

بررسی اثر متقابل ترکیب پذیری عمومی و خصوصی ژنوتیپ‌های توتون ویرجینیا با محیط

سید مصطفی صادقی^{۱*}، حبیب‌اله سمیع‌زاده^۲، فاطمه جاوید^۳ و فواد فاتحی^۴
۱. استادیار و عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان، ۲. استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان،
۳. کارشناسی ارشد اصلاح نباتات و عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد، واحد رشت، ۴. دانشجوی
سابق دکتری پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۱۱ - تاریخ تصویب: ۹۰/۳/۱۸)

چکیده

به منظور بررسی اثر محیط بر ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی، پنج ژنوتیپ توتون ویرجینیا در سال ۱۳۸۶ پنج رقم توتون در یک طرح نیمه دی‌آلل با یکدیگر تلاقی داده شدند. در سال ۱۳۸۷، ۱۰ جمعیت F1 به همراه ۵ لاین والدینی، در دو آزمایش جداگانه (تنش خشکی و بدون تنش) و در دو منطقه (مرکز تحقیقات توتون تیرتاش و رشت) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کشت شدند. صفات طول برگ، عرض برگ، تعداد برگ در بوته، شاخص سطح برگ، ارتفاع ساقه و عملکرد برگ خشک مورد بررسی قرار گرفتند. تجزیه دی‌آلل در تمام محیط‌ها برای تمامی صفات حاکی از معنی‌دار شدن اثر متقابل $GCA \cdot E$ است که ضرورت محاسبه جداگانه اثرات GCA را در هر محیط بیان می‌کند. اثر متقابل $SCA \cdot E$ به جز شاخص سطح برگ برای بقیه صفات معنی‌دار بود که نشان‌دهنده ناپایداری هیبریدهای خاص در تمام محیط‌هاست. اثرات متقابل معنی‌دار نشان می‌دهد که مقدار تفاوت میان اثرات GCA و SCA ژنوتیپ‌ها با محیط تغییر می‌یابد. به طور کلی، نسبت GCA به SCA برای تمام صفات مورد بررسی به جز طول برگ در تمام محیط‌ها معنی‌دار بود که بیانگر نقش چشمگیر اثرات افزایشی در توارث این صفات است. ارقام $NC89$ و $K394$ بهترین ترکیب‌شونده عمومی و $NC89 \cdot K394$ ، $VE_1 \times Coker254$ و $Coker347 \times Coker254$ بهترین ترکیبات خصوصی برای صفت عملکرد برگ خشک در تمام محیط‌ها بودند.

واژه‌های کلیدی: ترکیب‌پذیری، توتون، دی‌آلل، عمل ژن، تنش خشکی.

مقدمه

نشان می‌دهند. چنین صفاتی کمتر به انتخاب پاسخ می‌دهند. بنابراین لازم است که حساسیت برآورد اثرات ژن‌ها را در محیط‌های متفاوت مورد ارزیابی قرار داده شود تا پیش بینی عمل انتخاب و بازده ژنتیکی حاصل از آن با دقت بیشتری همراه باشد (Farshadfar, 1997).

ظهور فنوتیپی صفات کمی به مقدار زیادی تحت تغییرات محیطی است. اثرات متقابل ژنوتیپ و محیط سبب برآورد آریب برآورد اثرات ژن‌ها و ترکیب‌پذیری صفاتی می‌شود که نسبت به تغییرات محیطی حساسیت

احیاء، ازت کل و پتاس ایفاء می‌کند. بنابراین برای استفاده از هتروزیس باید در هر مکان به طور مستقل عمل کرد در حالی که برای در صد نیکوتین اثر افزایشی نقش مهمتری را نسبت به سایر اثرات ایفاء می‌کرد. لذا برای اصلاح این صفت روش‌های گزینشی را برای ایجاد لاین‌های هموزیگوس برتر پیشنهاد کردند.

Krishmurty & Murty (1993) هشت واریته خارجی با نیکوتین پائین و دو لاین اصلاحی پیشرفته (۱۰ والد) را در یک طرح دی‌آل در ۴ محیط به منظور بررسی میزان نیکوتین مورد بررسی قرار دادند. میزان نیکوتین در والدین از ۰/۳۸ تا ۱/۸۲ درصد متغیر بود. در حالی که در تلاقی‌ها بیشترین مقدار نیکوتین ۱/۶۷ و پایین ترین مقدار ۰/۸۴ درصد مشاهده گردید. نتایج نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها از نظر میزان نیکوتین اختلاف معنی‌دار وجود دارد ولی محیط‌ها و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند و این نشان داد که در شرایطی که محیط تغییر یابد ژنوتیپ‌ها برای این صفت تظاهر پایداری دارند.

