

ORIGINAL RESEARCH PAPER

Investigation of Genetic Diversity in Terms of Morphological, Phenological, and Quality Traits in Hybrids Obtained from the Crossbreeding of Two Improved Populations with Ten New Potato Cultivars in Spring Cultivation

Baindor Norollah Beiglou¹, B., Taghizadeh^{2*}, R. and Hasanpanah³, D.

1 and 2. MSc Graduated and Assistant Professor, Respectively, Department of Agronomy and Plant Breeding, Astara Branch, Islamic Azad University, Astara, Iran

3. Associate Professor, Horticulture Crops Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research Centre, AREEO, Ardabil, Iran

✉: Corresponding author Email: reza.taghizadeh@iau.ac.ir

This paper has been extracted from the first author's MSc thesis under the supervision of Reza Taghizadeh.

Received: 2022/02/14 Accepted: 2022/09/04

Abstract

This experiment was carried out to investigate the genetic diversity in some morphological, phenological and qualitative traits in hybrids obtained from the crossing of two breeding populations with 10 new potato varieties in spring cultivation in the Ardabil region in 2019. Twelve genotypes were planted in three replications based on a randomized complete block design. The analysis of variance showed that the cultivars were significantly different in all studied traits. Cluster analysis divided the studied genotypes into three distinct groups. Therefore, the first group would be more appropriate if the selection target is based on yield, tuber weight, and starch percentage. The hybrids derived from Savalan♀ × Caesar♂ and Caesar♀ × Savalan♂ crosses as well as cultivars of Liseta and Ribera, had the highest tuber yield (ranging from 36.63 to 39.97 ton.ha⁻¹) among the studied genotypes. But in terms of starch and tuber dry matter percentage, only hybrids derived from the Savalan♀ × Caesar♂ cross were among the top genotypes and appearance characteristics, especially in baking; in group D, the skin and the flesh was yellow, the shape of the tuber was round, the depth of the eye was superficial, stolon's length was short, the harvest time was average early and it had a perfectly floury texture to the chips. The hybrids derived from the Caesar♀ × Savalan♂ cross had a flour texture suitable for the slice. Liseta and Ribera varieties had a relatively soft texture and were ideal for multipurpose use.

Keywords: Starch, Dry matter, Qualitative traits, Yield

Introduction

In terms of nutritional importance and production, potato ranks third after wheat and rice, with an annual production of over 3.41 million tons in Iran. It is one of the four main food substances worldwide after wheat, rice, and corn. Thus, 5.2% of the daily energy consumed by the world's population is supplied by potatoes. Given the increasing trend of the world's population, which is expected to reach 9 billion by 2050, food security will be the most critical challenge for governments. Many potato cultivars are available; however, there is a dire need for new cultivars. New cultivars should have high yields with minimal input and possess characteristics that play a role in nutrition and health. They should also be suitable for the tuber morphology, tuber compounds, and solids. Given the importance and need of our country to identify potato cultivars and introduce high-yielding and adaptable cultivars to the climatic conditions of each region, this study aimed to evaluate the genetic diversity of some morphological, phenological, and quality traits in hybrids resulting from the crossbreeding of two improved populations with ten new potato cultivars in spring cultivation in the Ardabil region. The results can serve as a basis for breeding programs to introduce new cultivars compatible with spring cultivation regions.

Materials and methods

Twelve genotypes, including hybrids obtained from the crossbreeding of two improved populations, along with ten new potato cultivars, were examined during the spring cultivation of 2019 in the Ardabil region. The experiment was conducted using a randomized complete block design with three replicates. Each genotype was planted in two rows, each 5 m long, with a distance of 75 cm between rows and 25 cm between the plants in the row. The planting depth of the tubers was considered to be 10 cm. Planting, maintenance, and harvesting operations were uniformly applied to all plots. The traits that were examined included the number of main stems per plant, plant height, number of tubers per plant, tuber weight per plant, tuber yield, dry matter percentage, and starch percentage.

Results and discussion

According to the results, the genotypes under investigation had significant differences in all traits which were studied. The Savalan cultivar had the highest plant height, whereas regarding the number of main stems Caruso and Savalan cultivars were noticeably higher. The hybrids resulting from the crossbreeding of the Savalan ♀×Caeser ♂, Caeser ♀×Savalan ♂, and Liseta and Savalan cultivars had the highest number of tubers and tuber weight per plant, as well as total tuber yield. The hybrids resulting from the Savalan ♀×Caeser ♂, Caruso, Crisps4all, and Savalan cultivars had the highest starch and dry matter percentages of the tuber. Generally, cultivars with higher dry matter content absorb less oil when fried; therefore, they are also better in terms of nutritional health. The heritability of the traits under study was estimated to be 72.66%–98.29%. The heritability of the tuber yield was 89.03%. The hybrids resulting from Savalan ♀×Caeser ♂, which were superior in yield and other desirable traits compared to other genotypes, had a yellow skin and flesh colour, round tuber shape, superficial eye depth, short stolon length, and medium early maturity time, and were in the D cooking group, which had a mealy texture suitable for chips.

Conclusion

Based on the results of this study, the hybrids resulting from Savalan ♀×Caeser ♂, Caeser ♀×Savalan ♂, and the Liseta and Ribera cultivars, with an average of 36.63 to 39.97 tons per hectare, had the highest tuber yield among the genotypes under study. The hybrids obtained from Savalan ♀×Caeser ♂ had a mealy texture suitable for chips. The hybrids resulting from Caeser ♀×Savalan ♂ had a mealy texture suitable for frying, and the Liseta and Ribera cultivars had a relatively soft texture suitable for multi-purpose use.

Citations: Baindor Norollah Beiglou, B., Reza Taghizadeh, R. & Hasanpanah, D. (2023). Investigation of Genetic Diversity in Terms of Morphological, Phenological, and Quality Traits in Hybrids Obtained from the Crossbreeding of Two Improved Populations with Ten New Potato Cultivars in Spring Cultivation. *Plant Production Technology*, 23(1), 1-13. <https://doi.org/10.22084/ppt.2023.23939.2039>

© 2022 The Author(s). Bu- Ali Sina University Publication. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Online ISSN: 2476-5651

Print ISSN: 2476-6321

بررسی تنوع ژنتیکی برخی صفات مورفولوژیکی، فنولوژیکی و کیفی در هیبریدهای حاصل از تلاقی دو جمعیت اصلاحی به همراه ۱۰ رقم جدید سیب زمینی در کشت بهاره

Investigation of Genetic Diversity in Terms of Morphological, Phenological, and Quality Traits in Hybrids Obtained from the Crossbreeding of Two Improved Populations with Ten New Potato Cultivars in Spring Cultivation

بهمن بایندور نوراله بیگلو^۱، رضا تقی زاده^{۲*} و داوود حسن پناه^۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۳
(مقاله پژوهشی)

