مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۲۷، شماره ۴، سال ۱۳۹۰

ارزیابی تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های علف پشمکی (*Bromus tomentellus*)

Evaluation of Drought Tolerance in *Bromus tomentellus* Genotypes

افشین بافنده روزبهانی[۱]، علی اشرف جعفری[۲] و ابراهیم رحمانی[۳]

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بروجرد
۲- دانشیار، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران
۳- استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، خرم‌آباد، ایستگاه بروجرد

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۱۱/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۴/۲

چکیده

بافنده روزبهانی، ا.، جعفری، ع. ا.، و رحمانی، ا. ۱۳۹۰. ارزیابی تحمل به خشکی در ژنوتیپ‌های علف پشمکی (*Bromus tomentellus*). **مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۲۷: ۴۹۴ - ۴۸۳.**

گیاه *Bromus tomentellus* یکی از گرامینه‌های مهم و با ارزش برای تولید علوفه است. با هدف بررسی عملکرد بذر و علوفه خشک و تحمل به خشکی، یازده ژنوتیپ علف پشمکی در دو آزمایش جداگانه آبی و دیم در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بروجرد مورد ارزیابی قرار گرفتند و عملکرد بذر و علوفه آن‌ها اندازه‌گیری شد. با استفاده از تجزیه به مولفه‌های اصلی روی شاخص‌های مقاومت به خشکی شامل میانگین حسابی (MP)، شاخص تحمل (TOL)، شاخص حساسیت به تنش (SSI)، شاخص تحمل به تنش (STI) و میانگین هندسی (GMP) و عملکرد بذر و علوفه در شرایط آبی (Yn) و دیم (Ys)، ژنوتیپ‌ها در دیاگرام دو بعدی بر اساس دو مولفه اصلی اول پراکنش داده شدند. دراین نمودار ژنوتیپ 3752M (با عملکرد ۲۶۵ کیلوگرم بذر در هکتار) و ژنوتیپ‌های 587M، 587P7، 587P12 و 587P3 (با تولید ۱۸۹۷-۱۶۸۰/۳ کیلوگرم علوفه در هکتار) از نظر تحمل به خشکی مناسب تشخیص داده شدند.

واژه‌های کلیدی: *Bromus tomentellus*، عملکرد بذر، عملکرد علوفه، شاخص‌های مقاومت به خشکی.

نویسنده مسئول: bafandeh2007@yahoo.com تلفن: ۰۸۶۱-۳۶۷۵۵۷۱

مقدمه

گراس‌ها یکی از منابع اصلی تامین علوفه در کشاورزی محسوب می‌شوند. این گیاهان در دامپروری بیشتر کشورهای اروپایی و مناطق معتدله و گرم دنیا نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند (Breymeyer, 1990). گراس‌ها در اراضی غیر کشاورزی نیز در حفاظت محیط زیست، تجدید حیات و زیبائی طبیعت نقش مهمی را ایفا می‌کنند (Hopkins, 2000). یکی از گیاهان علوفه‌ای مناسب برای ایجاد چراگاه و تولید علوفه خشک گیاه مرتعی *Bromus tomentellus* است که می‌تواند منبع مناسبی برای تامین بخشی از خوراک دام کشور محسوب شود. در اصلاح گراس‌ها افزایش عملکرد و کیفیت علوفه اهمیت ویژه‌ای دارد و به عنوان یکی از اهداف اصلی در معرفی ارقام اصلاح شده محسوب می‌شود (Heidari Sharifabad and Dorry, 2003).

عملکرد گیاهان زراعی تحت تاثیر ساختار ژنتیکی و شرایط محیطی و اثر متقابل آن‌ها است. اگرچه همه تنش‌های زنده و غیر زنده از عوامل مهم کاهش تولید محسوب می‌شوند اما میزان نزولات جوی یا آبیاری، تشعشع و دما مهم‌ترین عوامل مؤثر بر عملکرد گیاهان زراعی به شمار می‌روند (Entz and Flower, 1990).

در مناطق نیمه خشک که پراکنش بارندگی مناسب نیست پتانسیل عملکرد در شرایط تنش بهترین معیار مقاومت به خشکی محسوب نمی‌شود بلکه پایداری عملکرد (مقایسه مقدار عملکرد در شرایط تنش و شرایط مطلوب) به عنوان معیار مناسب‌تری برای ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌ها به تنش رطوبتی پذیرفته می‌شود (Simane *et al*., 1993). گروهی از پژوهش‌گران نتیجه گرفته‌اند که گزینش در شرایط محیطی مطلوب ژنوتیپ‌های مناسبی هم برای شرایط تنش و هم برای شرایط مطلوب شناسایی می‌کند در حالی که برخی دیگر عنوان کرده‌اند که برای بهبود عملکرد در محیط‌های دارای تنش گزینش باید در همان شرایط انجام شود (Ud-Din *et al*., 1992).

