دو فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران
جلد ۲۵، شماره ۲، صفحه ۳۷۱-۳۵۸ (۱۳۹۶)

مطالعه پایداری عملکرد علوفه در اکسشن‌های گونه *Agropyron trichophorum* با مدل AMMI و سایر روش‌های تجزیه پایداری در دو محیط تنش و بدون تنش خشکی

حدیث السادات مدائنی[۱]، علی اشرف جعفری[۲]، هوشمند صفری[۳*] و هومن شیروانی[۴]

۱- کارشناس ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بروجرد

۲- استاد پژوهشی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

۳*- مربی پژوهشی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه

پست الکترونیکی: hooshmandp@yahoo.com

۴- مدرس گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۲/۱۵

چکیده

عملکرد علوفه خشک ۲۴ اکسشن از گونه Agropyron trichophorum در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو محیط آبیاری عادی (بدون تنش) و دیم (تنش خشکی) در ایستگاه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه واقع در شهرستان اسلام‌آباد غرب به‌مدت دو سال بررسی شد. بر اساس نتایج تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری بین اکسشن‌های مورد بررسی و همچنین محیط‌های مورد مطالعه مشاهده شد. اثر متقابل اکسشن × محیط در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. بر اساس تجزیه AMMI، دو مؤلفه اصلی اثر متقابل ۹۶/۷۷ درصد از واریانس اثر متقابل را بیان کردند و در سطح ۱ درصد معنی‌دار شدند. گروه‌بندی حاصل از آزمون دانکن ($p<0/05$) و تجزیه خوشه‌ای، اکسشن‌های ۴-۸، ۷-۱۰، ۵-۷، ۳۱۳، ۱۳- ۱۲ و ۳۱۴ را به‌عنوان اکسشن‌های برتر برای عملکرد علوفه خشک در یک گروه قرار داد. بر اساس مؤلفه‌های اصلی، اثر متقابل و پارامترهای پایداری اکسشن‌های ۴-۸ و ۷-۱۰ بیشترین پایداری عمومی برای عملکرد علوفه داشتند و قابل معرفی برای برنامه‌های اصلاحی برای شرایط آب و هوایی استان کرمانشاه می‌باشند. اکسشن‌های ۵-۷، ۳۱۳ و ۱۳-۱۲ با شرایط آبیاری عادی سازگاری اختصاصی نشان دادند. اکسشن ۳۱۴ نیز، سازگاری اختصاصی با شرایط تنش داشت و قابل معرفی در برنامه‌های اصلاحی به‌ویژه با تأکید بر شرایط دیم استان کرمانشاه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آگروپایرون، تنش خشکی، سازگاری، مدل AMMI

مقدمه

آگروپایرون یکی از جنس‌های مهم خانواده گندمیان است، که ۲۱ گونه آن در ایران می‌روید و از مهمترین گراس‌های نواحی نیمه‌خشک و معتدل می‌باشد. این گونه‌های چندساله مقاوم به خشکی، برای تهیه علوفه چراگاه و مرتع دام، تثبیت خاک و مدیریت منابع آب با ارزش هستند (Bromandan & Motamedi, 2007) و از نظر عملکرد در دسته گیاهان مطلوب مرتعی قرار دارند (Vogel

Archive of SID

www.SID.ir

(Moore, 1998 &. یکی از مهمترین گونه‌های این جنس، گونه *Ag. trichophorum* می‌باشد (Bromandan & Motamedi, 2007)، که سازگاری وسیعی به شرایط رطوبتی، دمایی و ارتفاع از سطح دریا دارد (Daniel *et al.*, 2003). 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. دامنه ارتفاعی رشد این گونه بین ۱۰۰۰ تا ۲۷۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد، اما در ارتفاعات پایین به بذر می‌رود و برای تولید بذر به رطوبت بیشتری نیاز دارد (Smoliak *et al.*, 2003)، اما در شرایط آبیاری ممکن است برای چند سال تولید بذر نداشته باشد. البته 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 به‌ویژه در تابستان می‌باشد (Daniel *et al.*, 2003). مقاومت به خشکی گونه *Ag. trichophorum* کمتر از *Ag. desertotum* و *Ag. cristatum* می‌باشد. در خاک‌هایی با بافت لومی- شنی و کم عمق به‌خوبی رشد می‌کند، حاصلخیزی پایین و قلیایی بودن خاک، ارتفاع از سطح دریا و شرایط خشک را بهتر از *Ag. intermedum* تحمل می‌کند (Smoliak *et al.*, 2003).

هدف اصلی مراکز بین‌المللی اصلاح نباتات، به‌دست آوردن ارقام با سازگاری وسیع، پایداری بالا و مقاوم به تنش‌های محیطی می‌باشد (Crossa,1990). در برخی از مطالعات، اصطلاح سازگاری را مترادف با تنوع عملکرد در مکان‌ها و اصطلاح پایداری را ثبات عملکرد در طول چند سال دانسته‌اند، ولی در بیشتر مطالعات فرض بر این است که پایداری اندازه‌گیری شده، بیان پایداری یک ژنوتیپ در زمان و مکان است، بنابراین محیط شامل سال‌ها و مکان‌ها، یا اعمال مدیریتی متنوع و یا ترکیبی از این عوامل است (Meshkani, 1968). دو نوع پایداری ژنوتیپی بیان شده است، نوع اول پایداری هموستاتیک (Homostatic) است، که در آن یک ژنوتیپ، عملکرد ثابتی را در محیط‌های مختلف نشان می‌دهد، این پایداری از طریق محاسبه واریانس یک ژنوتیپ در محیط‌ها ارزیابی می‌شود. پایداری هموستاتیک مطلوب نیست چون ژنوتیپ‌ها باید به محیط-های مناسب، واکنش کافی نشان دهند (Hayward *et al.*, 1993). نوع دیگر پایداری زراعی است، که در آن عملکرد ژنوتیپ‌ها به ظرفیت تولیدی محیط مورد آزمایش ارتباط داده می‌شود. اگر پایداری زراعی به محدوده وسیعی از محیط‌ها نسبت داده شود سازگاری عمومی و اگر به محدوده کوچکی از محیط‌ها مربوط شود سازگاری خصوصی می-باشد (Hayward *et al.*, 1993).

