



مقایسه‌ی مشاهده‌ای صفات کمی، برآورد هتروزیس و درجه غالبیت در هیبریدهای حاصل از جمعیت‌های اصلاحی بذر حقیقی سیب‌زمینی

داوود حسن‌پناه^۱

چکیده

به منظور ایجاد تنوع ژنتیکی و استفاده از آنها در برنامه‌های اصلاحی، تعداد ۱۰۵ هیبرید انتخابی در طی چهار سال (۸۹-۱۳۸۶) با ارقام آگریا، ساوالان، بورن، کنبک و کایزر به عنوان والدین هیبریدها در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل براساس طرح آماری آگمنت در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ کشت گردیدند. عملکرد غده قابل فروش در والدین هیبریدها ۵۲-۴۲ تن در هکتار و در هیبریدها ۱۳۸/۸-۱۰/۴ تن در هکتار برآورد شد. عملکرد غده قابل فروش هیبریدها دارای ۲۳/۸۱ درصد فوق‌غالبیت، ۵۲/۳۸ درصد غالبیت ناقص، ۱۳/۳۳ درصد کاهش غالبیت و ۱۰/۴۸ درصد غالبیت سرگردان بودند. حدود ۲۴ درصد هیبریدها عملکرد غده قابل فروش بیشتری نسبت به والدین داشتند. میزان هتروزیس برای عملکرد غده قابل فروش ۵۸ درصد به‌دست آمد. پس از بررسی نتایج از لحاظ عملکرد غده قابل فروش، یکنواختی غده، سطحی بودن عمق چشم، کوتاه بودن استولون، رنگ پوست و گوشت زرد، میزان هتروزیس و درجه غالبیت، تعداد ۲۸ هیبرید انتخاب شدند. از هیبریدهای انتخابی، تعداد ۱۴ هیبرید به تلاقی ساوالان × کایزر (۰۲۱، ۰۲۲، ۰۲۳، ۰۲۵، ۰۲۶، ۰۴۹، ۰۵۷، ۰۸۱، ۰۸۷، ۰۸۸، ۰۹۵، ۰۹۸، ۰۱۰۴ و ۰۱۰۵)، چهار هیبرید به تلاقی آگریا × ساوالان (۰۵۰۰، ۰۵۰۲، ۰۵۰۳ و ۰۵۰۸) و پنج هیبرید به تلاقی آگریا × کایزر (۰۶۱۱، ۰۶۱۳، ۰۶۱۶، ۰۶۱۸ و ۰۶۲۳) با گروه رسیدگی زودرس تا متوسط‌زودرس؛ تعداد یک هیبرید به تلاقی ساوالان × بورن (۰۲۰۵)، تعداد دو هیبرید به تلاقی کایزر × ساوالان (۰۳۰۰ و ۰۳۰۳) و تعداد دو هیبرید به تلاقی کنبک × کایزر (۰۴۰۱ و ۰۴۰۳) با گروه رسیدگی متوسط‌دیررس تعلق داشتند.

واژگان کلیدی: جمعیت اصلاحی، درجه غالبیت، هتروزیس، هیبرید، *Solanum tuberosum*.

مقدمه

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum*) گیاهی یک‌ساله و اتوتتراپلوئید که به دو روش جنسی و غیرجنسی تکثیر می‌شود. ارقام زراعی و کلون‌های تولیدی به صورت غیرجنسی از طریق غده تولید و تکثیر می‌یابند. خصوصیت مهم سیب‌زمینی تکثیر غیرجنسی آن است که باعث تثبیت ژنتیکی می‌شود. بنابراین، هرگونه گزینش از یک ژرم‌پلاسِم، بدون تغییر خواهد ماند و می‌توان واریته‌های جدید را از نسل F_1 گزینش نمود (Demeke et al., 1996). جوامع ژنتیکی جدید به صورت جنسی و از طریق خودگرده‌افشانی و یا دگرگرده‌افشانی تولید می‌شوند. به‌نژادگر می‌بایست تلاش نمایند تا ارقام زراعی موجود را بهبود بخشند. یک رقم زراعی وقتی قابل معرفی است که حداقل از نظر یک صفت مهم بهتر از شاهد باشد و از نظر سایر صفات به طور معنی‌دار ضعیف‌تر از شاهد نباشد (Kalloo and Bergh, 2000). نخستین مرحله در برنامه به‌نژادی یک رقم زراعی، ایجاد جمعیتی است که از نظر صفات مورد نظر به‌نژادگر دارای تنوع ژنتیکی مناسب باشد (Tabanao and Bernardo, 2005). ایجاد تنوع ژنتیکی از طریق تهیه بذر دورگ میسر است (Vidal-Martinez et al., 2001). یک اصلاح‌گر در صورتی در برنامه‌های اصلاحی موفق خواهد بود که امکان انتخاب مواد مناسب و تنوع کافی در اختیار داشته باشد. این تنوع را هم به صورت طبیعی و هم به صورت مصنوعی می‌توان ایجاد کرد. به طور کلی، یکی از قدم‌ها در یک برنامه موفق به‌نژادی، تشخیص ژنوتیپ‌های مطلوب است

(Salehi Jozani et al., 2003). میزان تنوع موجود در گونه‌های گیاهی مبنای انتخاب مؤثر ارقام را فراهم می‌آورد و تغییرات ژنوتیپی مربوط به تفاوت ژنوتیپی میان افراد در داخل یک جمعیت بوده و هدف عمده اصلاح نباتات می‌باشد (Farshadfar, 1997). باید توجه داشت اندازه جمعیت نقش به‌سزایی در رسیدن به هدف و انتخاب رقم مطلوب دارد و از دو طریق می‌توان به جمعیت مورد نظر دست یافت: ۱- تعداد زیادی تلاقی با تعداد کمی والد و ۲- تعداد کمی تلاقی با تعداد زیادی والد که روش اول مطلوب‌تر می‌باشد. جهت ایجاد جمعیت مورد نظر در سیب‌زمینی و افزایش شانس موفقیت معمولاً سالانه ۱۵۰ تا ۳۰۰ تلاقی انجام و ۷۰۰۰۰ تا ۱۵۰۰۰۰ عدد بذر حاصل از آن کاشته می‌شود (Hoopes and Plaisted, 1987).

هتروزیس را زمانی می‌توان بیان نمود که والدین یک هیبرید در یک مکان دارای آلل‌های مختلف باشد (Falconer, 1981). هتروزیس نتیجه فوق‌غالبیت، غالبیت کامل، غالبیت ناقص، اپیستازی و ممکن است ترکیبی از تمام آلل‌ها باشد (East, 1936; Comstock and Robinson, 1952). هتروزیس یا قدرت هیبرید به عنوان کارایی بهبود برای تولید هیبرید F_1 از طریق دورگ‌گیری بین دو والد می‌باشد (Biswas et al., 2005). مول و استوبر (Moll and Stuber, 1974) گزارش کردند که هر ترکیب از میان تنوع والدین، هیبرید بالاتر از والدین تولید کند، ممکن است دارای ژن‌های غالبیت مطلوب، فوق‌غالبیت یا عمل اپیستازی بین ژن‌ها باشد. هتروزیس مثبت و منفی برای بهبود و اصلاح گیاهان مفید می‌باشد. به عنوان مثال هتروزیس مثبت برای عملکرد و

نیاز حدود ۱۰ سال طول می کشد (Ross, 1986) و استفاده از بذر حقیقی سیب زمینی ضروری به نظر می رسد (Upadhy *et al.*, 1996; Wiersema,) و در ادامه (Wiersema and Cabello, 1986; Thompson and Mendoza, 1989). صفاتی که در این مرحله بررسی می شوند باید وارث پذیری بالایی داشته باشند (Lynch and Kozub, 1993). موسی پور گرجی (Mousapour Ghorji, 2005) با بررسی ۴۴ کلون سیب زمینی میزان توارث پذیری عمومی صفات عملکرد غده کل، قابل فروش، خوراکی، بذری و غیربذری به ترتیب ۷۳، ۸۷، ۷۹، ۸۱ و ۷۶ درصد گزارش نمود.

حسن آبادی (Hassanabadi, 2006) با بررسی ۱۴ هیبرید بذر حقیقی سیب زمینی، پنج نتاج برتر برای مطالعات سازگاری انتخاب نمود. حسن پناه و همکاران (Hassanpanah *et al.*, 2008b) از تعداد پنج نتاج حاصل از بذر حقیقی سیب زمینی طی دو سال آزمایش در منطقه اردبیل دویست کلون انتخاب که جهت ادامه مطالعه برای معرفی ژنوتیپ های برتر از روش سلکسیون کلونی استفاده نمودند. دویست کلون انتخابی را طی سه سال آزمایش در منطقه اردبیل بررسی و در نهایت پنج کلون امیدبخش جهت بررسی نهایی انتخاب نمودند. حسن پناه و همکاران (Hassanpanah *et al.*, 2008a) به منظور ارزیابی تعداد ۱۲ کلون امیدبخش و ارقام برتر، نتیجه گرفتند که ارقام سانته، آلمرا، بانبا و کلون ATZIMBA×TPS-67-8 دارای بیشترین عملکرد غده کل و قابل فروش، وزن غده در بوته، تعداد و وزن غده بین ۳۵-۵۵ میلی متر بودند. حسن پناه و حسن آبادی

هتروزیس منفی برای زودرسی مناسب است. مندوزا و هانس (Haynes and Mendoza, 1974) با بررسی مدل واکنش ژن فوق غالبیت در بیان هتروزیس برای عملکرد سیب زمینی اتوتراپلوئید نتیجه گرفتند برای پیشرفت ژنتیکی قابل توجه در عملکرد، باید تنوع ژنتیکی کلون های والدین افزایش یابد.