علاوه بر افزایش عملکرد علوفه، تولید بذر گیاهان علوفه‌ای نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و به عنوان یکی از اهداف مهم در معرفی ارقام جدید مورد توجه قرار می‌گیرد، زیرا ارقام علوفه‌ای پرمحصول و خوش‌خوراک، باید از توان بذردهی خوبی هم برخوردار باشند تا برای اصلاح مراتع بذر کافی در اختیار باشد. در اکوتیپ‌های بومی گراس‌ها، به علت ریزش بذر و عدم یکنواختی در ظاهر شدن سنبله‌ها، عملکرد بذر بسیار کم است بر این اساس واگونر (Wagoner, 1990) در یک گزارش تحلیلی از تعداد ۵۱ آزمایش روی ۲۷ گونه گرامینه مرتعی نشان داد که متوسط عملکرد بذر گراس‌ها همیشه از ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار کمتر بوده است. با این حال، نامبرده بر امکان افزایش عملکرد بذر گیاهان علوفه‌ای به بالای ۱۰۰۰ کیلو گرم در هکتار از طریق به‌نژادی تاکید کرده است.

نظر به این که بذرهای خارجی سازگاری با شرایط آب و هوایی ایران را ندارند و بهترین روش احیاء مراتع، بذرپاشی با بذرهای بومی

است، برای بررسی توان عملکرد علوفه و بذر در اکوتیپ‌های بومی و شناسایی ارقام پایدار، لازم است آن‌ها را در شرایط اقلیمی متفاوت (بارندگی کم و پراکنش نامناسب) مورد بررسی قرار داد تا بتوان ارقام مقاوم را شناسایی و گزینش کرد. در ارزیابی علف گندمی در شرایط آبی و دیم، جعفری و همکاران (Jafari *et al.*, 2008) با استفاده از شاخص‌های تحمل Tolerance index (TOL)، حساسیت به تنش Stress susceptibility index (SSI) و عملکرد در شرایط تنش Yield stress (Ys) ژنوتیپ‌های مقاوم و حساس به خشکی را تفکیک کردند و با استفاده از شاخص‌های تحمل به Stress tolerance index (STI)، میانگین حسابی Mean productivity (MP)، میانگین هندسی Geometric mean productivity (GMP) و عملکرد در شرایط آبی Yield normal (Yn) و دیم (Ys) ژنوتیپ‌های پر محصول علوفه را از ژنوتیپ‌های کم‌محصول متمایز کردند. قرزسیاک و همکاران (Grezesiak *et al.*, 1996) برای تعیین عکس‌العمل هجده رقم از گونه‌های لگومینوز (لوبیا، خلر، سویا و لوپن) در برابر خشکی، شاخص SSI را مورد استفاده قرار دادند و با استفاده از این شاخص ارقام را به دو گروه مقاوم به خشکی (SSI<٪۳۱) و حساس به خشکی (SSI>٪۴۴) دسته‌بندی کردند. هدف از این تحقیق، ارزیابی ژنوتیپ‌های علف پشمکی موجود در بانک ژن منابع طبیعی کشور از نظر تحمل به تنش خشکی برای صفات عملکرد بذر و علوفه بر اساس شاخص‌های تحمل یا حساسیت به تنش خشکی بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی مورد استفاده در این بررسی شامل یازده اکوتیپ علف پشمکی (*Bromus tomentellus*) موجود در بانک ژن منابع طبیعی بودند. آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی منابع طبیعی شهرستان بروجرد انجام شد. قطعه زمین مورد آزمایش در پاییز پس از کودپاشی به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم کود فسفات‌آمونیم و ۱۰۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار، دیسک و ماله زده شد و کاشت براساس ۱۵ کیلوگرم بذر در هکتار انجام شد. کرت‌های آزمایشی به ابعاد ۲×۱ متر و شامل چهار خط دو متری به فواصل ۲۵ سانتی‌متر از یک‌دیگر بودند. طرح آزمایشی از نوع بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود. آزمایش در دو قطعه زمین جداگانه در دو شرایط مطلوب و تنش خشکی به اجرا در آمد. در شرایط مطلوب آبیاری کرت‌ها براساس نیاز آبی گیاه به صورت مرتب انجام شد. در آزمایش دوم به جز یک دور آبیاری در زمان کاشت، تنها از نزولات آسمانی استفاده شد.

