و در ادامه با توجه به مساحت کرت‌های آزمایشی و تعمیم آن به هکتار، عمل کرد علوفه خشک بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد.

تجزیه واریانس مرکب به‌منظور بررسی وجود اختلاف معنی‌دار برای عمل کرد علوفه خشک در بین دو محیط تنش و بدون تنش و همچنین در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی انجام شد (جعفری و همکاران، ۱۳۸۷). با استفاده از عمل کرد علوفه خشک شاخص‌های حساسیت به تنش (Fisher و Maurer، ۱۹۷۸)، تحمل به خشکی و بهره‌وری متوسط (Rosielle و Hambelen، ۱۹۸۱)، میانگین هارمونیک، میانگین هندسی بهره‌وری و تحمل به تنش (Fernandes، ۱۹۹۲) محاسبه شد. تنوع برای مقاومت به خشکی در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برای شاخص‌های مقاومت به

¹ Mean Harmonic

² Geometrical Mean Productivity

³ Drought Tolerance Index

خشکی با استفاده از تجزیه واریانس در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. هم‌چنین، براساس میانگین عمل کرد علوفه در محیط تنش و بدون تنش و میانگین به‌دست آمده برای شاخص‌های مقاومت به خشکی، در بین ژنوتیپ‌ها مقایسه میانگین به‌روش دانکن در سطح پنج درصد انجام شد (اسفندیاری و همکاران، ۱۳۸۷). با توجه به این‌که شاخص‌هایی برای انتخاب مناسبند که با هر دو محیط آبی و دیم هم‌بستگی بالایی داشته باشند (Fernandes, ۱۹۹۲)، هم‌بستگی بین شاخص‌های مقاومت به خشکی و عمل کرد محیط آبی و دیم محاسبه شد و مقاومت به خشکی ژنوتیپ‌ها براساس نمودار پراکنش سه بعدی مورد بررسی قرار گرفت.

جدول ۱- لیست ژنوتیپ‌های مورد مطالعه

| شماره | کد بانک ژن | شماره | کد بانک ژن |
|-------|------------|-------|------------|
| ۱ | ۸۹۰-۲ | ۷ | ۸۹۰-۱۰ |
| ۲ | ۸۹۰-۴ | ۸ | ۸۹۰-۱۱ |
| ۳ | ۸۹۰-۵ | ۹ | ۸۹۰-۱۳ |
| ۴ | ۸۹۰-۶ | ۱۰ | ۸۹۰-۱۴ |
| ۵ | ۸۹۰-۷ | ۱۱ | ۸۹۰-۱۵ |
| ۶ | ۸۹۰-۹ | | |

در نهایت با استفاده از تجزیه چندمتغیره (تجزیه خوشه‌ای با روش UPGMA) ژنوتیپ‌ها براساس شاخص‌های مقاومت به خشکی گروه‌بندی شدند (فرشادفر و همکاران، ۱۳۸۹b). هم‌چنین، به‌منظور بررسی روند تنوع سیستماتیک بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برای شاخص‌های مقاومت به خشکی از تجزیه به مولفه‌های اصلی استفاده شد (Nouri و همکاران، ۲۰۱۱). تجزیه واریانس، تجزیه کلاستر، محاسبه شاخص‌های مقاومت به خشکی و تجزیه به مولفه‌های اصلی با نرم‌افزارهای SPSS، Excel و SAS انجام و نمودارهای مربوط تهیه شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب برای عمل کرد علوفه اندازه‌گیری شده ۱۱ ژنوتیپ مورد بررسی در دو محیط آبی و دیم انجام شد (جدول ۲). هم‌چنان که ملاحظه می‌شود، اثر محیط و ژنوتیپ در سطح یک درصد معنی‌دار شده است و اثر متقابل محیط×ژنوتیپ اختلاف معنی‌دار نشان نداد. نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های مقاومت به خشکی (جدول ۳) نشان داد که اثر ژنوتیپ به‌جز برای شاخص‌های حساسیت به تنش، تحمل به خشکی و عمل کرد محیط تنش در دیگر شاخص‌ها در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب عمل کرد علوفه

| منابع تغییرات | درجه آزادی | عمل کرد علوفه |
|---------------|------------|----------------------|
| محیط | ۱ | ۱۰۴۸۴۸۵۸۶** |
| خطای ۱ | ۴ | ۵۰۷۰۱۱ |
| ژنوتیپ | ۱۰ | ۱۵۳۴۶۰۴** |
| ژنوتیپ×محیط | ۱۰ | ۸۵۴۱۴۴ ^{ns} |
| خطای ۲ | ۴۰ | ۴۵۸۲۲۴ |

