ارزیابی ترکیب‌پذیری ارقام توتون از نظر برخی صفات مرتبط با کیفیت در دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی

سید مصطفی صادقی[1]، حبیب‌اله سمیع‌زاده لاهیجی[2] فرخ درویش[3] و محمدرضا بی‌همتا[4]

چکیده

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل خسارت‌زا در تولید محصول توتون، در بیشتر مناطق دنیا از جمله در ایران می‌باشد. اطلاع از ویژگی‌های ژنتیکی صفات ارقام توتون، نحوه توارث و عکس العمل آن ها در شرایط تنش حایز اهمیت بسیار است. برای این منظور پنج رقم توتون ویرجینیا به‌صورت یک طرح دی آلل یک‌طرفه با یکدیگر تلاقی داده شد و در سال ۱۳۸۵ والدین و نسل F2 آن‌ها در دو آزمایش جداگانه (شرایط آبیاری عادی و تنش خشکی) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات توتون رشت کشت شد که با استفاده از مدل دوم از روش دوم گریفینگ مورد تجزیه قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس حاکی از وجود تفاوت‌های ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها برای تمام صفات بود. نتایج تجزیه دی آلل نشان داد که اثر ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) برای کلیه صفات در هر دو شرایط تنش خشکی و بدون تنش معنی‌دار بود. بر اساس نتایج به دست آمده، در کنترل صفات میزان نیکوتین و میزان قند، در هر دو شرایط محیطی، واریانس غیر افزایشی از اهمیت بیشتری برخوردار بود، در حالی‌که برای صفت درصد پتاس، در شرایط نرمال از اثر غیر افزایشی کاسته شده و بر نقش اثر افزایشی افزوده گردید. رقم K394 در شرایط بدون تنش خشکی و رقم Coker254 در شرایط تنش به عنوان بهترین والدین برای کاهش میزان نیکوتین معرفی شدند. رقم Coker347 در هر دو شرایط تنش و بدون تنش به عنوان بهترین رقم برای افزایش میزان قند شناسایی شد. بهترین هیبرید برای کاهش میزان نیکوتین در هر دو شرایط تنش خشکی و بدون تنش خشکی هیبرید Coker254×Coker347 بود. بهترین هیبرید برای افزایش میزان قند در شرایط بدون تنش، هیبرید VE1×Coker347 بود، ولی در شرایط تنش خشکی، هیچ هیبریدی برای افزایش میزان قند معرفی نگردید. تحلیل گرافیکی نتایج نشان داد که کنترل ژنتیکی صفت میزان نیکوتین در هردو شرایط محیطی به‌صورت فوق غالبیت می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: توتون، ترکیب‌پذیری، تنش خشکی، دی آلل کراس، عمل ژن.

تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۵/۲۲ تاریخ پذیرش: ۸۹/۲/۱۳

۱- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان، Smsadeghi55@yahoo.com

۲- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان، Samiza@yahoo.com

۳- استاد گروه اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی تهران، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

٤- استاد پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

مقدمه

بخش عمده کشت توتون در ایران به‌صورت دیم است (Ahifar, 1995). همه صفات مربوط به کیفیت توتون تحت تأثیر عوامل مختلف، مثل نوع رقم، شرایط خاک، آب و هوا، بیماری‌ها و روش خشک کردن و فرآوری برگ‌های توتون بستگی دارد (Krishmurty *et al*., 1993). خشکی یکی از مهم‌ترین عواملی است که بر خصوصیات کیفی توتون تأثیرگذار است. براین اساس لازم است اطلاعاتی در نحوه کنترل ژنتیکی صفات در دو شرایط نرمال و تنش رطوبتی در دسترس باشد تا بر اساس آن نسبت به انتخاب روش‌های اصلاحی اقدام گردد زیرا که پارامترهای ژنتیکی برای اکثر صفات تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرند (Farshadfar, 1999). یکی از روش‌هایی که می‌تواند ما را به این مهم برساند استفاده از روش دی آلل در شرایط محیطی متفاوت است. اصول و مبانی دی آلل توسط جینکز و هیمن (Jinks *et al*., 1993) و گریفینگ (Griffing, 1956a; Griffing, 1956b) در دهه ۱۹۵۰ میلادی ارائه شده است و در دهه‌های اخیر در ایران نیز به منظور شناخت ترکیب‌پذیری ارقام و اثرات ژنی صفات در بسیاری از گیاهان زراعی مورد استفاده قرار گرفته است (Honarnejad *et al*., 1996). آهی‌فر (Ahifar, 1995) عنوان کرد که وجود آب و یا رطوبت کافی و مناسب در خاکی که توتون در آن کشت می‌شود، عامل مهم رشد و تولید برگ‌ها، با میزان نیکوتین پایین و ظرافت و نازکی برگ‌ها خواهد بود. هم‌چنین حدود ۵ تا ۲۰ در صد محتویات آلکالوئیدهای توتون در اثر آبیاری کامل و به موقع کاهش می‌یابد. یوکایی (Ukai, 1991) اثرغیرافزایشی ژن را مسئول کنترل ژنتیکی میزان نیکوتین ودرصد نیتروژن دانست.