در این پژوهش پس از قطع علوفه هر کرت در ارتفاع ۶ سانتی‌متری از سطح زمین، علوفه تر توزین و نمونه‌ای ازآن به صورت جداگانه در پاکت گذاشته شد. تمام نمونه‌ها در یک آون در دمای ۱۰۰°C به مدت ۱۲ ساعت خشک و سپس توزین شدند و عملکرد علوفه خشک هر کرت بر اساس کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. برای اندازه‌گیری عملکرد بذر، پس از برداشت کلیه

بوته‌های هر کرت و خشک کردن، کوبیدن و جدا کردن کاه و کلش، وزن بذرآن‌ها بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. داده‌های جمع‌آوری شده، پس از آزمون نرمال بودن توزیع آن‌ها برای هر یک از صفات، به صورت جداگانه درآزمایش‌های آبی و دیم مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. تجزیه مرکب داده‌ها نیز بعد از آزمون یکنواختی واریانس‌ها انجام شد. پس از تایید وجود اختلاف معنی‌دار، مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن انجام شد. شاخص‌های مقاومت به خشکی، شامل TOL، MP، SSI، STI و GMP به تفکیک عملکرد بذر و علوفه در آزمایش آبی و آزمایش دیم برای هر یک از ژنوتیپ‌ها به شرح زیر محاسبه شد:

شاخص SSI (Fischer and Maurer, 1978):

$$SI = 1 - \left(\frac{\overline{Ys}}{\overline{Yn}}\right) \qquad SSI = \frac{1 - \left(\frac{Ys}{Yn}\right)}{SI}$$

شاخص TOL و MP

(Rosielle and Hamblin, 1981):

$$TOL = Yn - Ys$$

$$MP = \frac{Yn + Ys}{2}$$

شاخص STI و GMP (Fernandez, 1992):

$$GMP = \sqrt{(Ys)(Yn)}$$

$$STI = (\frac{Yn}{\overline{Yn}})(\frac{Ys}{\overline{Ys}})(\frac{\overline{Ys}}{\overline{Yn}})$$

در نهایت تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای شاخص‌های مقاومت به خشکی انجام و دیاگرام دوبعدی پراکنش ژنوتیپ‌ها براساس دو مؤلفه اصلی اول و دوم رسم شد. برای تجزیه آماری داده‌ها از نرم‌افزارهای SAS -9 و MINITAB-14 استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس جداگانه دو محیط نشان داد که میانگین مربعات تیمارها برای عملکرد بذر در سطح احتمال ۵٪ و برای عملکرد علوفه خشک در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج تجزیه واریانس مرکب دو آزمایش آبی و دیم برای دو صفت مورد مطالعه، در جدول ۲ آمده است. اثر ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ در محیط برای عملکرد بذر در سطح احتمال ۵٪ و برای عملکرد علوفه خشک در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. اثر محیط برای عملکرد بذر در سطح احتمال ۱٪ و برای عملکرد علوفه خشک، در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود (جدول ۲).

برای عملکرد علوفه در شرایط آبی ژنوتیپ‌های 587P6، 587P10، 587P3 و 587P12 با متوسط ۳۱۱۶ تا ۳۷۵۵ کیلوگرم در هکتار و در شرایط دیم ژنوتیپ‌های 587P10، 587P6، 587P3 و 587P12 با متوسط ۱۸۴۳/۷ تا ۱۹۱۴/۷ کیلوگرم در هکتار بیشترین تولید علوفه خشک را داشتند. در تجزیه مرکب داده‌های دو آزمایش نیز ژنوتیپ‌های 587P6، 587P10، 587P3 و 587P12 با متوسط ۲۴۹۰/۷ تا ۲۸۳۱/۷ کیلوگرم در هکتار، بیشترین تولید علوفه را در میانگین دو محیط داشتند (جدول ۳). برای عملکرد بذر در شرایط آبی ژنوتیپ‌های 587P10، 587P6، 2296M و 587P3 با متوسط ۵۳۵/۵ تا ۶۹۷/۵ کیلوگرم در هکتار و در شرایط دیم ژنوتیپ 3752M با متوسط ۲۶۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین تولید بذر را داشتند. در تجزیه

جدول ۱ – تجزیه واریانس عملکرد علوفه و عملکرد بذر ژنوتیپ‌های *Bromus tomentellus* در شرایط آبی و دیم

Table 1. Analysis of variance for forage yield and seed yield of *Bromus tomentellus* genotypes under irrigated and rainfed conditions

			میانگین مربعات MS			
S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	عملکرد علوفه آبی Forage yield irrigated	عملکرد علوفه دیم Forage yield rainfed	عملکرد بذر آبی Seed yield irrigated	عملکرد بذر دیم Seed yield rainfed
Replication	تکرار	2	2186726**	85212	24303	684
Genotype	ژنوتیپ	10	3944953**	873482**	47636*	5646*
Error	اشتباه	20	271534	94253	20730	2431

*و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

* and **: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

جدول ۲ – تجزیه واریانس مرکب عملکرد علوفه و عملکرد بذر ژنوتیپ‌های *Bromus tomentellus*