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

جدول ۳- تجزیه واریانس شاخص‌های مقاومت به خشکی

| شاخص | میانگین مربعات | | |
|------------------|----------------|-----------------------|----------------------|
| | خطا Df = ۲۰ | ژنوتیپ Df = ۱۰ | بلوک Df = ۲ |
| عمل کرد تنش | ۲۶۹۴۵۹ | ۴۲۲۲۴۲ ^{ns} | ۱۷۰۳۴۱ ^{ns} |
| عمل کرد بهینه | ۶۴۶۹۸۹ | ۱۹۶۶۵۰۷ ^{**} | ۸۴۳۶۸۱ ^{ns} |
| حساسیت به تنش | ۰/۰۸ | ۰/۰۸ ^{ns} | ۰/۰۶ ^{ns} |
| تحمل به خشکی | ۸۸۹۰۵۰ | ۱۷۰۸۲۸۹ ^{ns} | ۸۴۰۸۷۰ ^{ns} |
| بهره‌وری متوسط | ۲۳۵۹۶۱ | ۷۶۷۳۰۲ ^{**} | ۲۹۶۷۹۳ ^{ns} |
| تحمل به تنش | ۰/۰۱ | ۰/۰۴ ^{**} | ۰/۰۱ ^{ns} |
| میانگین هارمونیک | ۲۲۹۹۱۴ | ۵۵۳۹۳۸ [*] | ۲۵۰۷۶۵ ^{ns} |
| میانگین هندسی | ۲۱۹۰۰۷ | ۶۱۸۰۱۹ [*] | ۲۶۰۵۴۷ ^{ns} |

** - اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد، * - اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد، ^{ns} - عدم وجود اختلاف معنی‌دار

مقایسه میانگین شاخص‌های مقاومت به خشکی ژنوتیپ‌ها به روش دانکن در سطح پنج درصد (جدول ۴)، نشان داد که میانگین عمل کرد بهینه وزن خشک علوفه ژنوتیپ‌های مورد بررسی ۵۶۹۷ کیلوگرم در هکتار با انحراف معیار $\pm 244/1$ و ضریب تغییرات ۴/۲۸ درصد بود. ژنوتیپ ۷-۸۹۰ با ۷۳۷۸ کیلوگرم در هکتار علوفه خشک بیش‌ترین مقدار عمل کرد بهینه را داشت و در گروه A قرار گرفت و با ژنوتیپ‌های ۵-۸۹۰ و ۶-۸۹۰ اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد نداشت. ژنوتیپ ۲-۸۹۰ با ۴۸۳۷ کیلوگرم در هکتار با کم‌ترین میزان عمل کرد بهینه در گروه D قرار داشت که با دیگر ژنوتیپ‌ها به غیر از سه ژنوتیپ برتر بیان شده در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار نشان نداد.

جدول ۴- مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها به روش دانکن برای شاخص‌های مقاومت به خشکی در سطح پنج درصد

| کد ژنوتیپ | عمل کرد بهینه | عمل کرد تنش | حساسیت به تنش | تحمل به خشکی | بهره‌وری متوسط | تحمل به تنش | میانگین هارمونیک | میانگین هندسی |
|-----------|---------------|-------------|---------------|--------------|----------------|-------------|------------------|---------------|
| ۸۹۰-۲ | ۴۸۳۷ d | ۲۸۳۷ bc | ۰/۸۵ ab | ۱۸۰۱ b | ۳۷۳۷ c | ۰/۴۱ d | ۳۵۰۷ c | ۳۶۲۰ d |
| ۸۹۰-۴ | ۵۲۲۰ bcd | ۳۲۴۷ abc | ۰/۸۲ b | ۱۹۷۳ b | ۴۲۳۳ bc | ۰/۵۲ bcd | ۳۹۴۴ abc | ۴۰۴۸ bcd |
| ۸۹۰-۵ | ۶۲۷۹ abc | ۳۸۵۲ ab | ۰/۸۷ ab | ۲۴۲۷ b | ۵۰۶۶ ab | ۰/۷۴ ab | ۴۷۵۴ ab | ۴۹۰۷ ab |
| ۸۹۰-۶ | ۶۶۵۲ ab | ۳۸۶۷ a | ۰/۹۵ ab | ۲۷۸۶ b | ۵۲۶۰ a | ۰/۷۹ a | ۴۸۵۶ a | ۵۰۵۲ a |
| ۸۹۰-۷ | ۷۳۸۷ a | ۲۸۱۵ c | ۱/۴۰ a | ۴۵۷۲ a | ۵۱۰۱ ab | ۰/۶۴ abc | ۴۰۷۰ abc | ۴۵۵۵ abc |
| ۸۹۰-۹ | ۵۰۲۵ cd | ۲۸۷۴ abc | ۰/۹۴ ab | ۲۱۵۱ b | ۳۹۵۰ c | ۰/۴۵ cd | ۳۶۲۴ c | ۳۷۸۲ cd |
| ۸۹۰-۱۰ | ۵۲۹۷ bcd | ۳۱۱۹ abc | ۰/۹۰ ab | ۲۱۷۹ b | ۴۲۰۸ bc | ۰/۵۱ cd | ۳۸۹۴ bc | ۴۰۴۶ bcd |
| ۸۹۰-۱۱ | ۵۶۷۱ bcd | ۳۰۰۰ abc | ۰/۹۹ ab | ۲۶۷۱ b | ۴۳۳۶ abc | ۰/۵۲ bcd | ۳۸۴۶ bc | ۴۰۸۱ bcd |
| ۸۹۰-۱۳ | ۵۷۲۶ bcd | ۳۳۴۸ abc | ۰/۹۲ ab | ۲۳۷۸ b | ۴۵۳۷ abc | ۰/۵۹ abcd | ۴۲۱۵ abc | ۴۳۷۲ abcd |
| ۸۹۰-۱۴ | ۵۰۰۵ cd | ۲۹۷۰ abc | ۰/۹۴ ab | ۲۰۳۵ b | ۳۹۸۸ c | ۰/۴۷ cd | ۳۷۱۶ c | ۳۸۴۹ cd |
| ۸۹۰-۱۵ | ۵۷۷۰ bcd | ۳۰۱۵ abc | ۱/۰۸ ab | ۲۷۵۵ b | ۴۳۹۳ abc | ۰/۵۴ bcd | ۳۹۴۸ abc | ۴۱۶۴ bcd |