Petrovak (2000) در یک آزمایش دی‌آل در چند محیط برای توتون جویدنی، صفت طول چهاردهمین برگ و طول دوره رویشی را مورد بررسی قرار داد و برای هر دو صفت سهم اثر افزایشی را نسبت به اثر غیرافزایشی بیشتر برآورد کرد ولی این سهم در سالهای مختلف پایدار نبود. همچنین والدین و تلاقی‌ها برای هر دو صفت تنوع قابل ملاحظه‌ای را نشان دادند. Miurah et al. (1988) صفات سرعت جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی را در توتون روستیکا در یک طرح دی‌آل با شش واریته در ۹ محیط متفاوت از نظر دما، غلظت، نمک و شرایط نوری مورد مطالعه قرار دادند و هر دو اثر افزایشی و غیرافزایشی در کنترل این صفات نقش داشتند ولی سهم اثر غیرافزایشی به مراتب بیشتر بود. Arshad & Chowdhry (2003) در تحقیق خود که برپایه یک طرح دی‌آل ۸×۸ در گندم نان استوار بود والدین و کراس‌ها را در محیط آبیاری و تنش مورد کشت قرار دادند و مشاهده کردند که نحوه عمل ژن برای صفات مورد ارزیابی از محیطی به محیط دیگر تغییر می‌یابد.

هدف از این تحقیق بررسی تأثیر محیط بر اثر ژن و

مطالعات نشان داده است که ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و خصوصی (SCA) برای اکثر صفات با تغییرات محیطی اثرات متقابل نشان می‌دهد، اما (GCA) حساسیت بیشتری را نسبت به (SCA)، به تغییرات محیطی نشان می‌دهد (Sprague & Tatum, 1942; Debnat & Sark, 1990).

Betran et al. (2003a) در تحقیقی که در مکزیک انجام دادند وجود تحمل به خشکی را در لاین‌های والدینی برای تولید هیبریدهای متحمل به استرس خشکی لازم دانستند. Duvick (1999) و Vasal et al. (1997) عنوان کردند که هیبریدهایی که هتروزیس را آشکار می‌کنند اغلب بازدهی‌شان را در شرایط نرمال و تنش حفظ می‌کنند. Falconer (1989) و Betran et al. (2003b) عنوان کردند که هتروزیس در محیط‌های تنش نسبت به محیط‌های مطلوب بیشتر است که این بیانگر حساسیت بیشتر اینبردها به هیبریدهایی آنها در شرایط استرس می‌باشد. Chapman et al. (2000) عنوان کردند که هتروزیس برای عملکرد در محیط‌های معین نیاز به ترکیب‌های خاص از لاین‌ها در آن محل دارد.

Landesanstalt & Pflanzenbau (1997) نتایج حاصل از یک تلاقی دی‌آل در توتون را به همراه والدینشان در دو سال زراعی و در دو مکان از نظر صفات عملکرد، مقدار نیکوتین و مقدار فیبر مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که تنوع ژنتیکی بین نتاج بیشتر ناشی از واریانس GCA و محیط × SCA می‌باشد. میزان هتروزیس برای هر سه صفت پایین و برای عملکرد و میزان فیبر مثبت و برای مقدار نیکوتین منفی بود.

Xiaobing et al. (2006) هفت صفت زراعی را در یک طرح دی‌آل با ۱۴ توتون گرمخانه‌ای را در ۴ محیط مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند که اثرات افزایشی جزء ژنتیکی مهم برای صفات ارتفاع گیاه، طول میان‌گره و عرض برگ می‌باشد. اثرات متقابل افزایشی × محیط و غالبیت × محیط نقش مهمی را در صفت قطر ساقه داشته است ولی در صفت عملکرد اثر افزایشی و اثر غالبیت × محیط نقش بیشتری را ایفا کردند. این محققین در ادامه تحقیقات خود که به روی صفات کیفی توتون انجام دادند، نتیجه گرفتند که اثرات متقابل غالبیت × محیط نقش مهمی را در صفات قند کل، قند

مدل زنگ و کنگ تجزیه دی‌آلل مرکب انجام گرفت. آزمون میانگین مربعات بر اساس مدل زنگ و کنگ انجام گرفت، به این ترتیب که محیط توسط تکرار در داخل محیط، ژنوتیپ توسط اثر متقابل ژنوتیپ×محیط، GCA و SCA به ترتیب توسط محیط×GCA و محیط×SCA و اثرات متقابل محیط×GCA و محیط×SCA توسط خطا آزمون گردیدند. کلیه تجزیه‌های آماری توسط نرم‌افزار آماری SAS.9 انجام گرفت.

نتایج و بحث

طول برگ

تجزیه دی‌آلل مرکب براساس مدل دوم گریفینگ نشان از اختلاف بسیار معنی‌دار بین محیط‌ها برای این صفت داشت (جدول ۱). میانگین مربعات GCA و SCA معنی‌دار گردید که بیانگر وجود هر دو اثر افزایشی و غالبیت در این صفت است اما معنی‌دار نشدن نسبت $\frac{GCA}{SCA}$ ، اهمیت بیشتر اثر غیرافزایشی را در کنترل این صفت نشان می‌دهد.

برخی محققین همچون Gopinath et al. (1996)، Ibrahim & Avratovscukova (1982) و شعاعی دیلمی و Shoaie & Honarnejad (1996a,b) توارث صفت طول برگ را به صورت افزایشی برآورد کردند اما برخی دیگر همچون Pandeya et al. (1985) و Shamsuddin et al. (1980)، توارث این صفت را به صورت غیرافزایشی دانستند. همچنین آزمایشات نشان داد که محیط بر روی این صفت و نحوه توارث آن نقش دارد (Butarac et al., 2004).

