



بررسی پایداری عملکرد هیبریدهای توتون ویرجینیا با استفاده از آماره‌های

پایداری و تجزیه واکنش ژنوتیپی به وسیله مدل AMMI

* سیدمصطفی صادقی و حبیب‌اله سمیع‌زاده

اعضای هیأت علمی دانشگاه گیلان

چکیده

به منظور تعیین پایداری عملکرد و سازگاری هیبریدهای توتون ویرجینیا و تجزیه اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، ۱۵ هیبرید توتون، شامل ۱۰ هیبرید داخلی و ۵ هیبرید ارسالی از مراکز بین‌المللی در دو ایستگاه تحقیقات توتون تیرتاش و رشت و در هر ایستگاه در دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی (چهار محیط) به مدت دو سال (۱۳۸۵-۱۳۸۶) در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۳ تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. محاسبه‌های آماری شامل تجزیه واریانس مرکب و برآورد ۱۴ آماره پایداری و تجزیه الگو بود. نتایج حاصل از تجزیه پایداری به روش واریانس محیطی و ضریب تغییرات محیطی نشان داد که هیبریدهای VE1 × Coker254، VE1 × K394 و VE1 × NC8 به ترتیب دارای کمترین واریانس محیطی و ضریب تغییرات محیطی و در نتیجه بیشترین پایداری می‌باشند. هیبرید PVH03 براساس معیارهای آماره شوکلا، اکووالانس ریک، انحراف از خط رگرسیون و همچنین مقدار اولین مولفه اصلی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط حاصل از تجزیه AMMI، پایدارترین ژنوتیپ شناخته شد. جهت شناسایی ژنوتیپ‌های سازگار با محیط‌های خاص روش بای‌پلات استفاده گردید و نتایج نشان داد که هیبریدهای PVH03، NC89 × K394 و NC89 × Coker254 با داشتن کمترین اثر متقابل، پایدارترین و هیبریدهای ULT109، NC291، Coker347 × Coker254 و Coker347 × VE1 پایدارترین هیبریدها بودند. هیبریدهای K394 × Coker254، NC291 و CC27 برای ایستگاه تیرتاش و ژنوتیپ‌های NC89 × Coker347، Coker347 × K394، Coker347 × NC89 و VE1 × Coker254 برای ایستگاه رشت، در شرایط بدون تنش خشکی سازگار و مناسب تشخیص داده شدند.

واژه‌های کلیدی: بای پلات، تنش خشکی، اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، سازگاری

*مسئول مکاتبه: smsadeghi55@yahoo.com

مقدمه

توتون هنوز یکی از محصولات با ارزش کشاورزی و صنعتی به شمار می‌رود و در اقتصاد کشورهای تولیدکننده آن نقش مهمی را ایفاء می‌کند و درآمد حاصل از فرآورده‌های مختلف این گیاه رقم قابل توجهی از درآمد ملی کشورهای تولیدکننده را تشکیل می‌دهد. میلیون‌ها نفر از مردم جهان به‌طور مستقیم به زراعت، صنعت تولید و فروش فرآورده‌های مختلف این گیاه اشتغال دارند. در استان‌های شمالی کشور توتون بیشتر به‌صورت دیم کشت می‌شود و نوسانات اقلیمی و کاهش میزان بارندگی‌ها و نامنظمی آن در سال‌های اخیر نیاز آبی گیاه را به‌طور کامل تأمین نمی‌نماید لذا به‌طور قابل ملاحظه‌ای از عملکرد آن کاسته شده است. با وجود این‌که در تقسیم‌بندی مقاومت گیاهان به خشکی، توتون گیاه نسبتاً مقاوم به خشکی شناخته شده است اما تحقیقات نشان می‌دهد نیاز آبی آن در طول دوره رشد سریع و دوره رشد برگها بالا است (میشل و آنتونی، ۲۰۰۷). ارقام متحمل به خشکی، بالاخص ارقام متحمل هیبرید نسبت به لاین‌ها به‌دلیل هتروزیسی که نشان می‌دهند و همچنین به دلیل هموستازی فیزیولوژیکی که دارند از ظرفیت ژنتیکی عملکرد و سازگاری عملکرد بالایی در شرایط محیطی گوناگون برخوردار هستند (فرشادفر، ۲۰۰۲).

در برنامه‌های معرفی ارقام اصلاح شده، استفاده از عملکرد ارقام به تنهایی معیاری مناسب برای انتخاب نیست بلکه میزان سازگاری و پایداری نیز نقش مهمی را ایفاء می‌کند. بدین‌منظور آزمایش‌های مقایسه عملکرد در مناطق و سال‌های مختلف انجام می‌شود (فرشادفر، ۲۰۰۲). لین و همکاران (۱۹۸۶) ۹ روش آماری را که در منابع مختلف برای تعیین پایداری بکار گرفته شده‌اند به سه تیپ I، II و III تقسیم نمودند و روش دیگری را موسوم به تیپ IV را نیز خود ارائه نمودند که بر اساس این روش، ژنوتیپی پایدار است که میانگین مربعات درون مکانی برای سال‌ها حداقل باشد (لین و بینز، ۱۹۸۸). در روش‌های ارائه شده سعی می‌شود که عکس‌العمل ژنوتیپ به محیط از طریق محاسبه یک شاخص پایداری توجیه شود، لذا ممکن است یک ژنوتیپ در یک ارزیابی پایدار و در روش دیگر ناپایدار شناخته شود و نتیجه مشابهی بدست نیاید، در حالی که در تجزیه‌های چند متغیره، پاسخ و واکنش یک ژنوتیپ در چند محیط مختلف ممکن است در یک فضای چند بعدی توصیف شود و ارتباطات پیچیده و مرکب بین مکان‌ها، ژنوتیپ‌ها و یا بین هر دو را به دقت توسط یک دیاگرام پراکنش توضیح داد (شاه‌محمدی و همکاران، ۲۰۰۳). مدل تجزیه AMMI، ترکیبی از مدل تجزیه واریانس و تجزیه به مولفه‌های اصلی است و در این مدل به خوبی اثرات اصلی ژنوتیپ و محیط و اثرات متقابل ژنوتیپ×محیط نشان داده شده و اثر متقابل نیز تجزیه