مورتی و همکاران (Murthy *et al*., 1988) برای صفت آلکالوئید کل، اثر افزایشی ژن‌ها را تعیین کننده دانسته‌اند. بررسی‌های اوگیلوی و همکاران (Ogilivie *et al*., 1995) در کانادا نشانگر ترکیب‌پذیری عمومی بالا برای نیکوتین و آلکالوئید کل بوده و این محققین وراثت‌پذیری خصوصی بالایی را برای این صفات برآورد کردند. پاتل و همکاران (Patel *et al*., 1984) ترکیب‌پذیری عمومی معنی‌داری را برای ژنوتیپ‌های مورد آزمایش در مورد مقدار نیکوتین و قند گزارش نمودند ولی ترکیب‌پذیری خصوصی قابل توجه‌ای را برای صفات مذکور مشاهده نکردند. شعاعی دیلمی (Shoaei *et al*., 2005) برای صفت در صد قند سهم اثر غالبیت را به مراتب بیشتر از اثر افزایشی برآورد نمود. میترسکی و همکاران (Mitreski *et al*., 1997) نحوه کنترل ژن را برای صفاتی مانند در صد قند و میزان پروتئین به صورت غالبیت کامل عنوان کردند. استوجانوا و همکاران (Stojanova *et al*., 1986) در یک طرح دی آلل با شش واریته توتون تیپ شرقی، میزان قند محلول را مورد بررسی قرار داده و نحوه عمل ژن را به صورت غیر افزایشی عنوان کردند آن‌ها هم‌چنین اثر متقابل غیر آللی و اثر مادری را در کنترل این صفت مهم تشخیص دادند. لندستالت و همکاران (Landesntalt *et al*., 1997) نتایج حاصل از یک تلاقی دی آلل در توتون را به همراه والدینشان در دو سال زراعی و در دو مکان از نظر مقدار نیکوتین و مقدار فیبر مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که تنوع ژنتیکی بین فرزندان بیشتر ناشی از واریانس GCA و محیط×SCA می‌باشد. زیااوبینگ و همکاران (Xiaobing *et al*., 2005) با انجام یک طرح دی آلل با ۱٤ توتون گرمخانه‌ای در چهار محیط، نتیجه گرفتند که اثرات متقابل غالبیت×محیط نقش مهمی را در صفات قند کل، قند احیای، ازت کل و در صد پتاس ایفاء می‌کند، لذا عنوان کردند که برای استفاده از هتروزیس برای این صفات باید در هر مکان به‌طور مستقل عمل کرد در حالی‌که برای در صد نیکوتین اثرغیرافزایشی نقش مهم‌تری را نسبت به سایر اثرات نشان داد. کریشمورتی و همکاران (Krishmurty *et al*., 1993) هشت واریته خارجی با نیکوتین پایین ودولاین پیشرفته را در یک طرح دی آلل در چهار محیط از نظر میزان نیکوتین مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها از نظر میزان نیکوتین اختلاف معنی‌داری وجود دارد ولی بین محیط ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید، از طرف دیگر اثر متقابل ژنوتیپ×محیط معنی‌دار نگردید که نشانگر تظاهر پایدار این صفت در شرایط محیطی متفاوت است. تحقیق حاضر با هدف تعیین اثرات ترکیب‌پذیری عمومی و خصوصی ارقام مورد آزمایش، جهت تعیین بهترین ترکیب و هم‌چنین میزان واریانس ژنتیکی و اجزای آن (افزایشی و غالبیت) در این ارقام در شرایط بدون تنش و مقایسه آن‌ها با شرایط تنش خشکی بر روی صفات کیفی توتون، جهت معرفی روش‌های اصلاحی مناسب، برای حصول کیفیت مطلوب در فرآورده‌های دخانی، اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این بررسی در سال زراعی ۸۵-۱۳۸٤ در مزرعه پژوهشی مرکز تحقیقات توتون رشت انجام گرفت. در این آزمایش پنج رقم توتون ویرجینیا به اسامی Coker347، VE1، NC89، K394 و Coker254 در یک طرح دی آلل یک طرفه با یکدیگر تلاقی داده شدند و نتاج نسل F2 به همراه والدین در دو آزمایش جداگانه (در محیط تنش خشکی و بدون تنش) و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار تحت بررسی قرار گرفتند. در محیط تنش پس از انتقال نشاء، آبیاری مزرعه یک‌بار صورت گرفت و تا زمان برداشت متوقف گردید تا شرایط تنش خشکی برای گیاه اعمال گردد. در محیط بدون تنش، علاوه بر آبیاری اول، آبیاری‌های بعدی بر اساس عدد قرائت شده در تانسیومترصورت گرفت. برای آبیاری از قرائت عدد ۵۰ سانتی بار استفاده گردید که گیاه در این قرائت دچار هیچگونه خسارتی ناشی از کمبود رطوبت نخواهد شد (Shoaei *et al*., 2005). چهار صفت شامل میزان نیکوتین، میزان قند، در صد ازت کل و درصد پتاس در هر دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی ارزیابی و نتایج به دست آمده مورد تجزیه واریانس اولیه قرار گرفت و با توجه به معنی‌دار بودن واریانس ژنوتیپ‌ها برای تمامی صفات در هردو محیط، تجزیه دی آلل بر اساس روش دوم گریفینگ (Griffing, 1956a) صورت گرفت. اثر ترکیب‌پذیری عمومی برای هر والد(g_i) وترکیب‌پذیری خصوصی برای هر دو رگ (S_{ij}) محاسبه و آزمون معنی‌دار بودن آن‌ها با استفاده از توزیع t استیودنت انجام گردید. هم‌چنین از تقسیم واریانس ترکیب‌پذیری عمومی به خصوصی وآزمون تحت توزیع F به طور تقریب نوع اثر ژن‌ها مشخص گردید. با استفاده از روش‌های مدل گریفینگ (Griffing, 1956a) و با توجه به صحت پیش فرض‌های این مدل، مقادیر واریانس افزایشی و غالبیت و نیز وراثت‌پذیری خصوصی صفات برآورد گردیدند. با استفاده از روش هیمن، بر اساس نتایج والدین و نسل F2 شاخص‌های آماری و پارامترهای ژنتیکی، برآورد و تحلیل گرافیکی صورت گرفت و در چنین حالتی به علت یک نسل خودگشنی (F1 به F2) مقدار h و در نتیجه پارامتر F به نصف تقلیل می‌یابد (Jinks, 1953). برای تجزیه واریانس ساده از نرم‌افزار آماری SAS و جهت تجزیه دی آلل از نرم‌افزار D2 و برای رسم نمودار هیمن از نرم‌افزار EXCEL استفاده گردید.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج تجزیه واریانس چهار صفت موثر در کیفیت توتون ویرجینیا در دو شرایط تنش و بدون تنش (جدول ۱)، می‌باشد. معنی‌دار شدن میانگین مربعات ژنوتیپ‌ها برای کلیه صفات در سطح احتمال یک درصد، بیانگر وجود تفاوت‌های ژنتیکی بین ژنوتیپ‌ها از نظر صفات مورد ارزیابی بود.

تجزیه مرکب نیز اثر متقابل معنی‌داری را بین ژنوتیپ‌ها و محیط برای هر چهار صفت در سطح احتمال ۱٪ نشان داد که بیانگر این موضوع است که ژنوتیپ‌ها در هر دو محیط تنش و بدون تنش خشکی عکس العمل متفاوتی را از نظر صفات مورد نظر نشان دادند (جدول۲).

واریانس ترکیب‌پذیری عمومی والدین (GCA) و خصوصی تلاقی‌ها (SCA) برای صفت میزان نیکوتین در هر دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی معنی‌دار گردید، بنابراین می توان چنین نتیجه گرفت که در هر دو شرایط، اثرات افزایشی و غیر افزایشی در کنترل این صفت نقش دارند و معنی‌دار نشدن نسبت GCA.SCA در هر دو شرایط بیانگر اهمیت بیشتر اثر غیر افزایشی ژن‌ها در کنترل این صفت در این ارقام بود (جدول۳).

