نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد هشتم، شماره ۱(۲۹)، ۱۳۹۳، صفحه ۹۶-۸۳

تنوع ژنتیکی ۶۵ ژنوتیپ سیب‌زمینی با استفاده از تجزیه عامل‌ها و خوشه‌ای

داود حسن‌پناه[۱]

چکیده

۶۵ ژنوتیپ سیب‌زمینی در طی دو سال (۸۷-۱۳۸۶) با ارقام آگریا، دراگا و مارفونا به عنوان شاهد بر اساس طرح آماری آگمنت با سه بلوک در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی آنها کشت گردید. در طی دوره رشد و پس از برداشت، صفات تعداد روز تا غده‌زایی، طول دوره رشد، تعداد ساقه اصلی در بوته، ارتفاع بوته، تعداد و وزن غده کل و قابل فروش در بوته، عملکرد غده قابل فروش و درصد ماده خشک اندازه‌گیری شد. نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات تعداد ساقه اصلی در بوته، ارتفاع بوته، تعداد و وزن غده کل و قابل فروش در بوته، عملکرد غده قابل فروش، تعداد روز تا غده‌زایی و درصد ماده خشک اختلاف معنی‌داری وجود دارد. صفات تعداد ساقه اصلی در بوته، ارتفاع بوته، تعداد و وزن غده کل و قابل فروش در بوته، عملکرد غده قابل فروش دارای تنوع بالا و صفات تعداد روز تا غده‌زایی و درصد ماده خشک دارای تنوع نسبتاً بالایی بودند. تجزیه خوشه‌ای ۶۵ ژنوتیپ را به چهار گروه تقسیم کرد. گروه سوم با ۵ ژنوتیپ (ارقام کایزر، لوکا، کنبک و ساتینا و کلون 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. در تجزیه عامل‌ها، ۴ عامل مستقل از هم مجموعاً ۷۳/۴۹ درصد از تنوع را توجیه نمودند. عامل اول، عامل عملکرد و اجزا آن (صفات عملکرد غده قابل فروش، تعداد و وزن غده کل و قابل فروش در بوته)، عامل دوم، عامل ساختاری (صفات ارتفاع بوته و تعداد ساقه اصلی در بوته)، عامل سوم، عامل کیفی (درصد ماده خشک) و عامل چهارم، عامل فنولوژی (صفت تعداد روز تا غده‌زایی) نام‌گذاری شد.

واژگان کلیدی: تجزیه خوشه‌ای، تجزیه عامل، تنوع ژنتیکی، *Solanum tuberosum*.

۱- استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (نگارنده‌ی مسئول) D.Hassanpanah@Spii.ir

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۰/۳
تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۲/۲۶

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

سیب‌زمینی با نام علمی *Solanum tuberasum* 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 (Demeke *et al.*, 1996). تنوع و انتخاب دو رکن اصلی هر برنامه اصلاحی است و انتخاب در صورتی، کارآیی بالایی دارد که در صفت مورد مطالعه تنوع مطلوبی از نظر ژنتیکی موجود باشد. با توجه به این که همه گونه‌های گیاهی اهلی به طور مستقیم و یا غیرمستقیم از گونه‌های وحشی به وجود آمده‌اند و با توجه به فرسایش ژنتیکی، جمع‌آوری و حفاظت نمونه‌های گیاهی برای انتخاب و بررسی‌های علمی در برنامه‌های اصلاحی ضروری است. بنابراین، هر گونه بررسی و مطالعه مجموعه‌های گیاهی می‌تواند شناخت ما را نسبت به آنها افزایش دهد و در موارد لزوم مواد مورد نیاز با دید بازتری انتخاب شوند (Masodi *et al.*, 2008). از آن‌جایی که این نوع تنوع قابلیت انتقال به نتاج را دارد، بنابراین در اصلاح‌نباتات دارای اهمیت می‌باشد (Anonymous, 2012). تنوع ژنتیکی، رکن اصلی بیشتر برنامه‌های اصلاحی بوده و انجام گزینش منوط به وجود تنوع ژنتیکی مطلوب در افراد مورد بررسی می‌باشد. علاوه بر این، اطلاع از سطح تنوع موجود در ژرم‌پلاسم‌ها و خزانه‌های ژنی برای تشخیص تکرارها در بانک‌های ژنی، غنی‌سازی ذخایر ژنتیکی از طریق ورود ژن‌های مطلوب و شناسایی ژن‌های مناسب ضروری به نظر می‌رسد. جوامع ژنتیکی جدید به صورت جنسی و از طریق خودگرده‌افشانی و یا دگرگرده‌افشانی تولید می‌گردند. از آن‌جایی که نمی‌توان رقمی بدون نقص اصلاح کرد، لذا اصلاح‌گر همواره باید سعی کند ارقام زراعی موجود را اصلاح نماید. یک رقم زراعی اگر حداقل از نظر یک صفت مهم بهتر از شاهد و از نظر سایر صفات به طور معنی‌داری ضعیف‌تر نباشد، به عنوان رقم برتر در نظر گرفته می‌شود (Upadhya *et al.*, 1996). حسن‌پناه (Hassanpanah, 2004) از هفت خانواده بذر حقیقی سیب‌زمینی (گرانولا، کایزر، روستر، کارا، بانبا، T2999/4 و T2704/1)، تعداد ۲۴۰۰ کلون انتخاب نمود. نتایج بررسی‌ها نشان داد در داخل هر جمعیت برای صفات شکل برگ، رنگ پوست، رنگ گل، فرم بوته، رنگ گوشت و رنگ پوست تنوع وجود دارد. در بررسی و ارزیابی، سازگاری و صفات کمی و کیفی ارقام و کلون‌های امیدبخش و پروژنی‌های جدید بذر حقیقی سیب‌زمینی از سال ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۶ توسط حسن‌آبادی و همکاران (Hassanabadi *et al.*, 1999) در کرج و استان‌های سیب‌زمینی‌خیز کشور، کلون امیدبخش ۹- ۳۹۷۰۰۷ به عنوان اولین رقم ملی با نام ساوالان معرفی گردید. رستم‌پور و همکاران (Rostampour, *et al.*, 2012) با تنوع ژنتیکی خصوصیات ظاهری تعداد ۱۱ کلون متوسطرس به همراه دو رقم شاهد آگریا و مارفونا نتیجه گرفتند که کلون ۳۹۶۱۵۶ دارای بیشترین درصد جوانه‌زنی و ارتفاع بوته، کلون ۱-۳۹۶۱۲۸ بیشترین میانگین وزن غده‌های درشت و متوسط و کلون ۴-۳۹۰۸۱ بیشترین عملکرد و میانگین غده‌ریز بودند.