چهار تکنیک تجزیه واریانس، تجزیه رگرسیون، روش-های چند متغیره با تأکید بر روی تجزیه واکنش ژنوتیپی و مدل اثرات افزایشی جمع‌پذیر و اثر متقابل ضرب‌پذیر (AMMI) و روش‌های غیر پارامتری برای ارزیابی پایداری آگرونومیک یک سری از ارقام وجود دارد (Hayward *et al.*, 1993). فرض‌های نرمال بودن توزیع خطا و شناخت همبستگی عملاً در مدل‌های ضربی دوگانه خطی (Bilinear) یا دوگانه افزایشی (Biadditive)، برای مطالعه اثر متقابل ژنوتیپ و محیط محدودکننده می‌باشد. مؤلفه‌های ضربی برای اثرات متقابل در مدل‌های خطی تعمیم یافته (GLM) مانند اثرات افزایشی جمع‌پذیر و اثرات متقابل ضربی (GAMMI) و مدل AMMI این محدودیت را کاهش داده است (Gauch, 1992). روش امی در واقع ترکیب تجزیه واریانس و تجزیه مؤلفه‌های اصلی می‌باشد (Gauch, 1992)؛ که در این روش ابتدا با استفاده از تجزیه واریانس معمولی، اثرات اصلی جمع‌پذیر و بعد با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط را که معروف به اثر متقابل ضربی است، مورد تجزیه‌وتحلیل قرار می‌دهند. در نهایت ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها بر روی بای‌پلات با توجه به‌مقدار، بزرگی و نیز علامت مقادیر مؤلفه‌های اصلی مکان-یابی و نمایش داده می‌شوند. این کار موجب ساده شدن استنباط در مورد اثرات متقابل ویژه ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها می‌شود (Romagosa and Fox,1993). در این تحقیق ۲۴ اکسشن از گونه *Ag. trichophorum* به‌منظور بررسی پایداری عملکرد علوفه، با روش AMMI و سایر روش‌های

Archive of SID

www.SID.ir

تجزیه پایداری طی دو سال در قالب دو آزمایش جداگانه در دو محیط تنش و بدون تنش بررسی شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات اسلام‌آباد غرب متعلق به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع 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 دما ۲۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد. بیشترین میزان بارندگی، براساس آمار هواشناسی در اسفند ماه و کمترین تغییرات بارندگی در فروردین ماه بود. میزان بارندگی ماه‌های اردیبهشت و آبان بیشترین تأثیر را بر میزان عملکرد محصولات بر جای گذاشته است. بارندگی انتهایی (در ماه‌های اردیبهشت و خرداد) از مهمترین عوامل مؤثر بر کشت دیم و عملکرد مرتع در این منطقه می‌باشد (Farshadfar *et al*., 2010). تعداد ۲۴ اکسشن از گونه *Ag. trichophorum* از بانک ژن مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور تهیه شد (جدول شماره ۱) و در قالب دو آزمایش جداگانه در دو محیط آبی و تنش به‌مدت دو سال (طی سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱) به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار بررسی شد (در مجموع چهار محیط به‌دست آمد). برای هر کرت چهار ردیف به‌فاصله ۲۵ سانتی‌متر و بر روی هر ردیف ۵ بوته به‌فاصله ۴۰ سانتی‌متر کشت شد (طول هر کرت دو متر و عرض آن یک متر بود)، فاصله بین کرت‌ها ۷۵ سانتی‌متر تعیین شد. اختصاص هر پلات به یک تیمار در هر تکرار به‌طور تصادفی انجام شد. در محیط آبی هر هفته یکبار آبیاری انجام و مبارزه با علف‌های هرز به‌صورت مکانیکی انجام شد. بعد از برداشت کل کرت، علوفه‌تر برداشت شده، در هوای آزاد خشک شد و بعد با دقت ۵± گرم توزین و عملکرد به‌دست آمده برای علوفه خشک برحسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد.

جدول ۱- فهرست، منطقه جمع‌آوری و کد بانک ژن اکسشن‌های مورد مطالعه برای گونه *Ag. trichophorum*

شماره	منطقه	کد بانک ژن	شماره	منطقه	کد بانک ژن
۱	چهار تاغ- شهرکرد	۶-۱۰	۱۳	گردنه قوچی-سلماس	۲ قوچی
۲	پاتاوه -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	۷-۱۰	۱۷	میمند -یاسوج	۸-۴
۶	ایستگاه البرز-کرج	۶-۱۳	۱۸	فیروزآباد-یاسوج	۶-۸
۷	کوه نسار-بیجار	۱بیجار	۱۹	بیدسبحان-اقلید	۸-۷
۸	بید قطار -بروجن	۸-۱۰	۲۰	پاسهلکی-اقلید	۶-۷
۹	دجکرد-اقلید	۵-۷	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 ییلاق-گرگان	۳۱۴

به‌منظور تجزیه AMMI از مدل ارائه شده در معادله شماره ۱ استفاده شد.

$$Y_{ger} = \mu + \alpha_n + \beta_e + \Sigma_n \lambda_n \alpha_{gn} \gamma_{en} + \rho_{ge} + \varepsilon_{ger} \quad (۱)$$

Archive of SID

www.SID.ir

α_n اثر اصلی ژنوتیپ، β_e اثر اصلی محیط، n تعداد محورهای مؤلفه‌های اصلی اثر متقابل باقیمانده در مدل AMMI، λ_n مقدار منفرد مربوط به n امین مؤلفه اصلی باقیمانده در مدل، و α_{gn} بردار ویژه برای g امین ژنوتیپ از n امین مؤلفه اصلی اثر متقابل، γ_{en} بردار ویژه برای e امین محیط از n امین مؤلفه اصلی اثر متقابل، ρ_{ge} نویز و ε_{ger} خطای آزمایش است (Clay *et al.*, 1995).

پارامترهای پایداری ضریب تغییرات محیطی (CV_i)، (Francis and Kannenberg, 1978)، اکووالانس ریک (W_i^2)، (Wrick, 1962)، واریانس پایداری شوکلا (δ_i^2)، (Shokla, 1972)، ضریب رگرسیون فینلی و ویلکنسون (b_i)، (Finlay and Wilkinson, 1963) و ضریب تشخیص (R_i^2)، (Pinthus, 1973) محاسبه شد. در بررسی‌های پایداری، ژنوتیپ‌هایی که اکووالانس آنها کم می‌باشد (W_i^2)، نوسانهای کمتری در سراسر محیط‌ها دارند و پایدارتر می‌باشند، همچنین واریانس پایداری (δ_i^2) بر اساس باقیمانده ماتریس ($GE_{ij}+e_{ij}$) می‌باشد، البته هر چه کمتر باشد، نشان‌دهنده اثر اصلی ژنوتیپ پایدار می‌باشد (Crossa *et al.*, 1990) و هر واریته‌ای که ضریب تغییرات ژنوتیپی (CV_i) کمتری داشته باشد، پایدارتر است. مشکل اصلی این روش‌ها در این است، که معمولاً واریته‌های پایدارتر، کم محصول‌تر هستند (Moghaddam and Dehghanpour, 2001). در روش فینلی و ویلکنسون عملکرد ژنوتیپ‌ها به‌صورت اثرات اصلی برای ژنوتیپ و محیط و حاصل‌ضرب اصلی محیط در ضرایب رگرسیونی ژنوتیپ بیان می‌شود، و ژنوتیپی پایدار است که میانگین مربعات انحراف از رگرسیون کم و ضریب رگرسیون نزدیک به ۱ داشته باشد (Crossa *et al.*, 1990). Pinthus (1973) پیشنهاد کرد که چون ضریب تشخیص به‌شدت وابسته به میانگین مربعات انحراف از رگرسیون (S^2d_i) است، بجای S^2d_i بهتر است از ضریب تشخیص استفاده شود، طبق این پارامتر ژنوتیپی پایدار است که ضریب تشخیص آن کم باشد. تجزیه واریانس مرکب، آزمون دانکن، تجزیه خوشه‌ای و رسم نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم‌افزارهای Minitab، EXCEL و IRRISTAT انجام شد.

