مجله علوم گیاهان زراعی ایران
دوره ۴۲، شماره ۱، ۱۳۹۰ (۱۸۲-۱۶۵)

تجزیه ژنتیکی مقاومت به خشکی در نخود (*Cicer arietinum* L.) با استفاده از تجزیه میانگین نسل‌ها

عزت کرمی
استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج
(تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۶ - تاریخ تصویب: ۸۹/۱۰/۱)

چکیده

این آزمایش در سالهای ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۸ در معاونت تحقیقات دیم سرارود کرمانشاه به منظور تعیین نحوه عمل ژن برای صفات فنولوژیک و شماری از صفات مرفولوژیک متأثر از خشکی در نخود تیپ کابلی انجام گردید. پنج ژنوتیپ آرمان، هاشم، ILC588، ICCV2 و ILC3279 که از نظر صفات مورد نظر در کران‌های بالا و پائین قرار داشتند انتخاب، و به صورت مستقیم با هم تلاقی داده شدند. شش نسل (P1, P2, F1, F2, BC1, BC2) حاصل از هر تلاقی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط دیم مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفات روز تا ۵۰٪ گلدهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، وزن صد دانه، تعداد شاخه اولیه، تعداد غلاف و عملکرد دانه در بوته مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. برای نسل‌های P1, P2 و F1 ۱۵ بوته، نسل‌های BC1 و BC2 ۳۰ بوته و برای نسل F2 ۶۰ بوته در هر تکرار برای تمام صفات مورد ارزیابی قرار گرفت. تجزیه میانگین نسل‌ها جهت برآورد آثار ژن با استفاده از آزمون مقیاس وزنی و کای‌اسکوئر برای همه صفات و در همه تلاقی‌ها صورت گرفت. کای‌اسکوئر مدل ساده سه پارامتری افزایشی- غالبیت برای اغلب صفات (به جز برای صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه اولیه در بوته و وزن صد دانه در تعدادی از تلاقی‌ها) در بیشتر تلاقی‌ها معنی‌دار شد که حاکی از حضور اثرات متقابل غیر اللی در توارث این صفات است. سپس مدل شش پارامتری برازش یافت و بهترین مدل برای هر صفت در هر تلاقی انتخاب گردید. برای صفات تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی، تعداد غلاف و عملکرد دانه در بوته علی‌رغم معنی‌دار شدن اثرات ژنتیکی افزایشی[d] و غالبیت[h]، مقدار بسیار بالای اثر غالبیت و حضور اثر متقابل غالبیت در غالبیت[l] در مقایسه با اثرات افزایشی حاکی از اهمیت بیشتر اثرات ژنتیکی غیر افزایشی و توارث پیچیده این صفات است. لذا انتخاب در نسل‌های اولیه برای این صفات موفقیت آمیز نخواهد بود. اما در رابطه با صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه اولیه در بوته و وزن صد دانه اثرات ژنتیکی افزایشی نقش پررنگ‌تری را ایفا می‌کنند. به این لحاظ انتخاب در نسل‌های اولیه برای این صفات امیدوارکننده است. علامت منفی اثر غالبیت برای صفاتی همچون تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی نشان‌دهندهٔ غالبیت نسبی نتاج بسوی والد زودرس است. میزان هتروزیس فقط برای صفات تعداد شاخه اولیه، غلاف و عملکرد دانه در بوته معنی‌دار بود.

واژه‌های کلیدی: **اثرات افزایشی، اثرات غالبیت، تجزیه میانگین نسل‌ها، مقاومت به خشکی، نخود.**

تلفن: ۰۹۱۸-۳۷۹۸۷۶۱
E-mail: ezzatut81@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

خشکی عامل محدود کننده تولید در مناطق خشک و نیمه خشک جهان است که کشت و کار بسیاری از محصولات زراعی را در این مناطق تحت تأثیر قرار داده است و علاوه بر تهدید جدی نظام تولید مواد غذایی جهان، مانع اجرای الگوهای مناسب کشت در راستای برنامه‌های توسعه کشاورزی پایدار در این مناطق است. در بین حبوبات در کشور، نخود با بیشترین سطح زیر کشت از تولید و اهمیت بیشتر برخوردار است. همچنین نخود نسبت به دیگر حبوبات، سازگاری بیشتری با شرایط اقلیمی کشور داشته و با توجه به محدودیت‌های موجود در تأمین پروتئین‌های حیوانی، می‌تواند بخشی بزرگی از پروتئین مورد نیاز کشور را تأمین نماید. نخود ۶۴ درصد سطح زیر کشت حبوبات را در ایران به خود اختصاص داده است. سطح زیر کشت نخود در ایران حدود ۷۰۰/۰۰۰ هکتار می‌باشد که پس از کشورهای هندوستان، پاکستان و ترکیه رتبه چهارم را به خود اختصاص داده است (Sabaghpour, 2003). طبق آمار منتشره از FAO (2007) سطح زیر کشت نخود در دنیا بالغ بر۱۰ میلیون هکتار بوده و کل تولید سالانه نخود حدود ۸/۸ میلیون تن می‌باشد. پنجاه کشور عمده کشت‌کننده نخود در جهان همگی در نواحی خشک و نیمه‌خشک واقع هستند و تنها در ۱۸ کشور، سطح زیر کشت نخود بیش از ۲۰ هزار هکتار می‌باشد. بالغ بر ۹۰ درصد سطح زیر کشت نخود در جهان به صورت دیم بوده و در اواخر فصل رشد با تنش خشکی مواجه می‌گردد (Kumar & Abbo, 2001). متوسط عملکرد نخود در ایران ۳۸۵ کیلوگرم در هکتار است که تقریباً کمتر از نصف میانگین تولید جهانی است. کاهش شدید عملکرد نخود در ایران به دلیل عدم وجود ارقام مقاوم به خشکی با پتانسیل عملکردی بالاست (Sabaghpour, 2003). وجود واریته هایی با سازگاری ویژه که فنولوژی آنها با دوره های مطلوب آب و هوایی تطابق یافته است و از مقاومت ژنتیکی لازم در مقابل کاهش عملکرد ناشی از تنش برخوردار هستند، می‌تواند موجب افزایش و پایداری بیشتر عملکرد گردد (Srivastava, 1987). گیاهان مختلف برای مقابله با خشکی از مکانیسم‌های مختلفی بهره می‌گیرند. از این میان مکانیسم زودرسی و فرار از خشکی مهمترین مکانیسم برای تحمل به خشکی در نخود محسوب می‌گردد (Anbessa et al., 2006). برای بررسی این مکانیسم لازم است از توارث صفات مهمی همچون تعداد روز تا گلدهی و رسیدگی اطلاعات کافی در دسترس باشد (Toker et al., 2007). روش‌های متعددی برای تجزیه ژنتیکی صفات کمی وجود دارد. از میان این روش‌ها تجزیه میانگین نسل‌ها یکی از روش‌های بسیار مناسب می‌باشد. چون این روش بر خلاف اکثر روش‌های ارائه شده دیگر مانند تجزیه تلاقی دیالل و رگرسیون نتاج ـ والد قادر به برآورد اثرات اپی‌ستازی نیز می‌باشد (Baghizade et al., 2004). این روش با استفاده از نسل‌های مختلفی که تشکیل یک مجموعه خانواده را می‌دهند اقدام به تخمین ارزش‌های ژنتیکی و یا اجزاء واریانس ژنتیکی می‌نمایند. Iqbal & Nadim (2003) روش تجزیه میانگین نسل‌ها را برای عملکرد دانه و تعداد شاخه‌های چند محوری در گیاه پنبه مورد بررسی قرار دادند.

Sharmila et al. (2007) از تجزیه میانگین نسل‌ها برای مطالعه طبیعت و میزان اثرات ژن در رابطه با عملکرد دانه و مؤلفه‌های آن در کنجد با شش نسل استفاده نمودند. تجزیه میانگین نسل ها حضور اثرات افزایشی، غالبیت و اپی‌ستازی را نشان داد. این مطالعه اهمیت هر دوی اثرات ژنتیکی افزایشی و غیر افزایشی را در مورد همه صفات مورد بررسی در کنجد آشکار ساخت. Adeyanju & Ishiyaku (2007) تجزیه میانگین نسل‌ها را با استفاده از شش نسل برای تعیین توارث زودرسی در گاودانه تحت شرایط گلخانه ای بکار بردند. نتایج این تحقیق نشان داد که زودرسی به صورت پلی‌ژنتیک کنترل می‌شود و مدل افزایشی- غالبیت برای این صفت کفایت نمی‌کند.

Stoddard et al. (2006) تحت عنوان تکنیک‌های سلکسیون و منابع مقاومت به تنش‌های غیرزنده در حبوبات به بیان صفات مرتبط با خشکی پرداخته و بیان می‌دارند که زودرسی در نخود یکی از عوامل اصلی مقاومت به خشکی است.

Anbessa et al. (2006) با استفاده از تجزیه میانگین نسل‌ها دو ژن بزرگ اثر را در توارث صفت روز تا گلدهی گزارش نمودند آنها معتقدند که می‌توان از طریق تلاقی

Archive of SID

www.SID.ir

برگشتی این صفت را از توده‌های بومی و خویشاوندان وحشی به نخود زراعی منتقل نمود.

Singh et al. (1993) روش تجزیه میانگین نسل‌ها را برای تجزیه و تحلیل اثرات ژن برای عملکرد در نخود استفاده کردند و گزارش نمودند که اثرات افزایشی و غیرافزایشی برای صفات تعداد روز تا گلدهی، تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه، تعداد غلاف‌ها در بوته و عملکرد دانه موثر بودند.

Girase & Deshmukh (2000) روش تجزیه میانگین نسل‌ها را جهت ارزیابی عمل ژن برای عملکرد و اجزاء آن در نخود انجام دادند و گزارش نمودند که در اکثر صفات اثرات افزایشی و غیر افزایشی دخالت دارد و عملکرد دانه تحت کنترل اثر غالبیت می‌باشد.

Kidambi et al. (1990) برای ارزیابی صفات زراعی در نخود از روش تجزیه میانگین نسل‌ها استفاده نمودند و نشان دادند که مدل ساده افزایشی - غالبیت برای تعداد شاخه‌های اولیه و ارتفاع بوته کفایت می‌نماید در حالیکه برای تعداد شاخه‌های ثانویه، تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی وجود اثرات متقابل را گزارش کردند.

Kashiwagi et al. (2006) از طریق تجزیه میانگین نسل‌ها با استفاده از شش نسل حاصل از دو تلاقی توارث صفات مرتبط با ریشه و بوته در نخود را مورد مطالعه قرار دادند و نشان دادند که در هر دو تلاقی اثر افزایشی[d] و اثر متقابل افزایشی × افزایشی[i] نقش مهمتری را در کنترل صفات مرتبط با ریشه از قبیل حجم و وزن خشک ریشه ایفا می‌کنند.

Biçer & Şakar (2008) از طریق تجزیه دی الل توارث تعداد روز تا گلدهی و شماری از صفات مورفولوژیکی در نخود را در جمعیت‌های F2 مورد مطالعه قرار دادند. اثرات افزایشی و غالبیت برای روز تا گلدهی و وزن صد دانه بسیار معنی‌دار بودند.

از ۷۰۰/۰۰۰ هکتار سطح زیر کشت نخود در ایران حدود ۶۵۰/۰۰۰ هکتار آن در شرایط دیم بوده و بیش از نیمی از این سطح زیر کشت در استان‌های کم باران کرمانشاه، لرستان و کردستان قرار دارد طوری که خشکی اواخر فصل رشد عملکرد را به کمتر از نصف میانگین جهانی آن کاهش داده است. این موارد ضرورت مطالعه توارث صفات مرتبط با خشکی در نخود را هر چه بیشتر نمایان می‌کنند. در یک برنامه اصلاحی اطلاعات در باره نحوه عمل ژن حائز اهمیت فراوان است و دانش اصلاحگران در این زمینه در انجام برنامه‌های اصلاحی به آنها کمک فراوانی می‌نماید. لذا هدف از این بررسی شناسایی آثار ژن‌ها بر نحوه توارث صفات کمی مهم، مرتبط با تحمل خشکی در نخود از طریق روش تجزیه میانگین نسل‌ها می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی بخش حبوبات معاونت تحقیقات دیم سرارود طی سالهای ۸۸-۸۵ در شهرستان کرمانشاه اجرا گردید. پنج ژنوتیپ ICCV2 (زودرس و مقاوم به خشکی)، ILC3279 (دیررس و حساس به خشکی)، ILC588 (زورس و مقاوم به خشکی)، هاشم (دیررس و حساس به خشکی) و آرمان (میان‌رس و نسبتاً حساس به خشکی) به صورت مسقیم با همدیگر تلاقی داده شدند. ترتیب تلاقی‌ها به شرح زیر بود. تلاقی اول (ILC3279×ILC588)، تلاقی دوم (ILC588 × هاشم)، تلاقی سوم (ILC3279×ICCV2)، تلاقی چهارم (ICCV2 × هاشم)، تلاقی‌های پنجم (آرمان × هاشم)، تلاقی ششم (ICCV2 × ILC588)، تلاقی هفتم (آرمان × ICCV2) و تلاقی هشتم (آرمان × ILC3297). ارقام مورد استفاده در این تحقیق طوری در نظر گرفته شدند که برای صفات مورد بررسی در نقطه مقابل همدیگر باشند. به این معنی که، اگر یکی از والدین برای یک صفت بیشینه بود دیگری کمینه باشد تا بتوان به اهداف ذکر شده در تحقیق دست یافت. در سال اول آزمایش ژنوتیپ‌های مورد اشاره برای ایجاد نسل F1 در بلوک‌های دورگ‌گیری شرکت داده شدند. در سال دوم آزمایش جهت به دست آوردن نسل‌های BC1 وBC2 برای هر تلاقی، نسل F1 هر تلاقی به عنوان والد گرده‌دهنده با والدین مربوطه تلاقی داده شد. در سال سوم آزمایش با استفاده از ۶ نسل P1, P2, F1, F2 BC2, BC1 تجزیه میانگین نسل‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از مدل شش پارامتری Hayman (1958) انجام گردید. نسل‌های حاصل از هر تلاقی در قالب طرح بلوک‌های کامل

Archive of SID

www.SID.ir

تصادفی با سه تکرار کشت شدند. ارزیابی نسل‌های مورد بررسی تحت شرایط دیم و بدون انجام آبیاری صورت گرفت. برای پیشگیری از بیماری پژمردگی فوزاریومی و برق‌زدگی، بذور قبل از کشت با قارچ‌کش بنومیل ضدعفونی شدند. مراقبت‌های زراعی لازم شامل سله شکنی، وجین علف‌های هرز و مبارزه با لارو هلیوتیس نخود در طول فصل کشت انجام گردید. اندازه‌گیری‌های صفات برای نسل‌های بدون تفرق شامل نسل F1 و ارقام والدی بر روی ۴۵ بوته (۱۵ بوته در هر تکرار)، برای نسل F2 در هر تکرار و در هر تلاقی بر روی ۶۰ بوته و برای نسل‌های تلاقی برگشتی BC1 و BC2 در هر تکرار و هر تلاقی بر روی ۳۰ بوته به صورت تصادفی انجام گرفت. صفات مورد اندازه‌گیری شامل تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، شاخه‌های اولیه، وزن صد دانه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه و عملکرد دانه در بوته بود. پس از حصول اطمینان از نرمال بودن داده ها و متجانس بودن واریانس‌ها با انجام آزمون نرمال بودن داده و تست بارتلت از طریق برنامه آماری Minitab، از آنجایی که تعداد بوته‌های اندازه‌گیری شده برای نسل‌های مختلف متفاوت بود، لذا داده‌های هر نسل در عکس انحراف معیار درون آن نسل که به عنوان وزن در نظر گرفته شد ضرب گردید سپس تجزیه واریانس وزنی بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی و مقایسه میانگین‌های وزنی به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گردید. پس از آنکه نسل‌ها برای کلیه صفات مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند و تفاوت معنی‌دار بین نسل‌ها مشاهده شد تجزیه میانگین نسل‌ها انجام گردید.