در برنامه‌های به‌نژادی گزینش بر اساس تعداد زیادی صفت زراعی انجام می‌شود که ممکن است بین آنها همبستگی مثبت و منفی وجود داشته باشد، بنابراین روش‌های تجزیه و تحلیل آماری که تعداد صفات مؤثر در عملکرد را کاهش دهند برای اصلاح‌گران با ارزش هستند. در این راستا، استفاده از همبستگی‌های بین صفات مرسوم است، ولی این همبستگی‌ها رابطه علت و معلولی بین صفات را بیان نمی‌کند، چون این ارتباطات توسط تعدادی عامل ناشناخته پدید می‌آیند (Johnson and Wichern,

Archive of SID

www.SID.ir

1988). کارآیی رگرسیون چندگانه به خاطر پدیده هم‌راستایی بین صفات و محدویت در بیان روابط علت و معلولی بین صفات مورد تردید است. برای حل چنین مشکلاتی از تجزیه عامل‌ها استفاده می‌شود (Hatamzadeh, 2008). تجزیه به عامل‌ها یک روش آماری موثر در کاهش حجم داده‌ها و نتیجه‌گیری از داده‌هایی است که همبستگی بالایی را بین متغیرهای اولیه نشان می‌دهند (Moghadam *et al.*, 1994). تحلیل مؤلفه اصلی با تبیین ساختار واریانس کوواریانس یا ماتریس ضرایب همبستگی به کمک چند ترکیب خطی از متغیرهای اصلی مرتبط است. این روش بر ای اولین بار توسط کارل پیرسون (Karl Pearson) تشریح شده که هوتلینگ (Hoteling) آن را مورد بحث و تعمیم قرار داد و روش کاربرد عملی آن را شرح داد (نقل از منبع Rabiei *et al.*, 2008).

وتلانین و همکاران (Vetelainen *et al.*, 2005) با بررسی تنوع ژنتیکی ۳۲ رقم سیب‌زمینی با استفاده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی گزارش کردند که در مؤلفه اول صفات میزان رنگ و توزیع رنگدانه‌ها در بافت و در مؤلفه دوم صفات مربوط به اندازه و شکل غده و گل دارای اهمیت بیشتری هستند.

زینعلی‌نژاد (Zenalinajad, 2009) با استفاده از تجزیه عامل‌ها روی ژنوتیپ‌های برنج گزارش نمود که سه عامل پنهانی در مجموع ۹۰ درصد از تنوع کل را توجیه می‌نماید که سهم عامل اول (پرشدن دانه)، عامل دوم (قد و استحکام گیاه)، عامل سوم (شکل دانه) به ترتیب ۴۴، ۲۴ و ۲۱ درصد بود. الهقلی و صالحی (Allah Gholi and Salehi, 2003) با بررسی ۱۰۰ لاین برنج با استفاده از تجزیه عامل‌ها، چهار عامل تحت عنوان عامل مورفولوژی گیاه، شکل و اندازه دانه، عملکرد و اجزای آن و پر شدن دانه شناسایی کردند. لیلاح و الخطیب (Leilah and AL-khateebs, 2005) با بررسی عوامل موثر بر عملکرد دانه گندم تحت شرایط خشکی سه عامل پنهانی شناسایی کردند که ۷۴/۴ درصد از تنوع کل را توجیه نمودند. اولین عامل شامل تعداد سنبله در متر مربع، وزن یک‌صد دانه، تعداد دانه در سنبله و عملکرد بیولوژیک، دومین عامل شامل ارتفاع گیاه، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله و سومین عامل شامل قطر سنبله و شاخص برداشت بود. امینی و سعیدی (Amini and Saeedi, 2006) با بررسی تنوع ژنتیکی گلرنگ در شریط دیم از طریق تجزیه عامل‌ها گزارش کردند که شش عامل اصلی و مستقل در مجموع ۸۰/۰۴ درصد از کل تغییرات را توجیه نمود. عوامل اول، دوم و پنجم به عنوان عامل فنولوژیک (۴۷/۰۵ درصد)، عامل‌های سوم و چهارم به عنوان عامل عملکرد و اجزای آن (۲۵/۵۶ درصد) و عامل ششم به عنوان عامل کیفی (۷/۱۳ درصد) نام‌گذاری شد. طاهری طریق و همکاران (Taheri Tarigh *et al.*, 2007) با بررسی تنوع ژنتیکی در ۲۸۵ کلون با منشاء آمریکای جنوبی از مرکز تحقیقات بین‌المللی سیب‌زمینی از طریق تجزیه عامل‌ها گزارش کردند که سه عامل اول ۶۰/۲۰ درصد از تغییرات را تبیین نمودند که در ارتباط با فرم بوته و اجزای عملکرد بودند. ربیعی و همکاران (Rabiei *et al.*, 2008) با انجام تجزیه عامل‌ها روی ارقام سیب‌زمینی، دو عامل مهم که عامل اول سطح برگ و عامل دوم وضعیت ساختاری بود را تعیین نمودند. حاتم‌زاده (Hatamzadeh, 2008) با بررسی۵۶ ژنوتیپ گلرنگ، سه عامل را شناسایی کردند. عامل اول، عامل بهره‌وری (عملکرد دانه و عملکرد روغن)، عامل دوم عامل مخزن (تعداد شاخه فرعی و تعداد قوزه در بوته) و عامل سوم سرمایه ثابت گیاه (تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، رسیدن و ارتفاع بوته) بودند. بر این اساس به منظور بررسی تنوع ژنتیکی و استفاده از آن در برنامه‌های اصلاحی ۶۵ ژنوتیپ سیب‌زمینی همراه