چکیده

این آزمایش با هدف بررسی تنوع ژنتیکی در برخی صفات ریخت‌شناسی، فنولوژیکی، در هیبریدهای حاصل از تلاقی دو جمعیت اصلاحی همراه با ۱۰ رقم جدید سیب زمینی در کشت بهاره در سال ۱۳۹۷ در منطقه اردبیل اجرا شد. ۱۲ ژنوتیپ بر اساس طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کشت و بررسی شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ارقام مورد بررسی، از لحاظ تمام صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌دار دارند. تجزیه خوشه‌ای تیمارهای مورد بررسی را در سه گروه مجزا قرار داد. بر این اساس اگر هدف گزینش بر اساس عملکرد و وزن غده و درصد نشاسته باشد گروه اول مناسب‌تر خواهد بود. هیبریدهای حاصل از تلاقی $Savalan \times Caesar$ ، $Caesar \times Savalan$ و ارقام $Liseta$ و $Ribera$ با میانگین $36/63$ الی $39/97$ تن در هکتار از نظر عملکرد غده بالاترین رتبه را در بین ارقام مورد بررسی به خود اختصاص دادند. این ژنوتیپ‌ها از نظر وزن غده نیز بر سایر ارقام مورد بررسی برتری داشتند. ولی از نظر درصد نشاسته و درصد ماده خشک غده فقط هیبریدهای حاصل از تلاقی $Savalan \times Caesar$ در بین ژنوتیپ‌های برتر قرار داشت و خصوصیات ظاهری مخصوصاً از نظر پخت در گروه D، رنگ پوست و گوشت زرد، شکل غده گرد، عمق چشم سطحی، طول استولون کوتاه و زمان رسیدگی متوسط زودرس بودند و دارای بافت کاملاً آردی مناسب برای چیس بودند. هیبریدهای حاصل از تلاقی $Caesar \times Savalan$ دارای بافت آردی مناسب برای خلال و ارقام $Liseta$ و $Ribera$ دارای بافت نسبتاً نرم و مناسب برای استفاده چندمنظوره بودند.

واژه‌های کلیدی: نشاسته، ماده خشک، صفات کیفی، عملکرد

ارجاع به مقاله: بایندور نوراله بیگلو، ب.، رضا تقی زاده، ر. و داوود حسن پناه، د. (۱۴۰۲). بررسی تنوع ژنتیکی برخی صفات مورفولوژیکی، فنولوژیکی و کیفی در هیبریدهای حاصل از تلاقی دو جمعیت اصلاحی به همراه ۱۰ رقم جدید سیب زمینی در کشت بهاره، مجله فناوری تولیدات گیاهی، ۲۳(۱)، ۱-۱۳.

<https://doi.org/10.22084/ppt.2023.23939.2039>

حق نشر متعلق به نویسنده (گان) است و نویسنده تحت مجوز Commons Creative License Attribution

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>) به مجله اجازه می‌دهد مقاله‌ی چاپ شده را در سامانه به

اشتراک بگذارد، منوط بر اینکه حقوق مؤلف اثر حفظ و به انتشار اولیه مقاله در این مجله اشاره شود.



شاپا چاپی: ۶۳۲۱-۲۴۷۶

شاپا الکترونیکی: ۵۶۵۱-۲۴۷۶

۱ و ۲. به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد آستارا، دانشگاه آزاد اسلامی، آستارا، ایران
۳. دانشیار، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

Email: reza.taghizadeh@iau.ac.ir

* نویسنده مسئول

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول به راهنمایی آقای رضا تقی زاده می‌باشد.

مقدمه

از نظر اهمیت غذایی و تولید، پس از گندم و برنج، محصول سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) قرار دارد. این محصول علاوه بر استفاده در صنعت، گاه‌آه جایگزین گندم شده و یکی از چهار ماده غذایی اصلی جهان بعد از گندم و برنج و ذرت محسوب می‌گردد (حسن پناه و حسن‌آبادی، ۱۳۹۱). تولید سالیانه بیش از ۳/۴۱ میلیون تن سیب‌زمینی در کشور (بی‌نام، ۱۴۰۱)، سیب‌زمینی را در زمره مهم‌ترین مواد غذایی قابل مصرف پس از گندم قرار داده است. وجود انواع ویتامین‌ها به‌ویژه ویتامین C و پروتئین‌ها در غده‌های سیب‌زمینی، مصرف آن را به‌عنوان یک ماده غذایی با ارزش و غنی از کربوهیدرات در جهان رایج نموده است. به‌نحوی که ۵/۲ درصد از انرژی مصرفی روزانه جمعیت جهان را سیب‌زمینی تأمین می‌کند (خزایی و همکاران، ۱۳۹۱). با در نظر گرفتن روند افزایش فزاینده جمعیت جهان که تا سال ۲۰۵۰ به حدود ۹ میلیارد نفر خواهد رسید، می‌توان متوجه شد که امنیت غذایی انسان‌ها اصلی‌ترین چالش پیش روی دولت‌ها در آینده خواهد بود. نیاز شدید به تأمین مواد غذایی برای جمعیت رو به رشد کشور از یک سو و لزوم رسیدن به خودکفایی در تولیدات کشاورزی، بی‌نیازی از واردات و ایجاد امنیت غذایی از سویی دیگر لازم می‌نماید تا میزان تولیدات محصولات کشاورزی در کشور افزایش یابد (محمدنیا، ۱۳۹۳).

نیل به عملکرد بالا از اهداف اصلی برنامه‌های به‌نژادی گیاهی می‌باشد و وجود اثرات متقابل محیط و ژنوتیپ همیشه از مشکلات به‌نژادگران می‌باشد. چون، عملکرد در محیط‌های متفاوت تغییر پیدا می‌کند و باعث دشواری برنامه‌های به‌نژادی می‌گردد. بنابراین، با توجه به این‌که تهیه ارقام اصلاح‌شده و سازگار با عملکرد بالا برای هر محیط از نظر اقتصادی نیازمند هزینه سنگین و صرف وقت زیاد می‌باشد، بنابراین باید تلاش کرد تا ارقامی انتخاب شوند که قابل‌توصیه برای چند منطقه متفاوت باشند (محمدنیا، ۱۳۹۳). به‌کارگیری ارقام جدید با عملکرد بالا در اصل یکی از مهم‌ترین روش‌های افزایش عملکرد در واحد سطح می‌باشد که ضمن توجه به شاخص‌های پایداری عملکرد، امکان بهره‌وری مطلوب‌تر از منابع محدود نظیر آب را فراهم می‌نماید. گزارش‌های مختلف نشان می‌دهد که هر یک از ارقام سیب‌زمینی از الگوی رشد ویژه‌ای پیروی می‌کنند (لاو^۱ و همکاران، ۲۰۰۳)؛ و از نیازهای متفاوتی نیز برخوردار بوده و به همین دلیل در مناطق مختلف ارقام متفاوتی معرفی شده‌اند. یک رقم زراعی وقتی حداقل از نظر یک صفت زراعی مهم، بهتر از شاهد باشد و از نظر سایر صفات به‌طور معنی‌داری ضعیف

نباشد، رقم برتر محسوب می‌گردد. توانایی تولید محصول مطلوب در محیط‌های متفاوت یک پیش شرط ضروری برای یک رقم جدید به حساب می‌آید. فقط تعداد اندکی از صفات در شرایط اقلیمی متفاوت ثابت می‌مانند و اکثر صفات به تغییر شرایط محیطی به‌شدت واکنش نشان می‌دهند؛ بنابراین، بررسی پایداری ارقام در سال‌ها و مناطق مختلف ضروری به نظر می‌رسد (بلندی و حمیدی، ۲۰۱۶).

با وجود تعداد زیاد ارقام سیب‌زمینی نیاز مبرم به ارقام جدید وجود دارد. ارقام جدید می‌بایست ارزش اقتصادی را از طریق عملکرد قابل‌فروش بالا و هزینه تولید پایین فراهم آورد (جوان فروزنده و همکاران، ۱۳۹۶). به‌طور خلاصه ارقام جدید می‌بایست دارای عملکرد بالا با حداقل نهاده‌ها باشند. در صورت امکان ارقام جدید می‌بایست دارای خصوصیات باشند که در تغذیه و سلامت نقش داشته و از لحاظ مورفولوژی غده، ترکیبات غده و مواد جامد نیز مناسب باشند. قند احیاء پایین، عدم خسارت مکانیکی، کبودی و اثرات داخلی نیز حائز اهمیت می‌باشند (ستریک و ویرسما^۲، ۱۹۹۹).

