

بررسی تنوع ژنتیکی و مقاومت به خشکی در اکشن‌هایی از گونه *Agropyron elongatum* با استفاده از صفات مورفولوژیک و شاخص‌های مقاومت به خشکی

محسن فرشادفر^{1*}، فرزاد مرادی²، علی محبی³ و هوشمند صفری⁴

*1- استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، پست الکترونیک: Farshadfarmohsen@yahoo.com

2- کارشناس ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه پیام نور، کرمانشاه

3- کارشناس ارشد اصلاح نباتات، آموزش و پرورش استان کرمانشاه

4- مربی پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه

تاریخ پذیرش: 89/09/21

تاریخ دریافت: 89/05/2

چکیده

این تحقیق به منظور ارزیابی صفات مورفولوژیک و شاخص‌های مقاومت به خشکی با استفاده از میانگین عملکرد علوفه 18 اکشن *Agropyron elongatum* در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و دو محیط آبی (بدون تنش) و دیم (تنش) در ایستگاه تحقیقات اسلام آباد غرب (وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه) در سال زراعی 84-1383 اجرا گردید. براساس نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری ($p < 0/05$) بین ارتفاع و تعداد پنجه در گیاه مشاهده شد. میانگین ارتفاع بوته 123/09 سانتی‌متر، که اکشن‌های 17 با 132 سانتی‌متر بیشترین و 14 با 112/8 سانتی‌متر کمترین ارتفاع را داشتند. میانگین تعداد پنجه در بوته 80/51 بود که اکشن 1 بیشترین (105/6) و اکشن 13 کمترین (54/61) تعداد پنجه را داشتند. عملکرد علوفه با ارتفاع بوته (+0/657) و تعداد پنجه (+0/797) همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. فاصله آخرین میانگه با عملکرد علوفه (-0/236)، ماده خشک (-0/415)، طول برگ پرچم (-0/313) و تعداد پنجه (-0/121) همبستگی منفی نشان داد. شاخص‌های میانگین هارمونیک، بهره‌وری متوسط و میانگین هندسی بهره‌وری در هر دو محیط آبی و دیم همبستگی معنی‌دار ($p < 0/01$) نشان داد. براساس مدل فرناندز اکشن‌های 10، 14 و 15 به‌عنوان اکشن‌های برتر در گروه A قرار گرفتند. ضریب تغییرات محاسبه شده بین 5/91 تا 29/61 درصد برآورد گردید. اکشن‌های 1، 3، 8 و 9 به‌عنوان برترین اکشن‌ها و اکشن‌های 13 و 14 به‌عنوان ضعیف‌ترین اکشن‌ها از لحاظ صفات مورد مطالعه شناخته شدند.

واژه‌های کلیدی: آگروپیرون، عملکرد علوفه، تنش، خشکی.

مقدمه

یکی از صفات مهم گیاهان مرتعی که برای برنامه‌های بذرکاری جهت احیاء مراتع انتخاب می‌شوند، مقاومت به خشکی می‌باشد (سندگل، 1368 الف). بسیاری از علف‌های گندمی به نواحی استپی یا صحرایی با شرایط

گراس‌ها از مهمترین گیاهان مرتعی هستند که به لحاظ تولید علوفه، حفاظت و جلوگیری از فرسایش خاک اهمیت زیادی دارند (مدیر شانه‌چی، 1371).

عرض برگ پرچم، تعداد سنبلچه در سنبله و قدرت رویش مجدد دارای وراثت‌پذیری 68 تا 86 درصد هستند (Ray et al., 1997). همچنین در بین اکسشن‌های مختلف علف گندمی پابلند تنوع ژنتیکی بالایی از نظر کیفیت علوفه در مقایسه با ارقام شاهد گزارش شده است (Vogel & Moore, 1998). وجود تنوع برای عملکرد بذر و صفات مورفولوژیکی در گراس‌های علوفه‌ای توسط Nguyen و Sleper (1983) گزارش شده است. رافضی و همکاران (1387) با بررسی 17 اکسشن *A. elongatum* تنوع ژنتیکی لازم را براساس خصوصیات مورفولوژیک، سیتوژنتیک، شیمیایی و الکتروفورز پروتئین‌های ذخیره‌ای برگ گزارش کردند. رحمانی و همکاران در سال 1385 تنوع معنی‌داری را بین 18 اکوتیپ *A. cristatum* از لحاظ عملکرد و کیفیت علوفه گزارش دادند. در بین 24 اکسشن از گونه *A. trichophorum* همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال 1٪ برای شاخص‌های بهره‌وری متوسط، تحمل به تنش، میانگین هارمونیک و میانگین هندسی بهره‌وری با عملکرد دو محیط تنش و بدون تنش گزارش شد (صفری و همکاران، 1388). براساس گزارش صفری و همکاران (1388)، در گونه *A. intermedium* اکسشن‌هایی که در هر دو محیط تنش و بدون تنش عملکرد مناسبی تولید نمودند و همچنین میزان بالای شاخص‌های بهره‌وری متوسط، تحمل به تنش، میانگین هارمونیک و میانگین هندسی بهره‌وری را داشتند، به‌عنوان اکسشن‌های مقاوم به خشکی معرفی شدند. هدف از این تحقیق بررسی صفات مورفولوژیکی و شاخص‌های مقاومت به خشکی در

