Journal of Vegetables Sciences, Autumn & Winter 2022, Vol 5, No 10(2), Pages 163-179

doi: 10.22034/iuvs.2021.522522.1142 Article Type: Research Online ISSN: 2676-4822

Genetic Varieties of the Obtained Hybrids From the Potato (*Solanum tuberosum* L.) Tuber Intersections in the Spring Using the Factor and Cluster Analysis

Milad Asghari[1], Mansoor Kalantar[2*], Davod Hassanpanah[3] and Mehdi Dehghani Zahedani[2]

1- Ph.D. Student of Plant Breeding,Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran
2- Assistant Professor, Department of Plant Breeding, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran
3- Assistant Professor, Horticulture Crops Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research Centre, AREEO, Ardabil, Iran

***Corresponding author:** mkalantar@iauyazd.ac.ir

(**Received:** 6 January 2021 **Revise:** 13 May 2021 **Accepted:** 1 December 2021)

Extended Abstract

1. Introduction: Potato with scientific name *Solanum tuberosum* L. is one of the most important crops in the world.

2. Materials and Methods: In order to study the genetic diversity of potatoes, 42 potato hybrids obtained from breeding programs (The intersection of Kaiser ♀ × Lusta ♂; Kaiser ♀ × Savalan ♂; Hermes ♀ × Savalan ♂ and Savalan ♀ × Lusta ♂) of were executed with four control cultivars in three replications to bring genetic varieties as a completely randomized block design based on the quantitative and qualitative traits for the two year (2016 and 2017) in Ardabil Agricultural and Natural Resources Research Station Farm.

3. Results and Discussion: LK5 genotype obtained by the intersection of cultivar Kaiser♀ × Lusta♂ with a mean of 54.45 ton/ha had the maximum and genotype LS12 obtained by the intersection of cultivar Savalan ♀× Lusta♂ with a mean of 28.16 ton/ha had the minimum tuber yield. The first component justified 36.2, 19.29, and 13.87% of all data changes. The by-plot diagram of Savalan cultivar introduced genotypes of LK11, LK9, LK7, LK4, and LK2 (obtained by the intersection of Kaiser ♀ × Lusta ♂) and genotypes LS7, LS5, and LS2 (obtained by the intersection of Savalan ♀ × Lusta ♂) as the most desired cultivars, respectively. In addition, the first, second, and third factors were called an effective factor on the properties of the tuber, an effective factor on plant height, and an effective factor on yield, respectively. According to the obtained results from the detection function, 38 hybrids with four parents (13, 27, 41, and 42) were to four groups. The first cluster includes genotypes LK2, LK1, LS2, LS6, LK12, LK11, LK9, LK7, LK6, LK4, LK3, and Hermes. This cluster has the second rank between groups based on tuber yield. The second cluster including genotype LK5 caused by the intersection of Kaiser♀ × Lusta♂ had the first rank based on tuber yield, and a superior hybrid of this cluster in hybridization can be used to increase tuber yield.

4. Conclusion: The results showed that second cluster including genotype LK5 caused by the intersection of Kaiser♀ × Lusta♂ had the first rank based on tuber yield, and a superior hybrid of this cluster in hybridization can be used to increase tuber yield.

Keywords: Cluster analysis, Components yield, Factor analysis, Genetic varieties, *Solanum tuberosum*, Yield.

Citation: Asghari, M., Kalantar, M., Hassanpanah, D. & Dehghani Zahedani, M. (2022). Genetic varieties of the obtained hybrids from the Potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber intersections in the spring using the factor and cluster analysis. *Journal of Vegetables Sciences*, 10(2), 163-179. doi: 10.22034/iuvs.2021.522522.1142

Copyrights:
Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Journal of Vegetables Sciences. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/ by/4.0).

دوفصلنامه علمی علوم سبزی‌ها، سال ۵، دوره ۱۰، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۰، صفحات (۱۷۹-۱۶۳)

دانشگاه ایلام شاپا الکترونیکی: ۴۸۲۲-۲۶۷۶ نوع مقاله: پژوهشی doi: 10.22034/iuvs.2021.522522.1142

بررسی تنوع ژنتیکی هیبریدهای حاصل از تلاقی ارقام سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) در کشت بهاره با استفاده از تجزیه عامل‌ها و خوشه‌ای

میلاد عسگری[۱]، منصور کلانتر[۲*]، داود حسن‌پناه[۳] و مهدی دهقانی‌زاهدانی[۲]

۱- دانشجوی دکتری اصلاح نباتات، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران

۲- استادیار گروه اصلاح نباتات، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران

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

[*]نویسنده مسئول: mkalantar@iauyazd.ac.ir

(**تاریخ دریافت:** ۱۳۹۹/۱۰/۱۷ **تاریخ بازنگری:** ۱۴۰۰/۰۲/۲۳ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۰/۰۹/۱۰)

چکیده

به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی سیب‌زمینی تعداد ۴۲ هیبرید سیب‌زمینی حاصل از برنامه‌های اصلاحی (تلاقی کایزر♀× لوستا♂، کایزر♀× ساوالان♂، هرمس♀× ساوالان♂ و ساوالان♀× لوستا♂) به همراه چهار رقم شاهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل به‌مدت دو سال (سال زراعی ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶) اجرا گردید. نتایج نشان داد ژنوتیپ LK5 حاصل از تلاقی بین کایزر♀× لوستا♂ با میانگین ۵۴/۴۵ تن در هکتار بیشترین و ژنوتیپ LS12 حاصل از تلاقی ساوالان♀× لوستا♂ با میانگین ۲۸/۱۶ تن در هکتار کمترین عملکرد غده را به خود اختصاص داد. سه مؤلفه اول به‌ترتیب ۳۶/۲۰، ۱۹/۲۹ و ۱۳/۸۷ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند. نمودار بای‌پلات ارقام رقم ساوالان، ژنوتیپ‌های LK2، LK4، LK7، LK9 و LK11 (حاصل از تلاقی بین کایزر♀× لوستا♂) و ژنوتیپ‌های LS5، LS7 و LS2 (حاصل از تلاقی ساوالان♀× لوستا♂) را به‌عنوان مطلوب‌ترین ارقام معرفی کرد. همچنین فاکتور اول عامل مؤثر بر خصوصیات غده، فاکتور دوم به‌عنوان عامل مؤثر بر ارتفاع بوته و فاکتور سوم به‌عنوان عامل مؤثر در عملکرد نام‌گذاری شد. بر اساس نتایج به‌دست آمده از تابع تشخیص، ۳۸ هیبرید به همراه والدین چهار والد (شماره‌های ۱۳، ۲۷، ۴۱ و ۴۲) در چهار گروه قرار گرفتند. خوشه اول شامل ژنوتیپ‌های LK1، LK2، LK3، LK4، LK6، LK7، LK9، LK11، LK12، LS6، LS2 و هرمس بود. این خوشه از نظر عملکرد غده رتبه دوم را در بین گروه‌ها به خود اختصاص دادند. خوشه دوم که ژنوتیپ LK5 حاصل از تلاقی کایزر♀× لوستا♂ را در خود جای داد از نظر عملکرد غده رتبه اول را داشته و برای افزایش عملکرد غده می‌توان از هیبرید برتر این خوشه در دورگ‌گیری‌ها استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به عامل‌ها، تجزیه خوشه‌ای، تنوع ژنتیکی، سیب‌زمینی، عملکرد و اجزای عملکرد.

استناد: عسگری، م.، کلانتر، م.، حسن‌پناه، د. و دهقانی‌زاهدانی، م. (۱۴۰۰). بررسی تنوع ژنتیکی هیبریدهای حاصل از تلاقی ارقام سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) در کشت بهاره با استفاده از تجزیه عامل‌ها و خوشه‌ای. *علوم سبزی‌ها*، ۱۰(۲)، ۱۷۹-۱۶۳.

حق چاپ:

حق چاپ برای نویسنده (گان) این مقاله محفوظ است. بر اساس قوانین انتشارات با دسترسی آزاد، تمام مطالعات چاپ شده در این مجله به‌صورت آزاد در وب سایت مجله برای عموم بدون پرداخت هزینه قابل‌دسترس است.