می‌گردد (ابدون و گاج، ۲۰۰۲؛ وریچارد و همکاران، ۱۹۸۸). از طرف دیگر می‌توان از نتایج آن در جهت بهره‌وری از سازگاری خصوصی به منظور انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها با عملکرد بالا در هر محیط و همچنین پایداری عملکرد به منظور انتخاب ژنوتیپ‌ها با تغییرات کم عملکرد استفاده کرد (آنیکاریکو، ۱۹۹۷؛ گاج و زوبل، ۱۹۹۷). دوهلرت و همکاران (۲۰۰۱) عنوان کردند، با توجه به این که متغیرهای محیطی به دو دسته عوامل قابل پیش‌بینی عوامل غیرقابل پیش‌بینی تقسیم می‌شوند، می‌توان با اعمال مدیریت‌های مختلف زراعی مانند تراکم کاشت، سطوح مختلف آبیاری، سطوح مختلف کود و غیره، به آثار تصادفی سال و مکان دست یافت. تنش‌های زیستی و غیرزیستی از عوامل مهم در ایجاد اثر متقابل ژنوتیپ × محیط می‌باشند و تهیه ژنوتیپ‌های مقاوم یا متحمل به تنش‌های مختلف، اثرات متقابل را به حداقل می‌رساند (کنگ، ۱۹۹۸). تولنار و لی (۲۰۰۲) عنوان کردند که کاهش اثر متقابل ژنوتیپ × محیط منجر به افزایش تحمل به خشکی می‌شود و پیشنهاد کردند که ارزیابی هم‌زمان ژنوتیپ‌ها در دو شرایط تنش و بدون تنش، می‌تواند در انتخاب ژنوتیپ‌های پایدار موثر باشد. بطور کلی مطالعات زیادی، برای انتخاب ژنوتیپ‌هایی که در طیف وسیعی از شرایط رطوبتی تظاهر خوب و پایداری دارند، صورت گرفته است (ادمیدس و بنزیگر، ۱۹۹۷؛ کروسا و همکاران، ۱۹۹۷؛ واسل و همکاران، ۱۹۹۷؛ بیرن و همکاران، ۱۹۹۵).

لی و همکاران (۲۰۰۲) هفت وارته توتون ویرجینیا را در غرب هونان در طی سه سال از نظر پایداری عملکرد برگ خشک، با استفاده از روش‌های پارامتری، واریانس محیطی و ضریب تغییرات محیطی و روش غیرپارامتری رتبه مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که چهار وارته K326، K346، Yunyan87 و RG17 پایداری عملکرد بیشتری را نسبت به سایر وارته‌ها دارند. جونگ و همکاران (۱۹۸۰) در ارزیابی پایداری عملکرد ۱۶ رقم توتون گرم‌خانه‌ای در سه مکان و در طی سه سال، با استفاده از روش تجزیه رگرسیونی ابرهارت و راسل و همچنین فینلی و ویلکینسون، رقم BY104 را با عملکردی نزدیک به میانگین عملکرد، به عنوان پایدارترین رقم انتخاب نمودند. فتاحی و یوسفی (۲۰۰۵) نیز با بررسی پایداری ژنوتیپ‌های جو، آماره‌های اکووالانس ریک، واریانس محیطی و آماره مدل ۲ AMMI را مناسبترین آماره برای انتخاب ژنوتیپ‌های پایدار دانستند.

نظر به اهمیت اقتصادی محصول توتون و با در نظر گرفتن اینکه یکی از مشکلات زراعت توتون در کشور، تنش خشکی می‌باشد، لزوم انجام این تحقیق بیش از پیش آشکار می‌شود، زیرا علاوه بر معرفی پایدارترین ژنوتیپ یا ژنوتیپ‌ها، سازگارترین ژنوتیپ برای هر ایستگاه با توجه به شرایط محیطی (تنش و بدون تنش خشکی) معرفی می‌گردد. بر این اساس، در این تحقیق به بررسی پایداری

ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی بر اساس آماره‌های پایداری تکرار پذیر و تجزیه الگو به وسیله مدل AMMI پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

پانزده هیبرید توتون ویرجینیا، شامل ۱۰ هیبرید داخلی و ۵ هیبرید معرفی شده از طرف مراکز تحقیقاتی دیگر کشورها، (۱- Coker347×VE1، ۲- Coker347×NC89، ۳- Coker347×K394، ۴- Coker347×Coker254، ۵- VE1×NC89، ۶- VE1×K394، ۷- VE1×Coker254، ۸- NC89×K394، ۹- NC89×Coker254، ۱۰- K394×Coker254، ۱۱- ULT109، ۱۲- PVH03، ۱۳- CC27، ۱۴- NC291، ۱۵- NC55) در دو ایستگاه تحقیقات توتون رشت و تیرتاش، و در هر منطقه در دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی و به مدت دو سال زراعی (۸۶-۱۳۸۵)، مجموعاً در ۸ محیط در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. در محیط تنش فقط یک بار آبیاری پس از انتقال نشاء انجام گردیده و گیاهان تا مرحله رسیدگی کامل از رطوبت ذخیره شده در خاک و حاصل از بارندگی استفاده نمودند. در محیط بدون تنش علاوه بر آبیاری اول آبیاری‌های بعدی را بر اساس عدد قرائت شده در تانسومتر صورت گرفت. برای آبیاری از قرائت عدد ۵۰ سانتی بار استفاده شد که در این قرائت گیاه دچار هیچ‌گونه خسارتی ناشی از کمبود رطوبت نخواهد شد. پس از پایان یادداشت‌برداری در سال دوم، تجزیه واریانس مرکب انجام شد. در تجزیه واریانس مرکب، محیط‌ها به عنوان فاکتور تصادفی و ژنوتیپ‌ها به عنوان فاکتور ثابت در نظر گرفته شدند. یکنواختی واریانس‌های خطا در آزمایش، توسط آماره بارتلت آزمون شد.

۱۱ آماره پایداری، شامل روش پلستد و پترسون $\theta_{(i)}$ (پلستد و پترسون، ۱۹۵۹)، پلستد θ_i (پلستد، ۱۹۶۰)، واریانس محیطی S_i^2 (لین و بینز، ۱۹۸۸)، ضریب تغییرات محیطی CV_i (فرانسیس و کانبرگ، ۱۹۷۸)، اکووالانس ریک W_i^2 (ریک، ۱۹۶۲)، آماره شوکلا σ_i^2 (شوکلا، ۱۹۷۲)، و واریانس درون مکانی لین و بینز MSL/Y (لین و بینز، ۱۹۸۸)، ضریب رگرسیون خطی پرکینز و جینگز $B_i J.P$ (پرکینز و جینگز، ۱۹۶۸)، ضریب رگرسیونی فینلی و ویلکینسون $B_i F.W$ (فینلی و ویلکینسون، ۱۹۶۳)، ضریب تبیین رگرسیون خطی R_i^2 (لین و بینز، ۱۹۸۸)، میانگین مربعات انحراف از رگرسیون $S_i^2 d_i$ (ابرهارت و راسل، ۱۹۶۶) و ۳ آماره برآورد شده از مدل AMMI، شامل $IPCA1$ ، $IPCA2$

گاج و زوبل، ۱۹۹۶) به همراه ارزش پایداری AMMI (ASV^1) از رابطه ۱ (پورکیس، ۱۹۹۷) برآورد گردید.

$$ASV = \sqrt{\left[\frac{SSIPCA1}{SSIPCA2} (IPCA1score) \right]^2 + [IPCA2score]^2} \quad (\text{رابطه ۱})$$

برآورد گردید. در این رابطه SSIPCA1 و SSIPCA2 به ترتیب مجموع مربعات اولین و دومین مولفه اصلی اثر متقابل و IPCA1score و IPCA2score به ترتیب ارزش هر یک از این دو مولفه می‌باشد. به منظور تجزیه AMMI ابتدا ماتریس Z یا ماتریس انحراف حاصل از اثرهای جمع‌پذیر محاسبه شد و سپس تجزیه به مولفه‌های اصلی یک بار روی ماتریس Z برای ژنوتیپ‌ها و بار دیگر روی ماتریس Z' برای محیط‌ها انجام شد.