Table 2. Combined analysis of variance for forage yield and seed yield of *Bromus tomentellus* genotypes

			میانگین مربعات MS	
S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	عملکرد علوفه Forage yield	عملکرد بذر Seed yield
Environment (E)	محیط	1	1167700*	1860500**
Error 1	اشتباه ۱	4	1135969**	12493
Genotype (G)	ژنوتیپ	10	4156435**	25299*
G×E	ژنوتیپ × محیط	10	661999**	27983*
Error 2	اشتباه ۲	40	182894	11581

*و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

* and **: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

مرکب داده‌های دو آزمایش نیز ژنوتیپ‌های 587P10، 587P6، 2296M و 3752M با میانگین تولید ۳۷۰/۶ تا ۴۲۴/۵ کیلوگرم در هکتار، بیشترین تولید بذر را در میانگین دو محیط آبی و دیم داشتند (جدول ۴).

به منظور شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی، مقادیر پنج شاخص مقاومت به خشکی (TOL، MP، SSI، STI وGMP) به تفکیک عملکرد علوفه و بذر، برای هر یک از ژنوتیپ‌ها محاسبه و نتایج در جدول‌های ۵ و ۶ درج شده است. پارامترهای حاصل از تجزیه به مولفه‌های اصلی روی این شاخص‌ها و نیز عملکرد علوفه، در دو شرایط تنش (Ys) و مطلوب (Yn)، شامل مقادیر ویژه، درصد واریانس توجیه شده و ضرایب بردارهای ویژه برای مولفه‌های ۱ و ۲ در جدول ۷ آمده است. این دو مولفه به ترتیب ۹۱ و ۸ درصد از کل واریانس متغیرها را توجیه کردند.

مقادیر نسبی ضرایب بردارهای ویژه در مولفه اول، نشان داد که شاخص‌های Yn، Ys، TOL، MP، GMP و STI همبستگی منفی با مولفه اول

جدول ۳ - میانگین عملکرد علوفه خشک (کیلوگرم در هکتار) ژنوتیپ‌های *Bromus tomentellus* در شرایط آبی و دیم

Table 3. Mean dry forage yield ($kgha^{-1}$) of *Bromus tomentellus* genotypes under irrigated and rainfed conditions

نام ژنوتیپ Genotype name	منشا Origin	آبی Irrigated	دیم Rainfed	میانگین آبی و دیم Mean ofirrigated and rainfed
587P7	Isfahan	2782.3ab	1752.3a	2267.3ab
587P10	Isfahan	3622.3a	1914.7a	2768.5a
587P6	Isfahan	3755.0a	1908.3a	2831.7a
587P12	Isfahan	3137.7ab	1843.7a	2490.7a
587P3	Isfahan	3116.0ab	1897.0a	2506.5a
2309	Karaj	831.7d	444.3d	638.0d
587M	Isfahan	2506.3bc	1680.3ab	2093.3abc
1690M	Isfahan	733.7d	606.0cd	669.8d
2296M	Zanjan	1527.7d	1139.7bc	1333.7cd
2854M	Arak	861.3	1128.3	994.8
3752M	Arak	1651.7	1161.3	1406.5
Total mean		2229.61	1406.91	1818.26
F		**	**	**
%CV		23.37	21.82	38.91

*و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

* and **: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.
Treatment means, followed by similar letters are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's multiple range test.

جدول ۴ - میانگین عملکرد بذر (کیلوگرم در هکتار) ژنوتیپ‌های *Bromus tomentellus* در شرایط آبی و دیم

Table 4. Mean seed yield ($kgha^{-1}$) of *Bromus tomentellus* genotypes under irrigated and rainfed conditions

نام ژنوتیپ Genotype name	منشا Origin	آبی Irrigated	دیم Rainfed	میانگین آبی و دیم Mean ofirrigated and rainfed
587P7	Isfahan	443.8abcd	166.7b	305.3ab
587P10	Isfahan	697.5a	151.5b	424.5a
587P6	Isfahan	663.8ab	149.6b	406.7a
587P12	Isfahan	433.6abcd	133.9b	283.8ab
587P3	Isfahan	535.5abcd	109.2b	322.4ab
2309	Karaj	375.6cd	123.3b	249.5b
587M	Isfahan	399.3abcd	154.6b	277.0ab
1690M	Isfahan	481.0abcd	104.3b	292.7ab
2296M	Zanjan	600.4abc	158.6b	379.5ab
2854M	Arak	279.3d	175.7b	227.5b
3752M	Arak	476.2abcd	265.0a	370.6ab
Total mean		489.65	153.85	321.75
F		*	*	*
%CV		29.4	32.05	69.12

*و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

* and **: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.
Treatment means, followed by similar letters are not significantly different at the 5% probability level using Duncan's multiple range test.