بر این اساس تجزیه میانگین نسل‌ها با استفاده از روش Mather & Jinks (1982) بر روی داده‌های حاصل از شش نسل P1, P2, F1, F2, BC1, BC2 با استفاده از مدل زیر انجام گرفت:

$$Y = m + \alpha d + \beta h + \alpha^2 i + 2\alpha\beta j + \beta^2 l$$

در این فرمول Y میانگین یک نسل، m میانگین همه نسل‌ها در یک تلاقی، [d] مجموع اثرات افزایشی، [h] مجموع اثرات غالبیت، [i] مجموع اثرات متقابل بین آثار افزایشی، [j] مجموع اثرات متقابل بین آثار افزایشی و غالبیت، [l] مجموع اثرات متقابل بین آثار غالبیت، α، β، α^2، $2\beta\alpha$، β^2 حاصلضرب‌های پارامترهای ژنتیکی می‌باشد.

ضرایب اجزاء ژنتیکی از Mather & Jinks (1982) گرفته شده است. روش استاندارد شامل تخمین آثار ژنی از میانگین انواع میانگین‌های قابل دسترس است که به وسیله مقایسه میانگین نسل‌های مشاهده شده با میانگین‌های مورد انتظار (که از شش پارامتر فوق برآورد شدند) انجام گرفت. برآوردهای شش پارامتری یا کمتر با استفاده از حداقل مربعات وزنی به دست آمد. چون تعداد افراد و واریانس‌ها در هر نسل متفاوت بودند با استفاده از هر میانگین عکس مربع خطای استاندارد محاسبه و تجزیه وزنی انجام گرفت (Ghanadha, 1999). در این مطالعه هر شش نسل با دو، سه، چهار، پنج و شش پارامتر امتحان شدند تا مشاهده شود کدام مدل به عنوان بهترین مدل می‌تواند میانگین‌ها را توجیه نماید. تمام مدل‌ها به وسیله نیکویی برازش با استفاده از آزمون کای‌اسکوئر با چهار، سه، دو و یک درجه آزادی مورد مقایسه قرار گرفتند (Allard, 1960; Mather & Jinks, 1982). عکس و ضرب کردن ماتریس‌های مربوطه به وسیله نرم‌افزار آماری مینی‌تب انجام گرفت.

نتایج

تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی

تفاوت بین نسل‌ها برای صفت روز تا ۵۰٪ گلدهی در تمام تلاقی‌ها در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). از این رو میانگین نسل‌ها از نظر صفت مذکور مورد مقایسه قرار گرفت. میانگین نسل F1 برای روز تا ۵۰٪ گلدهی حد واسط والدین تلاقی‌ها را داشت. این نشان‌دهنده عدم وجود غالبیت کامل و هتروزیس معنی‌دار در مورد این صفت است (جدول ۲). بررسی میانگین داده‌های نسل F2 نشان داد که نسل F2 در این هشت تلاقی برای صفت روز تا ۵۰٪ گلدهی تمایل به والد زودرس دارد و در مقایسه با والد دیررس به شدت از تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی کاسته شده است. برآوردهای آثار ژن همراه با آزمون مقیاس وزنی، کای‌اسکوئر و درجه غالبیت [h/d] در جدول ۳ آمده است. به دلیل معنی‌دار شدن کی‌دو ($\chi 2$) برای مدل سه پارامتری در

Archive of SID

www.SID.ir

تمام تلاقی‌ها مشخص گردید که مدل افزایشی- غالبیت ([m]، [d] و [h]) برای صفت روز تا ۵۰٪ گلدهی مناسب نبوده و آثار متقابل غیر اللی وجود دارد. لذا برای صفت روز تا۵۰ ٪ گلدهی مدل شش پارامتری برازش شد و از بین مدلهای ممکن مدلی انتخاب شد که تمامی پارامترها در آن مدل معنی‌دار شده باشد (یا بیشترین تعداد پارامتر معنی‌دار داشته باشد) و نیز کفایت مدل با غیرمعنی‌دار شدن آزمون کای‌اسکوئر تایید شود. در تلاقی (ILC3279×ILC588) بهترین مدل برای توارث این صفت مدل ۴ پارامتری بود که اجزاء این مدل عبارتند از میانگین [m]، اثر افزایشی [d]، اثر غالبیت [h] و اثر اپی‌ستازی از نوع افزایشی در افزایشی [i]. آزمون t برای تمام این اجزاء معنی‌دار شد که نشان‌دهنده اهمیت این اجزاء در کنترل توارث این صفت است. در تلاقی دوم (ILC588 × هاشم) و سوم (ILC3279×ICCV2) مدل پنج پارامتری با اجزاء میانگین [m]، اثر غالبیت [h]، اثر افزایشی [d]، اثر متقابل افزایشی در افزایشی [i] و آثار متقابل افزایشی در غالبیت [j] بهترین مدل برای توجیه توارث این صفت بود. آزمون t برای هر ۵ جزء این مدل معنی‌دار شد.

علامت مخالف اثر افزایشی [d] و اثر متقابل افزایشی در افزایشی [i] در تلاقی دوم نمایانگر ماهیت متضاد اثر متقابل برای این صفت است. همچنین نشان‌دهنده خاصیت کاهنده‌گی اثرات ژنتیکی افزایشی در کنترل این صفت است. در تلاقی سوم اثر غالبیت [h] غیر معنی‌دار بود، مشاهده اثر غالبیت غیرمعنی‌دار ممکن است بواسطه حضور غالبیت دو جهته با اثرات ژنی نامتقارن باشد که نتیجه آن فقدان هتروزیس معنی‌دار است. علامت منفی اثر متقابل افزایشی در غالبیت [j] نشان می‌دهد که ژن ها با اثرات افزاینده مغلوب هستند. در تلاقی چهارم مدل ۴ پارامتری شامل اثر میانگین [m]، اثر افزایشی [d]، اثر غالبیت [h] و اثر متقابل افزایشی در غاالبیت [j] بهترین مدل برای توجیه توارث این صفت است. اثر غالبیت در این تلاقی منفی و غیرمعنی‌دار بود. منفی بودن اثر غالبیت [h] نشان‌دهنده غالبیت خالص برای زودرسی است. این مؤلفه ممکن است در طول فرایندهای انتخاب مورد استفاده قرار گیرد. در تلاقی‌های پنجم (آرمان× هاشم) و ششم (ICCV2 × ILC588) مدل پنج پارامتری با اجزاء میانگین [m]، اثر افزایشی [d]، اثر غالبیت [h]، آثار متقابل افزایشی در افزایشی [i] و آثار متقابل غالبیت در غالبیت [l] بهترین مدل برای توارث این صفت شناخته شد. آزمون t برای همه این اجزاء معنی‌دار شد. علامت مخالف اثر غالبیت [h] و اثر متقابل غالبیت در غالبیت [l] در هر دو تلاقی نشان‌دهنده حضور اپی ستازی از نوع دوگانه است. این شکل از اپی ستازی با کاهش تنوع در نسل F2 و نسل‌های بعد از آن سبب اختلال در فرایند انتخاب می‌گردد. همچنین علامت مخالف اثر افزایشی و اثر متقابل افزایشی در افزایشی در تلاقی ششم نمایانگر ماهیت متضاد اثر متقابل برای این صفت است. در مورد تلاقی‌های هفتم (آرمان × ICCV2) و هشتم (آرمان × ILC3297) آزمون کای‌اسکوئر در تمامی مدلها معنی‌دار بود و فقط در مدل شش پارامتری اثرهای ژنی معنی‌دار بود که در نهایت مدل شش پارامتری برای این صفت انتخاب شد که این امر با توجه به پلی‌ژنتیک بودن این صفت قابل توجیه است. در هر دوی تلاقی‌های هفتم و هشتم علامت اثر غالبیت [h] مخالف علامت اثر متقابل غالبیت در غالبیت [l] است.

علامت منفی [l] نشان می‌دهد که غالبیت برخی مکان‌های ژنی در جهت کاهش اندازه صفت می‌باشد. در تلاقی هفتم نیز علامت اثر افزایشی [d] مخالف علامت اثر متقابل افزایشی در افزایشی [i] است. مدل‌های برازش یافته در تمام تلاقی‌ها برای این صفت از تاثیر هر دوی اجزاء ژنتیکی افزایشی و غیرافزایشی در کنترل این صفت حکایت دارند. درجه غالبیت [h/d] بر طبق انحراف F1 از میانگین والدین برای هر تلاقی برآورد گردید. مثبت بودن این نسبت (+1 > h/d >0) به این مفهوم است که غالبیت نسبی به طرف والد دیررس رخ داده است. در حالی که منفی بودن این نسبت (0 > h/d >-1) نشان می‌دهد که غالبیت نسبی به طرف والد زودرس رخ داده است. مقادیر بزرگتر از ۱+ و کوچکتر از ۱- نشان-دهنده وجود فوق غالبیت در مکان‌های ژنی می‌باشد. مقدار درجه غالبیت [h/d] برای صفت گلدهی صرفنظر از علامت آن در تلاقی‌های اول، پنجم، ششم، هفتم و هشتم بیشتر از یک بوده که نشان‌دهنده فوق غلبه برای این صفت است. علامت [h/d] در مورد این صفت در تلاقی ۲ و ۴ و ۶ و ۷ منفی بود.

Archive of SID

www.SID.ir

تعداد روز تا رسیدگی

تجزیه واریانس وزنی برای صفت روز تا رسیدگی در تمام تلاقی‌ها در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول۱). میانگین و مقایسه میانگین وزنی به روش چند دامنه‌ای دانکن برای تلاقی‌های مختلف نشان داد که در بیشتر تلاقی‌ها نسل F1 به سمت والد دیررس و نسل F2 به سمت والد زودرس تمایل دارند (جدول۲). برآورد آثار ژن همراه با آزمون مقیاس وزنی و کای‌اسکوئر برای تمام تلاقی‌ها نشان داد که مدل ساده سه پارامتری افزایشی- غالبیت مدل مناسبی برای توجیه توارث این صفت نیست (جدول۳). لذا اثرات متقابل غیر اللی وجود دارد. در تلاقی اول (ILC3279×ILC588) و تلاقی هشتم (آرمان × ILC3279) مدل پنج پارامتری به دلیل معنی‌دار نشدن کای‌اسکوئر مربوطه بهترین مدل برای توجیه توارث این صفت شناخته شد. در این دو تلاقی اجزاء مدل عبارتند از: اثر میانگین [m]، اثر افزایشی [d]، اثر غالبیت [h]، اثرات متقابل افزایشی در افزایشی [i] و اثرات متقابل افزایشی در غالبیت [j]. آزمون t برای تمام این اجزاء در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد که نشان‌دهنده اهمیت این اجزاء در کنترل توارث این صفت است. مدل انتخابی برای این صفت در تلاقی چهارم (ICCV2 × هاشم) نیز مدل ۵ پارامتری است با این تفاوت که در این تلاقی اثرات متقابل غالبیت در غالبیت [l] به جای افزایشی در غالبیت [j] وارد مدل شده است. در سایر تلاقی‌ها آزمون کای‌اسکوئر برای صفت روز تا رسیدگی در تمامی مدلها معنی‌دار بود که در نهایت مدل شش پارامتری برای این صفت در تلاقی‌های ۲، ۳، ۵، ۶ و ۷ انتخاب شد.