موسی‌پور گرجی (۲۰۰۸) ارقام مختلف سیب‌زمینی را در دو منطقه گرگان و جیرفت در کشت زمستانه از نظر صفات کمی و کیفی مورد بررسی قرار داده و مشاهده نمودند که ارقام مورد بررسی از نظر عملکرد غده قابل‌فروش در هر دو منطقه اختلاف معنی‌داری دارند. آن‌ها ارقام Melodi و Cyclon را به‌ترتیب جهت کشت زمستانه در مناطق گرگان و جیرفت پیشنهاد کردند.

کریم^۳ و همکاران (۲۰۱۱)؛ یک آزمایش با ۱۰ گونه سیب‌زمینی برای تعیین پتانسیل عملکرد انجام دادند. بیش‌ترین وزن غده در بوته (۳۴۴/۶۰ گرم) در رقم Diamant ثبت شد. کم‌ترین وزن غده در بوته (۶۵/۰۵ گرم) در رقم All Red بود. رقم All Blue بیش‌ترین عملکرد را در این آزمایش نشان داد.

پرویزی و رستمی (۱۳۹۷) به‌منظور تولید و معرفی ارقام جدید سیب‌زمینی، کلون‌های برتر در آزمایش‌های سازگاری و پیشرفته، را در شرایط مزارع زارعین در منطقه کبودآهنگ مورد بررسی قرار دادند. ایشان ارقام جدید Atosa و Anousha را همراه با رقم شاهد Agria مورد مطالعه قرار داده و گزارش نمودند که ارقام Atosa و Anousha از نظر عملکرد کل از رقم Agria (شاهد) برتر بودند. این دو رقم جدید از نظر نسبت تولید غده در اندازه بذری نیز از رقم شاهد برتر بودند و از لحاظ

2. Struik and Wiersema
3. Karim

1. Love

Banba و Burren در قیاس با سایر ارقام برتری داشتند. ارقام Lady Rozeta, Lady Claire و Daisy ماده خشک بالاتری در بین ارقام مورد بررسی داشتند. رقم Akira وزن مخصوص بالاتری نسبت به همه ارقام داشت. بر اساس کل صفات کمی و کیفی مورد بررسی، ارقام Jelly, Colombus و Agria را برای فرنج فرایز، رقم Sante را برای تولید چیپس و ارقام Burren, Akira و Banba را برای سایر مصارف فراوری توصیه نمودند.

نظر به اهمیت و نیاز کشور به شناسایی ارقام سیبزمینی و معرفی ارقام با عملکرد بالا و سازگار به شرایط آب و هوایی هر منطقه این تحقیق به منظور بررسی تنوع ژنتیکی در برخی صفات ریخت‌شناختی، فنولوژیکی و کیفی در هیبریدهای حاصل از تلاقی دو جمعیت اصلاحی به همراه ۱۰ رقم جدید سیبزمینی در کشت بهاره در منطقه اردبیل مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج آن می‌تواند به‌عنوان مبنایی در برنامه‌های اصلاحی معرفی ارقام جدید و سازگار با مناطق کشت بهاره مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور بررسی تنوع ژنتیکی در برخی صفات مورفولوژیکی، فنولوژیکی و کیفی در هیبریدهای حاصل از تلاقی دو جمعیت اصلاحی به همراه ۱۰ رقم جدید سیبزمینی در کشت بهاره در سال ۱۳۹۷ در منطقه اردبیل انجام شد. منطقه اردبیل دارای اقلیم معتدل و نیمه‌سردسیر می‌باشد و متوسط میزان بارندگی آن ۳۱۰ میلی‌متر و دارای آب و هوای تا حد کمی مرطوب است. این منطقه از زمستان‌های بسیار سرد و تابستان‌های معتدل برخوردار است.

خاک مزرعه محل آزمایش از نوع لومی رسی و مقدار مواد آلی آن ۰/۹۷ درصد بود (جدول ۱). زمین مورد نظر مسطح و از زهکشی مناسب و سفره آب زیرزمینی در آن عمیق و تهویه خاک نیز مطلوب بود.

آزمایش به صورت طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کشت گردید. هر ژنوتیپ در دو پشته به طول ۵ متر و با فاصله دو پشته و فاصله دو بوته در روی ردیف به ترتیب ۷۵ و ۲۵ سانتی‌متر از یکدیگر کشت شدند. عمق کاشت غده‌ها ۱۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. همه عملیات کاشت، داشت و برداشت به‌طور مرتب و یکسان در تمام کرت‌ها اعمال گردید.

کودهای فسفات‌ها از نوع سوپرفسفات در دو نوبت (۵۰ درصد هنگام کاشت و ۵۰ درصد در دوره تشکیل غده)، کود نیتروژنه از نوع اوره در سه نوبت (۲۵ درصد هنگام کاشت، ۵۰ درصد در زمان سبز شدن و ۲۵ درصد بلافاصله بعد از تشکیل غده)، کود پتاسه از نوع سولفات پتاسیم در یک نوبت (زمان کاشت) با

درصد ماده خشک غده (با میانگین ۲۰/۵۲ درصد)، مشابه رقم شاهد بودند.

رستم‌پور و همکاران (۱۳۹۱) ۱۱ کلون متوسط رس را همراه با ارقام شاهد Agria و Marfona از نظر تنوع ژنتیکی و صفات ظاهری مورد مطالعه قرار داده و گزارش نمودند که کلون 396156 بیش‌ترین ارتفاع بوته و درصد جوانه‌زنی، و کلون 396128-1 بیش‌ترین میانگین وزن غده‌های درشت و متوسط را داشتند. کلون 39081-4 نیز بیش‌ترین عملکرد غده و میانگین وزن غده ریز را به خود اختصاص داده بود.

بهجتی^۱ و همکاران (2013)؛ یک آزمایش مزرعه برای ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد کلون‌های امیدبخش سیبزمینی انجام دادند. کلون شماره 1-397031، بالاترین عملکرد و رقم Lady Rozeta در مقایسه با سایر ارقام کم‌ترین عملکرد را داشت. کم‌ترین و بالاترین میانگین تعداد ساقه اصلی در بوته مربوط به Lady Rozeta و کلون شماره 2-397067 بود. رقم Lady Rozeta بیش‌ترین تعداد غده در بوته و کلون شماره 2-397067 دارای کم‌ترین تعداد غده در بوته بود. کم‌ترین و بالاترین میانگین وزن غده در بوته مربوط به کلون شماره 2-397067 و رقم Lady Rozeta بود.

حسن پناه و همکاران (۱۳۹۵) در طول ۵ سال رقم‌های Caesar, Savalan, Agria و Khavaran (به‌عنوان شاهد) همراه با ۱۰۴ هیبرید سیبزمینی انتخابی در دو منطقه اردبیل و کرج مورد بررسی قرار دادند و بر اساس صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه اصلی، تعداد ساقه اصلی در بوته، وزن و تعداد غده در بوته و عملکرد غده، از بین ۱۰۴ هیبرید مورد بررسی ۸۱ هیبرید برتر را از لحاظ عملکرد غده قابل فروش و درصد ماده خشک غده گزینش نمودند.

دخانی و همکاران (۱۳۸۶) ارقام Agria, Marfona, Auola و Auozonia را در منطقه فریدون اصفهان مقایسه کردند. بر اساس آزمون‌های فیزیکوشیمیایی اندازه‌گیری درصد ماده خشک غده، وزن مخصوص و درصد قندهای احیاکننده به روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC) مشاهده کردند که ارقام Agria و Auola برای فرایند تولید فرنج فرایز مناسب‌تر از دو رقم دیگر هستند.