آب و هوایی نیمه مرطوب تا خشک سازگاری یافته‌اند. گونه‌های مختلف آگروپیرون در مقابل تنش‌های محیطی از جمله کمبود آب، واکنش‌های متفاوت باتوجه به غلظت ABA (اسید آبسزیک) و تولید پرولین نشان می‌دهند (Asay & Dewey, 1992). آگروپیرون مقاومت خوبی به شوری و قلیایی بودن خاک داشته و شرایط نامساعد را بخوبی تحمل کرده (Johnson, 1991) و برای احیاء مراتع و تولید علوفه در کشور مناسب می‌باشد (سندگل، 1368 الف). بیشتر علف‌های گندمی گونه‌های چندساله فصل سرد هستند و در این جنس و در گونه‌های مختلف آن هر دو حالت رشد ایستاده و رشد خوابیده، دیده می‌شود. علف‌های گندمی به‌استثنای بعضی از گونه‌های ریزوم‌دار، تولید بذر فراوان و با کیفیت بالا می‌کنند. اگرچه بعضی از گونه‌ها مانند علف‌گندمی باریک خودگشن هستند، ولی بیشتر علف‌گندمی‌ها دگرگشن و پلی‌پلوئید می‌باشند (برومندان و معتمدی، 1386). وضعیت تشکیل بذر در گونه *A. elongatum* به نحو‌یست، که خودگشنی همراه با درصدی از دگرگشنی دارد (مداح عارفی، 1380). گل آذین این جنس سنبله انتهایی بوده که تعدادی گلچه در سنبلک‌های آن وجود دارد. سنبلک‌ها، بدون پایه، و منفرد به صورت مسطح بر روی محور سنبله قرار گرفته‌اند (برومندان و معتمدی، 1386). این گیاهان با ایجاد پنجه جوان از ناحیه یقه به صورت دسته‌ای مجتمع و متراکم در می‌آیند (سندگل، 1368 ب). ریشه‌های این گیاه تا دو متر می‌رسد و برای تثبیت خاک و جلوگیری از فرسایش آن مناسب است (Alderson & Sharp, 1995). با بررسی تعدادی علف گندمی مشخص شده که صفاتی مانند ارتفاع بوته،

ثبت گردید. همچنین تعداد سنبلیچه در سنبله برای 5 خوشه و تعداد پنجه برای 5 بوته از هر کرت به طور تصادفی شمارش گردید و میانگین حاصل از 5 شمارش برای هر کرت ثبت شد. اما عملکرد علوفه تر در هر دو شرایط آبیاری نرمال و دیم برای محاسبه شاخص‌های مقاومت به خشکی اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری عملکرد علوفه تر، هر کرت جداگانه برداشت شد و وزن تر علوفه با دقت ± 5 گرم توزین گردید و با توجه به سطح برداشت شده عملکرد علوفه تر بر حسب تن در هکتار برای هر کرت محاسبه و ثبت گردید. پس از برداشت علوفه در هر کرت 10 بوته بطور تصادفی به‌عنوان نمونه انتخاب گردید. نمونه‌ها در دمای آزمایشگاه خشک و آسیاب شدند، بعد با دقت $\pm 0/01$ گرم توزین شدند (به‌عنوان وزن اولیه ثبت گردید) و داخل پاکت در آون (دمای 100 درجه سانتیگراد به مدت 6 ساعت) قرار داده شدند. پس از خشک نمودن، در دسیکاتور به دمای محیط رسیدند و با دقت $\pm 0/01$ وزن شدند، دوباره به آون منتقل و هر نیم ساعت یکبار خارج و پس از سرد شدن توزین نموده، این کار تا زمان رسیدن به وزن ثابت ادامه یافت، و به‌عنوان وزن نمونه خشک شده ثبت شد. درصد ماده خشک طبق معادله شماره 1 محاسبه شد (موسوی، 1374):

$$(1) \quad 100 * (\text{وزن نمونه اولیه} / \text{وزن نمونه خشک شده}) = \text{درصد ماده خشک}$$

اکسشن‌های آگروپیرون تحت شرایط تنش و بدون تنش می‌باشد.

مواد و روشها

هیجده اکسشن از گونه *Agropyron elongatum* در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی دو آزمایش جداگانه در دو شرایط آبیاری نرمال (بدون تنش) و دیم (تنش) در سال زراعی 84-1383 در ایستگاه تحقیقات اسلام آباد غرب (وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه)، با طول جغرافیای 46 درجه و 59 دقیقه، عرض جغرافیایی 34 درجه و 8 دقیقه، ارتفاع از سطح دریا 1260 متر، متوسط بارندگی سالیانه 400 میلی‌متر، بافت خاک لومی و متوسط دما 20 درجه سانتی‌گراد، مورد بررسی قرار گرفت. هر کرت آزمایشی دارای 2 خط با 2 متر طول در 50 سانتی‌متر عرض بود. در شرایط بدون تنش در فصل رویش بصورت مرتب هر 7 روز یکبار آبیاری انجام شد. در شرایط تنش فقط در زمان کاشت یکبار آبیاری انجام شد. مبارزه با علف‌های هرز به صورت مکانیکی انجام شد. محل جمع‌آوری اکسشن‌ها در جدول 1 ارائه شده است. در شرایط آبیاری نرمال، از هر کرت 5 بوته به طور تصادفی انتخاب شد و صفات: ارتفاع بوته، طول سنبله، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، طول میانگره و طول آخرین میانگره برحسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. در نهایت میانگین حاصل از 5 اندازه‌گیری برای هر کرت

جدول 1- محل جمع‌آوری اکسشن‌های مورد مطالعه از گونه *Agropyron elongatum*

منطقه محل جمع‌آوری		شماره اکسشن
بخش	شهرستان	
مرکزی	اسلام آباد	1
شبیان	اسلام آباد	2
حسن آباد	اسلام آباد	3
حومه جنوبی	اسلام آباد	4
حمیل	اسلام آباد	5
میله سر	اسلام آباد	6
مرکزی	جوانرود	7
مرکزی	روانسر	8
شاهو	روانسر	9
مرکزی	سنقر	10
مرکزی	صحنه	11
دینور	صحنه	12
مرکزی	کرمانشاه	13
فیروزآباد	کرمانشاه	14
ماهیدشت	کرمانشاه	15
کوزران	کرمانشاه	16
حومه	هرسین	17
بیستون	هرسین	18

در این خصوص Rosielle و Hambelen (1981) شاخص تحمل به خشکی (Tolerance) را بصورت اختلاف عملکرد بین دو محیط تنش و بدون تنش (معادله 3) و شاخص بهره‌وری متوسط (Mean Productivity) را بصورت میانگین حسابی عملکرد دو محیط تنش و بدون تنش (معادله 4) بیان نمودند.

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

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

با استفاده از عملکرد علوفه تر (بر حسب تن در هکتار) در شرایط آبیاری نرمال (Y_p) و شرایط تنش (Y_s) برای اکسشن‌های مورد بررسی شاخص‌های مقاومت به خشکی به شرح زیر محاسبه شدند. لازم به ذکر است \bar{Y}_s و \bar{Y}_p میانگین عملکرد علوفه تمام اکسشن‌ها به ترتیب در شرایط تنش و آبیاری نرمال می‌باشد.