علامت مخالف اثرات [h] و [l] در تمام تلاقی‌هایی که این اجزاء وارد شده‌اند نشان‌دهنده حضور اپی‌ستازی از نوع دوگانه در توارث این صفت است. علامت منفی [l] در تمام تلاقی‌ها برای صفت تعداد روز تا رسیدگی نشان می‌دهد که غالبیت برخی مکان‌های ژنی در جهت کاهش اندازه صفت می‌باشد. هر چند مقدار اثر افزایشی [d] در سطح احتمال ۱٪ برای تمام تلاقی‌ها معنی‌دار شده است اما در مقایسه با اثر غالبیت [h] به مراتب کمتر است. این نتیجه می‌تواند حاکی از نقش مهمتر اثرات ژنتیکی غیر افزایشی در کنترل این صفت باشد. بنابراین گزینش برای این صفت تحت تاثیر شرایط خودگشنی در نسل‌های اولیه بعد از تلاقی قابل تثبیت نمی‌باشد. علامت منفی اثرات متقابل افزایشی در غالبیت [j] در بیشتر تلاقی‌ها نشان‌دهنده خاصیت کاهنده‌گی اثرات ژنتیکی افزایشی برای این صفت است. علامت مخالف [d] و [i] در تلاقی های ۲، ۶ و ۷ نشان‌دهنده ماهیت متضاد اثرات متقابل برای این صفت است. در تلاقی‌های ۲، ۳، ۵، ۶ و ۷ تمام اجزای مدل شش پارامتری معنی‌دار گردیده است در این شرایط درجه آزادی $\chi 2$ (df: 6-6=0) صفر است. لذا نمی‌توان نیکوئی برازش مدل را تست کرد در این حالت ممکن است اثرات متقابل سه گانه وجود داشته باشد که تنها با استفاده از تعداد نسل‌های بیشتر قابل آزمون است. مقدار درجه غالبیت [h/d] صرفنظر از علامت آن برای این صفت در تمام تلاقی‌ها بزرگتر از یک بود که نشان‌دهنده اهمیت جزء غالبیت نسبت به جزء افزایشی در کنترل این صفت می‌باشد. اجزاء واریانس ژنتیکی در تلاقیهای مختلف برآورد شده است.

ارتفاع بوته

میانگین مربعات نسل‌ها برای صفت ارتفاع بوته در تمام تلاقی‌ها در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول۱). تجزیه میانگین وزنی به روش دانکن در تلاقی‌های مختلف نیز اختلاف معنی‌داری را بین نسل‌ها از لحاظ صفت ارتفاع بوته نشان داد (جدول ۲). میانگین ارتفاع بوته برای نتاج نسل F1 در اکثر تلاقی‌ها بیشتر از میانگین والدین است این نتیجه نشان می‌دهد که پابلندی بر پاکوتاهی غالب است. میانگین نسل‌های تلاقی برگشتی BC1, BC2 به ترتیب مشابه والدین P1, P2 است، در حالی که میانگین نسل F2 در بیشتر تلاقی‌ها کمتر از میانگین والدین است. برآورد آثار ژن همراه با آزمون مقیاس وزنی و کای‌اسکوئر برای تلاقی‌های مختلف در جدول ۳ آمده است. در تلاقی اول و دوم عدم معنی‌دار شدن کای‌اسکوئر برای مدل ساده سه پارامتری افزایشی- غالبیت (m، [d] و [h]) نشان‌دهنده کفایت این مدل در توجیه توارث صفت ارتفاع بوته است. آزمون t برای هر سه مؤلفه این مدل (m، [d] و [h]) در تلاقی اول معنی‌دار شد ولی در تلاقی دوم برای مؤلفه [h] غیر معنی‌دار بود. اثرات غالبیت [h]

Archive of SID

www.SID.ir

و افزایشی [d] به ترتیب در تلاقی اول و دوم منفی شدند. مقدار مؤلفه افزایشی [d] در تلاقی اول تقریباً دو برابر مقدار مؤلفه غالبیت [h] است که بیانگر اهمیت این جزء در توارث صفت ارتفاع بوته است. منفی شدن اثر غالبیت [h] در تلاقی اول نشان می‌دهد که نسل F1 در این تلاقی ارتفاع بوته کمتری نسبت به میانگین والدین داشته است. اثر غالبیت [h] مثبت و غیر معنی‌دار در تلاقی دوم نشان می‌دهد که میانگین ارتفاع بوته در نسل F1 اندکی بیش از میانگین والدین بوده است. مقدار اثر افزایشی [d] در تلاقی دوم منفی و هشت برابر مقدار اثر غالبیت[h] است که نشان‌دهنده اهمیت این مؤلفه در توجیه توارث این صفت است. البته منفی بودن [d] بستگی به این دارد که کدام والد P1 و کدام والد P2 است. در تلاقی سوم (ILCCV2 × ILC3279) به دلیل معنی‌دار شدن کی‌دو برای مدل سه پارامتری مشخص گردید که مدل ساده افزایشی- غالبیت (m، [d] و [h]) برای صفت مورد نظر مناسب نبوده و لذا آثار متقابل غیراللی وجود دارد. مدل چهار پارامتری با اجزاء [m]، [d]، [h] و [i] بهترین مدل برای توجیه توارث این صفت در این تلاقی بود.

آزمون t برای تمام اجزاء و در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. مقدار مؤلفه غالبیت [h] در این تلاقی دو برابر مقدار مؤلفه افزایشی [d] است. اما مقدار بالا و مثبت اثر متقابل افزایشی در افزایشی [i] در این تلاقی نوید بخش مؤثر واقع شدن انتخاب برای رسیدن به گیاهان پابلند در بین نتاج حاصل از این تلاقی است. در تلاقی چهارم (ICCV2 × هاشم) کای‌اسکوئر برای مدل ساده سه پارامتری افزایشی- غالبیت (m، [d] و [h]) معنی‌دار گردید. در نتیجه مشخص می‌گردد که اثرات متقابل غیر اللی (اپی‌ستازی) در توارث این صفت نقش دارند. بهترین مدل انتخابی برای ارتفاع بوته در این تلاقی مدل سه پارامتری [m]، [d] و [i] بود که آزمون t برای هر سه جزء این مدل در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. حضور اثرات افزایشی [d] و اثرات متقابل افزایشی در افزایشی [i] در غیاب اثرات غالبیت [h] نشان‌دهنده اهمیت اثرات ژنتیکی افزایشی در توارث این صفت است. لذا می‌توان به مؤثر بودن انتخاب در نسل‌های اولیه بعد از تلاقی برای این صفت خوش بین بود. در تلاقی‌های پنجم (آرمان × هاشم)، ششم (ILC588×ICCV2) و هشتم (آرمان × ILC3279)، معنی‌دار شدن کای‌اسکوئر برای مدل ساده سه پارامتری افزایشی- غالبیت دال بر عدم کفایت این مدل برای توجیه توارث این صفت در تلاقی‌های نامبرده است. لذا مشخص می‌گردد که اثرات متقابل غیراللی نقش دارند. بهترین مدل انتخابی در هر سه این تلاقی‌ها مدل چهار پارامتری شامل اثر میانگین [m]، اثر افزایشی [d]، اثر غالبیت [h] و اثر متقابل غالبیت در غالبیت [l] بود. در مورد تلاقی‌های پنجم و هشتم آزمون t برای هر چهار مؤلفه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد اما در مورد تلاقی ششم اثر افزایشی [d] غیر معنی‌دار و منفی بود. حضور مؤلفه [l] معنی‌دار، نشان‌دهنده دخالت اثرات متقابل غیر اللی در بیان این صفت است. مقدار اثر غالبیت [h] تقریباً چهار برابر مقدار افزایشی [d] است اما علامت منفی اثر غالبیت [h] که با علامت اثر متقابل غالبیت در غالبیت [l] در تضاد است بیانگر غالبیت نسبی نتاج به سمت والد با میانگین کمتر از این صفت می‌باشد. همچنین نشان‌دهنده حضور اپی‌ستازی از نوع دوگانه است که این شکل از اپی‌ستازی باعث کاهش تنوع در نسل‌های F2 و بعد از آن می‌شود که در نتیجه آن فرآیند انتخاب دچار اختلال می‌گردد.

نسل F1 در این تلاقی‌ها ارتفاع بوته کوتاه‌تری در مقایسه با میانگین والدین داشته است. هتروزیس منفی می‌تواند در آینده تحقق پیدا کند با توجه به این حقیقت که ارزش خالص ([l]+[h]) منفی است و ارزش نسبی [d] و ([l]+[h]) برابر هستند. پیش‌بینی می‌شود میزان هتروزیس در نسل F2 به واسطه حضور اثرات متقابل غیر اللی کمتر از نصف میزان آن در نسل F1 باشد. در تلاقی هفتم نیز به دلیل معنی‌دار شدن کای‌اسکوئر $\chi 2$ و عدم کفایت مدل سه پارامتری افزایشی- غالبیت برای این صفت مدل شش پارامتری برازش شد که مدل پنج پارامتری به دلیل داشتن پارامترهای معنی‌دار بیشتر و تأیید کفایت مدل با غیر معنی‌دار شدن کای‌اسکوئر به عنوان بهترین مدل انتخاب گردید. اجزاء این مدل عبارتند از اثر میانگین [m]، اثر افزایشی [d]، اثر غالبیت [h]، اثر متقابل افزایشی در افزایشی [i] و اثرات متقابل افزایشی در غالبیت [j]. آزمون t برای تمام اجزاء معنی‌دار شد. مقدار [h] در این تلاقی بیشتر از مقدار

Archive of SID

www.SID.ir

[d] بود. علامت مخالف اثر افزایشی [d] و اثر متقابل افزایشی در افزایشی [i] برای ارتفاع بوته در این تلاقی نمایانگر ماهیت متضاد اثر متقابل برای این صفت است. منفی شدن اثر متقابل افزایشی در غالبیت [j] ایجاب می‌کند که انتخاب در نسل‌های اولیه بین نتاج حاصل از این تلاقی ممکن است با مشکل برخورد نماید. منفی شدن درجه غالبیت [h/d] برای این صفت در بیشتر تلاقی‌ها به این معنی است که غالبیت نسبی برای این صفت به طرف والدی اتفاق افتاده است که دارای میانگین کوچک‌تری است.

تعداد شاخه‌های اولیه

تجزیه واریانس وزنی برای این صفت در تمام تلاقی‌ها در سطح ۱٪ معنی‌دار بود که نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی کافی در بین نسل‌های مورد بررسی است (جدول ۱). آزمون تجزیه میانگین وزنی به روش دانکن نیز نسل‌های مورد مطالعه را در کلاس‌های مختلف قرار داد که حاکی از تنوع ژنتیکی در بین نسل‌هاست. میانگین نسل F1 در تمام تلاقی‌ها به جز تلاقی اول و ششم بیشتر از میانگین والدین بود که بیانگر اثر فوق غالبیت ژن‌ها برای این صفت است. میانگین نسل F2 نیز در اکثر تلاقی‌ها بیشتر از میانگین والدین و به سمت والد با تعداد شاخه اولیه بیشتر تمایل دارد. میانگین BC1 و BC2 تقریباً شبیه به میانگین والدین P1 و P2 بود (جدول ۲). با توجه به تنوع ژنتیکی لازم در بین نسل‌ها، تجزیه میانگین نسل‌ها با استفاده از آزمون مقیاس وزنی و کای‌اسکوئر برای برآورد اثر ژن در جدول ۳ آمده است. در تلاقی اول و هشتم کای‌اسکوئر برای مدل ساده سه پارامتری افزایشی- غالبیت معنی‌دار نشد که نشان‌دهنده کفایت این مدل برای توجیه توارث این صفت است.

آزمون t برای هر سه جزء [m]، [d] و [h] معنی‌دار شد. معنی‌دارشدن اثرات افزایشی [d] و غالبیت [h] در هر دوی این مدل‌ها بیانگر اهمیت هر دوی مؤلفه‌های ژنتیکی افزایشی و غالبیت در کنترل این صفت است. منفی شدن اثر غالبیت [h] در تلاقی اول به دلیل غالبیت نسبی نتاج به سمت والد با تعداد شاخه اولیه کمتر است که میانگین کمتر نسل F1 در مقایسه با میانگین والدین در تلاقی اول نیز بر این موضوع دلالت دارد. علامت اثر افزایشی [d] در هر دو تلاقی منفی است. علامت اثر افزایشی بستگی به این دارد که کدام والد P1 و کدام والد P2 باشد. در تلاقی‌های دوم و پنجم و ششم به دلیل معنی‌دار شدن کای‌اسکوئر مدل ساده سه پارامتری افزایشی - غالبیت، مدل شش پارامتری برازش شد و مناسبترین مدل برای توجیه توارث این صفت مدل سه پارامتری با اجزاء [m]، [d]، [i] بود. آزمون t برای اثرات [m] و [d] در هر سه تلاقی معنی‌دار شد. اثر [i] در تلاقی دوم معنی‌دار نبود. معنی‌دار شدن اثرات [m] و [d] در غیاب اثرات غالبیت نشان‌دهنده اهمیت اجزاء ژنتیکی افزایشی در کنترل این صفت است. لذا انتخاب در نسل‌های اولیه بعد از تلاقی برای این صفت موفقیت‌آمیز خواهد بود. علامت مخالف اثر افزایشی [d] و اثرات متقابل افزایشی در افزایشی [i] بیانگر اهمیت متضاد اثر متقابل برای این صفت است. منفی بودن علامت [i] شانس رسیدن به اینبردهای بهتر در میان نتاج حاصل از این تلاقی را کاهش می‌دهد. در تلاقی چهارم و هفتم مدل پنج پارامتری با اجزاء [m]، [d]، [h]، [i] و [l] بهترین مدل برای این صفت بود که آزمون t در تلاقی چهارم برای تمام اجزاء و در تلاقی هفتم برای تمامی اجزاء به جز [m] معنی‌دار شد. اثر مثبت و معنی‌دار [i] در این مدل شانس رسیدن به اینبردهای بهتر را در نسل‌های اولیه بعد از تلاقی بیشتر می‌سازد. علامت مخالف اثر غالبیت [h] و اثرات متقابل غالبیت در غالبیت [l] نشان‌دهنده حضور اپی‌ستازی دوگانه در مورد این صفت است.