جدول ۵- میزان تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های *Bromus tomentellus* بر اساس شاخص‌های تحمل به خشکی برای عملکردعلوفه

Table 5. Draught tolerance of *Bromus tomentellus* genotypes based on drought tolerance indices for forage yield

نام ژنوتیپ Genotype name	عملکرد در شرایط نرمال Y_n	عملکرد در شرایط تنش Ys	شاخص تحمل TOL	میانگین حسابی MP	شاخص حساسیت به تنش SSI	شاخص تحمل به تنش STI	میانگین هندسی GMP
587P7	2782.3	1752.3	1030.0	2267.3	0.95768	0.95973	2208.03
587P10	3622.3	1914.7	1707.6	2768.5	1.21952	1.36528	2633.56
587P6	3755.0	1908.3	1846.7	2831.6	1.27225	1.41057	2676.88
587P12	3137.7	1843.7	1294.0	2490.7	1.06686	1.13878	2405.20
587P3	3116.0	1897.0	1219.0	2506.5	1.01203	1.16360	2431.26
2309	831.7	444.3	387.4	638.0	1.20498	0.07274	607.88
587M	2506.3	1680.3	826.0	2093.3	0.85258	0.82901	2052.15
1690M	733.7	606.0	127.7	669.8	0.45026	0.08752	666.80
2296M	1527.7	1139.7	388.0	1333.7	0.65702	0.34274	1319.51
2854M	1128.3	861.3	267.0	994.8	0.61217	0.19130	985.80
3752M	1651.7	1161.3	490.4	1406.5	0.76808	0.37758	1385.00

Yn: Yield in non-stressed condition; Ys: Yield in stressed condition; TOL: Tolerance index; MP: Mean productivity; SSI: Stress susceptibility index; STI: Stress tolerance index; GMP: Geometric mean productivity.

جدول ۶- میزان تحمل به خشکی ژنوتیپ‌های *Bromus tomentellus* بر اساس شاخص‌های تحمل به خشکی برای عملکرد بذر

Table 6. Drought tolerance of *Bromus tomentellus* genotypes based on drought tolerance indices for seed yield

نام ژنوتیپ Genotype name	عملکرد در شرایط نرمال Y_n	عملکرد در شرایط تنش Ys	شاخص تحمل TOL	میانگین حسابی MP	شاخص حساسیت به تنش SSI	شاخص تحمل به تنش STI	میانگین هندسی GMP
587P7	443.8	166.7	277.1	305.25	0.91047	0.308585	272.00
587P10	697.5	151.5	546.0	424.50	1.14147	0.440767	325.07
587P6	663.8	149.6	514.2	406.70	1.12957	0.414211	315.13
587P12	443.6	133.9	299.7	283.75	1.00789	0.242171	240.95
587P3	535.5	109.2	426.3	322.35	1.16084	0.243913	241.82
2309	375.6	123.3	252.3	249.45	0.97951	0.193171	215.20
587M	399.3	154.6	244.7	276.95	0.89362	0.257491	248.46
1690M	481.0	104.3	376.7	292.65	1.14200	0.209258	223.98
2296M	600.4	158.6	441.8	379.50	1.07300	0.397188	308.58
2854M	279.3	175.7	103.6	227.50	0.54089	0.204689	221.52
3752M	476.2	265.0	211.2	370.60	0.64673	0.526366	355.24

Yn: Yield in non-stressed condition; Ys: Yield in stressed condition; TOL: Tolerance index; MP: Mean productivity; SSI: Stress susceptibility index; STI: Stress tolerance index; GMP: Geometric mean productivity.

دارند و شاخص SSI رابطه منفی و بالا با مولفه دوم داشت. با پراکنش ژنوتیپ‌ها روی محور مختصات حاصل از دو مولفه اصلی اول ژنوتیپ‌ها گروه‌بندی شدند (شکل ۱). ژنوتیپ 587M به