Archive of SID

www.SID.ir

با ارقام آگریا، دراگا و مارفونا به عنوان شاهد در این بررسی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

تعداد ۶۵ ژنوتیپ سیب‌زمینی (۶۱ رقم و ۴ کلون پیشرفته) به همراه ارقام آگریا، دراگا و مارفونا به عنوان شاهد طی دو سال (۸۷-۱۳۸۶) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل بر اساس طرح آماری آگمنت[1] ارزیابی گردید. محل اجرای آزمایش دارای اقلیم نیمه خشک و سرد بوده و دما در زمستان اغلب زیر صفر می‌باشد. متوسط بارندگی ۳۱۰ میلی‌متر و آب و هوای تا حد کمی مرطوب و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۵۰ متر و طول و عرض جغرافیایی آن به ترتیب ۴۸' ۲۰° و ۱۵' ۳۸° می‌باشد. متوسط حداکثر و حداقل دمای سالانه و حداکثر دمای مطلق به ترتیب ۱/۹۸، ۱۵/۱۸، ۲۱/۵۸ درجه سلسیوس می‌باشد. خاک این اراضی از نوع لومی رسی بوده و از نظر مواد آلی فقیر (۰/۷ درصد) می‌باشد. pH این اراضی حدود ۷/۷ و pH آب ۷/۱ می‌باشد. خاک زراعی (A+B) در حدود ۷۰ سانتی‌متر عمق دارد. زمین منطقه مورد نظر مسطح بوده و وضعیت آن از نظر زهکشی مناسب و سفره آب زیرزمینی در آن خیلی عمیق و وضعیت تهویه خاک مطلوب می‌باشد.

ژنوتیپ‌ها بر روی دو خط به طول ۵ متر با تراکم ۷۵×۲۵ سانتی‌متر در سه بلوک کشت شدند. بر اساس آزمون خاک کودهای فسفاته به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در دو نوبت (۵۰ درصد موقع کاشت و ۵۰ درصد در دوره تشکیل غده)، نیتروژنه به مقدار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در سه نوبت (۲۵ درصد موقع کاشت، ۵۰ درصد در زمان سبز شدن و ۲۵ درصد بلافاصله پس از تشکیل غده) و پتاسه به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در یک نوبت (موقع کاشت) مصرف گردید. برای کنترل سوسک کلرادو از سم کنفیدور به مقدار ۲۵۰ میلی‌لیتر در هکتار استفاده شد. برای مبارزه با علف‌های هرز در دو نوبت قبل از غده‌زایی به صورت وجین دستی صورت پذیرفت. در طی دوره رشد و پس از برداشت صفات تعداد روز تا غده‌زایی و تعداد روز تا رسیدن (Hassanabadi and Hassanpanah, 2003)، تعداد ساقه اصلی در بوته، ارتفاع بوته، تعداد و وزن غده کل و قابل فروش در بوته، عملکرد غده قابل فروش (Madah Arefi *et al.*, 2007) و درصد ماده خشک (Hassanabadi and Hassanpanah, 2003) اندازه‌گیری شد. داده‌های حاصل در نرم افزار SAS 9.2 تجزیه واریانس و میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن مقایسه شدند. میانگین، حداقل و حداکثر، انحراف معیار و ضریب تغییرات با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16 برآورد گردید. به‌منظور درک روابط داخلی صفات و تعیین گروهی متغیرهای با بیشترین همبستگی، تجزیه به عامل‌ها با استفاده از روش مؤلفه‌های اصلی و چرخش عامل‌ها به روش وریماکس با نرم‌افزار SPSS 16 انجام گردید. 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 به‌عنوان عامل معنی‌دار در نظر گرفته شد (Lawley and Maxwell, 1963). ضریب آلفای کرونباخ با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16 برآورد گردید. گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه با روش Ward با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16 انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه طی دو سال نشان داد که بین بلوک و ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات تعداد ساقه اصلی در بوته، ارتفاع بوته، تعداد و وزن غده کل و قابل فروش در بوته و عملکرد غده

۱- Augmented Design

Archive of SID

www.SID.ir

قابل فروش، تعداد روز تا غده‌زایی و درصد ماده خشک اختلاف معنی‌داری وجود دارد. به علت معنی‌دار بودن بلوک، میانگین صفات اندازه‌گیری شده، برای ژنوتیپ‌ها تصحیح شدند.

آماره‌های توصیفی شامل برآورد میانگین، حداقل و حداکثر، انحراف معیار و ضریب تغییرات در جدول ۱ نشان داده شده است. صفات عملکرد غده قابل فروش، تعداد غده کل و قابل فروش در بوته، وزن غده کل و قابل فروش در بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته و ارتفاع بوته به ترتیب با ضریب تغییرات ۲۵/۱۴، ۲۲/۲۶، ۲۲/۹۳، ۲۸/۹۰، ۲۸/۰۱، ۲۹/۵۴ و ۱۸/۹۳ درصد دارای تنوع بالا و صفات تعداد روز تا غده‌زایی و درصد ماده خشک دارای تنوع نسبتاً بالایی بودند (جدول ۱). بر اساس نتایج به‌دست آمده، مشاهده شد که کلیه صفات مورد مطالعه دارای تنوع خوبی هستند که این تنوع می‌تواند در برنامه‌های به‌نژادی سیب‌زمینی به کار گرفته شود.