نتایج

بر اساس تجزیه واریانس مرکب عملکرد علوفه خشک (جدول ۲)، برای اثرات متقابل سال×مکان، سال×اکسشن و سال×اکسشن×مکان اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد. اما برای اثر اصلی مکان‌ها، سال‌ها و اکسشن‌های مورد مطالعه و همچنین اثر متقابل مکان×اکسشن در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. ضریب تغییرات به‌دست آمده ۱۱/۸۴ درصد بود.

آزمون دانکن در سطح ۵ درصد برای اکسشن‌های مورد بررسی نشان داد (جدول ۳) که اکسشن‌های ۱۳-۱۲ و ۳۱۳ به‌ترتیب با ۳۲۸۱ و ۳۱۵۲ کیلوگرم علوفه خشک در هکتار بیشترین میزان علوفه خشک را داشتند و در یک گروه قرار گرفتند. اکسشن‌های ۳۱۴، ۴-۸ و ۷-۱۰ در رده دوم برای عملکرد علوفه خشک قرار گرفتند که با اکسشن ۵-۷ اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد نداشتند. اکسشن ۱بیجار با ۱۲۳۵ کیلوگرم علوفه خشک در هکتار کمترین میزان علوفه خشک را داشت و اختلاف معنی‌دار با دیگر اکسشن‌ها نشان داد. دیگر اکسشن‌ها در حد متوسطی قرار داشتند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب عملکرد علوفه خشک اکسشن‌های مورد مطالعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
سال	۱	۷۰۵۰۷۸ *
مکان	۱	۱۲۹۸۵۴۶۷۰ **
سال× مکان	۱	۵۹۱۱۰ ns
خطای ۱	۸	۷۰۵۸۴
اکسشن	۲۳	۲۶۶۰۴۷۳ **
اکسشن× سال	۲۳	۷۵۲۱۲ ns
اکسشن× مکان	۲۳	۵۶۶۲۸۴ **
اکسشن× سال× مکان	۲۳	۹۶۶۴۸ ns
خطای ۲	۱۸۴	۷۲۵۳۶
	ضریب تغییرات (cv%)	٪۱۱/۸۴

**: در سطح ۱ درصد معنی‌دار؛ *: در سطح ۵ درصد معنی‌دار؛ ns: غیر معنی‌دار

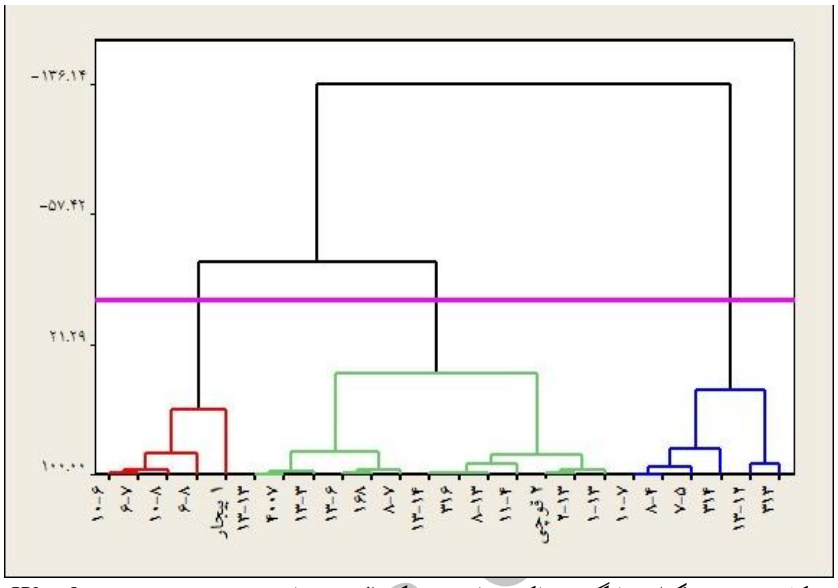
جدول ۳- آزمون دانکن در سطح ۵ درصد برای اکسشن‌های مورد بررسی

کد بانک ژن	گروه	میانگین عملکرد (Kg/ha)
۱۰-۶	ij	۱۷۹۰±۲۷۴
۱۳-۱۳	fg	۲۱۴۸±۳۹۶
۴۰۰۷	fg	۲۱۴۴±۳۲۲
۳-۱۳	fg	۲۱۱۸±۴۰۲
۱۰-۷	bc	۲۷۰۳±۴۳۰
۶-۱۳	ghi	۲۰۲۰±۲۲۸
۱بیجار	k	۱۲۳۵±۲۱۰
۱۰-۸	hij	۱۸۵۰±۴۰۸
۷-۵	cd	۲۶۳۷±۷۱۰
۱۲-۱۳	a	۳۲۸۱±۴۹۲
۱۴-۱۳	ef	۲۳۱۹±۴۵۲
۱۱-۴	efg	۲۲۳۰±۴۴۳
۲ قوچی	de	۲۴۲۳±۴۰۱
۱-۱۳	ef	۲۳۶۵±۳۹۳
۲-۱۳	de	۲۴۰۸±۴۰۵
۸-۱۳	ef	۲۳۰۸±۳۷۰
۸-۴	bc	۲۷۰۸±۳۷۹
۶-۸	j	۱۶۳۴±۳۳۰
۸-۷	ghi	۲۰۵۷±۳۰۵
۶-۷	ij	۱۸۱۶±۴۳۷
۳۱۶	ef	۲۳۲۹±۲۵۱
۱۶۸	ghi	۲۰۱۰±۴۹۵
۳۱۳	a	۳۱۵۲±۶۸۷
۳۱۴	bc	۲۹۱۰±۲۷۴

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای میانگین عملکرد علوفه خشک به‌روش Ward (شکل ۱)، اکسشن-های ۱۳-۱۲، ۳۱۳، ۳۱۴، ۴-۸، ۷-۱۰ و ۵-۷ که با توجه به مقایسه میانگین‌ها برتر بودند در یک گروه قرار گرفتند و اکسشن ۱ بیجار که با توجه به مقایسه میانگین‌ها ضعیف‌ترین اکسشن بود به‌همراه اکسشن‌های ۸-۶، ۸-۱۰، ۷-۶ و ۶-۱۰ در گروه بعدی قرار داشتند. دیگر اکسشن‌ها نیز که عملکرد متوسطی داشتند در گروه سوم قرار گرفتند.



شکل ۱- دندروگرام میانگین عملکرد علوفه خشک اکسشن‌های مورد بررسی به‌روش Ward

جدول ۴- تجزیه AMMI عملکرد علوفه خشک اکسشن‌ها در محیط‌های مورد مطالعه

منابع تغییرات	df	SS	%SS	MS
محیط	۳	۱۳۰۶۱۸۸۵۹	۵۸/۶۵[a]	۴۳۵۳۹۶۲۰[**]
اکسشن	۲۳	۶۱۱۹۰۸۸۲	۲۷/۴۷ [a]	۲۶۶۰۴۷۳[**]
محیط × اکسشن	۶۹	۱۶۹۷۷۳۶۷	۷/۶۲ [a]	۲۴۶۰۴۹[**]
IPC_1	۲۵	۱۳۲۶۷۶۵۰	۷۸/۱۵ [b]	۵۳۰۷۰۶[**]
IPC_2	۲۳	۳۱۶۱۱۳۰	۱۸/۶۲ [b]	۱۳۷۴۴۰[**]
IPC_3	۲۱	۵۴۸۵۸۷	۳/۲۳ [b]	۲۶۱۲۳[ns]
خطا	۱۹۲	۱۳۹۱۱۴۱۹	۶/۲۵ [a]	۷۲۴۵۵
کل	۲۸۷	۲۲۲۶۹۸۵۲۷		

a: درصد از مجموع مربعات کل b: درصد از مجموع مربعات اثر متقابل

**: در سطح ۱ درصد معنی‌دار *: در سطح ۵ درصد معنی‌دار ns: غیر معنی‌دار

باتوجه به تجزیه AMMI عملکرد علوفه خشک اکسشن-های مورد بررسی در چهار محیط (جدول ۴) ملاحظه می‌شود که اثرات اصلی جمع‌پذیر محیط و اکسشن در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد و به‌ترتیب ۵۸/۶۵ و ۲۷/۴۷ درصد از مجموع مربعات کل را به‌خود اختصاص دادند. اثر متقابل اکسشن × محیط نیز در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد و ۷/۶۲ درصد از