معنی‌دار شدن اثر متقابل محیط×SCA و معنی‌دار نشدن اثر متقابل محیط×GCA بیانگر حساسیت بیشتر اثر غالبیت به محیط نسبت به اثر افزایشی است. (جدول ۱). از طرف دیگر می‌توان استنباط کرد ترکیبات هیبریدی مناسب، نسبت به تغییرات محیطی پایدار نیستند در حالی که والدین مناسب برای تولید هیبرید در تمام محیط‌ها، یکسان هستند. اثرات ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) والدین و خصوصی (SCA) تلاقی‌ها، در تمام محیط‌ها مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده گردید بیشترین GCA مثبت و معنی‌دار به Coker254 اختصاص دارد لذا این والد می‌تواند در نتاج افزایش طول

قابلیت ترکیب‌پذیری ارقام توتون ویرجینیا و انتخاب ارقام و تلاقی‌ها با قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی مناسب برای تمام محیط‌ها است تا بتوان از آنها برای برنامه‌های اصلاحی استفاده کرد.

مواد و روش‌ها

تعداد پنج واریته توتون ویرجینیا شامل VE₁، Coker347، NC89، K394، Coker254 در یک تلاقی دی‌آلل یک طرفه با یکدیگر تلاقی داده شدند و F₁ به دست آمده به همراه والدین در سال زراعی ۸۷-۸۶ در دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی در دو ایستگاه رشت و تیرتاش مازندران (چهار آزمایش جداگانه) و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کشت گردیدند. با در نظر گرفتن ۱۰ هیبرید و ۵ والد آنها ۱۵ کرت برای هر بلوک با توجه به سه تکرار در مجموع ۴۵ کرت برای هر آزمایش در نظر گرفته شد. صفات طول برگ، عرض برگ، تعداد برگ در بوته، شاخص سطح برگ، ارتفاع بوته و عملکرد برگ خشک، مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند.

هر کرت از چهار ردیف به طول پنج متر تشکیل گردید. بنابراین مساحت هر پلات (با توجه به فاصله بین ردیف ۱ متر و روی ردیف ۵۰ سانتی‌متر) ۱۵ مترمربع در نظر گرفته شد. در محیط تنش فقط یک بار آبیاری پس از انتقال نشاء انجام گردید 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 بر اساس عدد قرائت شده در تانسومتر صورت گرفت. برای آبیاری از قرائت عدد ۵۰ سانتی‌بار استفاده گردید که در این قرائت گیاه دچار هیچگونه خسارتی ناشی از کمبود رطوبت نخواهد شد (Biglouie et al., 2006).

کوددهی، مبارزه با علف‌های هرز و سم‌پاشی بسته به نیاز در موعد مقرر صورت گرفت. Singh (1979) تجزیه دی‌آلل را در محیط مختلف به طور مفصل مورد بررسی قرار داده و روش‌های آماری لازم جهت تجزیه چنین داده‌هایی را در قالب روش‌های چهارگانه ارایه نمود که بعدها توسط Zheng & Kang (1997) تکمیل گردید. در این تحقیق بر اساس روش دوم گریفینگ،

افزایشی در صفت تعداد برگ است.

Shoaei & Honarnejad و (1991) Legg & Collins (1996a)، به نتایج مشابهی دست پیدا کردند در حالی که Murthy et al. (1988) سهم اثرات افزایشی و غالبیت را یکسان برآورد کردند. معنی‌دار نشدن اثر متقابل محیط \times GCA و معنی‌دار بودن اثر متقابل محیط \times SCA بیانگر حساسیت اثر غیرافزایشی ژن به محیط است (جدول ۱). بیشترین GCA مثبت و معنی‌دار در تمام محیط‌ها برای تعداد برگ متعلق به Coker254 بود که این والد می‌تواند در جهت افزایش تعداد برگ در نتاج مورد استفاده قرار گیرد (جدول ۲). بیشترین SCA مثبت و معنی‌دار نیز به VE1 \times Coker254 و NC89 \times Coker254 اختصاص پیدا کرد (جدول ۳). لذا این هیبریدها به عنوان بهترین تلاقی‌ها برای افزایش تعداد برگ در نظر گرفته شدند و می‌توانند منشاء بسیار مناسبی برای گزینش لاین‌ها با تعداد برگ بالا در بوته باشند. و با توجه به نحوه وراثت این صفت پیشرفت ژنتیکی محسوسی را می‌توان پیش‌بینی کرد. همانطور که مشاهده می‌گردد Coker254 به راحتی توانسته تعداد برگ بالا را به نتاج خود انتقال دهد.