تعداد روز تا غده‌زایی در ژنوتیپ‌های مورد بررسی بین ۶۴-۴۲ روز بود (جدول ۱). از لحاظ تعداد روز تا غده‌زایی، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در چهار گروه قرار گرفتند. تعداد ۹ ژنوتیپ (۱۳/۸۵ درصد) شامل ارقام فلاویا، مارابل، اسلنی، بورن، اورلا، بینلا، ایلونا و والتا در گروه غده‌زایی زود (۴۵-۴۰ روز)، تعداد ۲۱ ژنوتیپ (۳۲/۳۱ درصد) شامل ارقام آکیرا، فونتانه، شانون، هرتا، دیامانت، سینجا، پیکاسو، سرناد، سینورا، ویرگو، وردی، پرونتو، وانته، کنبک، کایزر، ۳۹۷۰۰۹-۷، سانته، فتورا، دیتا، آژاکس و ادسا در گروه غده‌زایی متوسط- زود (۵۰-۴۶ روز)، تعداد ۲۹ ژنوتیپ (۴۴/۶۲ درصد) شامل ارقام ویتال، کوزیما، آرکولا، آلمرا، اطلس، میلوا، بانبا، ساتینا، دراگا (شاهد)، کاسموس، بلستا، فاموسا، ایدول، موندیال، گولیت، ونوس، آگریا (شاهد)، آتلانتیک، والتا، راست‌رنجر، ۳۹۷۰۰۸-۱۰، ۳۹۷۰۰۹-۳، ۳۹۷۰۰۷-۹، کلمبوس، لیدی‌رزتا، مارکیز، مارفونا (شاهد)، لوکا و بلنی در گروه غده‌زایی متوسط- دیر (۵۵-۵۱ روز) و تعداد ۴ ژنوتیپ (۶/۱۵ درصد) شامل ارقام آیدا، جلی، آنا و مارلا در گروه غده‌زایی دیر (۶۰-۵۶ روز) قرار گرفتند (جدول ۲).

میانگین طول دوره رشد ژنوتیپ‌ها را در چهار گروه رسیدگی قرار داد. تعداد ۶ ژنوتیپ (۹/۲۳ درصد) شامل ارقام آرکولا، مارابل، بلنی، ایلونا، والتا و ادسا در گروه رسیدگی زودرس (۷۰-۶۵ روز)، ۱۸ ژنوتیپ (۲۷/۶۹ درصد) شامل ارقام آلمرا، میلوا، شانون، آنا، ساتینا، مارفونا (شاهد)، دراگا (شاهد)، کاسموس، آژاکس، سینورا، گولیت، پرووتو، آتلانتیک، پاملا، بلنی، دیتا، ایدول و سرناد در گروه رسیدگی متوسط زودرس (۹۰-۷۰ روز)، تعداد ۳۶ ژنوتیپ (۵۵/۳۸ درصد) شامل ویتال، آیدا، آکیرا، اطلس، فلاویا، جلی، فونتانه، اسلنی، بورن، اورلا، ونوس، ونته، آگریا (شاهد)، کنبک، رنجرراست، کایزر، کلمبوس، سانته، مارلا، جولیانه، فتورا، لیدی رزتا، مارکیز، سینجا، پیکاسو، بولستا، وردی، گرانولا، ویرگو، دیامانت، هرتا و بانبا و کلون‌های پیشرفته ۳۹۷۰۰۸-۱۰، ۳۹۷۰۰۹-۷، ۳۹۷۰۰۹-۳ و ۳۹۷۰۰۷-۹ در گروه رسیدگی متوسط دیررس (۱۱۰-۹۵ روز) و ۴ ژنوتیپ (۵/۷۲ درصد) شامل ارقام کوزیما، فاموسا، موندیال و لوکا در گروه رسیدگی دیررس (۱۳۰-۱۱۰ روز) قرار گرفتند (جدول ۳).

بین ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی از لحاظ صفات تعداد روز تا غده‌زایی و طول دوره رشد تنوع وجود داشت. طول دوره رشد بستگی به خصوصیات زیست‌شناسی و ژنتیکی ژنوتیپ‌ها و عوامل محیطی دارد (Sjukov *et al.*, 2003). طول دوره رشد با درجه حرارت محیط رابطه منفی و با میزان بارندگی رابطه مثبت دارد. هر چه قدر درجه حرارت بیشتر باشد، طول دوره رشد کوتاه‌تر و هر چه مقدار بارندگی بیشتر

Archive of SID

www.SID.ir

باشد، طول دوره رشد طولانی خواهد بود (Parko, 2003).

بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی از لحاظ تعداد ساقه اصلی در بوته و ارتفاع بوته تنوع بالایی وجود داشت. میانگین تعداد ساقه اصلی در بوته ۸-۱/۶ عدد و ارتفاع بوته ۸۱/۶۲-۲۵/۷۲ سانتی‌متر بودند (جدول ۱). ارقام آتلانتیک، مارکیز، کایزر و کلون‌های پیشرفته ۷-۳۹۷۰۰۹، ۳-۳۹۷۰۰۹ و ۹-۳۹۷۰۰۷ نسبت به ارقام شاهد و میانگین کل دارای بیشترین تعداد ساقه اصلی و ارتفاع بوته بودند.

بین رنگ پوست و رنگ گوشت ژنوتیپ‌های مورد بررسی تنوع زیادی مشاهده شد. رنگ پوست ژنوتیپ‌ها بین زرد تا قرمز و رنگ گوشت از رنگ سفید تا زرد تیره متغیر بودند. ارقام پیکاسو و وردی دارای رنگ پوست زرد با خال‌های قرمز در قسمت عمق چشم، لیدی‌رزتا، شانون، پاملا و لوکا رنگ پوست قرمز و بقیه ارقام و کلون‌های پیشرفته دارای رنگ پوست زرد بودند. رنگ گوشت ارقام ویرگو، وردی، کنبک، رنجرراست، آتلانتیک، دراگا (شاهد)، شانون، آنا و اسلنی سفید، گولیت سفید متمایل به زرد، لوکا، والتا، آگریا (شاهد)، ۹-۳۹۷۰۰۷، هرتا، پیکاسو، کاسموس، سرناد، گرانولا، ویتال، جلی، مارکیز و دیتا زرد تیره و بقیه ژنوتیپ‌ها گوشت زرد روشن داشتند. 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 مؤثر بوده و ارقام با گوشت سفید و رنگ پوست قرمز از بازارپسندی کمتری برخوردار می‌باشند (Hassanpanah *et al.*, 2008). 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.