شاخص حساسیت به تنش (Stress Susceptibility Index) را Fisher و Maurer (1978) به شرح معادله شماره 2 بیان نمودند.

$$SSI = 1 - [Y_s / Y_p] / [1 - (Y_s) / (Y_p)] \quad (2)$$

با استفاده از نرم افزارهای آماری SPSS و Excel تجزیه واریانس، مقایسه میانگین، محاسبه همبستگی، تجزیه خوشه‌ای، محاسبه شاخص‌های مقاومت به خشکی و نمودارهای مربوطه تهیه شد.

همینطور Fernandez (1992) شاخص‌های تحمل به تنش (Drought Tolerance Index)، میانگین هارمونیک (Harmonic Mean) و میانگین هندسی بهره‌وری (Geometric Mean Productivity) را به ترتیب به شرح معادله‌های شماره 5، 6 و 7 بیان نمود.

نتایج

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول 2) برای اثر اکسشن در بیشتر صفات به استثناء دو صفت ارتفاع گیاه و تعداد پنجه، تنوع معنی‌دار مشاهده نشد. ضریب تغییرات محاسبه شده برای صفات مورد بررسی بین 5/91 تا 61/29 درصد بود.

$$DTI = (Y_p)(Y_s) / (Y_p)^2 \quad (5)$$

$$MH = 2(Y_p)(Y_s) / (Y_p + Y_s) \quad (6)$$

$$GMP = \sqrt{(Y_p)(Y_s)} \quad (7)$$

جدول 2- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس ساده برای صفات مورفولوژیک در شرایط آبیاری نرمال

منابع تغییر	درجه آزادی	ماده خشک	تعداد پنجه	طول آخرین میانگره	عرض برگ پرچم	طول برگ پرچم	تعداد سنبلچه در سنبله	طول سنبله	ارتفاع بوته
تکرار	2	0/44 ^{ns}	22/1501*	5/67 ^{ns}	0/058**	5/44 ^{ns}	5/37 ^{ns}	7/81 ^{ns}	4/15 ^{ns}
اکسشن	17	0/14 ^{ns}	667/41*	4/59 ^{ns}	0/006 ^{ns}	13/95 ^{ns}	2/23 ^{ns}	10/59 ^{ns}	111/08*
خطا	34	0/22	304/67	2/89	0/008	8/33	1/87	5/62	58/12
ضریب تغییرات (%)	29/61	21/68	5/91	5/59	18/56	13/73	6/46	7/29	6/19

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال 5 و 1 درصد و ns: غیر معنی‌دار

9 بلندترین طول سنبله (36/23 سانتی متر) و اکسشن 14 کمترین طول سنبله (28/39 سانتی متر) را داشت. میانگین تعداد سنبلچه در سنبله برابر با 21/16 سنبلچه با ضریب تغییرات 6/46٪ بود. اکسشن 9 بیشترین تعداد سنبلچه در سنبله و اکسشن 14 کمترین تعداد سنبلچه در سنبله را داشت. میانگین طول برگ پرچم 21/03 سانتی متر با ضریب تغییرات 13/73٪ بود. اکسشن‌های 3 و 9 بلندترین طول برگ پرچم و اکسشن 13 کمترین طول

برای تمام صفات مقایسه میانگین با آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد انجام شد. به استثناء صفات ماده خشک و عرض برگ پرچم برای دیگر صفات گروه‌بندی‌های متفاوتی وجود داشت (جدول 3). میانگین ارتفاع بوته برای اکسشن‌های مورد بررسی 123/09 سانتی متر با ضریب تغییرات 6/19٪ بود. اکسشن 17 بیشترین ارتفاع بوته (132 سانتی متر) و اکسشن 14 کمترین ارتفاع بوته (112/8 سانتی متر) را داشت. اکسشن

میانگه و اکسشن 14 کمترین طول آخرین میانگه را داشت.

براساس نتایج همبستگی فنوتیپی صفات (جدول 4)، صفات ارتفاع بوته (0/657) و تعداد پنجه (0/797) در سطح 1% و صفات طول سنبله (0/428)، طول برگ پرچم (0/505) و طول میانگه (0/490) در سطح 5% با عملکرد علوفه‌تر همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان دادند.

برگ پرچم را داشت. میانگین طول میانگه اکسشن‌های مورد بررسی 20/86 سانتی‌متر با ضریب تغییرات 5/59% بود. اکسشن‌های 3 و 7 بلندترین طول میانگه و اکسشن 14 کمترین طول میانگه را داشت. میانگین طول آخرین میانگه 28/77 سانتی‌متر با ضریب تغییرات 5/91% بود. اکسشن‌های 1، 8، 11، 12 و 13 بلندترین طول آخرین

جدول 3- مقایسه میانگین اکسشن‌ها برای صفات مورد مطالعه با آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد

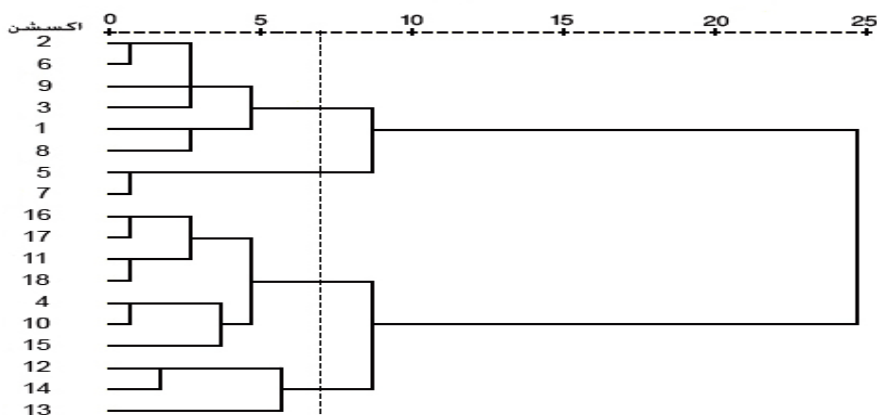
اکسشن	تعداد پنجه	طول آخرین میانگه	طول میانگه	طول برگ پرچم	تعداد سنبله در سنبله	طول سنبله	ارتفاع گیاه
1	105/6 a	29/87 a	20/90 ab	22/59 ab	22/11 a	34/53 ab	128/0 abc
2	95/64 abc	28/07 ab	21/19 ab	19/44 abc	22/05 a	33/76 ab	124/0 a-d
3	88/56 a-d	28/45 ab	21/99 a	24/60 a	21/95 a	33/68 ab	123/7 a-d
4	75/90 a-d	28/24 ab	20/88 ab	20/18 bc	21/37 ab	31/95 abc	122/7 a-d
5	87/67 a-d	27/89 ab	20/71 ab	23/38 ab	21/49 a	30/75 bc	116/5 bcd
6	96/49 abc	27/70 ab	20/64 ab	21/15 abc	21/61 a	34/72 ab	124/1 a-d
7	85/42 a-d	28/23 ab	21/97 a	23/31 ab	19/64 ab	30/16 bc	113/3 cd
8	103/6 ab	30/50 a	21/19 ab	20/89 abc	20/78 ab	30/92 bc	119/9 a-d
9	95/54 abc	28/29 ab	20/74 ab	24/51 a	22/18 a	36/23 a	131/3 ab
10	76/12 a-d	28/26 ab	20/11 ab	19/92 abc	20/63 ab	31/04 bc	117/1 a-d
11	66/98 cd	30/60 a	21/47 ab	20/49 abc	20/83 ab	32/50 abc	122/7 a-d
12	63/43 cd	30/90 a	20/32 ab	18/19 bc	20/67 ab	32/15 abc	117/4 a-d
13	54/61 d	30/39 a	20/62 ab	16/83 c	21/22 ab	32/90 abc	122/4 a-d
14	65/68 cd	26/13 b	19/56 b	19/91 abc	18/79 b	28/39 c	112/8 d
15	79/22 a-d	27/94 ab	20/01 ab	21/86 abc	21/50 a	33/50 ab	130/5 ab
16	70/82 bcd	29/02 ab	21/10 ab	21/73 abc	21/22 ab	33/38 ab	131/3 ab
17	70/45 bcd	28/76 ab	21/40 ab	18/20 bc	21/34 ab	33/11 ab	132/0 a
18	67/55 cd	28/63 ab	20/48 ab	21/41 abc	21/44 ab	31/36 bc	126/0 a-d

- اکسشن‌های دارای حروف مشابه فاقد تفاوت معنی‌دار با هم هستند.

جدول 4- همبستگی فنوتیپی صفات مورد مطالعه در شرایط آبیاری نرمال

صفات	ارتفاع گیاه	طول سنبله	تعداد سنبلچه در سنبله	طول برگ پرچم	عرض برگ پرچم	طول میانگره	طول آخرین میانگره	تعداد پنجه	ماده خشک
طول سنبله	0/792**								
تعداد سنبلچه در سنبله	0/169	0/841**							
طول برگ پرچم	0/112	0/213	0/257						
عرض برگ پرچم	0/003	0/124	0/125	0/715**					
طول میانگره	0/723**	0/238	0/254	0/322	0/373				
طول آخرین میانگره	0/131	0/207	0/200	-0/311	0/067	0/301			
تعداد پنجه	0/127	0/367	0/427	0/601**	0/230	0/286	-0/121		
ماده خشک	0/261	0/088	0/307	0/278	0/031	0/021	-0/415	0/446	
عملکرد علوفه	0/657**	0/428*	0/231	0/505*	0/056	0/490*	-0/236	0/797**	0/340

** و * : همبستگی معنی دار در سطح 1 و 5 درصد



شکل 1- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای اکسشن‌ها براساس صفات مورد مطالعه با روش UPGMA

جدول 5- شاخص‌های مقاومت به خشکی در اکسشن‌های آگروپیرون مورد مطالعه

اکسشن	عملکرد آبیاری نرمال	عملکرد تنش	تحمل به خشکی	بهره‌وری متوسط	تحمل به تنش	میانگین هارمونیک	میانگین هندسی	حساسیت به تنش
1	4/69	2/31	2/38	3/50	0/49	3/10	3/29	1/07
2	4/19	3/14	1/05	3/67	0/75	3/59	3/63	0/53
3	4/90	3/05	1/85	3/98	0/62	3/76	3/87	0/80
4	5/41	2/84	2/57	4/13	0/52	3/72	3/92	1/00
5	5/58	2/92	2/66	4/25	0/52	3/83	4/04	1/01
6	4/88	2/90	1/98	3/89	0/59	3/64	3/76	0/86
7	5/36	2/75	2/61	4/06	0/51	3/64	3/84	1/03
8	5/40	2/67	2/73	4/04	0/49	3/57	3/80	1/07
9	5/33	2/78	2/55	4/06	0/52	3/65	3/85	1/01
10	5/58	3/40	2/18	4/49	0/61	4/23	4/36	0/83
11	5/34	2/91	2/43	4/13	0/54	3/77	3/94	0/96
12	5/32	2/93	2/39	4/13	0/55	3/78	3/95	0/95
13	4/87	2/99	1/88	3/93	0/61	3/71	3/82	0/82
14	5/20	3/29	1/91	4/25	0/63	4/03	4/14	0/78
15	5/39	3/62	1/77	4/51	0/67	4/33	4/42	0/69
16	3/80	2/50	1/30	3/15	0/66	3/02	3/08	0/72
17	4/64	2/96	1/68	3/80	0/64	3/61	3/71	0/77
18	5/22	3/07	2/15	4/14	0/59	3/87	4/00	0/87

نرمال در سطح 1٪ همبستگی معنی دار نشان داد و با عملکرد محیط دیم (0/296-) ارتباط معنی دار نداشت. شاخص‌های تحمل به تنش و حساسیت به تنش با عملکرد علوفه تر در شرایط آبیاری نرمال (0/570-) همبستگی منفی معنی دار در سطح 5٪ و با عملکرد علوفه تر در شرایط تنش (0/570) همبستگی مثبت و معنی دار در سطح 5٪ نشان دادند. براساس دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای اکسشن‌های مورد مطالعه با روش UPGMA براساس شاخص‌های میانگین هارمونیک، بهره‌وری متوسط و میانگین هندسی بهره‌وری (شکل 2) اکسشن‌ها در سه گروه قرار گرفتند. گروه اول اکسشن‌های 11، 12، 4، 5، 18، 3، 13، 7، 9، 8، 6، 17 و 2 بودند، که در رده متوسطی قرار داشتند. گروه دوم اکسشن‌های 10، 14 و 15 بودند، که با توجه به سه شاخص فوق در رده برترین اکسشن‌ها قرار داشتند و بیشترین مقاومت به خشکی را نشان دادند. گروه سوم اکسشن‌های 1 و 16 بودند، که با توجه به سه شاخص فوق در رده ضعیف‌ترین اکسشن‌ها قرار گرفتند و کمترین مقاومت به خشکی را نشان دادند.