Archive
www.SID.ir

مجموع مربعات کل را به‌خود اختصاص داد. مؤلفه اصلی اثر متقابل اول (IPC_1) و مؤلفه اصلی اثر متقابل دوم (IPC_2) نیز در سطح ۱ درصد معنی‌دار شدند و به‌ترتیب ۷۸/۱۵ و ۱۸/۶۲ درصد از مجموع مربعات اثر متقابل را نشان دادند. در سومین مؤلفه اصلی اثر متقابل تنوع معنی‌دار نبود و ۳/۲۳ درصد از مجموع مربعات اثر متقابل را نشان داد.

در جدول ۵ مقادیر مؤلفه‌های اول و دوم اثر متقابل برای اکسشن‌ها، مقادیر ویژه، درصد از واریانس و درصد واریانس تجمعی ارائه شده است. مؤلفه اول و دوم به‌ترتیب ۷۸/۱۵ و ۱۸/۶۲ درصد از مجموع مربعات اثرمتقابل را بیان کردند. بنابراین می‌توان بیان کرد که مدل $AMMI_2$ در بررسی پایداری اکسشن‌ها مناسب می‌باشد. در مجموع ۹۶/۷۷ درصد از مجموع مربعات اثرات متقابل با دو مؤلفه اول بیان شد.

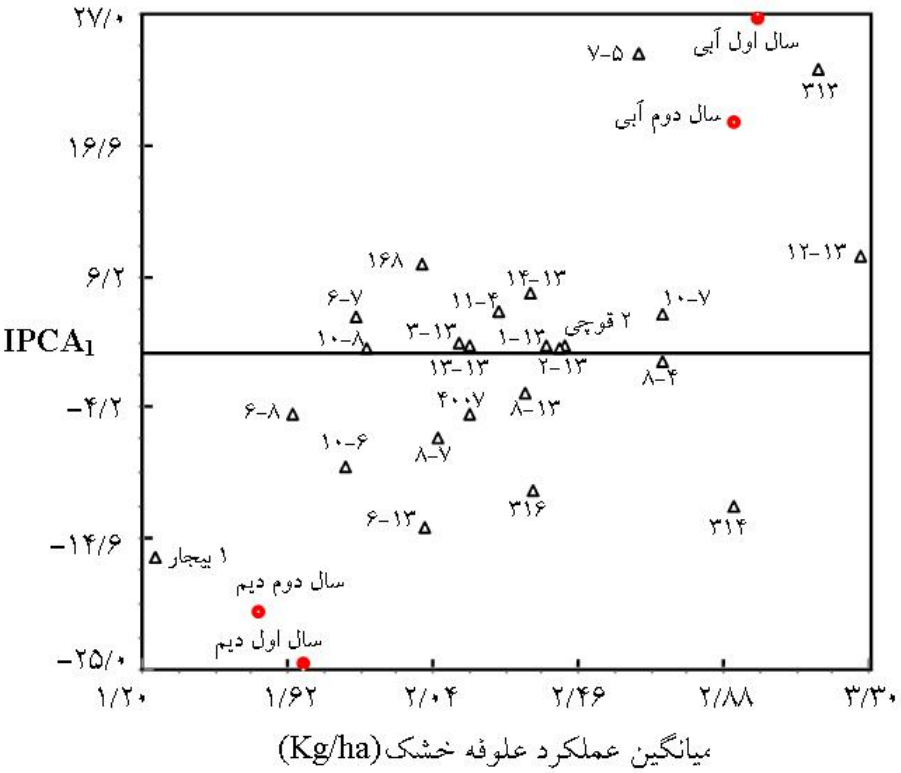
جدول ۵- مقادیر مؤلفه‌های اول و دوم اثر متقابل برای اکسشن‌ها، مقادیر ویژه، درصد از واریانس و درصد واریانس تجمعی

اکسشن	مؤلفه اول اثر متقابل	مؤلفه دوم اثر متقابل
۶-۱۰	-۸/۹۹۲	-۱۰/۷۹۴
۱۳-۱۳	۰/۶۴۵	-۱۰/۳۰۰
۴۰۰۷	-۴/۷۸۸	-۳/۷۹۸
۱۳-۳	۰/۸۴۵	۳/۸۹۷
۷-۱۰	۳/۲۶۴	-۴/۵۴۳
۱۳-۶	-۱۳/۶۲۷	۴/۸۱۷
۱بیجار	-۱۴/۹۸۷	۵/۲۲۴
۸-۱۰	۰/۳۸۴	۵/۶۸۳
۵-۷	۲۳/۸۷۹	۸/۵۲۳
۱۳-۱۲	۷/۸۴۶	۰/۴۸۱
۱۳-۱۴	۴/۹۵۳	-۷/۴۴۴
۴-۱۱	۳/۳۱۸	-۴/۰۴۸
۲ قوچی	۰/۷۶۲	-۱۰/۱۴۱
۱۳-۱	۰/۶۴۳	-۳/۷۶۷
۱۳-۲	۰/۵۶۵	-۱۱/۱۷۳
۱۳-۸	-۳/۰۵۱	۷/۹۵۷
۴-۸	-۰/۴۶۸	-۱/۰۱۳
۸-۶	-۴/۶۹۰	۲/۵۱۲
۷-۸	-۶/۵۸۷	۳/۶۱۷
۷-۶	۳/۰۶۰	۵/۰۲۰
۳۱۶	-۱۰/۷۳۲	-۰/۲۴۳
۱۶۸	۷/۱۱۰	۵/۷۴۱
۳۱۳	۲۲/۶۶۹	۲/۰۳۵
۳۱۴	-۱۲/۰۲۱	۱۱/۷۵۸
مقادیر ویژه	۲۱۰۳	۱۰۲۶
درصد از واریانس	۷۸/۱۵	۱۸/۶۲
درصد واریانس تجمعی	۷۸/۱۵	۹۶/۷۷