شاخص سطح برگ

بین محیط‌ها از نظر شاخص سطح برگ اختلاف بسیار معنی‌داری مشاهده گردید. میانگین مربعات GCA و SCA معنی‌دار گردید که نشان از وجود هر دو اثر افزایشی و غیرافزایشی در کنترل شاخص سطح برگ دارد. ولی معنی‌دار شدن نسبت $\frac{GCA}{SCA}$ بیانگر سهم بیشتر اثر افزایشی برای این صفت است. Marani et al. (1996) و Shoaei et al. (2000a) به وجود اثرات افزایشی در کنترل شاخص سطح برگ اشاره کرده اند در حالی که Patel et al. (1984) به واریانس غالبیت قابل توجه در کنترل ژنتیکی شاخص سطح برگ اشاره داشته‌اند. اثر متقابل محیط \times GCA معنی‌دار، در حالی که اثر متقابل محیط \times SCA معنی‌دار نگردید (جدول ۱)، که نشان‌دهنده حساسیت بیشتر اثر افزایشی به محیط است. از طرف دیگر می‌توان عنوان کرد برای هر مکان باید والدین خاصی را برای ایجاد وارپته‌های هیبرید با شاخص سطح برگ بالا به کار برد، ولی هیبریدهای مناسب برای این صفت نسبت به شرایط محیطی

برگ را ایجاد نماید (جدول ۲). بیشترین و تنها SCA مثبت و معنی‌دار در تمام محیط‌ها به تلاقی $k394 \times$ Coker347 اختصاص پیدا کرد (جدول ۳)، لذا این تلاقی می‌تواند منشاء بسیار مناسبی برای گزینش لاین‌ها با طول برگ بالا باشد.

عرض برگ

اختلاف بسیار معنی‌داری بین محیط‌ها برای عرض برگ مشاهده گردید. میانگین مربعات GCA و SCA معنی‌دار گردید که بیانگر وجود هر دو اثر افزایشی و غالبیت در کنترل این صفت است و معنی‌دار شدن نسبت $\frac{GCA}{SCA}$ ، اهمیت بیشتر اثر افزایشی را در کنترل این صفت نشان می‌دهد (جدول ۱).

Pandeya et al. (1995) Ogilvie & Kozumplik (1985)، Shoaei (2003) و Rao (1989) اثرات افزایشی را مسئول کنترل ژنتیکی عرض برگ دانسته و وراثت‌پذیری کمی را برای آن ذکر می‌کنند. هر دو اثر متقابل محیط \times SCA و محیط \times GCA معنی‌دار گردید که بیانگر حساسیت هر دو اثر افزایشی و غیرافزایشی به محیط در صفت عرض برگ است (جدول ۱). اثرات ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) والدین و خصوصی (SCA) تلاقی‌ها، در تمام محیط‌ها مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده گردید که بیشترین GCA مثبت و معنی‌دار در تمام محیط‌ها متعلق به Coker254 و VE1 است، لذا این والدین می‌توانند در نتاج باعث افزایش عرض برگ شوند (جدول ۲). بیشترین SCA مثبت و معنی‌دار نیز به تلاقی VE1 \times Coker254 اختصاص پیدا کرد (جدول ۳) که این تلاقی می‌تواند منشاء بسیار مناسبی برای گزینش لاین‌ها با عرض برگ بالا باشد و پیشرفت ژنتیکی نیز با توجه به نحوه توارث این صفت قابل توجه خواهد بود. والدین VE1 و Coker254 با توجه به افزایشی بودن این صفت براحتی توانستند صفت عرض برگ بالای خود را به نتاج انتقال دهند.

تعداد برگ

اختلاف بسیار معنی‌داری بین محیط‌ها از نظر صفت تعداد برگ در بوته مشاهده گردید. میانگین مربعات GCA و SCA معنی‌دار شد که نشان از وجود هر دو اثر افزایشی و غیرافزایشی در کنترل صفت تعداد برگ است. ولی معنی‌دار شدن نسبت $\frac{GCA}{SCA}$ بیانگر سهم بیشتر اثر

جدول ۱- تجزیه دی آل صفات مورد ارزیابی در چهار محیط (تیرتاش تنش - تیرتاش بدون تنش - رشت تنش - رشت بدون تنش) با سه تکرار در هر محیط بر اساس روش دو گریفینگ در گیاه توتون

منابع	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)				
		طول برگ	عرض برگ	تعداد برگ	شاخص سطح برگ	ارتفاع ساقه
محیط	۳	۵۷۵۶/۲۲**	۱۰۸۵/۷۰**	۹۰/۸۴**	۲۴۴/۰۸**	۲۰۹۲۳/۲۴**
تکرار در محیط	۸	۱/۷۳	۰/۴۳۰	۴/۱۸	۰/۱۶۸	۱۰۰/۲۰
ژنوتیپ	۱۴	۴۵/۰۶*	۱۹/۴۹*	۶۱/۱۹**	۵/۰۷*	۱۰۷۷/۰**
GCA	۴	۵۴/۵۲**	۵۸/۵۱**	۱۵۹/۱۵**	۱۴/۳۰**	۲۹۰/۱۲۹**
SCA	۱۰	۳۳/۲۷*	۳/۸۹*	۲۲/۰۰**	۱/۳۸**	۶۴۷/۴۹*
ژنوتیپ × محیط	۴۲	۲۰/۱۷**	۹/۷۷**	۱۱/۱۶**	۲/۳۵**	۳۰۳/۱۱**
محیط × GCA	۱۲	۵/۶۲	۶/۷۵**	۲/۱۲	۰/۴۴**	۱۳۸/۴۲**
محیط × SCA	۳۰	۱۴/۱۱**	۵/۰۸**	۳/۴۲*	۰/۱۸۲	۲۶۰/۴۴**
اشتباه	۱۱۲	۲/۷۲	۰/۹۲۹	۱/۴۹	۰/۱۳	۱۵/۹۰
ضریب تغییرات %		۳/۲۲	۳/۹۳	۴/۲۷	۶/۲۷	۲/۵۹
GCA/SCA		۱/۶۳	۱۵/۰۴**	۷/۲۳**	۱۰/۳۶**	۴/۴۸*

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد.