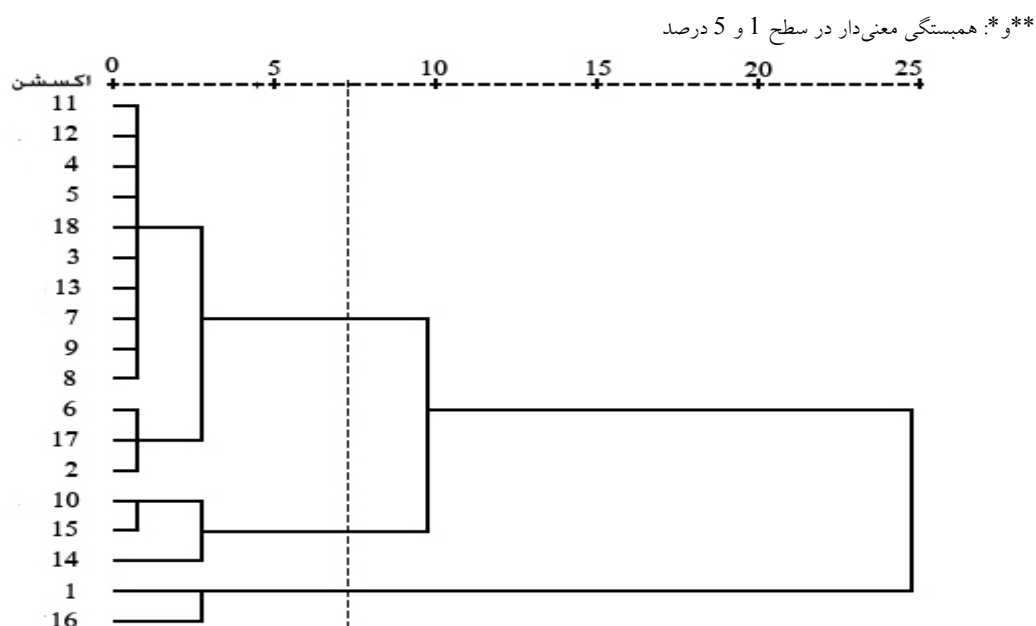
دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای با روش UPGMA برای اکسشن‌های مورد بررسی براساس صفات مورد مطالعه در شرایط آبیاری نرمال (شکل 1)، اکسشن‌ها را به 4 گروه تقسیم کرد. در گروه اول اکسشن‌های 1، 2، 3، 6، 8، و 9 قرار داشتند، که با توجه به اکثر صفات در رده برترین اکسشن‌ها بودند، نتایج حاصل از آزمون دانکن نیز این مسئله را تأیید کرد. در گروه دوم اکسشن‌های 5 و 7 و در گروه سوم اکسشن‌های 4، 10، 11، 15، 16، 17 و 18 قرار داشتند، که در رده اکسشن‌های متوسط بودند و گروه چهارم اکسشن‌های 12، 13 و 14 بودند، که در رده ضعیف‌ترین اکسشن‌ها قرار داشتند.

با استفاده از میانگین عملکرد علوفه در دو شرایط آبیاری نرمال و تنش، شاخص‌های مقاومت به خشکی محاسبه شدند (جدول 5). اکسشن‌هایی که زیر اعداد مربوط به آنها خط کشیده شده است برای آن شاخص نسبت به سایر اکسشن‌ها برتری داشتند.

همبستگی شاخص‌های محاسبه شده با عملکرد علوفه تر در دو شرایط آبیاری نرمال و تنش محاسبه گردید (جدول 6). همچنانکه ملاحظه می‌شود، شاخص تحمل به خشکی فقط با عملکرد علوفه (0/796) شرایط آبیاری

جدول 6- همبستگی شاخص‌های مقاومت به خشکی

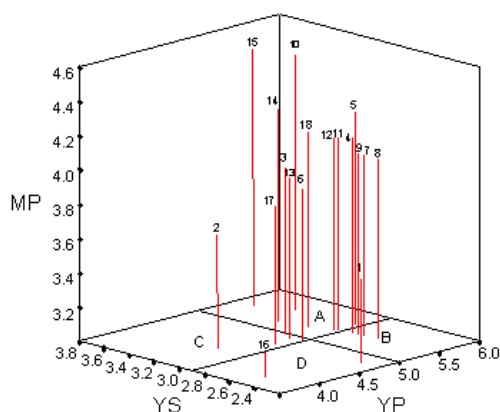
شاخص	عملکرد آبیاری نرمال	عملکرد تنش	تحمل به خشکی	بهره‌وری متوسط	تحمل به تنش	میانگین هارمونیک	میانگین هندسی
عملکرد تنش	0/344						
تحمل به خشکی	0/796**	-0/296					
بهره‌وری متوسط	0/898**	0/721**	0/449				
تحمل به تنش	-0/570*	0/570*	-0/948**	-0/154			
میانگین هارمونیک	0/692**	0/915**	0/114	0/939**	0/191		
میانگین هندسی	0/806**	0/833**	0/282	0/984**	0/022	0/985**	
حساسیت به تنش	-0/570*	0/570*	0/948**	0/154	-1/000**	-0/191	-0/022



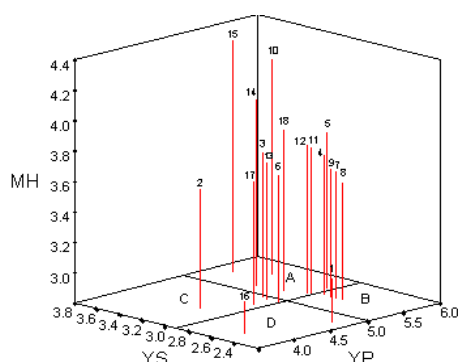
شکل 2- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای اکسشن‌ها به روش UPGMA براساس شاخص‌هایی که همبستگی معنی‌دار با عملکرد در شرایط آبیاری نرمال و تنش داشتند.