مدل آماری AMMI به صورت رابطه ۲ در نظر گرفته شد (گاج و زوبل، ۱۹۹۶).

$$Y_{ger} = \mu + \alpha_g + \beta_e + \sum_n \lambda_n \gamma_{gn} \delta_{en} + \rho_{ge} + \varepsilon_{ger} \quad (\text{رابطه ۲})$$

در این مدل Y_{ger} میزان عملکرد g امین ژنوتیپ در e امین محیط و μ میانگین کل آزمایش، α_g انحراف از میانگین g امین ژنوتیپ از میانگین کل، β_e انحراف از میانگین e امین محیط از میانگین کل، λ_n مقدار ویژه مربوط به n امین مولفه اصلی باقیمانده در مدل، γ_{gn} بردار ویژه برای g امین ژنوتیپ از n امین مولفه اصلی اثر متقابل (IPC)، δ_{en} بردار ویژه برای e امین محیط از n امین مولفه اصلی اثر متقابل (IPC)، ρ_{ge} اثر باقیمانده (نویز) و ε_{ger} خطای آزمایش است، که براساس مدل مذکور اجزاء جمع‌پذیر و ضرب‌پذیر تعیین شدند.

اجزاء ژنوتیپی و محیطی اثر متقابل با استفاده از بای‌پلات مورد بررسی قرار گرفتند. برای انجام تجزیه واریانس و آزمون بارتلت از نرم‌افزار SAS 9.0 استفاده شد و تجزیه AMMI و ۳ آماره مربوطه و رسم گراف‌های بای‌پلات مربوط نیز با استفاده از نرم‌افزار IRRISTAT انجام شد (ایری استات، ۲۰۰۳).

نتایج و بحث

پیش از انجام تجزیه واریانس مرکب، به منظور آزمون همگنی واریانس خطاهای آزمایشی، آزمون بارتلت انجام شد و فرض همگنی واریانس خطای آزمایشات در سطح ۱٪ رد نشد. نتایج تجزیه مرکب

در جدول ۱ آمده است. F مربوط به مکان و اثر متقابل سال × مکان به ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی دار بودند. بنابراین علاوه بر اختلاف بین مکان‌ها از نظر شرایط محیطی، تفاوت بین مکان‌ها از سالی به سال دیگر نیز یکسان نبوده است. اثر متقابل رقم × سال، رقم × مکان و هم چنین رقم × سال × مکان نیز در سطح احتمال ۱٪ معنی دار است (جدول ۱). بنابراین می‌توان گفت که اختلاف هیبریدها بسته به محیط مورد آزمایش و در سال‌های متفاوت دارای نوساناتی از نظر عملکرد بوده است.

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب برای ژنوتیپ‌های توتون ویرجینیا در مناطق و سال‌های مختلف

F	میانگین مربعات (MS)	درجه آزادی	منابع تغییرات
۱۸۸۲*	۴۶۱/۰۹۵	۳	سال
۲۸۳۰**	۲۳/۷۳۲	۳	مکان
۳/۳۸**	۰/۴۱۶	۱۶	مکان × سال
۷/۰۲**	۱۹/۰۲	۱۴	تکرار در سال و مکان
۲/۳۲*	۱/۹۴۶	۱۴	ژنوتیپ
۱/۹۱*	۱/۶۰۲	۴۲	ژنوتیپ × سال
۶/۸۱**	۰/۸۳۸	۴۲	ژنوتیپ × مکان
	۰/۱۲۳	۲۲۴	خطا
		۳۵۹	کل

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

با توجه به معنی دار بودن اثر متقابل رقم × سال، رقم × مکان، به منظور تعیین پایدارترین ارقام و تعیین وسعت توصیه آنها و نیز مقایسه روش‌های مختلف تجزیه پایداری، ۱۴ روش تعیین پایداری مورد بررسی قرار گرفتند. در روش واریانس محیطی هیبریدهای شماره ۶، ۷ و ۵ به ترتیب کمترین واریانس محیطی را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). برآورد CV_i محیطی به روش فرانسیس و کانبرگ (۱۹۷۸) نیز این سه هیبرید را به عنوان پایدارترین هیبریدها معرفی نمود (جدول ۲)، ولی این سه هیبرید از میانگین عملکرد پایین‌تری نسبت به متوسط عملکرد برخوردار بودند، لذا می‌توان نتیجه‌گیری نمود که نمی‌توان با این دو روش پایدارترین و در عین حال پر محصول‌ترین هیبرید را تعیین نمود. به عبارتی این هیبریدها از پایداری بیولوژیک برخوردار بودند و نوسان عملکرد در کلیه محیط‌ها پایین است. با توجه به اینکه این پارامترها قادر به تفکیک ژنوتیپ‌هایی نیستند که دارای

سازگاری بالایی باشند و با بهبود محیط، عملکردشان نیز افزایش یابد، معمولاً این نوع پایداری برای محققین مطلوب نیست. با استفاده از روشهای مبتنی بر اثر متقابل همچون پلستد و پترسون (۱۹۵۹) و پلستد (۱۹۶۰)، هیبریدهای شماره ۱۲، ۱۰، ۱۳، ۲ و ۱ به ترتیب کمترین نقش را در اثر متقابل خود با محیط داشتند، لذا از پایداری بیشتری نسبت به هیبریدهای دیگر برخوردار بوده‌اند. همچنین براساس روشهای اکووالانس ریک و پایداری شوکلا نیز این هیبریدها از کمترین مجموع مربعات و واریانس اثر متقابل برخوردار بودند. در بین ژنوتیپ‌های انتخاب شده بر اساس این چهار روش، هیبریدهای ۱۲، ۳ و ۲ از عملکرد بیشتری از متوسط عملکرد برخوردار بودند (جدول ۲). این چهار روش را لین و بینز (۱۹۸۸) پایداری تیپ II می‌گویند و به این مفهوم است که عملکرد یک رقم با بهبود محیط به‌طور متوسط افزایش می‌یابد. بر اساس روش برآورد واریانس انحراف از رگرسیون که به پارامتر ابرهارت و راسل S^2d_i معروف است، ارقامی که دارای واریانس انحراف از خط رگرسیون کمتری باشند، جزء ارقام پایدار محسوب می‌شوند. بر این اساس هیبریدهای ۱۲، ۱۰ و ۳ به ترتیب کمترین واریانس انحراف از خط رگرسیون را دارا بوده و معنی‌دار نبودند، لذا به‌عنوان پایدارترین ژنوتیپ‌ها از طریق این پارامتر تعیین گردیدند. سایر هیبریدها دارای انحراف واریانس معنی‌دار از خط رگرسیون بودند. یعنی عملکرد آنها در طول تغییرات خطی با شاخص محیطی دارای نوساناتی بوده است (جدول ۲). ضریب تبیین (R_i^2) هیبریدهای ۱۲، ۱۰، ۱۳ و ۳ به ترتیب بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند، به عبارتی مدل رگرسیون برازش شده به ترتیب ۹۸/۶۲، ۹۷/۹۰، ۹۷/۳۵ و ۹۷/۱۲ درصد تغییرات مربوط به عملکرد این ژنوتیپ‌ها را توصیف نمود، لذا پایداری عملکرد این چهار هیبرید بیشتر از سایر ژنوتیپ‌ها برآورد شد. مرتضویان (۲۰۰۶) با هدف ارزیابی پایداری عملکرد هیبریدهای ذرت دانه‌ای با استفاده از ضرایب رگرسیون ابرهارت و راسل، واریانس پایداری شوکلا و اکووالانس ریک برای هر هیبرید ژنوتیپ‌های دارای واریانس پایداری و اکووالانس کم و ضریب تبیین بالا را به‌عنوان ایده‌آل‌ترین هیبریدها گزارش نمود. ضریب رگرسیون ارقام روی شاخص محیطی بر اساس روش فیئلی و ویلکینسون از ۰/۶۲۹ تا ۱/۲۷۸ متغیر بود. بر اساس این روش ارقامی که شیب خط آنها نزدیک به یک