مقدار ماده خشک بین ژنوتیپ‌ها ۲۵/۵۳-۱۶ درصد مشاهده شد (جدول ۱). ارقام آکیرا، آرکولا، مارابل، دیامانت، آتلانتیک، کنبک، ۹-۳۹۷۰۰۷، کلمبوس، جولیانه، لیدی‌رزتا و فتورا دارای ماده خشک بیشتر از شاهد با درصد ماده خشک بالا (رقم آگریا) به مقدار ۲/۵۰، ۲/۱۷، ۱/۲۷، ۱/۸۲، ۲/۱۸، ۳/۲۷، ۱/۷۶، ۲/۴۷، ۴/۰۳، ۱/۲۰ و ۱/۳۸ درصد بودند. مقدار افزایش نسبت به رقم آگریا (شاهد) ۴/۰۳-۱/۲۷ درصد مشاهده شد. بنابراین، از ارقام آکیرا، آرکولا، مارابل، دیامانت، آتلانتیک، کنبک، ۹-۳۹۷۰۰۷، کلمبوس، جولیانه، لیدی‌رزتا و فتورا با توجه به داشتن مقدار ماده خشک بالا، می‌توان در دورگ‌گیری و تولید ارقام جدید استفاده نمود.

متوسط عملکرد غده قابل فروش ژنوتیپ‌های مورد بررسی بین ۶۴/۶۹-۲۲/۳۲ تن در هکتار بود (جدول ۱). بیشترین عملکرد غده مربوط به ژنوتیپ‌های لوکا، ساتینا، کنبک، کلون پیشرفته ۹-۳۹۷۰۰۷ و کایزر می‌باشد. این ژنوتیپ‌ها عملکرد غده قابل فروش ۱۷/۳۶، ۶/۹۵، ۱۱/۰۹، ۱۳/۴۰ و ۱۳/۵۶ تن در هکتار و وزن غده در بوته ۱۷۰/۵، ۱۸۹/۲، ۲۴۰/۹، ۲۲۷/۷ و ۲۲۰/۵ گرم بیشتری نسبت به رقم آگریا (شاهد پرمحصول) داشتند. متوسط تعداد غده کل و قابل فروش در بوته بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی به ترتیب ۱۴/۴۶-۵/۳۰ و ۱۲/۳۹-۴/۲۰ عدد و متوسط وزن غده کل و قابل فروش در بوته به ترتیب ۱۳۳۷-۵۴۲/۲۹ و ۱۲۸۰/۷۰-۴۸۲/۲۸ گرم بود (جدول ۱).

نتایج تحقیقات نشان داد اکثر ارقامی که دارای ماده خشک بالا هستند از عملکرد غده قابل فروش کمتری برخوردار می‌باشند. اما در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی ارقام کنبک، آتلانتیک و کلون پیشرفته

Archive of SID

www.SID.ir

۹-۳۹۷۰۰۷ از عملکرد غده قابل فروش، تعداد و وزن غده کل و قابل فروش در بوته و مقدار ماده خشک بالایی برخوردار بودند.

ژنوتیپ‌های مورد مطالعه براساس کلیه صفات مورد مطالعه به روش "وارد" در چهار گروه قرار گرفتند. گروه اول شامل ۱۱ ژنوتیپ، گروه دوم ۱۹ ژنوتیپ، گروه سوم ۵ ژنوتیپ و گروه چهارم ۳۰ ژنوتیپ بودند (شکل ۱). ژنوتیپ‌های گروه سوم (ارقام کایزر، لوکا، کنبک و ساتینا و کلون پیشرفته ۹-۳۹۷۰۰۷) از عملکرد غده قابل فروش، تعداد و وزن غده کل و قابل فروش در بوته بالایی برخوردار بودند. اختلاف عملکرد غده قابل فروش این ژنوتیپ‌ها نسبت به رقم آگریا (شاهد پرمحصول) به ترتیب ۱۳/۵۵، ۱۳/۴۰، ۱۷/۳۶، ۱۱/۰۹ و ۶/۹۵ تن در هکتار بود. از ۵ ژنوتیپ، ۱ ژنوتیپ (رقم ساتینا) در گروه رسیدگی متوسط زودرس، ۳ ژنوتیپ (ارقام کایزر و کنبک و کلون پیشرفته ۹-۳۹۷۰۰۷) در گروه رسیدگی متوسط دیررس و ۱ ژنوتیپ (رقم لوکا) در گروه رسیدگی دیررس قرار داشتند. رقم کنبک و کلون پیشرفته ۹-۳۹۷۰۰۷ نسبت به شاهدها و میانگین کل از بیشترین درصد ماده خشک و درصد نشاسته برخوردار بودند. رقم لوکا دارای رنگ گوشت غده زرد و رنگ پوست غده قرمز، کلون پیشرفته ۹-۳۹۷۰۰۷ رنگ گوشت و پوست غده زرد، ارقام کایزر و ساتینا رنگ گوشت و پوست غده زرد روشن و رقم کنبک رنگ گوشت غده سفید و رنگ پوست غده زرد خاکی داشتند.

به منظور درک روابط داخلی صفات و تعیین گروهی متغیرهای با بیشترین همبستگی از تجزیه به عامل‌ها با استفاده از روش مؤلفه‌های 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 مقادیر ویژه 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.