ارائه شده است. همچنانکه ملاحظه می‌گردد (شکل‌های 3 تا 5) اکسشن‌های 10، 14 و 15 به‌عنوان اکسشن‌های برتر همراه با اکسشن‌های 5، 11، 12 و 18 با توجه به تقسیم‌بندی فرناندز در گروه A قرار گرفته‌اند.

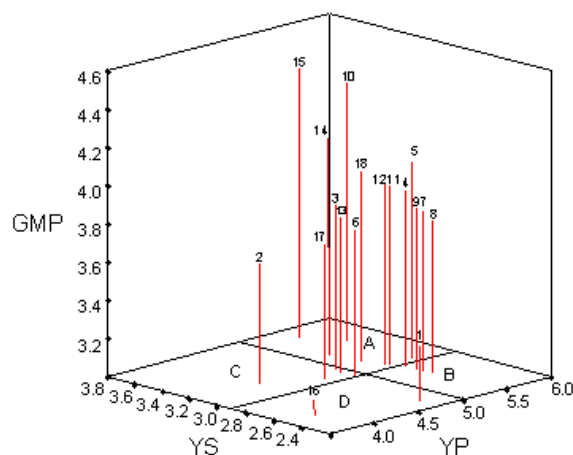
در شکل‌های 3، 4 و 5 نمودار پراکنش سه بعدی اکسشن‌ها براساس عملکرد علوفه تر شرایط آبیاری نرمال و تنش و شاخص‌های بهره‌وری متوسط (MP)، میانگین هارمونیک (MH) و میانگین هندسی بهره‌وری (GMP)



شکل 3- نمودار سه بعدی اکسشن‌ها براساس عملکرد شرایط آبیاری و تنش با شاخص بهره‌وری متوسط



شکل 4- نمودار سه بعدی اکسشن‌ها براساس عملکرد شرایط آبیاری و تنش با شاخص میانگین هارمونیک



شکل 5- نمودار سه بعدی اکسشن‌ها براساس عملکرد شرایط آبیاری و تنش با شاخص میانگین هندسی بهره‌وری

دارد، بنابراین بهتر است در صورت معنی‌دار نشدن اثر اکسشن، مقایسه میانگین انجام شود تا در صورت وجود تنوع بتوان آنرا مشخص نمود. محمدی و همکاران (1385) برای 10 صفت مورفولوژیک از 23 جمعیت گونه *A. elongatum* تنوع معنی‌دار مشاهده کردند. صفری و همکاران (1388) در بین 24 اکسشن از گونه *A. trichophorum* برای صفات مورفولوژیک تنوع بیشتری نسبت به صفات کیفی گزارش کردند. آنها بیان نمودند، که گزینش برای صفات مورفولوژیک نسبت به صفات کیفی در بین اکسشن‌های مورد بررسی مطلوبتر می‌باشد.

بحث

با توجه به نتایج بدست آمده در این آزمایش مشخص شد که در بین اکسشن‌ها تنوع معنی‌دار وجود نداشته است، که می‌توان به نظریه Cochran و Cox در سال 1957 در این مورد اشاره نمود، و بیان داشتند چون آزمون F نتیجه تقسیم واریانس اکسشن بر واریانس خطا است، این امکان وجود دارد که در ساختار داده‌ها، بین اکسشن‌ها تنوع به نوعی باشد که هم‌پوشانی ایجاد شود و مقدار واریانس اکسشن کم شود، و این امر سبب معنی‌دار نشدن اثر اکسشن شده در حالی‌که تنوع واقعا وجود

تعیین همبستگی صفات مختلف با عملکرد بوته، به اصلاح‌گر این توانایی را می‌دهد که مناسبترین و منطقی‌ترین نسبت بین اجزاء را که منتهی به عملکرد بیشتر می‌گردد، انتخاب نمایند (مردی و همکاران، 1382)، بنابراین در انتخاب برای عملکرد به صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه، طول سنبله، طول برگ پرچم و طول میانگره نیز باید توجه نمود. محمدی و همکاران (1385) همبستگی مثبت و معنی‌دار برای صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه در بوته و عرض برگ پرچم با عملکرد علوفه تر در گونه *A. elongatum* گزارش نمودند. صفری و همکاران (1388) همبستگی مثبت و معنی‌دار برای صفات ارتفاع بوته، طول میانگره و عرض برگ پرچم با عملکرد علوفه خشک در گونه *A. trichophorum* گزارش نمودند. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد علوفه و ارتفاع بوته در فستوکای بلند گزارش شده است (Jafari et al., 2006). در این آزمایش هیچکدام از صفات مورفولوژیک مورد بررسی با ماده خشک همبستگی مثبت یا منفی معنی‌دار نشان ندادند. صفری و همکاران (1388) برای گونه *A. trichophorum* نتیجه مشابهی را گزارش نمودند. نکته جالب توجه این است که طول آخرین میانگره با صفت عملکرد علوفه تر (0/236-)، رابطه منفی و غیر معنی‌دار نشان داد، اما ارتفاع بوته و طول میانگره با عملکرد علوفه تر ارتباط مثبت و معنی‌دار نشان دادند، بنابراین می‌توان بیان داشت که ارتفاع بوته و عملکرد علوفه تحت تأثیر طول آخرین میانگره نمی‌باشند. گزینش براساس شاخص بهره‌وری متوسط باعث انتخاب ژنوتیپ‌هایی می‌گردد که در هر دو محیط تنش و بدون تنش عملکرد بالایی دارند. بنابراین این شاخص قادر به