دایال و همکاران (Dayal *et al.*, 1988) با بررسی ۷۲ هیبرید برای هتروزیس والد برتر در گیاه سیب زمینی نتیجه گرفتند که دامنه هتروزیس از ۳۳/۲- تا ۳۰/۹ درصد در F1 مشاهده شد. میزان هتروزیس برای عملکرد غده و تعداد برگ در ساقه اصلی ۱۷۴-۲ درصد بود. گوپال (Gopal, 1998) با بررسی تعداد ۷۲ پروژنی و والدین آنها برای مقاومت به بلایت زودرس سیب زمینی نتیجه گرفت نتاج حاصل بهتر از متوسط والدین بودند. نتاج مربوط به هر دو والد یا والد برتر منجر به انتخاب نتاج مقاوم به بلایت سیب زمینی شد. پاتل و همکاران (Patel *et al.*, 2007) میزان هتروزیس برای عملکرد غده در هیبرید Kufri-Lauvkar×DP-9904 را ۳۵/۱۵ درصد گزارش کردند. این محققین بالاترین هتروزیس را در تعداد غده و تعداد برگ در بوته، متوسط هتروزیس را در تعداد روز تا رسیدن، ارتفاع بوته، وزن تر اندام های هوایی بوته و درصد ماده خشک و کمترین هتروزیس را در عملکرد بوته، متوسط وزن غده، شاخص برداشت و تعداد ساقه در بوته گزارش نمودند. فرزانه و همکاران (Farzane *et al.*, 2012) ژنوتیپ Mb3 را بهترین ترکیب برای عملکرد گزارش کردند.

تولید رقم جدید سیب زمینی با توجه به نوع

(Hassanpanah and Hassanabadi, 2010) نتیجه گرفتند کلون‌های ۳-۳۹۷۰۰۹ و ۱۰-۳۹۷۰۰۸ و رقم ساوالان نیمه‌متحمل تا متحمل و رقم آگریا حساس به تنش آبی بودند. فتحی و همکاران (Fathi et al., 2010) تعداد ۱۲۰ کلون حاصل از بذر حقیقی سیب‌زمینی را با ۵ رقم تجاری آگریا، مارفونا، دراگا، آگاتا و آریندا بررسی و در نهایت ده کلون امیدبخش جهت بررسی نهایی انتخاب نمودند. حسن پناه و حسن‌آبادی (Hassanpanah and Hassanabadi, 2011) با بررسی ۲۹ کلون امیدبخش کلون ۲-۳۹۷۰۹۷ را چندمنظوره برای صنعت فرآوری معرفی نمودند. این کلون در سال ۱۳۹۱ به عنوان دومین رقم ملی به نام خاوران نامگذاری شد.

تمامی ارقام مورد کشت و کار در کشور به جز رقم ساوالان و خاوران، ارقام وارداتی بوده و در شرایط آب و هوایی کشورهای وارد کننده اصلاح گردیده‌اند. از نظر اقتصادی سود حاصل از معرفی یک رقم سیب‌زمینی می‌تواند از جنبه‌های مختلف مانند افزایش سود ناشی از بالا رفتن عملکرد، خاصیت انبارمانی بهتر، مقاومت به بیماری‌ها و مصرف سموم کمتر، جذب روغن کمتر در امر فرآوری و یا موارد مشابه مورد توجه قرار گیرد. براساس آخرین آمار وزارت جهاد کشاورزی، سطح زیرکشت سیب‌زمینی کشور حدود ۱۴۹ هزار هکتار با تولید حدود ۴/۰۳ میلیون تن و متوسط عملکرد غده آبی ۲۷ تن در هکتار می‌باشد (Anonymous, 2011). بر این مبنا در صورتی که رقم برتر ۱۰ درصد نسبت به شاهد افزایش عملکرد داشته باشد افزایش تولید بالقوه حاصل از جایگزینی رقم در کل کشور می‌تواند به نیم میلیون تن در سال بالغ

شود.

هدف از این پژوهش بررسی مشاهده‌ای صفات کمی و تعیین پارامترهای مهم ژنتیکی از جمله هتروزیس والد برتر و درجه غالبیت هیبریدها از لحاظ صفات عملکرد غده قابل فروش، رسیدگی، یکنواختی غده، رنگ گوشت زرد، طول استولون کوتاه و سطحی بودن عمق چشم نسبت به والدین می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تعداد ۱۰۵ هیبرید انتخابی در طی چهار سال (۸۹-۱۳۸۶) با ارقام آگریا، ساوالان، کنبک، بورن و کایزر به عنوان والدین آنها در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ کشت گردید. از ۱۰۵ هیبرید کشت شده، تعداد ۶۹ هیبرید مربوط به تلاقی ساوالان × کایزر ؛ تعداد ۳ هیبرید مربوط به تلاقی ساوالان × بورن ؛ تعداد ۵ هیبرید مربوط به تلاقی کایزر × ساوالان ؛ تعداد ۵ هیبرید مربوط به تلاقی کنبک × کایزر ؛ تعداد ۸ هیبرید مربوط به تلاقی آگریا × ساوالان و تعداد ۱۵ هیبرید مربوط به تلاقی آگریا × کایزر بود. هیبریدها در کرت‌های به طول ۲ متر در یک ردیف به فاصله ۷۵ سانتی‌متر از همدیگر و فاصله بین دو بوته ۲۵ سانتی‌متر در آزمایش مقدماتی براساس طرح آماری آگمنت در پنج بلوک کشت شدند. مصرف کودهای فسفاته در دو نوبت (۵۰ درصد موقع کاشت و ۵۰ درصد در دوره تشکیل غده)، نیتروژنه در سه نوبت (۲۵ درصد موقع کاشت، ۵۰ درصد در زمان سبز شدن و ۲۵ درصد بلافاصله پس از تشکیل غده) و پتاسه

فوق غالبیت، کوچک‌تر از یک کاهش غالبیت، بین صفر و یک غالبیت ناقص، بین ۰/۵ و ۰/۵- غالبیت سرگردان و بین ۰/۵ و ۱ غالبیت جزئی یا ناچیز می‌باشد.

هتروزیس: میزان هتروزیس والد برتر با استفاده از روش ورمانی (Virmani et al., 1997) محاسبه شد.

$$H = \frac{F1 - P}{P} \times 100$$

که در آن H: هتروزیس والد برتر، F1: میانگین هیبرید و P: میانگین والد برتر می‌باشد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه نشان داد که بین بلوک و ارقام از لحاظ کلیه صفات اختلاف معنی‌داری وجود دارد. به علت معنی‌دار بودن بلوک، میانگین صفات اندازه‌گیری شده، در هیبریدها تصحیح شدند.

عملکرد هدف اصلی هر برنامه اصلاحی است. عملکرد قابل فروش نسبت به عملکرد کل اهمیت بیشتری دارد. عملکرد غده قابل فروش در والدین هیبریدها بین ۵۲-۴۲ تن در هکتار (جدول ۱) و در هیبریدها ۱۳۸/۸-۱۰/۴ تن در هکتار مشاهده شد (جدول ۲-۷). نتایج حاصل از تلاقی ساوالان × کایزر دارای عملکرد غده قابل فروش بین ۱۳۸/۸۰-۱۰/۴۰ تن در هکتار (جدول ۲)؛ تلاقی ساوالان × بون ۱۰۹/۶۴-۶۲/۴۰ تن در هکتار (جدول ۳)؛ تلاقی کایزر × ساوالان ۷۸/۶۴-۱۶/۰۰ تن در هکتار (جدول ۴)؛ تلاقی کنبک × کایزر ۱۰۹/۶-۱۵/۲۰ تن در هکتار (جدول ۵)؛ تلاقی آگریا × ساوالان ۱۱۹/۴۴-۴۶/۴۰ تن در هکتار (جدول ۶) و تلاقی

در یک نوبت (موقع کاشت) براساس آزمون خاک بود. برای کنترل آفت سوسک کلرادو از سم کنفیدور به مقدار ۲۵۰ میلی‌لیتر در هکتار در دو نوبت استفاده گردید. برای مبارزه با علف‌های هرز در دو نوبت قبل از غده‌زایی و جین دستی صورت پذیرفت. در طی دوره رشد و پس از رسیدگی فیزیولوژیکی هیبریدها، صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته، تعداد و وزن غده در بوته، متوسط اندازه غده و عملکرد غده قابل فروش اندازه‌گیری شد.

داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات مورد مطالعه در ارقام (شاهد) و هیبریدها در نرم افزار "آنالیز طرح آگمنت" در وب سایت "موسسه تحقیقات آمار کشاورزی هند" آنالیز گردید.

با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری شده، میزان هتروزیس والد برتر و درجه غالبیت در هیبریدهای حاصل از جمعیت‌های اصلاحی به شرح ذیل محاسبه شد.

درجه غالبیت: درجه غالبیت با استفاده از روش بیبل و آتکینس (Biel and Atkins, 1965) محاسبه گردید:

$$HP = \frac{F - mp}{F1 - mp}$$

که در آن HP: درجه غالبیت، F: میانگین کل هیبریدهای تلاقی، mp: میانگین دو والد هیبرید و F1: میانگین هیبرید می‌باشد.

اگر درجه غالبیت مساوی صفر باشد بدون غالبیت، برابر یک غالبیت کامل، بزرگ‌تر از یک

۱ - Analysis of Augmented Designs

۲- Indian Agricultural Statistics Research Institute (IASRI)

هتروزیس برای عملکرد غده را ۳۵/۱۵ درصد گزارش نمودند. ایشان بالاترین هتروزیس را در تعداد غده و تعداد برگ در بوته و کمترین هتروزیس را در عملکرد بوته، متوسط وزن غده، شاخص برداشت و تعداد ساقه در بوته گزارش کردند.

تعداد، وزن و متوسط اندازه غده در بوته در والدین هیبریدها به ترتیب ۸-۳/۵ عدد، ۹۳۰-۷۹۰ گرم و ۱۱۷/۱۴-۷۵-۹۸ گرم (جدول ۱) و در هیبریدها به ترتیب ۳۰/۴-۲ عدد، ۳۴۰۰-۲۶۰ گرم و ۱۱۱۹/۲۳-۲۰/۴۳ گرم مشاهده شد (جدول ۹). تعداد غده در بوته هیبریدها دارای ۴۳/۸۱ درصد فوق‌غالبیت، ۲۷/۶۲ درصد غالبیت ناقص و ۲۸/۵۷ درصد کاهش غالبیت بودند. ۵۲/۳۸ درصد وزن غده در بوته هیبریدها فوق‌غالبیت، ۳۵/۲۴ درصد غالبیت ناقص و ۱۱/۴۳ درصد کاهش غالبیت بود. متوسط اندازه غده هیبریدها از ۳۷/۱۴ درصد فوق‌غالبیت، ۲۸/۵۷ درصد غالبیت ناقص، ۳۳/۳۳ درصد کاهش غالبیت و ۰/۹۵ درصد غالبیت سرگردان برخوردار بودند (جدول ۹). در این آزمایش هیبریدها دارای حدود ۴۴ درصد تعداد غده در بوته، حدود ۵۲ درصد وزن غده در بوته و حدود ۳۷ درصد متوسط اندازه غده بیشتری نسبت به والدین خود تولید نمودند. ارتفاع بوته در هیبریدها ۹۹/۰۵ درصد فوق‌غالبیت نشان داد (جدول ۸). ۹۹ درصد هیبریدها ارتفاع بوته بیشتری نسبت به والدین خود داشتند (جدول ۲-۷). هیبریدهای ۰۱۶، ۰۲۷، ۰۲۸، ۰۲۹، ۰۳۶، ۰۳۸، ۰۴۱، ۰۴۳، ۰۵۱، ۰۵۳، ۰۵۴، ۰۷۰، ۰۷۳، ۰۷۴، ۰۷۵، ۰۷۸، ۰۹۴، ۰۱۰۰، ۰۱۰۳، ۰۱۰۹

آگریا × کایزر ۳۰/۲۴-۱۲۶/۸۰ تن در هکتار (جدول ۷) بودند. عملکرد غده قابل فروش هیبریدها دارای ۲۳/۸۱ درصد فوق‌غالبیت، ۵۲/۳۸ درصد غالبیت ناقص، ۱۳/۳۳ درصد کاهش غالبیت و ۱۰/۴۸ درصد غالبیت سرگردان بودند. در این آزمایش حدود ۲۴ درصد هیبریدها دارای عملکرد غده قابل فروش بیشتری نسبت به والدین داشتند. بالاترین هتروزیس عملکرد غده قابل فروش در تلاقی ساوالان × کایزر به تعداد ۳۴ هیبرید (۰، ۰۲۱، ۰، ۰۲۲، ۰، ۰۲۳، ۰، ۰۲۵، ۰، ۰۲۶، ۰، ۰۳۰، ۰، ۰۳۱، ۰، ۰۳۳، ۰، ۰۴۰، ۰، ۰۴۹، ۰، ۰۵۶، ۰، ۰۵۷، ۰، ۰۵۹، ۰، ۰۶۰، ۰، ۰۶۳، ۰، ۰۶۴، ۰، ۰۶۶، ۰، ۰۶۹، ۰، ۰۷۱، ۰، ۰۷۹، ۰، ۰۸۱، ۰، ۰۸۲، ۰، ۰۸۷، ۰، ۰۸۸، ۰، ۰۹۳، ۰، ۰۹۵، ۰، ۰۹۸، ۰، ۰۹۹، ۰، ۱۰۲، ۰، ۱۰۴، ۰، ۱۰۵، ۰، ۱۰۶ و ۰، ۱۰۷)، تلاقی ساوالان × بورن به تعداد ۱ هیبرید (۰، ۰۲۰۵)، تلاقی کایزر × ساوالان به تعداد ۲ هیبرید (۰، ۰۳۰۰ و ۰، ۰۳۰۳)، تلاقی کنبک × کایزر به تعداد ۴ هیبرید (۰، ۰۴۰۱، ۰، ۰۴۰۳، ۰، ۰۴۰۵ و ۰، ۰۴۰۶)، تلاقی آگریا × ساوالان به تعداد ۶ هیبرید (۰، ۰۵۰۰، ۰، ۰۵۰۲، ۰، ۰۵۰۳، ۰، ۰۵۰۴، ۰، ۰۵۰۷ و ۰، ۰۵۰۸) تلاقی آگریا × کایزر به تعداد ۱۴ هیبرید (۰، ۰۶۰۰، ۰، ۰۶۰۲، ۰، ۰۶۰۳، ۰، ۰۶۱۰، ۰، ۰۶۱۱، ۰، ۰۶۱۳، ۰، ۰۶۱۴، ۰، ۰۶۱۵، ۰، ۰۶۱۶، ۰، ۰۶۱۸، ۰، ۰۶۲۳، ۰، ۰۶۲۵، ۰، ۰۶۲۷ و ۰، ۰۶۳۴) مشاهده شد (جدول ۲-۷). در این آزمایش میزان هتروزیس برای عملکرد غده ۵۸ درصد به دست آمد.

دایال و همکاران (Dayal et al., 1988) میزان هتروزیس را بین ۳۳/۲- تا ۳۰/۹ درصد در F1 گزارش کردند. میزان هتروزیس برای عملکرد غده و تعداد برگ در ساقه اصلی ۱۷۴-۲ درصد بود. پاتل و همکاران (Patel et al., 2007) میزان

در بوته بیشتری نسبت به والدین داشتند. ارقام و هیبریدهای که دارای تعداد ساقه‌های قوی، ایستاده و باز بوده و در چند هفته پس از کاشت دارای سبز یکنواخت هستند، انتخاب می‌شوند. هر چه رشد اولیه بوته‌ها سریع‌تر باشد عملکرد غده نیز بالا خواهد بود (Hassanpanah and Hassanabadi, 2011).