مقدمه

سیب‌زمینی با نام علمی (*Solanum tuberosum* L.) یکی از مهمترین محصولات زراعی دنیا بوده (Faberio *et al*., 2001) متعلق به خانواده Solanceae گیاهی اتوتتراپلوئید (2n=4x=48) (Bradshaw, 2006)، دارای الگوهای وراثت پیچیده‌ای داشته (Muthoni *et al*., 2019) و از نظر اهمیت غذایی، مقام چهارم را بعد از گندم (*Triticum aestivum* L.)، برنج (*Oryza sativa*) و ذرت (*Zea mays*) داشته (Tofang Sazpoor *et al*., 2015) از منابع غذایی با ارزش و مورد استقبال در سراسر جهان است (Haghighati *et al*., 2015) و نقش مهمی در تغذیه و سبد غذایی جمعیت جهان دارد (Hassanpanah *et al*., 2013; Bagheri *et al*., 2014). بر اساس آمار منتشر شده توسط FAO کشور چین با تولید ۹۹ میلیون تن و ایران با ۵/۱ میلیون تن به‌ترتیب رتبه‌های اول و سیزدهم تولید سیب‌زمینی جهان را در اختیار دارند (FAO, 2019). به عقیده بسیاری از متخصصین اصلاح‌نباتات، یکی از مهمترین فعالیت‌ها در برنامه‌های اصلاح گیاهان، انتخاب می‌باشد و کارایی آن به‌مقدار زیادی بستگی به تنوع ژنتیکی موجود در جمعیت و وراثت‌پذیری صفت مورد مطالعه دارد. انتخاب در صفاتی که وراثت‌پذیری بالا دارند نسبت به صفاتی که وراثت‌پذیری آن‌ها پایین است، مؤثرتر است. انتخاب مستقیم برای اصلاح عملکرد چندان مؤثر نبوده و در این موارد با استفاده از برخی تکنیک‌های آماری می‌توان اطلاعات لازم را برای انتخاب غیرمستقیم صفات جهت اصلاح عملکرد به‌دست آورد (Sabouri *et al*., 2010). از جمله این روش‌ها می‌توان به تعریف شاخص‌های انتخاب اشاره کرد. Smith (۱۹۳۶) اولین‌بار از تابع تشخیص برای تعریف شاخص‌های انتخاب در گیاهان استفاده کرد. هدف شاخص انتخاب این است که بتواند ارزش ژنتیکی واقعی یا ارزش ارثی را با استفاده از یک ترکیب خطی از ارزش‌های فنوتیپی برآورد نماید (Ghasemi *et al*., 2019). در تجزیه و تحلیل تنوع ژنتیکی بر پایه داده‌های مورفولوژیک، بیوشیمیایی و مولکولی کاربرد وسیعی دارند. هدف کلی از تجزیه چند متغیره، در نظر گرفتن همزمان چندین متغیر است که با یکدیگر در ارتباط بوده و هر یک از آن‌ها در ابتدای تجزیه داده‌ها از نظر محقق دارای اهمیت یکسان می‌باشد (Keshavarznia *et al*., 2012). متخصصین ارقام و واریته‌های مختلف را به‌منظور پی‌بردن به فاصله ژنتیکی بین آن‌ها و استفاده از تنوع موجود در آن‌ها در برنامه‌های تلاقی دسته‌بندی می‌کنند و استفاده از روش‌های تجزیه و تحلیل روابط ژنتیکی موجود بین مواد اصلاحی امری الزامی است (Farahani & Arzani, 2008). در بین روش‌های مختلف آنالیز چند متغیره، تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی از مهمترین روش‌ها هستند (Mohammadi & Prasanna, 2003). تجزیه به مؤلفه‌های اصلی یک روش آماری چند متغیره برای ساده کردن مجموعه‌ای از داده‌ها است که به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد (Leilah & Al- Khateeb, 2005). به‌طور کلی کاربرد عمده این روش کاهش تعداد متغیرها و یافتن ساختار ارتباطی بین متغیرها است که در حقیقت همان دسته‌بندی متغیرها است می‌باشد (Mohades, 2010). یکی دیگر از روش‌های پیشرفته آماری که در بررسی ارتباط بین متغیرها در بسیاری از علوم کاربرد فراوانی پیدا کرده است، تحلیل عاملی (تجزیه به عامل‌ها) است (Keshavarznia *et al*., 2012). تجزیه به عامل‌ها روش قدرتمندی است که برای استخراج زیرمجموعه‌ای از متغیرهای همسان، شناخت مفاهیم اساسی داده‌های چند متغیره، شناخت ارتباطات زیستی و کاربردی موجود بین صفات، کاهش تعداد زیادی از صفات همبسته به تعداد کمی از عامل‌ها و تشریح همبستگی بین متغیرها مورد استفاده قرار گرفته است (Zakizadeh *et al*., 2010). روش تحلیل عوامل از چند جهت با روش تحلیل خوشه‌ای متفاوت است. تحلیل خوشه‌ای داده‌ها را بر اساس اندازه‌های مشابه به گروه‌هایی تقسیم می‌کند و فرضی درباره ساختار علی داده‌ها ندارد، اما در تحلیل عاملی سعی بر این است که مجموعه‌ای از عوامل مشاهده نشده که الگوی همبستگی متغیرهای مشاهده شده را تبیین

می‌کند استخراج شود و بر این اساس فروضی را برای ترکیب عوامل و متغیرها در نظر گیرد (Mohades, 2010). هدف عمده از تجزیه خوشه‌ای در به‌نژادی گیاهی علاوه بر مورد فوق دسته‌بندی ژنوتیپ‌ها و مشخص نمودن ژنوتیپ‌ها و نمونه‌هایی است که با هم بیشترین فاصله را دارند تا با استفاده از آن‌ها در برنامه‌های تلاقی بتوان حداکثر تنوع ژنتیکی را تولید نمود. چرا که در اصلاح‌نباتات دوری ژنتیکی مواد والدی از همدیگر یکی از معیارهای انتخاب والدین برای تلاقی و ایجاد تنوع لازم جهت انتخاب بهترین ارقام است. از لحاظ کمی هر چه والدین از یکدیگر دورتر باشند و اصطلاحاً فاصله ژنتیکی بیشتری داشته باشند در نتیجه تنوع بیشتری در نتایج حاصل از آن‌ها ایجاد خواهد شد (Danaei *et al*., 2001). Eshghi و همکاران (۲۰۰۸) در ارزیابی عملکرد و اجزا سیب‌زمینی گزارش کردند صفات عملکرد، وزن غده در بوته و تعداد غده در بوته در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بیشترین سهم را در تبیین مؤلفه اول داشتند. نتایج حاصل از گزینش ارقام به کمک تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه کلاستر، رقم مارفونا را به‌عنوان رقم پر محصول تعیین نمودند. این رقم با ۴۰/۷ تن در هکتار بیشترین عملکرد غده را در میان ارقام تولید کرده است. Moghadaszadeh و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند کلاستربندی بر اساس همه صفات مورد ارزیابی، ۱۵ ژنوتیپ سیب‌زمینی را در سه کلاستر طبقه‌بندی نمود. درصد انحراف از میانگین کل کلاستر مذکور برای صفات عملکرد غده قابل‌فروش، وزن غده در بوته، تعداد غده در بوته، ارتفاع بوته و درصد ماده خشک غده مثبت برآورد شد. بر اساس نتایج حاصله، هیبریدهای G5 (کلون ۷۵-۱۳)، G7 (کلون ۷۵-۲۳) و G1 (کلون ۷۵-۱۶) نزدیک‌ترین ژنوتیپ‌ها به ژنوتیپ ایده‌آل بودند و بنابراین به‌عنوان مطلوب‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند. Mohamadnia و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که در تجزیه به عامل‌ها سه عامل مستقل از هم ۷۵/۷۴ درصد از تنوع را توجیه نمودند. عامل اول عامل عملکرد، عامل دوم، عامل غده‌زایی و عامل سوم عامل ساختاری بوته نام‌گذاری شد. هیبریدهای ۵، ۱۷ و ۱۹ به‌عنوان هیبریدهای برتر انتخاب شدند. هیبریدهای ۱، ۳ و ۲۰ با دارا بودن بیشترین درصد ماده خشک برای فرآوری قابل‌توصیه می‌باشند، صفت وزن غده در بوته و تعداد غده در بوته دارای بیشترین شاخص پیشرفت ژنتیکی، وراثت‌پذیری، ضریب تغییرات ژنتیکی و فنوتیپی بودند. Fathi و همکاران (۲۰۱۰) تعداد ۱۲۰ کلون حاصل از بذر حقیقی سیب‌زمینی را با پنج رقم تجاری آگریا، مارفونا، دراگا، آگاتا و آریندا بررسی و در نهایت ۱۰ کلون امیدبخش جهت بررسی نهایی انتخاب نمودند. Hassanpanah و Hassanabadi (۲۰۱۱) با بررسی ۲۹ کلون امیدبخش کلون ۲-۳۹۷۰۹۷ را چند منظوره برای صنعت فرآوری معرفی نمودند. این کلون در سال ۱۳۹۱ به‌عنوان دومین رقم ملی به‌نام خاوران نام‌گذاری شد.

هدف بررسی تنوع ژنتیکی هیبریدهای حاصل از تلاقی ارقام سیب‌زمینی در کشت بهاره با استفاده از تجزیه عامل‌ها و خوشه‌ای تعداد ۴۲ هیبرید سیب‌زمینی حاصل از برنامه‌های اصلاحی (تلاقی کایزر♀× لوستا♂؛ تلاقی کایزر♀× ساوالان♂؛ تلاقی هرمس♀× ساوالان♂ و تلاقی ساوالان♀× لوستا♂) به همراه چهار رقم شاهد از نظر صفات مورد ارزیابی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی و قابلیت ترکیب‌پذیری عملکرد غده و اجزای آن در هیبریدهای حاصل از تلاقی ارقام سیب‌زمینی در کشت بهاره به‌مدت دو سال در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل در سال زراعی ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ اجرا گردید. محل اجرای آزمایش دارای اقلیم نیمه‌خشک و سرد است. ارتفاع از سطح دریا ۱۳۵۰ متر با مختصات جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۰ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه عرض شمالی می‌باشد (جدول ۱). در این تحقیق ۴۲ هیبرید سیب‌زمینی حاصل از برنامه‌های اصلاحی (تلاقی کایزر♀× لوستا♂؛ تلاقی کایزر♀× ساوالان♂؛ تلاقی هرمس♀× ساوالان♂ و تلاقی

ساوالان♀× لوستا♂) به همراه چهار رقم شاهد و والدین هیبریدها کایزر، لوستا، ساوالان و هرمس به‌طور کلی ۴۶ ژنوتیپ (هیبرید و رقم) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار از نظر صفات کمی و کیفی به‌مدت دو سال بررسی شد. در جدول ۲ ویژگی‌های والدین آن‌ها نشان داده شده است.