مثبت و معنی دار در تمام محیطها به Coker254 صفات طول برگ و تعداد برگ اثرات متقابل معنی داری برای GCA × E مشاهده نگردید، لذا با مراجعه به نتایج دی آل در محیطهای مختلف والد Coker254 برای هر دو صفت به عنوان ترکیب شونده عمومی مناسب برای تمام محیطها انتخاب گردید. از طرف دیگر اثر متقابل معنی دار SCA × E برای صفات طول، عرض و تعداد برگ بیانگر این است که هیبریدهای پایداری را نمی توان برای این صفات انتخاب کرد. در حالی که برای شاخص سطح برگ با توجه به معنی دار نشدن SCA × E، هیبریدهای Coker254 × Coker347 و VE1 × Coker254 به عنوان هیبریدهای مناسب برای تمام محیطها انتخاب گردیدند. هم چنین با توجه به تغییرات اثرات افزایشی به غیرافزایشی از یک محیط به محیط دیگر برای این صفات، روشهای اصلاحی متفاوتی را باید برای بهبود این صفات در هر محیط پیش بینی کرد.

متفاوت پایداری نشان می دهند. بیشترین و تنها GCA اختصاص پیدا کرد لذا این والد می تواند در نتاج افزایش شاخص سطح برگ را ایجاد نماید (جدول ۲). با توجه به SCA مثبت و معنی دار Coker347 × Coker254 و VE1 × Coker254، ملاحظه گردید که والد Coker254 توانسته است در انتقال شاخص سطح برگ بالا به نتاج موفق عمل کند (جدول ۳). این هیبریدها می توانند منشاء گزینش لاینها با شاخص سطح برگ بالا باشند و با توجه به افزایشی بودن این صفت موفقیت گزینش و پیشرفت ژنتیکی برای شاخص سطح برگ قابل پیش بینی خواهد بود. به طور کلی برای صفات مرتبط با خصوصیات برگ توتون، شامل طول و عرض برگ، تعداد برگ و شاخص سطح برگ، با توجه به اثرات متقابل معنی دار GCA × E در صفات عرض برگ و شاخص سطح برگ بایستی ترکیب شوندههای مناسب این صفات برای هر محیطی جداگانه انتخاب گردد در حالی که برای

جدول ۲- اثر ترکیب پذیری عمومی (GCA) والدین برای صفات مورد ارزیابی در تمام محیطها در گیاه توتون

صفات والد	طول برگ	عرض برگ	تعداد برگ در بوته	شاخص سطح برگ	ارتفاع ساقه	عملکرد برگ خشک
Coker347	-۰/۳۶۷*	-۰/۶۵۷**	-۰/۳۲۹**	-۰/۲۵۷	-۱/۷۲۸**	-۰/۱۵۹**
VE1	۰/۵۱۸**	۰/۷۵۶**	-۲/۱۱۰**	-۰/۲۶۹**	-۲/۴۰۵**	-۰/۴۱۰**
NC89	-۰/۴۰۵*	۰/۱۰۸	۰/۲۲۹	۰/۰۵۲	۷/۰۸۰**	۰/۴۱۷**
K394	-۰/۸۷۱**	-۰/۰۳۸**	۰/۵۹۷**	-۰/۲۲۳**	-۷/۵۹۳**	۰/۲۹۳**
Coker254	۱/۱۲۶**	۰/۸۳۱**	۱/۶۱۳**	۰/۶۹۹**	۴/۶۴۶**	-۰/۱۴۰**
SE(g _i)	۰/۱۶۱	۰/۰۹۴	۰/۱۱۹	۰/۰۲۵	۰/۳۸۹	۰/۰۳۵

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد.

جدول ۳- اثر ترکیب پذیری خصوصی (SCA) تلاقی‌ها برای صفات مورد ارزیابی در تمام محیط‌ها در گیاه توتون