اصلاح برای تعداد روز تا رسیدگی از خصوصیات ژنتیکی مهم ژنوتیپ بوده و بستگی به عوامل محیطی دارد. در این تحقیق تعداد روز تا رسیدگی در والدین هیبریدها ۹۰-۱۱۵ روز (جدول ۱) بود در حالی در هیبریدها ۷۰-۱۱۵ روز مشاهده شد (جدول ۹). تعداد روز تا رسیدن هیبریدها ۸۷/۶۲ درصد غالبیت ناقص و ۱۲/۳۸ درصد برای رسیدگی متوسط زودرس نسبت به والدین متوسط دیررس کاهش غالبیت داشتند. هیبریدهای تلاقی ساوالان × کایزر ، آگریا × ساوالان و آگریا × کایزر با گروه رسیدگی زودرس تا متوسط زودرس و هیبریدهای ساوالان × بورن ، کایزر × ساوالان و کنبک × کایزر با گروه رسیدگی متوسط دیررس بودند. تعداد روز تا رسیدن در هیبریدهای زودرس نسبت به والدین خود ۲۰ روز بود. هیبریدهای شماره ۱-۱۰، ۳۳-۲۸، ۳۵، ۵۲ و ۵۷ تلاقی ساوالان × کایزر برای انتخاب رقم جدید زودرس توصیه می‌شود (جدول ۹). واریته‌های زودرس مناسب مناطق معتدل به طول روز ۱۵ تا ۱۷ ساعت احتیاج دارند. در حالی که واریته‌های دیررس تحت شرایط روز کوتاه و روز بلند تولید خوبی دارند. در مناطق گرمسیر ارقامی سازگار و

۰۱۱۱، ۰۱۱۴ و ۰۱۱۶ تلاقی ساوالان × کایزر ، هیبریدهای ۰۲۰۰ و ۰۲۰۴ تلاقی ساوالان × بورن ، هیبریدهای ۰۳۰۰، ۰۳۰۱، ۰۳۰۲، ۰۳۰۳ و ۰۳۰۴ تلاقی کایزر × ساوالان ، هیبریدهای ۰۴۰۲ و ۰۴۰۳ تلاقی کنبک × کایزر ، هیبریدهای ۰۵۰۲، ۰۵۰۳، ۰۵۰۴، ۰۵۰۵، ۰۵۰۷ و ۰۵۰۹ تلاقی آگریا × ساوالان و هیبریدهای ۰۶۰۰، ۰۶۰۲، ۰۶۱۰، ۰۶۱۱، ۰۶۱۵، ۰۶۱۶، ۰۶۱۸، ۰۶۲۵ و ۰۶۲۷ تلاقی آگریا × کایزر دارای ارتفاع بوته کمتری نسبت به والدین خود داشتند (جدول ۲-۷).

تعداد ساقه اصلی در بوته در والدین ۳-۴/۷۵ عدد (جدول ۱) و در هیبریدها ۴/۳۸-۹ عدد بود (جدول ۲-۷). بالاترین هتروزیس تعداد ساقه اصلی در بوته در هیبریدهای ۰۱۰، ۰۲۵، ۰۲۹، ۰۳۲، ۰۴۳، ۰۴۸، ۰۵۲، ۰۵۳، ۰۶۹، ۰۷۱، ۰۷۳، ۰۹۴، ۰۹۵، ۰۹۸، ۰۹۹، ۱۰۰ و ۱۰۳ تلاقی ساوالان × کایزر ، هیبرید ۰۲۰۵ تلاقی ساوالان × بورن ، هیبریدهای ۰۳۰۰، ۰۳۰۱ و ۰۳۰۲ تلاقی کایزر × ساوالان ، هیبریدهای ۰۴۰۱، ۰۴۰۲، ۰۴۰۳، ۰۴۰۵ و ۰۴۰۶ تلاقی کنبک × کایزر ، هیبریدهای ۰۵۰۲ و ۰۵۰۷ تلاقی آگریا × ساوالان و هیبریدهای ۰۶۰۰، ۰۶۰۲، ۰۶۰۳، ۰۶۱۳، ۰۶۱۵، ۰۶۱۶، ۰۶۲۳، ۰۶۲۵ و ۰۶۲۷ تلاقی آگریا × کایزر مشاهده گردید (جدول ۲-۷). تعداد ساقه اصلی در بوته هیبریدها دارای ۶۱/۹۰ درصد فوق‌غالبیت، ۴/۴۶ درصد غالبیت ناقص و ۳۳/۳۳ درصد غالبیت کاهشی بودند (جدول ۸). حدود ۶۱/۹۰ درصد هیبریدها دارای تعداد ساقه اصلی

بازارپسندی ارقام بسیار موثر بوده و ارقام با گوشت سفید و رنگ پوست قرمز از بازارپسندی کمتری برخوردار می‌باشند (Hassanpanah *et al.*, 2008a). موسی‌پور گرجی (Mousapour Ghorji, 2005) با در نظر گرفتن فاکتورهای عملکرد، تردی چیپس، قابلیت پذیرش عمومی و فرم غده، ارقام جلی، مارلا، کلمبوس، آگریا و اسپونتا را برای مصرف فرنچ فرایز و ارقام اسپریت و سانته را برای مصرف چیپس پیشنهاد نمود. هیبریدهای انتخابی دارای غده‌های یکنواخت و عمق چشم سطحی بودند. ظاهر غده تاثیر زیادی بر قابلیت عرضه محصول به بازار دارد. یکنواختی غده از نظر اندازه و شکل باید در حد قابل قبول باشد.

با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش، تعداد ۲۸ هیبرید از لحاظ صفات مطلوب از جمله عملکرد غده قابل فروش، یکنواختی غده، سطحی بودن عمق چشم، کوتاه بودن استولون و رنگ پوست و گوشت زرد و بازارپسندی بالا، هتروزیس و درجه غالبیت به عنوان هیبریدهای پیشنهادی جهت مطالعات تکمیلی معرفی شدند.

موفق هستند که بتوانند روز کوتاهی را تحمل کنند (Fox and Guerinot, 1998).

در نهایت پس از بررسی از لحاظ پرمحصولی، یکنواختی غده، سطحی بودن عمق چشم، کوتاه بودن استولون و رنگ پوست و گوشت زرد، تعداد ۲۸ هیبرید انتخاب شد. از هیبریدهای انتخابی تعداد ۱۴ هیبرید مربوط به تلاقی ساوالان × کایزر (۰.۲۱، ۰.۲۲، ۰.۲۳، ۰.۲۵، ۰.۲۶، ۰.۴۹، ۰.۵۷، ۰.۸۱، ۰.۸۷، ۰.۸۸، ۰.۹۵، ۰.۹۸، ۰.۱۰۴ و ۰.۱۰۵)، تعداد ۴ هیبرید مربوط به تلاقی آگریا × ساوالان (۰.۵۰۰، ۰.۵۰۲، ۰.۵۰۳ و ۰.۵۰۸) و تعداد ۵ هیبرید مربوط به تلاقی آگریا × کایزر (۰.۶۱۱، ۰.۶۱۳، ۰.۶۱۶، ۰.۶۱۸ و ۰.۶۲۳) با گروه رسیدگی زودرس تا متوسط زودرس؛ تعداد ۱ هیبرید مربوط به تلاقی ساوالان × بورن (۰.۲۰۵)، تعداد ۲ هیبرید مربوط به تلاقی کایزر × ساوالان (۰.۳۰۰ و ۰.۳۰۳) و تعداد ۲ هیبرید مربوط به تلاقی کنبک × کایزر (۰.۴۰۱ و ۰.۴۰۳) با گروه رسیدگی متوسط‌دیررس بود.

هیبریدهای انتخابی رنگ پوست و گوشت زرد داشتند. رنگ گوشت و پوست غده در

جدول ۱- میانگین صفات کمی در والدین هیبریدها

Table 1- Mean of quantitative traits in hybrids parent

رقم Cultivar	عملکرد غده قابل فروش Marketable tuber yield (t.ha ⁻¹)	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد ساقه اصلی Main stem number	وزن غده در بوته Tuber weight per plant (g)	تعداد غده در بوته Tuber number per plant	متوسط اندازه غده Tuber size average (g)	رسیدگی Maturity (day)
ساوالان Savalan	48	62.5	4.75	920	4.75	103.33	110
کایزر Ceaser	42	53.0	3.50	790	3.50	98.75	105
بورن Boren	44	60.0	3.00	930	6.00	105.00	90
کنبک Kennebek	52	55.0	3.50	830	8.00	117.14	110
آگریا Agria	45	63.5	3.75	790	6.00	103.33	115

جدول ۲- میانگین صفات کمی، میزان هتروزیس و درجه غالبیت در هیبریدهای تلاقی ساوالان × کایزر

Table 2- Mean of quantitative traits, heterosis and dominance degree in hybrids of Ceaser × Savalan cross