مقدار هتروزیس در تلاقی‌چهارم(([h]+[l])-[d]+[i])) مثبت و اختلاف معنی‌داری با صفر دارد در حالی که این مقدار در مورد تلاقی هفتم منفی بوده و اختلاف معنی‌داری با صفر ندارد. وضعیت میانگین نسل F1 در مقایسه با میانگین والدین در این تلاقی‌ها نیز بر این موضوع دلالت دارد. در تلاقی سوم مدل چهار پارامتری با اجزاء [m]، [d]، [h] و [i] مناسب‌ترین مدل برای این صفت بود. آزمون t برای همه اجزاء این مدل در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. وجود اثرات متقابل افزایشی در افزایشی [i] مثبت و معنی‌دار بر حضور اثرات متقابل غیراللی در توارث این صفت دلالت دارد. مقدار اثر غالبیت [h] مثبت و دو برابر اثر افزایشی [d] است. علامت مخالف اثر افزایشی [d] و [i] نیز بر ماهیت متضاد اثرات متقابل در مورد این صفت دلالت دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- تجزیه واریانس وزنی نسل‌های مورد مطالعه در هشت تلاقی نخود تیپ کابلی

صفات	تلاقی ها	اثر بلوک	اثر نسل	خطای آزمایشی	CV%
روز تا ۵۰٪ گلدهی	C1	۱۶۷/۳*	۲۱۲۵۹**	۳۶/۴	۲/۴
	C2	۸۹/۲	۴۸۴۱۶**	۴۶/۹	۲/۵
	C3	۲۳۸/۲*	۴۲۰۱۶۸**	۳۹/۹	۱/۵
	C4	۳۵/۹	۶۰۶۷۳**	۴۵/۶	۳/۵
	C5	۲۸	۲۷۹۱۳**	۶۴/۹	۲/۵
	C6	۱۶/۳	۹۴۶۹**	۵۸/۷	۳/۵
	C7	۱۵۲/۶	۷۰۵۵۱**	۵۰/۷۷	۲
	C8	۵۷/۲	۶۱۵۳۹**	۶۵/۴	۳
روز تا رسیدگی	C1	۸۰/۷	۲۶۷۵۵**	۵۳/۷	۱/۸
	C2	۸/۲	۶۰۲۹۵**	۶۳/۰۴	۱/۸
	C3	۱۱۲/۹	۱۸۶۵۰۰**	۶۵/۳	۱/۴
	C4	۱۰۲/۷	۱۱۹۵۷۸**	۳۳	۱/۷
	C5	۵/۴	۲۳۹۷۹۳**	۶۹/۵	۱/۳
	C6	۲۹/۵	۲۲۸۶۵۱**	۵۳/۶	۱/۴
	C7	۱۲۵/۷	۳۶۰۰۶**	۵۸/۴	۱/۸
	C8	۱۲۰/۸	۱۸۲۱۰۵**	۲۰۳	۳/۳
ارتفاع بوته	C1	۱۰۷/۷**	۴۳۶/۳**	۱۲/۳۴	۶
	C2	۴/۲	۱۹۲۸**	۷/۸	۳/۶
	C3	۶۳/۹**	۲۴۰۷/۵**	۶/۳	۳/۲
	C4	۱۵/۴	۲۴۰۰**	۷/۴	۴/۵
	C5	۲۴/۵	۱۵۰۴**	۱۲/۴	۵/۱
	C6	۱/۹	۸۰۴/۳**	۱۳/۴	۶/۹
	C7	۳/۷	۱۶۱۹/۶**	۸/۳	۳/۵
	C8	۱۱	۲۱۶۵**	۸/۹	۴/۷
تعداد شاخه‌های اولیه	C1	۰/۸۴	۲۹/۴**	۸/۲	۱۳/۵
	C2	۱/۹	۱۲۷/۶**	۲/۸	۷/۸
	C3	۰/۳۲	۳۰۹**	۷/۹	۱۲
	C4	۱۲/۰۷	۱۱۶/۵**	۶/۸	۱۱/۹
	C5	۴/۶	۱۷۱/۵**	۱/۷	۷
	C6	۲/۴	۸۲**	۴/۵	۱۱
	C7	۷/۹	۱۰۸**	۱۳	۱۶
	C8	۷/۸	۳۵۲**	۲/۹	۹
تعداد غلاف در بوته	C1	۵/۲	۹/۲ns	۹/۴	۱۶/۸
	C2	۱۸/۲	۶۲/۶**	۳	۷/۹
	C3	۳۲/۹**	۱۶۵/۶**	۴/۴	۱۱
	C4	۱۲/۲	۱۲۷/۴**	۳/۶	۱۰
	C5	۲۴/۳	۱۶۴**	۷/۳	۱۱
	C6	۹	۱۲۱**	۳/۰۴	۸
	C7	۰/۲۲	۲۴*	۵/۵	۹/۵
	C8	۲/۳	۲۸۲**	۱/۸	۶
وزن صد دانه	C1	۴۹/۷	۸۸۷/۲**	۱۴/۸	۶/۷
	C2	۳	۳۶۳۳/۵**	۱۱/۷	۳/۳
	C3	۴/۸	۳۰۲۲**	۲۷/۳	۵/۸
	C4	۱۱/۷	۶۵۴۱**	۱۰/۳	۳/۵
	C5	۲۲/۶	۲۳۷۴/۵**	۱۰/۶	۱۰/۶
	C6	۳/۶	۱۰۰۲۴**	۱۰	۲/۵
	C7	۱۴۲	۲۳۸۱**	۱۵/۴	۴/۷
	C8	۲۲	۴۴۹۲**	۶/۴	۲/۲

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۱

صفات	تلاقی ها	اثر بلوک	اثر نسل	خطای آزمایشی	CV%
عملکرد دانه در بوته	C1	۳/۰۵	۱۲/۷^{ns}	۹/۶	۲۰
	C2	۳۲/۲**	۵۴/۴**	۰/۹۹	۵/۶
	C3	۲۶/۸**	۱۷۸/۶**	۳/۴	۱۰/۰۴
	C4	۶/۷	۵۱/۱**	۳/۰۳	۱۱/۵
	C5	۴/۱	۸۱**	۶/۹	۱۵/۹
	C6	۲/۴	۱۳۸**	۳/۴	۱۰
	C7	۴/۲	۵۱/۶**	۵/۹	۱۳
	C8	۵/۵	۱۶۶**	۲/۵	۱۰

C1 (ILC3279×ILC588); C2 (هاشم ×ILC588); C3 (ILC3279×ICCV2); C4 (هاشم ×$ICCV_2$); C5 (آرمان× هاشم); C6 ($ICCV_2$ × ILC588); C7 ($ICCV_2$ × آرمان); C8 (ILC3297 × آرمان)

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

وزن صد دانه

این صفت در نخود اهمیت زیادی دارد، زیرا علاوه بر اینکه بر روی عملکرد دانه نقش دارد از نظر بازار پسندی نیز حائز اهمیت فراوان است به همین دلیل نیز بیشتر از دیگر صفات مورد بررسی قرار گرفته است. میانگین مربعات وزنی نسل‌ها برای این صفت در تمام تلاقی‌ها در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین وزنی با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن نیز نسل‌های مورد مطالعه را در گروه‌های مجزا قرار داد. که نشان‌دهنده تنوع کافی برای این صفت در بین نسل‌های مورد بررسی است (جدول ۲). تجزیه میانگین نسل‌ها با استفاده از آزمون مقیاس وزنی و کای‌اسکوئر در جدول ۳ آمده است. میانگین نسل F1 در همه تلاقی‌ها بیشتر از میانگین والدین بود که می‌تواند نشان‌دهنده اثر فوق غالبیت ژن در مورد این صفت باشد. میانگین نسل F2 نیز بیشتر از میانگین والدین است و به والد با وزن صد دانه بیشتر تمایل دارد. میانگین تلاقی‌های برگشتی BC1 و BC2 در بیشتر تلاقی‌ها تقریباً نزدیک به میانگین والدین می‌باشد. کای‌اسکوئر برای مدل ساده سه پارامتری افزایشی- غالبیت در تمام تلاقی‌ها به جز تلاقی هفتم معنی‌دار گردید که بیانگر عدم کفایت این مدل برای توجیه توارث صفت وزن صد دانه است. لذا مدل شش پارامتری برازش شد و بهترین مدل با حذف اجزاء غیر معنی‌دار در تلاقی‌های مختلف انتخاب گردید. در تلاقی اول، دوم و چهارم مدل پنج پارامتری بهترین مدل برای این صفت بود. اجزاء این مدل عبارتند از اثر میانگین [m]، اثر افزایشی [d]، اثر غالبیت [h]، اثر متقا بل افزایشی در افزایشی [i] و اثر متقابل افزایشی در غالبیت [j]. آزمون t برای تمام اجزاء در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. حضور اثرات [i] و [j] در این مدل بیانگر اثر اپی‌ستازی در مورد توارث این صفت است. علامت اثر افزایشی [d] در تلاقی اول و چهارم منفی است. این می‌تواند به دلیل تغییر جایگاه والدین باشد. علیرغم حضور اثرات غالبیت [h] و افزایشی [d] معنی‌دار در این مدل، با وجود اثرات متقابل افزایشی در افزایشی [i] و افزایشی در غالبیت [j] معنی‌دار انتظار می‌رود که انتخاب در نسل‌های اولیه بعد از تلاقی برای یافتن ژنوتیپ‌هایی با وزن صد دانه بیشتر کارآمد باشد. در تلاقی سوم و پنجم مدل سه پارامتری با اجزاء [m]، [d] و [i] مدل انتخابی برای این صفت می‌باشد.

آزمون t برای هر سه جزء معنی‌دار گردید. حضور اثر افزایشی [d] و اثر متقابل افزایشی در افزایشی [i] در غیاب اثر غالبیت [h] بر اهمیت بیشتر اثرات ژنتیکی افزایشی در کنترل این صفت دلالت دارد، هر چند که علامت منفی اثر متقابل افزایشی در افزایشی [i] در این مدل نگران‌کننده است. در تلاقی ششم و هشتم نیز مدل ۴ پارامتری به عنوان مناسب‌ترین مدل جهت توجیه توارث این صفت انتخاب شد. اجزاء مدل عبارتند از اثر [m]، [d]، [h] و [j]. آزمون t برای همه اجزاء در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. در این مدل اثرات غالبیت [h] و افزایشی [d] هر دو معنی‌دار بوده و از نظر مقدار هم تقریباً مشابه هستند. اما معنی‌دار شدن اثر متقابل افزایشی در غالبیت [j] در این مدل از نقش مهمتر اثرات ژنتیکی افزایشی برای این صفت حکایت می‌کند، لذا می‌توان به مؤثر بودن انتخاب در نسل‌های اولیه امیدوار بود. در تلاقی هفتم کای‌اسکوئر مدل سه پارامتری

Archive of SID

www.SID.ir

افزایشی- غالبیت معنی‌دار نشد. این بیانگر کفایت این مدل برای توجیه توارث این صفت است. اجزاء میانگین [m] و افزایشی [d] در سطح ۱٪ و غالبیت [h] در سطح ۵٪ معنی‌دار گردید. همانند دیگر مدل‌های برازش شده برای این صفت در این مدل نیز معنی‌دار شدن اثر افزایشی [d] در سطح ۱٪ و غالبیت [h] در سطح ۵٪ به نقش بیشتر اثرات ژنتیکی افزایشی در توارث وزن صد دانه دلالت دارد. درجه غالبیت [h/d] برای وزن صد دانه در تمام تلاقی‌ها بیشتر از یک شد که می‌تواند نشان‌دهنده اثر فوق غالبیت ژن در مورد این صفت باشد.