Archive of SID

www.SID.ir

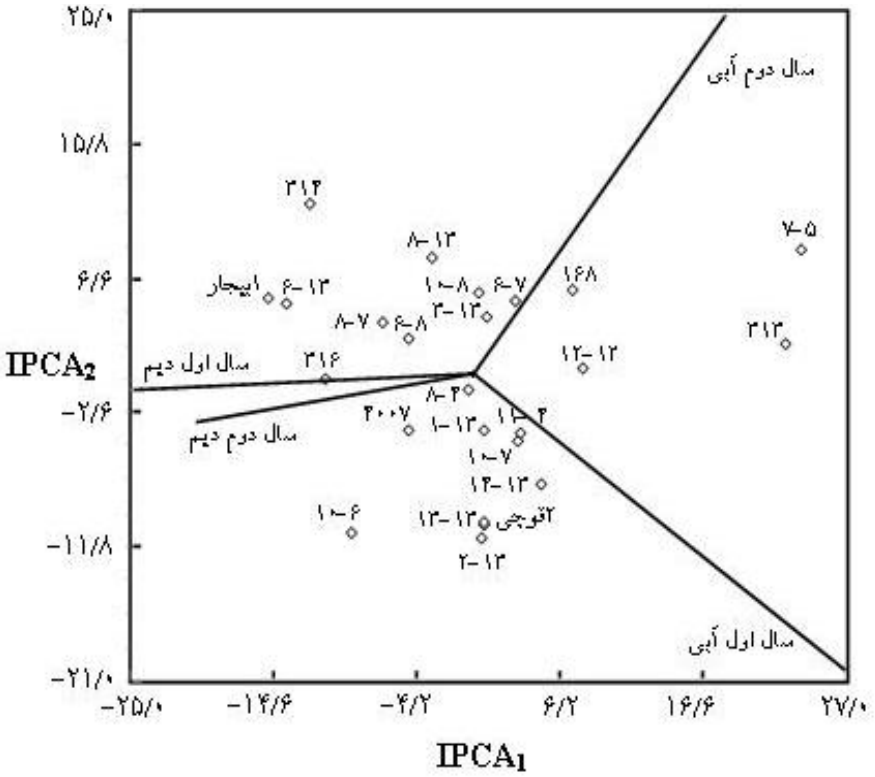
بای‌پلات اولین مؤلفه اصلی اثر متقابل و میانگین عملکرد (شکل ۲) نشان داد که مکان‌های آبی و دیم اثرمتقابل متفاوتی داشتند، که دو مکان آبی با همدیگر و دو مکان دیم با همدیگر تمرکز محیطی بالایی نشان دادند. اکسشن‌های ۴-۸، ۱۳-۲، ۲قوچی، ۱۳-۱، ۱۳-۱۳، ۱۳-۳ و ۸-۱۰ با توجه به اولین مؤلفه اصلی اثر متقابل بیشترین پایداری عمومی را نشان دادند، که اکسشن۴-۸ علاوه بر پایداری عمومی بالا بیشترین میانگین عملکرد را نیز در بین اکسشن‌های پایدار به‌خود اختصاص داد. اکسشن‌های ۳۱۳ و ۳۱۴ هرچند میانگین عملکرد بالایی داشتند اما با توجه به مؤلفه اول اثر متقابل کمترین پایداری عمومی را نشان دادند، اکسشن ۳۱۳ بیشتر با شرایط آبیاری عادی و اکسشن ۳۱۴ بیشتر با شرایط دیم سازگاری اختصاصی نشان دادند. اکسشن ۱۳-۱۲ عملکرد بالایی داشت و پایداری عمومی در حد متوسطی نسبت به دیگر اکسشن‌ها نشان داد و از سوی دیگر اکسشن ۷-۱۰ پایداری عمومی و عملکرد علوفه نسبتا بالایی نسبت به دیگر اکسشن‌ها داشت.



شکل ۲- بای‌پلات اولین مؤلفه اصلی اثر متقابل و میانگین عملکرد علوفه خشک

بای‌پلات حاصل از مؤلفه اصلی اثر متقابل اول و دوم (شکل ۳) برای اکسشن‌ها نشان داد که اکسشن‌های ۱۳-۳، ۸-۶، ۴-۸، ۱۳-۱، ۴-۱۱ و ۷-۱۰ با بیشترین نزدیکی به‌مرکز بای‌پلات دارای بیشترین پایداری عمومی بودند. اکسشن‌های ۵-۷، ۳۱۳، ۱۶۸ و ۱۳-۱۲ بیشترین سازگاری اختصاصی با محیط‌های آبی داشتند و در بین اکسشن‌هایی که با توجه به مقایسه میانگین‌ها عملکرد علوفه خشک بیشتری داشتند، تنها اکسشن ۳۱۴ سازگاری اختصاصی با شرایط تنش نشان داد.

www.SID.ir



شکل ۳- بای‌پلات اولین و دومین مؤلفه اصلی اثر متقابل

بررسی پارامترهای پایداری

پارامترهای پایداری محاسبه شده (جدول ۶) نشان داد که اکسشن‌ها واکنش‌های متفاوتی داشتند و برخی از اکسشن‌ها باتوجه به بعضی از پارامترها، دارای پایداری بالا و براساس بعضی دیگر از پارامترها، پایداری ضعیفی داشتند. براساس پارامتر ضریب رگرسیون اکسشن‌های ۲ قوچی، ۱۳-۲، ۱۳-۱، ۱۳-۱۳، ۱۳-۳، ۴-۸، ۸-۱۰ و ۱۳-۸ دارای ضریب رگرسیون نزدیک به‌یک بودند و بیشترین پایداری را نشان دادند که با در نظر گرفتن میانگین عملکرد و پارامتر ضریب رگرسیون می‌توان اکسشن‌های ۱۳-۱۲، ۷-۱۰ و ۴-۸ را به‌عنوان اکسشن‌های پایدار بر اساس ضریب رگرسیون که عملکرد مناسبی نیز دارند، مورد توجه قرار داد. براساس پارامتر ضریب تغییرات اکسشن‌های ۱۳-۱۲، ۴-۸، ۴۰۰۷، ۳۱۶ و ۸-۶ با قرار گرفتن در یک گروه کمترین ضریب تغییرات ژنوتیپی را داشتند و بر اساس پارامتر ضریب تغییرات ژنوتیپی بیشترین پایداری را در عملکرد علوفه خشک داشتند. در بین اکسشن‌های این گروه، اکسشن ۱۳-۱۲ عملکرد علوفه مطلوبی داشت. با توجه به پارامتر اکووالانس ریک و میانگین عملکرد، اکسشن‌های ۱۳-۱۲، ۷-۱۰ و ۴-۸ به‌عنوان اکسشن‌های پایدار با عملکرد مطلوب قابل توجه بودند. برای پارامتر واریانس پایداری شوکلا نیز نتایجی تقریبا مشابه با پارامتر اکووالانس ریک به‌دست آمد، که در بین اکسشن‌های این گروه، دو اکسشن ۷-۱۰ و ۴-۸ علاوه بر پایداری در تولید علوفه، عملکرد مناسبی نیز داشتند. بر اساس پارامتر انحراف از میانگین مربعات رگرسیون اکسشن‌های ۱۳-۱۲، ۳۱۳، ۷-۱۰ و ۴-۸ با داشتن میانگین عملکرد بالا و کمترین انحراف از میانگین مربعات رگرسیون به‌عنوان اکسشن‌های با عملکرد علوفه پایدار و مناسب قابل توجه بودند. در بین اکسشن‌های پایدار بر اساس ضریب تشخیص اکسشن ۴-۸ با میانگین عملکرد مطلوب و پایداری مناسب قابل توجه بود. آنچه از بررسی پارامترهای پایداری مشخص شد، این است که

Archive of SID
www.SID.ir

اکسشن‌های ۱۳–۱۳، ۴۰۰۷، ۱۳–۳، ۷–۱۰، ۸–۱۰، ۱۳–۱۲، ۲قوچی، ۱۳–۱، ۱۳–۸، ۴–۸، ۸–۶ و ۱۳–۲ حداقل بر اساس ۲ پارامتر پایداری، بیشترین پایداری را داشتند که در بین این اکسشن‌ها سه اکسشن ۴–۸، ۷–۱۰ و ۱۳–۱۲ علاوه بر پایداری تولید بالا میانگین عملکرد مطلوبی از علوفه هم داشتند. بنابراین، این نتیجه باتوجه به دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای اکسشن‌ها (شکل ۴) تأیید شد.