جدول ۱- مشخصات جوی در طول دوره رشد در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۷

Table 1- Atmospheric characteristics during the growing period in the crop year in 2017-2018

ماه Month	بارندگی (میلی‌متر) Rainfall (mm)	میانگین حداقل دما T min (◦C)	میانگین حداکثر دما T max (◦C)	میانگین دمای روزانه T mean (◦C)	میانگین رطوبت (درصد) Humidi ty mean (%)	مجموع ساعات آفتابی Total hours of Sunny
مهر September-October	4.8	6.1	18.4	12.2	76	201.3
آبان October- November	40.3	1.7	12.5	7.1	75	151.4
آذر November- December	28.9	4.6	3.5	0.6	65	170.8
دی December- January	3.4	-5.1	5.8	0.4	64	210.9
بهمن January- February	35.2	-8.2	0.2	-4.0	82	120.9
اسفند February-March	9.4	-1.4	9.4	4.0	69	209.1
فروردین March- April	3.3	2.1	14.3	8.2	69	202.7
اردیبهشت April- May	32.9	7.4	21.4	14.4	63	232.6
خرداد May- June	2.4	10.0	24.5	17.3	68	331.7
تیر June-July	9.3	12.8	26.1	19.5	61	328.3

منابع: اداره کل هواشناسی استان اردبیل Reference: Ardabil Meteorological Department

عملیات زراعی

کود شیمیایی فسفات آمونیوم، اوره و سولفات پتاسیم بر اساس آزمون خاک محاسبه و با خاک مخلوط خواهد شد. هر یک از هیبریدها و ارقام شاهد در دو خط شش متری با فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر و ۲۵ سانتی‌متر فاصله بوته کشت گردید. به‌طوری‌که در هر خط ۲۵ غده قرار گیرد. مقدار ۲۵۰ میلی‌لیتر در هکتار سم کنفیدور جهت مبارزه با سوسک کلرادو استفاده شد. همچنین، مبارزه با علف‌های‌هرز در دو مرحله ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متری بوته‌ها صورت می‌گیرد. در طی دوران رشد و پس از برداشت صفات تعداد و وزن غده در بوته، عملکرد غده، ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته و درصد ماده خشک غده اندازه‌گیری شد. در زمان برداشت همه محصول هر کرت برداشت شد. پس از تست اشتباهات آزمایشی و نرمال بودن داده‌های حاصل از اندازه‌گیری صفات مورد ارزیابی تجزیه واریانس در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سه منطقه به‌مدت دو سال انجام شد. برای گروه‌بندی ارقام از تجزیه کلاستر بر اساس میانگین داده‌های استاندارد شده و به روش Ward و فاصله اقلیدسی بر اساس همه صفات استفاده شد. برای محاسبه آن از نرم‌افزار Minitab 16 استفاده گردید. تجزیه به عامل‌ها با استفاده از روش مؤلفه‌های اصلی و چرخش عامل‌ها به روش وریماکس انجام شد. برای تهیه ماتریس ضرایب عاملی، آن تعداد از عامل‌ها که مقدار ویژه آن‌ها بزرگ‌تر از یک بود، انتخاب گردید. در هر عامل اصلی، ضرایب عاملی

بزرگ‌تر از ۰/۵ به‌عنوان عامل معنی‌دار در نظر گرفته شد (Lawley & Maxwell, 1963). برای محاسبه آن از نرم‌افزار Minitab 16 استفاده شد. تجزیه خوشه‌ای با استفاده از نرم‌افزار SAS و به روش Ward و فاصله اقلیدوسی به‌عنوان معیار تشابه انجام گرفت. با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه به مؤلفه‌های اصلی انجام شد.

جدول ۲- ویژگی‌های والدین جمعیت‌های اصلاحی مورد مطالعه

Table 2- Parental characteristics of the studied breeding populations

مشخصات Trait	ارقام Genotype			
	هرمس Hermes	لوستا Lusta	ساوالان Savalan	کایزر Kaiser
عملکرد غده Tuber yield	بالا High	خیلی‌بالا Very high	بالا High	بالا High
یکنواختی غده Tuber uniformity	یکنواخت Uniformity	یکنواخت Uniformity	یکنواخت Uniformity	یکنواخت Uniformity
عمق چشم Bud depth	سطحی Surface	سطحی Surface	سطحی Surface	سطحی Surface
ماده خشک Dry matter	متوسط Mean	بالا High	بالا High	بالا High
طول دوره رسیدگی Period of maturity	متوسط دیررس Medium late	متوسط دیررس Medium late	متوسط دیررس Medium late	متوسط دیررس Medium late
رنگ گوشت Texture color	زرد روشن Bright yellow	زرد Yellow	زرد Yellow	زرد Yellow
رنگ پوست Skin color	زرد روشن Bright yellow	زرد Yellow	قرمز Red	زرد Yellow
شکل غده Tuber shape	تخم‌مرغی Egg	گرد Rounded	گرد تخم‌مرغی Rounded egg	گرد تخم‌مرغی Rounded egg
مقاومت به ویروس Virus resistance	-	PVY, PVA	-	-
مناسب برای Perfect for	تازه‌خوری Fresh	چیپس Chips	سرخ‌کردنی Frried	چیپس Chips

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که بین سال‌های مورد ارزیابی به جزء تعداد ساقه اصلی در بوته در بقیه صفات اختلاف معنی‌داری در سطوح احتمال پنج و یک درصد وجود داشت، همچنین از نظر اثر ساده ژنوتیپ‌ها از نظر همه صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده گردید اما از نظر اثر دو جانبه سال در ژنوتیپ در بین صفات مورد ارزیابی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. کمترین ضریب تغییرات مربوط به خطای آزمایشی به‌ترتیب با مقادیر ۴/۸۹ مربوط به درصد ماده خشک غده بود و بیشترین ضریب تغییرات مربوط به خطای آزمایشی با مقدار ۲۰/۹۲ درصد مربوط به تعداد ساقه اصلی در بوته بود (داده‌ها نشان داده نشده است).

ژنوتیپ LK5 حاصل از تلاقی بین کایزر♀× لوستا♂ با میانگین ۵۴/۴۵ تن در هکتار بیشترین عملکرد غده را داشت در گروه آماری اول قرار گرفت. ژنوتیپ LS12 حاصل از تلاقی ساوالان♀× لوستا♂ با میانگین ۲۸/۱۶ تن در هکتار کمترین عملکرد غده را به خود اختصاص داد و به همراه LS11 حاصل از تلاقی ساوالان♀× لوستا♂ و LK12 حاصل از تلاقی بین کایزر♀× لوستا♂ در کلاس k قرار گرفتند. Hassanpanah و همکاران (۲۰۰۸b) از تعداد پنج نتاج حاصل از بذر حقیقی سیب‌زمینی طی دو سال آزمایش در منطقه اردبیل ۲۰۰ کلون انتخاب که جهت ادامه مطالعه برای معرفی ژنوتیپ‌های برتر از روش سلکسیون کلونی استفاده نمودند. ۲۰۰ کلون انتخابی را طی سه سال آزمایش در منطقه اردبیل بررسی و در نهایت پنج کلون امیدبخش

جهت بررسی نهایی انتخاب نمودند. Hassanpanah و همکاران (۲۰۰۸a) به‌منظور ارزیابی تعداد ۱۲ کلون امیدبخش و ارقام برتر، نتیجه گرفتند که ارقام سانته، آلمرا، بانبا و کلون ATZIMBA×TPS-67-8 دارای بیشترین عملکرد غده کل و قابل‌فروش، وزن غده در بوته، تعداد و وزن غده بین ۳۵-۵۵ میلی‌متر بودند. Zakerhamidi و Hassanpanah (۲۰۱۴) گزارش کردند عملکرد غده در والدین بین ۵/۵-۴/۲۵ تن در هکتار و در هیبریدها ۹۹-۳/۵۳ تن در هکتار مشاهده شد.

پیش از انجام تجزیه به مؤلفه‌های اصلی آزمون کرویت (Sphericity Test) به‌منظور آزمون معنی‌داری ماتریس همبستگی بین صفات با ماتریش واحد توسط نرم‌افزار SPSS انجام شد. در صورت معنی‌دار شدن این آزمون انجام تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه به عامل‌ها امکان‌پذیر خواهد بود. مهمترین خروجی آنالیز واریانس مذکور، جدول آزمون KMO and Bartlett's Test (جدول ۴) است که در آن (Bartlett's Test of Sphericity) سطح معنی‌داری آزمون ماتریس همبستگی بین صفات، مقدار p <۰/۰۰۰ است این بدان معنی می‌باشد که در مجموع همبستگی بین صفات معنی‌دار می‌باشد. پس به‌دلیل معنی‌دار بودن آزمون کرویت انجام تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه به عامل‌ها امکان‌پذیر است.