ردیف No.	تلاقی Cross	عملکرد غده قابل فروش Marketable tuber yield (ton ha-1)			ارتفاع بوته Plant height (cm)			تعداد ساقه اصلی Main stem number			وزن غده در بوته Tuber weight per plant (g)			تعداد غده در بوته Tuber number per plant			متوسط اندازه غده Tuber size average (g)		
		\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP
		1	04	68.52	-7.41	1.57	68.52	9.63	70.22	4.50	-5.26	-5.26	1710	83.87	1.54	13.50	184.21	1.15	126.67
2	08	83.20	12.43	0.66	83.20	33.12	73.31	3.75	-21.1	16.74	2080	123.66	1.07	2.00	-57.89	-5.07	1040.00	906.48	0.15
3	010	70.80	-4.32	1.29	70.80	13.28	71.15	5.17	8.84	1.79	1770	90.32	1.44	4.00	-15.79	-86.2	442.50	328.24	0.42
4	011	63.20	-14.59	3.18	63.20	1.12	64.98	2.25	-52.6	7.94	1580	69.89	1.82	22.20	367.37	0.60	71.17	-31.12	-4.77
5	015	72.35	-2.23	1.15	72.35	15.76	71.62	4.67	-1.68	-1.83	1810	94.62	1.38	8.07	69.89	2.73	224.29	117.06	1.16
6	016	61.41	-17.01	4.86	61.41	-1.74	59.80	4.25	-10.5	-27.3	1540	65.59	1.93	12.68	166.95	1.26	121.45	17.54	6.98
7	019	75.20	1.62	0.96	75.20	20.32	72.27	3.50	-26.3	12.34	1880	102.15	1.29	9.30	95.79	2.08	202.15	95.64	1.41
8	021	122.92	66.11	0.26	122.92	96.67	74.69	3.88	-18.3	22.58	3070	230.11	0.59	3.65	-23.16	-22.7	841.10	713.99	0.19
9	022	137.60	85.95	0.21	137.60	120.16	74.86	4.25	-10.5	-27.3	3440	269.89	0.51	30.40	540.00	0.41	113.16	9.51	11.75
10	023	102.75	38.85	0.37	102.75	64.40	74.30	4.08	-14.1	97.41	2570	176.34	0.77	20.93	340.63	0.64	122.79	18.83	6.55
11	025	121.60	64.32	0.26	121.60	94.56	74.68	6.75	42.11	4.17	3040	226.88	0.60	29.00	510.53	0.43	104.83	1.45	37.60
12	026	117.07	58.20	0.28	117.07	87.31	74.61	4.50	-5.26	-5.26	2930	215.05	0.63	24.93	424.84	0.52	117.53	13.74	8.64
13	027	60.67	-18.01	6.20	60.67	-2.93	55.80	4.92	3.58	0.55	1520	63.44	1.99	17.40	266.32	0.81	87.36	-15.46	-10.41
14	028	47.60	-35.68	-1.59	47.60	-23.84	81.27	4.25	-10.5	-27.3	1190	27.96	3.97	10.80	127.37	1.61	110.19	6.63	15.57
15	029	44.96	-38.16	-1.35	44.96	-28.06	80.10	5.88	23.79	3.39	1120	20.43	5.04	14.90	213.68	1.00	75.17	-27.25	-5.51
16	030	95.20	28.65	0.45	95.20	52.32	74.04	3.50	-26.3	12.34	2380	155.91	0.86	15.00	215.79	0.99	158.67	53.55	2.47
17	031	99.30	34.19	0.40	99.30	58.88	74.19	4.56	-4.00	-3.74	2480	166.67	0.81	6.95	46.32	3.81	356.83	245.33	0.56
18	032	72.00	-2.70	1.18	72.00	15.20	71.53	4.00	-15.8	38.74	1800	93.55	1.40	24.60	417.89	0.53	73.17	-29.19	-5.11
19	033	80.34	8.57	0.74	80.34	28.54	73.02	4.91	3.37	0.49	2010	116.13	1.14	16.43	245.89	0.88	122.34	18.39	6.69
20	036	55.87	-24.50	-7.77	55.87	-10.61	106.30	3.92	-17.5	25.86	1400	50.54	2.43	11.00	131.58	1.57	127.27	23.17	5.43
21	038	37.00	-50.00	-0.79	37.00	-40.80	78.36	4.25	-10.5	-27.3	930	0.00	18.74	10.80	127.37	1.61	86.11	-16.66	-9.54
22	040	82.00	10.81	0.69	82.00	31.20	73.20	2.75	-42.1	8.74	2050	120.43	1.10	16.40	245.26	0.88	125.00	20.97	5.94
23	041	10.40	-85.95	-0.35	10.40	-83.36	76.80	4.25	-10.5	-27.3	260	-72.04	-2.19	3.00	-36.84	-9.58	86.67	-16.13	-9.91
24	043	56.56	-23.57	-11.5	56.56	-9.50	124.11	5.00	5.26	1.03	1410	51.61	2.38	4.40	-7.37	39.18	320.45	210.13	0.65
25	046	63.08	-14.76	3.26	63.08	0.93	64.75	3.81	-19.8	18.84	1580	69.89	1.82	9.92	108.84	1.86	159.27	54.14	2.45
26	048	76.96	4.00	0.87	76.96	23.14	72.57	5.50	15.79	2.74	1920	106.45	1.24	5.60	17.89	7.31	342.86	231.81	0.59

HP: درجه غالبیت

H: هتروزیس والد برتر

ادامه جدول ۲
Continue Table 2

ردیف No.	تلافی Cross	عملکرد غده قابل فروش			ارتفاع بوته			تعداد ساقه اصلی			وزن غده در بوته			تعداد غده در بوته			متوسط اندازه غده		
		Marketable tuber yield (ton ha-1)			Plant height (cm)			Main stem number			Tuber weight per plant (g)			Tuber number per plant			Tuber size average (g)		
		\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP
27	049	131.60	77.84	0.23	131.60	110.56	74.80	3.13	-34.1	9.89	2290	221.51	0.62	9.60	102.11	1.97	238.54	1.04	130.85
28	051	131.60	-57.14	-0.63	31.72	-49.25	77.80	4.00	-15.8	38.74	790	-15.05	-18.7	9.20	93.68	2.12	85.87	-16.90	-9.39
29	053	31.72	-73.51	-0.43	19.60	-68.64	77.09	3.13	-34.1	9.89	490	-47.31	-3.54	10.70	125.26	1.64	4.87	-55.68	-2.58
30	054	42.40	-42.70	-1.06	42.40	-32.16	79.34	2.50	-47.4	8.28	1060	13.98	6.56	10.80	127.37	1.61	98.15	-5.01	-49.25
31	056	92.11	24.47	0.49	92.11	47.38	73.90	4.08	-14.1	97.41	2300	147.31	0.91	20.73	336.42	0.65	110.95	7.37	14.37
32	057	119.68	61.73	0.27	119.68	91.49	74.65	5.75	21.05	3.20	2990	221.51	0.62	5.80	22.11	6.43	515.52	398.90	0.34
33	059	94.27	27.39	0.46	94.27	50.83	74.00	6.08	28.00	3.63	2360	153.76	0.87	13.67	187.79	1.13	172.64	67.08	1.99
34	060	85.06	14.95	0.61	85.06	36.10	73.47	4.75	0.00	-0.86	2130	129.03	1.03	3.90	-17.89	-47.9	546.15	428.55	0.32
35	063	88.80	20.00	0.54	88.80	42.08	73.72	4.75	0.00	-0.86	2220	138.71	0.96	3.20	-32.63	-11.7	693.75	571.39	0.24
36	064	94.96	28.32	0.45	94.96	51.94	74.03	4.44	-6.53	-7.36	2370	154.84	0.87	6.75	42.11	4.10	351.11	239.80	0.57
37	065	64.00	-13.51	2.76	64.00	2.40	66.34	4.25	-10.5	-27.3	1600	72.04	1.77	12.60	165.26	1.27	126.98	22.89	5.49
38	066	92.80	25.41	0.48	92.80	48.48	73.93	4.00	-15.8	38.74	2320	149.46	0.90	3.80	-20.00	-33.2	610.53	490.85	0.28
39	069	79.12	6.92	0.78	79.12	26.59	72.88	5.00	5.26	1.03	1980	112.90	1.17	23.60	396.84	0.55	83.90	-18.81	-8.31
40	070	20.00	-72.97	-0.44	20.00	-68.00	77.11	2.50	-47.4	8.28	500	-46.24	-3.64	3.20	-32.63	-11.7	156.25	51.21	2.58
41	071	94.80	28.11	0.45	94.80	51.68	74.02	5.50	15.79	2.74	2370	154.84	0.87	52.00	994.74	0.23	45.58	-55.89	-2.57
42	072	66.84	-9.68	1.87	66.84	6.94	69.23	4.38	-7.79	-10.4	1670	79.57	1.62	20.80	337.89	0.65	80.29	-22.30	-6.86
43	073	59.20	-20.00	13.80	59.20	-5.28	35.75	5.25	10.53	2.07	1480	59.14	2.12	2.80	-41.05	-8.13	528.57	411.54	0.33
44	074	49.32	-33.35	-1.91	49.32	-21.09	82.43	4.38	-7.79	-10.4	1230	32.26	3.54	10.80	127.37	1.61	113.89	10.22	11.09
45	075	44.00	-40.54	-1.18	44.00	-29.60	79.78	4.50	-5.26	-5.26	1100	18.28	5.46	10.10	112.63	1.80	108.91	5.40	18.10
46	078	14.24	-80.76	-0.38	14.24	-77.22	76.91	4.25	-10.5	-27.3	360	-61.29	-2.62	6.40	34.74	4.74	56.25	-45.56	-3.18
47	079	82.28	11.19	0.68	82.28	31.65	73.23	2.88	-39.4	9.05	2100	125.81	1.06	19.60	312.63	0.70	107.14	3.69	23.34
48	081	107.52	45.30	0.33	107.52	72.03	74.42	4.63	-2.53	-2.43	2690	189.25	0.72	7.00	47.37	3.75	384.29	271.90	0.50
49	082	125.80	70.00	0.24	125.80	101.28	74.73	4.00	-15.8	38.74	3150	238.71	0.57	25.10	428.42	0.51	125.50	21.45	5.82
50	087	116.56	57.51	0.28	116.56	86.50	74.60	4.50	-5.26	-5.26	2910	212.90	0.64	22.00	363.16	0.60	132.27	28.01	4.56
51	088	116.40	57.30	0.28	116.40	86.24	74.60	4.75	0.00	-0.86	2910	212.90	0.64	2.60	-45.26	-7.07	1119.23	983.16	0.14
52	090	73.81	-0.26	1.05	73.81	18.10	71.98	3.25	-31.6	10.45	1850	98.92	1.32	11.80	148.42	1.40	156.78	51.73	2.56
53	093	89.28	20.65	0.53	89.28	42.85	73.75	3.75	-21.1	16.74	2230	139.78	0.96	22.20	367.37	0.60	100.45	-2.79	-241.59