صفات تلاقی	طول برگ	عرض برگ	تعداد برگ در بوته	شاخص سطح برگ	ارتفاع ساقه	عملکرد برگ خشک
Coker3470 VE1	۰/۶۵۷	-۰/۲۲۳	-۰/۰۷۶	-۰/۰۹۵	۱/۴۹۱	۰/۱۵۰
Coker3470 NC89	-۰/۳۱۰	۰/۱۹۴	-۱/۷۳۰**	-۰/۲۴۶**	-۱/۸۵۳	-۰/۳۰۶**
Coker3470 K394	۰/۸۵۶*	-۰/۶۰۳*	۰/۱۴۷	-۰/۲۹۳**	۱/۸۰۵	۰/۲۷۵**
Coker3470 Coker254	-۰/۶۵۵	۰/۴۲۲	۱/۰۱۹**	۰/۵۳۴**	-۰/۸۰۵	۰/۳۶۲**
VE10 NC89	۰/۶۹۱	-۰/۴۵۳	-۰/۹۸۲**	-۰/۰۴۵	۲/۳۲۴*	۰/۰۱۷
VE10 K394	-۱/۳۵۸**	۰/۵۱۱	-۰/۷۶۹*	-۰/۰۹۷	-۳/۷۰۷**	-۰/۲۷۹**
VE10 Coker254	-۰/۰۵۰	۱/۱۷۷**	۲/۳۶۶**	۰/۴۳۸**	۶/۰۹۵**	۰/۳۶۵**
NC890 K394	-۰/۰۱۲	۰/۴۱۶	۰/۶۰۴	۰/۱۳۹	-۰/۶۵۹	۰/۳۷۳**
NC890 Coker254	-۱/۲۵۸**	-۰/۳۰۸	۱/۱۸۵**	-۰/۰۸۲	-۲/۷۵۴*	-۰/۱۵۶
K3940 Coker254	-۰/۷۳۱	۰/۴۸۰*	۰/۰۱۹	۰/۱۳۳	۲/۷۱۱*	-۰/۴۱۲**
SE(S _{ij})	۰/۴۱۶	۰/۲۴۲	۰/۳۰۷	۰/۰۹۲	۱/۰۰۴	۰/۰۹۲

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد.

ارتفاع بوته

بین محیط‌ها اختلاف معنی‌داری از نظر ارتفاع بوته مشاهده گردید. میانگین مربعات GCA و SCA به ترتیب در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ معنی‌دار گردید. که نشان از وجود هر دو اثر افزایشی و غیرافزایشی در کنترل ارتفاع ساقه دارد ولی معنی‌دار شدن نسبت $\frac{GCA}{SCA}$ بیانگر سهم بیشتر اثر افزایشی در کنترل این صفت است. Abbasi (2004)، Honarnejad & Shoaie، (1996) Chang & Shyu، (1991) و Gupoyl et al. (1987) همگی بر غیرافزایشی بودن صفت تاکید دارند.

معنی‌دار شدن اثر متقابل محیط \times GCA و محیط \times SCA بیانگر حساسیت هر دو اثرات افزایشی و غیرافزایشی به محیط است (جدول ۱). لذا در این صفات نیز باید برآورد اثرات ژنی، ترکیب‌پذیری‌ها و تجزیه ژنتیکی در هر محیط به طور جداگانه صورت گیرد و براساس آن روش‌های اصلاحی برای بهبود این صفات ارایه گردد. بیشترین GCA مثبت و معنی‌دار در تمام محیط‌ها به NC89 و Coker254 و بیشترین GCA منفی و معنی‌دار به k394 تعلق داشت (جدول ۲)، لذا این والدین می‌توانند به ترتیب در جهت افزایش و کاهش ارتفاع بوته در نتاج متمرثر باشند. با در نظر گرفتن اینکه ارتفاع بوته به طور غیرمستقیم در عملکرد تأثیرگذار است، والدین NC89 و Coker254 در هر چهار محیط به عنوان یک ترکیب شونده مناسب در جهت

افزایش ارتفاع بوته معرفی گردیدند لذا به نظر می‌رسد که این دو والد در محیط GCA نقش چندانی نداشته‌اند. بیشترین SCA مثبت و معنی‌دار به تلاقی VE1 \times Coker254 و بیشترین SCA منفی و معنی‌دار به VE1 \times k394 اختصاص پیدا کرد (جدول ۳). لذا این تلاقی‌ها می‌توانند منشأ گزینش لاین‌ها به ترتیب با ارتفاع بوته بالا و پایین قرار گیرند و با توجه به افزایشی بودن صفت، پیشرفت ژنتیکی محسوسی را در پی خواهد داشت.

عملکرد برگ خشک

بین محیط‌ها اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد برگ خشک مشاهده گردید. میانگین مربعات GCA معنی‌دار و SCA بی معنی گردید. نسبت $\frac{GCA}{SCA}$ نیز معنی‌دار گردید که بیانگر افزایشی بودن کنترل این صفت است.

Chen (1992)، Legg & Collins (1991) و Honarnejad & Shoaie (1997)، همگی بر غیرافزایشی بودن این صفت تاکید دارند در حالی که Ogilvie et al. (1995)، Pandeya et al. (1985) اثرات افزایشی ژن‌ها را مسئول کنترل ژنتیکی عملکرد برگ خشک دانسته‌اند. هر دو اثر متقابل محیط \times GCA و محیط \times SCA معنی‌دار گردید که بیانگر حساسیت هر دو اثر افزایشی و غیرافزایشی به محیط است (جدول ۱). بیشترین GCA مثبت و معنی‌دار به NC89 و k394 تعلق دارد