با انجام تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، سه مؤلفه اول با مقادیر ویژه بالاتر از یک، ۶۹/۳۷ درصد از کل تغییرات مربوط به صفات را در برگرفتند (جدول ۵)؛ در واقع مؤلفه‌هایی که مقادیر ویژه آن‌ها بزرگ‌تر از یک است در نظر گرفته شد و از سایر مؤلفه‌ها صرف‌نظر شد. در این میان سه مؤلفه اول به‌ترتیب ۳۶/۲۰، ۱۹/۲۹ و ۱۳/۸۷ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند (جدول ۵).

جدول ۳- میانگین عملکرد غده در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه

Table 3- Mean tuber yield in the studied genotypes

ژنوتیپ Genotype	عملکرد غده (تن در هکتار) Tuber yield (ton ha^{-1})	ژنوتیپ Genotype	عملکرد غده (تن در هکتار) Tuber yield (ton ha^{-1})	ژنوتیپ Genotype	عملکرد غده (تن در هکتار) Tuber yield (ton ha^{-1})
LK1	41.35^{b}	LS2	32.92^{d-k}	KS1	31.28^{f-k}
LK2	34.23^{c-k}	LS3	33.88^{d-k}	KS2	31.40^{e-k}
LK3	41.44^{b}	LS4	36.39^{b-h}	KS3	33.78^{d-k}
LK4	37.41^{b-g}	LS5	32.13^{e-k}	KS4	30.98^{g-k}
LK5	54.45^{a}	LS6	39.32^{bcd}	KS5	32.68^{e-k}
LK6	37.47^{b-f}	LS7	34.49^{c-k}	KS6	33.81^{d-k}
LK7	36.30^{b-h}	LS8	35.54^{b-i}	KS7	31.34^{e-k}
LK8	37.81^{b-e}	LS9	30.72^{h-k}	KS8	32.59^{e-k}
LK9	40.25^{b}	LS10	34.69^{c-j}	KS9	32.38^{e-k}
LK10	35.38^{b-i}	LS11	28.37^{jk}	KS10	31.83^{e-k}
LK11	33.02^{d-k}	LS12	28.16^{k}	KS11	33.24^{d-k}
LK12	29.25^{ijk}	LS13	33.11^{d-k}	KS12	32.58^{e-k}
K	31.36^{e-k}	H	40.60^{bc}	L	32.65^{e-k}
LS1	33.25^{d-k}	SH1	36.34^{b-h}	S	33.42^{d-k}

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different according to Duncan، s multiple range test (p≤0.05)

جدول ۴- مقادیر آزمون KMO و آزمون اسفریسیتی بارتلت

Table 4- KMO test values and Bartlett's test of sphericity tests

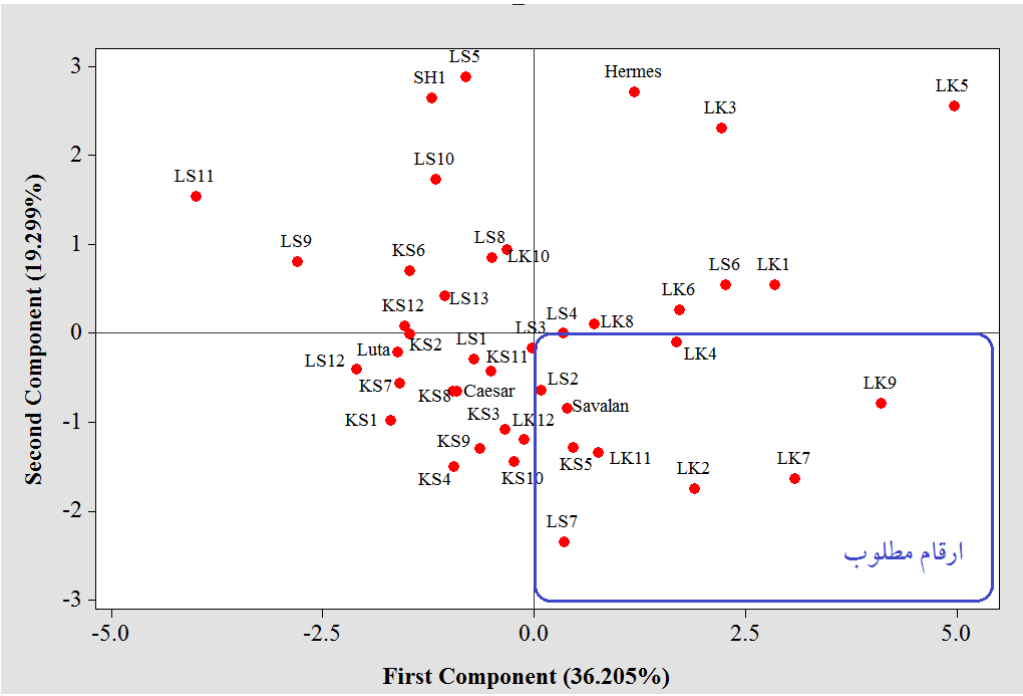
	مقیاس برازندگی نمونه‌برداری کایسر-مایر-اولکین Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)	0.525
آزمون اسپریسیتی بارتلت Bartlett's test of sphericity tests	تقریب کای- اسکوئر Chi-square approximation	229.8
	درجه آزادی df	36
	سطح معنی‌داری p-Value	0.000

جدول ۵- نتایج تجزیه به مؤلفه اصلی برای صفات مورد بررسی در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی ۳۸ هیبرید سیب‌زمینی و چهار والد رقم برای سه عامل

Table 5- Results of principal component analysis for the studied traits in principal component analysis of 38 Potato hybrids and four parent cultivars for 3 factors

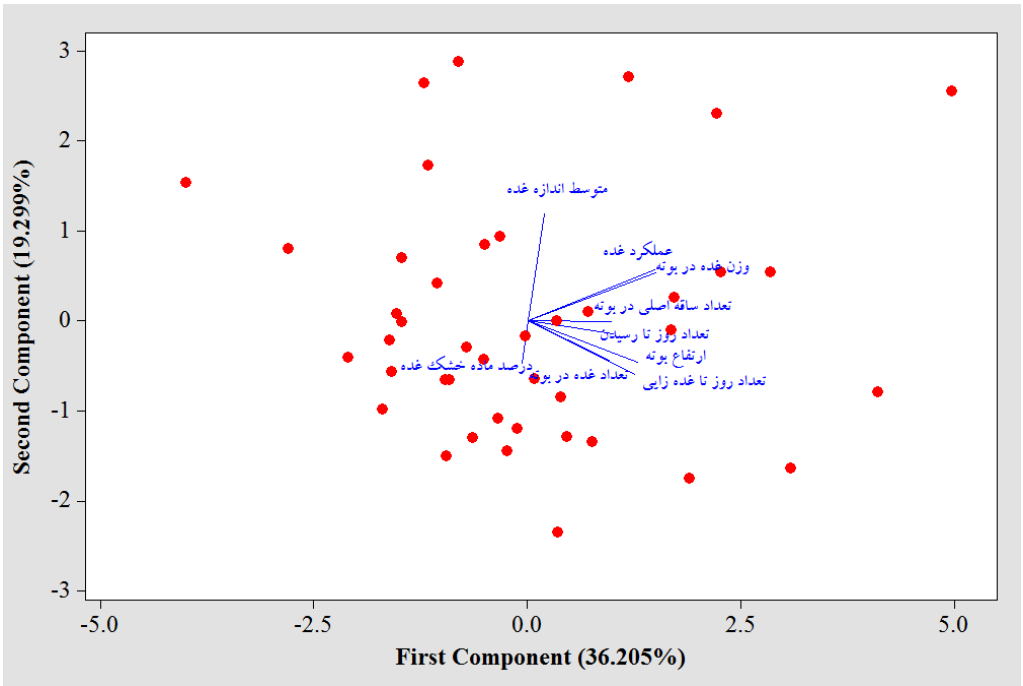
صفات Trait	1	2	3
تعداد روز تا غده‌زایی Number of days to tuber	0.715	-0.349	0.275
تعداد روز تا رسیدن Number of days to maturity	0.551	-0.112	0.504
ارتفاع بوته Plant height	0.529	-0.329	0.428
تعداد ساقه اصلی در بوته Number of main stems per plant	0.544	-0.003	0.232
تعداد غده در بوته Number of tubers per plant	0.694	-0.453	-0.444
وزن غده در بوته Tuber weight per plant	0.833	0.404	-0.348
متوسط اندازه غده Mean tuber size	0.107	0.901	0.241
عملکرد غده Tuber yield	-0.035	-0.355	-0.444
درصد ماده خشک غده Tuber dry matter	0.824	0.432	-0.327
مقدار ویژه Eigenvalue	3.258	1.737	1.248
واریانس نسبی % of Variance	36.205	55.503	69.374
واریانس تجمعی Cumulative %	36.205	19.299	13.871
میزان اشتراک Subscription rate	0.708	0.571	0.572