جدول ۲- اندازه پارامترهای پایداری برآورد شده بر اساس روش‌های مختلف برای ژنوتیپ‌های تونون در طی دو سال برای صفت عملکرد برگ خشک

ردیف	میانگین	پسند	پسند و پرمون	اکوارانس ریک	آماره مرکزی	انحراف از رگرسیون	انحراف از محیط	ضرب تیرات محیطی	ضرب تیرات رگرسیون خطی	ضرب تیرات مکانی	ضرب تیرات فنی و ویلکسون	ضرب تیرات چیکو وینکون	ارین بونه اصلی از انتقال	دومین بونه اصلی از انتقال	ارزش پایداری AMMI (ASV)
1	\bar{y}	θ_1	θ_{10}	W^2	\bar{y}_i	$S^2_{d_i}$	$S^2_{e_i}$	CV _i	R^2_{i1}	MSU/Y	B.F.W	B.J.P	IPCA1	IPCA2	
۱	۷۸/۸	۰۳/۰	۷۸/۰	۱۱/۸	۸۸/۰	-۰/۰	۰/۱۳	۱۵/۱۰	۳۱/۸۵	۳۳/۸	۳۰/۸۰	۳۱/۸۰	۱۳/۰	۱۳/۰	۷۹/۸
۲	۹۸/۵	۱۳/۰	۸۳/۰	۳۸/۱	۸۱/۰	۸۱/۰	۹/۱۵	۱۵/۱۱	۱۳/۱۵	۸۷/۵	۳۳/۸۱	۳۱/۸۰	۱۳/۰	۸۳/۰	۸۳/۸
۳	۰۹/۵	۱۳/۰	۰۳/۰	۲۰/۱	۸۱/۰	۸۱/۰	۲/۰۵	۱۵/۱۰	۱۳/۱۵	۰۷/۵	۳۳/۸۱	۳۱/۸۰	۱۳/۰	۸۳/۰	۸۳/۸
۴	۶۶/۵	۱۳/۰	۳۱/۰	۸۳/۵	۸۷/۰	۸۷/۰	۳/۱۳	۱۱/۸۱	۳۵/۸۷	۳۱/۸	۳۵/۸۰	۳۱/۸۰	۱۳/۰	۸۳/۰	۸۳/۸
۵	۱۷/۵	۰۳/۰	۶۳/۰	۱۱/۸	۸۱/۰	-۰/۰	۸/۵۸	۱۸/۸۱	۳۳/۸۵	۱۳/۷	۳۳/۸۰	۳۱/۸۰	۱۳/۰	۸۳/۰	۸۳/۸
۶	۳۷/۵	۰۳/۰	۷۸/۰	۳/۰۸	-۰/۰	۸۱/۰	۱۵/۸	۳۳/۱۱	۷۷/۳۵	۷۱/۰۱	۷۳/۸۰	۳۱/۸۰	۱۳/۰	۸۳/۰	۸۳/۸
۷	۷۸/۸	۳۳/۰	۳۳/۰	۱۵/۸	۰۳/۰	۸۳/۰	۰/۰۵	۸/۸۷	۶/۸۵	۸/۸۳	۳۵/۸۰	۳۱/۸۰	۱۳/۰	۸۳/۰	۸۳/۸
۸	۳۳/۵	۱۳/۰	۷۸/۰	۵/۵	۰۳/۰	۳۱/۰	۰/۰۸	۵/۸۷	۱۱/۸۵	۳۸/۸	۳۱/۸۰	۳۱/۸۰	۱۳/۰	۸۳/۰	۸۳/۸
۹	۳۷/۵	۰۳/۰	۷۸/۰	۳/۰۸	-۰/۰	۸۱/۰	۱۵/۸	۳۳/۱۱	۷۷/۳۵	۷۱/۰۱	۷۳/۸۰	۳۱/۸۰	۱۳/۰	۸۳/۰	۸۳/۸
۱۰	۵۲/۵	۸۳/۰	۷۸/۰	۵/۵	۵/۰	۸۱/۰	۲/۰۵	۱۵/۱۰	۱۳/۱۵	۰۷/۵	۳۳/۸۱	۳۱/۸۰	۱۳/۰	۸۳/۰	۸۳/۸
۱۱	۸۵/۵	۳۳/۰	۷۳/۰	۱۳/۸	۳/۰	۸۱/۰	۳/۱۵	۱۱/۸۱	۳۵/۸۷	۳۱/۸	۳۵/۸۰	۳۱/۸۰	۱۳/۰	۸۳/۰	۸۳/۸
۱۲	۱۳/۸	۸۳/۰	۸۸/۰	۷/۰	۷/۰	۸۱/۰	۳۳/۵	۱۱/۸۱	۳۵/۸۷	۳۱/۸	۳۵/۸۰	۳۱/۸۰	۱۳/۰	۸۳/۰	۸۳/۸
۱۳	۳۷/۵	۰۳/۰	۷۸/۰	۳/۰۸	۰۳/۰	۸۱/۰	۱۵/۸	۳۳/۱۱	۷۷/۳۵	۷۱/۰۱	۷۳/۸۰	۳۱/۸۰	۱۳/۰	۸۳/۰	۸۳/۸
۱۴	۳۷/۵	۰۳/۰	۷۸/۰	۳/۰۸	۰۳/۰	۸۱/۰	۱۵/۸	۳۳/۱۱	۷۷/۳۵	۷۱/۰۱	۷۳/۸۰	۳۱/۸۰	۱۳/۰	۸۳/۰	۸۳/۸
۱۵	۸۵/۵	۳۳/۰	۷۳/۰	۱۳/۸	۳/۰	۸۱/۰	۳/۱۵	۱۱/۸۱	۳۵/۸۷	۳۱/۸	۳۵/۸۰	۳۱/۸۰	۱۳/۰	۸۳/۰	۸۳/۸
۱۶	۳۷/۵	۰۳/۰	۷۸/۰	۳/۰۸	۰۳/۰	۸۱/۰	۱۵/۸	۳۳/۱۱	۷۷/۳۵	۷۱/۰۱	۷۳/۸۰	۳۱/۸۰	۱۳/۰	۸۳/۰	۸۳/۸
۱۷	۷۸/۸	۳۳/۰	۳۳/۰	۱۵/۸	۰۳/۰	۸۳/۰	۰/۰۵	۸/۸۷	۶/۸۵	۸/۸۳	۳۵/۸۰	۳۱/۸۰	۱۳/۰	۸۳/۰	۸۳/۸
۱۸	۳۳/۵	۱۳/۰	۷۸/۰	۵/۵	۰۳/۰	۳۱/۰	۰/۰۸	۵/۸۷	۱۱/۸۵	۳۸/۸	۳۱/۸۰	۳۱/۸۰	۱۳/۰	۸۳/۰	۸۳/۸
۱۹	۳۷/۵	۰۳/۰	۷۸/۰	۳/۰۸	۰۳/۰	۸۱/۰	۱۵/۸	۳۳/۱۱	۷۷/۳۵	۷۱/۰۱	۷۳/۸۰	۳۱/۸۰	۱۳/۰	۸۳/۰	۸۳/۸
۲۰	۵۲/۵	۸۳/۰	۷۸/۰	۵/۵	۵/۰	۸۱/۰	۲/۰۵	۱۵/۱۰	۱۳/۱۵	۰۷/۵	۳۳/۸۱	۳۱/۸۰	۱۳/۰	۸۳/۰	۸۳/۸
۲۱	۸۵/۵	۳۳/۰	۷۳/۰	۱۳/۸	۳/۰	۸۱/۰	۳/۱۵	۱۱/۸۱	۳۵/۸۷	۳۱/۸	۳۵/۸۰	۳۱/۸۰	۱۳/۰	۸۳/۰	۸۳/۸
۲۲	۳۷/۵	۰۳/۰	۷۸/۰	۳/۰۸	۰۳/۰	۸۱/۰	۱۵/۸	۳۳/۱۱	۷۷/۳۵	۷۱/۰۱	۷۳/۸۰	۳۱/۸۰	۱۳/۰	۸۳/۰	۸۳/۸
۲۳	۳۷/۵	۰۳/۰	۷۸/۰	۳/۰۸	۰۳/۰	۸۱/۰	۱۵/۸	۳۳/۱۱	۷۷/۳۵	۷۱/۰۱	۷۳/۸۰	۳۱/۸۰	۱۳/۰	۸۳/۰	۸۳/۸
۲۴	۳۷/۵	۰۳/۰	۷۸/۰	۳/۰۸	۰۳/۰	۸۱/۰	۱۵/۸	۳۳/۱۱	۷۷/۳۵	۷۱/۰۱	۷۳/۸۰	۳۱/۸۰	۱۳/۰	۸۳/۰	۸۳/۸
۲۵	۸۵/۵	۳۳/۰	۷۳/۰	۱۳/۸	۳/۰	۸۱/۰	۳/۱۵	۱۱/۸۱	۳۵/۸۷	۳۱/۸	۳۵/۸۰	۳۱/۸۰	۱۳/۰	۸۳/۰	۸۳/۸