میانگین عمل کرد علوفه خشک در شرایط تنش ژنوتیپ‌های مورد بررسی ۳۱۷۷ کیلوگرم با انحراف معیار $\pm 113/1$ و ضریب تغییرات ۳/۵۶ درصد بود. ژنوتیپ ۶-۸۹۰ با ۳۸۶۷ کیلوگرم بیش‌ترین عمل کرد علوفه خشک را در محیط تنش داشت و با دیگر ژنوتیپ‌ها به استثناء دو ژنوتیپ ۷-۸۹۰ و ۲-۸۹۰ در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار نشان نداد. کم‌ترین میزان عمل کرد علوفه خشک مربوط به دو ژنوتیپ ۷-۸۹۰ و ۲-۸۹۰ بود. میانگین شاخص حساسیت به

تنش ژنوتیپ‌های مورد بررسی ۰/۹۷ با انحراف معیار $\pm ۰/۰۵$ و ضریب تغییرات ۵/۰۱ درصد بود. ژنوتیپ ۴-۸۹۰ بیش‌ترین مقاومت به خشکی و ژنوتیپ ۷-۸۹۰ کم‌ترین مقاومت به خشکی را با توجه به شاخص حساسیت به تنش داشتند و دیگر ژنوتیپ‌ها در حد متوسطی قرار داشتند.

میانگین شاخص تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های مورد بررسی ۲۵۲۱ با انحراف معیار $\pm ۲۲۷/۵$ و ضریب تغییرات ۹/۰۲ درصد بود. ژنوتیپ ۷-۸۹۰ کم‌ترین مقاومت به خشکی را با توجه به این شاخص نشان داد و در یک گروه قرار گرفت، دیگر ژنوتیپ‌ها با توجه به این شاخص، تنوع معنی‌داری برای مقاومت به خشکی نشان ندادند. میانگین شاخص بهره‌وری متوسط ژنوتیپ‌های مورد بررسی ۴۴۳۷ با انحراف معیار $\pm ۱۵۲/۵$ و ضریب تغییرات ۳/۴۳ درصد بود. ژنوتیپ ۶-۸۹۰ بیش‌ترین مقاومت به خشکی را با توجه به این شاخص نشان داد که با ژنوتیپ‌های ۷-۸۹۰ و ۵-۸۹۰ در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار نشان نداد. ژنوتیپ‌های ۲-۸۹۰، ۹-۸۹۰ و ۱۴-۸۹۰ کم‌ترین مقاومت به خشکی را با توجه به شاخص بهره‌وری متوسط داشتند.

میانگین شاخص تحمل به تنش ژنوتیپ‌های مورد بررسی ۰/۵۶ با انحراف معیار $\pm ۰/۰۴$ و ضریب تغییرات ۶/۴۹ درصد بود. ژنوتیپ ۶-۸۹۰ بیش‌ترین مقاومت به خشکی را با توجه به این شاخص نشان داد که با ژنوتیپ‌های ۵-۸۹۰، ۷-۸۹۰ و ۱۳-۸۹۰ اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد نداشت و ژنوتیپ ۲-۸۹۰ کم‌ترین میزان مقاومت به خشکی را نشان داد. میانگین هارمونیک ژنوتیپ‌های مورد بررسی ۴۰۳۴ با انحراف معیار $\pm ۱۲۹/۶$ و ضریب تغییرات ۳/۲۱ درصد بود. ژنوتیپ ۴-۸۹۰ بیش‌ترین مقاومت به خشکی را با توجه به این شاخص نشان داد و با ژنوتیپ‌های ۵-۸۹۰، ۴-۸۹۰، ۷-۸۹۰، ۱۳-۸۹۰ و ۱۵-۸۹۰ اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد نداشت. ژنوتیپ ۲-۸۹۰، ۹-۸۹۰ و ۱۴-۸۹۰ کم‌ترین مقاومت به خشکی را با توجه به شاخص میانگین هارمونیک داشتند.