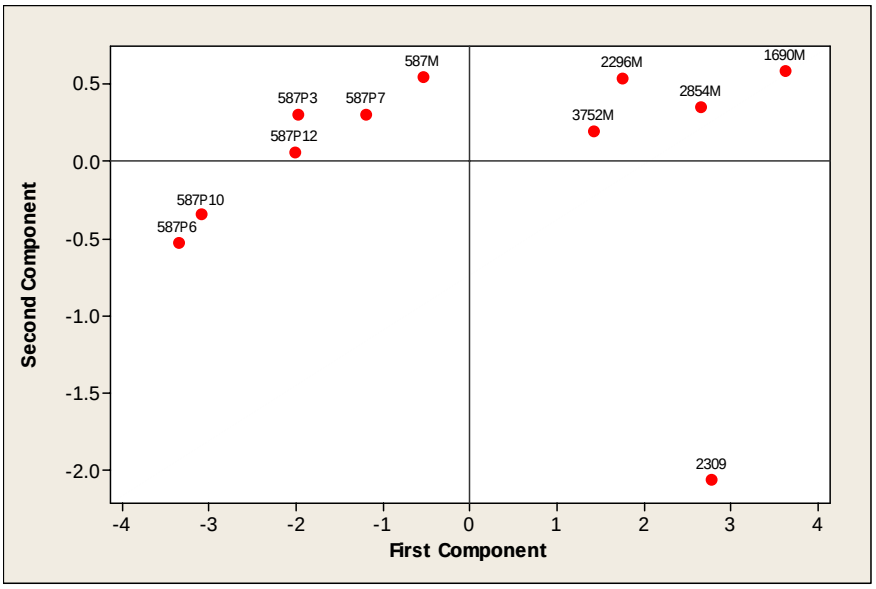
جدول ۷- نتایج حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی شامل مقادیر ویژه، درصد واریانس و ضرایب بردارهای ویژه مربوط به شاخص‌های تحمل به خشکی برای عملکرد علوفه و بذر ژنوتیپ‌های *Bromus tomentellus*

Table 7. The results of principal component analysis including eigen value, variance (%) and coefficients of eigen vectors in relation to drought tolerance indices for forage and seed yield in *Bromus tomentellus* genotypes

Characteristics	صفت	Forage yield عملکرد علوفه		Seed yield عملکرد بذر	
		مولفه اول First component	مولفه دوم Second component	مولفه اول First component	مولفه دوم Second component
Tolerance (TOL)	شاخص تحمل	<u>-0.388</u>	-0.181	<u>-0.396</u>	-0.347
Stress susceptibility index (SSI)	شاخص حساسیت به تنش	-0.290	<u>-0.882</u>	-0.242	<u>-0.522</u>
Stress tolerance index (STI)	شاخص تحمل به تنش	<u>-0.395</u>	0.069	<u>-0.404</u>	0.334
Mean productivity (MP)	میانگین حسابی	<u>-0.393</u>	0.163	<u>-0.479</u>	0.040
Geometric mean productivity (GMP)	میانگین هندسی	<u>-0.392</u>	0.194	<u>-0.412</u>	0.317
Yield in non- stress condition (Y_n)	عملکرد نرمال	<u>-0.396</u>	0.074	<u>-0.462</u>	-0.168
Yield in stress condition (Ys)	عملکرد در تنش	<u>-0.380</u>	0.338	-0.094	<u>0.605</u>
Eigen value	مقادیر ویژه	6.350	0.590	4.320	2.620
Variance %	درصد واریانس	0.910	0.080	0.620	0.370
Cumulative variance %	درصد واریانس تجمعی	0.910	0.990	0.620	0.990

اعدادی که در زیر آن‌ها خط کشیده شده است دارای ارزش بیشتری در مؤلفه‌های اصلی هستند.

The underlined numbers have larger values in the principal components.



شکل ۱- نمایش یازده ژنوتیپ *Bromus tomentellus* بر اساس دو مولفه اول و دوم از نظر شاخص‌های تحمل به خشکی برای عملکرد علوفه

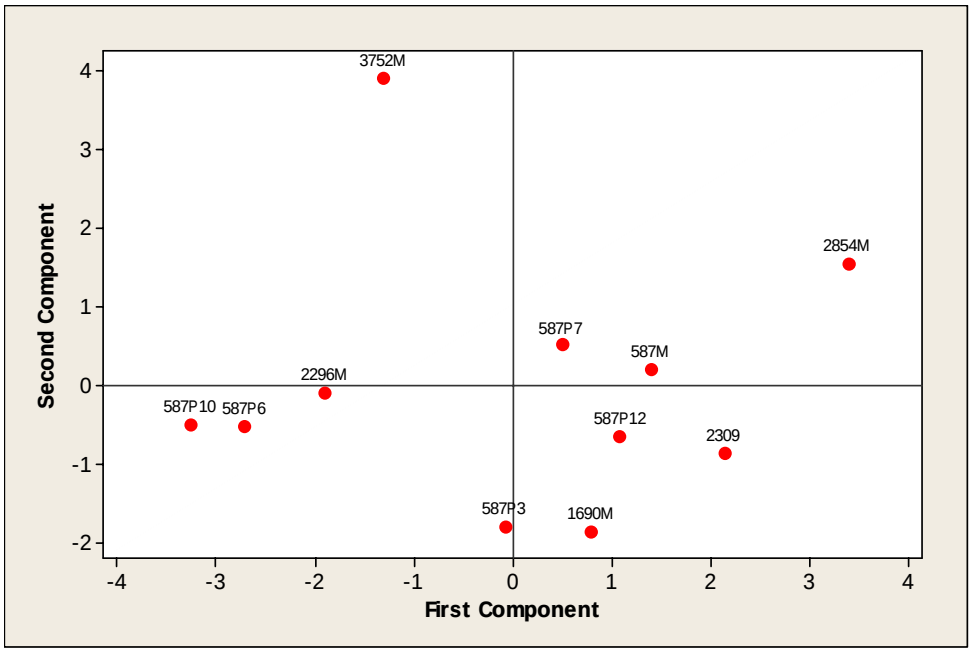
Fig. 1. Position of eleven *Bromus tomentellus* genotypes based on the first and second principal components in terms of drought tolerance indices for forage yield