باشند، جزء ارقام دارای سازگاری عمومی بالا به شمار می‌روند. بر این اساس هیبریدهای شماره ۳، ۱۰، ۱۱ و ۲ به ترتیب با ۱/۰۱۹، ۱/۰۲۳، ۱/۰۳۲ و ۱/۰۳۳ نزدیک‌ترین ضریب رگرسیون به یک را دارا می‌باشند، لذا این هیبریدها از سازگاری عمومی خوبی برخوردار هستند بر اساس دو روش اخیر ذکر شده، دو هیبرید ۱۲ و ۳ از عملکرد بیشتری نسبت به متوسط عملکرد برخوردار هستند. بر اساس روش پرنکیز و جینکز که اثر متقابل هر رقم روی شاخص محیطی رگرسیون گردید، هیبریدهای ۳، ۱۰ و ۱۱ از پایداری زراعی برخوردار هستند، یعنی با بهبود شرایط، عملکرد به‌طور نسبی افزایش می‌یابد. بر اساس این روش مبتنی بر رگرسیون هیبریدهای ۳ و ۱۱ با عملکرد برگ خشک ۵/۹۶۰ و ۵/۹۵۷ از عملکردی بیشتر از متوسط عملکرد برخوردار هستند و در نهایت بر اساس دو روش واریانس درون مکانی و ضریب تغییرات محیطی هیبریدهای ۱۲، ۹، ۸ با نشان دادن کمترین واریانس و ضریب تغییرات، پایدارترین هیبریدها شناخته شدند.

نتایج حاصل از تجزیه AMMI نشان داد که منابع تغییرات ژنوتیپ و محیط و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط و نیز سه مولفه اصلی اثر متقابل برای دو سال آزمایش در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). مجموع مربعات اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، ۷/۷۲٪ از مجموع مربعات کل را به خود اختصاص داد، در حالی که سهم ژنوتیپ و محیط هرکدام به ترتیب ۲/۳۶٪ و ۸۷/۸۹٪ بود، به عبارت دیگر محیط بیشترین سهم را در واریانس کل دارا بود. مجموع مربعات اولین و دومین مولفه اصلی اثر متقابل، به ترتیب ۸۱/۵۲٪ و ۱۲/۶۰٪ از مجموع مربعات اثر متقابل ژنوتیپ × محیط را بیان نمود (جدول ۳). بر اساس اولین مولفه اصلی معنی‌دار (IPCA1)، ژنوتیپ‌های ۱۲، ۹، ۸ و ۱۵ از حداقل اثر متقابل (منفی یا مثبت) مولفه اول برخوردار بوده و به‌عنوان پایدارترین ژنوتیپ‌ها انتخاب شدند.

جدول ۳- تجزیه AMMI برای ژنوتیپ‌های توتون در محیط‌های مختلف

F	میانگین مربعات (MS)	درجه آزادی	منابع تغییرات
	۲/۸۳۶	۱۴	ژنوتیپ
	۲۱۱/۲۸	۷	محیط
۳۶/۹۸۶**	۵/۲۸۹	۲۰	IPC1
۶/۳۴۹**	۰/۹۰۸	۱۸	IPC2
۲/۳۴۹**	۰/۳۳۶	۱۶	IPC3
۰/۶۴۳	۰/۰۹۲	۱۴	IPC4
	۰/۰۳۲	۳۰	باقیمانده
	۰/۱۴۳	۲۴۰	خطای مرکب
		۳۵۹	کل