محمدی و همکاران (1385) ارتفاع بوته 120/49 سانتی‌متر برای گونه *A. elongatum* گزارش نمودند. ولی‌زاده و همکاران (1370) بیان داشتند با افزایش ارتفاع بر تعداد اندام‌های فتوستنز کننده در گیاهان افزوده شده و در نتیجه میزان کربوهیدرات‌ها در گیاهان افزایش می‌یابد و کیفیت علوفه بهبود می‌یابد. در این آزمایش میانگین طول سنبله 32/50 سانتی‌متر بود. فرشادفر و فرشادفر (1383) برای گونه‌های مختلف جنس آگروپیرون طول سنبله 4/25 تا 35 سانتی‌متر را گزارش نمودند. بنابراین اکسشن‌های مورد بررسی در این گونه طول سنبله‌ای بیشتر از حد متوسط داشتند. فرشادفر و فرشادفر (1383) برای جنس آگروپیرون طول برگ پرچم بین 4/75 تا 25 سانتی‌متر گزارش نمودند، که طول برگ پرچم نیز در این گونه بیشتر از اندازه متوسط طول برگ پرچم گونه‌های مختلف آگروپیرون بود. امروزه افزایش عملکرد علوفه در واحد سطح، از مهمترین اهداف در اصلاح نباتات است. تولید علوفه به اندازه پنجه‌ها و تعداد آنها در واحد سطح بستگی دارد (Wilkins, 1994). میانگین تعداد پنجه 80/51 پنجه با ضریب تغییرات 21/68٪ بود. اکسشن 1 بیشترین تعداد پنجه (105/6) و اکسشن 13 کمترین تعداد پنجه را (54/61) داشت. صفری و همکاران (1388) تعداد 45/69 پنجه را برای گونه *A. intermedium* و محمدی و همکاران (1385) تعداد 99/73 پنجه را برای گونه *A. elongatum* گزارش نمودند. در مجموع با توجه به مقایسه میانگین انجام شده، اکسشن‌های 1، 3، 8 و 9 برای اکثر صفات در رده برترین اکسشن‌ها و اکسشن‌های 13 و 14 برای اکثر صفات در رده ضعیف‌ترین اکسشن‌ها قرار داشتند. با توجه به اینکه انتخاب ارقام مطلوب و

می‌باشند. اکسشن‌های 2، 17، 3، 13 و 6 در گروه C قرار گرفتند، بنابراین این اکسشن‌ها در محیط آبی عملکرد کمتر و در محیط دیم عملکرد بیشتر از میانگین داشتند. و در نهایت اکسشن‌های 1 و 16 نیز در گروه D از لحاظ تقسیم‌بندی فرناندز قرار گرفته‌اند که از لحاظ مقاومت به خشکی در رده پائین‌ترین اکسشن‌ها قرار گرفتند.

منابع مورد استفاده

- امام جمعه، ع.، 1378. تعیین فاصله ژنتیکی توسط RAPD-PCR. ارزیابی شاخص‌های مقاومت به خشکی و تحلیل سازگاری در نخود ایرانی پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه، 150 صفحه.
- برومندان، پ. و معتمدی، ج.، 1386. گندمیان علوفه‌ای. انتشارات دانشگاه رازی، کرمانشاه، 290 صفحه.
- رافضی، ع.، فرشادفر، م.، و فرشادفر. ع.، 1387. کاربرد نشانگرهای بیوشیمیایی (پروتئین‌ها) در مطالعه تنوع درون‌گونه‌ای در هفده جمعیت از *Agropyron elongatum*. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، 16: 247-253.
- رحمانی، ا.، جعفری، ع.، ا. و ترکمان، م.، 1385. بررسی عملکرد و کیفیت علوفه 18 اکوتیپ گونه *Agropyron cristatum* به منظور اصلاح مراتع و تولید چراگاه. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد 1(53): 61-53.
- سندگل، ع. ع.، 1368 الف. اصول تولید و نگهداری بذر گیاهان مرتعی و علوفه‌ای. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، 108 صفحه.
- سندگل، ع. ع.، 1368 ب. چگونگی رشد گراس‌ها. انتشارات وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، 114 صفحه.
- صفری، ه.، جعفری، ع.، ا.، کریمی، ر. و علی‌ویسی، ن.، 1388. ارزیابی ارقام و اکسشن‌های دو گونه مرتعی *Agropyron intermedium*، *Agropyron trichophorum* برای عملکرد و

تفکیک گروه A از گروه B نمی‌باشد (Rosielle & Hambelen, 1981). اما شاخص میانگین هندسی بهره‌وری قدرت بیشتری نسبت به شاخص بهره‌وری متوسط جهت تفکیک گروه A از سایر گروه‌ها را دارد (Fernandez, 1992). همچنین چون در محاسبه شاخص تحمل به تنش، شدت استرس نیز منظور می‌شود قادر به تفکیک ژنوتیپ‌های گروه A از گروه B و C می‌باشد (Rosielle & Hambelen, 1981). شاخص میانگین هارمونیک نیز دارای اریب به طرف عملکرد بهینه خواهد بود. بنابراین بهتر است گزینش بطور همزمان براساس شاخص‌هایی که بیشترین همبستگی با دو محیط را دارند انجام شود (Fernandez, 1992). بنابراین تنها شاخص‌های میانگین هارمونیک، بهره‌وری متوسط و میانگین هندسی بهره‌وری در هر دو شرایط آبیاری نرمال و تنش همبستگی مثبت و معنی‌دار ($p < 0/01$) نشان دادند. نتایج مشابهی در آگروپیرون توسط فرشادفر و محمدی (1382) گزارش شده است، همچنین صفری و همکاران در سال 1383 چهار شاخص میانگین هارمونیک، بهره‌وری متوسط، میانگین هندسی بهره‌وری و تحمل به تنش را به‌عنوان شاخص‌هایی که بیشترین همبستگی با عملکرد بذر گندم در دو محیط داشتند، معرفی نمودند. فرناندز (1992) بیان داشت، که مناسبترین معیار انتخاب برای تنش معیاری است که قادر به تشخیص گروه A از سایر گروه‌ها باشد. استفاده از نمودار سه بعدی برای تشخیص گروه A از سایر گروه‌ها توسط امام‌جمعه (1378) مورد بررسی و تأیید قرار گرفته است. اکسشن‌های 8، 7، 9 و 4 در گروه B قرار گرفتند. بنابراین این اکسشن‌ها براساس تقسیم‌بندی فرناندز (1992) جزء اکسشن‌هایی هستند که فقط تظاهر خوبی در محیط بدون تنش دارند، و به تنش حساس