موسی پورگرگی و شواخی (2007)، خصوصیات فیزیکوشیمیایی ارقام جدید سیبزمینی شامل Aslany Jelly, Burren, Banba, Colombus, Sante, Agria, Akira, Aida, Lady, Lady Claire, Cyclon, Daisy, Almera, Arkula و Melody, Rozeta را طی دو سال در منطقه کرج مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج حاصل ارقام Akira,

بایندرو نوراله بیگلو و همکاران: بررسی ژنتیکی برخی صفات ...

توجه به نتایج آزمون خاک مصرف گردید. برای مبارزه با علف‌های هرز در یک نوبت از سم پاراگوات به میزان ۳ لیتر در هکتار، بعد از کاشت و قبل از سبز شدن بوته‌ها و به‌منظور مبارزه با ناقلین بیمارهای ویروسی و آفت سوسک کلرادو در دو نوبت از سم کنفیدور به مقدار ۲۵۰ میلی‌لیتر در هکتار استفاده به‌عمل آمد. میزان آب مصرفی بر اساس مراحل مختلف رشد و نیاز گیاه به‌صورت غرقابی بود.

پس از دوره رشد ۱۰ بوته به‌تصادف انتخاب و صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته، وزن غده در بوته و تعداد غده در بوته اندازه‌گیری و میانگین بوته‌های انتخابی ثبت شد. برای محاسبه عملکرد غده، غده‌های برداشت‌شده از هر کرت توزین و مقادیر حاصل به تن در هکتار تبدیل شد.

برای اندازه‌گیری درصد ماده خشک برش‌های نازک از ۴ غده متوسط (غده‌هایی با وزن ۴۰ الی ۸۰ میلی‌متر) از هر رقم را به‌صورت جداگانه تهیه و به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در داخل آون قرار داده شد. سپس از طریق فرمول زیر درصد ماده خشک محاسبه شد (خندان و همکاران، ۱۳۹۰):

$100 \times (\text{وزن غده اولیه} / \text{وزن غده پس از خشک شدن}) = \text{درصد ماده خشک}$

به‌منظور اندازه‌گیری وزن مخصوص ابتدا حدود ۳ تا ۵ کیلوگرم سیب‌زمینی از هر رقم در داخل بسته‌های توری پلاستیکی دقیقاً توزین و سپس وزن همان بسته با استفاده از ترازوی خاص در داخل آب توزین شد. درنهایت وزن مخصوص از طریق فرمول زیر محاسبه گردید شد (خندان و همکاران، ۱۳۹۰):

$(\text{وزن همان بسته در آب} - \text{وزن بسته در هوا}) / \text{وزن بسته سیب‌زمینی در هوا} = \text{وزن مخصوص}$

سپس درصد نشاسته نیز از طریق فرمول زیر برآورد گردید (تالبورت و اسمیت، ۲۰۱۸):

$119/07 + 17/546 = \text{درصد نشاسته} \times (1/0988 - \text{وزن مخصوص})$
رنگ گوشت غده، رنگ پوست غده، شکل غده، عمق چشم، تیپ پخت، طول استولون و رسیدگی بر اساس دستورالعمل ملی آزمون‌های تعیین ارزش زراعی ارقام سیب‌زمینی (خندان و همکاران، ۱۳۹۰) ثبت شد.

داده‌های آماری حاصل از نظر نرمال بودن موردبررسی قرار گرفت و سپس برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار XLSTAT 2016 استفاده گردید. مقایسات میانگین صفات موردبررسی به

روش حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

برآورد وراثت‌پذیری عمومی h^2 از فرمول زیر استفاده شد.

$$h^2 = \sigma_g^2 / (\sigma_g^2 + \sigma_e^2) / r$$

در این رابطه، σ_g^2 واریانس ژنتیکی، σ_e^2 واریانس محیطی و r نیز تعداد تکرار می‌باشد.

واریانس ژنتیکی و محیطی نیز باتوجه به امید ریاضی MSها و از رابطه‌های زیر محاسبه شد.

$$\sigma_g^2 = \text{MST} - \text{MSE} / r$$

$$\sigma_e^2 = \text{MSE}$$

محاسبه ضریب تغییرات ژنتیکی (CV_g) صفات از رابطه زیر استفاده شد.

$$CV_g = \sqrt{\sigma_g^2 / \bar{X}}$$

در این رابطه \bar{X} میانگین کل صفات موردارزیابی است.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس، ژنوتیپ‌های موردبررسی، از نظر همه صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد داشتند (جدول ۲). محققین دیگری هم‌چون حسن‌پناه (۱۳۹۳) و جم و همکاران (۱۳۸۷) نیز وجود اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های موردبررسی را از نظر صفات مورد مطالعه گزارش نموده‌اند. وجود اختلاف معنی‌دار ارقام از لحاظ صفات مذکور به تفاوت ژنتیکی ژنوتیپ‌های موردنظر اشاره دارد (مرادیانی و همکاران، ۱۳۹۳).

رقم Savalan بیش‌ترین ارتفاع بوته را داشت (جدول ۳). وجود اختلاف معنی‌دار بین ارقام از نظر این خصوصیت را حسن‌پناه (۱۳۹۳) نیز گزارش نموده است که تأییدکننده نتایج آزمایش اخیر است.

بیش‌ترین تعداد ساقه اصلی به ارقام Savalan و Caruso تعلق داشت (جدول ۳). وجود اختلاف معنی‌دار از نظر این صفت توسط حسن‌پناه (۱۳۹۳) و معصوم پور و همکاران (۱۳۹۴) نیز گزارش گزارش شده است.

بیش‌ترین تعداد غده در بوته از هیبریدهای حاصل از تلاقی‌های $\text{Savalan} \times \text{Caesar}$ و $\text{Savalan} \times \text{Caesar}$ و ارقام Liseta و Savalan به‌دست آمد (جدول ۳). این صفت بیش از هر چیز تحت کنترل ژنتیکی رقم است، چون رقم یکی از عوامل مؤثر در رشد و نمو گیاه سیب‌زمینی بوده که عملکرد و اجزای عملکرد به‌شدت به آن وابسته است، هرچند بروز این

بیشترین درصد نشاسته به هیبریدهای حاصل از Savalan♀ × Caesar♂، Crisps4all، Caruso، ارقام داشت (جدول ۳). گومال^۴ و همکاران (2011) نیز گزارش نمودند که میزان نشاسته در ارقام مورد مطالعه تفاوت معنی داری دارند. در این پژوهش نیز ارقام اختلاف معنی داری باهم داشتند. خصوصیات نشاسته تحت تأثیر ژنوتیپ و شرایط محیطی از قبیل میزان رطوبت خاک و سطوح مختلف آبیاری در طول فصل رویش گیاه و دامنه درجه حرارت در طی رشد گیاه سیب زمینی قرار می گیرد (سوزوکی^۵ و همکاران، 1994؛ کائور^۶ و همکاران، 2002).