برآورد ارزش پایداری AMMI (ASV)، ژنوتیپ‌های ۱۲، ۹، ۸، ۱۵ را به‌عنوان ژنوتیپ‌های پایدار معرفی نمود (جدول ۲). همانطور که مشاهده می‌گردد در دو روش استفاده از آماره‌های ضریب تغییرات محیطی و واریانس درون مکانی نیز همین هیبریدها به‌عنوان هیبریدهای پایدار انتخاب گردیدند. یان و همکاران (۲۰۰۱) نیز نشان دادند که تجزیه AMMI و روش استفاده از واریانس درون مکانی به‌طور یکسانی در مشخص کردن الگوی ژنوتیپ‌های برتر در آزمایشات ناحیه‌ای عمل می‌کنند. ژنوتیپ‌ها یا محیط‌هایی که مقدار IPCA بزرگتری دارند (مثبت یا منفی)، اثر متقابل بالایی دارند در حالی که مقدار IPCA کوچک و نزدیک به صفر دارای اثرات متقابل کوچکی می‌باشند (کروسا و همکاران، ۱۹۹۷؛ گاج و زوبل، ۱۹۹۶). بر این اساس، بای پلات میانگین ژنوتیپ‌ها و مکان‌ها و مقادیر مولفه‌های اصلی اول مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۱). در این بررسی ژنوتیپ‌های ۱۲، ۹ و ۸ از اثر متقابل اندکی برخوردار بوده و پایداری بالایی را نشان دادند که در این بین، هیبرید ۸ از میانگین عملکرد بیشتری نسبت به دو هیبرید دیگر و نسبت به متوسط عملکرد برخوردار بود. ژنوتیپ‌های ۳، ۱۱، ۱۴ و ۲ از اثر متقابل مثبت بالایی برخوردار بودند که بیانگر پایداری پایین این ژنوتیپ‌ها می‌باشد. این چهار ژنوتیپ با منطقه رشت در شرایط آبیاری، سازگاری خصوصی نشان دادند که از بین این چهار ژنوتیپ، هیبریدهای ۳ و ۱۱ از عملکردی بیشتر و نزدیک به متوسط برخوردار بودند. هیبرید ۴ با عملکردی نزدیک به متوسط عملکرد، با اثر متقابل منفی بالا از پایداری و سازگاری پایینی برخوردار بود (شکل ۱). شومن (۲۰۰۳) و آلبرت (۲۰۰۴) مدل AMMI را ابزار مفیدی در تشخیص اثر متقابل ژنوتیپ × محیط دانستند که علاوه بر تعیین پایدارترین ژنوتیپ‌ها، می‌تواند بیانگر سازگاری خصوصی ارقام نیز باشد. نظر به اینکه مولفه اصلی دوم نیز ۱۲/۶۰٪ از اثر متقابل را توجیه کرد، لذا جهت دستیابی به نتایج مطمئن‌تر از اطلاعات دومین مولفه اصلی نیز استفاده گردید و بای پلات مقادیر مولفه‌های اول و دوم ژنوتیپ‌ها و محیط‌ها رسم گردید (شکل ۲). آکورا و همکاران (۲۰۰۵) استفاده از دو مولفه اول معنی‌دار در مدل امی را بهترین حالت جهت بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط دانستند. هیبرید ۱۲ کمترین مقدار IPCA1 و IPCA2 را نشان داد که بیانگر پایداری آن نسبت به سایر هیبریدها است (شکل ۲). هیبریدهای ۸ و ۹ نیز از نظر میزان IPCA1 مشابه و نزدیک به هیبرید ۱۲ هستند ولی از نظر IPCA2 از مبداء فاصله گرفته‌اند. این هیبریدها نیز پایداری نسبتاً خوبی دارا بودند. هیبریدهای ۱۰، ۱۳ و ۱۴ دارای سازگاری خصوصی به منطقه تیرتاش در شرایط آبیاری می‌باشند و هیبریدهای ۲، ۳، ۷ و ۱۱ دارای سازگاری خصوصی به منطقه رشت در شرایط بدون تنش خشکی

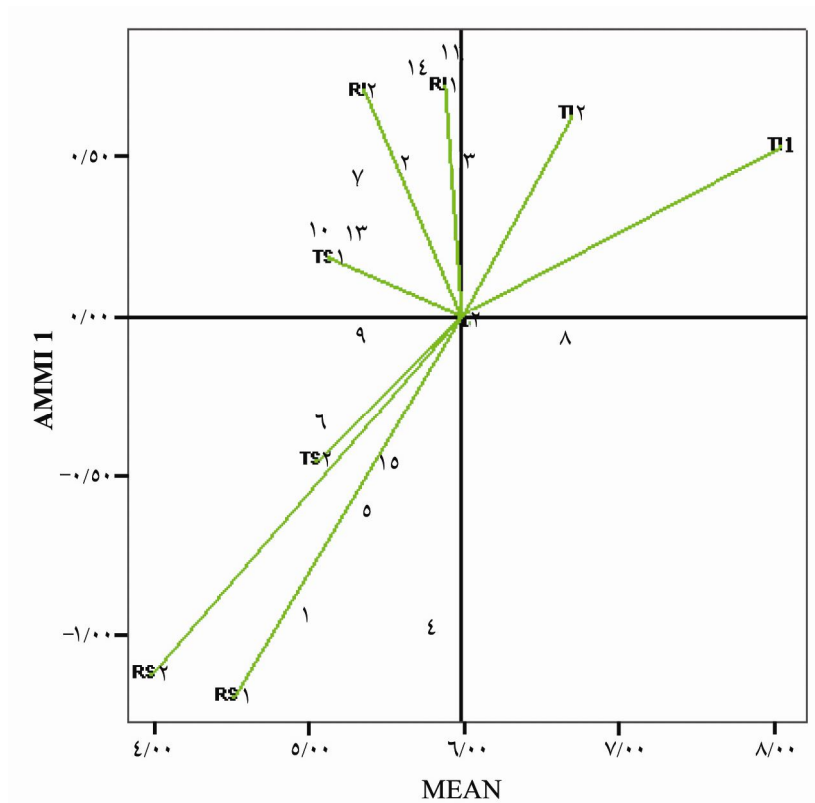
می‌باشد. همچنین ژنوتیپ ۸ به منطقه تیرتاش و ژنوتیپ ۱ به منطقه رشت در شرایط تنش خشکی سازگاری خصوصی نشان داد (شکل ۲). محیط‌ها از نظر دو مولفه اصلی اثر متقابل، تنوع زیادی را نشان می‌دهند و بطورکلی مناطق در سال‌های مختلف از نظر اثر متقابل تظاهرهای متفاوتی را دارا بودند (جدول ۴).