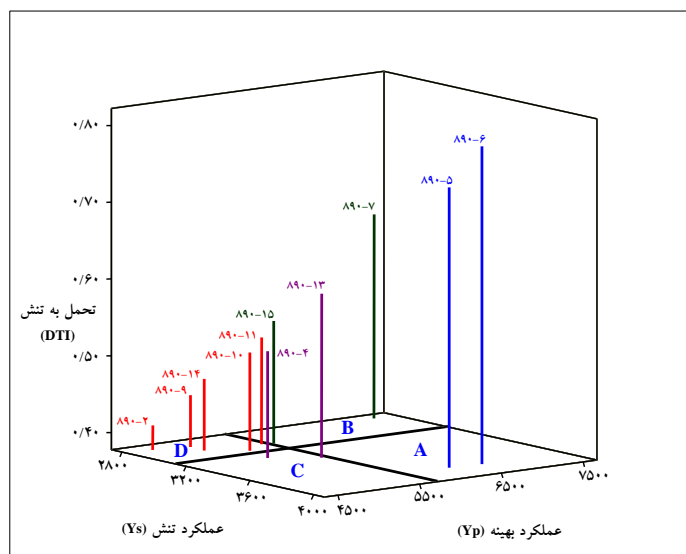
میانگین هندسی ژنوتیپ‌های مورد بررسی ۴۲۲۸ با انحراف معیار $\pm ۱۳۶/۸$ و ضریب تغییرات ۳/۲۴ درصد بود. ژنوتیپ ۶-۸۹۰ بیش‌ترین مقاومت به خشکی را با توجه به این شاخص نشان داد و با ژنوتیپ‌های ۵-۸۹۰، ۷-۸۹۰ و ۱۳-۸۹۰ اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد نداشت. ژنوتیپ ۲-۸۹۰ کم‌ترین مقاومت به خشکی را با توجه به شاخص میانگین هندسی داشت. هم‌بستگی بین شاخص‌های مقاوم به خشکی و عمل‌کرد محیط آبی و دیم (جدول ۵) نشان داد که شاخص‌های MP ، DTI ، MH و GMP را می‌توان به‌عنوان شاخص‌های مناسب به‌منظور انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی در نظر گرفت.

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 | ۰/۳۷۳ | | | | | | |
| حساسیت به تنش | ۰/۷۱۳* | -۰/۳۶۶ | | | | | |
| تحمل به خشکی | ۰/۸۸۷** | -۰/۰۹۷ | ۰/۹۴۷** | | | | |
| بهره‌وری متوسط | ۰/۹۳۹** | ۰/۶۷۰* | ۰/۴۳۵ | ۰/۶۷۴* | | | |
| تحمل به تنش | ۰/۸۲۸** | ۰/۸۲۵** | ۰/۲۱۸ | ۰/۴۷۸ | ۰/۹۶۹** | | |
| میانگین هارمونیک | ۰/۶۹۶** | ۰/۹۲۴** | ۰/۰۱۶ | ۰/۲۸۷ | ۰/۹۰۰** | ۰/۹۷۷** | |
| میانگین هندسی | ۰/۸۴۰** | ۰/۸۱۶** | ۰/۲۳۴ | ۰/۴۹۵ | ۰/۹۷۵** | ۰/۹۹۸** | ۰/۹۷۴** |

* - هم‌بستگی معنی‌دار در سطح یک درصد، * - هم‌بستگی معنی‌دار در سطح پنج درصد

با توجه به این که روند پاسخ ژنوتیپ برای چهار شاخص مورد بحث یکسان بود، تنها یک نمودار پراکنش سه بعدی شاخص *DTI* با عمل کرد محیط آبی و دیم ارائه شده است (شکل ۱). با توجه به نمودار، ژنوتیپ‌های ۸۹۰-۵ و ۸۹۰-۶ بیشترین میزان مقاومت به خشکی را داشتند و همچنین براساس تقسیم‌بندی فرناندز در منطقه A قرار گرفتند. این ژنوتیپ‌ها با توجه به چهار شاخص مورد نظر برتری خود را نشان دادند، اما دو ژنوتیپ ۸۹۰-۷ و ۸۹۰-۱۵ در منطقه B نمودار قرار داشتند. ژنوتیپ‌های این گروه در محیط آبی عمل کرد بیش تر از میانگین و در محیط دیم عمل کرد کم تر از میانگین داشتند. ژنوتیپ‌های گروه C نیز عمل کرد بیش تر از میانگین در محیط دیم نشان دادند و در محیط آبی عمل کرد کم تر از میانگین داشتند. ژنوتیپ‌های گروه D در هر دو محیط آبی و دیم عمل کرد کم تری نسبت به میانگین نشان دادند. ژنوتیپ ۸۹۰-۲ با کمترین مقاومت به خشکی و کمترین عمل کرد، ضعیفترین ژنوتیپ در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه با توجه به شاخص‌های مقاومت به خشکی و عمل کرد محیط آبی و دیم بود.