در این تحقیق تجزیه بای‌پلات برای بررسی همزمان متغیرها و جایگاه ۳۸ هیبرید سیب‌زمینی و چهار والد در ارتباط با آن‌ها استفاده شد. با توجه به Cos زاویه بین صفات در نمودار بای‌پلات، هر چه زاویه بین دو صفت کمتر باشد (مانند دوصفت) نسبت به یگدیگر همبستگی بیشتری دارند. در شکل ۱ نمایش دو بعدی بای‌پلات مؤلفه اول در مقابل مؤلفه دوم به‌دست آمده از تجزیه مؤلفه‌های اصلی برای صفات مورد بررسی نشان داده شده است. مشاهده شد در مؤلفه اول صفات تعداد روز تا غده‌زایی، تعداد روز تا رسیدن، ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته، تعداد غده در بوته، وزن غده در بوته و درصد ماده خشک غده همبستگی مثبت و بالایی با همدیگر داشتند که هر چقدر درصد این صفات در این مؤلفه بیشتر باشد مطلوب‌تر است. از طرفی دیگر با توجه به این‌که بیشتر این صفات در مؤلفه دوم مقادیر منفی داشتند و نیز صفات نام‌برده در این مؤلفه مقادیر مثبت و بالایی داشتند (جدول ۵)، بنابراین بر اساس مؤلفه‌ها و صفات مورد بررسی، مقادیر بیشتر در مؤلفه اول و مقادیر کمتر در مؤلفه دوم مورد نظر می‌باشد از این‌رو ناحیه چهارم نمودار بای‌پلات (شکل ۱) مورد نظر است و ارقام و صفاتی که در این ناحیه قرار می‌گیرند به‌عنوان مطلوب‌ترین رقم شناسایی شدند. بر اساس نتایج نمودار بای‌پلات ارقام رقم ساوالان، ژنوتیپ‌های LK2، LK4، LK7، LK9 و LK11 (حاصل از تلاقی کایزر♀× لوستا♂) وژنوتیپ‌های LS5، LS7 و LS2 (حاصل از تلاقی ساوالان♀× لوستا♂) به‌عنوان مطلوب‌ترین ارقام معرفی شدند (شکل ۱ و ۲).



شکل ۱- بای‌پلات ۳۸ هیبرید سیب‌زمینی و چهار والد براساس مؤلفه اول در مقابل مؤلفه دوم به‌دست آمده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

Figure 1 - Bioplot of 38 Potato hybrids and four parents based on the first component versus the second component obtained from the main component analysis



شکل ۲- بای‌پلات صفات مورد ارزیابی و ۳۸ هیبرید سیب‌زمینی و چهار والد بر اساس مؤلفه اول در مقابل مؤلفه دوم به‌دست آمده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

Figure 2- Biolat of evaluated traits and 38 Potato hybrids and four parents based on the first component versus the second component obtained from principal component analysis

تجزیه به عامل‌ها

تجزیه به عامل‌ها از مهمترین روش‌های آماری چند متغیره می‌باشد. بسیاری از روش‌های آماری برای مطالعه بین متغیرهای وابسته و مستقل به‌کار برده می‌شود، اما تجزیه به عاملی متفاوت از آن‌ها می‌باشد. در حقیقت، تجزیه عاملی با هدف کشف متغیرهای مستقلی که عامل نامیده می‌شودند، برای یافتن مدل ارتباطی بین‌مجموعه‌ای از متغیرها که به ظاهر بی‌ارتباط هستند، به‌کار برده می‌شود. به بیان دیگر هدف از تجزیه عاملی پی بردن به الگوهای ساده از طریق ارتباطات بین متغیرها است (Asghari Abu Ishaq, 2005). در هر دو روش تلاش بر آن است که ماتریس تقریب زده شود، اما این تقریب در مدل تحلیل عاملی از دقت و ظرافت بیشتری برخوردار است (Moghaddam & Amiriyaghan, 2010). تجزیه به عامل‌ها به‌طور مؤثری برای درک روابط و ساختار اجزای عملکرد و صفات مورفولوژیکی گیاهان زراعی به‌کار گرفته شده است (Tousi Mojarad *et al*., 2005). معیار انتخاب تعداد عامل‌ها بر اساس تعداد ریشه‌های بزرگ‌تر از یک بوده و از آنجایی که تعداد متغیرهای اولیه مورد استفاده در تجزیه به عامل‌ها برابر نُه می‌باشد، بر اساس فرمول $F<(P+1)/2$ (که در آن P و F به‌ترتیب نشان‌دهنده تعداد متغیرها و عامل‌ها است)، انتخاب سه عامل برای این آزمایش با اصول ارائه شده مطابقت دارد (Tousi Mojarad *et al*., 2005؛ Mollasadeghi *et al*., 2011). صفاتی که با علامت یکسان در زیرمجموعه یک عامل قرار می‌گیرند، همگی تحت تأثیر هم‌جهت یک عامل ناشناخته قرار دارند و به‌عبارتی با ماهیتی ناشناخته به‌طور هم‌جهت بر آن صفات تأثیر می‌گذارند. هر عامل دارای موجودیت انفرادی نیست بلکه برآیند مجموعه ویژگی‌ها و فرآیندهایی است که آن صفات را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Mollasadeghi *et al*., 2011). در جدول ۶ نتایج اصل از تجزیه به عامل‌ها آورده شده است. تجزیه به عامل‌ها بر اساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی انجام شد. سپس دوران عامل‌ها از طریق روش واریماکس صورت گرفت. در این تجزیه سه عامل با داشتن ریشه‌های بزرگ‌تر از یک معنی‌دار شدند و حدود ۶۹/۳۷ درصد تغییرات داده‌ها را توجیه کردند که به‌ترتیب ۲۶/۶۹، ۲۴/۹۵ و ۱۷/۵۵ درصد از کل تغییرات را توجیه کردند.

با توجه به استفاده از چرخش واریماکس که واریانس بین عوامل را حداکثر می‌نماید، عواملی که درصد بیشتری از تغییرات بین صفات را توجیه نمایند، از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و باید مورد بررسی قرار گیرند. بدین ترتیب صفات مؤثر در هر عامل شناسایی شده و عوامل نیز بر اساس مؤثرترین صفات نام‌گذاری می‌شوند. این روش بهبود ژنتیکی عوامل را به‌واسطه صفات مرتبط با آن‌ها امکان‌پذیر می‌سازد (Tadesse & Bekele, 2001). برای تفسیر ساده‌تر عوامل از دوران عامل‌ها توسط چرخش واریماکس استفاده شد. بر طبق نتایج جدول ۶ در فاکتور اول به‌ترتیب صفات وزن غده در بوته و درصد ماده خشک غده دارای ضرایب مثبت و بزرگ بودند و در نتیجه این فاکتور به‌دلیل بار عاملی بیشتر صفات نامبرده عامل مؤثر بر خصوصیات غده نام‌گذاری شد. در فاکتور دوم صفات تعداد روز تا غده‌زایی، تعداد روز تا رسیدن، ارتفاع بوته و تعداد ساقه اصلی در بوته دارای دارای ضرایب مثبت و بزرگ بودند و با توجه به بار عاملی بیشتر ارتفاع بوته به‌عنوان عامل مؤثر بر بلندی نام نهاده شد. در فاکتور سوم صفات تعداد غده در بوته و عملکرد غده دارای مقادیر مثبت و بزرگ بودند و سایر صفات در این فاکتور مقادیر پایینی داشتند و از این‌رو به‌دلیل بار عاملی بیشتر به‌عنوان عامل مؤثر در عملکرد نام‌گذاری شد (جدول ۶ و شکل ۳).

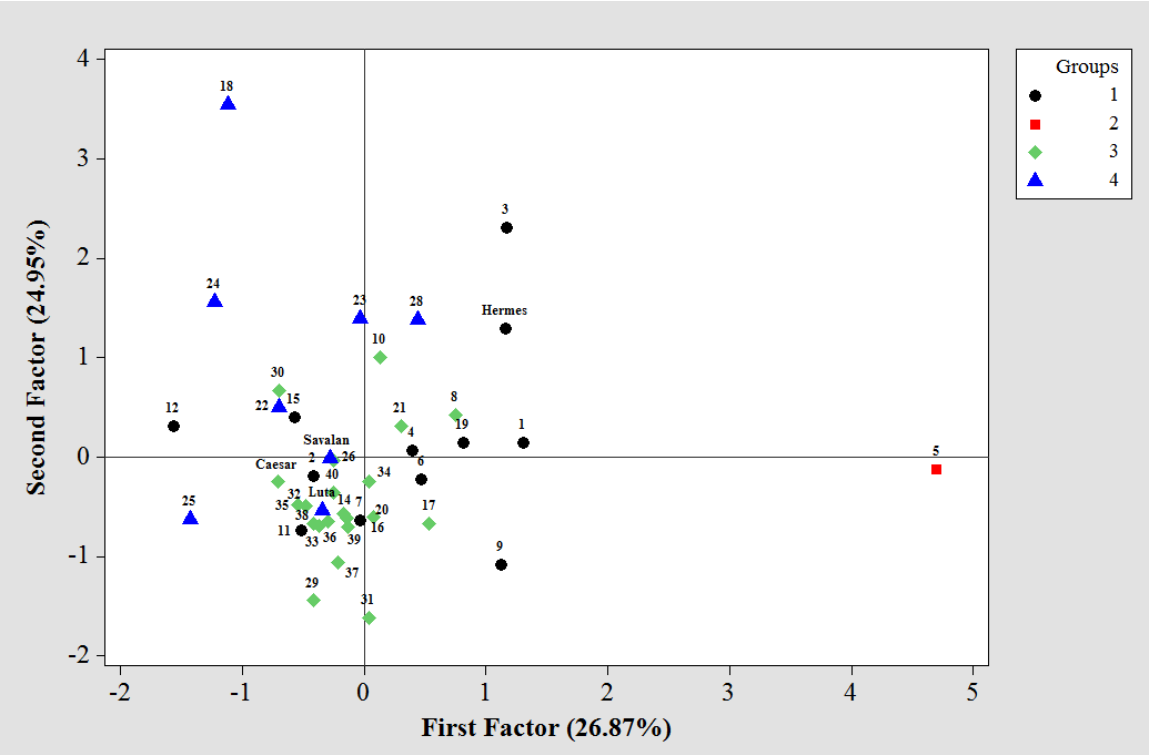
نتایج به‌دست آمده در این بررسی با نتایج برخی از محققین در گیاه سیب‌زمینی مطابقت دارد (Jouyandeh-Kelashemi & Hassanpanah, 2014; Zakerhamidi & Hassanpanah, 2014; Hassanpanah *et al*., 2016a). Eshghi و همکاران (۲۰۰۸) به‌منظور ارزیابی عملکرد و اجزا آن آزمایشی اجرا و گزارش کردند صفات عملکرد، وزن غده در بوته و تعداد غده در بوته در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بیشترین سهم را در تبیین مؤلفه اول داشتند. نتایج حاصل از

گزینش ارقام به کمک تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه کلاستر، رقم مارفونا را به‌عنوان رقم پرمحصول تعیین نمودند. Rabiee و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که با انجـام تجزیه و تحلیل عامل‌ها در هر دو محیط، دو عامل مهم شناسایی شدند که در محیط بدون تنش عامل اول «سطح برگ» و عامل دوم «وضعیت ساختاری» معرفی گردید. در محیط تنش نیز عامل اول «سطح فتوسنتزی» و عامل دوم «وضعیت ساختاری» تعیین گردید. بنابراین با توجه به دو عامل اول، در انتخاب گیاهان مناسب برای شرایط تنش می‌بایست به صفات مربوط به سطح فتوسنتزکننده توجه نمود و عامل ساختاری‌دردرجه‌دوم اهمیت قرار دارد. Mohamadnia و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که. در تجزیه به عامل‌ها سه عامل مستقل از هم ۷۵/۷۴ درصد از تنوع را توجیه نمودند. عامل اول عامل عملکرد، عامل دوم عامل غده‌زایی و عامل سوم عامل ساختاری بوته نام‌گذاری شد.

جدول ۶- تجزیه به عامل‌ها پس از چرخش واریماکس

Table 6- Factor decomposition after varimax rotation

صفات Trait	1	2	3	میزان اشتراک Subscription rate
تعداد روز تا غده‌زایی Number of days to tuber	0.217	0.791	0.189	0.708
تعداد روز تا رسیدن Number of days to maturity	0.095	0.733	-0.154	0.571
ارتفاع بوته Plant height	0.015	0.850	0.062	0.572
تعداد ساقه اصلی در بوته Number of main stems per plant	0.277	0.516	-0.079	0.349
تعداد غده در بوته Number of tubers per plant	0.513	0.365	0.699	0.885
وزن غده در بوته Tuber weight per plant	0.970	0.193	-0.026	0.979
متوسط اندازه غده Mean tuber size	0.382	-0.120	-0.850	0.882
عملکرد غده Tuber yield	0.029	-0.167	0.544	0.325
درصد ماده خشک غده Tuber dry matter	0.966	0.190	-0.062	0.973
مقدار ویژه Eigenvalue	2.418	2.246	1.580	
واریانس نسبی % of Variance	26.868	24.955	17.551	
واریانس تجمعی Cumulative %	26.868	51.823	69.374	



شکل ۳- ضرایب عاملی صفات مورد بررسی در ارزیابی ۳۸ هیبرید سیب‌زمینی و چهار والد برای ۳ عامل

Figure 3- Factor coefficients of traits studied in the evaluation of 38 Potato hybrids and four parents for 3 factors

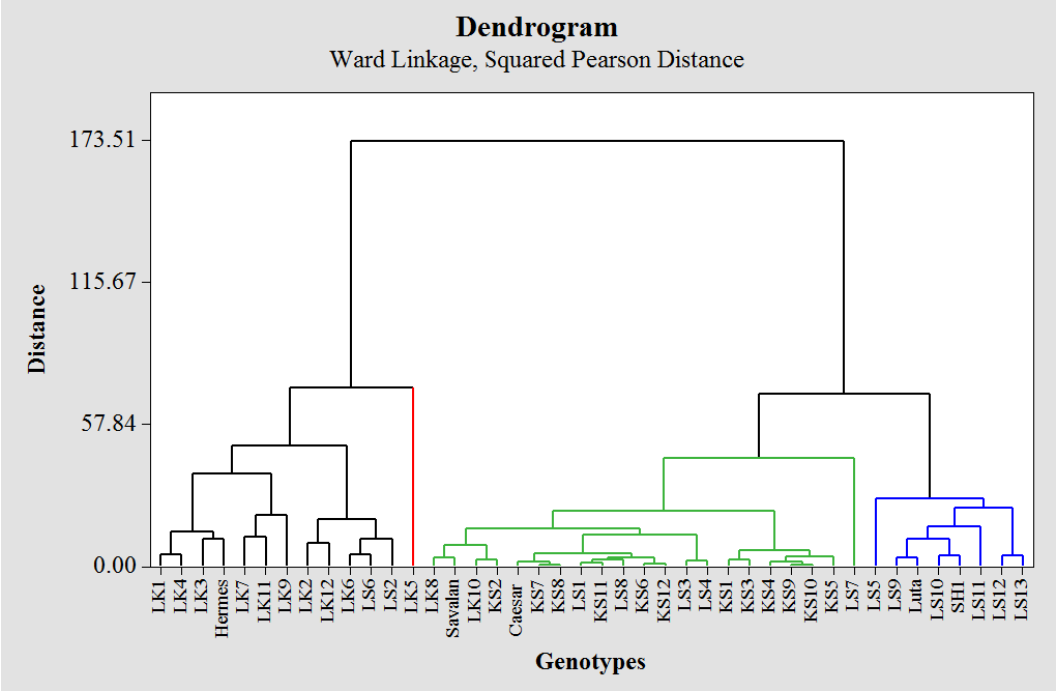
تجزیه خوشه‌ای

هدف از خوشه‌بندی داده‌ها آن است که مشاهدات را به گروه‌های متجانس تقسیم کنیم، به‌طوری‌که مشاهدات هر گروه بیشترین شباهت و مشاهدات گروه‌های مختلف کمترین شباهت را با هم داشته باشند (Zareh Chahouki, 2010). در این تحقیق تجزیه خوشه‌ای به روش Ward و فاصله اقلیدوسی به‌عنوان معیار تشابه انجام گرفت. روش Ward با مدل فاصله اقلیدسی کمترین حالت زنجیره‌ای (کشیدگی زیاد به یک سمت) را دارد (Sadeghzadeh *et al.*, 2012). در یک برنامه اصلاحی هر چه والدین از نظر ژنتیکی از یکدیگر دورتر باشند میزان تفکیک متجاوز در نتاج آن‌ها بیشتر خواهد شد. هدف عمده و اساس از تجزیه خوشه‌ای، مشخص نمودن میزان قرابت یا فاصله ژنتیکی هیبریدها از یکدیگر می‌باشد تا پژوهشگر به‌جای این‌که وقت و انرژی زیادی را برای انبوهی از دورگ‌گیری‌های تصادفی صرف نماید تا بر حسب شانس به یک ژنوتیپ مطلوب برسد، ابتدا ژنوتیپ‌های مورد بررسی را بر اساس تجزیه خوشه‌ای دسته‌بندی کرده و سپس با انتخاب چند هیبرید از برترین‌ها در خوشه‌های دور و با توجه به صفات مطلوب موجود، بلوک‌های دورگ‌گیری محدودی را انتخاب می‌کند. بنابراین با انجام دورگ‌گیری بین ژنوتیپ‌های دور از هم، که از خوشه‌های با فاصله زیاد انتخاب شده‌اند امکان رسیدن به نتایج مطلوب افزایش می‌یابد. دندروگرام حاصل، از محل بیشترین فاصله موجود در بین‌گروه‌ها، بر اساس تابع تشخیص برش داده شد و ۳۸ هیبرید به همراه والدین چهار والد (شماره‌های ۱۳، ۲۷، ۴۱ و ۴۲) در چهار گروه قرار گرفتند (شکل ۴). تجزیه تابع تشخیص برای تعیین محل برش دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر اساس همه صفات در ۳۸ به همراه والدین چهار والد (شماره‌های ۱۳، ۲۷، ۴۱ و ۴۲) در جدول ۷ آمده است.

جدول ۷- تجزیه تابع تشخیص برای تعیین محل برش دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر اساس همه صفات ۳۸ هیبرید سیب‌زمینی و چهار والد (شماره‌های ۱۳، ۲۷، ۴۱ و ۴۲)

Table 7- Analysis of the diagnostic function to determine the dendrogram cutting location resulting from cluster analysis based on all traits of 38 potato hybrids and four parents (Nos. 13, 27, 41 and 42)

Test of Function (s)	Wilks' Lambda	Chi-square	Sig.
1 through 3	0.022	132.041	0.000
1 through 3	0.12	73.251	0.000
4	0.562	19.899	0.006



شکل ۴- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش واریانس حداقل وارد (Ward) بر اساس عملکرد غده و صفات مرتبط با آن براساس رگرسیون گام به گام

Figure 4- Dendrogram obtained from cluster analysis by Ward method based on gland function and related traits based on stepwise regression

برای تمایز خصوصیات هر گروه از نظر صفات مورد مطالعه میانگین هر خوشه و درصد انحراف میانگین هر یک از خوشه‌ها از میانگین کل محاسبه شد (جدول ۸) خوشه‌ای که در مورد صفتی میانگین بالاتری نسبت به میانگین کل داشته باشد می‌تواند به‌عنوان والد برای تلاقی معرفی گردد. خوشه اول شامل ژنوتیپ‌های LK1، LK2، LK3، LK4، LK6، LK7، LK9، LK11، LK12، LS6، LS2 و هرمس بود. تمامی صفات به‌غیر از متوسط اندازه غده و درصد ماده خشک غده دارای درصد انحراف از میانگین مثبت بودند. این خوشه از نظر عملکرد غده رتبه دوم را در بین‌گروه‌ها به خود اختصاص دادند. در خوشه دوم شامل ژنوتیپ LK5 حاصل از تلاقی کایزر♀× لوستا♂ بود که درصد انحراف از میانگین کل این خوشه برای صفات تعداد روز تا رسیدن، ارتفاع بوته، تعداد غده در بوته، وزن غده در بوته، متوسط اندازه غده، درصد ماده خشک غده و عملکرد غده مثبت و برای سایر صفات منفی بود. این خوشه از نظر عملکرد غده رتبه اول را در بین‌گروه‌ها به خود اختصاص دادند. بنابراین برای افزایش عملکرد غده می‌توان از هیبریدهای برتر این خوشه در دورگ‌گیری‌ها استفاده کرد. بنابراین برای افزایش عملکرد غده می‌توان از هیبریدهای برتر این خوشه در دورگ‌گیری‌ها استفاده کرد. خوشه سه شامل ژنوتیپ‌های ساوالان، کایزر، LS1، LS3، LS4، LS8، LS7، KS1، KS2، KS3، KS4، KS5، KS6،

KS7، KS8، KS9، KS10، KS11 و KS12 بود که درصد انحراف از میانگین کل این خوشه برای صفات ارتفاع بوته، تعداد غده در بوته و درصد ماده خشک غده مثبت بود و برای سایر صفات منفی به‌دست آمد. همچنین خوشه چهار شامل ژنوتیپ‌های LS5، LS9، LS10، LS11، LS12، LS13، SH1 و لوستا بود. اکثر هیبریدهای این خوشه از نظر صفات مختلف متوسط و متوسط به پایین بودند. از هیبریدهای این گروه نمی‌توان برای بهبود عملکرد غده استفاده نمود. Masoompour و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که تجزیه خوشه‌ای به روش WARD ارقام و کلون‌ها را به سه گروه تقسیم کرد. Moghadaszadeh و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند کلاستربندی بر اساس همه صفات مورد ارزیابی، ۱۵ ژنوتیپ سیب‌زمینی را در سه کلاستر طبقه‌بندی نمود. درصد انحراف از میانگین کل کلاستر مذکور برای صفات عملکرد غده قابل‌فروش، وزن غده در بوته، تعداد غده در بوته، ارتفاع بوته و درصد ماده خشک غده مثبت برآورد شد. بر اساس نتایج حاصله، هیبریدهای G5 (کلون ۷۵-۱۳)، G7 (کلون ۷۵-۲۳) و G1 (کلون ۷۵-۱۶) نزدیک‌ترین ژنوتیپ‌ها به ژنوتیپ ایده‌آل بودند و بنابراین به‌عنوان مطلوب‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند.

جدول ۸- میانگین، انحراف از میانگین کل در چهار خوشه حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای همه صفات مورد ارزیابی
Table 8- Mean, Deviation from the total mean in four clusters obtained from cluster analysis for all evaluated traits

پارامتر Parameter	خوشه‌ها **Clusters**								میانگین کل Total mean
	خوشه ۱ **Clusters 1:** LK1, LK2, LK3, LK4, LK6, LK7, LK9, LK11, LK12, LS6, LS2, Hermes		خوشه ۲ **Clusters 2:** LK5		خوشه ۳ **Clusters 3:** Savalan, Kaiser, LS1, LS3, LS4, LS8LS7, KS1, KS2, KS3, KS4, KS5, KS6, KS7, KS8, KS9, KS10, KS11, KS12		**خوشه ۴ Clusters 4:** LS5, LS9, LS10, LS11, LS12, LS13, SH1, Lusta		
	$\bar{X}$	$\bar{X}_h$-$\bar{X}_{..}$	$\bar{X}$	$\bar{X}_h$-$\bar{X}_{..}$	$\bar{X}$	$\bar{X}_h$-$\bar{X}_{..}$	$\bar{X}$	$\bar{X}_h$-$\bar{X}_{..}$	
تعداد روز تا غده‌زایی Number of days to tuber	84.25	3.5	80	-0.8	79.78	-1	78.25	-2.5	80.78
تعداد روز تا رسیدن Number of days to maturity	104.73	3.5	101.5	0.3	99.57	-1.7	100.31	-0.9	101.24
ارتفاع بوته Plant height	105.64	5.8	103.5	3.7	100.45	0.6	89.02	-10.8	99.83
تعداد ساقه اصلی در بوته Number of main stems per plant	4.17	0.5	3.5	-0.2	3.43	-0.2	3.45	-0.2	3.65
تعداد غده در بوته Number of tubers per plant	9.46	0.3	12.24	9.38	9.38	0.2	7.64	-1.5	9.15
وزن غده در بوته Tuber weight per plant	698.99	42.9	1027	370.9	634.49	-21.6	602.17	-53.9	656.11
متوسط اندازه غده Mean tuber size	77.45	2.2	86.32	11	70.51	-4.8	83.21	7.9	75.29
درصد ماده خشک غده Tuber dry matter	18.06	-0.9	19.83	0.9	19.60	0.6	18.54	-0.4	18.97
عملکرد غده Tuber yield	37.04	2.4	54.45	19.8	33.30	-1.3	32.02	-2.6	34.63

نتیجه‌گیری کلی

۱. بین سال‌های مورد ارزیابی به جزء تعداد ساقه اصلی در بوته در سایر صفات، از نظر اثر ساده ژنوتیپ‌ها از نظر همه صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده گردید اثر دو جانبه سال در ژنوتیپ معنی‌دار نشد.

۲. ژنوتیپ LK5 حاصل از تلاقی بین کایزر♀× لوستا♂ با میانگین ۵۴/۴۵ تن در هکتار بیشترین و ژنوتیپ LS12 حاصل از تلاقی ساوالان♀× لوستا♂ با میانگین ۲۸/۱۶ تن در هکتار کمترین عملکرد غده را به خود اختصاص داد.

۳. سه مؤلفه اول با مقادیر ویژه بالاتر از یک، ۶۹/۳۷ درصد از کل تغییرات مربوط به صفات را در برگرفتند، در این میان سه مؤلفه اول به‌ترتیب ۳۶/۲۰، ۱۹/۲۹ و ۱۳/۸۷ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه کردند. بر اساس نتایج نمودار بای‌پلات ارقام رقم ساوالان، ژنوتیپ‌های LK2، LK4، LK7، LK9 و LK11 (حاصل از تلاقی بین کایزر♀× لوستا♂) و ژنوتیپ‌های LS5، LS7 و LS2 (حاصل از تلاقی ساوالان♀× لوستا♂) به‌عنوان مطلوب‌ترین ارقام معرفی شدند.

۴. نتایج تجزیه به عامل‌ها بر اساس تجزیه به مؤلفه‌های اصلی انجام و سه عامل در حدود ۶۹/۳۷ درصد تغییرات داده‌ها را توجیه کردند که به‌ترتیب ۲۶/۶۹، ۲۴/۹۵ و ۱۷/۵۵ درصد از کل تغییرات را توجیه کردند. فاکتور اول عامل مؤثر بر خصوصیات غده، فاکتور دوم به‌عنوان عامل مؤثر بر ارتفاع بوته و فاکتور سوم به‌عنوان عامل مؤثر در عملکرد نام‌گذاری شد.

۵. بر اساس نتایج به‌دست آمده از تابع تشخیص، ۳۸ هیبرید به همراه والدین چهار والد (شماره‌های ۱۳، ۲۷، ۴۱ و ۴۲) در چهار گروه قرار گرفتند. خوشه اول شامل ژنوتیپ‌های LK1، LK2، LK3، LK4، LK6، LK7، LK9، LK11، LK12، LS6، LS2 و هرمس بود. این خوشه از نظر عملکرد غده رتبه دوم را در بین گروه‌ها به خود اختصاص دادند. خوشه دوم که ژنوتیپ LK5 حاصل از تلاقی کایزر♀× لوستا♂ را در خود جای داد از نظر عملکرد غده رتبه اول را داشته و برای افزایش عملکرد غده می‌توان از هیبرید برتر این خوشه در دورگ‌گیری‌ها استفاده کرد.

References

- Asghari Abu Ishaq, R. (2005). Factor analysis of data obtained from the percentage of economic activities of people in the provinces of Iran. Process, 287-221. (In Persian)
- Bagheri, H. R., Qaryneh M., Bakhshandeh, A., Taei, J. Mehnatkesh, A. & Andarzia, B. (2014). Effect of drought stress and nitrogen content on yield and some qualitative and physiological traits of Potato in Chaharmahal and Bakhtiari climate. *Scientific Journal of Crop Physiology*, 6(22), 5-22. (In Persian)
- Bradshaw, J. E. (2006). Genetics of Agrihorticultural traints. In J. Gopal & S. M. P. Khurana (Eds.), *Handbook of potato production, improvement, and postharvest management*. (pp. 41-75). Food Products Press, New York.
- Danaei, M. M. R., Ahmadi, A. & Gerami, A. (2001). Cluster analysis of Iranian Soybean collection cultivars and obtaining related environmental functions. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 32(2), 293-285. (In Persian)
- Eshghi, R. J., Ajaghi, H. R., Khalili, M. & Khaeifizadeh, M. (2008). *Determining the relationship between yield and its components in Potato cultivars by multivariate statistical methods*. 10th Congress of Agronomy and Plant Breeding, Tehran, University of Tehran Aboureihan. (In Persian)
- Fabeiro, C. M. D. S. O. F., de Santa Olalla, F. M. & De Juan, J. A. (2001). Yield and size of deficit irrigated Potatoes. *Agricultural Water Management*, 48(3), 255-266.
- Food and Agriculture Organization. (2019). Biodiversity: Agricultural Biodiversity in FAO. Retrieved 2019,

from. http://www.fao.org/biodiversity.
- Farahani, A. & Arzani. A. (2008). Investigation of genetic diversity of durum Wheat genotypes by multivariate statistical analysis. *Iranian Association of Agricultural Sciences and Plant Breeding. Electronic Journal of Crop Production*, 1(4), 64-51. (In Persian)
- Fathi, M., Asghari, R., Valizadeh, M., Aharizad, S. & Hassanpanah, D. (2010). Evaluation of advanced clones from true Potato seed. *Journal of Agricultural Science*, 2(19), 207-214. (In Persian)
- Ghasemi, F., Mohammadinejad, Q., Baghizadeh, A. & Kavousi, H. (2019). Improving the seed yield of Cumin (*Cuminum cyminum* L.) genotypes using different selection criteria under drought stress conditions. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*. 35(2), 221-209. (In Persian)
- Haghighati, B., Boroumand Nasab, S. & Naseri, A. (2015). The effect of irrigation water on yield, some quality characteristics and water productivity of two Potato cultivars. *Scientific Journal of Crop Physiology*, 7(28), 45-60. (In Persian)
- Hassanpanah, D., Hassanabadi, H., Yarnia, M. & Khorshidi. M. B. (2008a). Evaluation of quantitative and qualitative characters of advanced cultivars and clones of Potato in Ardabil region. *Journal of Agricultural Science*, 2(5), 19-31. (In Persian)
- Hassanpanah, D., Hassanabadi, H. & Yarnia, M. (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. & 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. & Akbarloo, H. (2013). Growing and processing of edible and seed Potatoes. Scholar. (In Persian)
- Hassanpanah, D., Hassanabadi, H., Hosseinzadeh, A. A., Soheili, B. & Mohammadi, R. (2016). Factor analysis, AMMI stability value (ASV) parameter and GGE Bi-Plot graphical method of quantitative and qualitative traits in Potato genotypes. *Journal of Crop Ecophysiology*, 10(3), 731-748. (In Persian)
- Jouyandeh-Kelashemi, I. & Hassanpanah, D. (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.
- Keshavarznia, R., Mohammadi Nargesi, B. & Abbasi, A. (2012). Investigation of bean genetic diversity based on morphological traits under two conditions of normal and drought stress. *Iranian Journal of Crop Science*, 2, 305-315. (In Persian)
- Lawley, D. N. & Maxwell, A. E. (1963). *Factor analysis: as a statistical method*. Buttterwoths, London.
- Leilah, A. A. & Al-Khateeb. S. A. (2005). Statistical analysis of Wheat yield under drought conditions. *Journal of Arid Environments*, 61, 483-496
- Masoompour, E., Musapour Gorji, A. & Sharghi, Y. (2015). Investigation of genetic diversity of some traits in advanced Potato cultivars and clones. *Applied Agricultural Research*, 28(106), 193-203. (In Persian)
- Moghadaszadeh, M., Asghar Zakaria, R., Hassanpanah, D. & Zare, N. (2018). Evaluation of tuber yield stability of Potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes using nonparametric methods. *Journal of Crop Breeding*, 10(28), 63-50. (In Persian)
- Moghaddam, M. & Amiriyaghan, H. (2010). *Biometric methods in quantitative genetic analysis.* Prior Publications. (In Persian)

- Mohades, F. (2010). Method of analysis of basic components and study of factors, Economic Research Collection, National Bank of Iran, Case study. *Extraction of Asset Price Index and its Effect on Inflat*ion, 41, 1-50. (In Persian)
- Mohammadi, S. A. & Prasanna, B. M. (2003). Analysis of genetic diversity in crop
plants-salient statistical tools and considerations. *Crop Science*, 43, 1235-1248.
- Mohammadnia, S., Asghari, A., Hassanpanah, D., Karimizadeh, A. & Shokohian. R. (2019). Evaluation of genetic stability of some agronomic traits of Potato hybrids under different climatic conditions. *Iranian Journal of Crop Research*, 17(2), 253-241. (In Persian)
- Mollasadeghi, V., Shahryari, R., Imani, A. A. & Khayatnezhad, M. (2011). Factor analysis of Wheat quantitative traits on yield under terminal drought. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 10(2), 157-159.
- Muthoni, J., Kabira, J., Shimelis, H. & Melis, R. (2015). Tetrasomic inheritance in cultivated Potato and implications in conventional breeding. *Australian Journal of Crop Science*, 9(3), 185-190.
- Rabiee, K., Khodambashi, M. & Rezaei, A. M. (2008). Identification of traits affecting Potato yield using multivariate statistical methods in drought stress and non-drought stress conditions, *Agricultural Science and Technology and Natural Resources*, 12(49), 1-11. (In Persian)
- Sabouri, H., Biabani, A., Fazalipour, M. & Sabouri. A. (2010). Determining the best selection criteria to facilitate the selection process in rice. *Journal of Plant Production Research*, 17(4), 25-1. (In Persian)
- Sadeghzadeh, B., AbediAsl, G. H. & Sadeghzadeh Ahri, D. (2012). Study of some agronomic characteristics related to grain yield in durum Wheat stands under cold dryland conditions. *Iranian Journal of Dryland Agricultural Sciences*, 1(1), 1-14. (In Persian)
- Smith, H. F. (1936). A discriminant function for plant selection. *Annals of eugenics*, 7(3), 240-250.
- Tadesse, W. & Bekele, E. (2001). Factor analysis of yield in grass Pea (*Lathyrus sativus* L.). *Lathyrus Lathyrism Newsletter*, 2, 416-421.
- Tofang Sazpoor, R., Roshanfekr, H., Meskarbashee, M. & Bromand Nasab, S. (2015). Effect of irrigation deficit and cultivation method on some quantitative and qualitative characteristics of potato cultivars. *Plant Productions*, 38(2), 1-12. (In Persian)
- Tousi Mojarad, M., Ghanadha, M., Khodarahimi, M. & Shahabi, S. (2005). Factor analysis for grain yield and other traits of wheat. *Journal Pazhohesh Sazandegi*, 67, 9-16. (In Persian)
- Zakerhamidi, S. & Hassanpanah, D. (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
- Zakizadeh, M., Ismail Zadeh Moghaddam, M. & Kahrizi, D. (2010). Investigation of genetic diversity and relationships between different traits and grain yield in *Triticum aestivum* L. bread Wheat genotypes using multivariate statistical methods. *Iranian Journal of Crop Sciences*, 12(1), 30-18. (In Persian)
- Zareh Chahouki, M. (2010). *Multivariate analysis methods in spss software*. University of Tehran Press. (In Persian)