جدول ۲- میانگین صفات برای شش نسل مورد بررسی در هشت تلاقی نخود تیپ کابلی

صفات	نسل‌ها	تلاقی ۱	تلاقی ۲	تلاقی ۳	تلاقی ۴	تلاقی ۵	تلاقی ۶	تلاقی ۷	تلاقی ۸
روز تا ۵۰٪ گلدهی	P1	۸۸/۷ ±۱/۲ A	۷۵/۳۳±۲/۳۱ E	۸۹ ± ۲ C	۶۱/۷ ±۱/۲ B	۶۳/۳ ±۱/۵۳ D	۵۳/۳ ± ۱/۵ E	۵۷ ± ۱D	۷۰±۱/۵ D
	P2	۷۰±۲ E	۸۷/۷± ۱/۱۵ A	۷۸ ± ۲ D	۵۵ ± ۲ E	۵۹/۳ ±۱/۱۵ C	۵۶ ± ۱A	۶۰/۷ ± ۰/۵۸ A	۶۱/۳ ± ۱/۳۰B
	F1	۸۰/۷ ±۲/۵ D	۸۳/۳ ±۱/۵۳ B	۸۱/۳ ± ۰/۵۷ A	۵۷/۷ ± ۱/۵ C	۶۱ ± ۱ B	۵۴/۳ ± ۱/۵ B	۵۷/۳ ±۱/۵۳ E	۶۳± ۱/۴۰C
	F2	۷۵/۷ ±۳ B	۸۱ ± ۳/۶ D	۸۱ ± ۳ B	۵۸/۳ ± ۳/۸ D	۵۸/۷ ±۱/۸ A	۵۰/۳ ± ۲ C	۵۷ ± ۲ B	۵۸/۳ ±۱/۹ A
	BC1	۸۲ ±۲/۷ C	۷۵/۷ ±۲/۰۸ C	۸۱/۳ ± ۱/۵۳ B	۶۲ ± ۱ A	۶۲/۷ ±۱/۵ E	۵۴/۳ ± ۱/۵ B	۵۸/۳ ± ۱/۵۳C	۶۳± ۱/۵ E
	BC2	۷۳/۳ ±۳/۱F	۸۷/۳۳± ۳/۵ F	۸۱/۳ ± ۳/۰۶ E	۵۶ ± ۴ F	۶۱/۳ ±۱/۵ E	۵۵ ± ۲ D	۶۱/۳ ±۲/۰۸ E	۶۵± ۲ F
روز تا رسیدگی	P1	۱۲۱ ± ۱/۵ D	۱۰۶/۷ ± ۱/۲ C	۱۲۳/۷ ± ۱/۵ D	۹۵ ± ۱/۷۳ B	۹۴/۳ ± ۰/۵۸ A	۸۲/۳ ± ۰/۵۸ B	۸۷/۷ ± ۱/۵۳E	۹۹± ۰/۸۰D
	P2	۱/۵ ۱۰۲/۷ ± E	۱۱۷/۳ ± ۱/۲ A	۱۰۷/۷ ± ۱/۵ E	۸۶/۳ ± ۰/۵۸ A	۸۶ ± ۱ D	۸۴ ± ۱ C	۸۹ ± ۱ A	۸۷/۳± ۱/۶ A
	F1	۱۰۹/۳ ± ۱/۵ A	۱۱۰/۳ ± ۱/۵ C	۱۰۸ ± ۱ A	۸۴/۳± ۱/۵ C	۸۷/۳ ±۰/۵۸ B	۸۲/۷ ± ۰/۵۸ A	۸۵ ± ۱/۵ D	۹۰ ± ۱/۵D
	F2	۱۰۳/۳ ± ۲/۵۲ B	۱۰۷/۷ ± ۲/۵ B	۱۰۶/۷ ± ۲/۳ C	۸۴ ± ۳ D	۸۶ ±۲ C	۷۶ ± ۲ D	۸۲/۷ ± ۲/۰۸ A	۸۴/۷± ۱/۶ B
	BC1	۱۰۹/۳ ± ۲ C	۱۰۷/۷ ± ۲/۱ D	۱۱۱/۳ ± ۱/۲ B	۹۱/۳ ± ۲/۹ E	۹۲/۳ ± ۱/۱۵ E	۸۲/۷ ± ۲/۰۸ F	۸۴ ± ۱/۶۰C	۹۰/۳±۱/۵ C
	BC2	۱۰۳/۷ ± ۲/۵ F	۱۱۷ ± ۲/۶۴ E	۱۱۴/۳ ± ۲/۵۲ F	۸۶/۳ ± ۲/۰۸ F	۹۰ ±۲ F	۸۲/۳ ± ۱/۵۳ E	۸۷/۳ ± ۲ B	۸۷/۳± ۱/۵ E
ارتفاع بوته	P1	۵۲/۱ ± ۴/۲ CD	۴۰/۴ ± ۳/۱۳ C	۴۹/۸ ± ۳/۷۶ D	۴۹/۹ ± ۲/۸ A	۵۰/۵ ±۴/۷ B	۳۵/۲ ± ۲/۹ C	۳۵/۸۲ ± ۲/۵ D	۵۲/۳± ۳/۹E
	P2	۶ ۳/۳ ± ۳/۴ D	۵۱/۹ ± ۳/۶ B	۳۷/۲ ± ۲/۸۴ C	۳۲/۴ ± ۳/۰۹D	۴۵/۱ ± ۴/۳ B	۳۴/۹ ± ۴/۴ D	۴۴/۱ ± ۳/۰۳ C	۴۳/۴ ±۳/۵۴ B
	F1	۴۰/۷ ± ۳/۹ B	۴۶/۹ ± ۲/۹ A	۴۵/۰۸ ± ۳/۵ B	۳۸/۴ ± ۳/۷ C	۴۶/۹ ± ۴/۰۷ B	۳۶/۳ ± ۳/۹ B	۴۴/۵ ± ۳ B	۴۵/۸± ۳/۱۳ C
	F2	۶ ۴۳ ± A	۴۴/۹ ± ۵/۴ A	۳۹ ± ۴/۷۲ A	۳۷ ± ۵/۱۲ B	۴۵/۶ ± ۵/۲۴ A	۳۲/۶۴ ± ۴/۹ A	۴۱/۳ ± ۴/۴۲ A	۴۳/۶± ۵/۳۴ A
	BC1	۴۵/۶ ± ۷ CD	۴۳/۳ ± ۳/۶ A	۴۵/۷ ± ۴/۴ D	۴۴/۳ ± ۵/۲ C	۴۴/۸ ± ۵/۰۳ C	۳۱/۷۴ ± ۴/۴ C	۳۶/۷ ± ۴/۴ D	۴۵± ۳/۸۴ D
	BC2	۳۹/۵۶ ± ۴/۱ C	۴۸/۴۶ ± ۵/۰۸ D	۳۸/۵ ± ۴/۴ E	۳۳/۷ ± ۴/۰۳ E	۴۴/۷ ± ۵/۰۹ C	۳۲/۶ ± ۵/۲ E	۴۴/۵ ± ۴/۳C	۳۵/۸ ± ۵/۱۷ F
تعداد شاخه‌های اولیه	P1	۱/۳۲ ± ۰/۴۸ D	۲/۱۷ ± ۰/۳۸ B	۱/۲۳ ± ۰/۴۳ B	۱/۲۲ ± ۰/۴۲ B	۱/۶ ± ۰/۵ B	۱/۶۳ ± ۰/۵C	۲/۳ ± ۰/۴۴ B	۳۵/۹± ۹/۵ C
	P2	۰/۳۴ ۲/۱۳ ± B	۱/۵۲ ± ۰/۵۱ D	۲/۳۶ ± ۰/۶۸ B	۲/۲۱ ± ۰/۴۲ A	۱/۲ ± ۰/۴۷ C	۲/۴۸ ± ۰/۵۱ B	۱/۲۰ ± ۰/۴۱ C	۴۷/۹± ۸/۲ A
	F1	۱/۵ ±۰/۵ BC	۱/۹۸ ±۰/۶۴ C	۲/۳۲ ± ۰/۴۷ A	۲/۳ ± ۰/۴۵ A	۱/۷ ±۰/۴۶ B	۱/۵۳ ± ۰/۵ B	۱/۸۵ ± ۰/۶ C	۵۷/۸± ۸/۱ B
	F2	۰/۶۵ ۱/۷۶ ± A	۱/۹۵ ± ۰/۷۲ A	۱/۸۱ ± ۰/۷۳ A	۱/۶۱ ± ۰/۶۱ A	۱/۶۴ ±۰/۶۲ A	۱/۵۵ ± ۰/۶۶ A	۱/۷۳ ± ۰/۶۹A	۳۹/۵± ۱۴/۷ B
	BC1	۱/۴۷ ± ۰/۵۴ B	۲/۱± ۰/۷۲ BC	۱/۶۲ ± ۰/۶۴ B	۲/۳۶ ± ۰/۵ A	۱/۶۲ ±۰/۶۴ D	۱/۶۱ ± ۰/۵۸ B	۲/۱ ± ۰/۶۱BC	۵۳/۸ ± ۱۲/۷ C
	BC2	۱/۷ ±۰/۶۹ CD	۲/۱۹ ± ۰/۶۶ D	۲/۱ ± ۰/۶۵ B	۳/۵۰ ± ۰/۶ B	۱/۵ ±۰/۵۷ CD	۱/۷۹ ± ۰/۶۸ C	۱/۹ ± ۰/۷۳ BC	۷۱± ۱۲/۷ D
تعداد غلاف در بوته	P1	۳۰/۵۶ ± ۷/۶۳A	۶۰/۲ ± ۷/۷ A	۲۶/۴ ± ۹/۲ C	۲۸/۸ ± ۷/۹ B	۲۳/۲۴ ± ۵/۴ B	۶۹/۶ ± ۱۲/۱ C	۶۵/۳ ± ۸/۱ AB	۳۵/۹± ۹/۵ C
	P2	۴۰/۴ ± ۱۰/۴ A	۵۲/۵ ± ۹/۶ A	۵۰/۳ ± ۷/۱۰ A	۷۰/۴ ± ۹/۸ A	۳۲/۳ ± ۵/۳ A	۶۷/۳ ± ۱۰/۷ B	۴۱/۰۴ ± ۷/۱A	۴۷/۹± ۸/۲۱ A
	F1	۴۱/۳ ± ۱۲/۸ A	۵۹/۷ ±۱۳/۷ A	۴۸/۳ ± ۱۱/۶ A	۵۱/۷ ± ۹/۸ AB	۵۲/۱ ± ۷/۴ AB	۴۹ ± ۷/۷۲ A	۵۷/۴±۱۰/۱ A	۵۷/۸± ۸/۱ B
	F2	۱۹/۸ ۳۵/۱ ± A	۴۵/۹± ۲۶/۵ B	۴۰/۵ ± ۲۶/۸ B	۳۵/۷ ± ۲۲/۰۶C	۳۵/۸ ±۱۵/۷ AB	۳۶/۳ ± ۱۶/۴ B	۳۳/۸ ± ۲۰/۱ B	۳۹/۵± ۱۴/۷B
	BC1	۳۴/۲ ± ۱۵/۲ A	۵۴/۳ ± ۱۹/۴ B	۳۶/۱± ۱۹/۹ CD	۳۷/۰۳ ± ۱۴/۶ D	۳۲/۲ ± ۱۱/۷۶ D	۵۷/۹ ± ۱۴/۵ C	۶۰/۳ ± ۱۶/۷ B	۵۳/۸ ± ۱۲/۷ C
	BC2	۹/۹ ± ۴/۲ A	۷۰ ±۲۲/۳ C	۶۱/۸ ± ۲۶/۶ D	۷۵ ± ۱۹/۰۹ E	۵۳/۹ ± ۱۵/۷ C	۵۲/۱ ± ۱۷/۵ D	۴۹/۶ ± ۱۵/۷ B	۷۱± ۱۲/۷ D
وزن صد دانه	P1	۲۴/۱۲ ± ۱/۲۳C	۳۰/۵ ± ۰/۹ A	۲۵/۳ ± ۱/۰۲ D	۲۳/۴ ± ۰/۶۹ D	۲۳/۸ ± ۰/۴۵ A	۲۸/۴ ± ۰/۹۶ D	۲۸/۵ ± ۱/۶ D	۲۳/۴ ± ۰/۴ C
	P2	۲/۷ ۳۲/۰۵ ± D	۲۳/۷ ± ۰/۹۲ C	۲۴/۲ ± ۰/۹۷ C	۲۴/۹ ± ۱/۲ E	۲۵/۰۴ ± ۰/۷ C	۲۲/۶ ±۰/۸۳ E	۲۵/۹ ± ۱/۵۷ C	۲۴/۵± ۰/۶ A
	F1	۲۷/۹ ± ۱/۳۴ A	۲۹/۸ ± ۱/۳ C	۲۷/۵۴ ± ۱/۲ A	۲۷/۷ ± ۱/۰۳ C	۲۵/۴ ± ۰/۹۹D	۲۹/۱ ± ۰/۶ A	۲۶/۱ ± ۰/۹۶ A	۲۴/۹± ۰/۶۳ B
	F2	۳۱/۰۳ ± ۲/۹۸ B	۲۶/۲ ± ۱/۶ D	۲۶/۹ ± ۱/۹ B	۲۴/۸ ± ۱/۱۳ B	۲۶/۰۹ ± ۱/۴ B	۲۷/۸۵ ± ۱/۰۱ B	۲۶/۷ ± ۱/۵ A	۲۴/۲± ۱/۲۵ B
	BC1	۲۵/۱۳ ± ۱/۵۳ A	۳۰/۵ ± ۱/۴ B	۲۶/۴ ± ۱/۹ DE	۲۶/۰۲ ± ۰/۷ A	۲۴/۴ ± ۱/۲۳ E	۲۷/۸۱ ± ۰/۸۹ C	۲۶/۷ ± ۱/۷۱ B	۲۴/۶± ۱/۴ D
	BC2	۲۱/۶۲ ± ۹/۷۱C	۲۵/۳۳ ±۱/۶ E	۲۶/۶ ± ۱/۷۴ E	۲۶ ± ۱/۳۵ F	۲۵/۶ ± ۱/۱۱ D	۲۶/۳ ± ۱/۱ F	۲۶/۳ ± ۱/۲ A	۲۳/۶۳±۰/۶۱ D
عملکرد دانه در بوته	P1	۶/۸۰ ± ۲/۱۹A	۳۵/۲ ± ۹/۲ C	۶/۲۶ ± ۲/۷ C	۶/۹ ± ۲/۹ B	۶/۱۱ ± ۲/۹ C	۲۰/۵ ± ۵/۳ C	۲۷/۴ ± ۸/۳ C	۸/۴± ۲/۵۳ C
	P2	۵/۷ ۱۳/۸۶ ± A	۱۱/۷ ± ۳/۳ B	۱۳/۱ ± ۲/۶ B	۲۱/۷ ± ۵/۹ B	۸/۴۳ ± ۲/۳۵ A	۱۴/۷ ± ۴/۱ CD	۹/۹۸ ± ۳/۰۷ B	۱۳/۰۳± ۳/۵ A
	F1	۱۲/۹ ± ۴/۱A	۱۹/۹۱ ± ۴/۹ A	۱۵/۷ ± ۲/۹۸ A	۱۷/۳ ± ۴/۵ A	۱۳/۲ ± ۳/۶ AB	۱۶/۸ ± ۳/۲ A	۱۷/۹۴ ± ۳/۹ A	۱۷/۰۹± ۴/۹ B
	F2	۱۰/۲۹ ±۶/۶۵ A	۱۲/۶ ± ۷/۹ B	۱۱ ± ۷/۷۵ B	۹/۵ ± ۶/۳ B	۹/۴۱ ± ۵/۲۹ A	۱۰/۲ ± ۴/۷ A	۹/۲۵ ± ۶ AB	۹/۸± ۴/۹ A
	BC1	۸/۹۹± ۴/۹ A	۲۲/۶ ± ۷/۶ B	۹/۲۴ ± ۴/۸ C	۱۱/۶ ± ۴/۹ B	۹/۱۵ ± ۴/۴ C	۱۷/۷ ± ۴/۴ B	۱۸/۱۰ ± ۶/۹B	۱۲/۰۷± ۴/۷ C
	BC2	۱۵/۷ ± ۷/۲ A	۲۹/۶ ± ۷/۲ C	۱۹/۳۷ ± ۶/۸ C	۲۳/۵ ± ۷/۰۸ C	۱۳/۷± ۶/۰۷ BC	۱۱/۸ ± ۴/۸ D	۱۲/۱ ± ۴/۵ B	۱۴/۵± ۴/۸ D

- نسل‌هایی که با حروف مشابهی نشان داده شده اند تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

C1 (ILC3279×ILC588); C2 (هاشم×ILC588); C3 (ILC3279×ICCV2); C4 (هاشم×$ICCV_2$); C5 (آرمان× هاشم); C6 ($ICCV_2$ × ILC588); C7 ($ICCV_2$× آرمان); C8 (ILC3297 × آرمان)

Archive of SID

www.SID.ir

تعداد غلاف در بوته

میانگین مربعات وزنی نسل‌ها برای این صفت در تمام تلاقی‌ها به جز تلاقی اول معنی‌دارشد (جدول ۱). مقایسه میانگین وزنی به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن نیز نسل‌های مورد بررسی را از لحاظ تعداد غلاف در بوته در گروه‌های مجزا قرار داد (جدول ۲). میانگین نسل F1 برای همه تلاقی‌ها بیشتر از میانگین والدین است این می‌تواند به دلیل اثر فوق غالبیت ژن در مورد این صفت باشد. میانگین نسل F2 در اکثر تلاقی‌ها کمتر از میانگین والدین و به سمت والد با تعداد غلاف کمتر در بوته تمایل دارد. میانگین این صفت برای تلاقی‌های برگشتی BC1 و BC2 به ترتیب به سمت والدین P1 و P2 تمایل نشان دادند.