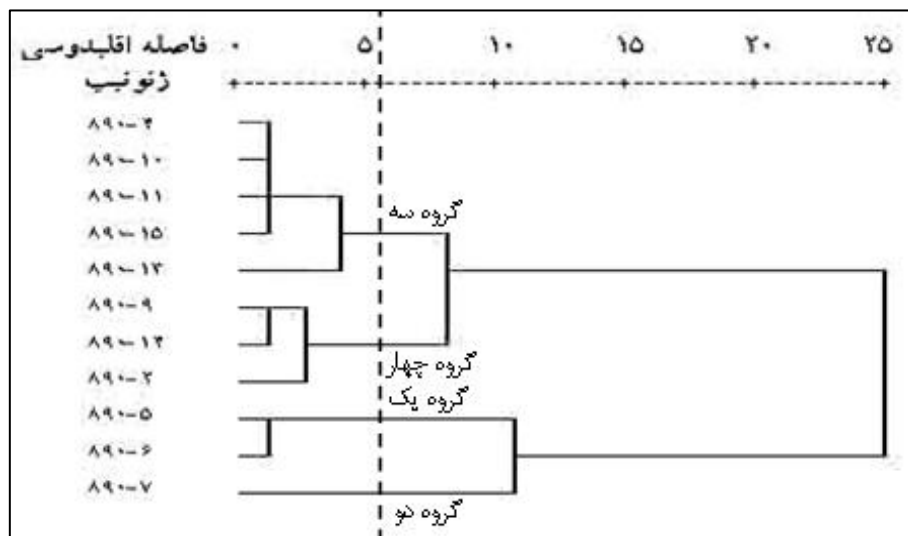
شکل ۱- پراکنش سه بعدی شاخص *DTI* با عمل کرد محیط آبی و دیم

با استفاده از شاخص‌هایی که همبستگی معنی دار مثبت با دو محیط آبی و دیم داشتند، برای اکسشن‌ها تجزیه کلاستر با روش UPGMA انجام شد که دندروگرام حاصل در شکل ۲ ارائه شده است. با توجه به دندروگرام ژنوتیپ‌های ۸۹۰-۵ و ۸۹۰-۶ که بیشترین مقاومت به خشکی را نشان دادند، در یک گروه قرار گرفتند. گروه دوم نیز اکسشن ۸۹۰-۷ بود که بعد از گروه یک بیشترین مقاومت به خشکی را داشت و با توجه به شکل ۱ در منطقه B بود. در گروه چهارم نیز ژنوتیپ‌هایی قرار داشتند که کمترین مقاومت به خشکی را نشان دادند و بعد از گروه چهارم، ژنوتیپ‌های گروه سوم کمترین میزان مقاومت به خشکی را نشان دادند.

در جدول ۶ بردارهای ویژه، مقادیر ویژه، درصد واریانس و درصد واریانس تجمعی دو مولفه اول حاصل از تجزیه به مولفه‌های اصلی برای شاخص‌های مقاومت به خشکی و عمل کرد محیط تنش و بدون تنش در بین ژنوتیپ‌ها ارائه شده است. هم‌چنان که ملاحظه می‌شود، بیش از ۹۹ درصد از تنوع بین اکسشن‌ها برای مقاومت به خشکی توسط دو مولفه اول بیان شده است.

هم‌چنین، در شکل ۳ نمودار پراکنشی اکسشن‌ها و بردار مربوط به شاخص‌ها با توجه به دو مولفه اول ارائه شده است. با توجه به نمودار دو ژنوتیپ ۸۹۰-۵ و ۸۹۰-۶ که در تجزیه‌های قبلی برتر بودند، ارتباط بالایی با شاخص‌های مورد بررسی نشان دادند و نتایج تجزیه به مولفه‌ها، تاییدی بر سایر نتایج بود. هم‌چنین، نتیجه گروه‌بندی حاصل از تجزیه کلاستر نیز در شکل ۳ با نقطه‌چین مشخص شده و مشاهده می‌شود و این گروه‌بندی کاملاً با مولفه اول منطبق

می‌باشد. این نتیجه با مقادیر مولفه اول در جدول ۶ کاملاً مطابقت دارد، زیرا مقادیر این مولفه بیش‌تر برای شاخص‌هایی بود که با عمل کرد، هم‌بستگی بالایی داشتند.



شکل ۲- دندروگرام تجزیه کلاستر ژنوتیپ‌ها با روش UPGMA با استفاده از شاخص‌ها

جدول ۶- مقادیر ویژه، درصد واریانس، درصد واریانس جمعی و ضرایب بردارهای ویژه دو عامل اصلی حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی شاخص‌ها در ژنوتیپ‌ها