برآورد واریانس افزایشی و غالبیت میزان نیکوتین نشان داد که در شرایط بدون تنش و تنش خشکی به ترتیب ٦٦.٨٦ و ۵۷.۷۸ درصد واریانس ژنتیکی متعلق به واریانس غیر افزایشی است و وراثت‌پذیری خصوصی این صفت به ترتیب ۱۳.۰ و ۱۷.۰ برآورد گردید که بر غیر افزایشی بودن این صفت در این ارقام تاکید دارد (جدول٤).

پژوهش‌های محققین دیگر هم‌چون بوتاراک و همکاران (Butarac, 2004)، زیااوبینگ و همکاران (Xiaobing *et al*., 2005) و اوگیلوی و همکاران (Ogilivie *et al*., 1995) نیز بر غیر افزایشی بودن این صفت تاکید داشتند. با توجه به نتایج به‌دست آمده از آزمایش، در دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی برای صفت میزان نیکوتین، به نظر می رسد روش‌های اصلاحی مبتنی بر دورگ‌گیری، بالاخص تولید واریته‌های هیبرید می‌تواند در اصلاح صفت میزان نیکوتین موثر واقع گردد. با توجه به این‌که مقادیر بالا و پایین میزان نیکوتین، هر دو در تولید فراورده‌های دخانی از اهمیت زیادی برخوردار

است لذا بایستی تعیین بهترین ترکیب شونده‌ها و بهترین ترکیبات در هر دو جهت مورد توجه قرار بگیرد. بررسی اثرات ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) والدین و خصوصی (SCA) تلاقی‌ها نشان داد که در شرایط بدون تنش والد VE1 و در شرایط تنش Coker347 تنها والدین با GCA مثبت و معنی‌دارمی‌باشند که می توانند به عنوان ترکیب شونده مناسب در جهت افزایش میزان نیکوتین عمل نمایند در حالی‌که والد K394 در شرایط بدون تنش و Coker 254 در شرایط تنش بیشترین GCA منفی معنی‌دار را نشان دادند که می توانند در جهت کاهش میزان اثر ترکیب‌پذیری عمومی نیکوتین به‌عنوان یک ترکیب شونده مناسب استفاده شوند (جدول۵).

بیشترین SCA مثبت و معنی‌دار برای میزان نیکوتین در شرایط بدون تنش به ترکیب VE1× K394 اختصاص یافت در حالی‌که در شرایط تنش به هیبرید NC89×Coker254 تعلق داشت (جدول٦)، بنابراین ترکیبی که در شرایط بدون تنش از نیکوتین بالایی برخوردار است الزاما در شرایط تنش دارای نیکوتین بالایی نخواهد بود و به عبارت دیگر هرگونه فعالیت اصلاحی برای تولید مواد ژنتیکی بالا بایستی الزاما در شرایط محیطی مختص به آن صورت گیرد. ترکیبات Coker347×Coker254 و Coker347×VE1 بیشترین GCA منفی و معنی‌دار را در هر دو محیط نشان دادند و می‌توانند به‌عنوان ترکیبات مناسب در جهت کاهش میزان نیکوتین مورد استفاده قرار گیرند. معنی‌دار نبودن تفاوت ضریب رگرسیون (b) مقادیر Wr (کوواریانس نتاج با والد مشترکشان) روی Vr (واریانس ردیف‌ها) با عدد یک، پیش فرض‌های لازم برای به‌کارگیری مدل هیمن که مهم‌ترین آن‌ها عدم وجود اثر اپیستاتیک بین ژن‌های غیر آللی والدین مورد تلاقی می‌باشد در خصوص صفت میزان نیکوتین در هر دو شرایط صادق بود لذا مبادرت به تجزیه گرافیکی تلاقی‌های دی آلل و برآورد پارامترهای ژنتیکی به روش هیمن گردید. خط رگرسیون محورWr را در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی در زیر مبدا مختصات قطع کرد که بیانگر فوق غالبیت عمل ژن در کنترل صفت میزان نیکوتین است. پراکنش والدین در اطراف خط رگرسیون در شرایط بدون تنش نشان داد که والد Coker254 و VE1 به ترتیب دارای بیشترین و کمترین ژن‌های غالب برای میزان نیکوتین می‌باشند در حالی‌که در شرایط تنش K394 و VE1 دارای بیشترین و کمترین ژن‌های غالب برای این صفت می‌باشند (شکل ۱، الف و ب). دارا بودن بیشترین ژن‌های مغلوب برای والدVE1 در هر دو شرایط محیطی، با توجه به این‌که VE1 در هر شرایط یک ترکیب شونده مناسب معرفی گردیده بود بیانگر افزاینده بودن ژن‌های مغلوب برای صفت میزان نیکوتین می‌باشد. r (همبستگی بین آرایش غالبیت Wr+Vr با میانگین والد مشترک) مثبت در هر دو شرایط نیز بیانگر افزاینده بودن ژن‌های مغلوب میان والدین است (جداول ۷). میانگین درجه غالبیت در شرایط بدون تنش و تنش خشکی به ترتیب ۳۱.۱ و ۷٤.۱ برآورد گردید که اهمیت بیشتر اثر افزایشی در کنترل میزان نیکوتین را نشان می‌دهد که با نتایج تجزیه گریفینگ مطابقت دارد. نسبت ژن‌های غالب به مغلوب در شرایط بدون تنش وتنش خشکی به ترتیب ٦۱.۱ و ۱۷٦.۰ برآورد گردید که فراوانی بیشتر ژن‌های غالب را نسبت به مغلوب در میان والدین در شرایط بدون تنش و عکس آن را در شرایط تنش نشان داد (جداول ۷).