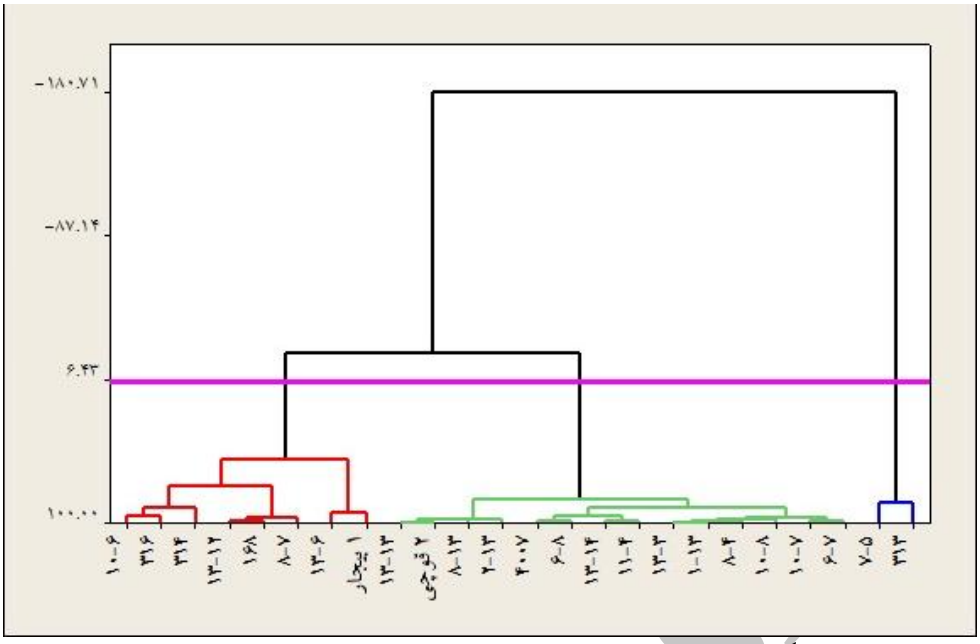
جدول ۶- پارامترهای پایداری محاسبه شده برای اکسشن‌های مورد بررسی

اکسشن	Y_{io}	b_i	CV_i	W_i^2	δ_i^2	S^2d_i	R^2_i
۱۰–۶	۱۷۹۰	۰/۶۷	۰/۱۶	۹۶۹۱۳	۱۹۹۵۴۶	۴۵۵۹۶	۰/۶۹
۱۳–۱۳	۲۱۴۸	۰/۹۹	۰/۱۸	۳۹۲۰۹	۲۸۳	۵۸۶۷۱	۰/۰۰
۴۰۰۷	۲۱۴۴	۰/۸۳	۰/۰۵	۲۱۵۸۰	۵۵۰۱۴	۴۸۶۳	۰/۸۵
۳–۱۳	۲۱۱۸	۱/۰۳	۰/۰۸	۹۰۴۳	۱۴۲۵	۱۲۸۵۳	۰/۰۵
۱۰–۷	۲۷۰۳	۱/۱۰	۰/۰۸	۱۴۵۴۵	۱۷۷۸۳	۱۲۹۲۶	۰/۴۱
۶–۱۳	۲۰۲۰	۰/۵۶	۰/۱۳	۱۳۸۳۲۲	۳۵۵۹۴۸	۲۹۵۰۹	۰/۸۶
۱بیجار	۱۲۳۵	۰/۵۱	۰/۱۳	۱۶۷۰۵۲	۴۴۰۶۷۱	۳۰۲۴۳	۰/۸۸
۸–۱۰	۱۸۵۰	۱/۰۴	۰/۱۱	۱۵۶۲۲	۲۶۶۶	۲۲۰۹۹	۰/۰۶
۵–۷	۲۶۳۷	۱/۸۲	۰/۱۴	۴۲۶۳۸۳	۱۲۰۴۹۱۵	۳۷۱۱۷	۰/۹۴
۱۳–۱۲	۳۲۸۱	۱/۲۷	۰/۰۳	۴۳۲۳۹	۱۲۷۴۰۵	۱۱۵۵	۰/۹۸
۱۳–۱۴	۲۳۱۹	۱/۱۵	۰/۱۴	۳۶۳۸۶	۳۸۲۸۲	۳۵۴۳۷	۰/۳۵
۴–۱۱	۲۲۳۰	۱/۱۲	۰/۱۳	۳۰۸۴۳	۲۷۹۲۱	۳۲۳۰۴	۰/۳۰
۲ قوچی	۲۴۲۳	۱/۰۰	۰/۱۷	۳۵۶۳۸	۶	۵۳۴۵۴	۰/۰۰
۱–۱۳	۲۳۶۵	۱/۰۱	۰/۰۷	۶۲۲۰	۸۱	۹۲۹۰	۰/۰۰
۲–۱۳	۲۴۰۸	۱/۰۰	۰/۲۰	۴۷۶۸۴	۱۹	۷۱۵۱۶	۰/۰۰
۸–۱۳	۲۳۰۸	۰/۹۳	۰/۱۵	۳۱۲۴۴	۹۷۵۲	۴۱۹۹۱	۰/۱۰
۸–۴	۲۷۰۸	۰/۹۷	۰/۰۵	۳۱۵۲	۱۳۲۳	۴۰۶۷	۰/۱۴
۶–۸	۱۶۳۴	۰/۸۵	۰/۰۵	۱۸۱۹۳	۴۳۸۳۹	۵۳۷۰	۰/۸۰
۸–۷	۲۰۵۷	۰/۷۷	۰/۱۰	۴۴۳۶۲	۹۴۹۸۴	۱۹۰۵۲	۰/۷۱
۶–۷	۱۸۱۶	۱/۱۲	۰/۰۸	۱۵۴۳۱	۲۵۱۴۵	۱۰۵۷۳	۰/۵۴
۳۱۶	۲۳۲۹	۰/۶۴	۰/۰۶	۸۱۰۴۳	۲۳۲۲۶۹	۵۴۳۰	۰/۹۶
۱۶۸	۲۰۱۰	۱/۲۷	۰/۰۹	۵۲۹۴۶	۱۲۸۶۲۹	۱۵۱۰۵	۰/۸۱
۳۱۳	۳۱۵۲	۱/۷۶	۰/۱۰	۳۶۲۶۲۸	۱۰۴۸۹۹۸	۱۹۴۴۳	۰/۹۶
۳۱۴	۲۹۱۰	۰/۶۳	۰/۲۳	۱۴۸۶۰۰	۲۵۴۱۲۷	۹۵۸۳۶	۰/۵۷