دلیل بالا بودن Ys و STI و پایین بودن SSI از نظر عملکرد علوفه متحمل‌تر به خشکی شناخته شد و بنابراین می‌توان آن را برای کاشت در شرایط دیم و در مراتع خشک توصیه کرد. ژنوتیپ‌های 587P3، 587P12، 587P7 و 587M با میانگین بالای عملکرد در هر دو محیط برای مراتع نیمه خشک قابل توصیه هستند. ژنوتیپ‌های 587P6 و 587P10 به دلیل بالا بودن Yn و SSI مناسب برای علوفه‌کاری در شرایط آبی و یا مراتع نیمه مرطوب هستند (جدول‌های ۳ و ۵).

پارامترهای حاصل از تجزیه به مولفه‌های اصلی روی پنج شاخص مقاومت به خشکی و نیز عملکرد بذر، در دو شرایط تنش (Ys) و مطلوب (Yn)، شامل مقادیر ویژه، درصد واریانس توجیه شده و ضرایب بردارهای ویژه برای مولفه‌های ۱ و ۲ در جدول ۷ آمده است. همان طور که مشاهده می‌شود، مقادیر ویژه حاصل از مولفه‌های ۱ و۲ از یک بیشتر بودند و به ترتیب ۶۲ و۳۷ درصد از کل واریانس متغیرها را توجیه کردند. مقادیر نسبی ضرایب بردارهای ویژه در مولفه اول، نشان داد که شاخص‌های Yn، TOL، MP، GMP و STI همبستگی منفی و بیشتر با مولفه اول داشتند و شاخص‌های SSI و Ys نیز مقدار بیشتر و منفی در مولفه دوم داشتند. بر اساس پراکنش ژنوتیپ‌ها در نمودار حاصل از تجزیه شاخص‌های مقاومت به خشکی برای تولید بذر، ژنوتیپ 3752M متحمل‌تر به خشکی بود و در محیط دیم عملکرد بذر بیشتری داشت (شکل ۲). بنابراین می‌توان این ژنوتیپ را برای کاشت در مراتع خشک معرفی کرد. از آن‌جایی که مقدار کم SSI مطلوب است، بنابراین همین ژنوتیپ که دارای Yn بالا و SSIکم بود در هر دو محیط آبی و دیم، میانگین بذر متوسطی داشت (شکل ۲) و برای مراتع نیمه خشک قابل توصیه است. ژنوتیپ‌های 587P10، 587P6، 587P3 و 2296M که Yn، TOL و SSI بالایی داشتند (شکل ۲) برای علوفه‌کاری در شرایط آبی و یا مراتع نیمه مرطوب مناسب‌تر هستند.

در این بررسی ضریب تغییرات آزمایش (CV%) برای عملکرد بذر نسبت به عملکرد علوفه بیشتر بود که با توجه به ریزش بذر در برخی از بوته‌ها و عدم یکنواختی در زمان رسیدن بذر، این نتیجه منطقی به نظر می‌رسد. از طرف دیگر ضریب تغییرات آزمایش در شرایط دیم از شرایط آبی بیشتر بود (جدول ۴). در آزمایش‌های مشابهی که محمد و همکاران (Mohamed *et al*., 2001) در ارزیابی گیاهان علوفه‌ای در تیمارهای مختلف آبی و جعفری و همکاران (Jafari *et al*., 2008) در ارزیابی علف گندمی در شرایط آبی و دیم انجام داده بودند، ضریب تغییرات بیشتری را در شرایط تنش خشکی گزارش کردند. به نظر می‌رسد در شرایط تنش خشکی، عدم یکنواختی شیب رطوبتی خاک به مراتب بیشتر است و این امر موجب افزایش خطای آزمایش می‌شود.

میانگین عملکرد بذر در شرایط دیم و آبی به ترتیب ۱۵۳/۸ و ۴۸۹/۶ کیلوگرم در هکتار بود و ژنوتیپ‌های 3752M و 587P10 با عملکرد ۲۶۵ و ۶۹۷/۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین تولید بذر را به ترتیب در شرایط دیم و آبی داشتند (جدول ۴).