بالاترین ضریب تغییرات ژنتیکی به ترتیب متعلق به صفات تعداد ساقه اصلی در بوته، تعداد غده در بوته، وزن غده در بوته، عملکرد غده، ارتفاع بوته و درصد ماده خشک بود. پایینترین ضریب تغییرات ژنتیکی نیز به درصد نشاسته تعلق داشت (جدول ۴). مقدار تنوع موجود در گونه های گیاهی اساس گزینش مؤثر ژنوتیپها را فراهم می کند و تغییرات ژنوتیپی، مربوط به تفاوت ژنوتیپی میان افراد در داخل یک جمعیت می باشد که هدف عمده به نژادی است (فرشادفر، ۱۳۷۷). وراثت پذیری بالا برای یک صفت به معنی آن است که آن صفت کم تر تحت تأثیر محیط قرار می گیرد. در این پژوهش میزان وراثت پذیری عمومی برای صفات مورد بررسی بین ۷۲/۶۶ الی ۹۸/۲۹ درصد برآورد شد (جدول ۴). وراثت پذیری عملکرد غده ۸۹/۰۳ درصد بود. توارث پذیری بالای صفات کمی در سیب زمینی توسط محققین دیگر هم چون معصوم پور و همکاران (۱۳۹۴) و ریموزا^۷ و بویاک^۸ (2010) نیز گزارش گردیده است.

ژنوتیپهای مورد بررسی از نظر صفات رشدی و خصوصیات ظاهری و کیفی غده نیز متفاوت بودند. وجود تنوع ژنتیکی زیاد بین ژنوتیپهای سیب زمینی از نظر صفات مذکور را هانس^۸ و همکاران (1994) نیز گزارش نموده اند. هیبریدهای حاصل از تلاقی Savalan♀ × Caesar♂ که از نظر عملکرد و سایر صفات مطلوب نسبت به سایر ژنوتیپها برتری داشتند، دارای رنگ پوست و گوشت زرد، شکل غده گرد، عمق چشم سطحی، طول استولون کوتاه و زمان رسیدگی متوسط زودرس بودند و از نظر پخت در گروه D قرار داشتند که نظر به داشتن بافت کاملاً آردی مناسب برای چیپس بودند (جدول ۵).

پتانسیل توسط عوامل گیاهی و محیطی دیگر کنترل می گردد (نیک زاد و همکاران، ۱۳۹۴).

بیشترین وزن غده در بوته به هیبریدهای حاصل از تلاقی Savalan♀ × Caesar♂، Liseta و ارقام Caesar ♀ × Savalan ♂ و Ribera متعلق بود (جدول ۳). وجود تنوع و اختلاف معنی دار بین ارقام از نظر وزن غده در بوته توسط محققین دیگر هم چون حسن پناه و همکاران (۱۳۹۵) و بلندی و حمیدی (2016) نیز گزارش گردیده است.

بیشترین عملکرد کل غده در هیبریدهای حاصل از تلاقی Savalan♀ × Caesar♂، Liseta و Ribera مشاهده گردید (جدول ۳). وجود تنوع و اختلاف بین ارقام از نظر عملکرد غده توسط سایر محققین (فلنجی و احمدی زاده^۱، 2011؛ حسن پناه و حسن آبادی، ۱۳۹۰؛ کومار^۲، 2011) نیز گزارش شده است. مرادیانی و همکاران (۱۳۹۳) نیز گزارش کردند که تعداد و وزن بیش تر غده باعث افزایش عملکرد در هکتار می شود. آنها هم چنین مشاهده کردند که در رقمی مثل Caesar این موضوع صادق نبوده و تعداد بیش تر غده در بوته الزاماً منجر به افزایش عملکرد نگردد.

هیبریدهای حاصل از Savalan♀ × Caesar♂، ارقام Crisps4all، Caruso و Savalan دارای بیشترین درصد ماده خشک غده بودند (جدول ۳). اختلاف معنی دار و وجود تنوع ژنتیکی بین ارقام را از لحاظ درصد ماده خشک غده توسط حسن پناه (۱۳۹۳) نیز گزارش شده است. مقدار ماده خشک غده ها یکی از صفات مهم در تعیین کیفیت غده ژنوتیپهای مختلف سیب زمینی به ویژه در صنایع فرآوری و تهیه چیپس، خلال و پوره می باشد. معمولاً ارقامی که ماده خشک بالاتری دارند موقع سرخ کردن میزان روغن کم تری جذب می کنند، بنابراین از نظر بهداشت تغذیه ای نیز بهتر هستند. لذا با در نظر گرفتن این موضوع که هیبریدهای حاصل از Savalan♀ × Caesar♂، ارقام Crisps4all، Caruso و Savalan برای مصارف فرآوری و سرخ کردنی یعنی خلال و چیپس مناسب تر هستند (بلندی و حمیدی، 2016). راندمان تولید چیپس در سیب زمینی های با ماده خشک بالا، به دلیل جذب روغن کم و طعم بهتر زیاد است (تالبرت^۳، 1987). در تحقیقات قبلی رقم Lady Rozeta به عنوان رقم مناسب چیپس توصیه شده بود که به علت عملکرد نسبتاً کم از سوی کشاورزان مورد استقبال قرار نگرفت (حسن آبادی و همکاران، ۱۳۸۹).

4. Gumul
5. Suzuki
6. Kaur
7. Rymuza and Bombik
8. Haynes

1. Felenji and Ahmadizadeh
2. Kumar
3. Talburt

بایندرو نوراله بیگلو و همکاران: بررسی تنوع ژنتیکی برخی صفات ...

ژنوتیپ‌های برتر دیگر از نظر عملکرد هیبریدهای حاصل از تلاقی $\text{Caeser}^{\text{♀}} \times \text{Savalan}^{\text{♂}}$ با تیپ پخت C رنگ پوست زرد روشن و گوشت زرد، شکل غده تخم‌مرغی کشیده، عمق چشم سطحی، طول استولون کوتاه و متوسط دیررس بودند که دارای بافت آردی مناسب برای تهیه خلال تشخیص داده شدند. رقم Liseta با تیپ پخت B رنگ پوست و گوشت زرد، شکل غده تخم‌مرغی کشیده، عمق چشم سطحی، طول استولون کوتاه و زودرس بود که دارای بافت نسبتاً نرم و مناسب برای استفاده چندمنظوره تشخیص داده شد. رقم Ribera با تیپ پخت B رنگ پوست و گوشت زرد، شکل غده تخم‌مرغی، عمق چشم سطحی، طول استولون کوتاه و متوسط زودرس بود که دارای بافت نسبتاً نرم و برای استفاده چندمنظوره مناسب بود (جدول ۵).

تجزیه خوشه‌ای بر اساس مجذور فاصله اقلیدسی به روش وارد^۱ بر مبنای صفات مورد مطالعه ژنوتیپ‌های مورد بررسی را به سه گروه مجزا تفکیک کرد (شکل ۱). گروه اول شامل $\text{Caeser}^{\text{♂}} \times \text{Savalan}^{\text{♀}}$ ، $\text{Savalan}^{\text{♀}} \times \text{Caeser}^{\text{♂}}$ ، Liseta و Ribera گروه دوم Agria، Jelly و Savalan و گروه سوم

شامل Caeser ، Leonardo ، Crisps4all ، Caruso و Caeser بودند. مقدار ضریب هم‌بستگی کوفنتیک نیز برابر با ۰/۶۵ بود که نشان‌دهنده هم‌بستگی مطلوب ماتریس فاصله و ماتریس حاصل از دندروگرام است.

خوشه اول از نظر عملکرد غده، وزن غده در بوته، ارتفاع بوته و درصد نشاسته دارای انحراف از میانگین مثبت و وزن مخصوص مقادیر مساوی میانگین کل داشت و انحراف از نظر سایر صفات هرچند منفی ولی خیلی جزئی بود. گروه دوم از نظر وزن غده در بوته انحراف منفی نسبت به میانگین کل ژنوتیپ‌ها داشت و به غیر از درصد ماده خشک که نسبت به میانگین کل انحراف مثبت و جزئی داشت از نظر سایر صفات هم انحراف مثبت بسیار جزئی داشت. گروه سوم نیز از نظر همه صفات انحراف میانگین منفی داشت (جدول ۶). بر این اساس اگر هدف گزینش بر اساس عملکرد و وزن غده و نشاسته باشد گروه اول مناسب‌تر خواهد بود. از گروه‌بندی حاصل می‌توان در برنامه‌های به‌نژادی آینده جهت انتخاب والدین تلاقی نیز بهره گرفت.

جدول ۱: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1: Physical and chemical properties of soil

شوری (ds/m)	اسیدیته (pH)	درصد اشباع (Saturation percentage (%))	آهک (درصد) (Lime (%))	بافت (Texture)	کربن آلی (درصد) (Organic Carbon (%))	نیترژن کل (درصد) (Total Nitrogen (%))	فسفر قابل جذب (بی‌بی‌ام) (ppm) (Absorbable phosphorus (ppm))	پتاسیم قابل جذب (بی‌بی‌ام) (ppm) (Absorbable potassium (ppm))	روی (بی‌بی‌ام) (ppm) (Zinc (ppm))	آهن (بی‌بی‌ام) (ppm) (Iron (ppm))	مس (بی‌بی‌ام) (ppm) (Copper (ppm))	منگنز (بی‌بی‌ام) (ppm) (Manganese (ppm))
1.25	7.64	29	7.5	لومی رسی (Clay-Loam)	0.97	0.1	3.4	230	1.22	3.22	3.2	4.2

جدول ۲: میانگین مربعات صفات مورد بررسی

Table 2: Mean squares of the studied traits

منابع تغییر (S.O.V.)	درجه آزادی (df)	عملکرد غده (Tuber yield)	وزن غده در بوته (Tuber weight per plant)	تعداد غده در بوته (Number of tubers per plant)	ارتفاع بوته (Plant height)	تعداد ساقه اصلی در بوته (Number of main stems per plant)	درصد ماده خشک (Percentage of dry matter)	درصد نشاسته (Percentage of dry matter)
بلوک (Block)	2	3.313 ^{ns}	1179.315 ^{ns}	1.583 ^{ns}	13.361 [*]	0.111 ^{ns}	0.052 ^{ns}	0.049 ^{ns}
ژنوتیپ (Genotype)	11	21.441 ^{**}	7650.492 ^{**}	2.553 ^{**}	35.846 ^{**}	1.179 ^{**}	4.065 ^{**}	5.137 ^{**}
اشتباه آزمایشی (Error)	22	2.354	838.151	0.705	3.755	0.263	0.213	0.207
ضریب تغییرات (درصد) (CV (%))	-	4.501	4.502	15.496	3.601	14.527	2.195	3.001

ns، * و ** به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد

ns, *, ** and ns: Significant differences at 5%, 1% levels, and not significant respectively

جدول ۳: مقایسه میانگین صفات موردبررسی در ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی

Table 3: Mean comparison of studied traits in potato genotypes

درصد نشاسته Percentage of dry matter	درصد ماده خشک Percentage of dry matter	تعداد ساقه اصلی در بوته Number of main stems per plant	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد غده در بوته Number of tubers per plant	وزن غده در بوته (گرم) Tuber weight per plant (g)	عملکرد غده (تن در هکتار) Tuber yield (t.ha ⁻¹)	ژنوتیپ Genotype
16.364 ^{ab}	22.183 ^{ab}	3.667 ^{bcd}	51.000 ^{de}	5.667 ^{abc}	716.478 ^a	37.973 ^a	Savalan ♀ × Caesar ♂
15.882 ^b	21.700 ^b	3.333 ^{cd}	53.333 ^{cd}	6.000 ^{abc}	698.050 ^{ab}	36.997 ^{ab}	Caesar ♀ × Savalan ♂
14.061 ^{de}	19.873 ^{de}	3.333 ^{cd}	53.667 ^{cd}	6.667 ^{ab}	695.535 ^{ab}	36.863 ^{ab}	Liseta
13.665 ^{ef}	19.477 ^e	3.333 ^{cd}	51.333 ^{de}	5.000 ^e	691.069 ^{abc}	36.627 ^{abc}	Ribera
14.526 ^{cd}	20.340 ^{cd}	3.333 ^{cd}	56.333 ^{bc}	5.333 ^{bc}	646.101 ^{cde}	34.243 ^{cde}	Jelly
16.958 ^a	22.780 ^a	4.333 ^{ab}	48.333 ^e	5.333 ^{bc}	623.522 ^{def}	33.047 ^{def}	Caruso
15.021 ^c	20.837 ^c	3.000 ^d	57.000 ^b	5.333 ^{bc}	651.384 ^{bcd}	34.523 ^{bcd}	Agria
16.656 ^a	22.477 ^{ab}	3.000 ^d	52.000 ^d	5.333 ^{bc}	599.434 ^{efg}	31.770 ^{efg}	Crisps4all
14.626 ^{cd}	20.440 ^{cd}	4.000 ^{bc}	52.000 ^d	5.000 ^e	576.478 ^{fg}	30.553 ^{fg}	Leonardo
14.443 ^{cd}	20.257 ^{de}	3.000 ^d	53.667 ^{de}	5.000 ^e	565.849 ^g	29.990 ^g	Carrera
16.770 ^a	22.110 ^{ab}	5.000 ^a	61.667 ^a	7.000 ^a	652.000 ^{bcd}	34.609 ^{bcd}	Savalan
13.126 ^f	19.767 ^{de}	3.000 ^d	55.333 ^{bc}	3.333 ^d	601.333 ^{efg}	31.924 ^{efg}	Caesar

میانگین‌های مندرج در هر ستون که دارای حروف مشابه هستند، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری ندارند

Means with the same letter in each column do not have statistically significant difference

جدول ۴: وراثت‌پذیری عمومی صفات موردبررسی

Table 4: General heritability of studied traits

وراثت‌پذیری عمومی General heritability	ضریب تغییرات ژنتیکی Coefficient of genetic variation	واریانس محیطی Environmental variance	واریانس ژنتیکی Genetic variance	صفات Traits
89.03	7.40	2.35	6.36	عملکرد غده (تن در هکتار) Tuber yield (t.ha ⁻¹)
89.04	7.41	838.15	2270.78	وزن غده در بوته (گرم) Tuber weight per plant (g)
72.66	14.53	0.7	0.62	تعداد غده در بوته Number of tubers per plant
89.51	6.08	3.76	10.7	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)
78.15	15.77	0.26	0.31	تعداد ساقه اصلی در بوته Number of main stems per plant
94.81	5.38	0.21	1.28	درصد ماده خشک Percentage of dry matter
98.29	0.64	-0.93	1.64	درصد نشاسته Percentage of dry matter

جدول ۵: صفات رشدی و غده ۱۲ ژنوتیپ سیب زمینی مورد مطالعه

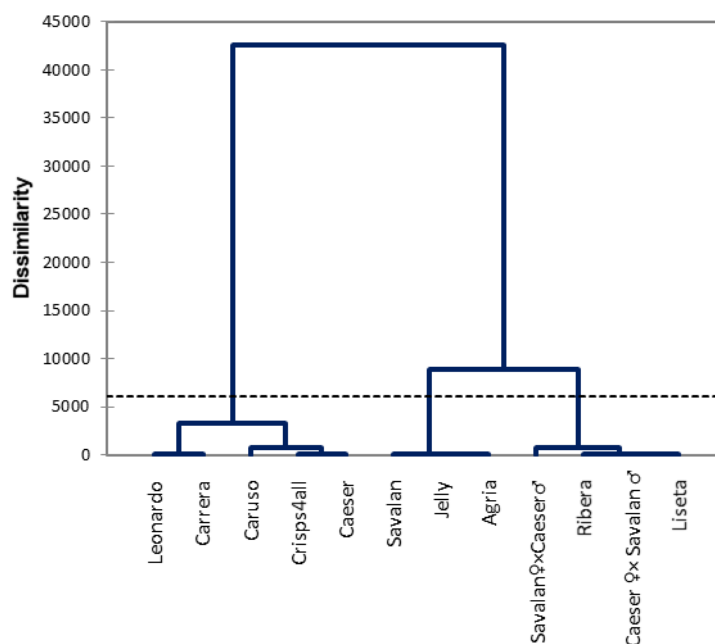
Table 5: Growth and tuber traits of 12 studied potato genotypes

طول استولون Stolon length	عمق چشم Eye depth	رسیدگی Maturity	شکل غده Tuber shape	رنگ گوشت Flesh color	رنگ پوست Skin color	تیپ پخت Baking type	نوع مصرف Type of use	ژنوتیپ Genotype
کوتاه Short	سطحی Shallow	متوسط زودرس Moderately early	گرد Round	زرد Yellow	زرد Yellow	D	دارای بافت کاملاً آردی مناسب برای چیپس Very floury texture, suitable for chips	Savalan♀×Caeser♂
کوتاه Short	سطحی Shallow	متوسط دیررس Moderately late	تخم مرغی کشیده Oval long	زرد Yellow	زرد روشن Light yellow	C	دارای بافت آردی مناسب برای خلال Floury texture, suitable for french-fries	Caeser ♀× Savalan ♂
کوتاه Short	سطحی Shallow	زودرس Early	تخم مرغی کشیده Oval long	زرد Yellow	زرد Yellow	B	دارای بافت نسبتاً نرم و برای استفاده چندمنظوره Texture of rather soft, suitable for multipurpose use	Liseta
کوتاه Short	سطحی Shallow	متوسط زودرس Moderately early	تخم مرغی Oval	زرد Yellow	زرد Yellow	B	دارای بافت نسبتاً نرم و برای استفاده چندمنظوره Texture of rather soft, suitable for multipurpose use	Ribera
کوتاه Short	سطحی Shallow	متوسط دیررس Moderately late	تخم مرغی کشیده Oval long	زرد Yellow	زرد Yellow	B	دارای بافت نسبتاً نرم و برای استفاده چندمنظوره Texture of rather soft, suitable for multipurpose use	Jelly
کوتاه Short	سطحی Shallow	متوسط دیررس Moderately late	گرد تخم مرغی Oval round	زرد Yellow	زرد Yellow	D	دارای بافت کاملاً آردی مناسب برای چیپس Very floury texture, suitable for chips	Caruso
کوتاه Short	سطحی Shallow	متوسط دیررس Moderately late	تخم مرغی کشیده Oval long	زرد Yellow	زرد Yellow	C	دارای بافت آردی مناسب برای خلال Floury texture, suitable for french-fries	Agria
کوتاه Short	سطحی Shallow	متوسط دیررس Moderately late	گرد تخم مرغی Oval round	زرد روشن Light yellow	زرد Yellow	D	دارای بافت کاملاً آردی مناسب برای چیپس Very floury texture, suitable for chips	Crisps4all
کوتاه Short	سطحی Shallow	متوسط دیررس Moderately late	تخم مرغی Oval	زرد تیره Dark yellow	زرد تیره Dark yellow	B	دارای بافت نسبتاً نرم و برای استفاده چندمنظوره Texture of rather soft, suitable for multipurpose use	Leonardo
کوتاه Short	سطحی Shallow	زودرس Early	تخم مرغی Oval	زرد Yellow	زرد Yellow	B	دارای بافت نسبتاً نرم و برای استفاده چندمنظوره Texture of rather soft, suitable for multipurpose use	Carrera
کوتاه Short	سطحی Shallow	متوسط دیررس Moderately late	گرد Round	زرد Yellow	زرد Yellow	D	دارای بافت کاملاً آردی مناسب برای چیپس Very floury texture, suitable for chips	Savalan
کوتاه Short	سطحی Shallow	متوسط دیررس Moderately late	تخم مرغی Oval	زرد روشن Light yellow	زرد روشن Light yellow	B	دارای بافت نسبتاً نرم و برای استفاده چندمنظوره Texture of rather soft, suitable for multipurpose use	Caeser

جدول ۶: انحراف میانگین ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی از میانگین کل بر اساس تجزیه خوشه‌ای

Table 6: Deviation of the mean of genotypes from the total mean based on cluster analysis

درصد نشاسته Percentage of dry matter	درصد ماده خشک Percentage of dry matter	تعداد ساقه اصلی در بوته Number of main stems per plant	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعداد غده در بوته Number of tubers per plant	وزن غده در بوته (گرم) Tuber weight per plant (g)	عملکرد غده (تن در هکتار) Tuber yield (t.ha ⁻¹)	خوشه Cluster
37.115	20.588	3.167	56.667	5.333	648.742	37.115	اول First
3.02	-0.43	-0.36	2.86	-0.08	5.64	3.02	میانگین انحراف از میانگین کل Mean deviation from the total mean (Caeser♀ × Savalan♂, Savalan♀ × Caeser♂) (Ribera و Liseta)
34.459	22.456	4.111	54.000	5.889	624.985	34.459	دوم Second
0.37	1.44	0.58	0.19	0.47	-18.12	0.37	میانگین انحراف از میانگین کل Mean deviation from the total mean (Jelly, Agria و Savalan)
31.457	20.154	3.333	53.667	4.444	581.220	31.457	سوم Third
-2.64	-0.87	-0.19	-0.14	-0.97	-61.88	-2.64	میانگین انحراف از میانگین کل Mean deviation from the total mean (Caruso, Crisps4all, Leonardo, Carrera و Caeser)
34.09	21.02	3.53	53.81	5.42	643.1	34.09	میانگین کل Total mean



شکل ۱: تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات مورد بررسی به روش وارد

Fig. 1: Dendrogram of cluster analysis based on the studied traits by Ward method

نتیجه‌گیری

در بین ژنوتیپ‌های برتر قرار داشتند. این هیبریدها با داشتن رنگ پوست و گوشت زرد و شکل غده گرد و عمق چشم سطحی از بازارپسندی بالایی برخوردار و در زمهره ژنوتیپ‌های متوسط رس بودند.

هیبریدهای حاصل از تلاقی $Savalan♀ \times Caeser♂$ دارای بافت کاملاً آردی مناسب برای چپیس بودند. هیبریدهای حاصل از تلاقی $Caeser♀ \times Savalan♂$ دارای بافت آردی مناسب برای خلال و ارقام Liseta و Ribera دارای بافت نسبتاً نرم و برای استفاده چندمنظوره مناسب تشخیص داده شدند.

بر اساس نتایج این تحقیق هیبریدهای حاصل از تلاقی $Savalan♀ \times Caeser♂$ ، $Savalan♀ \times Caeser♂$ و ارقام Liseta و Ribera با میانگین $36/63$ الی $39/97$ تن در هکتار از نظر عملکرد غده بالاترین رتبه را در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی داشتند. این ژنوتیپ‌ها از نظر وزن غده نیز (با میانگین $691/07$ الی $716/48$ گرم) بر سایر ارقام مورد بررسی برتری داشتند. ولی از نظر درصد نشاسته و درصد ماده خشک غده فقط هیبریدهای حاصل از تلاقی $Savalan♀ \times Caeser♂$

References

- Anonymous. 2022. Report on the area, production and yield of crops in 2020-2021. Information and Communication Technology Center. Ministry of Agriculture – Jihad. Tehran, Iran. (In Persian).
- Behjati, S., Choukan, R., Hassanabadi, H., and Delkhosh, B. 2013. The evaluation of yield and effective characteristics on yield of promising potato clones. *Annals of Biological Research*, 4 (7): 81-84.
- Bolandi, A. R. and Hamidi, H. 2016. Evaluation of quantitative and qualitative traits of 18 potato clones. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 14 (2): 318-328. (In Persian).
- Dokhani, S., Jafarian, S., Kabir, G., and Mortazavi Beck, A. 2007. The Effect of Preheating and Potato Cultivar on the Quality of Frozen French-Fries. *Journal of Water and Soil Science*, 11 (1): 421-429. (In Persian).
- Farshadfar, E. 1999. *Plant Breeding Methodology*. Razi University. Kermanshah. Iran. 616 p. (In Persian).
- Felenji, H. and Ahmadizadeh, M. 2011. Evaluating yield and some traits of potato cultivars in fall cultivation of Jiroft area. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 1 (12): 643-649.
- Gumul, D., Ziobro, R., Noga, M., and Sabat, R. 2011. Characterisation of five potato cultivars according to their nutritional and pro-health components. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria* 10(1):77-81.
- Hassanabadi, H., Hassanpanah, D., and Hosseinzadeh, A. A. 2010. Evaluation of cooking quality characteristics of advanced clones 397009-3, 397082-2 and 396156-6 versus Agria, Marfona and Savalan. *Ardebil Agricultural and Natural Resources Research Center, Ardebil, Iran*. 29 p. (In Persian).
- Hassanpanah, D. 2014. Evaluation of genetic diversity in 65 genotypes of potato by using factor and cluster analysis. *Journal of Crop Ecophysiology*, 8 (29 (1)): 83-96. (In Persian).
- Hassanpanah, D. and Hassanabadi, H. 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. and Hassanabadi, H. 2012. Evaluation of quantitative, qualitative and tuber yield stability of 18 promising potato clones in Ardabil province. *Journal of Crop Ecophysiology*, 6 (2): 219-234. (In Persian).
- Hassanpanah, D., Mousapour Gorji, A., Khabaz, M., Karbalai Khiavi, H. and Mohammadi, R. 2016. Adaptability evaluation of 104 potato hybrids in Ardabil and Alborz provinces. *Journal of Crop Ecophysiology (Agriculture Science)*, 10 (1 (37)): 121-137. (In Persian).
- Haynes, K. G., Potts, W. E., Chittams, J. L. and Fleck, D. L. 1994. Determining yellow-flesh intensity in potatoes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 119 (5): 1057-1059.
- Jam, E., Ebadi, A., Amini, I. and Dehdar, B. 2009. Effect of planting density and seed-minituber size on some quantitative and qualitative traits of potato. *Pajouhesh and Sazandegi*, 81: 20-29. (In Persian).
- Javan Frouzandeh, M., Tobeh, A., Hassanpanah, D., Jahanbaksh, S. and Jamaati-e-Somarin, S. 2017. Study nitrogen and dry matter of tuber of the advanced potato cultivars and clones in Ardabil area. Presented at the 1th International and 5th National Conference on Organic Vs. Conventional Agriculture. University of Mohaghegh Aedabili. Ardabil. Iran. (In Persian).
- Karim, M. R., Rahman, H., Ara, T., Khatun, M., Hossain, M. and Islam, A. 2011. Yield potential study of meristem derived plantlets of ten potato varieties (*Solanum tuberosum* L.). *International Journal of Biosciences*, 1 (2): 48-53.
- Kaur, L., Singh, N. and Sodhi, N. S. 2002. Some properties of potatoes and their starches II. Morphological, thermal and rheological properties of starches. *Food Chemistry*, 79 (2): 183-192.
- Khandan, A., Mobaser, S., Moslemkhani, K. and Hassanabadi, H. 2011. National Guideline for Testing Value for Cultivation and Use in Potato. Karaj, Iran: Seed and Plant Certification and Registration Institute. 34 p. (In Persian).
- Khazaei, H. R., Nasiri-Mahallati, M. and Arshadi, M. J. 2012. Determine the amount of reducing sugars in potato using glucose manually and compare it with the enzymatic method. *Iranian Food Science and Technology*, 7 (4): 291-297. (In Persian).
- Kumar, S. 2011. Stability analysis in potato (*Solanum tuberosum* L.) for yield and quality traits. *Annals of Biology*, 27 (2): 147-151.
- Love, S., Stark, J. and King, B. 2003. Irrigation tips for new varieties. Idaho Potato Conference. Idaho. USA.
- Masoumpour, E., Mousapour Gorji, A. and Sharghi, Y. 2015. Investigating the genetic diversity of some traits in advanced potato cultivars and clones. *Applied Field Crops Research*, 28 (106): 193-203. (In Persian).
- Mohammadnia, Sh. 2014. Evaluation of end season drought tolerance in durum wheat advanced lines and its relation with molecular markers. MSc Thesis, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran. 83 p. (In Persian).
- Moradiani, H., Tobeh, A., Hassanpanah, D. and Jahanbaksh, S. 2014. Investigation of yield and yield components in potato cultivars. Presented at the the third national congress on organic and conventional agriculture. Ardabil, Iran: Mohaghegh Ardabili University. (In Persian).
- Mousapour Gorji, A. 2008. Evaluation of qualitative and quantitative characters of advanced potato cultivars in spring culture. Final Report of Project. Seed and Plant Improvement Institute. (In Persian).
- Mousapour Gorji, A. and Shavakhi, F. 2007. Evaluation of Physico-Chemical Properties of New Potato Varieties and Introducing Proper Varieties for Processing Purpose. *Journal Agricultural Engineering Research*, 8 (2): 63-78. (In Persian).
- Nikzad, M., Taei, J., Azami, Z. and Behrmand, N. 2015. Investigation of the effects of planting date on quantitative and qualitative characteristics of potato cultivars (*Solanum tuberosum* L.) in Jiroft region. Presented at the The first national conference on agriculture, environment and Food Security. Jiroft, Iran: Jiroft University. (In Persian).
- Parvizi, KH. and Rostami, A. 2018. Valuation of the performance of two new potato cultivars in comparison with the control cultivar of Agria in the conditions of farmers in Hamadan province. *Promotional Journal of Applied Potato Sciences*, 2 (2): 21-26. (In Persian).
- Rostampour, M., Pazoki, A., Nasr Esfahani, M. and Rostamzadeh, B. 2012. Studies on genetically diversity of some of the mid mature potato lines in comparison to some commercial varieties. 12th Iran Genetic Conference. Tehran, Iran. (In Persian).
- Rymuza, K. and Bombik, A. 2010. Genotype-environment interaction in evaluating yielding of selected edible potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars. *Plant Breeding and Seed Science*, 62 (1): 97-106.
- Struik, P.C. and Wiersema, S.G. 1999. Seed potato technology. Wageningen Academic Pub. 382 p.
- Suzuki, A., Shibnuma, K., Takeda, Y., Abe, J. and Hizukuri, S. 1994. Structures and pasting properties of potato starches from Jaga Kids Purple'90 and Red'90. *Journal of Applied Glycoscience*, 41 (4): 425-432.
- Talbert, W. F. 1987. Potato Processing. AVI Publishing Company. USA. 796p.
- Talbert, W. F. and Smith, O. 2018. Technology of Potato Processing. New Delhi, India: Medtech Scientific International. 496 p.