جدول ۴- میانگین عملکرد و مقادیر اولین و دومین مولفه اصلی برای داده‌های آزمایش

محیط (کد)	میانگین عملکرد	*IPCA-1j	**IPCA-2j
تیرتاش - آبیاری - سال اول (TI1)	۸/۰۵۰	۰/۵۳۴	۰/۹۸۲
تیرتاش - آبیاری - سال دوم (TI2)	۶/۶۹۸	۰/۶۲۹	۰/۳۷۷
رشت - آبیاری - سال اول (RI1)	۵/۸۸۱	۰/۷۵۴	-۰/۲۰۲
رشت - آبیاری - سال دوم (RI2)	۵/۳۶۲	۰/۷۲۲	-۰/۷۲۵
تیرتاش - تنش خشکی - سال اول (TS1)	۵/۱۳۹	۰/۲۰۳	-۰/۴۲۱
تیرتاش - تنش خشکی - سال دوم (TS2)	۵/۱۲۹	-۰/۴۸۳	-۰/۱۰۵
رشت - تنش خشکی - سال اول (RS1)	۴/۵۱۵	-۱/۲۵۱	۰/۰۹۴
رشت - تنش خشکی - سال دوم (RS2)	۳/۹۹۲	-۱/۱۸۲	-۰/۰۴۹

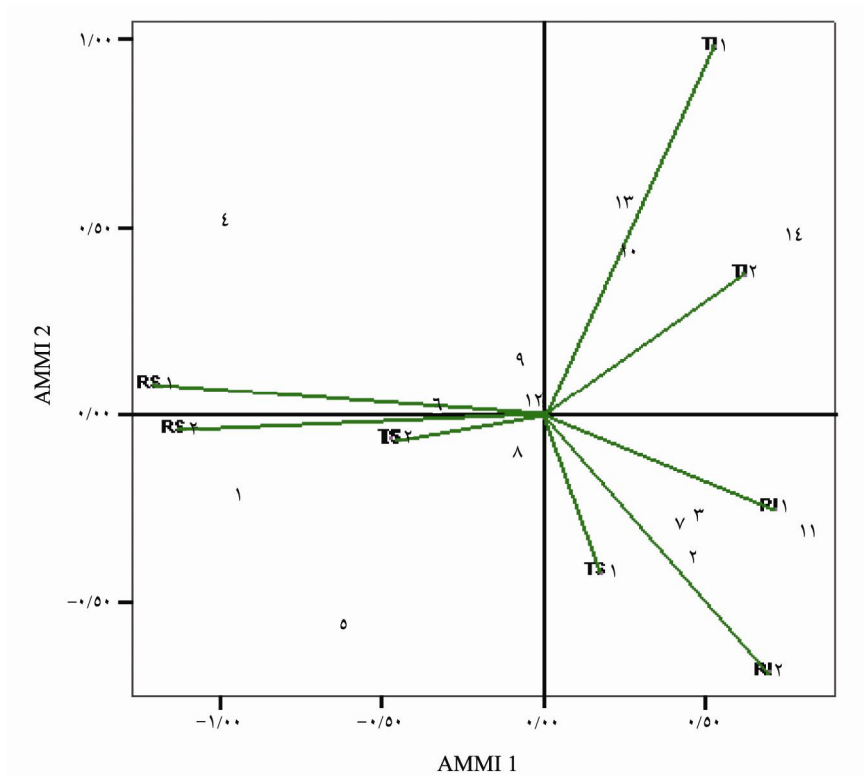
* و ** به ترتیب مقادیر اولین و دومین مولفه اصلی محیط

بر اساس روش AMMI هیبریدهای ۸، ۹ و ۱۲ را می‌توان به‌عنوان هیبریدهای سازگار و پایدار معرفی نمود که هیبرید ۸ با توجه به عملکرد بالا وضعیت بهتری را نسبت به دو رقم دیگر دارا است، ولی به‌طورکلی براساس آماره‌های پایداری مورد بررسی و روش‌های به کار گرفته شده، هیبرید ۱۲ به‌عنوان پایدارترین ژنوتیپ معرفی شد.



شکل ۱- بای پلات میانگین ژنوتیپ‌ها و مکان‌ها و مقادیر مولفه اصلی اول آنها

ژنوتیپ‌ها: (۱- $Coker347 \times VE1$ ، ۲- $Coker347 \times NC89$ ، ۳- $Coker347 \times K394$ ، ۴- $Coker347 \times Coker254$ ، ۵- $VE1 \times NC89$ ، ۶- $VE1 \times K394$ ، ۷- $VE1 \times Coker254$ ، ۸- $NC89 \times K394$ ، ۹- $NC89 \times Coker254$ ، ۱۰- $K394 \times Coker254$ ، ۱۱- $ULT109$ ، ۱۲- $PVH03$ ، ۱۳- $CC27$ ، ۱۴- $NC291$ ، ۱۵- $NC55$)
 مکان‌ها: (تیرتاش - آبیاری - سال اول (TI1)، تیرتاش - آبیاری - سال دوم (TI2)، رشت - آبیاری - سال اول (RI1)، رشت - آبیاری - سال دوم (RI2)، تیرتاش - تنش خشکی - سال اول (TS1)، تیرتاش - تنش خشکی - سال دوم (TS2)، رشت - تنش خشکی - سال اول (RS1)، رشت - تنش خشکی - سال دوم (RS2))



شکل ۲- بای پلات میانگین مقادیر مولفه‌های اصلی اول و دوم ژنوتیپ ها و مکان ها

ژنوتیپ‌ها: (۱) $Coker347 \times VE1$ ، (۲) $Coker347 \times NC89$ ، (۳) $Coker347 \times K394$ ، (۴) $Coker347 \times Coker254$ ،
 (۵) $NC89 \times VE1$ ، (۶) $VE1 \times K394$ ، (۷) $VE1 \times Coker254$ ، (۸) $NC89 \times K394$ ، (۹) $NC89 \times Coker254$ ،
 (۱۰) $Coker254 \times K394$ ، (۱۱) $ULT109$ ، (۱۲) $PVH03$ ، (۱۳) $CC27$ ، (۱۴) $NC291$ ، (۱۵) $NC55$
 مکان‌ها: تیرتاش- آبیاری- سال اول (TI1)، تیرتاش- آبیاری- سال دوم (TI2)، رشت - آبیاری - سال اول (RI1)، رشت
 - آبیاری - سال دوم (RI2)، تیرتاش-تنش خشکی- سال اول (TS1)، تیرتاش - تنش خشکی- سال دوم (TS2)، رشت
 - تنش خشکی - سال اول (RS1)، رشت - تنش خشکی - سال دوم (RS2)