مقدار ضریب آلفای کرونباخ ۷۷/۷ درصد بود. با توجه به توجیه منطقی عامل‌ها و مقدار ویژه بزرگ‌تر از یک، تعداد ۴ عامل مشخص شد. در جدول ۴ نتایج حاصل از تجزیه عامل‌ها شامل بردار بار عامل‌های دوران یافته، نسبت واریانس توجیه شده توسط هر عامل، نسبت تجمعی واریانس توجیه شده و مقدار ویژه مربوط به هر عامل نشان داده شده است. در این تجزیه ۴ عامل مستقل از هم مجموعاً ۷۳/۴۹ درصد از تغییرات را توجیه نمودند. عامل اول با ۳۶/۶۶ درصد از تغییرات و مقدار ویژه‌ای برابر با ۴/۰۳، صفات عملکرد غده قابل فروش، تعداد و وزن غده کل و قابل فروش در بوته دارای بار عامل بزرگ و مثبت بودند و به عنوان "عامل عملکرد و اجزای آن" نام‌گذاری شد. عامل دوم با توجیه ۱۴/۶۲ درصد از تغییرات و مقدار ویژه برابر با ۱/۶۱، شامل ضرایب عاملی مثبت و بزرگ برای صفات ارتفاع بوته و تعداد ساقه اصلی در بوته بود که در نتیجه می‌توان این عامل را "عامل ساختاری" نامید. عامل سوم با توجیه ۱۲/۴۳ درصد از تغییرات و مقدار ویژه برابر با ۱/۳۷ شامل ضرایب عاملی مثبت برای صفت درصد ماده خشک بود که این عامل به عنوان "عامل کیفی" انتخاب گردید. عامل چهارم با توجیه ۹/۷۹ درصد از تغییرات و مقدار ویژه برابر با ۱/۰۸ شامل ضرایب عاملی مثبت برای صفت تعداد روز تا غده‌زایی بود و این عامل "عامل فنولوژی" نام‌گذاری شد (جدول ۴). آنچه که می‌توان از بررسی‌ها نتیجه‌گیری نمود این است که در انتخاب رقم سیب‌زمینی ابتدا می‌بایست به صفات مربوط به عملکرد و اجزای آن توجه نمود و عامل ساختاری در درجه دوم، عامل کیفی در درجه سوم و عامل

Archive of SID

www.SID.ir

فنولوژی در درجه چهارم اهمیت قرار دارد. در تجزیه عامل‌ها، صفات موثر 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). شارما و چوندهاری (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. بارتوس و همکاران (Bartos *et al.*, 1984) با بررسی اثر متغیرهای اکولوژیکی بر محصول سیب‌زمینی گزارش کردند که عامل اول بیانگر رابطه بین خاک و عملکرد (۵۹/۸۰ درصد)، عامل دوم نشان‌دهنده تأثیر کیفیت خاک (۲۶/۴۰ درصد) و عامل سوم نقش مؤثر کود نیتروژنه (۱۳/۸۰ درصد) می‌باشند. امینی و همکاران (Amini *et al.*, 2000) با بررسی ۵۷۶ ژنوتیپ لوبیا، پنج عامل شناسایی کردند. در این مطالعه، تجزیه عامل‌ها علاوه بر تاکید بر نقش اجزای عملکرد، پنج عامل پنهانی موثر در عملکرد را شناسایی کرد که مجموعاً ۷۷/۱ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند. این عامل‌ها با توجه به صفاتی که در برگرفتند، تحت عنوان عملکرد و اجزای آن، خصوصیات بذر، خصوصیات فنولوژیکی رشد و نمو گیاه، قدرت رویش گیاه و اندازه غلاف نام‌گذاری شدند. طاهری طریق و همکاران (Taheri Tarigh *et al.*, 2007) با بررسی تنوع ژنتیکی برخی صفات مهم کمی و کیفی در ۲۸۵ کلون با منشاء آمریکای جنوبی از مرکز تحقیقات بین‌المللی سیب‌زمینی از طریق تجزیه به عامل‌ها گزارش کردند که سه عامل اول ۶۰/۲۰ درصد از تغییرات را تبیین نمود که در ارتباط با فرم بوته و اجزای عملکرد بوده‌اند. ربیعی و همکاران (Rabiei *et al.*, 2008) با انجام تجزیه عامل‌ها بر ارقام سیب‌زمینی، دو عامل مهم که عامل اول سطح برگ و عامل دوم وضعیت ساختاری بود را تعیین نمودند.

جدول ۱– آماره‌های توصیفی صفات در ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی

Table 1- Descriptive statistics of the traits in potato genotypes

صفت Trait	حداقل Minimum	حداکثر Maximum	میانگین Mean	انحراف معیار Std. Deviation	ضریب تغییرات C.V.٪
عملکرد غده قابل فروش (تن در هکتار) Marketable tuber yield (ton ha-1)	22.32	64.69	38.31	9.63	25.14
تعداد غده قابل فروش در بوته Marktable tuber number per plant	4.20	12.39	8.13	1.81	22.26
تعداد غده در بوته Tuber number per plant	5.30	14.46	11.12	2.55	22.93
وزن غده قابل فروش در بوته (گرم) Marktable tuber weight per plant (g)	482.28	1280.70	780.34	225.48	28.90
وزن غده در بوته (گرم) Tuber weight per plant (g)	542.29	1337.00	850.79	238.32	28.01
تعداد ساقه اصلی در بوته Main stem number per plant	1.60	8.00	4.57	1.35	29.54
ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)	25.72	81.62	54.35	10.29	18.93
تعداد روز تا غده زایی Days number till tubrization	42.00	64.00	50.73	4.24	8.36
درصد ماده خشک Dry matter percent	16.00	25.53	20.79	1.85	8.90

Archive of SID

SID.ir

جدول ۲– گروه‌بندی ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی از لحاظ صفت تعداد روز تا غده‌زایی