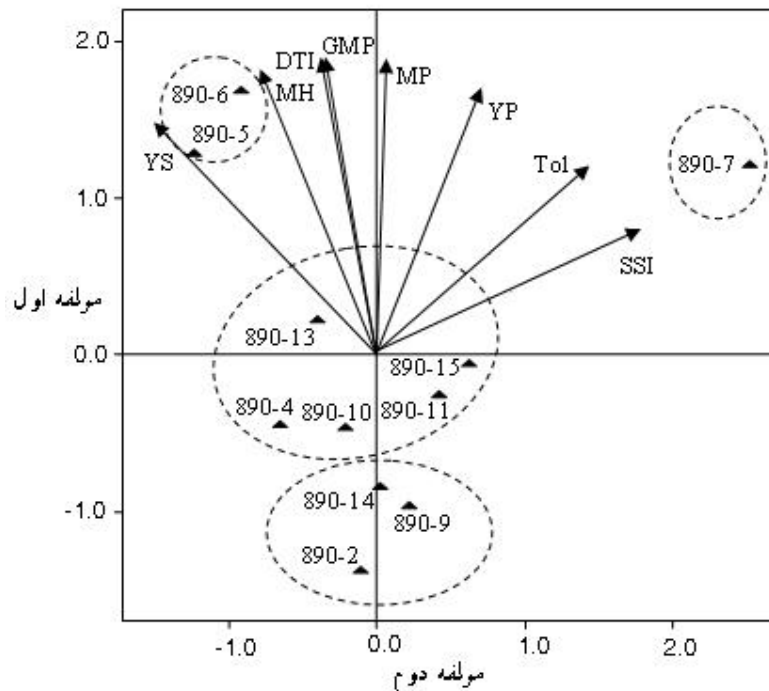
| مؤلفه ۲ | مؤلفه ۱ | نام شاخص |
|---------|---------|---------------------|
| ۰/۳۷۶ | ۰/۹۲۵ | عمل کرد بهینه |
| -۰/۷۱۸ | ۰/۶۹۶ | عمل کرد تنش |
| ۰/۹۰۷ | ۰/۴۰۸ | حساسیت به تنش |
| ۰/۷۶۰ | ۰/۶۴۷ | تحمل به خشکی |
| ۰/۰۳۴ | ۰/۹۹۹ | شاخص بهره وری متوسط |
| -۰/۲۰۲ | ۰/۹۷۸ | تحمل به تنش |
| -۰/۳۹۹ | ۰/۹۱۶ | میانگین هارمونیک |
| -۰/۱۸۵ | ۰/۹۸۳ | میانگین هندسی |
| ۲/۳ | ۵/۷ | مقادیر ویژه |
| ۲۸/۷ | ۷۱/۱ | درصد واریانس |
| ۹۹/۸ | ۷۱/۱ | درصد واریانس جمعی |

اعدادی که در زیر آن‌ها خط کشیده شده است، ارزش بیش‌تری در مؤلفه‌های اصلی دارند.

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که برای عمل کرد علوفه خشک در بین دو محیط و هم‌چنین، در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی تنوع معنی‌دار وجود داشت. لذا می‌توان بیان داشت که وجود اختلاف معنی‌دار برای عمل کرد علوفه در بین دو محیط آبی و دیم ناشی از پتانسیل آبی متفاوت دو محیط می‌باشد (فرشادفر و همکاران، ۱۳۸۹a) که باعث ایجاد اختلاف معنی‌دار برای عمل کرد علوفه شده است. در نتیجه‌گزینش بر مبنای شاخص، معیار مناسبی برای ارزیابی مقاومت به خشکی ژنوتیپ‌ها می‌باشد (Simane و همکاران، ۱۹۹۳).

رحمانی و همکاران (۱۳۸۸) برای عمل کرد علوفه گونه *Agropyron cristatum* در بین دو محیط و در بین ژنوتیپ‌ها تنوع معنی‌دار مشاهده نمودند. تجزیه واریانس عمل کرد دو محیط آبی و دیم و هم‌چنین، شاخص‌های مقاومت به خشکی وجود تنوع معنی‌دار را در بین ژنوتیپ‌ها مشخص نمود. اسفندیاری و همکاران (۱۳۸۷) تنوع

معنی دار را برای شاخص‌های مقاومت به خشکی در بین پنج گونه یونجه یک‌ساله گزارش نمودند. نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که برای محیط آبی، ژنوتیپ‌های ۷-۸۹۰، ۶-۸۹۰ و ۵-۸۹۰ و برای محیط دیم، ژنوتیپ‌های ۶-۸۹۰ و ۵-۸۹۰ بیش‌ترین عمل‌کرد علوفه را داشتند. ملاحظه می‌شود که ژنوتیپ ۷-۸۹۰ در محیط دیم عمل‌کرد بسیار ضعیفی داشت و این امر سبب شد این ژنوتیپ به‌عنوان یک ژنوتیپ مطلوب در محیط آبی و حساس به تنش معرفی شود. تفاوت عمل‌کرد ژنوتیپ‌ها در دو محیط بیان‌گر کارایی بیش‌تر گزینش بر مبنای شاخص می‌باشد. نتیجه مشابه به‌وسیله فرشادفر و همکاران (۱۳۸۹b) در بررسی مقاومت به خشکی گونه *Agropyron elongatum* گزارش شد.



شکل ۳- پراکنش ژنوتیپ‌ها و بردار مربوط به شاخص‌ها با توجه به دو مولفه اول

گزینش براساس شاخص *MP* باعث انتخاب ژنوتیپ‌هایی می‌شود که در هر دو محیط تنش و بدون تنش عمل‌کرد بالایی دارند. بنابراین این شاخص قادر به تفکیک گروه A از گروه B نمی‌باشد (Hambelen و Rosielle, ۱۹۸۱). اما شاخص *GMP* قدرت بیش‌تری نسبت به شاخص *MP* جهت تفکیک گروه A از سایر گروه‌ها دارد (Fernandes, ۱۹۹۲). همچنین، چون در محاسبه شاخص *DTI*، شدت استرس (*SI*) نیز منظور می‌شود، قادر به تفکیک ژنوتیپ‌های گروه A از گروه B و C می‌باشد (Hambelen و Rosielle, ۱۹۸۱). شاخص *MH* نیز دارای اریب به طرف Y_p خواهد بود. بنابراین بهتر است، گزینش به‌طور هم‌زمان براساس شاخص‌هایی که بیش‌ترین هم‌بستگی با دو محیط را دارند، انجام شود (Fernandes, ۱۹۹۲).

در شکل ۳ نکات بیان شده کاملاً مشخص است و ملاحظه می‌شود که دو شاخص *DTI* و *GMP* در بین عمل‌کرد دو محیط آبی و دیم قرار گرفته‌اند و همچنین تمایل شاخص *MH* به طرف محیط آبی و تمایل شاخص *MP* به طرف محیط دیم که در نتیجه باعث عدم توانایی در تفکیک دو گروه A و B از هم‌دیگر می‌شود، کاملاً مشخص است. با توجه به تجزیه به مولفه‌ها، روند تغییرات دوشاخص *SSI* و *Tol* با دیگر شاخص‌ها و عمل‌کرد محیط آبی و دیم متفاوت می‌باشد. این نتیجه با نتایج حاصل از هم‌بستگی شاخص‌ها کاملاً منطبق می‌باشد. Nouri و همکاران (۲۰۱۱) نتیجه مشابه برای شاخص‌های مقاومت به خشکی گزارش نمودند. جعفری و همکاران (۱۳۸۷) شاخص‌های

MP، *GMP* و *DTI*، فرشادفر و همکاران (۱۳۸۹ب) شاخص‌های *MP*، *GMP* و *MH* و صفری و همکاران (۱۳۸۳) شاخص‌های *MP*، *GMP*، *DTI* و *MH* را به‌عنوان شاخص‌های مناسب برای انتخاب ژنوتیپ‌های مقاوم به خشکی معرفی نمودند. در هر حال در این بررسی نیز چهار شاخص یاد شده به‌عنوان شاخص‌های مناسب معرفی شدند و با توجه به این شاخص‌ها ژنوتیپ‌های ۶-۸۹۰ و ۵-۸۹۰، بیش‌ترین مقاومت به خشکی را نشان دادند. هم‌چنان که ملاحظه می‌شود این دو ژنوتیپ با توجه به عمل‌کرد نیز برتر بودند و این روند برای ژنوتیپ‌های ضعیف نیز صادق بود. به این معنی که ژنوتیپ ۲-۸۹۰، ۹-۸۹۰ و ۱۴-۸۹۰ که با توجه به عمل‌کرد در رده ژنوتیپ‌های ضعیف قرار داشتند، براساس شاخص‌ها نیز ضعیف بودند. فرشادفر و همکاران (۱۳۸۹ب) برای گونه *Agropyron elongatum* سه اکسشن مقاوم به خشکی با میانگین عمل‌کرد علوفه خشک ۳۲۹۰ تا ۳۶۲۰ کیلوگرم در هکتار و شاخص تحمل به تنش ۰/۶۱ تا ۰/۶۷ برای شرایط آب و هوایی استان کرمانشاه در محیط دیم معرفی نمودند. اما ملاحظه می‌شود که عمل‌کرد علوفه خشک دو ژنوتیپ ۵-۸۹۰ و ۶-۸۹۰ تحت شرایط دیم به‌ترتیب ۳۸۵۲ و ۳۸۶۷ کیلوگرم در هکتار و شاخص تحمل به تنش آن‌ها ۰/۷۴ و ۰/۷۹ است. بنابراین ژنوتیپ‌های ۵-۸۹۰ و ۶-۸۹۰ مناسب جهت برنامه‌های احیاء مراتع در شرایط آب و هوایی استان کرمانشاه می‌باشند.