منابع

- Akcura, M., Kaya, Y., and Taner, S. 2005. Genotype-environment interaction and phenotypic stability analysis for grain yield of durum wheat in the central Antaolian region. *J. Agric.* 20: 369-375.
- Albert, M.J.A. 2004. A comparison of statical methods to describe genotype×environment interaction and yield stability in multi-location maize trials. M.Sc. Thesis. Department of Plant Sci, the University of the Free State, Blomfontein.
- Annicchiarico, P. 1997. Joint regression vs. AMMI analysis of genotype environment interactions for cereals in Italy. *Euphytica* 94: 53 – 62.
- Byrne, P.F. Bolanos, J., Edmeades, G.O., and Eaton, D.L., 1995. Gains from selection under drought versus multilocation testing in related tropical maize populations. *Crop Sci.* 35: 63-69.
- Dohlert, D.C., McMullen, M.S., and Hammond, J.I. 2001. Genotype and environmental effects on grain quality of oat grown in North Dakota. *Crop Sci.* 41: 1066-1072.
- Ebdon, J.S., and Gauch, H.G. 2002. Additive main effect and multiplicative interaction analysis of national turf grass performance trials. II Cultivar recommendations. *Crop Sci.* 42:497-506.
- Eberhart, S.A., and Russell, W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6: 36-40.
- Edmeades, G.O., and Banziger, M. 1997. Conclusion: what have we learned and where do we go? *In* Edmeades, G.O., Banziger, M., Mickelson, H.R. and Pena-Valdivia, C.B. (Eds.), *Developing Drought and Low N-Tolerant Maize. Proceedings of a Symposium, March 25-29, CIMMYT, El Batan, Mexico.* Mexico, pp. 557-563.
- Fattahi, F., and Yusefi, A. 2005. Evaluation of yield stability of barley genotypes using stability parameters and pattern analysis via AMMI model. *Iranian J. of Agri. Sci.* 37:317-326.
- Farshadfar, E. 2002. *Application of Biometrical Genetics in Plant Breeding.* Razi University Press.
- Finlay, K.W., and Wilkinson, G.N. 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programmed. *Aus. J. Agric. Res.* 14: 742-754.
- Francis, T.R., and Kannenberg, L.W. 1978. Yield stability studies in short-season maize. 1. A descriptive method for grouping genotype. *Can. J. Plant Sci.* 58: 1029-1034.
- Gauch, H.G., and Zobel, R.W. 1996. AMMI analyses of yield trials. *In* Kang, M.S. and Gauch, H.G. (Eds.), *Genotype by Environment Interaction.* CRC. Boca Raton, Florida, pp. 85-122.
- Guach, H.G. and Zobel, R.W. 1997. Identifying mega–environments and targeting genotypes. *Crop Sci.* 37: 311-326.

- IRRI Stat. 2003. International Rice Research Institute. Metro Manila, Philippines.
- Jung, S.H., Hwang, J.K., and Yu, I.S., 1980. Studies on the evaluation of yield stability on flue- curd tobacco. *Tob Sci.* 2(2): 58-71.
- Kang, M.S. 1998. Using genotype by environment interaction for crop cultivar development. *Advances in Agron.* 62: 199-246.
- Li, G., Xiao, H., and Fang, H. 2002. Analysis on stability of the main economic characters of flue- cured tobacco cultivars. *Acta. Tabacaria. Sinica.* 7(1): 8-13.
- Lin, C.S., and Binns, M.R. 1988. A method of analyzing cultivar x locatio x year experiments: a new stability parameter. *Theor. Appl. Genet.* 76: 425-430.
- Lin, C.S., Binns, M.R., and Lefcovitch, L.P. 1986. Stability analysis: where do we stand? *Crop Sci.* 26: 894-900.
- Michael, M.J. and Anthony, W.T. 2007. Irrigation Tobacco. *www.caes.uga.edu.*
- Mortazavian, S.M.M., Bihamta, M.R., Talei, A., and Chogan, R. 2006. Study of yield stability of maize hybrids using stability parameters. *Seed and Plant.* 38(2): 237-248.
- Perkins, J.M., and Jinks, J.L. 1968. Environmental and genotype-environmental component of variability. III. Multiple lines and crosses. *Heredity.* 23:339-356.
- Plaisted, R.L. 1960. A shorter method for evaluating the ability of selection to yield consistently over locations. *Am. Potato J.* 37: 166-172.
- Plaisted, R.L., and Peterson, L.C., 1959. A technique for evaluating the ability of selections to yields consistently in different locations or seasons. *Am. Potato J.* 36:381-385.
- Purchase, J.L. 1997., Parametric analysis to describe G x E interaction and yield stability in winter wheat. Ph. D. Thesis. Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of the Orange Free State, Bloemfontein, South Africa.
- Richard, M.J., Zobel, R.W., and Gauch, H.G., 1988. Statistical analysis of a yield trial. *Agron. J.* 80: 388- 393.
- SAS Institute. 1994. SAS/STAT User's Guide, Version 9. 4th ed. SAS Inst., Cary, NC. USA.
- Schoeman, L.J. 2003. Genotype× environment interaction in sunflower (*Helianthus annuus*) in south Aefrica. M. Sc. Thesis, Department of Agronomy, University of the Free State, Bloemfontein.
- Shahmohammadi, M., Dehghani, H., and Yusefi, A. 2003. Additive main effects and multiplicative interaction analysis (AMMI) in barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes. *J. Seed and Plant.* 20:405-416. (In Pesian)
- Shukla, G.K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental component of variability. *Heredity* 29:237-245.
- Tollennar, M., and Lee, E.A. 2002. Yield potential, yield stability and stress tolerance in maize. *Field Crops Res.* 75: 161-169.
- Vasal, S.K., Cordova, H., Beck, D.L., and Edmeades, G.O. 1997. Choices among breeding procedures and strategies for developing stress tolerant maize

- germplasm. In Edmeades, G.O., Banziger, M., Mickelson, H.R., and Pena-Valdiva, C.B. (Eds.), Developing Drought and Low N Tolerant Maize. Proceeding of symposium, CIMMYT, March 25-29, Memi Co.
- Wricke, G. 1962. Über eine Methode zur Erfassung der Ökologischen Streubreite in Feldversuchen Z. Pflanzenzucht. 47: 92-96.
- Yan, W., Hunt, L.A., Sheng, Q., and Szlavnic, Z. 2001. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. Crop Sci. 40: 597-605.



Evaluation of yield stability of Virginia tobacco hybrids using stability parameters and pattern analysis via AMMI model

***S.M. Sadeghi and H. Samizadeh**
Faculty Member of Guilan University

Abstract

To determine the yield stability, adaptability and analysis of the genotype \times environment interaction of Virginia tobacco, 15 hybrids of tobacco including 10 Iranian and 5 international hybrids were evaluated in two different experiments (water stress and normal irrigation) using a Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications at two locations including Rasht and Tirtash Tobacco Research Centers (four environments) for two years (2006 to 2007). Statistical methods including combined analysis of variance, estimating 14 stability parameters and pattern analysis were applied. Result of environmental variation and coefficient of variance showed that hybrids Coker254 \times VE1, K394 \times VE1 and NC89 \times VE1 had low value for environmental variance and coefficient of variation was the most stable genotypes, respectively. The hybrid PVH03 based on Shukla's stability variance, Wricke's equivalence, variance of deviation from liner regression and also interaction principal component analysis axis 1 (IPCA1) of AMMI model was known as the most stable hybrids. The biplot technique was used to identify appropriate genotypes to special locations. Results showed that hybrids PVH03, K394 \times NC89 and Coker254 \times NC89 with the lowest interaction, and hybrids ULT109, NC291, Coker254 \times Coker347 and VE1 \times Coker347 with the highest interaction were the most stable and unstable hybrids, respectively. Furthermore, hybrids Coker254 \times K394, NC291 and CC27 for Tirtash and hybrids NC89 \times Coker347, K394 \times Coker347, Coker254 \times VE1 and ULT109 for Rasht were more suitable in non drought stress condition.

Keywords: Biplot; Drought stress; Genotype environment interaction; Adaptability.

*Corresponding Authors; Email: smsadeghi55@yahoo.com