به عنوان یک ترکیب شونده مناسب مدنظر قرار گیرند و در نتایج صفت خود را انتقال دهند و این امکان وجود دارد که در منطقه یا شرایط محیطی دیگر والد دیگری به عنوان ترکیب‌شونده مناسب انتخاب گردد. به طور مشابه معنی‌دار شدن اثر متقابل بین SCA با محیط برای اکثر صفات بیانگر این موضوع است که در هر منطقه و در هر شرایط (تنش و بدون تنش) ترکیبات هیبریدی مختص به آن محیط باید در برنامه‌های اصلاحی مدنظر قرار گیرد، لذا هیبریدهایی که در یک محیط از خصوصیات کیفی و کمی مناسبی برخوردار هستند نمی‌توانند در محیط‌های دیگر همان بازدهی را داشته باشند که دلیل عمده آن حساسیت اثر غیرافزایشی ژن‌ها به محیط است. لذا مواد ژنتیکی و روش‌های اصلاحی که برای هر صفت در هر محیط (تیرتاش - تنش، تیرتاش - بدون تنش، رشت - تنش و رشت - بدون تنش) باید در نظر گرفته شود متفاوت خواهد بود.

(جدول ۲)، لذا این والدین بهترین ترکیب شونده برای افزایش صفت عملکرد برگ خشک در تمام محیط‌ها بودند که بیانگر نقش برجسته‌تر سه والد دیگر در اثر متقابل محیط \times GCA است. بیشترین SCA مثبت و معنی‌دار نیز به تلاقی $NC89 \times k394$ اختصاص یافت (جدول ۳)، که برای تولید وارسته هیبرید با عملکرد برگ خشک بالا می‌تواند در نظر گرفته شود. به نظر می‌رسد که دو والد $NC89$ و $k394$ توانسته‌اند افزایش عملکرد برگ خشک را به هیبرید انتقال دهند. والد $Coker254$ با GCA منفی و معنی‌دار خود نقش کاهنده در این صفت را دارد. به طور کلی معنی‌دار شدن اثر متقابل GCA با محیط برای تمامی صفات، حساسیت اثر افزایشی ژن‌های کنترل‌کننده این صفات را به محیط نشان می‌دهد و از طرف دیگر بیانگر این موضوع است که والدینی که در یک منطقه (تیرتاش یا رشت) یا در یک شرایط محیطی (تنش خشکی یا بدون تنش) از GCA مناسبی برخوردار هستند فقط در همان محیط می‌توانند

REFERENCES

1. Abbasi Rostami, H. (2004). *Study of combining ability of agronomy traits of tobacco crop*. MP. thesis, University of Ardabil. Iran. (In Farsi).
2. Arshad, M. & Chowdhry, M. A. (2003). Genetic behaviors of wheat under irrigated and drought stress environment. *Asian Journal of Plant Sciences*, 2(1), 58-64.
3. Betran, F. J., Beck, D. L., Banziger, M. & Edmeades, G. O. (2003). Secondary traits in parental inbreds and hybrids under stress and non-stress environments in tropical maize. *Field Crops Res*, 83, 51-65.
4. Biglouie, M. H., Assimi, M. H. & Jabbarzadeh, A. (2006). Effect of supplemental irrigation on yield and yield components of flue-cured tobacco. *Iranian Journal of Crop Science*, 2(30), 184-200. (In Farsi).
5. Burley and Turkish tobacco. *Taiwan Tob*, 513, 1-9.
6. Chapman, S. C., Cooper, M., Butler, D. G. & Henzell, R. G. (2000). Genotype by environment interaction affecting grain sorghum. I. Characteristics that confound interpretation of hybrid yield. *Aust J Agric Res*, 51, 197-207.
7. Chen, S. Y. (1992). Genetic studies of leaf yield and nicotine content in *Nicotiana tabacum* L.. *Taiwan Agriculture Quarterly*, 8(3), 124-132.
8. Debnath, S. C. & Sarkar, K. R. (1990). Combining ability of analysis of grain yield and some of its attributes in maize (*Zea mays* L.). *Indian J Genet*, 50, 57-61.
9. Duvick, D. N. (1999). Commercial strategies for exploitation of heterosis. In: J. G. Coors & S. Pandey, (Eds.), *The Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops*. (pp: 19-29). ASA, CSS, and SSSA. Madison, Wisconsin, USA.
10. Falconer, A. R. (1989). *Introduction to quantitative genetics*. (3rd ed.) Longman, New York.
11. Farshadfar, A. S. (1996). Methods of genetic analysis of tolerance to drought stress in plant breeding. In: *Proceedings of the Congress of Agronomy and Plant Breeding-IV*, 13-14 Oct., University of Esfahan, Tehran, Iran, pp.45
12. Gopinath, D. M., Ramanarao, V. V., Subrahmanyam, M. & Narayana, C. L. (1996). A study of diallel crosses between varieties of *Nicotiana tabacum* L. for yield components. *Euphytica*, 15, 171-178.
13. Gupoyl, B., Ventura, E. B. & Rivera, R. L. (1987). Diallel cross and combining ability in burley tobacco. *Tob Sci*, 87, 240-245.
14. Honarnejad, R. & Shoaie, M. (1996). Combining ability and heritability some of quantitative and qualitative characteristics in F2 population of tobacco. *Iranian Journal of Seed and Plant*, 12(4), 49-58.

(In Farsi).

15. Honarnejad, R. & Shoaie, M. (1997). Gene effects and combining ability some of quantitative traits of tobacco cultivars. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 28(4), 121-145. (In Farsi).
16. Ibrahim, H. A. & Avratovscukova, N. (1982). *Diallel crosses among flue-cured varieties of tobacco*. Bul. Spec. CORESTA, Symp. Winston-Salem, Ab., AP2: 77.
17. Krishmurty, A. S. & Murty, N. C. (1993). Study of FCV tobacco varieties and their for nicotine content. *Tob Res*, 19(2), 82-86.
18. Landesanstalt für Pflanzenbau. (1997). Estimation of quantitative genetic parameters in a breeding *SRSXDWRQRI IOXH± FXUHG WEDFR Tab Sci*, 2(1), 270-278.
19. Legg, P. D. & Collins, G. B. (1991). Genetic parameters in barley populations of *Nicotiana tabacum* L. *Tobacco International*, 173(3), 33-41.
20. Marani, A. & Sachs, Y. (1996). Heterosis and combining ability in a diallel cross among nine varieties of oriental tobacco. *Crop Sci*, 6, 19-22.
21. 0 IXUK + + 6 7 VCF 7 ' IDODDQDQ VVRI JHQRWSH± HQYLRCP HQMLOMDFRQV IRUWH speed and uniformity of germination in rustica tobacco. *Ikushug aku Zasshi*, 38(1), 17-26.
22. Murthy, A. S. K., Gopalachari, N. C., Rao, C. V. & Rao, V. V. R. (1988). Combining ability in crosses *IQYROIQ IOXH±FXUHG DQGRQ IOXHFXUHG WEDFR YDUHMHV Tobacco Reasearch*, 14(1), 7-15.
23. Ogilvie, L. S. & Kozumplik, V. F. (1995). Genetic analysis of quantitative characters in cigar and pipe tobacco. *Tob Sci*, 22, 73-82.
24. 3DQGH D 5 6 ' ILNV 9 \$ 3RXXIQN * =IOH %) 4 XDQMMWHJ HQHF VAGHVIQIOXH± cured tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). *Canadiana J. of Genetics and Cytology*, 25, 336-345.
25. Patel, Y. N., Patel, G. J. & Jaisani, B.G. (1984). Combining ability for nicotine and sugar among the parents of FCV x non FCV crosses. *Tobacco Research*, 10(1), 4-67.
26. Petrovak, B. (2000). Analysis of the interaction genotype-environment based on quantitative indices in the system of a diallel crossing of table tobacco length of the 14th and duration of the vegetative period *Plant Sci*, 37(6), 357-62.
27. 5 DR * 6 % + HMRV DQ FRP EIQQ DELOW VAGHV IQ IQM±YDUHMO FURWHV RI FKHZIQ tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). *Madras Agricultural Journal*, ±
28. Shoaie, D. M. & Honarnejad, R. (1996a). Gene effects and combining ability of some quantitative characteristics of tobacco varieties (*Nicotiana tabacum*). *Japan. Information Bulletin Coresta Congress*, 182.
29. Shoaie, D. M. & Honarnejad, R. (1996b). Genetics and estimation of combining ability of some qualitative characteristics of tobacco (*Nicotiana tabacum*). *Japan. Information Bulletin Coresta Congress*, 183.
30. Shoaie, D. M. & Honarnejad, R. (2000a). Genetic resistance to tobacco blue mould (*Peronospora tabacina*). *Portugal. Information Bulletin Coresta Congress*, 139.
31. Shoaie, D. M. & Honarnejad, R. (2003). Gene effects and Combining ability of quantitative and qualitative characteristics of Burley Tobacco. *Information Bulletin Coresta Congress*, Bucharest, Romania, AP9.
32. Singh, D. (1979). Diallel analysis for combining ability over environments. *Indian J Genet Plant Breeding*, 39, 83-386.
33. Sprague, G. F. & Tatum, L. A. (1942). General versus specific combining ability in single crosses of corn. *J Amer Soc Agron*, 34, 23-932.
34. Vasal, S. K., Cordova, H., Beck, D. L. & Edmeades, G. O. (1997). Choices among breeding procedures and strategies for developing stress tolerant maize germplasm. In: G. O. Edmeades, M. Banziger, H. R. Mickelson, and C. B. Pena-Valdiva, (Eds.), *Developing Drought and Low N Tolerant Maize*. Proceedings of a Symposium, March 25-29, 1996, CIMMYT, El Batan, Mexico. Mexico, D.F.: CIMMYT. (pp: 336-347).
35. ; IDREIQ * / X 3 %DL <) * HQHF DQGRUHDWRQ\$ QDQ VVIRUS JURCRP IF WDWIQIOXH± cured tobacco (*Nicotiano tabacum* L.). *Tab Sci*, 28(3), 317-323.
36. =KDQ < . DQ 0 6 ' , \$ / / (/ 6\$6 \$ 6\$6 SURJUDP IRU* ULIQIV' IDODDQDQ VHV *Agron J*, 89, 176-182.