- ولی‌زاده، م.، شکیبا، م.، جوانشیر، ع.، 1370. بررسی ارقام مختلف علف باغ از لحاظ صفات زراعی، مجله دانش کشاورزی، 2: 87
- Alderson, J. and Sharp, W.C., 1995. Grass varieties in the united state, SDA. Agric. Handb. 170, rev. ed. (Grass Var. USA).
- Asay, K.H. and Dewey, D.R., 1992. Probable origin of standard crested wheatgrass, *Agropyron desertorum* Fisch. Ex link, Schultes. Can. J Plant Sci. 72: 763-772.
- Cochran, W.G. and Cox, G.M., 1957. Experimental designs, 2nd Ed, Wiley. New York.
- Fernandez, G.C.J., 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance, in Proceeding of on the Symposium Taiwan, 13-16 Aug. Chapter 25. Pp: 257- 270.
- Fisher, R.A. and Maurer, R., 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yeild responses, Aust. J. Agric. Res., 29: 897 - 912.
- Johnson, R.C., 1991. Salinity resistance, water relations, and salt content of crested and tall wheatgrass accessions. Crop Science, 31:730-734.
- Jafari, A.A., Setavarz, H. and Alizadeh, M.A., 2006. Genetic variation for and correlations among seed yield and seed components in tall fescue, Journal of New Seeds, 8:47-65.
- Nguyen, H.T. and Sleper, D.A., 1983. Genetic variability of seed yield and reproductive characters in tall fescue, Crop Science, 23:621-626.
- Ray, I.M., Frank, A.B. and Berdahl, J.D., 1997. Genetic variances of agronomic and morphological traits of diploid crested wheatgrass. Crop Science, 37: 1503- 1507.
- Rosielle, A.T. and Hambelen. J., 1981. Theoretical aspect of selection yield in stress and non-stress environment. Crop Science, 21: 943-946.
- Vogel, K.P. and Moore, K.J., 1998. Forage yield and quality of tall wheatgrass accessions in the USDA germplasm collection, Crop Science, 38: 509-511.
- Wilkins, P.W., 1994. New perennial ryegrass varieties to improve the efficiency of animal production from pasture, Aspect. Appl. Bio. 39:185-188.
- کیفیت علوفه در دو شرایط آبی و دیم استان کرمانشاه. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، 77 صفحه.
- صفری، ه.، فرشادفر، ع.، فرشادفر، م. و نوری، ف.، 1383. مکان‌یابی QTL های کنترل کننده 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.
- فرشاد فر، ع.، و محمدی، ر.، 1382. ارزیابی شاخص‌های فیزیولوژیکی مقاومت به خشکی در اگروپیرون با استفاده از شاخص انتخاب چندگانه. مجله علوم کشاورزی ایران، 34: 635 - 646
- فرشادفر، م.، فرشادفر، ع.، 1383. بررسی تنوع ژنتیکی گونه‌های مختلف اگروپایرون (*Agropyron*) براساس شاخص‌های ریخت‌شناختی و شیمیایی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، 8: 250-243
- محمدی، ر.، خیام نکویی، م.، میرلوحی، آ. و رزمجو، خ.، 1385. بررسی تنوع ژنتیکی جمعیت‌های مختلف گونه علوفه ای- مرتعی *Agropyron elongatum* تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، 14: 15-24.
- مداح عارفی، ح.، 1380. بررسی روش تلقیح برخی از گونه‌های گندمیان، تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، 12: 64-41.
- مدیر شانه‌چی، م.، 1371. تولید و مدیریت گیاهان علوفه‌ای. مؤسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی، 448 صفحه.
- مردی، م.، طالعی، ع.، امید، م.، 1382. بررسی تنوع ژنتیکی و شناسایی اجزا عملکرد درنخود تیپ دسی (*Cicer arietinum* L.)، مجله علوم کشاورزی ایران، 34: 345-351.
- موسوی، م.، 1374. ترکیبات شیمیایی و انرژی خام منابع خوراکی استان کرمانشاه. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران، 120 صفحه.

Study of genetic variation and drought resistance in accessions of *Agropyron elongatum* by morphological traits and drought resistance indices

M. Farshadfar^{*1}, F. Moradi², A. Mohebbi³ and H. Safari⁴

1*- Assoc. Prof., Agriculture and Natural Resources Research Center, Kermanshah, I.R.Iran

Email: Farshadfarmohsen@yahoo.com

2- M. Sc., Payam Noor University of Kermanshah, I.R.Iran

3- M. Sc., Teaching and Training Office, Kermanshah, I.R. Iran

4- M. Sc., Agriculture and Natural Resources Research Center, Kermanshah, I.R. Iran.

Accepted: 12.12.2010

Received: 24.06.2010

Abstract

This study was carried out to evaluate morphological and drought tolerance indices based on mean yield of 18 *Agropyron elongatum* accessions. Experiments were set up based on the randomized complete block design (RCBD) with three replications, in two environments (stress) and irrigated (non-stress) conditions. There was significant differences ($p < 0.05$) between plant height and number of tillers. The tallest height with 123.09 cm belonged to accession 17 and the shortest height with 112.8 cm belonged to accession 14. The number of tiller ranged from 105.6 to 54.61 for genotype No.1 and No.13, respectively. Forage had significant ($p < 0.01$) positive correlation with plant height (0.657) and tiller numbers (0.797). Last node distance had negative correlation with forage yield (-0.236), dry matter (-0.415), flag leaf length (-313) and number of tiller (-0.121). There was significant positive correlation ($p < 0.01$) among mean productivity, harmonic mean and geometric mean productivity indices in stress and non-stress conditions. Based on Fernandez' model; genotypes 10, 14 and 15 as superior were located in A group. Coefficient of variation ranged from 5.91% to 29.1%. In these experiments on the based of all traits studied, the accessions number 1, 3, 8 and 9 were superior and the accessions number 13 and 14 showed weakest performance.

Key words: *Agropyron elongatum*, Forage yield, Stress, Drought.