شکل ۲- نمایش یازده ژنوتیپ *Bromus tomentellus* بر اساس دو مولفه اول و دوم از نظر شاخص‌های تحمل به خشکی برای عملکرد بذر

Fig. 2. Position of eleven *Bromus tomentellus* genotypes based on the first and second principal components in terms of drought tolerance indices for seed yield

با توجه به این نتایج می‌توان نتیجه گرفت که حتی در کشت آبی عملکرد بذر گرامینه‌های چند ساله از جمله علف پشمکی نسبت به گونه‌های زراعی یکساله (غلات) به مراتب کمتر است. مشابه این نتیجه را واگونر (Wagoner, 1990) در یک گزارش تحلیلی از تعداد ۵۱ آزمایش روی ۲۷ گونه گرامینه مرتعی به دست آورد.

پراکنش ژنوتیپ‌ها بر اساس دو مولفه اول برای عملکرد علوفه، نشان داد که شاخص‌های Yn، Ys، MP، GMP و STI همبستگی منفی با مولفه اول دارند. بنابراین مولفه اول، مولفه تحمل به خشکی نام‌گذاری شد. این مولفه توانست ژنوتیپ‌های پرمحصول (سمت چپ شکل ۱) را از کم‌محصول (سمت راست شکل ۱) متمایز کند. جعفری و همکاران (Jafari *et al*., 2008) و فرناندز (Fernandez, 1992) نیز نشان دادند که شاخص‌های GMP و STI قدرت جداسازی ژنوتیپ‌های با توان تحمل به خشکی بالا را به نحو مطلوبی دارا هستند. در مولفه دوم شاخص SSI دارای ضریب بالاتری بود. بر اساس این مولفه، ژنوتیپ‌های مقاوم و حساس را می‌توان از هم جدا کرد به طوری که در این بررسی ژنوتیپ‌های متحمل‌تر به خشکی در نیمه بالای شکل ۱ قرار گرفتند.

با توجه به نتایج این تحقیق ژنوتیپ 3752M از نظر عملکرد بذر و ژنوتیپ‌های 587P3، 587P12، 587P7 و 587M از نظر عملکرد علوفه، برای کشت در مناطق خشک و نیمه

خشک مناسب تشخیص داده شدند. علاوه بر این از ژنوتیپ‌های مذکور می‌توان به عنوان والدین ارقام ترکیبی استفاده و با تلاقی بین آن‌ها ویژگی‌های مطلوب را در یک رقم ترکیب کرد. در عین حال برای نتیجه‌گیری‌های قطعی باید آزمایش‌ها در چند سال و مکان تکرار شوند.

References

Breymeyer, A. L. 1990. Ecosystems of the World 17 A. Managed Grasslands Regional Studies, Elsevier, Amesterdam, The Netherlands.

Entz, M. H., and Flower, D. B. 1990. Differntial agronomic response of winter wheat cultivars to preanthesis environmental stress. Crop Science 30: 1110-1123.

Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assesing plant stress tolerance. pp. 257-270. In: Kuo, C. G. (ed.) Adaptation of Food Crops to Temprature and Water Stress. AVRDC, Shanhua, Taiwan.

Fischer, R. A., and Maurer, R. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivar. Australian Journal of Agricultural Research 29: 897-912.

Grezesiak, W. F., Pienkowski, S., and Niziol, B. 1996. Screening for drought resistance: Evaluation of drought susceptibility index of legume plants under natural growth condition. Journal of Agronomy and Crop Science 177: 237-244.

Heidari Sharifabad, H., and Dorry, M. 2003. Forage Grasses, Volume 2. Research Institute of Forests and Rangelands Press, Tehran, Iran. 311 pp. (in Persian).

Hopkins, A. 2000. Grass, its Production and Utilization. Blackwell Science Ltd. UK.

Jafari, A. A., Seydemohammadi, A. R., Abdi, N., and Areffi, H. M. 2008. Seed and hay production in 31 genotypes of desert wheatgrass (*Agropyron desertorum*) using drought tolerance indices. Journal of Range and Desert Research 15 (1): 114-128.

Mohamed, M. M., Staszewski, Z., and Ramanah, A., 2001. Growth evaluation split with drought tolerance of alfalfa under water stress and frequent cutting. pp. 173-180. In: Breeding for Stress Tolerance in Fodder Crops and Amenity Grasses. Proceedings of the 23rd Meeting of EUCARPIA, Azoros, Portugal.

Rosielle, A. A., and Hamblin, J. 1981. Theorical aspects of selection for yield in stress and nonstress environments. Crop Science 27: 709-946.

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

Ud-Din, N., Carver, B. F., and Clutter, A. C. 1992. Genetic analysis and selection for wheat yield in drought stressed and irrigated environments. Euphytica 62: 89-96.

Wagoner, P. 1990. Perennial grain development: Past efforts and potential for the future. Critical Review of Plant Science 9: 381-408.