منابع مورد استفاده

- اسفندیاری، ص.، ع.م. حسنی، ه. صفری و م. فرشادفر. ۱۳۸۷. مقاومت به خشکی پنج گونه یونجه یک‌ساله در شرایط آب و هوایی استان کرمانشاه. تحقیقات مرتع و بیابان، ۱۵(۲): ۲۹۴-۲۸۳.
- پیمانی‌فرد، ب.، ب. ملک‌پور و م. فایزی‌پور. ۱۳۷۳. معرفی گیاهان مهم مرتعی و راهنمای کشت آن‌ها برای مناطق مختلف ایران. نشریه شماره ۲۴، انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور.
- جعفری، ع.ا.، ع.ر. سیدمحمدی، ن. عبدی و ح. مداح‌عارفی. 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، ۱۵(۱): ۱۱۴-۱۱۴.
- رحمانی، ا.، ع.ا. جعفری و ا. قلعه‌نادر. ۱۳۸۸. بررسی عمل‌کرد بذر و محصول علوفه در ارقام و ژنوتیپ‌های *Agropyron cristatum* در منطقه معتدل سرد شمال لرستان در شرایط دیم و فاریاب. تحقیقات مرتع و بیابان، ۱۶(۱): ۶۶-۷۸.
- سندگل، ع. ۱۳۷۵. چگونگی رشد گراس‌ها. انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور.
- صفری، ه.، ع. فرشادفر، م. فرشادفر و ف. نوری. ۱۳۸۳. مکان‌یابی QTL‌های کنترل‌کننده مقاومت به خشکی در لاین‌های جای‌گزین شده کروموزومی گندم با استفاده از شاخص‌های مقاومت به خشکی. چکیده مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشگاه گیلان.
- فرشادفر، م.، ف. مرادی، ع. محبی و ه. صفری. 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، ۱۸(۱): ۵۴-۴۵.
- فرشادفر، م.، ف. مرادی، ع. محبی و ه. صفری. 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، ۱۸(۲): ۲۱۳-۱۹۹.
- مظفریان، و. ۱۳۷۵. فرهنگ نام‌های گیاهان مرتعی ایران. انتشارات فرهنگ معاصر، تهران.
- Asay, K.H. and D.R. Dewey. 1992. Probable origin of standard crested wheatgrass, *Agropyron desertorum* Fisch. Ex link, Schultes, Canadian Journal of Plant Science, 72(3): 763-772.
- Assadi, M. 1995. Meiotic configuration and chromosome number in some Iranian species of *Elymus* and *Agropyron* Gaertner (Poaceae: Triticeae). Botanical Journal of the Linnean Society, 117:159-168.
- Assadi, M. 1996. A taxonomic revision of *Elymus* sect. *Caespitosae* and sect. *Elytrigia* in Iran. *Willdeowia*, 26: 251-271.
- Fernandes, G.C.J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress, Taiwan.
- Fisher, R.A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. *Australian Journal of Agricultural Research*, 29: 897-912.
- Gupta, P.C. and J.C. Otooole. 1986. Upland rice, global perspective. IRRI, 358 pages.
- Lawrence, T. and D.H. Heinrichs. 1968. Long term effects of row spacing and fertilizer on the productivity of Russian wild ryegrass. *Canadian Journal of Plant Science*, 48: 75-84.

17. Levitt. j. 1972. Responses of plants to environmental stresses. Academic press, New York. 697 pages.
18. Nouri, A., A. Etmnan, J.A. Teixeira da Silva and R. Mohammadi. 2011. Assessment of yield, yield-related traits and drought tolerance of durum wheat genotypes (*Triticum turjidum* var. *durum* Desf.). Australian Journal of Crop Science, 5(1): 8-16.
19. Rosielle, A.T. and J. Hambelen. 1981. Theoretical aspect of selection yield in stress and non-stress environment. Crop Science, 21: 943-946.
20. Simane, B.P., C. Struik, M.M. Nachit and M.J. Peacock. 1993. Ontogenic analysis of yield components and yield stability of durum wheat in water-limited environments. Euphytica, 71: 211-219.
21. Walton, P.D. 1981. The production and management of cultivated forages. Reston Publishing Company. 336 pages.

Drought resistance evaluation of forage yield in *Elymus hispidus* genotypes

Hooshmand Safari¹, Scientific Board, Agricultural and Natural Resources Research Center, Kermanshah, Iran

Aliashraf Jafari, Associate Professor, Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, Iran

Received: 03 October 2011

Accepted: 12 April 2012

Abstract

Most of Iranian rangelands are located in arid and semi arid areas, therefore, drought resistance is an important issue in this regions' plants. Drought resistance variation of forage yield for 11 genotypes of *Elymus hispidus* was examined in complete block design with three replications under normal and dryland farming system, in Islam Abad Gharb, Kermanshah, Iran, during 2004-2006. Significant variation ($p < 0.01$) for forage yield were observed between with and without tension environments and between genotypes. Drought resistance indices of genotypes were measured for dry matter forage yield (Y_p) of irrigated and dryland (Y_s) conditions, like sensitivity to stress index, Tolerance (Tol), Mean Productivity (MP), Drought Tolerant Index (DTI), Harmonic Mean (HM) and Geometrical Mean of Productivity (GMP). Variance analysis of drought resistance indices showed that genotypes had significant variation at 1% level for DTI, MP and Y_p and at 5% level for HM and GMP. Significant variation for SSI, Tol and Y_s were not observed among genotypes. The indices of MP, GMP, HM and DTI showed the significant positive correlation with Y_s and Y_p , therefore selection for drought resistance were performed based on this indices. Also, the results of mean product comparison of Y_s , Y_p and drought resistance indices by Duncan method at 5% level showed that genotypes 890-5 and 890-6 has higher drought resistance value and can be introduced as a suitable genetic material for rangeland reclamation or breeding programs for drylands in Kermanshah province. This results were confirmed by cluster and principle component analysis.

Key words: Cluster analysis, Drought resistance index, Drought tolerance, *Elymus hispidus*, Tension

¹ Corresponding author: hooshmandp@yahoo.com