Table 2- Grouping of potato genotypes in terms of days to tubrization

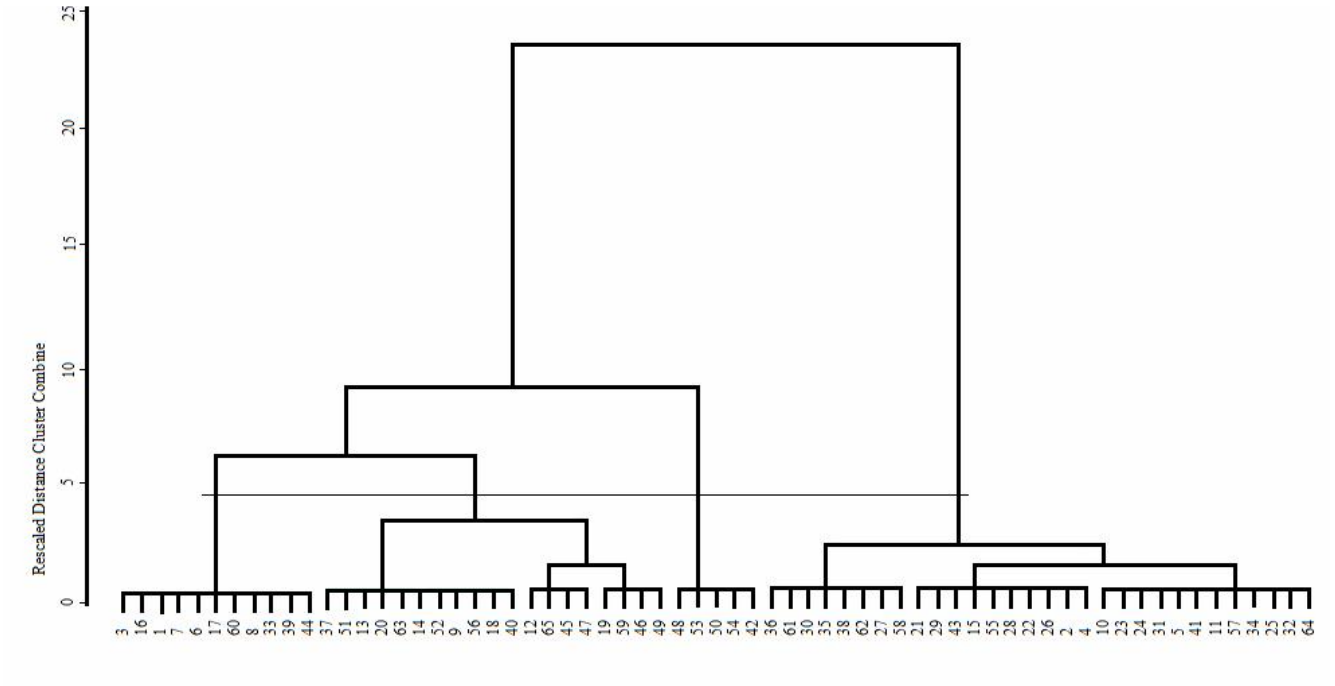
Days to tubrization **تعداد روز تا غده‌زایی**					Genotypes			
زود	Flavia	Marabel	Sleni	Burren	Orla	Binnela	Ilona	Valeta
Early (40-45 day)	Pamela							
متوسط- زود	Akira	Fontane	Shannon	Herta	Diamant	Sinja	Picasso	Serenad
Med-early	Sinora	Virgo	Verdi	Provento	Vanta	Kennebec	Caesar	397009-7
(46-50 day)	Sante	Fatura	Ditta	Ajaks	Odesa			
متوسط دیر	Vital	Cosima	Arkula	Almera	Atlas	Milva	Banba	Satina
Med-late	Draga	Cosmos	Bolesta	Famosa	Edol	Mondial	Goliet	Venus
(51-55 day)	Agria	Atlantic	Valetta	R. Renger	397008-10	397009-3	397007-9	Columbus
	Ledi R.	Markies	Marfona	Luca	Belini			
دیر (56-60 day) Late	Aida	Jelli	Anna	Marella				

جدول ۳– گروه‌بندی ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی از لحاظ صفات تعداد روز تا رسیدن

Table 3- Grouping of potato genotypes in terms of number of days to maturity

تعداد روز تا رسیدن Days to maturity					Genotypes			
زودرس Early (65-70)	Arkula	Marabel	Binnela	Ilona	Valeta	Odesa		
متوسط زودرس	Almera	Milva	Shannon	Anna	Satina	Marfona	Draga	Cosmos
Med-early	Ajaks	Sinora	Goliet	Provento	Atlantic	Pamela	Belini	Ditta
(70-90 day)	Edol	Serenad						
	Vital	Aida	Akira	Atlas	Flavia	Jelli	Fontane	Sleni
متوسط دیررس	Burren	Orla	Venus	Vanta	Agria	Kennebec	Renger R	Caesar
Med-late	Columbus	Sante	Marela	Juliana	Futura	Ledi R.	Markies	Sinja
(95-110 day)	Picasso	Bolesta	Verdi	Granola	Virgo	Diamant	Herta	Banba
	397008-10	397009-7	397009-3	397007-9				
دیررس Late (110-130 day)	Cosima	Famosa	Mondial	Luca	Juliana			

.SID.ir



Group 1	Akira	Burren	Atlas	Vital	Almera	Orla	Marella	Flavia	Sinora	Verdi	Vanta
Group 2	Agria	Pamela	Markies	Atlantic	Draga	Shannon	Provento	Matador	Fontane	Lady R.	Mondial
	Granola	397008-10	Renger R.	Banba	Sante	Jelli	Anna	Marfona			
Group 3	Caesar	397007-9	Luca	Kennebec	Satina						
Group 4	Fatura	Beleni	Arkula	Columbus	Juliana	Goliet	Binnela	Odesa	Famosa	Ajaks	Aida
	Picasso	Herta	Burren	Bolesta	Venus	Cosima	397009-3	Sleni	Ditta	Ilona	Edol
	Diamant	Sinja	Virgo	Granola	Milva	Marabel	Valetta	397009-7			

شکل ۱– گروه‌بندی ارقام و کلون‌های مورد مطالعه براساس کلیه صفات طی دو سال به روش Ward

Figure 1- Grouping of potato genotypes based on studied traits during two years using Ward method

www.SID.ir

جدول ۴- نتایج تجزیه عامل‌ها در صفات اندازه‌گیری شده ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی

Table 4- Results of factor analysis in studied traits of potato genotypes

صفات Treits	مؤلفه Component			
	1	2	3	4
عملکرد غده قابل فروش (تن در هکتار) Marketable tuber yield (ton ha-1)	0.686	0.214	0.426	-0.072
تعداد غده قابل فروش در بوته Marktable tuber number per plant	0.688	0.562	0.191	-0.104
تعداد غده در بوته Tuber number per plant	0.428	0.245	0.088	-0.709
وزن غده قابل فروش در بوته (گرم) Marktable tuber weight per plant (g)	0.866	-0.388	-0.215	-0.096
وزن غده در بوته (گرم) Tuber weight per plant (g)	0.683	-0.598	0.153	-0.035
تعداد ساقه اصلی در بوته Main stem number per plant	0.441	0.557	-0.180	0.405
ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)	-0.028	0.713	0.194	0.160
تعداد روز تا غده‌زایی Days number till tubrization	0.214	0.090	0.332	0.591
درصد ماده خشک Dry matter percent	0.010	-0.235	0.594	-0.049
درصد واریانس توجیه شده Percent of variance	36.655	14.619	12.426	9.794
درصد واریانس توجیه شده تجمعی Percent of cumulative variance	36.655	51.274	63.700	73.494
مقادیر ویژه Initial eigenvalues	4.032	1.608	1.367	1.077

www.SID.ir

References **منابع مورد استفاده**

- Allah Gholi, M., and M. Salehi. 2003. Factor and path analysis in different rice genotypes. *Seed and Plant Improvement Journal*. 19(1): 76-86.
- Amini, A., M.R. Ghandha, and S. Abdmishani. 2000. Factor analysis for morphological and phenological traits in common bean. *Seed and Plant Improvement Journal.* 16(2): 210-218. (In Persian).
- Amini, F., and G.H. Saeedi. 2006. Study on genetic variation in external and Iranian safflower cultivars using agronomic traits. Abstracts of the 9th Iranian Congress of Crop Sciences. Aburayhan Campus of Tehran University, Pakdasht, Iran. pp 293. (In Persian).
- Anonymous. 2012. Genetic diversity. http://www.iran-eng.com/archive/index.php /t-149349.html
- Bartos, A., and B. Sarvari. 1984. Analysis of ecological variables of potato using factor analysis. *A Mezogazdaság Kemizálása Konferencia Programja*. XIV. pp 112.
- Demeke, T., D.R. Lynch, and L.M. Kawchuck. 1996. Genetic diversity of potato determined by RAPD analysis. *Plant Cell Report*. 15: 662-667.
- Hassanabadi, H., and D. Hassanpanah. 2003. Technical report of potato breeding in Ireland. Seed and plant Improvement Institute. Press Registration Number 85/884. 60 pp.
- Hassanabadi, H., I. Majidi, and H. Neyamanesh. 1999. Evaluation of true potato seed new progeny and compared with quantitative and qualitative traits of tubers seed and economic aspects. Project final report, Seed and plant Institute Improvement. (In Persian).
- Hassanpanah, D. 2004. Evaluation of seven families of true potato seed. Project final report, Agric. Natural Resources Res. Center of Ardebil. (In Persian).
- Hassanpanah, D., H. Hassanabadi, M. Yarnia, and M.B. Khorshidi. 2008. 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).
- Hatamzadeh, H. 2008. Study on traits related to seed yield in Safflower by factor analysis. *Seed and Plant Improvement Journal.* 24(3): 563-578. (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.
- Johnson, R.A., and D.W. Wichern. 1988. Applied multivariate statistical analysis. Prentice Hall International Inc., London, 607 pp.
- Lawley, D.N., and A.E. Maxwell. 1963. Factor analysis: as a statistical method. Buttterwoths, London. 453 pp.
- Leilah, A., and A. AL-Khateebs. 2005. Statistic analysis of wheat yield under drought condition. *Journal Arid Environmental*. 61: 483-496.

Archive of SID

www.SID.ir

- 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.
- Masodi, B., M.R. Bihata, H.R. Babaei, and S.A. Peganbari. 2008. Evaluation of genetic diversity for agronomic, morphological and phonological traits in Sorbean. *Seed and Plant Improvement Journal.* 24(3): 413-427. (In Persian).
- Moghadam, M., A. Mohammadi, and M. Aghaei. 1994. Introduction to multivariate statistical methods. Pishtaz-e-Elm Publisher. 280 pp. (In Persian).
- Mosapour Girji, A. 2005. Evaluation of physiological traits and their relationship with the tuber yield in selected clones of true potato seeds. Project Final Report, Seed and Plant Institute Improvement. (In Persian).
- Parko, V. 2003. Adaptation of breed spring wheat from east Kazakhstan Research Insatiate of Agriculture. The 1st Central Asian Wheat Conference. Alma-Ata. pp 478-482.
- Rabiei, K., M. Khodambashi, and A.M. Rezaei. 2008. Identifying of affect traits on potato yield with the use of multivariate statistical under drought and normal conditions. *Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*. 12(46): 131-140. (In Persian).
- Rostampour, M., A. Pazoki, M. Nasr Esfahani, B. Rostamzadeh, and M. Nasr Esfahani. 2012. Studies on genetically diversity of some of the mid mature potato lines in comparison to some commercial verities. 12th Iran Genetic Conference. (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.
- Sjukov, V., V. Zakharov, V. Krivobochek, and V. Nikonov. 2003. Development of broadely adapted spring bread wheat varieties in the region in Middle Voga. The 1st Central Asian Wheat Conference Alma-Ata, pp. 490-494.
- 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).
- Upadhya, M.D., B. Hardy, P.C. Guar, and S.G. Iiantileke. 1996. Production and utilization of the potato seed in Asia. CIP. pp 233.
- 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.
- Zenalinajad, K.H. 2009. Study of genetic diversity of Iranian rice germplasm based on morphological characters and RAPD marker. M.Sc. Thesis, Agriculture Faculty. University of Isfahan Technology. (In Persian).

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir