



## ارزیابی سازگاری ۱۰۴ هیبرید سیب‌زمینی در استان اردبیل و البرز

داود حسن پناه<sup>۱\*</sup>، احمد موسی پور گرجی<sup>۲</sup>، مجید کهبازی<sup>۲</sup>، حسین کربلانی خیایوی<sup>۴</sup> و رئوف محمدی<sup>۵</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۲۷

تاریخ بازنگری: ۱۳۹۴/۹/۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۲/۱۴

### چکیده

این پژوهش به منظور دستیابی به هیبریدهای مناسب از نظر صفات زراعی، بازاریابی و سازگاری با شرایط اقلیمی مناطق تولید سیب‌زمینی کشور اجرا شد. تعداد ۱۰۴ هیبرید انتخابی در طی پنج سال (۹۳-۱۳۸۹) همراه با ارقام ساوالان، کایزر، آگریا و خاوران به عنوان شاهد در یک طرح آزمایشی آگمنت (آزمایش مقدماتی) بدون تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل و موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج مورد مقایسه قرار گرفتند. ۱۰۴ هیبرید مورد بررسی در این آزمایش از ۸ جمعیت اصلاحی بودند. تعداد ۵۲ هیبرید در اردبیل و ۵۲ هیبرید در کرج (جمعاً ۱۰۴ هیبرید) هر کدام در ۴ بلوک و در هر بلوک ۱۳ هیبرید به همراه چهار شاهد (ارقام آگریا، خاوران، کایزر و ساوالان) کشت شدند. در طی دوران رشد و پس از برداشت محصول برخی از صفات از جمله ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته، قطر ساقه اصلی، تعداد و وزن غده در بوته، عملکرد غده قابل فروش و درصد ماده خشک غده اندازه‌گیری شدند. پس از بررسی صفات کمی اندازه‌گیری شده، تعداد ۸۱ هیبرید به عنوان هیبریدهای برتر از لحاظ صفات عملکرد غده قابل فروش و درصد ماده خشک غده انتخاب گردیدند. این تعداد ۸۱ هیبرید انتخابی شامل ۱۷ هیبرید از جمعیت لوستا × ساتینا، ۳۶ هیبرید از جمعیت لوستا × کایزر، ۱۴ هیبرید از جمعیت لوستا × ساوالان، ۷ هیبرید از جمعیت کایزر × ساوالان، ۴ هیبرید از جمعیت ساوالان × کایزر، ۱ هیبرید از جمعیت ساوالان × ساتینا و ۲ هیبرید از جمعیت ساتینا × ساوالان بودند. تجزیه خوشه‌ای، این ۱۰۴ هیبرید را به سه گروه تقسیم کرد. گروه اول با ۴۹ هیبرید و رقم از تعداد و وزن غده در بوته، عملکرد غده قابل فروش و درصد ماده خشک غده بالایی نسبت به میانگین کل برخوردار بودند. در تجزیه عامل‌ها ۳ عامل مستقل از هم مجموعاً ۷۳/۹۰ درصد از تنوع را توجیه نمودند. عامل اول، عامل عملکرد و اجزا آن (صفات عملکرد غده قابل فروش، تعداد و وزن غده در بوته)، عامل دوم، عامل ساختاری بوته (صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته و قطر ساقه اصلی) و عامل سوم، عامل کیفی (درصد ماده خشک غده) نام‌گذاری شدند.

**واژگان کلیدی:** تنوع ژنتیکی، تجزیه خوشه‌ای، تجزیه عامل، جمعیت اصلاحی، هیبرید، *Solanum tuberosum*

۱- عضو هیات علمی بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران (\* نگارنده مسئول) Hassanpanah\_d@yahoo.com

۲- عضو هیات علمی بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۳- کارشناس بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

۴- عضو هیات علمی بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

۵- کارشناس بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

## مقدمه

محتویات غده، آنتی‌اکسیدان‌ها، پتاسیم، ویتامین C و شاخص گلاسیمیک؛ در مناطق دارای آب و هوای گرم و خشک رسیدن به ارقام جدید متحمل به تنش‌های خشکی و گرمایی؛ در مناطق مرطوب و خنک، دستیابی به ارقام متحمل در برابر سفیدک دروغی سیب‌زمینی؛ در کشورهای آفریقایی، تحمل رقم در برابر بید سیب‌زمینی؛ در آفریقای مرکزی، مقاومت در برابر بیماری‌های پوسیدگی قهوه‌ای؛ در کشورهای اروپای غربی (مناطق دارای زراعت متراکم و فشرده)، مقاومت در برابر باکتری‌های پکتینولیتیک و مقاومت در برابر نماد می‌باشد (Arshi, 2000).

تولید رقم جدید در سیب‌زمینی با توجه به نوع نیاز حدود ۱۰ سال طول می‌کشد (Ross, 1986) و استفاده از بذر حقیقی سیب‌زمینی در این راستا ضروری به نظر می‌رسد (Upadhy et al., 1996) و در ادامه ارزیابی نتاج، انتخاب کلونی مناسب می‌باشد (Thompson and Mendoza, 1989). صفاتی که در این مرحله بررسی می‌شوند باید وارث‌پذیری بالایی داشته باشند (Lynch and Kozub, 1993).

تکنیک‌های آماری چندمتغیره که به‌طور همزمان اندازه‌گیری‌های چندگانه روی هر یک از افراد مورد مطالعه را مورد استفاده قرار می‌دهد، به‌طور گسترده‌ای در ارزیابی تنوع ژنتیکی، صرف نظر از نوع داده‌ها (مورفولوژیکی، بیوشیمیایی یا داده‌های مولکولی) انجام می‌دهد. از میان این روش‌ها می‌توان به تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تجزیه کلاستر و تجزیه به عامل‌ها اشاره کرد (Brown-Guedira et al., 2000). تجزیه به عامل‌ها یک روش آماری موثر در کاهش حجم داده‌ها و نتیجه‌گیری قطعی از داده‌هایی است که همبستگی بالایی در بین متغیرهای اولیه نشان می‌دهند (Cooper, 1983). ویتیلانین و همکاران (Vetelainen et al., 2005) با بررسی تنوع

سیب‌زمینی یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی بوده و از نظر اهمیت غذایی و تولید بعد از گندم و برنج قرار دارد. علاوه بر استفاده‌های صنعتی، در مواردی نیز جایگزین گندم بوده و یکی از چهار ماده غذایی اصلی جهان بعد از گندم، برنج و ذرت به شمار می‌رود (Upadhy et al., 1996). نخستین مرحله در برنامه به‌نژادی یک رقم زراعی، ایجاد جمعیتی است که از نظر صفات موردنظر به‌نژادگر دارای تنوع ژنتیکی مناسب باشد (Tabanao and Bernardo, 2005). یک اصلاح‌گر در صورتی در برنامه‌های اصلاحی موفق خواهد بود که تنوع کافی برای انتخاب مواد مناسب در اختیار داشته باشد. این تنوع را هم به صورت طبیعی و هم به صورت مصنوعی می‌توان ایجاد کرد. به‌طور کلی، یکی از قدم‌ها در یک برنامه موفق به‌نژادی، تشخیص ژنوتیپ‌های مطلوب است (Salehi Jozani et al., 2003). گزینش والدین و تولید از طریق اصلاح والدین برتر، در هیبریداسیون دارای اهمیت می‌باشد (Glendinning, 1983). انتخاب والدین توجه به میزان باروری گرده و تلاقی‌پذیری آنها (Jansky, 2006) و ناسازگاری‌های یک طرفه (Jansky, 2009) ضروری است. اهداف اصلاحی سیب‌زمینی در کشورهای کمتر توسعه یافته شامل مقاومت ارقام جدید به سفیدک دروغی، ویروس‌ها و بیماری‌های انباری سیب‌زمینی می‌باشد. این صفات، صفات پایه هستند و در کشورهای توسعه یافته هم اهمیت دارند و در نظر گرفته می‌شوند. در کشورهای توسعه یافته، بیشتر از جنبه‌های سازگاری بهتر به نیازمندی‌های بازار، موارد مصرف تازه‌خوری، جنبه‌های مشاهده‌ای غده‌ها (شکل، عمق چشم، رنگ پوست و رنگ گوشت)، ویژگی‌های پخت، بازار فرآوری، از جنبه‌های مواد قندی احیایی، ماده خشک و ترکیبات شیمیایی

دوم، عامل ساختاری گیاه و عامل سوم، عامل متوسط وزن غده نام‌گذاری شدند. حسن‌پناه ( Hassanpanah, 2014) گزارش کرد در تجزیه به عامل‌ها ۴ عامل مستقل از هم مجموعاً ۷۳/۴۹ درصد از تنوع را توجیه نمودند. عامل اول، عامل عملکرد و اجزا آن، عامل دوم، عامل ساختاری، عامل سوم، عامل کیفی و عامل چهارم، عامل فنولوژی نام‌گذاری گردید. ذاکرحمیدی و حسن‌پناه ( Zakerhamidi and Hassanpanah, 2014) بر اساس نتایج تجزیه به عامل‌ها در برخی صفات کمی و کیفی ۱۶۶ هیبرید، عامل اول را به عنوان "عامل عملکرد غده و اجزای آن"، عامل دوم را به عنوان "عامل ساختاری گیاه"، عامل سوم را به عنوان "عامل فنولوژی" و عامل چهارم را به عنوان عامل "یکنواختی غده" نام‌گذاری کردند.

هدف از این تحقیق ارزیابی تنوع ژنتیکی برای صفات کمی و کیفی در ۱۰۴ هیبرید سیب‌زمینی با استفاده از تجزیه عامل‌ها و تجزیه خوشه‌ای می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

تعداد ۱۰۴ هیبرید انتخابی در طی پنج سال (۹۳-۱۳۸۹) با ارقام ساوالان، کایزر، آگریا و خاوران به‌عنوان شاهد براساس طرح آزمایشی آگمنت (آزمایش مقدماتی) بدون تکرار در مزرعه تحقیقاتی ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل و مزرعه تحقیقاتی موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج مورد مقایسه قرار گرفتند. ۱۰۴ هیبرید مورد بررسی در این آزمایش از ۸ جمعیت اصلاحی (شامل ۲۰ هیبرید از جمعیت لوستا × ساتینا ، ۳۹ جمعیت لوستا × ساوالان ، ۱۶ هیبرید از جمعیت کایزر × ساوالان ، ۴ هیبرید از جمعیت ساوالان × کایزر ، ۳ هیبرید از جمعیت ساوالان × ساتینا و ۲ هیبرید از جمعیت ساتینا × ساوالان ) بودند. از شاهدها برای تصحیح اثر بلوک

ژنتیکی ۳۲ رقم سیب‌زمینی با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی گزارش کردند که در مؤلفه اول صفات میزان رنگ و توزیع رنگ‌دانه‌ها در بافت‌ها و در مؤلفه دوم صفات مربوط به اندازه و شکل غده و گل دارای اهمیت بیشتری بودند. طاهری طریق و همکاران (Taheri Tarigh *et al.*, 2007) با بررسی تنوع ژنتیکی برخی صفات مهم کمی و کیفی در ۲۸۵ کلون با منشأ آمریکای جنوبی از مرکز تحقیقات بین‌المللی سیب‌زمینی از طریق تجزیه عامل‌ها گزارش کردند که سه عامل اول ۶۰/۲۰ درصد از تغییرات را تبیین می‌نمود که در ارتباط با فرم بوته و اجزا عملکرد بوده‌اند. ربیعی و همکاران ( Rabiei *et al.*, 2008) با انجام تجزیه به عامل‌ها روی ارقام سیب‌زمینی، دو عامل مهم که عامل اول سطح برگ و عامل دوم وضعیت ساختاری گیاه تعیین گردید. خدمتی و همکاران (Khedmati *et al.*, 2013) نتیجه گرفتند در تجزیه به عامل‌ها، ۵ عامل ۸۳/۱۳۸ درصد تنوع داده را توجیه نمودند. در عامل اول که بیشترین حجم از تغییرات داده‌ها را در بر می‌گیرد (۳۶/۲۵۲ درصد) صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه اصلی، تعداد غده بین ۳۵-۵۵ میلی‌متر، تعداد غده در بوته، وزن غده بین ۳۵-۵۵ میلی‌متر، وزن غده در بوته، عملکرد غده کل و قابل فروش دارای ضریب مثبت و بزرگ بودند. بنابراین این عامل را به عنوان عامل عملکرد غده معرفی نمودند. نیک‌منش و حسن‌پناه ( Nickmanesh and Hassanpanah, 2014) براساس نتایج تجزیه به عامل‌ها، عامل اول را به عنوان "عملکرد غده"، عامل دوم را عامل "ساختار گیاه" و عامل سوم را "یکنواختی غده" نام‌گذاری کردند. جوینده کلاشمی و حسن‌پناه ( Jouyandeh Kelashemi and Hassanpanah, 2014) نتیجه گرفتند در تجزیه به عامل‌ها ۳ عامل مستقل از هم مجموعاً ۷۵/۸۴ درصد از تنوع را توجیه نمودند. عامل اول، به عنوان عامل عملکرد غده، عامل

ماده خشک غده و بین بلوک‌ها از لحاظ صفت عملکرد غده قابل فروش در منطقه اردبیل (جدول ۱) و بین هیبریدها از لحاظ صفات وزن غده در بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته و درصد ماده خشک غده و بین بلوک از لحاظ صفت تعداد ساقه اصلی در بوته در منطقه کرج اختلاف معنی‌داری مشاهده می‌شود (جدول ۱). به علت معنی‌دار بودن بلوک در صفت عملکرد غده در منطقه اردبیل و صفت تعداد ساقه اصلی در بوته در منطقه کرج، میانگین صفات فوق در هیبریدها در بلوک‌های مختلف تصحیح شدند.

صفات عملکرد غده قابل فروش، تعداد و وزن غده در بوته و تعداد ساقه اصلی در بوته با ضریب تغییرات به ترتیب ۳۳/۶۹، ۳۲/۹۸، ۳۱/۵۹ و ۳۶/۲۷ درصد دارای تنوع بالا، صفات ارتفاع بوته و قطر ساقه اصلی به ترتیب ۱۸/۰۱ و ۲۴/۵۴ درصد دارای تنوع نسبتاً بالا و صفت درصد ماده خشک غده با ۷/۰۸ درصد دارای تنوع پایین بودند (جدول ۲). براساس نتایج بدست آمده مشاهده شد که اکثر صفات مورد مطالعه دارای تنوع بالایی هستند که این تنوع می‌تواند در برنامه‌های به‌نژادی سیبزمینی به کار گرفته شود.

میانگین وزن غده در بوته در هیبریدها ۲۰۶۶/۶۷-۴۱۲/۵ گرم (جدول ۲) و در ارقام ۸۳۲/۹۴ گرم بود (جدول ۳). ۷۶ هیبرید از میانگین شاهدها بیشتر بودند و به عنوان کلون برتر از لحاظ صفت وزن غده در بوته انتخاب شدند. از لحاظ میانگین صفت تعداد غده در بوته در هیبریدها بین ۱/۵-۲۷/۵ غده در بوته (جدول ۲) و در ارقام ۸/۰۸ غده در بوته مشاهده شد (جدول ۳). ۸۷ هیبرید از میانگین شاهدها در دو منطقه بیشتر بودند و به عنوان هیبرید برتر از لحاظ صفت تعداد غده در بوته انتخاب گردید. میانگین تعداد ساقه اصلی در بوته در هیبریدها ۱۱-۱/۶۶ عدد (جدول ۲) و در ارقام ۴/۸۴ عدد بود

استفاده شد. تاریخ کاشت در منطقه اردبیل نیمه دوم اردیبهشت ماه و در کرج اواسط تیرماه بود. هر کرت شامل دو خط ۴ متری به فاصله خطوط ۷۵ سانتی‌متر و فاصله دو بوته ۲۵ سانتی‌متر و مساحت هر کرت ۳ مترمربع بود. به منظور کاهش اثرات حاشیه‌ای یک ردیف از رقم آگریا در دو طرف آزمایش به صورت طولی کشت شد. از کود فسفات آمونیوم به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در دو نوبت (۵۰ درصد موقع کاشت و ۵۰ درصد در دوره تشکیل غده)، اوره به مقدار ۳۰۰ کیلوگرم در سه نوبت (۲۵ درصد موقع کاشت، ۵۰ درصد در زمان سبز شدن و ۲۵ درصد بلافاصله پس از تشکیل غده) و کود سولفات پتاسیم به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در یک نوبت (موقع کاشت) براساس آزمون خاک مصرف شدند. برای کنترل سوسک کلرادو از آفت‌کش کنفیدور به مقدار ۲۵۰ میلی‌متر در هکتار در دو نوبت استفاده شد. برای کنترل با علف‌های هرز در دو نوبت قبل از غده‌زایی و جین دستی صورت پذیرفت. در طی دوران رشد و پس از برداشت، صفات کمی ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته، قطر ساقه اصلی، تعداد و وزن غده در بوته، عملکرد غده قابل فروش و صفات کیفی از جمله درصد ماده خشک غده (NIVAA, 2002) اندازه‌گیری شدند. داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات مورد مطالعه در ارقام (شاهدها) در قالب طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی توسط نرم‌افزار SAS 9.1 و هیبریدها در نرم‌افزار آنالیز طرح آگمنت<sup>۱</sup> در وب سایت موسسه تحقیقات آمار کشاورزی هند<sup>۲</sup> تجزیه شدند.

## نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه نشان داد بین هیبریدها از لحاظ صفات عملکرد غده قابل فروش، وزن غده در بوته، قطر ساقه اصلی و درصد

درصد) زیرا با افزایش ماده خشک بازدهی فرآوری بیشتر، زمان پخت کوتاه‌تر، بافت سیب‌زمینی بهتر و در صورت استفاده برای چیپس و فرنج‌فرایز روغن کمتری مصرف می‌شود (CIP, 2007). براساس نتایج حاصله می‌توان اظهار نمود درصد ماده خشک غده تحت شرایط محیطی مختلف تغییر می‌نماید. بنابراین، باید در نظر داشت برای یک رقم خاص درصد ماده خشک همیشه ثابت نمی‌باشد (Mousapour Gorji, 2005). بعضی از ارقام به دلیل ژنتیکی دارای ماده خشک بالاتری نسبت به دیگر ارقام می‌باشند. پس باید در انتخاب رقم به خصوصیات ژنتیکی آن توجه لازم مبذول داشت. غده‌های با ماده خشک بالا به انرژی کمتری در طی سرخ یا خشک کردن جهت حذف آب نیاز دارند و بازده بالاتری در واحد وزن تر نسبت به غده‌هایی با ماده خشک پایین حاصل می‌کنند و در حین سرخ کردن روغن کمتری جذب می‌کنند. ماده خشک، خصوصیتی ژنتیکی بوده و بستگی به رقم دارد (Burton, 1989). ماده خشک غده معیار و شاخص مهمی برای کیفیت است و کارایی فرآیند، بازده محصول و میزان جذب روغن را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Harriss, 1992). بافت چیپس و خلال نیز در ارتباط با ماده خشک غده سیب‌زمینی است. چیپسی که از سیب‌زمینی با ماده خشک بالا تهیه شود، بافت سفتی پیدا می‌کند. حال آن که چیپسی که از غده با ماده خشک کم تهیه شود، حاوی روغن زیاد بوده، بافت گریسی و چسبناک پیدا می‌کند (Falahi, 1997). ماده خشک سیب‌زمینی برای تولید خلال باید بین ۲۰-۲۲ درصد باشد (Falahi, 1997). پوست سیب‌زمینی باید سالم، عاری از آثار صدمات بوده و رنگ گوشت آن مورد پسند مصرف کننده باشد. در اکثر کشورهای دنیا رنگ زرد گوشت برای فرآورده‌هایی چون چیپس و خلال مورد نظر است که در ارتباط با میزان کاروتنوئیدهای

(جدول ۳). تعداد ۱۲ هیبرید از میانگین شاهد‌ها در دو منطقه بیشتر بود. 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). میانگین قطر ساقه اصلی در هیبریدها بین ۲۳-۴ میلی‌متر (جدول ۲) و در ارقام ۸/۰۳ میلی‌متر بود (جدول ۳). تعداد ۱۰ هیبرید از میانگین شاهد‌ها در دو منطقه بیشتر مشاهده گردید. ارتفاع بوته در هیبریدها بین ۱۱۳/۳۳-۴۲/۶۶ سانتی‌متر (جدول ۲) و در ارقام بین ۶۱/۷۲ سانتی‌متر بودند (جدول ۳). تعداد ۴۱ هیبرید از میانگین شاهد‌ها بیشتر بودند. عملکرد هدف اصلی هر برنامه اصلاحی است. عملکرد قابل فروش نسبت به عملکرد کل اهمیت بیشتری دارد. میانگین عملکرد غده قابل فروش در هیبریدها بین ۱۰۹/۵۳-۲۱/۸۶ تن در هکتار (جدول ۲) و در ارقام (شاهد‌ها) در دو منطقه ۴۱/۸۰ تن در هکتار بود (جدول ۳). ۸۱ هیبرید از میانگین شاهد‌ها در دو منطقه بیشتر بودند و به عنوان هیبرید برتر از لحاظ صفت عملکرد غده انتخاب شدند.

میانگین درصد ماده خشک غده در هیبریدها بین ۱۸/۲۲-۲۵/۸۶ درصد (جدول ۲) و در ارقام بین ۲۰/۹۷ درصد متغیر بود (جدول ۳). از تعداد ۸۱ هیبرید انتخابی پرمحصول، تعداد ۲۰ هیبرید دارای درصد ماده خشک کمتر از ۲۱ درصد (مناسب برای مصرف تازه‌خوری و سالاد) و تعداد ۶۱ هیبرید دارای درصد ماده خشک غده بیشتر از ۲۱ درصد (مناسب برای مصرف سرخ‌کردنی، چیپس و خلال) بودند. درصد ماده خشک غده مهم‌ترین فاکتور در تعیین نوع مصرف آن می‌باشد. بالا بودن میزان ماده خشک در فرآوری سیب‌زمینی اهمیت ویژه‌ای دارد (بیش از ۱۹

سیب‌زمینی از نظر صفات میزان قندهای احیا کننده، وزن مخصوص، درصد ماده خشک، درصد جذب روغن و قابلیت پذیرش کلی چیپس و خلال، رقم کوراس را برای استخراج نشاسته، ارقام سانته، آنولا، آگریا، میرام، پرمیر و کاسموس را برای استفاده در چیپس و ارقام آگریا، آنولا، دزیره، دیامانت و میرام را برای فرنیج‌فرایز (خلال) معرفی نمودند. حسن‌پناه و همکاران (Hassanpanah *et al.*, 2008b) رقم سانته را برای فرنیج‌فرایز (خلال) و رقم آگریا را برای چیپس توصیه نمودند. حسن‌پناه و حسن‌آبادی (Hassanpanah and Hassanabadi, 2011) با بررسی ۲۹ کلون امیدبخش، کلون ۲-۹۷۰۹۷-۳۹۷ را چندمنظوره معرفی نمودند. این کلون در سال ۱۳۹۱ به عنوان دومین رقم ملی به نام خاوران نام‌گذاری شد (Hassanabadi *et al.*, 2011).

به منظور درک روابط داخلی صفات و تعیین گروهی متغیرهای با بیشترین همبستگی از تجزیه به عامل‌ها با استفاده از روش مولفه‌های اصلی و چرخش عامل‌ها به روش وریماکس استفاده گردید. از تجزیه به عامل‌ها جهت شناسایی روابط موجود بین صفات و گروه‌بندی آنها براساس این روابط استفاده شد. برای تهیه ماتریس ضرایب عاملی، آن تعداد از عامل‌ها که ریشه مشخصه آنها بزرگ‌تر از یک بود، انتخاب شدند. در هر عامل اصلی، ضرایب عاملی بزرگ‌تر از ۰/۵ به عنوان عامل معنی‌دار در نظر گرفته شد (Lawley and Maxwell, 1963). مقادیر  $KMO^1$  در این آزمایش ۰/۵۹۱ بود که نشان دهنده اعتبار داده‌ها برای استفاده از تجزیه به عامل‌ها می‌باشد و آزمون بارتلت (\*\*۱۸۸۸۸) نیز معنی‌دار بود (جدول ۴). با توجه مقادیر عامل‌ها و تعداد مقادیر ویژه بزرگ‌تر از یک (Lawley and Maxwell, 1963)، تعداد ۳ عامل شناسایی شد. ۳ عامل مستقل از هم مجموعاً ۷۳/۹

موجود در غده می‌باشد (Harris, 1992).

از هیبریدهای انتخابی پرمحصول، تعداد ۶۱ هیبرید دارای بافت غده‌ای کاملاً آردی و خشک (تیپ D) بودند. بافت غده‌های این گروه گاهی اوقات در اثر آب‌پز شدن سطح غده کاملاً ترک برداشته و دچار وارفنگی می‌شود. ساختمان بافت غده معمولاً به صورت دانه‌های نسبتاً درشت مشاهده می‌شود. هیبریدهای این گروه برای مصارف مختلف و به خصوص چیپس مورد استفاده قرار می‌گیرند (Madah Arefi *et al.*, 2007). از تعداد ۸۱ هیبریدهای انتخابی پرمحصول، تعداد ۲۰ هیبرید دارای تیپ B بودند. غده‌های این گروه پس از پخت کمی آردی بوده و سطح آنها براق نیست. بافت این غده‌ها نسبتاً نرم و تا حدودی خشک می‌باشند و به صورت آب‌پز و سرخ کرده قابل استفاده هستند (Madah Arefi *et al.*, 2007).

کلون‌های پرمحصول دارای رنگ پوست زرد روشن تا زرد تیره، رنگ گوشت غده زرد روشن تا زرد تیره، شکل غده گرد، گرد تخم‌مرغی، تخم‌مرغی کشیده و تخم‌مرغی، بدون زنگ، حفره و شکاف داخل غده و عمق چشم سطحی بودند. وجود تنوع ژنتیکی زیاد بین ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی توسط هاینس و همکاران (Haynes *et al.*, 1994) گزارش شده است. رنگ گوشت و پوست غده در بازارپسندی ارقام بسیار موثر بوده و ارقام با گوشت سفید و رنگ پوست قرمز از بازارپسندی کمتری برخوردار می‌باشند (Hassanpanah *et al.*, 2008a). موسی‌پورگرچی (Mousapour Gorji, 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 فرنیج‌فرایز و ارقام اسپریت و سانته را برای مصرف چیپس پیشنهاد نمودند. حسن‌آبادی (Hassanabadi, 2006) با بررسی ۱۷ رقم

۱ - Kaiser Meyer Olkin



از تغییرات را تبیین می‌نمود که در ارتباط با فرم بوته و اجزا عملکرد بوده‌اند. ربیعی و همکاران ( Rabiei et al., 2008) با انجام تجزیه عامل‌ها بر روی ارقام سیب‌زمینی، دو عامل مهم که عامل اول سطح برگ و عامل دوم وضعیت ساختاری تعیین نمودند. نیک‌منش و حسن‌پناه ( Nickmanesh and Hassanpanah, 2014) براساس نتایج تجزیه به عامل‌ها، عامل اول را به عنوان "عملکرد غده"، عامل دوم را "ساختار گیاه" و عامل سوم را "یکنواختی غده" را نام‌گذاری کردند. جوینده کلاشمی و حسن‌پناه ( Jouyandeh Kelashemi and Hassanpanah, 2014) عامل اول را عامل عملکرد غده، عامل دوم را عامل ساختاری گیاه و عامل سوم را عامل یکنواختی غده نام‌گذاری کردند. حسن‌پناه ( Hassanpanah, 2014) عامل اول را عامل عملکرد و اجزا آن، عامل دوم را عامل ساختاری بوته، عامل سوم را عامل کیفی غده و عامل چهارم را عامل فنولوژی نام‌گذاری کرد. ذاکرحمیدی و حسن‌پناه ( Zakerhamidi and Hassanpanah, 2014) عامل اول را به عنوان "عامل عملکرد غده و اجزای آن"، عامل دوم را "عامل ساختاری گیاه"، عامل سوم را "عامل فنولوژی" و عامل چهارم را عامل "یکنواختی غده" نام‌گذاری کردند.

موقعیت هر هیبرید و رقم در شکل ۱ نشان داده شده است. ارقام و هیبریدهای شماره ۵۷، ۷۸، ۹۰، ۹۴، ۳۸، ۵۶، ۱۰۳، ۱۰، ۱۰۴، ۶۷، ۲۳، ۱۹، ۶۵، ۸۵، ۵۵، ۷۴، ۲۷، ۵۹، ۳۴، ۳۷، ۱، ۱۶، ۷۰، ۱۹، ۲۲، ۶۴، ۴۲، ۱۴، ۹، ۴۰، ۴۶، ۳۷، ۴۴ و ۴۱ در منتهی‌الیه سمت راست و بالا در جهت مثبت از لحاظ صفات قطر ساقه اصلی، وزن غده در بوته و عملکرد غده قابل فروش دارای بالاترین مقدار بودند و به عنوان هیبرید برتر از لحاظ صفات فوق‌الذکر بودند (شکل ۱).

نمودار درختی بر اساس کلیه صفات مورد مطالعه با استفاده از تجزیه کلاستر به روش Ward،

درصد از تغییرات را توجیه کردند. عامل اول با ۳۴/۴ درصد از تغییرات و مقدار ویژه ۲/۴۰۵، صفات عملکرد غده قابل فروش، تعداد و وزن غده در بوته دارای ضرایب عاملی بزرگ و مثبت بودند و به عنوان عامل "اجزا عملکرد غده" انتخاب شدند (جدول ۴). عامل دوم با توجیه ۲۲/۴ درصد از تغییرات با مقدار ویژه ۱/۵۶۷، شامل ضرایب عاملی مثبت و بزرگ برای صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته و قطر ساقه اصلی به عنوان عامل "ساختاری بوته" نام‌گذاری شد (جدول ۴). عامل سوم با توجیه ۱۷/۱ درصد از تغییرات و مقدار ویژه ۱/۱۹۶، شامل ضریب عاملی مثبت برای صفت درصد ماده خشک غده بود و به عنوان "کیفیت غده" نام‌گذاری شد (جدول ۴). آنچه که می‌توان از بررسی تجزیه به عامل‌ها نتیجه‌گیری نمود این است که در انتخاب ژنوتیپ سیب‌زمینی ابتدا می‌بایست ابتدا به صفات عملکرد غده قابل فروش، تعداد و وزن غده در بوته توجه نمود. صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته و قطر ساقه اصلی در درجه دوم و صفت درصد ماده خشک غده در درجه سوم اهمیت قرار دارد. در تجزیه عامل‌ها، صفات مؤثر در هر عامل شناسایی شده و عوامل نیز بر اساس مؤثرترین صفات نام‌گذاری می‌شوند. این روش، بهبود ژنتیکی عوامل را به واسطه صفات مرتبط با آنها امکان‌پذیر می‌سازد (Tadesse and Bekele, 2001).

شرما و چودری ( Sharma and Choudhary, 1985) با استفاده از ۴۰ ژنوتیپ سیب‌زمینی، سه عامل مهم اندازه و وزن میوه و دانه، تعداد میوه و دانه و تعداد میوه در ساقه را گزارش نمودند. طاهری طریق و همکاران ( Taheri Tarigh et al., 2007) با بررسی تنوع ژنتیکی برخی صفات مهم کمی و کیفی در ۲۸۵ کلون با منشأ آمریکای جنوبی از مرکز تحقیقات بین‌المللی سیب‌زمینی از طریق تجزیه به عامل‌ها گزارش کردند که سه عامل اول ۶۰/۲۰ درصد

مثبت بودند (جدول ۵). این گروه از لحاظ عملکرد و اجزا مهم آن میانگین بالاتر اما دارای درصد ماده خشک غده منفی بودند. در گروه سوم، صفات عملکرد غده قابل فروش، تعداد و وزن غده در بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته و درصد ماده خشک غده دارای انحراف میانگین هیبریدها از میانگین کل منفی بودند. از ژنوتیپ‌های این گروه نمی‌توان برای افزایش و بهبود عملکرد غده سیب‌زمینی استفاده کرد.

### نتیجه‌گیری کلی

از ۸ جمعیت اصلاحی مورد مطالعه، تعداد ۸۱ هیبرید به عنوان هیبرید برتر از لحاظ صفات عملکرد غده قابل فروش و درصد ماده خشک غده انتخاب شدند. ۸۱ هیبرید انتخابی شامل ۱۷ هیبرید از جمعیت لوستا × ساتینا ، ۳۶ هیبرید از جمعیت لوستا × کایزر ، ۱۴ هیبرید از جمعیت لوستا × ساوالان ، ۷ هیبرید از جمعیت کایزر × ساوالان ، ۴ هیبرید از جمعیت ساوالان × کایزر ، ۱ هیبرید از جمعیت ساوالان × ساتینا و ۲ هیبرید از جمعیت ساتینا × ساوالان بودند.

براساس مقادیر ویژه بزرگ‌تر از یک حاصل از تجزیه به مولفه‌های اصلی، برش داده شدند و در سه گروه قرار گرفتند. در گروه اول ۴۹ هیبرید و رقم، در گروه دوم ۲۲ هیبرید و رقم و در گروه سوم ۳۷ هیبرید قرار گرفتند (شکل ۲). حسن‌پناه (2014, Hassanpanah) براساس نتایج تجزیه خوشه‌ای ۶۵ ژنوتیپ را به چهار گروه تقسیم کرد. گروه سوم با ۵ ژنوتیپ (ارقام کایزر، لوستا، کنبک و ساتینا و ژنوتیپ پیشرفته ۹-۳۹۷۰۰۷) از تعداد و وزن غده کل و قابل فروش در بوته، عملکرد غده قابل فروش بالایی نسبت به میانگین کل و شاهد‌ها برخوردار بودند. برای تشخیص ویژگی‌های هر گروه از اختلاف میانگین هر یک از گروه‌ها با میانگین کل استفاده شد (جدول ۵). در گروه اول صفات عملکرد غده قابل فروش، تعداد و وزن غده در بوته و درصد ماده خشک غده دارای انحراف میانگین هیبریدها از میانگین کل مثبت بودند (جدول ۵). از هیبریدهای این گروه می‌توان برای افزایش و بهبود عملکرد غده سیب‌زمینی استفاده کرد. در گروه دوم، کلیه صفات به جز درصد ماده خشک غده دارای انحراف میانگین هیبریدها از میانگین کل



جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی در ارقام سیبزمینی (شاهد) در منطقه اردبیل و کرج- سال ۱۳۹۳

**Table 1-** Analysis of variance of evaluated traits in potato cultivars (control) in Ardabil and Karaj regions

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares						
		تعداد ساقه اصلی در بوته Main stem number per plant		قطر ساقه اصلی Main stem diameter		درصد ماده خشک غده Tuber dry matter percent		
		اردبیل Ardabli	کرج Karaj	اردبیل Ardabli	کرج Karaj	اردبیل Ardabli	کرج Karaj	
Replication	بلوک	3	0.02	1.53**	0.5	7.05	0.48	0.001
Cultivar	رقم	3	2.18	3.35**	2.97*	0.92	2.96*	2.19**
Error	خطا	9	0.15	0.03	0.17	3.58	0.73	0.05
C.V. (%)	ضریب تغییرات		7.84	8.49	4.73	25.46	4.10	6.08

\* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

\* and \*\* Significant at 5 and 1% probability levels, respectively

ادامه جدول ۱

**Table 1-** Continued

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df.	میانگین مربعات Mean of squares								
		عملکرد غده قابل فروش Marketable tuber yield		وزن غده در بوته Tuber weight per plant		تعداد غده در بوته Tuber number per plant		ارتفاع بوته Plant height		
		اردبیل Ardabli	کرج Karaj	اردبیل Ardabli	کرج Karaj	اردبیل Ardabli	کرج Karaj	اردبیل Ardabli	کرج Karaj	
Replication	بلوک	3	22.51*	3.13	312.50	10658	6.97	4.21	371.15	1.99
Cultivar	رقم	3	64.13**	15.46	9112.15*	14798**	1.09	0.36	278.73	115.09
Error	خطا	9	1.33	20.13	5312.5	3185.67	1.64	0.09	107.53	23.29
C.V. (%)	ضریب تغییرات		9.80	10.58	8.51	6.75	16.15	8.61	4.73	7.97

\* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

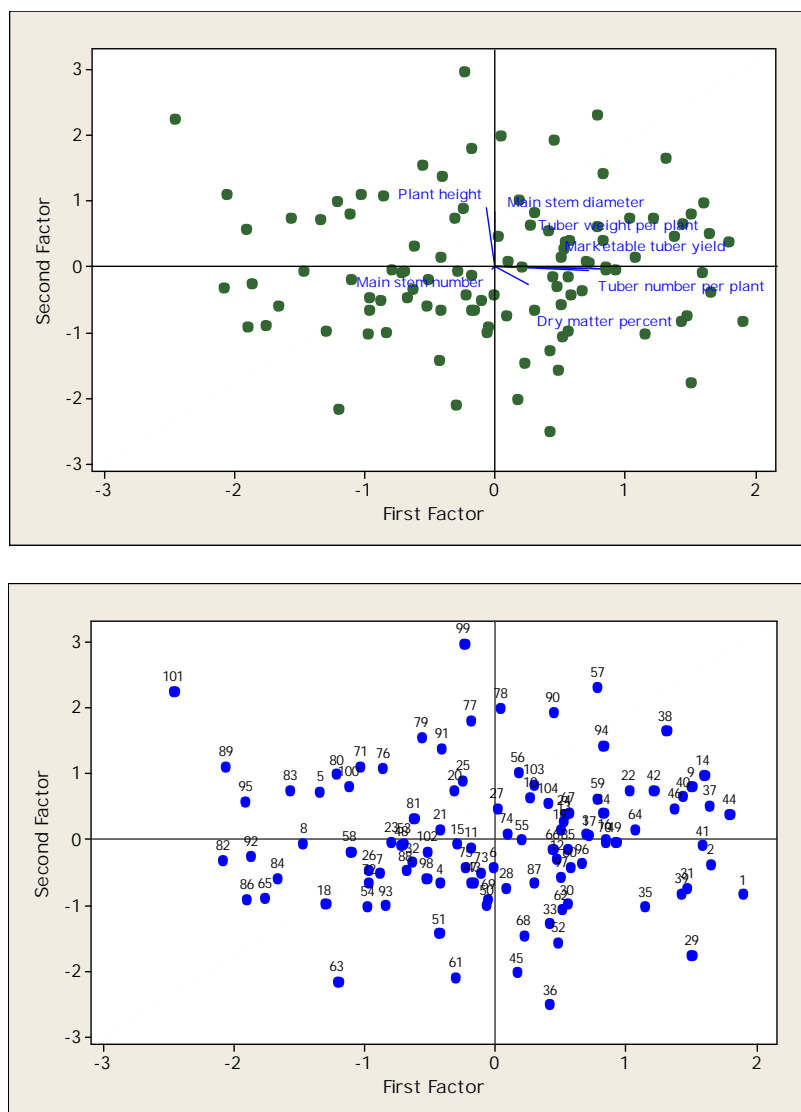
\* and \*\* Significant at 5 and 1% probability levels, respectively

جدول ۲- آماره‌های توصیفی صفات در هیبریدهای سیب‌زمینی - سال ۱۳۹۳  
 Table 2- Descriptive statistics of the traits in potato hybrids - 2014 year

صفت	Trait	حداکثر Minimum	حداقل Maximum	میانگین Mean	واریانس Variance	انحراف معیار Std. Deviation	ضریب تغییرات C.V. %
عملکرد غده قابل فروش (تن در هکتار)	Marketable tuber yield (t.ha <sup>-1</sup> )	109.53	21.86	64.21	468.01	21.63	33.69
وزن غده در بوته (گرم)	Tuber weight per plant (g)	2066.7	412.5	1211.5	166612.4	408.2	31.59
تعداد غده در بوته	Tuber number per plant	27.500	1.50	13.372	19.443	4.409	32.98
تعداد ساقه اصلی در بوته	Main stem number per plant	11.000	1.660	4.884	3.138	1.771	36.27
ارتفاع بوته (سانتی متر)	Plant height (cm)	113.33	42.66	70.63	161.90	12.72	18.01
قطر ساقه اصلی (میلی‌متر)	Main stem diameter (mm)	23.000	4.000	11.980	8.645	2.940	24.54
درصد ماده خشک غده	Tuber dry matter percent	25.860	18.220	21.794	2.379	1.542	7.08

جدول ۳- میانگین صفات کمی در ارقام شاهد در دو منطقه اردبیل و کرج - سال ۱۳۹۳  
 Table 3- Mean of quantitative traits in control cultivars in Ardabil and Karaj regions - 2014 year

منطقه Region	رقم Cultivar	عملکرد غده قابل فروش Marketable tuber yield (t.ha <sup>-1</sup> )	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد ساقه اصلی در بوته Main stem number per plant	وزن غده در بوته Tuber weight per plant (g)	تعداد غده در بوته Tuber number per plant	درصد ماده خشک غده Dry matter percent	قطر ساقه اصلی Main stem diameter (mm)
اردبیل Ardabil	ساوالان Savalan	36.65	48.50	4.65	769.57	8.71	20.84	7.25
	کایزر Caesar	42.87	72.59	5.83	875.25	6.95	22.03	8.72
	آگریا Agria	39.05	72.58	3.70	906.35	8.20	19.10	10.20
	خاوران Khavaran	46.30	58.08	4.25	769.10	7.88	21.03	8.34
کرج Karaj	ساوالان Savalan	39.50	54.25	5.75	719.57	8.00	20.99	6.88
	کایزر Caesar	45.00	70.09	6.50	902.75	7.75	21.95	7.86
	آگریا Agria	40.50	63.08	3.50	821.85	8.50	19.80	6.85
	خاوران Khavaran	44.50	54.58	4.50	899.10	8.65	22.05	8.17
Min	میانگین	41.80	61.72	4.84	832.94	8.08	20.97	8.03



شکل ۱ - موقعیت هیبریدها و ارقام و صفات مورد مطالعه حاصل از تجزیه به عامل‌ها

Figure 1- The position of hybrids and cultivars and studied traits from Factor analysis

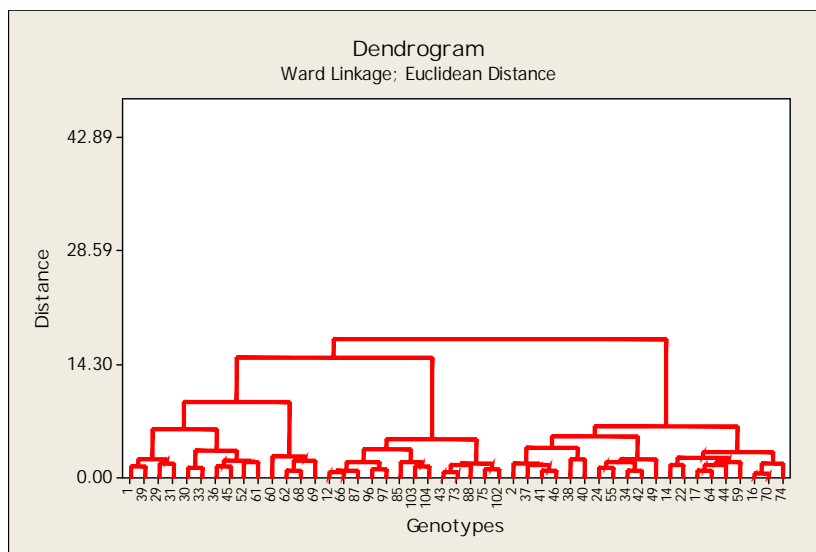
جدول ۴- ضرایب عامل‌ها در صفات مورد مطالعه برای هیبریدهای مورد بررسی

Table 4- Factor coefficients in the studied traits for hybrids and cultivars

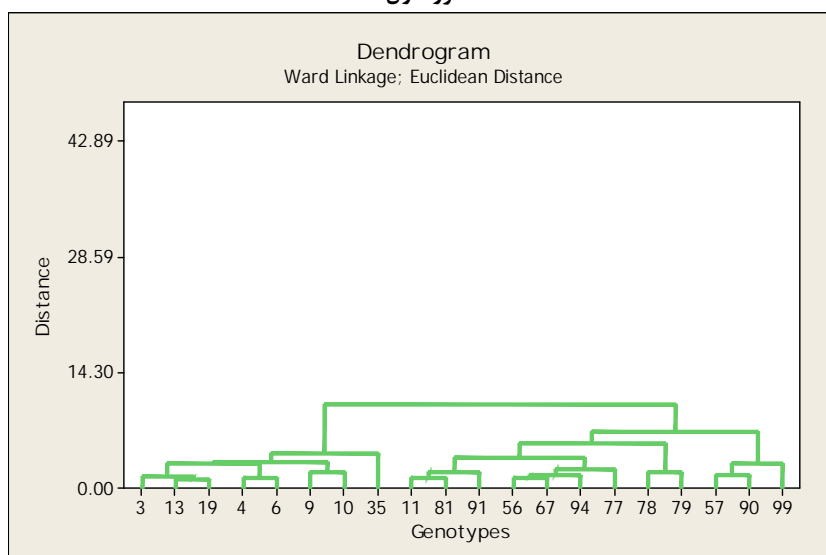
صفات	Traits	Factor عامل		
		1	2	3
عملکرد غده قابل فروش	Marketable tuber yield	<b>0.952</b>	-0.033	-0.146
وزن غده در بوته	Tuber weight per plant	<b>0.952</b>	-0.033	-0.146
تعداد غده در بوته	Tuber number per plant	<b>0.723</b>	-0.047	0.009
تعداد ساقه اصلی در بوته	Main stem number	-0.018	<b>0.912</b>	-0.045
ارتفاع بوته	Plant height	0.003	<b>0.829</b>	0.340
قطر ساقه اصلی	Main stem diameter	-0.064	<b>0.898</b>	-0.148
درصد ماده خشک	Dry matter percentage	0.255	-0.258	<b>0.529</b>
درصد واریانس	Variance percent	34.4	22.4	17.1
درصد واریانس تجمعی	Cumulative variance percent	34.4	56.8	73.9
مقادیر ویژه	Eigen-values	2.405	1.567	1.196

Numbers in bold are those with factor loadings greater than 0.5 (Lawley and Maxwell, 1963).

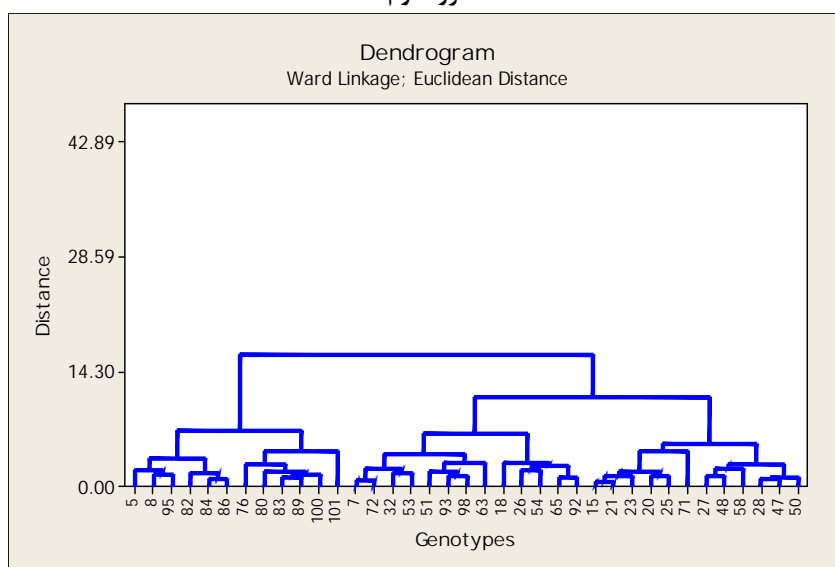
KMO Test = 0.591 Bartlett's Test = 1888 \*\*



گروه اول



گروه دوم



گروه سوم

شکل ۲- گروه بندی ارقام و هیبریدها براساس صفات اندازه گیری شده با استفاده از روش Ward

Figure 2- Grouping potato cultivars and hybrids based on measurement traits using Ward method

جدول ۵- انحراف میانگین ارقام و هیبریدهای هر گروه از میانگین کل برای کلیه صفات

Table 5- Mean deviation of hybrids and cultivars from total mean for all of traits

Cluster	کلاستر	پارامتر آماری Statistical Parameter	عملکرد غده قابل فروش Marketable tuber yield (ton ha-1)	وزن غده در بوته Tuber weight per plant (g)	تعداد غده در بوته Tuber number per plant	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد ساقه اصلی در بوته Main stem number per plant	قطر ساقه اصلی Main stem diameter (mm)	درصد ماده خشک Dry matter percent
گروه اول ۴۹ ژنوتیپ	First group 49 genotypes	$\bar{X}$	80.40	1516.95	15.74	4.15	66.83	10.89	22.03
		$\bar{X}_h - \bar{X}_{..}$	16.19	305.46	2.37	-0.73	-3.80	-1.09	0.24
گروه دوم ۲۲ ژنوتیپ	Second group 22 genotypes	$\bar{X}$	64.30	1213.17	14.22	6.34	81.12	13.27	21.26
		$\bar{X}_h - \bar{X}_{..}$	0.09	1.68	0.85	1.46	10.48	1.29	-0.53
گروه سوم ۳۷ ژنوتیپ	Third group 37 genotypes	$\bar{X}$	44.64	842.25	9.55	4.88	68.88	12.47	21.77
		$\bar{X}_h - \bar{X}_{..}$	-19.57	-369.24	-3.83	0.00	-1.75	0.49	-0.02
میانگین کل			64.21	1211.49	13.37	4.88	70.63	11.98	21.79

جدول ۶- هیبریدهای انتخاب شده از جمعیت‌های اصلاحی مورد مطالعه - سال ۱۳۹۳

Table 6- Selected hybrids of studied breeding populations - 2014 year

Satina*Savalan	Savalan*Satina	Savalan* Caesar	Caesar *Savalan	Luca*Savalan	Luca* Caesar	Luca*Satina	شماره
Satina*Savalan	Savalan*Satina	Savalan* Caesar	Caesar *Savalan	Luca*Savalan	Luca* Caesar	Luca*Satina	1
1	3	1	2	1	21	1	1
Satina*Savalan		Savalan* Caesar	Caesar *Savalan	Luca*Savalan	Luca* Caesar	Luca*Satina	2
2		2	6	2	22	2	2
		Savalan* Caesar	Caesar *Savalan	Luca*Savalan	Luca* Caesar	Luca*Satina	3
		3	8	3	23	4	3
		Savalan* Caesar	Caesar *Savalan	Luca*Savalan	Luca* Caesar	Luca*Satina	4
		4	9	5	24	5	4
			Caesar *Savalan	Luca*Savalan	Luca* Caesar	Luca*Satina	5
			11	7	25	7	6
			Caesar *Savalan	Luca*Savalan	Luca* Caesar	Luca*Satina	6
			12	8	26	8	7
			Caesar *Savalan	Luca*Savalan	Luca* Caesar	Luca*Satina	7
			15	9	27	9	9
				Luca*Savalan	Luca* Caesar	Luca*Satina	8
				10	28	10	10
				Luca*Savalan	Luca* Caesar	Luca*Satina	9
				11	29	11	11
				Luca*Savalan	Luca* Caesar	Luca*Satina	10
				14	30	12	12
				Luca*Savalan	Luca* Caesar	Luca*Satina	11
				15	31	13	13
				Luca*Savalan	Luca* Caesar	Luca*Satina	12
				16	32	14	14
				Luca*Savalan	Luca* Caesar	Luca*Satina	13
				18	33	15	15
				Luca*Savalan	Luca* Caesar	Luca*Satina	14
				19	35	16	16
					Luca* Caesar	Luca*Satina	15
					36	17	17
					Luca* Caesar	Luca*Satina	16
					37	18	19
					Luca* Caesar	Luca*Satina	17
					38	19	20
					Luca* Caesar	Luca*Satina	18
					39	20	
2	1	4	7	14	36	17	جمع Total

## References

## منابع مورد استفاده

- Arshi, Y. 2000. Genetic Improvement of vegetable crops. Mashhad Jihade-Daneshgahi. 725 pp.
- Brown-Guedira, G.L., J.A. Thompson, R.L. Nelson, and M.L. Warburton. 2002. Evaluation of genetic diversity of soybean introductions and North American ancestors using RAPD and SSR markers. *Crop Science*. 40: 815-823.
- Burton, W.G. 1989. The potato. Longman Scientific and Technical, Essex, UK. pp 470-504.
- CIP. 2007. Procedures for standard evaluation trials of advanced potato clones. International Potato Center. 126 pp.
- Cooper, J.C.B. 1983. Factor analysis. An overview. *The American Statistician*. 37: 141-147.
- Falahi, M. 1997. Potato science and technology. Barsava Press. pp. 103-145.
- Glendinning, D.R. 1983. Potato introduction and breeding up to the 20<sup>th</sup> century. *New Physiologist*. 94: 479-505.
- Harris, P. 1992. The potato crop, the scientific basis for improvement. Chapman and Hall. 506 pp.
- Hassanabadi, H. 2006. Evaluation of quantitative and qualitative traits of potato cultivars based on the germplasm grouping. Project final report, Seed and plant Improvement Institute. Press Registration Number 85/832. 172 pp. (In Persian).
- Hassanabadi, H., D. Hassanpanah, K.H. Parvizi, M. Kazemi, and R. Hajeifar. 2011. Investigation on qualitative and quantitative characteristics of medium early advanced potato clones in spring cultivation areas and production diseases free plantlets. Project final report, Seed and Plant Improvement Institute. 67 pp. (In Persian).
- Hassanpanah, D. 2014. Evaluation of genetic diversity for agronomic traits in 65 genotypes potato with the use of Factor and Cluster analysis. *Journal of Crop Eco-Physiology*. 8(29, 1): 83-96. (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, 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).
- 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).
- Haynes, K.G., W.E. Potts, J.L. Chittams, and D.L. Fleck. 1994. Determining yellow-flesh intensity in potatoes. *Journal American Society Horticultural Science*. 119(5): 1057-1059.
- Jansky, S. 2006. Overcoming hybridization barriers in potato. *Plant Breeding*. 125: 1-12.



- Jansky, S. 2009. Breeding, genetics and cultivar development. In: Singh J., and Kaur L. (eds.) *Advances in potato chemistry and technology*. Academic Press, Burlington, VT. pp 27-62.
- Jouyandeh Kelashemi, I., and D. Hassanpanah. 2014. Evaluation of genetic diversity for yield and yield component in the hybrids produced from breeding population of HPS×II/67 potato. *International Journal of Current Life Sciences*. 4(11): 10107-10110.
- Khedmati, M., D. Hassanpanah, and R. Taghi zadeh. 2013. A survey on correlation and path coefficient analysis between yield and yield components cultivars and early advanced average potato clones in spring cultivation of Ardebil region. *International Journal of Farming and Allied Sciences*. 2(17): 621-625.
- Lawley, D.N., and A.E. Maxwell. 1963. *Factor analysis: as a statistical method*. Butterworths, London. 453 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.
- Madah Arefi, H., S.Y. Sadeghian Motahar, S.B. Mahmodi, H. Sabagpour, J. Mozafari, A. Khandan, S. Mobasser, K. Moslemkhani, and H. Hassanabadi. 2007. National guideline for testing value for cultivation and use in potato. Seed and Plant Certification and Registration Institute. 34 pp. (In Persian).
- 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).
- Nickmanesh, L., and D. Hassanpanah 2014. Evaluation of genetic diversity for agronomic traits in 127 potato hybrids with using multivariate statistical methods. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*. 4(2): 502-507.
- NIVAA. 2002. On the road to potato processing. The Netherlands Consultative Potato Institute. 25 pp.
- Rabiei, K., V. Khodambashim, and A.M. Rezaei. 2008. Using multivariate statistical methods to identify the potato yield characteristics under drought stress and non-stress conditions. *Journal of Scientific and Technological Agriculture and Natural Resources*. 12(46): 131-140.
- Ross, H. 1986. *Potato breeding problems and perspectives*. Verlag Paul Parey, Berlin and Hamburg, Germany.
- Salehi Jozani, G.H.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).
- Sharma, S.K., and S.K. Choudhary. 1985. Factor analysis of berry and its seed characteristics in potato. *Plant Genetic and Breeding*. 37: 77-82.
- Tabanao, D.A., and R. Bernardo. 2005. Genetic variation in maize breeding populations with different numbers of parents. *Crop Science*. 45: 2301-2306.

- Tadesse, W., and E. Bekele. 2001. Factor analysis of yield in grass pea (*Lathyrus sativus* L.). *Lathyrus Lathyrism Newsletter*. 2: 416-421
- Taheri Tarigh, S., A.J. ZARBAKSH, and A. Mousapour Gorji. 2007. Evaluation of genetical diversity and correlations among traits in different populations of potato. *Agricultural Sciences Journal*. 13(1): 131-141. (In Persian).
- 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.
- Upadhya, 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.
- Vetelainen, M., E. Gammelgard, and J.P.T. Valkonen. 2005. Diversity of Nordic landrace potatoes (*Solanum tuberosum* L.) revealed by AFLPs and morphological characters. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 52: 999–1010.
- Zakerhamidi, S., and D. Hassanpanah. 2014. Investigation of genetic diversity for quantitative traits in 166 potato hybrids of produced from Luca and Caesar cultivars crosses. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*. 3(12): 34-37.

## Adaptability Evaluation of 104 Potato Hybrids in Ardabil and Alborz Provinces

Davoud Hassanpanah<sup>1\*</sup>, Ahmad Mousapour Gorji<sup>2</sup>, Majid Kahbazi<sup>2</sup>, Hossein Karbalaei Khiavi<sup>3</sup> and Raouf Mohammadi<sup>1</sup>

Received: May 2015, Revised: 26 November 2015, Accepted: 16 February 2016

### Abstract

This study was performed to assess potato hybrids for their promising agronomic, and marketability traits and their adaptability to climatic conditions of potato production areas in country. Some 104 potato hybrids selected during five years (2010-2014) along with Savalan, Ceaser, Agria and Khavaran cultivars, as controls, were compared in an augment design (preliminary experiment) without replications both at the Agricultural and Natural Resources Research Station of Ardabil and Seed and Plant Institute Improvement of Karaj. These hybrids (104), tested in this experiment, were from 8 breeding populations. One half of the hybrids (52) in Ardabil and the other half (52) in Karaj (a total of 104 hybrids) each were planted in the 4 blocks and each block consisted of 13 hybrids with four control (Agria, Khavaran, Ceaser and Savalan cultivars). During growing period and after harvest the traits like: plant height, main stem number per plant, main stem diameter, tuber number and weight per plant, marketable tuber yield and tuber dry matter percent were measured. Then 81 hybrids were selected as superior hybrids as to their marketable tuber yield and tuber dry matter content. Hybrids selected consisted of 17 hybrids from Satina × Luca population, 36 hybrids from Ceaser × Luca population, 14 hybrids from Savalan × Luca population, 7 hybrids from Savalan × Ceaser population, 4 hybrids from Ceaser × Savalan population, 1 hybrids from Satina × Savalan population and 2 hybrids from Satina × Savalan population. Cluster analysis divided 104 hybrids and cultivars into three groups. The first group with 49 hybrids had higher average tuber number per plant, marketable tuber yield and tuber dry matter percent than the remaining hybrids. In factor analysis, three independent factor total explained 73.90% of the variations. These were named as, 1- tuber yield and its components factor (marketable tuber yield, tuber number and weight per plant), 2- the plant structures factor (plant height, number of main stems per plant and main stem diameter) and 3- quality factor (tuber dry matter percent).

**Key words:** Genetic diversity, Breeding population, Hybrid, Cluster analysis, Factor analysis, *Solanum tuberosum*.

1-Horticulture Crops Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research Centre, AREEO, Ardabil, Iran

2- Seed and Plant Improvement Research Department, Seed and Plant Improvement Research institute, AREEO, Karaj, Iran

3- Plant Protection Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research Centre, AREEO, Ardabil, Iran

\* Corresponding Author: Hassanpanah\_d@yahoo.com