واریانس GCA و SCA برای صفت میزان قند همچون میزان نیکوتین در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی معنی‌دار گردید که بیانگر این موضوع است که هر دو اثر افزایشی و غیر افزایشی در کنترل صفت میزان قند نقش دارند ولی با توجه به معنی‌دار نشدن نسبت GCA.SCA در هر دو شرایط اهمیت بیشتر اثر غیر افزایشی در کنترل این صفت مشخص گردید (جدول۳). برآورد واریانس افزایشی و غالبیت به روش گریفینگ نیز بر این موضوع تاکید دارد ، چرا که در شرایط بدون تنش و تنش به ترتیب ۰۱.۸۵ و ٦۹.۸۹ در صد واریانس ژنتیکی متعلق به واریانس غالبیت بود از طرف دیگر وراثت‌پذیری خصوصی به‌ترتیب ۱٤٪ و ۱۰٪ برآورد گردید (جدول٤). بسیاری از محققین همچون ماتزینگر و همکاران، استوجانوا و همکاران و شعاعی دیلمی ; Shoaei *et al.*, 2005) ; Matzinger *et al.*, 1989 ; Stojanova *et al.*, 1986) نقش اثرات غیر افزایشی را در کنترل ژنتیکی صفت میزان قند تعیین‌کننده دانستند که با نتایج به‌دست آمده از آزمایش مطابقت دارد لذا روش‌های مبتنی بر دو رگ گیری در هر دو شرایط می‌تواند در اصلاح صفت میزان قند موثر واقع گردد این در حالیست که بعضی از محققین، تسو و هنر نژاد و همکاران (Tso, 1990 ; Honarnejad *et al.*, 1996) بر افزایشی بودن میزان قند تاکید داشته و روش‌های گزینشی را

برای اصلاح این صفت پیشنهاد دادند. با توجه به این‌که مقادیر بالا و پایین میزان قند، هر دو در تهیه فرآورده‌های دخانی مختلف از اهمیت برخوردار است لذا براین اساس به بررسی اثرات ترکیب‌پذیری پرداخته شد. بررسی اثرات ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) والدین و خصوصی(SCA) تلاقی‌ها نشان داد که در هر دو شرایط تنش و بدون تنش والد Coker347 بیشترین GCA مثبت و معنی‌دار را دارا است لذا این والد می‌تواند به عنوان ترکیب شونده مناسب جهت افزایش میزان قند مورد استفاده قرار گیرد در حالی‌که چنان‌چه کاهش میزان قند مورد نظر باشد والد NC89 با GCA منفی و معنی‌دار در هر دو شرایط بدون تنش و تنش می تواند به عنوان یک ترکیب شونده مناسب مورد استفاده قرار گیرند (جدول۵). بیشترین SCA مثبت و معنی‌دار در شرایط بدون تنش متعلق به هیبرید Coker347×VE1 بود که در جهت افزایش میزان قند می‌توانند ترکیبات مناسبی باشند در حالی‌که در شرایط تنش SCA مثبت و معنی‌داری مشاهده نگردید. بیشترین SCA منفی و معنی‌دار در هر دو شرایط را ترکیبات Coker254×VE1 و Coker347×Coker254 دارا بودند (جدول٦). کفایت مدل افزایشی– غالبیت برای صفت میزان قند مورد تایید قرار نگرفت لذا پارامترهای ژنتیکی و تحلیل گرافیکی از طریق روش هیمن انجام نگردید. واریانس GCA و SCA برای صفت در صد ازت کل در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی معنی‌دار گردید که بیانگر وجود هر دو اثر افزایشی و غیر افزایشی ژن‌ها در کنترل این صفت است ولی معنی‌دار نشدن نسبت GCA.SCA در شرایط بدون تنش بر اهمیت بیشتر اثر غیر افزایشی در کنترل این صفت تاکید دارد در حالی‌که بررسی این نسبت در شرایط تنش، اهمیت بیشتر اثر افزایشی را نشان داد (جدول۳). برآورد واریانس افزایشی و غالبیت به روش گریفینگ، سهم واریانس غالبیت از واریانس ژنتیکی را در شرایط بدون تنش و تنش به ترتیب۲٤.٦۲ و ۹۰.٤۹ برآورد کردند که بیانگر تأثیر محیط در نحوه عمل ژن صفت در صد ازت کل در این ارقام است به‌طوری‌که در شرایط بدون تنش سهم واریانس غیرافزایشی بیشتر از واریانس افزایشی و در شرایط تنش سهم این دو تقریبا برابر است (جدول۳).

پاتل و همکاران (Patel *et al*., 1984) و کریشمورتی و همکاران (Krishmurty *et al*., 1993) نیز در تحقیقات خود بر سهم بالای واریانس غیرافزایشی نسبت به افزایشی ووراثت‌پذیری خصوصی پایین این صفت تاکید داشتند در حالی‌که استوجانوا و همکاران (Stojanova *et al*., 1986) نحوه کنترل این صفت را به‌صورت افزایشی دانستند. با توجه به نتایج به‌دست آمده روش‌های اصلاحی متکی بر گزینش نمی‌تواند در اصلاح درصد ازت کل در شرایط بدون تنش موثر واقع گردد و بهتر است از روش‌های مبتنی بر دورگ گیری، بالاخص تولید واریته‌های هیبرید استفاده گردد. بررسی اثر ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) والدین و خصوصی (SCA) تلاقی‌ها نشان داد که در شرایط بدون تنش والد VE1 و در شرایط تنش خشکی Coker347 بیشترین GCA مثبت و معنی‌دار را دارا می‌باشند (جدول۵) لذا این والدین در محیط‌های مذکور به عنوان ترکیب شونده، در جهت افزایش در صد ازت کل عمل می‌کنند. با توجه به این‌که در تهیه فرآورده‌های دخانی درصد پایین ازت کل در افزایش کیفیت توتون مطرح است لذا والدینی که از GCA منفی و معنی‌دار دارا می‌باشند، مورد توجه واقع می گردند. والدین K394 و Coker347 با داشتن بیشترین GCA منفی و معنی‌دار در هر دو شرایط محیطی به عنوان یک ترکیب شونده مناسب می‌توانند مورد استفاده قرار گیرد (جدول۵). ترکیب VE1 ×NC89 در شرایط بدون تنش و Coker347×K394 در شرایط تنش، بیشترین SCA منفی و معنی‌دار را نشان دادند لذا می‌توانند ترکیبات مناسبی جهت کاهش در صد ازت کل باشند(جدول٦). کفایت مدل افزایشی– غالبیت برای صفت درصد ازت کل هم‌چون میزان قند مورد تأیید قرار نگرفت لذا پارامترهای ژنتیکی و تحلیل گرافیکی از طریق روش هیمن انجام نگردید. واریانس GCA و SCA برای صفت درصد پتاس در هر دو شرایط بدون تنش و تنش خشکی معنی‌دار گردید که بیانگر این موضوع است که هر دو اثر افزایشی و غیر افزایشی در کنترل این صفت نقش دارند ولی معنی‌دار شدن نسبت GCA.SCA در سطح احتمال ۱٪ در شرایط بدون تنش اهمیت بیشتر واریانس افزایشی را دراین شرایط نشان می‌دهد در حالی‌که در شرایط تنش این نسبت معنی‌دار نگردید که بیانگر غیر افزایشی بودن صفت در صد پتاس در شرایط تنش خشکی است (جدول۳). برآورد واریانس افزایشی و غالبیت به روش گریفینگ نیز نشان داد که در شرایط بدون تنش ٦٦.۱٦ در صد از واریانس ژنتیکی را واریانس غالبیت تشکیل می‌دهد در

حالی‌که در شرایط بدون تنش این مقدار۶۷.۸۶ در صد برآورد گردید. از طرف دیگر وراثت‌پذیری خصوصی در شرایط بدون تنش و تنش خشکی در این ارقام به ترتیب ۶۱.۰ و ۱۳.۰ برآورد گردید (جدول٤) که همگی بیانگر تأثیر محیط بر نحوه عمل ژن می‌باشد به‌طوری که در شرایط تنش از مقدار واریانس افزایشی کاسته و بر میزان واریانس غیر افزایشی افزوده گردید بنابراین روش‌های اصلاحی در شرایط مختلف باید متفاوت در نظر گرفته شود. براین اساس در شرایط بدون تنش روش‌های گزینشی میتواند مفید واقع گردد در حالی‌که در شرایط تنش روش‌های مبتنی بر دو رگ‌گیری، بالاخص تولید واریته‌های هیبرید می‌تواند موثر باشد. بوتاراک (Butarac, 1999) در تحقیقاتی که بر روی بعضی از صفات کیفی انجام داده بود اهمیت اثر افزایشی را نسبت به غیر افزایشی بیشتر برآورد نمود. زیااوبینگ و همکاران (Xiaobing, 2005) در آزمایش دی آللی که در چهار محیط انجام داده بودند بر تأثیر محیط بر نحوه عمل ژن‌ها در صفت در صد پتاس تاکید داشتند. بررسی اثر ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) والدین با توجه به این‌که افزایش پتاس در کیفیت توتون نقش مهمی را ایفاء می‌کند، نشان داد که والدین Coker254 و VE1 در شرایط بدون تنش و والدین Coker347 و VE1 در شرایط تنش با بیشترین GCA مثبت و معنی‌دار به‌عنوان ترکیب‌شونده مناسب معرفی شدند (جدول٥). نکته قابل توجه اشتراک والد VE1 به عنوان یک ترکیب شونده مناسب در جهت افزایش در صد پتاس در هر دو منطقه می‌باشد. بررسی اثر ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) تلاقی‌ها نیز نشان داد که در شرایط بدون تنش به ترتیب NC89× VE1 و Coker254× Coker347 بیشترین SCA مثبت و معنی‌دار را دارا می‌باشند (جدول٦) که با توجه به افزایشی بودن صفت در صد پتاس در شرایط بدون تنش والدین Coker254 وVE1 به خوبی توانسته‌اند خصوصیت خود را به نتاج انتقال دهند. در شرایط تنش نیز ترکیبات NC89 ×Coker254 و VE1×Coker254 بیشترین SCA مثبت و معنی‌دار را نشان دادند (جدول٦).

کفایت مدل افزایشی- غالبیت برای در صد پتاس در هر دو شرایط اثبات گردید لذا تحلیل گرافیکی و بررسی پارامترهای ژنتیکی برای این صفت به روش هیمن انجام گردید. خط رگرسیون در شرایط بدون تنش محور Wr را بالای مبداء مختصات و در شرایط تنش زیر مبداء مختصات قطع کرد که بیانگر تفاوت نحوه غالبت ژن در محیط های مختلف است به‌طوری‌که در شرایط بدون تنش غالبیت نسبی و در شرایط تنش فوق غالبیت نشان داده شد (شکل٤، الف و ب). والد K394 در شرایط تنش و Coker347 و K394 در شرایط بدون تنش بیشترین ژن‌های غالب و VE1 در هر دو شرایط بیشترین ژن‌های مغلوب را نشان دادند (شکل۲، الف و ب). با توجه به این‌که والدVE1 در هر دو شرایط به عنوان ترکیب شونده مناسب در جهت افزایش در صد پتاس معرفی گردیده بود لذا به نظر می‌رسد ژن‌های مغلوب در افزایش پتاس نقش دارند. r مثبت نیز بیانگر همین موضوع است (جدول۷). برآورد میانگین درجه غالبیت به روش هیمن نیز بر اهمیت بیشتر اثر افزایشی در شرایط بدون تنش نسبت به شرایط تنش خشکی برای درصدپتاس تاکید دارد که با نتایج تجزیه گریفینگ مطابقت دارد. از طرف دیگر فراوانی ژن‌های غالب در میان والدین در شرایط تنش نسبت به مغلوب بیشتر بود، در حالی‌که در شرایط بدون تنش عکس این حالت وجود داشت (جدول۷).

جدول ۱ - تجزیه واریانس صفات موثر در کیفیت توتون ویرجینیا در دو شرایط تنش و بدون تنش

Table1. Variance analysis of characteristics affecting the quality of Virginias' tobacco under stress and non-stress conditions

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی D.F.	میانگین مربعات M.S.							
		میزان نیکوتین Nicotine		میزان قند Sugar		نیتروژن N (%)		پتاس KOH (%)	
		بدون تنش non-stress	تنش Stress	بدون تنش non-stress	تنش Stress	بدون تنش non-stress	تنش Stress	بدون تنش non-stress	تنش Stress
Replication تکرار	2	0.03	0.01	0.24	0.27	0.18	0.642	0.06	0.04**
Treatment تیمار	14	0.48**	0.24**	9.98**	20.86**	94.50**	8.46**	0.18**	0.34**
Error خطا	28	0.03	0.007	0.18	0.18	4.60	0.346	0.009	0.006
C.V. (%) ضریب تغییرات		4.20	7.21	7.40	5.25	7.20	7.25	2.50	3.50

غیر معنی‌دار و * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns: non- significant and * , ** : significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively

جدول۲- تجزیه مرکب صفات موثر در کیفیت توتون ویرجینیا در دو شرایط تنش و بدون تنش

Table2. Combined analysis of characteristics affecting the quality of Virginias' tobacco under stress and non-stress conditions

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی D.F.	میانگین مربعات M.S.			
		میزان نیکوتین Nicotine	میزان قند Sugar	نیتروژن N (%)	پتاس KHO (%)
Environment محیط	1	7.44**	52.12**	69.23**	54.54**
Error1 خطا ۱	4	0.03	0.71	0.62	0.22
Genotype ژنوتیپ	14	1.21*	99.21**	79.54*	34.12*
G*E ژنوتیپ × محیط	14	0.44**	72.11**	32.51**	25.49**
Error 2 خطا ۲	56	0.01	0.40	2.52	0.092

غیر معنی‌دار و * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns: non - significant and * , **: significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively

جدول ۳- برآورد واریانس ترکیب‌پذیری عمومی(GCA) والدین و ترکیب‌پذیری خصوصی(SCA) تلاقی‌ها و نسبت آن‌ها در صفات موثر در کیفیت توتون

Table 3. Estimation of general combining ability variance (GCA) of parents and specific combining ability (SCA) of crosses and their proportion on the effective quality of tobacco

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی D.F.	میانگین مربعات M.S.							
		میزان نیکوتین Nicotine		میزان قند Sugar		نیتروژن N (%)		پتاس KOH (%)	
		بدون تنش Non-stress	تنش Stress	بدون تنش Non-stress	تنش Stress	بدون تنش Non-stress	تنش Stress	بدون تنش Non-stress	تنش Stress
GCA ترکیب پذیری عمومی	4	0.03*	0.63**	25.65**	13.64**	7.61**	234.45**	0.30**	0.19**
SCA ترکیب پذیری خصوصی	10	0.32**	0.42**	19.008**	8.52**	8.80**	38.53**	0.13**	0.41**
Error خطا	28	0.007	0.03	0.18	0.17	0.34	4.60	0.009	0.006
GCA.SCA ترکیب پذیری عمومی . ترکیب‌پذیری خصوصی		0.10	1.49	1.34	1.61	0.87	6.08**	6.58**	0.47

غیر معنی‌دار. * و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns: non- significant and * , ** : significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively

جدول ٤- برآورد واریانس افزایشی و غالبیت و تو ارث پذیری خصوصی صفات موثر در کیفیت توتون ویرجینیا در دو شرایط تنش و بدون تنش

Table4. Estimation of additive variance, dominance and specific heritability of traits affecting Virginias' tobacco under stress and non-stress conditions

صفات Traits	واریانس غالبیت Dominance variance				واریانس افزایشی Additive variance				وراثت‌پذیری خصوصی Specific heritability	
	بدون تنش Non-stress		تنش Stress		بدون تنش Non-stress		تنش Stress			
	برآورد Estimate	درصد Percent	برآورد Estimate	درصد Percent	برآورد Estimate	درصد Percent	برآورد Estimate	درصد Percent	برآورد Estimate	درصد Percent
Nicotine میزان نیکوتین	0.13	86.66	0.11	78.57	0.02	13.36	0.03	21.43	0.13	0.17
Sugar میزان قند	2.78	85.01	6.27	89.69	0.49	14.99	0.62	10.31	0.14	0.10
N (%) درصد نیتروژن	18.66	62.24	2.82	49.90	11.33	37.76	2.85	51.10	0.37	0.45
KOH (%) پتاس	0.004	16.66	0.13	86.67	0.02	83.34	0.02	13.33	0.61	0.13

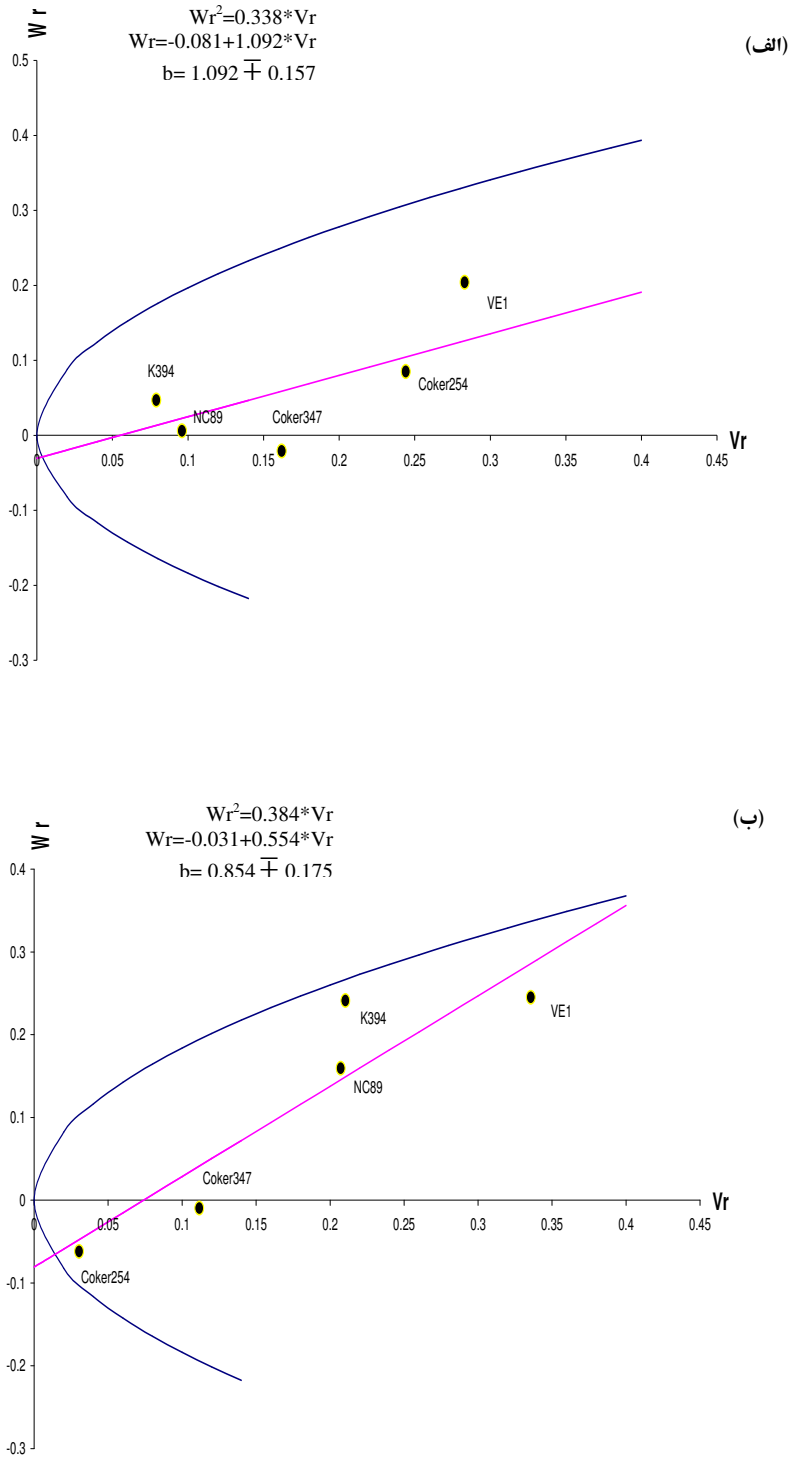
جدول ٥- برآورد اثرهای ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) والدین برای صفات مورد ارزیابی

Table5. Estimation of general combining ability (GCA) of parents for the evaluated traits

والدین Parents	میانگین مربعات M.S.							
	میزان نیکوتین Nicotine		میزان قند Sugar		نیتروژن N (%)		پتاس KOH (%)	
	بدون تنش Non-stress	تنش Stress	بدون تنش Non-stress	تنش Stress	بدون تنش Non-stress	تنش Stress	بدون تنش Non-stress	تنش Stress
Coker347	0.01**	0.29**	1.58**	0.91**	0.52**	2.26**	-0.10**	0.12**
VE1	0.06**	0.01	-0.09	-0.41**	0.12	3.79	0.10**	0.08**
NC89	-0.04*	0.08	-1.49**	-1.17 **	0.51**	0.87*	-0.09**	-0.03*
K394	-0.07**	-0.06**	0.22	0.36**	-0.92**	-3.86**	-0.06**	-0.06**
Coker254	-0.09	-0.01**	-0.21	0.22	-0.24*	-3.07**	0.15	-0.01**
LSD%5	0.03	0.07	0.27	0.17	0.23	0.85	0.04	0.03
LSD%1	0.04	0.09	0.36	0.23	0.31	1.15	0.05	0.04
SE(g_i)	0.01	0.03	0.13	0.08	0.11	0.42	0.02	0.01

غیر معنی‌داری و * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns: non- significant and * , ** : significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively



شکل ۱- خط رگرسیون **Vr** و **Wr** وسهمی محدود کننده **Wr2** به همراه پراکنش والدین برای میزان نیکوتین در شرایط بدون تنش (الف) و تنش (ب)

Figure 1. Regression line of Vr and Wr and Wr^2 limiting distribution with parents for the amount of nicotine in non-stress (a) and stress (b) conditions

جدول ٦- برآورد اثرهای ترکیب‌پذیری خصوصی (SCA) تلاقی‌ها برای صفات مورد ارزیابی

Table 6. Estimation of influence of cross specific combining ability (SCA) for the evaluated traits

	میانگین مربعات M.S.							
	میزان نیکوتین Nicotine		میزان قند Sugar		نیتروژن N (%)		پتاس KOH (%)	
تلاقی Cross	بدون تنش Non-stress	تنش Stress	بدون تنش Non-stress	تنش Stress	بدون تنش Non-stress	تنش Stress	بدون تنش Non-stress	تنش Stress
VE1×Coker347	-0.35	0.57	3.56**	-0.80**	-0.13	3.35**	0.05	0.13**
NC89×Coker347	0.03	-0.24*	2.53**	0.01	0.65	3.50**	-0.04	-0.26**
K394×Coker347	-0.09*	-0.18	-2.40**	-0.38	-1.28**	-4.45**	0.05	0.37**
Coker254×Coker347	-0.27**	-0.23**	-2.38**	-1.75**	-1.37**	-3.11**	0.18**	0.35**
NC89×VE1	-0.08	-0.11	0.98**	-0.12	-2.71**	1.71	0.23**	-0.27**
K394×VE1	0.24**	0.07	-0.87**	0.32	0.24	0.38	0.09	-0.13
Coker254×VE1	0.01	0.30**	-3.37**	-1.78**	2.39**	0.29	0.01	0.39**
K394×NC89	-0.20**	0.27	1.93	-0.29	2.32**	1.90	0.24**	0.22**
Coker254×NC89	-0.25**	0.60**	-0.01	-0.53*	1.51**	-1.18	-0.34**	0.48**
Coker254×K394	-0.24**	-0.31**	-0.10	0.20	-0.46	0.01	-0.19**	-0.48**
LSD%5	0.08	0.18	0.44	0.43	0.60	2.21	0.09	0.08
LSD%1	0.11	0.25	0.59	0.58	0.81	2.94	0.13	0.10
SE (S_{ij})	0.04	0.09	0.21	0.21	0.29	1.08	0.05	0.04

ns: غیر معنی‌دار. * و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns: non- significant and * , ** : significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively

جدول ۷- پارامترهای ژنتیکی صفات میزان نیکوتین و درصد پتاس در شرایط تنش خشکی و بدون تنش

Table 7. Genetic parameters of nicotine and KOH percentage traits under drought stress and non-stress conditions

صفت Trait	میزان نیکوتین Nicotine		پتاس KOH (%)	
	تنش stress	بدون تنش non-stress	تنش stress	بدون تنش non-stress
D	0.059** ∓ ۰01	0.187** ∓ ۰.025	0.376** ∓ ۰.034	0.323** ∓ ۰023.
F1	∓0.075۰088	1.66∓0.069	0.481**0.169 ∓	0.398** ∓ .۰117
H1	1.288** ∓ ۰.188	0.628**0.069 ∓	2.104** 0.366∓	2.23** ∓ .۰120
H2	1.11** ∓ ۰.172	0.595**0.069 ∓	1.4846**0.328 ∓	1.614** ∓ .۰228
$(1.4H1.D)^{1,2}$	1.28	0.91	1.74	1.31
kd.kr	0.21	1.22	0.17	1.61
r	0.81	0.28	0.74	0.40

ns: غیر معنی‌دار. * و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ns: non- significant and * , ** : significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively

D: Part of component-related gene

D: جزء مربوط به اثر افزایشی ژن‌ها

H1 and H2: Component related to the effect of dominance of gene

H_2و H_1 : جزء مربوط به اثر غالبیت ژن‌ها

Additive and dominance effects of the mean covariance

میانگین کوواریانس اثرات افزایشی و غالبیت F1

$(1.4H1.D)^{1,2}$: Average degree of dominance

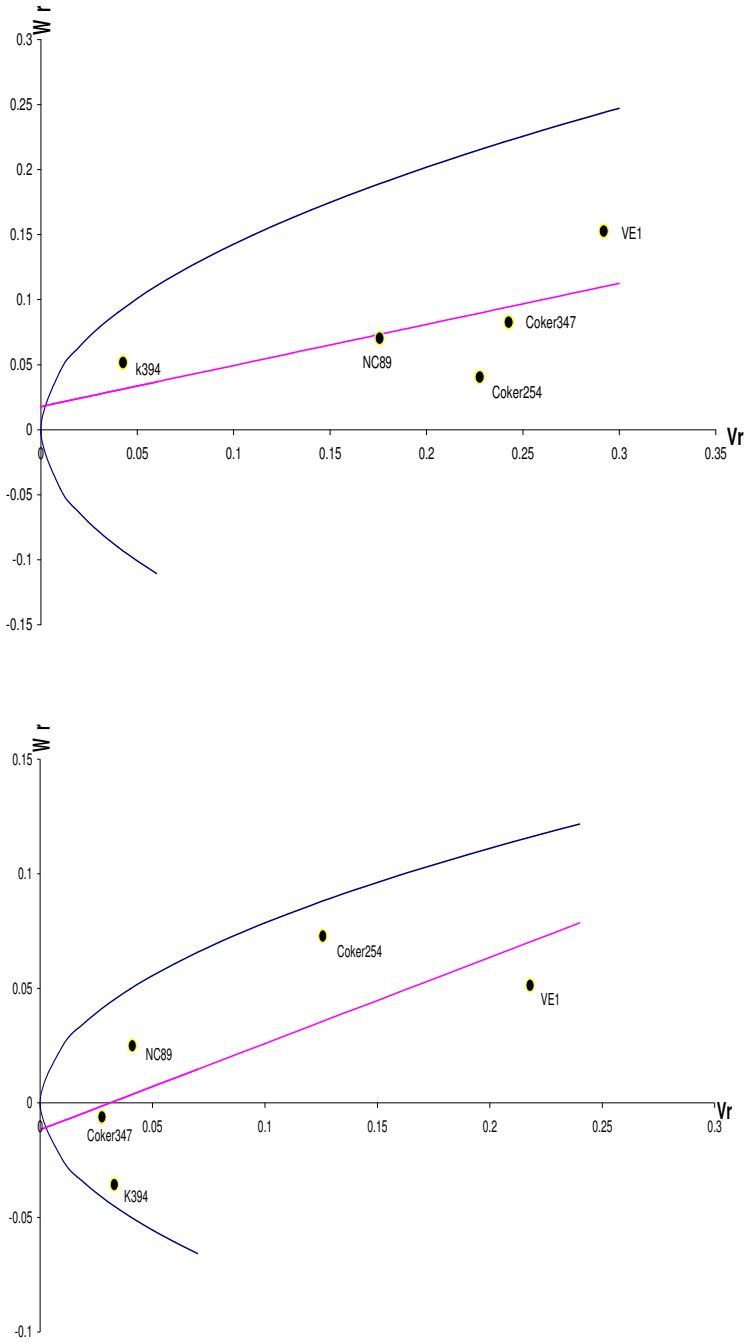
$(H_1.4D)^{1,2}$: میانگین درجه غالبیت

kd.kr: proportion of dominant to recessive genes in parents

kd.kr: نسبت ژن‌های غالب به مغلوب در والدین

Correlation between dominant with (Wr + Vr) mean of common parents

r: همبستگی بین آرایش غالبیتWr+ Vr با میانگین والد مشترک



شکل ۲- خط رگرسیون **Vr** و **Wr** و سهمی محدود کننده **Wr2** به همراه پراکنش والدین برای درصد پتاس در شرایط بدون تنش (الف) و تنش (ب)

Figure 1. Regression line of Vr and Wr and Wr^2 limiting distribution with parents for the amount of KOH percentage in non-stress (a) and stress (b) conditions

References منابع

Ahfari H (1995) Comparison of morphological, physiological and quantitative and qualitative performance of Tiklak and Trabzon varieties. Tirtash tobacco Research Institute, Research Workbook, Iranian Tobacco Company. 26-16.

Butarac J (1999) Components of genetic variation of leaf parameters in Burley tobacco. Agriculture Conspectus Scientificus. 64(1): 33 – 41.

Butarac J, Beljo J, Gunjaca J (2004) Study of inheritance of some agronomic and morphological traits in Burley tobacco by graphic analysis of diallel cross. Plant Soil Environment. 50 (4): 162 – 167.

Farshadfar E (1999) Application of biometrical genetics in plant breeding (vol. 2). Razi University Press . 258pp.

Griffing B (1956a) A generalized treatment of the use of dialleel crosses in quantitative inheritance. Heredity 10: 31-51.

Griffing B (1956b) Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Australian. Journal of Biological Science 9: 463- 493.

Hayman BI (1954a) The analysis of variance of diallel tables. Biometrics 10, 235–244.

Hayman BI (1954b) The theory and analysis of diallel crosses. Genetics 39: 789- 809.

Honarnejad R, Shoaei M (1996) Combining ability and heritability of some of quantitative and qualitative characteristics in F2 population of tobacco. Iranian Journal of Seed and Plant 12(4): 49-58. [In Persian with English Abstract].

Jinks JL, Hayman BI (1953) The analysis of diallel crosses in maize genetic. Crop News. 27: 48- 54.

Krishmurty AS, Murty NC (1993) Study of FCV tobacco varieties for their nicotine content. Tobacco Research 19(2): 82-86.

Landesntalt F, Pflanzebov F (1997) Estimation of quantitative genetic parameters in a breeding population of flue – cured tobacco. Tobacco Science 2(1): 270-278.

Matzinger DF, Wernsman EA, Weeks WW (1989) Restricted index selection for total alkaloids and yield in tobacco. Crop Science 29: 74-77.

Mitreski M, Aleksoka K (1997) Regression analysis for inheritance of the more important chemical components in some verities of tobacco and their diallel crosses. Tobacco Science . 50- 50.

Murthy ASK, Gopalachari NC, Rao CV, Rao VVR (1988) Combining ability in crosses involving flue–cured and non-flue-cured tobacco varieties. Tobacco Reasearch, 14 (1): 7-15.

Ogilivie LS, Kozumplik VF (1995) Genetic analysis of quantitative characters in cigar and pipe tobacco. Tobacco Science 22: 73–82.

Patel YN, Patel GJ, Jaisani BG (1984) Combining ability for nicotine and sugar among the parents of FCV x non FCV crosses. Tobacco Research 10(1):4-67.

Shoaei M (2005). Study of effects and heritability of quantitative and qualitative characteristics in virginia tobacco. M.Sc.Thesis, Islamic Azad University of Ardebil, Iran [In Persian with English Abstract].

Stojanova M, Kolovansd N, Mollee F (1986) The inheritance of water soluble sugar content in some oriental tobacco cultivars. Genetic. Sel. 19(1): 15 – 22.

Tso TC (1990) Production, physiological and biochemistry of tobacco plant ideals. Inc. Maryland, USA.

Ukai Y (1991) Effects of environmental variation on the (Vr, Wr) graph and genetical components of variation in diallel analysis. Jepanese Journal of Breeding, 41: 309–323.

Xiaobing G, Lu P, Bai YF (2005) Genetic analysis for chemical constituents in flue-cured tobacco (*Nicotiano tabacum* L.). Acta Agronomica Sinica. 31(12): 1557-1561.