Y_{io}: میانگین عملکرد؛ **b_i**: ضریب رگرسیون؛ **CV_i**: ضریب تغییرات ژنوتیپی؛ **W_i^2**: اکووالانس ریک؛ **δ_i^2**: واریانس پایداری شوکلا؛ **S^2d_i**: مجموع مربعات انحراف از رگرسیون؛ **R^2_i**: ضریب تشخیص؛ اعدادی که زیر آنها خط کشیده شده بیشترین پایداری را برای پارامتر مورد نظر در اکسشن مورد بررسی نشان دادند.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۴- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای اکسشن‌ها با روش **Ward** براساس پارامترهای پایداری

بحث

وجود تنوع معنی‌دار در بین اکسشن‌های مورد بررسی و همچنین محیط‌های مورد مطالعه نشان داد که در ساختار جمع‌پذیر داده‌ها برای اثر اصلی اکسشن و محیط اختلاف معنی‌دار وجود دارد. در بررسی Mohammadi و همکاران (۲۰۰۶) برای ۱۰ صفت مورفولوژیک در بین ۲۳ جمعیت گونه *Ag. elongatum* تنوع معنی‌دار گزارش شد. وجود میزان بالای سهم ژنوتیپ از درصد مجموع مربعات کل نشان‌دهنده تفاوت در ظرفیت ژنتیکی ارقام مختلف می‌باشد، بر همین اساس در این تحقیق اکسشن‌های ۱۳-۱۲، ۳۱۳، ۳۱۴، ۴-۸ ، ۷-۱۰ و ۵-۷ برای میانگین عملکرد علوفه خشک برتر از سایر اکسشن‌ها بودند.

از سویی وجود میزان بالای سهم محیط از درصد مجموع مربعات کل نشان‌دهنده تفاوت در ظرفیت تولیدی محیط‌های مختلف است. مشاهده تنوع معنی‌دار در بین محیط‌ها در این تحقیق بیشتر ناشی از اختلاف توان آبی ایجاد شده در دو شرایط تنش و آبیاری عادی بود و سال-های مطالعه نقش کمتری در تنوع داشتند، که این مسئله در بای‌پلات نیز به‌خوبی مشاهده شد و روند یکسان سال‌ها تأییدی بر نقش بیشتر دو محیط تنش و آبیاری عادی در ایجاد تنوع بین محیط‌ها بود. در بررسی پایداری گونه *Ag. elongatum* در دو شرایط تنش و بدون تنش توسط Farshadfar و همکاران (۲۰۱۰) گزارش شد که اختلاف توان آب در دو شرایط باعث تفاوت در عملکرد ژنوتیپ‌ها شد.

وجود سهم قابل توجه و معنی‌دار برای اثر متقابل ژنوتیپ در محیط نشان‌دهنده وجود اثر متقابل قابل استخراج در ساختار داده‌هاست (Aghaee-Sarbarzeh *et al.*, 2007). در این تحقیق نیز برای اثر ضرب‌پذیر اکسشن × محیط تنوع معنی‌دار در ساختار ضربی داده‌ها وجود داشت. در گزارشی روش $AMMI_2$ با توجه به اینکه با دو مؤلفه اصلی اول و دوم ۸۹/۳۰ درصد از تغییرات اثر متقابل ژنوتیپ × محیط را توجیه کرد، روش مناسبی برای تجزیه پایداری عملکرد علوفه ژنوتیپ‌های گونه *Ag. elongatum* معرفی شد (Farshadfar *et al.*, 2010). در این تحقیق نیز مدل $AMMI_2$ (مدلی که دو مؤلفه اصلی در آن بررسی شود) برای بررسی پایدای اکسشن‌ها مناسب شناخته شد. اکسشن-های ۱۳-۳، ۸-۶، ۴-۸، ۱۳-۱، ۴-۱۱ و ۷-۱۰ بیشترین

Archive of SID

www.SID.ir

پایداری عمومی، اکسشن‌های ۵-۷، ۳۱۳، ۱۶۸ و ۱۳-۱۲ بیشترین سازگاری اختصاصی با شرایط آبیاری عادی و در بین اکسشن‌هایی که علوفه خشک بیشتری داشتند، تنها اکسشن ۳۱۴ سازگاری اختصاصی با شرایط تنش نشان داد. بنابراین ملاحظه شد که بیشتر اکسشن‌هایی که ظرفیت تولید علوفه‌ی بالایی داشتند، دارای پایداری تولید پایینی بودند. نتیجه به‌دست آمده با گزارش Zohrabi و همکاران (۲۰۱۱) که پایداری تولید علوفه را در گونه *Elymus hispidus* با روش AMMI مورد بررسی قرار دادند، مطابقت نشان داد.

بر اساس پارامترهای پایداری محاسبه شده اکسشن‌های ۱۳-۱۳، ۴۰۰۷، ۱۳-۳، ۷-۱۰، ۸-۱۰، ۱۳-۱۲، ۲قوچی، ۱۳-۱۳،۱-۸، ۴-۸، ۸-۶ و ۱۳-۲ بیشترین پایداری را نشان دادند، بنابراین ملاحظه شد که روش‌های پارامتری تجزیه پایداری در معرفی اکسشن‌های پایدار تا حدودی با روش AMMI مطابقت نشان داد و اکسشن‌هایی که با روش AMMI دارای پایداری عمومی بودند، بر اساس پارامترهای پایداری نیز پایدار شناخته شدند، اما اکسشن‌هایی که دارای سازگاری اختصاصی به یکی از شرایط محیطی تنش یا آبیاری عادی بودند، براساس پارامترهای پایداری نیز به‌عنوان اکسشن پایدار شناسایی نشدند. در بررسی پایداری عملکرد علوفه اکسشن‌های گونه *Ag. elongatum* با روش‌های ناپارامتری اکسشن‌های پایدار شناسایی و گزارش شدند (Heydari *et al.*, 2014). همچنین Emami و همکاران (۲۰۱۵) پایداری تولید علوفه را در بین اکسشن‌های گونه *Ag. intermedium* با استفاده از بای‌پلات GGE بررسی کردند و اکسشن‌های پایدار معرفی شدند. پایداری اکسشن‌های مختلف گونه *Elymus hispidus* توسط Zohrabi و همکاران (۲۰۱۱) با روش‌های پارامتری ارزیابی شد و بیان کردند که نتایج حاصل از تجزیه پایداری با روش AMMI با نتایج حاصل از روش‌های پارامتری مطابقت نشان داد.

در مجموع بر اساس تجزیه‌های جمع‌پذیر (تجزیه واریانس و آزمون دانکن) تجزیه‌های ضرب‌پذیر (بررسی بای‌پلات حاصل از مؤلفه اصلی اثر متقابل) و پارامترهای پایداری، می‌توان بیان کرد که اکسشن‌های ۴-۸ و ۷-۱۰ از نظر میانگین عملکرد علوفه و پایداری عملکرد مطلوب بوده و قابل معرفی برای برنامه‌های اصلاحی برای شرایط آب و هوایی استان کرمانشاه می‌باشند. اکسشن‌های ۵-۷، ۳۱۳ و ۱۳-۱۲ میانگین عملکرد علوفه بالایی داشتند، اما با شرایط آبیاری عادی سازگاری اختصاصی نشان دادند. اکسشن ۳۱۴ نیز با میانگین عملکرد بالا، سازگاری اختصاصی با شرایط تنش داشت و قابل معرفی در برنامه‌های اصلاحی به‌ویژه با تأکید بر شرایط دیم استان کرمانشاه می‌باشد. ضعیف‌ترین اکسشن مورد بررسی اکسشن ۱ بیجار بود که هم عملکرد بسیار ضعیفی نشان داد و هم پایداری ضعیف‌تری نسبت به سایر اکسشن‌ها داشت.

منابع مورد استفاده

- Aghaee-Sarbarzeh, M., Safari, H., Rostaei, M., Nadermahmoodi, K., Pour Siahbidi, M.M., Hesami, A., Solaimani, K., Ahmadi, M.M. and Mohammadi, R., 2007. Study of general and specific adaptation in dryland advance wheat (*Triticum aestivum* L.) lines using GE biplot based on AMMI model. Pajouhesh and Sazandegi, 77: 41-48. (In Persian).
- Bromandan, P. and Motamedi, J., 2007. Forage Wheat grasses. Razi University, Kermanshah, Iran. (In Persian).
- Clay, H., Sneller, C.H. and Dombek, D., 1995. Comparing *Soybean* cultivar ranking and selection for yield with AMMI and Full-Data performance estimates. Crop Science 35: 1536-1541.
- Crossa, J., 1990, Statistical analysis of multilocation trials. Advances in Agronomy 44: 55-85.
- Crossa, J., Gauch, H.G. and Zobel, R.W., 1990, Additive main effects and multiplicative interaction analysis of two international maize cultivar trials. Crop Science 30: 493-500.
- Daniel, G.O., Loren, S.J. and Kevin, B.J., 2003. Entermediate Wheatgrass (*Thinopyrum intermedium* (Host) Barkworth & Dewey, D.R.). In: Plant Guide. United States Department of Agriculture.
- Emami, E., Farshadfar, E. and Safari, H., 2015. GGEBiplot analysis of genotype × environment interaction in *Agropyron intermedium*, Journal of Biodiversity and Environmental Sciences, 6 (4): 260-267.
- Farshadfar, M., Moradi, F., Mohebbi, A. and Safari, H. 2010. Investigation of yield stability of 18

Archive of SID

www.SID.ir

variation in tall wheat grass (*Agropyron elongatum* (Host) Beauv.) populations. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research 14:15-24. (In Persian).
- Pinthus, M.J., 1973. Estimate of genotype-value: A proposed method. Euphytica 22: 121-123.
- Romagosa, I. and Fox, P.N., 1993. Genotype-environment interactions and adaptation. In Plant Breeding: Principles and Prospects (Eds: Hayward, M.D., Bosenmark N.O. and Romagosa, I.) pp. 373-390. Chapman and Hall.
- Shokla, G., 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability.Heredity 29: 237-245.
- Smoliak, S., Ditterline, R.L., Scheetz, J.D., Holzworth, L.K., Sims, J.R., Wiesner, L.E., Baldridge, D.E. and Tibke, G.L., 2003. Montana interagency plant materials handbook for forage production, conservation, reclamation, and wildlife. Montana State University.
- Vogel, K.P. and Moore, K.J., 1998. Forage yield and quality of tall wheatgrass accessions in the USDA germplasm collection. Crop Science 38: 509-512.
- Wrick, G., 1962. Über eine Methode zür Erfassung der Okologischen streubreite in Feldresuchen. Z. Pflanzen-Zuchtg 47: 92-96.
- Zohrabi, E., Etminan, A., Safari, H. and Jafari, A., 2011. Evaluation of herbage yield stability in some accessions of *Elymus hispidus* in stress and non-stress environments, using AMMI model and another stability analysis methods. Journal of Rangland, 5 (9): 209-218. (In Persian).

Agropyron elongatum genotypes, in stress and non-stress environments, using AMMI model. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 18:45-54. (In Persian).
- Finlay, K.W. and Wilkinson, G.N., 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding program. Australian Journal of Agricultural Research, 14: 742-754.
- Francis, T.R. and Kannenberg. G.N., 1978. Yield stability studies in short-season maize. 1.×A descriptive method for grouping genotypes. Canadian Journal of Plant Science, 58: 1029-1034.
- Gauch, H.G., 1992. Statistical analysis of regional trials. AMMI analysis of factorial designs. Elsevier Pub. Amsterdam, Netherlands.
- Hayward, M.D., Bosemark, N.O. and Romagosa, I., 1993. Plant Breeding, Principle and Prospects. Chapman and Hall. London. 576 P.
- Heydari, Sh., Farshadfar, M. and Safari, H., 2014. Nonparametric stability analysis of forage yield for *Agropyron elongatum* accessions under different environments. International Journal of Biosciences, 5(4): 94-98.
- Meshkani, A. 1986. Varianc analysis and experimental design. Translate. Tehran University Press 188p. (In Persian).
- Moghaddam, A. and Dehghanpour, Z., 2001. Interrelationships among several stability statistics estimated in Maize yield trials. Seed and Plant 17: 329-338. (In Persian).
- Mohammadi, R., Khayyam-Nekouei, M., Mirlohi, A.F. and Razmjo, Kh. 2006. Investigation of genetic

Archive of SID

www.SID.ir

Evaluation of herbage yield stability in several accessions of *Agropyron trichophorum* in drought stress and non-stress environments, using AMMI model and other stability analysis methods

H. Sadat Madaeni[1], A.A. Jafari[2], H. Safari[*3] and H. Shirvani[4]

1- M.Sc., Plant breeding, Islamic Azad University, Borujerd, I.R. Iran
2- Assoc. Prof., Research Institute of Forest and Range Lands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I.R. Iran
3- M.Sc., Center of Agricultural Research and Natural Resources of Kermanshah, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, I.R. Iran, Email: hooshmandp@yahoo.com
4- Department of Agriculture, Payame Noor University, I.R. Iran

Received: 26.12.2016 Accepted: 04.05.2017

Abstract

Dry forage yield of 24 accessions of Agropyron trichophorum were investigated by a randomized complete block design with three replications at two environments of normal irrigation and rainfed conditions for two years at Islam Abade Gharb research station, Kermanshah, Iran. Analysis variance showed significant variation ($P<0.01$) between the studied accessions and the environments. Interaction effect of accession×environment was significant at 1% level. Two, interaction principal components from AMMI, analysis expressed 96.77% of the interaction variance and were significant at 1% level. The accessions of 12-13, 313, 314, 8-4, 10-7 and 7-5 were classified as superior accessions for dry forage yield based on Duncan's test ($p<0.05$) and cluster analysis and located in the same group. Accessions 8-4 and 10-7 had the highest general stability for forage yield based on interaction principal components and stability parameters, being suitable to be introduced for breeding programs in Kermanshah climate. Accessions 7-5, 313, 12-13 showed specific adaptation with normal irrigation conditions and accession 314 had specific adaptation to stress conditions, being sutable to be introduced in breeding programs, especially with emphasis on Kermanshah rainfed conditions.

Key words: Adaptability, Agropyron, AMMI model, Drought stress

Archive of SID

www.SID.ir