جهت تعیین عمل ژن، نتیجه تجزیه میانگین نسل‌ها با استفاده از آزمون مقیاس وزنی و کای‌اسکوئر در جدول ۳ آمده است. آزمون کای‌اسکوئر برای تمام تلاقی‌ها به جز تلاقی سوم معنی‌دار شد که بر عدم کفایت مدل ساده افزایشی - غالبیت دلالت می‌کند. مدل شش پارامتری برازش گردید و بهترین مدل با توجه به تعداد پارامترهای معنی‌دار انتخاب گردید. در تلاقی دوم و چهارم مدل ۴ پارامتری با اجزاء [m]، [d]، [h] و [i] برای توجیه توارث این صفت بهترین برازش را داشت. آزمون t برای تمام اجزاء در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. حضور اثر متقابل افزایشی در افزایشی [i] در این مدل نشان‌دهنده وجود اثرات متقابل بین ژنی در مورد این صفت است. اگر چه مقدار بیشتر اثر غالبیت [h] نسبت به اثر افزایشی [d] نشان‌دهنده اهمیت بیشتر اثرات ژنتیکی غیر افزایشی در مورد این صفت است اما اثر مثبت و معنی‌دار اثر متقابل افزایشی در افزایشی [i] که از ارزش مقداری بالایی هم برخوردار است شانس رسیدن به اینبردهای مطلوب در نسل‌های اولیه بعد از تلاقی را تقویت می‌نماید. در تلاقی سوم کای‌اسکوئر برای مدل سه پارامتری افزایشی ـ غالبیت معنی‌دار نشد. این نشان‌دهنده کفایت مدل سه پارامتری با اجزاء [m]، [d] و [h] جهت توجیه توارث این صفت است. آزمون t برای هر سه پارامتر موجود در مدل در سطح ۱٪ معنی‌دار شد. ارزش مقداری اثرات ژنتیکی غالبیت [h] و افزایشی [d] تقریباً برابر بود این نشان‌دهنده اهمیت هر دوی این مؤلفه‌ها در کنترل این صفت است. در تلاقی پنجم مدل ۵ پارامتری با اجزاء [m]، [d]، [h]، [i] و [j] مناسب‌ترین مدل برای توجیه توارث این صفت است. تمام اجزاء به جز اثر [i] که در سطح ۵٪ معنی‌دار شد، در سطح احتمال آماری ۱٪ معنی‌دار شدند. علامت مخالف اثر افزایشی [d] و اثر متقابل افزایشی در افزایشی [i] نشان‌دهنده اهمیت متضاد اثر متقابل در مورد این صفت است. مقدار بالای اثر غالبیت [h] در مقایسه با اثر افزایشی [d] همراه با مقدار منفی و معنی‌داری از اثر متقابل افزایشی در غالبیت [j] در حالی که اثر متقابل افزایشی در افزایشی [i] از لحاظ ارزش مقداری پائین و تنها در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شده، نومیدکننده است. لذا احتمال موفقیت انتخاب در نسل‌های اولیه بعد از تلاقی پائین می‌آید.

در تلاقی‌ها ششم، هفتم و هشتم مدل پنج پارامتری بهترین مدل برای توجیه توارث این صفت بود. اجزاء این مدل عبارت بودند از اثر میانگین [m]، اثر افزایشی [d]، اثر غالبیت [h]، اثر متقابل افزایشی در افزایشی [i] و اثر متقابل غالبیت در غالبیت [l]. اجزاء [h]، [i] و [l] در هر سه تلاقی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌ار بودند در حالیکه اجزاء [m] و [d] فقط در تلاقی‌های هفتم و هشتم معنی‌دار شدند و در تلاقی ششم غیرمعنی‌دار بودند. اگرچه وجود اثر متقابل افزایشی در افزایشی مثبت و معنی‌دار با ارزش مقداری نسبتاً بالا در این مدل امیدوارکننده است اما مقدار مثبت و معنی‌دار اثر غالبیت [h] که میزان آن بسیار بیشتر از اثر افزایشی [d] است و حضور اپی‌ستازی دوگانه به دلیل علامت مخالف اثر غالبیت [h] و اثر متقابل غالبیت در غالبیت [l] مأیوس‌کننده است. به این لحاظ امید به یافتن ژنوتیپ‌های مطلوب با تعداد غلاف بیشتر در نسل‌های اولیه در حال تفرق را از بین می‌برد. از آنجایی که نخود یک گیاه اتوگام بوده و لاین‌های نر عقیم برای این گیاه هنوز در دسترس نیست لذا نمی‌توان از اثرات ژنتیکی غیر افزایشی در تولید هیبریدهای مطلوب استفاده کرد. مقدار هتروزیس برای این صفت ([i] +[d])- ([l]+[h]) در تلاقی‌های مذکور به ترتیب ۲۱/۹، ۷/۵- و ۲۲/۶ است که اختلاف معنی‌داری با صفر داشت. درجه غالبیت [h/d] در همه تلاقی‌ها بزرگ‌تر از یک شد که

Archive of SID

www.SID.ir

نشان‌دهنده اثر فوق غالبیت ژن در مورد این صفت است. متوسط توارث‌پذیری عمومی و خصوصی برای تمام تلاقی‌ها به ترتیب ۰/۷۸ و ۰/۵۴ می باشد. این مقادیر اهمیت هر دو جزء افزایشی و غالبیت را در کنترل این صفت نشان می‌دهند. بنابراین برای بهبود این صفت، هر دوی روش‌های اصلاحی مبتنی بر انتخاب و روش‌های اصلاحی مبتنی بر هیبریداسیون را می‌توان به کار برد.

عملکرد دانه

میانگین مربعات وزنی نسل‌ها برای این صفت در تمام تلاقی‌ها به جز تلاقی اول (ILC3279×ILC588) در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین وزنی به روش دانکن نیز نشان داد که نسل‌های مورد بررسی از لحاظ این صفت تفاوت معنی‌داری با هم دارند (جدول ۲). نتایج تجزیه میانگین نسل‌ها نشان داد که میانگین نسل F1 در تمام تلاقی‌ها بیشتر از میانگین والدین بود. این می‌تواند نتیجه اثر فوق غالبیت ژن برای صفت عملکرد دانه در بوته باشد. میانگین نسل F2 در بیشتر تلاقی‌ها کمتر از میانگین والدین بود و به سمت والد با عملکرد دانه کمتر تمایل داشت. میانگین تلاقی‌های برگشتی BC1 و BC2 به ترتیب به سمت میانگین والدین P1 و P2 تمایل نشان دادند.

برآورد آثار ژن با استفاده از آزمون مقیاس وزنی و کای‌اسکوئر در جدول ۳ آمده است. معنی‌دار شدن کای‌اسکوئر مدل ساده سه پارامتری افزایشی ـ غالبیت برای تمام تلاقی‌ها بیانگر عدم کفایت این مدل و حضور اثرات متقابل غیر اللی در رابطه با توارث صفت عملکرد دانه در بوته می‌باشد. در تلاقی دوم (ILC588 × هاشم) کای‌اسکوئر در تمامی مدل‌ها معنی‌دار بود و فقط در مدل شش پارامتری تمامی اثرهای ژنی معنی‌دار بود و در نهایت مدل شش پارامتری برای این صفت انتخاب شد که این امر با توجه به پلی ژنیک بودن صفت قابل توجیه است. معنی‌دار شدن تمام اجزاء در این مدل نشان‌دهنده اهمیت هر دوی اثرات ژنتیکی افزایشی و غیرافزایشی در کنترل این صفت است. به دلیل معنی‌دار شدن تمام اجزاء در این مدل درجه آزادی کای‌اسکوئر صفر می‌باشد، لذا نمی‌توان نکوئی برازش مدل را تست نمود بایستی با استفاده از تعداد نسل‌های بیشتر وجود اثرات متقابل سه گانه را آزمون نمود. مقدار بالا و مثبت اثر غالبیت [h] در مقایسه با اثر افزایشی [d] حاکی از نقش مهمتر مؤلفه غالبیت در کنترل این صفت است. علامت مخالف اثر غالبیت [h] و اثر متقابل غالبیت در غالبیت [l] در این مدل نشان‌دهنده حضور اپی‌ستازی دوگانه می‌باشد. علامت اثرات افزایشی [d] و اثر متقابل افزایشی در غالبیت [j] بستگی به این دارد که کدام والد P1 یا P2 باشد. لذا علامت اثر متقابل افزایشی در غالبیت [j] در اکثر حالات تغییر می‌نماید، اما علامت دیگر پارامترها بدون تغییر می‌ماند. علی‌رغم این تفاسیر علامت منفی اثر متقابل افزایشی در غالبیت [j] هشداری است بر اینکه انتخاب در نسل‌های اولیه در بین این ژنوتیپ‌ها ممکن است با مشکل مواجه شود (زیرا تفاوت بین هموزیگوت‌ها و هتروزیگوت‌ها کاهش یافته است). مقدار هتروزیس ([i]+[d])- ([l]+[h]) در این مدل ۱۵/۳- می‌باشد که اختلاف معنی‌داری با صفر دارد. در تلاقی سوم (ILC3279×ICCV2) مدل ۵ پارامتری بهترین مدل برای توجیه توارث این صفت می‌باشد. اجزاء مدل عبارتند از اثر میانگین [m]، اثر افزایشی [d]، اثر غالبیت [h]، اثر متقا بل افزایشی در افزایشی [i] و اثر متقابل افزایشی در غالبیت [j]. آزمون t برای تمام اجزاء در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد. از جمله نکات قابل توجه در این مدل نیز مقدار بالای اثر غالبیت [h] و منفی بودن اثر متقابل افزایشی در غالبیت [j] می‌باشد. اثر متقابل افزایشی در غالبیت [j] منفی و معنی‌دار نشان می‌دهد که ژن‌های کاهنده این صفت اکثراً غالب هستند. مقدار هتروزیس (([i]+[d]) - [h]) در این تلاقی ۹/۵ می باشد که اختلاف معنی‌داری با صفر دارد. در تلاقی‌های چهارم (ICCV2 × هاشم)، ششم (ICCV2 × ILC588) و هشتم (آرمان × ILC3297) مناسب‌ترین مدل برای توجیه توارث این صفت مدل ۴ پارامتری است اجزاء این مدل عبارتند از اثر میانگین [m]، اثر افزایشی [d]، اثر غالبیت [h] و اثر متقابل افزایشی در افزایشی [i]. اجزاء [d]، [h] و [i] برای هر سه تلاقی در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شدند اما اثر میانگین فقط برای تلاقی ششم معنی‌دار بود و در تلاقی‌های چهارم و هشتم غیرمعنی‌دار شد. غیرمعنی‌دار شدن اثر میانگین [m] ممکن است به دلیل توزیع یکنواخت میانگین نسل‌ها در طرفین میانگین کل باشد. طوری که اثر یکدیگر را

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- برآورد میانگین و اجزاء ژنتیکی برای صفات اندازه گیری شده در هشت تلاقی نخود تیپ کابلی

صفات	تلاقی	[m]	[d]	[h]	[i]	[j]	[l]	χ^2	[h/d]
روز تا ۵۰٪ گلدهی	C1	۷۰/۶ ± ۰/۶**	۹/۲±۰/۲**	۱۰±۰/۹**	۸/۸±۰/۷**	-	-	۲/۰۵	۱/۰۸
	C2	۷۸/۶±۰/۶**	-۶/۲±۰/۲**	۴/۷±۰/۸**	۲/۹±۰/۷**	-۱۱/۶±۱/۳**	-	۰/۱۸	-۰/۷۶
	C3	۸۰/۵±۰/۳**	۵/۵±۰/۲۴**	۰/۷۷±۰/۴**	۲/۹±۰/۵**	-۱۲/۱±۰/۹۷**	-	۱/۰۹	۰/۱۴
	C4	۵۸/۴±۰/۲**	۳/۳±۰/۲**	-۰/۶۵±۰/۳ns	-	۸/۹±۰/۸**	-	۲/۱۵	-۰/۱۹۵
	C5	۴۷/۹±۰/۹**	۱/۹±۰/۱۴**	۲۹/۸±۲/۵**	۱۳/۴±۰/۹**	-	-۱۶/۸±۱/۶**	۲/۸۵	۱۵/۷
	C6	۳۶/۹±۱/۰۷**	-۱/۲±۰/۲**	۳۶/۳±۲/۹**	۱۷/۸±۱/۰۴**	-	-۱۸/۹±۱/۹**	۱/۹۳	-۲۹/۸
	C7	۴۷/۵±۰/۹**	-۱/۸±۰/۱۱**	۲۸±۲/۳**	۱۱/۳±۰/۹**	-۲/۳±۰/۷**	-۱۸/۳±۱/۵**	۰/۰۰	-۱۵/۳
	C8	۴۸/۹±۱/۸**	۴/۳±۰/۱۹**	۴۱/۴±۵/۳**	۲۲/۷±۱/۸**	-۱۲/۷±۱/۷**	-۲۱/۴±۳/۵**	۰/۰۰	۹/۶
روز تا رسیدگی	C1	۹۷ ±۰/۴۶**	۹/۳ ±۰/۲۱**	۱۲/۲ ± ۰/۶**	۱۴/۸ ± ۰/۵**	-۸/۱ ± ۰/۹۵**	-	۳/۴۲	۱/۳۰
	C2	۹۳/۳±۱/۷**	-۵/۳±۰/۱۵**	۴۰/۳±۴/۶**	۱۸/۷±۱/۷**	-۸±۱/۵**	۲۳/۳±۳**	۰/۰۰	-۷/۶
	C3	۹۱/۰۳±۱/۳**	۸±۰/۱۸**	۴۵/۶±۳/۶**	۲۴/۶±۱/۳**	-۲۲±۱/۲**	-۲۸/۶±۲/۴**	۰/۰۰	۵/۷
	C4	۷۰/۶±۱/۹**	۴/۴±۰/۱۵**	۳۹/۷±۵/۰۳**	۲۰/۰۴±۱/۹**	-	-۲۶/۱±۳/۲**	۰/۵۴	۹/۲
	C5	۶۹/۵±۰/۹۸**	۴/۲±۰/۱**	۴۸/۲±۲/۶۱**	۲۰/۷±۰/۱**	-۳/۷±۰/۸**	-۳۰/۳±۱/۷**	۰/۰۰	۱۱/۶
	C6	۵۷/۲±۱/۱**	-۰/۸۳±۰/۱۱**	۴۹/۸±۲/۹**	۲۶±۱/۰۷**	۲/۴±۰/۸۶**	-۲۴/۳±۱/۸**	۰/۰۰	-۶۰
	C7	۷۶/۴±۰/۹**	-۰/۶۷±۰/۱۷**	۱۶/۶±۲/۴**	۱۲±۰/۹**	-۵/۳±۰/۷۲**	-۸±۱/۵۴**	۰/۰۰	-۲۴/۸
	C8	۷۹/۳±۰/۴**	۵/۸±۰/۱۴**	۱۰/۸±۰/۶**	۱۳/۹±۰/۴**	-۳/۷±۰/۹۵**	-	۴/۲۱	۱/۸۵
ارتفاع بوته	C1	۴۴/۴ ± ۰/۵**	۷/۵ ± ۰/۵**	-۳/۴±۰/۸**	-	-	-	۳/۲۰	-۰/۴۵
	C2	۴۵/۷±۰/۴**	-۵/۷±۰/۴**	۰/۷±۰/۷ns	-	-	-	۷/۹*	-۰/۱۲
	C3	۳۲/۹±۰/۸**	۶/۵±۰/۴**	۱۲/۲±۱/۱**	۱۰/۷±۰/۹**	-	-	۱/۳	۱/۹
	C4	۳۷/۷±۰/۳۵**	۸/۹±۰/۴۲**	-	۳/۵±۰/۶**	-	-	۶/۵	-
	C5	۴۷/۸±۰/۵**	۲/۳±۰/۴۶**	-۸/۷±۲/۱۴**	-	-	۷/۹±۲/۲**	۵/۲	-۳/۸
	C6	۳۵/۱±۰/۵**	-۰/۰۷±۰/۵ns	-۱۲±۲/۱۲**	-	-	۱۳/۲±۲	۱/۵	۱۶۶
	C7	۳۷/۸±۰/۹**	-۴/۲±۰/۴**	۶/۳±۱/۲**	۱/۹±۰/۹*	-۷/۲±۱/۸**	-	۶/۳*	-۱/۵۲
	C8	۴۷/۵±۰/۴**	۴/۵±۰/۴**	۱۶/۲±۲/۲**	-	-	۱۴/۱±۲/۳**	۵/۹	-۳/۶
تعداد شاخه اولیه در بوته	C1	۱/۸±۰/۰۵**	-۰/۳۷±۰/۰۶**	-۰/۲۵±۰/۱**	-	-	-	۷/۰۸	۰/۶۷
	C2	۱/۹±۰/۰۷**	۰/۳۲±۰/۶۵**	-	۰/۱۲±۰/۰۸ns	-	-	۵/۹۷	-
	C3	۱/۳±۰/۱۲**	-۰/۵۵±۰/۰۷**	۱/۰۲±۰/۱۷**	۰/۴۹±۰/۱۴**	-	-	۸/۴	-۷/۴
	C4	-۲/۵±۰/۴**	-۰/۵۲±۰/۰۶**	۱۱/۸±۱/۲**	۴/۳±۰/۴**	-	-۶/۹±۰/۸**	۴/۳۱*	-۲۲/۸
	C5	۱/۷±۰/۰۴**	۰/۱۹±۰/۰۵**	-	-۰/۲۵±۰/۰۷**	-	-	۰/۷۸	-
	C6	۱/۶±۰/۰۴**	-۰/۳۶±۰/۰۷**	-	۰/۵۲±۰/۰۹**	-	-	۲/۶	-
	C7	۰/۶±۰/۳۴ns	۰/۴۸±۰/۰۵**	۳/۲±۰/۹**	۱/۱±۰/۳۳**	-	-۱/۹۸±۰/۶**	۴/۹۹	۶/۷۵
	C8	۱/۳±۰/۰۵	-۰/۱۲±۰/۰۶	۰/۶۸±۰/۰۹	-	-	-	۱/۸۸	-۵/۸
تعداد غلاف در بوته	C1	-	-	-	-	-	-	-	-
	C2	۳۳/۶ ± ۵/۱**	۳/۴ ± ۱/۵*	۲۶/۷± ۶/۸**	۲۲/۹ ± ۵/۴**	-	-	۷/۶*	۷/۸۲
	C3	۳۸/۱ ± ۱/۲**	-۱۲/۳ ± ۱/۲**	۹/۶ ± ۲/۰۴**	-	-	-	۷/۲۲	-۰/۷۸
	C4	۲۱/۵ ± ۴/۶**	-۲۰/۷ ± ۱/۵**	۳۱ ± ۶/۱**	۲۸/۳ ± ۴/۸**	-	-	۵/۵۳	-۱/۵
	C5	۲۰/۴ ± ۲/۹**	-۴/۶ ± ۰/۷**	۳۲/۶ ±۴/۲**	۷/۵ ± ۳/۰۲*	-۳۳/۱±۷/۹۸**	-	۶/۰۷*	-۷/۱۳
	C6	-۷/۹ ±۱۱/۱ ns	۲/۱ ±۲/۱ ns	۱۲۰ ±۳۰/۸**	۷۶/۶ ±۱۰/۸**	-	-۶۳/۲ ±۲۰/۲**	۰/۸	۵۷/۷
	C7	-۳۱/۸ ±۹/۴**	۱۱/۹±۱/۳۵**	۱۷۳/۵ ±۲۵**	۸۴/۹ ±۹/۴**	-	-۸۴/۲±۱۶/۲**	۰/۱۴۹	۱۴/۶
	C8	-۳۶/۳ ± ۲/۳**	-۶/۴±۱/۳۲**	۲۰۸/۸±۳۵**	۷۷/۹± ۲/۱**		-۱۱۴±۲۳/۲**	۲/۴۷	۳۲/۷
وزن صد دانه	C1	۳۳/۱ ±۰/۹**	-۳/۸ ±۰/۵**	-۵/۲ ± ۱/۱**	-۵/۴ ±۱/۱**	-۷/۲ ±۱/۶**	-	۵/۹*	۱/۳۹
	C2	۲۲/۸ ±۰/۶**	۳/۴ ±۰/۱۶**	۷/۰۵ ±۰/۸**	۴/۳ ±۰/۶۷**	۵/۲ ±۰/۹۹**	-	۱/۵۴	۲/۰۸
	C3	۲۷/۲±۰/۱۴**	۰/۴۴ ±۰/۲*	-	-۲/۵ ±۰/۲۷**	-	-	۶/۱۶	-
	C4	۲۱/۹±۰/۴۴**	-۰/۸ ±۰/۲۶**	۵/۹ ±۰/۶۳**	۲/۴±۰/۵۱**	۳/۷±۰/۹**	-	۳/۳۳	-۷/۶
	C5	۲۵/۸±۰/۲ **	-۰/۶۴±۰/۱۵**	-	-۱/۴ ±۰/۲۴**	-	-	۵/۴۳	-
	C6	۲۵/۷±۰/۱۷**	۲/۹ ± ۰/۲**	۳/۵ ±۰/۲۳**	-	-۳/۷ ±۰/۹**	-	۹*	۱/۲۱
	C7	۲۷ ±۰/۲۹ **	۰/۹۴ ±۰/۲۹**	-۱/۱ ±۰/۴۳ *	-	-	-	۲/۱۵	-۱/۱۶
	C8	۲۳/۹±۰/۱۲**	-۰/۵۵±۰/۱۳**	۰/۸۲±۰/۲۳**	-	۳/۱±۰/۹۳**		۱/۸۷	-۱/۵۱

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۳

صفات	تلاقی	[m]	[d]	[h]	[i]	[j]	[l]	χ^2	[h/d]
عملکرد دانه در بوته	C1	-	-	-	-	-	-	-	-
	C2	-۳۰/۷± ۵/۸**	۱۱/۸ ± ۱/۴**	۱۲۲/۵±۱۶/۵**	۵۴/۲± ۵/۷**	-۳۷/۵± ۵/۷**	-۷۱/۹±۱۰/۸**	۰/۰۰	۱۰/۴۲
	C3	۶/۹ ±۱/۱**	-۳/۴ ±۰/۴**	۹/۰۲ ±۱/۴۲**	۲/۹۳ ± ۱/۲*	-۷/۶±۲/۸**	-	۶/۳*	-۲/۶۳
	C4	۲/۱±۱/۵ ^{ns}	-۷/۲±۰/۷**	۱۵/۷±۲/۱**	۱۲/۲±۱/۶**	-	-	۷/۹*	-۲/۲
	C5	۷/۲ ±۰/۲۹**	-۱/۲±۰/۳**	۵/۷ ±۰/۶۷**	-	-۶/۶ ±۲/۹*	-	۶/۵۲*	-۴/۸۸
	C6	۳/۶ ±۱**	۳/۹ ±۰/۸**	۱۳/۴±۱/۵**	۱۴/۶ ±۱/۳**	-	-	۵/۰۵	۳/۴۵
	C7	-۶/۸ ±۲/۹۷*	۷/۴ ±۰/۹**	۳۹/۵ ±۷/۹۹**	۲۴/۳ ±۳**	-	-۱۴/۷± ۵/۳**	۲/۲۵	۵/۳۴
	C8	۲/۴±۱/۳ ^{ns}	-۲/۲±۰/۴۴**	۱۵/۰۳±۲/۱**	۸/۴±۱/۳۴**	-	-	۱/۹۷	-۶/۷۵

C1 (ILC3279×ILC588); C2 (هاشم × ILC588); C3 (ILC3279×ICCV2); C4 (هاشم ×$ICCV_2$); C5 (آرمان× هاشم); C6 ($ICCV_2$ × ILC588); C7 ($ICCV_2$ × آرمان); C8 (آرمان × ILC3297)

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

خنثی نموده و غیر معنی‌دار شدن میانگین کل را سبب می‌گردند. مقدار بالایی از اثر غالبیت [h] مثبت و معنی‌دار در مقایسه با اثر افزایشی [d] در این تلاقی‌ها نیز قابل توجه است که بیانگر اهمیت بیشتر اثرات ژنتیکی غیرافزایشی در مقایسه با اثرات ژنتیکی افزایشی در کنترل این صفت است. تفاوت مقادیر اثر غالبیت [h] در مقابل مجموع اثرات افزایشی ([i] +[d]) در تلاقی‌های مذکور به ترتیب ۱۰/۷، ۵/۱- و ۸/۸ می‌باشد. این نشان می‌دهد که هتروزیس با احتمال زیاد در جهت عملکرد دانه بیشتر در بوته اتفاق می‌افتد. در تلاقی پنجم (آرمان× هاشم) مدل ۴ پارامتری با اجزاء [m]، [d]، [h] و [j] بهترین برازش را برای توصیف توارث این صفت داشت. آزمون t برای تمام اجزای این مدل معنی‌دار شد. مقدار بالای اثر غالبیت [h] در مقایسه با اثر افزایشی [d] و حضور اثر متقابل افزایشی در غالبیت [j] منفی و معنی‌دار در این مدل نیز مشابه سایر مدل‌های تعریف شده در ارتباط با عملکرد دانه در بوته می‌باشد. در تلاقی هفتم مدل ۵ پارامتری با اجزاء [m]، [d]، [h]، [i] و [l] مناسب‌ترین مدل برای توجیه توارث این صفت است که تمام اجزاء مدل معنی‌دار هستند. از نکات قابل تأمل در این مدل می‌توان به مقدار بالای اثر غالبیت [h] در مقایسه با اثر افزایشی [d] و علامت مخالف اثر غالبیت [h] و اثر متقابل غالبیت در غالبیت [l] که بیانگر حضور اپی‌ستازی از نوع دوگانه است اشاره نمود. مقدار درجه غالبیت [h/d] برای تمام تلاقی‌ها در ارتباط با صفت عملکرد دانه در بوته بیشتر از یک می‌باشد که نشان‌دهنده اثر فوق غالبیت ژن‌هاست. با این تفاسیر می‌توان نتیجه گرفت که انتخاب در نسل‌های اولیه برای این صفت به هیچ وجه نمی‌تواند مؤثر واقع گردد.

بحث

مکانیسم زودرسی و فرار از خشکی مهمترین مکانیسم برای تحمل به خشکی در نخود محسوب می‌گردد در واقع ارقامی که فصل رشد خود را قبل از برخورد با هوای گرم و خشک اواخر فصل زراعی به اتمام می‌رسانند متحمل به خشکی نامیده می‌شوند (Anbessa et al., 2006). بنابراین محققین در برنامه‌های اصلاحی برای ایجاد و بالا بردن میزان تحمل به خشکی در نخود، دستیابی به واریته‌های زودرس و با عملکرد بالا را دنبال می‌کنند. برای بررسی این مکانیسم لازم است اطلاعات کافی در مورد توارث صفات تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی، تعداد روز تا رسیدگی و عملکرد دانه در دسترس باشد (Toker et al., 2007). در بررسی توارث صفات تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی مشخص شد که هر دوی اثرات ژنتیکی افزایشی و غیر افزایشی در کنترل این صفات دخیل هستند اما اثرات ژنتیکی غیر افزایشی نقش مهمتری را ایفا می‌کنند. لذا نمی‌توان به موفقیت انتخاب در نسل‌های اولیه بعد از تلاقی برای این صفات امیدوار بود. زیرا اثر اصلاحی (بخش افزایشی واریانس ژنتیکی) برای این صفات علیرغم معنی‌دار شدن در مقایسه با بخش غیر افزایشی بسیار کمتر و اندک است. اگر چه نقش اثرات ژنتیکی افزایشی برای تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی به مراتب پر رنگ‌تر از نقش این اثرات برای تعداد روز تا رسیدگی بود. مدل‌های برازش شده برای این صفات در تجزیه میانگین نسل‌ها برای تلاقی‌های مختلف همگی بر حضور اثرات اپی‌ستازی ژن‌ها در

Archive of SID

www.SID.ir

کنترل و توارث این صفات دلالت دارند. این امر با توجه به پلی‌ژنیک بودن این صفات قابل توجیه است. همچنین در تفسیر علامت پارامترهای موجود در مدل‌های برازش یافته برای تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی روشن شد که در مورد توارث این صفات اپی‌ستازی از نوع دوگانه وجود دارد. این شکل از اپی‌ستازی با کاهش تنوع در نسل F2 و دیگر نسل‌های در حال تفرق، سبب اختلال در پروسه انتخاب می‌گردد. علامت درجه غالبیت [h/d] برای این صفات نشان می‌دهد که نتاج در تلاقی‌های مختلف غالبیت نسبی به سمت والد زودرس دارند. این نشان‌دهنده غالبیت خالص برای زودرسی است. با در نظر گرفتن این موضوع می‌توان به تولید واریته‌های هیبرید زودرس به عنوان یک راهکار مناسب جهت تولید ارقام متحمل به خشکی و توسعه این ارقام در مناطق مختلف برای نخود امیدوار بود. اگر چه عملی ساختن این اندیشه فقط با تولید و توسعه لاین‌هایی با نر عقیمی ژنتیکی امکان‌پذیر خواهد بود. Kidambi et al. (1988)، Biçer & Şakar (2008)، Singh et al. (1993) و Malhotra & Singh (1989) نیز نتایج مشابهی را برای صفات تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی و تعداد روز تا رسیدگی گزارش نموده‌اند. ارتفاع پائین بوته نخود در مقایسه با دیگر محصولات مانند گندم در راستای برداشت مکانیزه این محصول، یک فاکتور بازدارنده می‌باشد. پائین بودن ارتفاع بوته در نخود علاوه بر کاهش عملکرد دانه در هکتار، به دلیل ایجاد اختلال در برداشت مکانیزه، تأثیر بسزایی در کاهش سطح زیر کشت و تولید کل این محصول در سطح کشور دارد. مشکل پائین بودن ارتفاع بوته نخود در مناطق خشک و نیمه خشک به مراتب حادتر است زیرا حادث شدن تنش خشکی در این مناطق به میزان بالایی از ارتفاع بوته این محصول می‌کاهد. همچنین وزن صد دانه از جمله صفات مهم و مورد توجه محققین در نخود است که علاوه بر تأثیر بر روی عملکرد دانه، در بازارپسندی این محصول نیز تأثیر بسزایی دارد. نتایج این تحقیق تماماً حاکی از نقش مهمتر اثرات ژنتیکی افزایشی در مقایسه با اثرات ژنتیکی غیر افزایشی در توارث و کنترل صفات ارتفاع بوته، تعداد شاخه اولیه در بوته و وزن صد دانه است. لذا به نظر می‌رسد انتخاب در نسل‌های اولیه بعد از تلاقی برای یافتن ژنوتیپ‌هایی با مقادیر بالایی از این صفات منطقی و موفقیت‌آمیز خواهد بود. این نتایج با نتایج گزارش شده توسط دیگر محققین مطابقت داشت (Kidambi et al., 1988; Singh et al., 1992; Malhotra & Singh, 1989; Hovav et al., 2003; Biçer & Şakar, 2004; Anbessa et al., 2006). شناخت مؤلفه‌های ژنتیکی صفات پلی ژنتیک و اثرات محیطی، برای انتخاب روش‌های اصلاحی، اندازه جمعیت‌ها و شدت سلکسیون از اهمیت بالایی برخوردار است. با مطالعه و بررسی عملکرد دانه و صفت تعداد غلاف در بوته مشخص شد که این صفات توارث پیچیده‌ای دارند و علی‌رغم معنی‌دار شدن هر دوی اثرات ژنتیکی افزایشی و غیر افزایشی، نتایج حاصل از مدل های برازش یافته در تمام تلاقی‌ها حاکی از نقش مهمتر اثرات ژنتیکی غیر افزایشی در کنترل این صفات است. همچنین حضور اثرات متقابل غیر اللی به ویژه اثر متقابل غالبیت در غالبیت[l] در مدل‌های برازش شده برای این صفات در تجزیه میانگین نسل‌ها نشان‌دهنده مولتی ژن بودن و توارث پیچیده این صفات است. علامت پارامترهای حاضر در مدل‌های برازش یافته در بسیاری از این صفات نشان‌دهنده قدرت کاهندگی اثرات ژنتیکی افزایشی است، در واقع این اثرات غالبیت هستند که افزاینده این صفات هستند. نتیجتاً انتخاب در نسل‌های اولیه در جمعیت‌های در حال تفرق فاقد کارآیی می‌باشد. قدرت هتروزیس متوسطی برای بسیاری از این صفات مشاهده گردید اما با توجه به اتوگام بودن نخود و عدم وجود سیستم نر عقیمی پایدار در این محصول استفاده از آن مشکل است. میانگین درجه غالبیت برای اکثر صفات مورد مطالعه در بیشتر تلاقی‌ها بیشتر از یک بود که نشان‌دهنده اثر فوق غالبیت ژن‌ها است. در حالی که Biçer & Şakar (2008) غالبیت نسبی را برای بیشتر صفات در نخود گزارش کرده‌اند. Muehlbauer & Singh (1987) اثر فوق غالبیت را برای صفات تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه، تعداد غلاف و تعداد دانه در نخود گزارش نموده‌اند.

Dhaiwal & Gill (1973) برای تعداد شاخه‌های اولیه و ثانویه، تعداد غلاف و دانه در بوته اثر فوق غالبیت را گزارش کردند. همچنین گزارش کردند که تعداد

Archive of SID

www.SID.ir

غلاف و عملکرد دانه در بوته اثر فوق غالبیت مثبت را نشان می‌دهند در حالی که تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی فوق غالبیت منفی و وزن صد دانه عدم وجود غالبیت را بروز داده‌اند. از آنجایی که حضور اثرات اپی‌ستازی دوگانه و نقش اصلی اثرات ژنتیکی غیر افزایشی برای اکثر صفات مورد بررسی مانع از موفقیت انتخاب در نسل‌های اولیه می‌گردد و انتخاب در نسل‌های پیشرفته نیز اداره جمعیت‌های خیلی بزرگ را می‌طلبد که مستلزم زمان و هزینه‌های فراوان است، لذا تولید لاین‌هایی با سیستم نر عقیمی و استفاده از قدرت هتروزیس در واریته‌های هیبرید نخود یکی از بهترین راهکارهای پیشرفت برنامه‌های اصلاحی این محصول است. از میان روش‌های کلاسیک اصلاح نباتات روش بالک تک بذر مناسب‌تر از دیگر روش‌ها برای اصلاح اکثر صفات در نخود به نظر می‌رسد، زیرا در این روش انتخاب در نسل‌های اولیه در حال تفرق صورت نمی‌گیرد و از طرف دیگر به دلیل اینکه از تک بذر استفاده می‌گردد، حجم کار کاهش یافته و اداره جمعیت‌های بزرگ تسهیل می‌گردد. همچنین می‌توان از روش دابل‌ها پلوئیدی برای اصلاح نخود استفاده نمود زیرا در این روش با کشت بساک و تولید گیاهان دابل هاپلوئید، جمعیت‌هایی هموزیگوت و خالص ایجاد خواهد شد که به راحتی می‌توان لاین‌های مورد نظر را مورد گزینش قرار داد.

REFERENCES

1. Adeyanju, A. & Ishiyaku, M. F. (2007). Genetic study of earliness in cowpea (*Vigna unguiculata* L. *Walp*) under screen house condition. *International Journal of Plant Breeding and Genetics*, 1(1), 34-37.
2. Allard, R. W. (1960). *The principles of plant breeding*. John Willy and Sons New York,
3. Anbessa, Y., Warkentin, T., Vandenberg, A. & Ball, R. (2006). Inheritance of time to flowering in chickpea in short – season temperate environment. *J Hered*, 97, 55-61.
4. Baghizade, A., Talley, A., Zinali, H. & Naghavi, M. R. (2004). *Study of associate Traits with Yield of Barley through generation mean analysis and molecular markers*. Ph.D. Dissertation. Agriculture Faculty of Karaj. Tehran University, Iran. 89PP.
5. Biçer, B. T. & Şakar, D. (2008). Gene effects of some traits in chickpea. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 6(2), 209-212.
6. Biçer, B. T. & Şakar, D. (2008). Heritability and gene effects for yield and yield components in chickpea. *Hereditas*, 145, 220-224.
7. Dhaiwal, H. S. & Gill, A. S. (1973). Studies of heterosis, combining ability and inheritance of yield and yield components in a diallel cross of Bengal gram (*Cicer arietinum* L.). *Theor Appl Genet*, 43, 381-386.
8. Falconer, D. S. (1989). *Introduction to quantitative genetics*. (3rd ed.), Longman, UK,
9. Food & Agricultural Organization of the United Nations. (2007). *FAO Statistical Databases*, FAO, Rome available at http://faostat.fao.org/site/340/default.aspx
10. Ghanadha, M. R. (1999). Gene action for resistance in mature stage than in yellow rust in wheat. *Journal of Iranian Agriculture Science*, 30(2), 397-407.
11. Girase, V. S. & Deshmukh, R. B. (2000). Gene action for yield and it's components in chickpea. *Indian J Genet*, 60, 185-189.
12. Hayman, B. L. (1958). The Separation of epistatic from additive and dominance variation in generation means. *Heredity*, 12, 371-390.
13. Hovav, R., Upadhyaya, K. C., Beharav, A. & Abbo, S. (2003). Major flowering time gene and polygene effects on chickpea seed weight. *Plant Breeding*, 122, 539-541.
14. Kashiwagi, J., Krishnamurthy, L., Upadhyaya, H. D., Krishna, H., Chandra, S., Vadez, V. & Serraj R. (2006). Genetic variability of drought avoidance root traits in the mini- core germplasm collection of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Euphytica*, 146, 213-222.
15. Kearsey, M. T. & Pooni, H. S. (1998). *Genetical analysis of quantitative traits*. Chapman and Hill Press.
16. Kidambi, S. P., Sandhd, T. S. & Bhullar, B. S. (1988). Genetic analysis of developmental traits in chickpea. *Plant Breeding*, 101, 225-235.
17. Kidambi, S. P., Tarlochan, S. S. & Balwant, S. B. (1990). Generation means analysis of agronomic traits in chickpea .Pp. 172. In: J. Janick and J. E. Simon (Eds.), *Advances in new crops*. Timber press, Portland, OR.
18. Kumar, J. & Abbo, S. (2001). Genetics of flowering time in chickpea and its bearing on productivity in semiarid environments. *Adv Agron*, 72, 122-124.
19. Mahmud, I. & Krammer, H. (1951). Segregation for yield, height and maturity following a soybean cross. *Agric J*, 43, 605-609.

Archive of SID

www.SID.ir

20. Malhotra, R. S. & Singh, K. B. (1989). Detection of epistasis in chickpea. *Euphytica*, 40, 169-172.
21. Mather, K. & Jinks, J. L. (1982). *Biometrical genetics. The study of continuous variation*. (3rd ed.). Chapman and Hall, New York, 396PP.
22. Muehlbauer, F. J. & Singh, K. B. (1987). Genetics of chickpea. In: M. C. Saxena and K. B. Singh (eds). *The Chickpea*. CABI P, 99 – 125.
23. Sabaghpour, S. H. (2003). Heritability estimates and genetic advance seed weight in chickpea. In: Proceedings of *Eighth genetics congress*, 30 May till 1 June in Tehran, Iran. pp, 98.
24. Sharmila, V., Ganesh, S. K. & Gunasekaran, M. (2007). Generation means analysis for quantitative traits in sesame (*Sesamum indicum* L.) crosses. *Genetics and Molecular Biology*, 30(1), 80-84.
25. Singh, O., Gowda, C. L. L., Sethi, S. C., Dasgupta, T., Kumar, J. & Smithson, J. B. (1993). Genetic analysis of agronomic characters in chickpea. III. Estimates of genetic variances from line × tester mating designs. *Theor Appl Genet*, 85, 1010-1016.
26. Singh, O., Gowda, C. L. L., Sethi, S. C., Dasgupta, T. & Smithson, J. B. (1992). Genetic analysis of agronomic characters in chickpea. I. Estimates of genetic variances from diallel mating designs. *Theor Appl Genet*, 83, 956-962.
27. Srivastava, J. P. E. (1987). *Drought tolerance in winter cereals*. John Wiley and Sons Chapter, 21, 274-293.
28. Stoddard, F. L., Balko, C., Erskine, W., Khan, H. R., Link, W. & Sarker, A. (2006). Screening techniques and sources of resistance to a biotic stresses in cool-season food legumes. *Euphytica*, 147, 167-186.
29. Toker, C., Liuch, C., Tejera, N. A., Serraj, R. & Siddique, K. H. M. (2007). Abiotic stresses. In: S. S. Yadav, R. Redden, W. Chen & et al. (Eds). *Chickpea breeding and management*. CABI P, 474 – 496.
30. Warnner, J. N. (1952). A Method for estimating heritability. *Agron. J*, 44, 427-430.
31. Zaffar Iqbal, M. & Aslam Nadim, M. (2003). Generation means analysis for seed cotton yield and number of sympodial branches per plant in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Asian Journal of plant Sciences*, 2(4), 395-399.

Archive of SID

www.SID.ir