ادامه جدول ۲
Continue Table 2

ردیف No.	تلاقی Cross	عملکرد غده قابل فروش Marketable tuber yield (ton ha-1)			ارتفاع بوته Plant height (cm)			تعداد ساقه اصلی Main stem number			وزن غده در بوته Tuber weight per plant (g)			تعداد غده در بوته Tuber number per plant			متوسط اندازه غده Tuber size average (g)		
		\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP
		54	094	27.24	-63.19	-0.54	27.24	-56.42	77.47	6.25	31.58	3.80	680	-26.88	-7.29	8.70	83.16	2.36	78.16
55	095	113.84	53.84	0.30	113.84	82.14	74.55	5.38	13.26	2.45	2850	206.45	0.66	28.00	489.47	0.45	101.79	-1.49	191.00
56	098	104.35	41.01	0.36	104.35	66.96	74.34	6.60	38.95	4.07	2610	180.65	0.75	6.08	28.00	5.51	429.28	315.44	0.43
57	099	96.80	30.81	0.43	96.80	54.88	74.10	6.30	32.63	3.84	2420	160.22	0.84	3.00	-36.84	-9.58	806.67	680.67	0.20
58	0100	58.85	-20.47	19.48	58.85	-5.84	23.08	6.50	36.84	4.00	1160	24.73	4.37	3.58	-24.63	-19.77	324.02	213.58	0.64
59	0102	89.53	20.99	0.53	89.53	43.25	73.76	4.18	-12.00	-69.3	1540	65.59	1.93	20.29	327.16	0.67	75.90	-26.55	-5.67
60	0103	54.96	-25.73	-5.45	54.96	-12.06	96.28	5.46	14.95	2.65	1780	91.40	1.43	12.33	159.58	1.31	144.36	39.71	3.29
61	0104	105.04	41.95	0.35	105.04	68.06	74.36	3.00	-36.84	9.41	2400	158.06	0.85	24.00	405.26	0.54	58.33	-3.22	-136.95
62	0105	107.54	45.32	0.33	107.54	72.06	74.42	4.06	-14.53	69.20	2220	138.71	0.96	15.25	221.05	0.97	80.00	40.88	3.20
63	0106	86.67	17.12	0.58	86.67	38.67	73.58	4.20	-11.58	-49.3	2550	174.19	0.78	18.80	295.79	0.73	82.45	31.27	4.12
64	0107	138.80	87.57	0.20	148.80	138.08	74.95	3.25	-31.58	10.45	2070	122.58	1.08	23.50	394.74	0.56	88.09	-14.75	-10.99
65	0108	75.96	2.65	0.92	75.96	21.54	72.41	3.81	-19.79	18.84	1590	70.97	1.80	19.50	310.53	0.70	81.54	-21.09	-7.30
66	0109	0.00	-100.0	-0.29	0.00	-100.0	76.58	3.25	-31.58	10.45	0.00	803.23	0.17	5.00	5.26	12.31	1680.00	-100.0	-1.41
67	0111	0.00	-100.0	-0.29	0.00	-100.0	76.58	3.25	-31.58	10.45	0.00	-100.0	-1.52	17.00	257.89	0.84	71.76	-100.0	-1.41
68	0114	46.37	-37.34	-1.42	46.37	-25.81	80.65	4.58	-3.58	-3.33	970	4.30	11.92	15.33	222.74	0.96	63.27	-38.76	-3.77
69	0116	38.21	-48.36	-0.84	38.21	-38.86	78.54	3.92	-17.47	25.86	470	-49.46	-3.36	23.00	384.21	0.57	20.43	-80.22	-1.77

جدول ۳- میانگین صفات کمی، میزان هتروزیس و درجه غالبیت در هیبریدهای تلاقی ساوالان × بورن
Table 3- Mean of quantitative traits, heterosis and dominance degree in hybrids of Boren × Savalan cross

ردیف No.	تلاقی Cross	عملکرد غده قابل فروش Marketable tuber yield			ارتفاع بوته Plant height (cm)			تعداد ساقه اصلی Main stem number			وزن غده در بوته Tuber weight per plant (g)			تعداد غده در بوته Tuber number per plant			متوسط اندازه غده Tuber size average (g)		
		\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP
		1	0200	73.12	-1.19	1.61	53.42	-14.5	63.88	4.50	-5.26	-1.79	1450	55.91	0.87	21.33	137.00	1.06	67.98
2	0204	62.40	-15.68	6.68	51.75	-17.2	62.51	4.00	-15.8	-27.86	1020	9.68	3.30	18.00	100.00	1.40	40.00	0.66	-61.29
3	0205	109.64	48.16	0.45	63.02	0.83	21.46	4.90	3.16	0.67	1960	110.75	0.47	27.19	202.11	0.75	72.09	1.40	-30.24

جدول ۴- میانگین صفات کمی، میزان هتروزیز و درجه غالبیت در هیبریدهای تلاقی کایزر × ساوالان

Table 4- Mean of quantitative traits, heterosis and dominance degree in hybrids of Savalan × Ceaser cross

ردیف No.	تلاقی Cross	عملکرد غده قابل فروش			ارتفاع بوته			تعداد ساقه اصلی			وزن غده در بوته			تعداد غده در بوته			متوسط اندازه غده		
		Marketable tuber yield (ton ha-1)			Plant height (cm)			Main stem number			Tuber weight per plant (g)			Tuber number per plant			Tuber size average (g)		
		\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP
1	0300	78.10	5.54	-0.27	52.00	-16.8	54.82	5.22	9.89	1.88	1860	100.00	0.37	22.88	154.22	0.80	81.29	1.53	-27.97
2	0301	16.00	-78.38	0.12	25.25	-59.6	46.56	9.00	89.47	4.80	550	-40.86	-1.2	22.00	144.44	0.85	25.00	0.49	-77.85
3	0302	47.05	-36.42	0.41	38.63	-38.2	47.80	7.11	49.68	4.27	1200	29.03	1.09	22.44	149.33	0.82	53.48	0.75	-52.62
4	0303	78.64	6.27	-0.27	60.50	-3.20	23.78	2.50	-47.37	8.19	1450	55.91	0.63	12.00	33.33	2.97	120.83	-3.22	7.06
5	0304	52.30	-29.32	0.71	46.00	-26.4	49.69	4.44	-6.53	-7.45	1100	18.28	1.55	20.00	122.22	0.99	55.00	0.77	-51.27

جدول ۵- میانگین صفات کمی، میزان هتروزیز و درجه غالبیت در هیبریدهای تلاقی کنبک × کایزر

Table 5- Mean of quantitative traits, heterosis and dominance degree in hybrids of Ceaser × Kennebek cross

ردیف No.	تلاقی Cross	عملکرد غده قابل فروش			ارتفاع بوته			تعداد ساقه اصلی			وزن غده در بوته			تعداد غده در بوته			متوسط اندازه غده		
		Marketable tuber yield (ton ha-1)			Plant height (cm)			Main stem number			Tuber weight per plant (g)			Tuber number per plant			Tuber size average (g)		
		\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP
1	0401	109.60	110.77	0.33	58.00	5.45	39.69	4.00	14.29	0.92	2800	201.08	0.12	15.00	87.50	1.22	120.00	2.44	-3.39
2	0402	15.20	-70.77	-0.61	45.75	-16.82	59.74	7.75	121.43	4.53	350	-62.37	-0.45	16.00	100.00	1.07	21.88	-81.33	0.48
3	0403	84.61	62.71	0.56	49.42	-10.15	64.98	4.83	38.00	3.19	2000	115.05	0.20	15.33	91.63	1.17	65.23	-44.31	0.96
4	0405	72.08	38.62	0.86	55.40	0.73	14.62	4.15	18.57	1.64	1210	30.11	0.65	15.80	97.50	1.10	76.58	-34.62	1.30
5	0406	62.52	20.23	1.45	57.38	4.33	37.21	5.50	57.14	3.81	1080	16.13	1.04	21.00	162.50	0.68	51.43	-56.10	0.72

جدول ۶- میانگین صفات کمی، میزان هتروزیس و درجه غالبیت در هیبریدهای تلاقی آگریا × ساوالان

Table 6- Mean of quantitative traits, heterosis and dominance degree in hybrids of Savalan × Agria cross

ردیف No.	تلاقی Cross	عملکرد غده قابل فروش			ارتفاع بوته			تعداد ساقه اصلی			وزن غده در بوته			تعداد غده در بوته			متوسط اندازه غده		
		Marketable tuber yield (ton ha-1)			Plant height (cm)			Main stem number			Tuber weight per plant (g)			Tuber number per plant			Tuber size average (g)		
		\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP
1	0500	119.44	61.41	0.43	64.25	1.58	29.86	3.50	-26.32	10.19	2000	143.90	0.42	29.00	222.22	0.50	68.97	-39.15	0.65
2	0502	95.96	29.68	0.71	61.04	-3.49	109.93	8.21	72.84	3.45	2470	201.22	0.30	23.00	155.56	0.70	63.91	-43.60	0.58
3	0503	99.68	34.70	0.65	50.75	-19.8	80.94	4.38	-7.79	-28.17	2280	178.05	0.34	24.50	172.22	0.64	52.24	-53.90	0.46
4	0504	79.20	7.03	1.32	58.38	-7.70	89.73	3.88	-18.32	16.01	2320	182.93	0.33	15.50	72.22	1.35	85.16	-24.86	1.11
5	0505	54.40	-26.5	-5.09	50.63	-19.9	80.89	4.38	-7.79	-28.17	1150	40.24	1.45	20.00	122.22	0.87	57.50	-49.26	0.51
6	0507	82.16	11.03	1.15	42.25	-33.2	78.81	5.25	10.53	0.27	2000	143.90	0.42	14.00	55.56	1.66	71.43	-36.97	0.70
7	0508	106.40	43.78	0.55	63.75	0.79	3.48	3.00	-36.84	7.92	2130	159.76	0.38	14.50	61.11	1.55	77.93	-31.24	0.85
8	0509	46.40	-37.3	-1.98	55.00	-13.1	83.74	3.50	-26.32	10.19	1100	34.15	1.70	6.00	-33.33	-7.21	183.33	61.77	-0.34

جدول ۷- میانگین صفات کمی، میزان هتروزیس و درجه غالبیت در هیبریدهای تلاقی آگریا × کایزر

Table 7- Mean of quantitative traits, heterosis and dominance degree in hybrids of Ceaser × Agria cross

ردیف No.	تلاقی Cross	عملکرد غده قابل فروش			ارتفاع بوته			تعداد ساقه اصلی			وزن غده در بوته			تعداد غده در بوته			متوسط اندازه غده		
		Marketable tuber yield (ton ha-1)			Plant height (cm)			Main stem number			Tuber weight per plant (g)			Tuber number per plant			Tuber size average (g)		
		\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP	\bar{x}	H (%)	HP
1	0600	85.84	90.76	1.00	55.75	-12.2	84.55	4.00	6.67	-5.15	2700	241.77	0.28	22.00	175.00	0.60	77.27	-31.82	0.78
2	0603	78.80	75.11	1.20	63.50	0.00	49.27	4.25	13.33	-1.19	2200	178.48	0.37	14.00	75.00	1.28	85.71	-24.37	1.10
3	0602	82.32	82.93	1.09	59.63	-6.09	21.46	4.13	10.13	-2.60	2450	210.13	0.32	18.00	125.00	0.81	80.56	-28.92	0.88
4	0610	48.80	8.44	10.72	52.75	-16.9	70.89	3.75	0.00	-25.59	950	20.25	2.55	7.00	0.00	8.93	118.75	4.78	-1.76
5	0611	133.60	196.89	0.46	57.50	-9.45	153.08	3.25	-13.33	14.21	2100	165.82	0.40	14.00	75.00	1.28	78.57	-30.67	0.81
6	0613	95.36	111.91	0.81	64.75	1.97	51.31	5.25	40.00	2.42	2080	163.29	0.41	8.00	0.00	8.93	135.00	19.12	-0.77
7	0614	90.32	100.71	0.90	65.25	2.76	51.92	3.00	-20.00	10.42	2240	183.54	0.36	13.00	62.50	1.49	95.38	-15.83	2.09
8	0615	98.40	118.67	0.76	54.50	-14.2	76.11	6.75	80.00	3.50	2600	229.11	0.29	16.00	100.00	0.99	100.00	-11.76	3.69
9	0616	126.80	181.78	0.50	61.25	-3.54	41.48	4.50	20.00	0.49	2200	178.48	0.37	25.00	212.50	0.50	88.00	-22.35	1.24
10	0618	108.82	141.82	0.64	61.25	-3.54	41.48	3.13	-16.53	11.92	2290	189.87	0.35	14.75	84.38	1.15	87.46	-22.83	1.20
11	0622	30.24	-32.80	-2.76	68.25	7.48	54.34	2.50	-33.33	7.87	700	-11.39	-15.7	10.00	25.00	2.98	70.00	-38.23	0.62
12	0623	111.50	147.78	0.61	66.75	5.12	53.34	6.00	60.00	3.13	3060	287.34	0.24	21.25	165.63	0.63	96.94	-14.46	2.45
13	0625	82.64	83.64	1.08	54.50	-14.2	76.11	6.75	80.00	3.50	1900	140.51	0.47	22.00	175.00	0.60	40.91	-63.90	0.34
14	0627	66.00	46.67	1.94	50.50	-20.5	67.70	6.75	80.00	3.50	1580	100.00	0.65	14.00	75.00	1.28	41.43	-63.44	0.35
15	0634	46.40	3.11	29.09	65.00	2.36	51.63	5.75	53.33	2.95	1200	51.90	1.18	20.00	150.00	0.69	60.00	-47.06	0.48

جدول ۸- درصد انواع غالبیت در هیبریدهای تلاقی مختلف

Table 8- Percent of dominance types in different cross hybrids

تلاقی Cross	عملکرد غده قابل فروش Marketable tuber yield				ارتفاع بوته Plant height				تعداد ساقه اصلی Main stem number				رسیدگی maturity			
	بالا	ناقص	کاهش	سرگردان	بالا	ناقص	کاهش	سرگردان	بالا	ناقص	کاهش	سرگردان	بالا	ناقص	کاهش	سرگردان
	Over	Incomplete	Decline	Interval	Over	Incomplete	Decline	Interval	Over	Incomplete	Decline	Interval	Over	Incomplete	Decline	Interval
Ceaser × Savalan	18.84	53.62	14.49	13.04	100	-	-	-	65.22	2.90	31.88	-	-	100.0	-	-
Boren × Savalan	66.67	33.33	-	-	100	-	-	-	-	33.33	66.67	-	-	-	100.0	-
Savalan × Ceaser	-	60.0	-	40.0	100	-	-	-	80.0	-	20.0	-	-	-	100.0	-
Ceaser × Kennebek	40.0	40.0	20.0	-	20.0	80.0	-	-	20.0	0.0	80.0	-	-	-	100.0	-
Savalan × Agria	25.0	50.0	25.0	-	100.0	-	-	-	62.5	12.5	25.0	-	-	100.0	-	-
Ceaser × Agria	46.67	46.67	6.67	-	100.0	-	-	-	66.67	6.67	26.67	-	-	100.0	-	-
Total	23.81	52.38	13.33	10.48	99.05	0.95	-	-	61.90	4.46	33.33	-	-	87.62	12.38	-

ادامه جدول ۸
Continue Table 8

تلاقی Cross	وزن غده در بوته Tuber weight per plant				تعداد غده در بوته Tuber number per plant				متوسط اندازه غده Tuber size average			
	بالا	ناقص	کاهش	سرگردان	بالا	ناقص	کاهش	سرگردان	بالا	ناقص	کاهش	سرگردان
	Over	Incomplete	Decline	Interval	Over	Incomplete	Decline	Interval	Over	Incomplete	Decline	Interval
Ceaser × Savalan	55.07	34.78	10.14	-	40.58	17.39	42.03	-	43.48	20.29	36.23	-
Boren × Savalan	-	66.67	33.33	-	66.67	33.33	-	-	-	-	100	-
Savalan × Ceaser	40.0	40.0	20.0	-	20.0	80.0	-	-	20.0	-	80.0	-
Ceaser × Kennebek	20.0	60.0	20.0	-	100.0	-	-	-	80.0	0.0	20.0	-
Savalan × Agria	62.5	25.0	-	-	37.5	50.0	12.5	-	12.5	75.0	12.5	-
Ceaser × Agria	53.33	33.33	13.33	-	53.33	46.67	-	-	40.0	46.67	6.67	6.67
Total	52.38	35.24	11.43	-	43.81	27.62	28.57	-	37.14	28.57	33.33	0.95

جدول ۹- میانگین زمان رسیدگی، میزان هتروزیس و درجه غالبیت در هیبریدهای تلاقی مختلف

Table 9- Mean of maturity, heterosis and degree of dominance in different cross hybrids

تلاقی Cross	شماره هیبرید No. Hybrid	\bar{x}	H (%)	HP
ساوالان × کایزر Ceaser × Savalan	1-10, 28-33, 35, 52, 57	70	-36.36	0.30
ساوالان × بورن Boren × Savalan	8-27, 34, 36-51, 53-56, 58-61	90	-18.18	0.65
ساوالان × کایزر Savalan × Ceaser	1-3	115	4.55	-1.51
کایزر × ساوالان Savalan × Ceaser	1-5	112	1.82	-2.52
کایزر × کنبک Ceaser × Kennebek	1-5	108	-1.82	-22.72
ساوالان × آگریا Savalan × Agria	1-8	90	-18.18	0.65
کایزر × آگریا Ceaser × Agria	1-15	88	-20.00	0.58

References

منابع مورد استفاده

- Anonymous. 2011. Statistics vegetables (potato). Ministry of Jahad-Agriculture. <http://www.maj.ir> (In Persian).
- Biel, G., and P. Atkins. 1965. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Lower State Journal Silence*. 39(3): 321-324.
- Biswas, M.K., M.A.A. Mondal, M.G. Ahmed, A. Hoque, M.M. Hossain, and R. Islam. 2005. Study on genetic variability and heterosis in potato. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 8(1): 6-9.
- Comstock, R.E., and H.R. Robinson. 1952. Estimation of average dominance of genes. Iowa State College, Press Ames. 494-516.
- Dayal, T.R., M.D. Upadhy, and S.N. Chaturvedi. 1988. Heterosis for yield and other traits in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Potato Journal*. 15(3,4): 139-147.
- Demeke, T., D.R. Lynch, and L.M. Kawchuck. 1996. Genetic diversity of potato determined by RAPD analysis. *Plant Cell Report*. 15: 662-667.
- East, E.M. 1936. Heterosis. *Genetics*. 21: 375-397.
- Falconer, D.S. 1981. Introduction to quantitative genetics. London, New York.
- Farshadfar, E. 1997. Plant breeding and methodology. Razi University. 615 pp. (In Persian).
- Farzane, A., H. Nemati, H. Arouiee, A. Mirshamsi Kakhki, and N. Vahdati. 2012. The estimate of combining ability and heterosis for yield and yield components in Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal Biology Environment Science*. 6(17): 129-134.

- Fathi, M., R. Asghari, M. Valizadeh, S. Aharizad, and D. Hassanpanah. 2010. Evaluation of advanced clones from true potato seed. *Journal of Agricultural Science*. 2(19): 207-214. (In Persian).
- Fox, T.C., and M.L. Guerinot. 1998. Molecular biology of action transport in plant Calcium. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. 49: 669-96.
- Gopal, J. 1998. Heterosis and combining ability analysis for resistance to early blight (*Alternaria solani*) in potato. *Potato Research*. 41(4): 311-317.
- Hassanabadi, H. 2006. Evaluation of quantitative and qualitative traits potato cultivars based on the germplasm grouping. Project Final Report, Seed and plant Institute Improvement. Press Registration Number 85/832. 172 pp. (In Persian).
- Hassanpanah, D., and H. Hassanabadi. 2010. Evaluation of water deficit tolerance of advanced cultivars and clones of potato in Ardabil. *Journal of Crops and Weeds EcoPhysiology*. 4(16): 1-18. (In Persian).
- Hassanpanah, D., and H. Hassanabadi. 2011. Evaluation of quantitative and qualitative characteristics of promising potato clones in Ardabil region, Iran. *Modern Science of Sustainable Agriculture Journal*. 7(1): 37-48. (In Persian).
- Hassanpanah, D., H. Hassanabadi, M. Yarnia, and M.B. Khorshidi. 2008a. Evaluation of quantitative and qualitative characters of advanced cultivars and clones of potato in Ardabil region. *Journal of Agricultural Science*. 2(5): 19-31. (In Persian).
- Hassanpanah, D., H. Hassanabadi, and M. Yarnia. 2008b. Evaluation of quantitative and qualitative characters of advanced cultivars and clones of potato in Ardabil. *Journal of Agricultural Science*. 2(8): 23-33. (In Persian).
- Hoopes, R.W., and R.L. Plaisted. 1987. Potato. In: W.R. Fehr (ed.) Principles of cultivar development. Chapter 11. Vol. II Crop Species. Iowa State University. Collier Macmillan Publishers London. 385-436.
- Kalloo, G., and B.O. Bergh. 2000. Genetic improvement of vegetable crops. Pergamon Pree Ltd. 535 pp.
- Lynch, D.R., and G.C. Kozub. 1993. Effect of canopy size and shape on the tuber yield of sixteen potato genotypes. *The Annals of Applied Biology*. 123(1): 93-103.
- Mendoza, H.A., and F.L. Haynes. 1974. Genetic basis of heterosis for yield in the autotetraploid potato. *Theoretical and Applied Genetics*. 45(1): 21-25.
- Moll, R.H., and C.W. Stuber. 1974. Quantitative genetics-empirical results revant to plant breeding. *Advances in Agronomy*. 26: 277-313.
- Mousapour Ghorji, A. 2005. Evaluation of quantitative and qualitative characteristics of potato new cultivars in spring cultivation. Project Final Report, Seed and plant Institute Improvement. (In Persian).
- Patel, V.P., P.S. Patel, and N.H. Patel. 2007. Heterosis for tuber yield and its components in potato. *Potato Journal*. 34(1, 2): 55-56.

- Ross, H. 1986. Potato breeding problems and perspectives. Verlag Paul Parey, Berlin and Hamburg, Germany.
- Salehi Jozani, GH.R., S. Abd-Mishani, A.H. Hosenzadeh, and B.E. Seied Tabatabaei. 2003. Genetic diversity analysis of commercial potato cultivars (*Solanum tuberosum*) in Iran using RAPD-PCR technique. *Iranian Journal of Agricultural Science*. 34(4): 1021-1029. (In Persian).
- Tabanao, D.A., and R. Bernardo. 2005. Genetic variation in maize breeding populations with different numbers of parents. *Crop Science*. 45: 2301-2306.
- Thompson, P.G., and H.A. Mendoza. 1984. Genetic variance estimates in a heterogeneous potato population propagated from true seed (TPS). *American Potato Journal*. 61: 697-702.
- Upadhyaya, M.D., B. Hardy, P.C. Guar, and S.G. Iiantileke. 1996. Production and utilization of the potato seed in Asia. International Potato Center. 233 pp.
- Vidal-Martinez, V.A., M. Clegg, B. Johnson, and R. Valdivia-Bernal. 2001. Phenotypic and genotypic relationships between pollen and grain yield components in maize. *Agrociencia*. 35: 503-511.
- Virmani, S.S., B.C. Viraktamath, C.L. Cassal, R.S. Toledo, M.T. Lopez, and J.O. Manalo. 1997. Hybrid rice breeding manual. International Rice Research Institute Los Baños, Laguna, Philippines. 194 pp.
- Wiersema, S.G. 1986. A method of producing seed tubers from true potato seed. *Potato Research*. 29: 225-229.
- Wiersema, S.G., and R. Cabello. 1986. Comparative performance of different sized tubers derived from true potato seed. *American Potato Journal*. 66: 109-115.

The Comparative Observation of Quantitative Characteristics, Heterosis and Dominance Degree in Hybrids Derived from Breeding Populations of True Potato Seed

Hassanpanah, D.^{1*}

Received: September 2012, Accepted: 25 December 2013

Abstract

To create genetic variations in potato during four years of study (2007-11) and use than in breeding programs, some 105 hybrids were selected from crosses of Agria, Savalan, Boren, Kennebek and Ceaser cultivars as hybrids parents, and planted in augmented design at the Agricultural and Natural Resources Research Station of Ardabil during 2010-2011. The marketable tuber yields produced by the parents and hybrids were 42-52 t.ha⁻¹ and 10.4-138.8 t.ha⁻¹, respectively. The marketable tuber yields of hybrids exhibited 23.81% over dominance, 52.38% incomplete dominance, 13.33% reduction dominance and 10.48% interval dominance. Almost 24% of all hybrids selected produced higher marketable tuber yield than their parents. Heterosis for marketable tuber yield was found to be 58%. Based on the traits considered like marketable tuber yield, tuber uniformity, shallow eye depth, short stolon and yellow flesh and skin color, heterosis and dominance degrees some 28 hybrids were selected. Among hybrids selected, 14 belonged to Ceaser × Savalan cross (021, 022, 023, 025, 026, 049, 057, 081, 087, 088, 095, 098, 0104 and 0105), four to Savalan × Agria cross (0500, 0502, 0503 0508), five to Ceaser × Agria cross (0611, 0613, 0616, 0618 and 0623) with early to mid-early maturity group, one to Boren × Savalan cross (0205), two to Savalan × Ceaser cross (0300 and 0303) and two to Ceaser × Kennebek cross (0401 and 0403) with mid-late maturity group.

Key words: Breeding population, Dominance degree, Heterosis, Hybrid, *Solanum tuberosum*.

¹- Assistant Prof. of Ardabil Agricultural and Natural Resources Research Centre, Ardabil, Iran.

* Corresponding Author: D.Hassanpanah@Spil.ir