

ارزیابی صفات زراعی، پایداری عملکرد و ویژگی‌های کیفیت ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی در مناطق کشت بهاره کشور

## Evaluation of Agronomic Traits, Yield Stability and Quality Properties of Potato Genotypes in Spring Potato Growing Regions of Iran

داود حسن پناه<sup>۱</sup>، احمد موسی پور گرجی<sup>۲</sup>، خسرو پرویزی<sup>۳</sup>، امیر هوشنگ جلالی<sup>۴</sup> و کوروش شجاعی نوفرست<sup>۵</sup>

- ۱- دانشیار، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران.
- ۲- دانشیار، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
- ۳- دانشیار، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران.
- ۴- استادیار، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.
- ۵- استادیار، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خراسان رضوی، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۲۰

### چکیده

حسن پناه، د.، موسی پور گرجی، ا.، پرویزی، خ.، جلالی، ا. د. و شجاعی نوفرست، ک. ۱۴۰۰. ارزیابی صفات زراعی، پایداری عملکرد و ویژگی‌های کیفیت ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی در مناطق کشت بهاره کشور. مجله نهال و بذر ۳۷: ۲۶۶-۲۴۳.

در این پژوهش ۳۳ ژنوتیپ سیب زمینی شامل ۳۱ کلون پیشرفته سیب‌زمینی حاصل از برنامه‌های به‌نژادی به همراه دو رقم تجاری آگرو (مناسب برای خلال سیب‌زمینی) و کایزر (مناسب برای تازه‌خوری) به عنوان شاهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در پنج منطقه (کرج، اردبیل، مشهد، اصفهان و همدان) از نظر صفات زراعی و ویژگی‌های کیفیت در سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۹۴ بررسی شدند. برای تأمین غده‌های مورد نیاز برای کشت در پنج منطقه، کلون‌ها در سال ۱۳۹۴ در ایستگاه تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل تکثیر شدند. در طول دوران رشد و پس از برداشت تعداد و وزن غده در بوته، ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته، شکل غده، عمق چشم، رنگ پوست و گوشت غده، طول دوره رشد، تعداد غده‌های بدشکل، شکاف‌های رشد غده، حفره‌ای شدن مرکز غده، پوسیدگی قهوه‌ای حلقوی داخلی غده، تغییر رنگ گوشت غده خام و درصد ماده خشک غده در دو منطقه اردبیل و همدان، و عملکرد غده کل و قابل فروش در پنج منطقه اردبیل، همدان، کرج، مشهد و اصفهان اندازه‌گیری شدند. تجزیه واریانس مرکب داده‌ها برای عملکرد غده کل و قابل فروش نشان داد که اثر ژنوتیپ، مکان، سال، مکان × سال، مکان × ژنوتیپ × مکان، ژنوتیپ × سال و ژنوتیپ × سال × مکان معنی‌داری بود. کلون‌های شماره ۱ (۱۶۷۵)، ۵ (۱۳۷۵)، ۸ (۵۶۷۵) و ۲۶ (۱۰۲۷) دارای بیشترین عملکرد غده بودند. بر اساس نتایج تجزیه GGE-biplot، کلون‌های متوسط زودرس و پرمحصول شماره ۱ (۱۶۷۵) و ۸ (۵۶۷۵) دارای بیشترین پایداری عملکرد و کلون‌های متوسط دیررس شماره ۵ (۱۳۷۵) و ۲۶ (۱۰۲۷) دارای پایداری عملکرد متوسط بودند. کلون‌های شماره ۵ (۱۳۷۵)، ۸ (۵۶۷۵) و ۲۶ (۱۰۲۷) از درصد ماده خشک غده بالا، رنگ گوشت غده زرد روشن و پورتنک، بدون غده بدشکل، بدون حفره‌ای شدن مرکز غده، بدون شکاف‌های رشد غده، پونش خوب، سیاه شدن گوشت غده جزئی و عمق چشم سطحی برخوردار بودند. در نهایت در این پژوهش، چهار کلون ۱۶۷۵، ۱۳۷۵، ۵۶۷۵ و ۱۰۲۷ به عنوان کلون‌های امید بخش پرمحصول و با پایداری عملکرد انتخاب شدند. در سال ۱۴۰۰، کلون ۱۶۷۵ به نام رقم جدید تکتا و کلون ۱۰۲۷ به نام رقم جدید رونا نامگذاری و به جامعه کشاورزان سیب زمینی کار معرفی شدند.

کلمات کلیدی: سیب‌زمینی، تعداد غده در بوته، عملکرد غده قابل فروش، پایداری عملکرد، کلون امیدبخش.

## مقدمه

سیب‌زمینی یکی از مهمترین گیاهان زراعی است و از نظر اهمیت غذایی و تولید بعد از گندم و برنج قرار دارد. دستیابی به امنیت غذایی و ممانعت از نوسان قیمت‌ها ایجاب می‌کند تا ارقام مناسب سیب‌زمینی برای تولید مطمئن در تمام فصول سال و برای مصارف مختلف معرفی شود (Upadhyaya *et al.*, 1996). در سال ۲۰۲۱، سطح زیر کشت سیب‌زمینی جهان حدود ۱۸ میلیون هکتار و تولید آن ۳۶۸ میلیون تن است. بزرگ‌ترین تولیدکننده سیب‌زمینی دنیا، کشور چین با تولید حدود ۱۰۰ میلیون تن گزارش شده است. ایران در جهان رتبه سیزده و در آسیا بعد از چین و هند رتبه سوم را دارد (FAO, 2021).

براساس آمار ۱۳۹۸ وزارت جهاد کشاورزی، سطح برداشت سیب‌زمینی در کشور حدود ۱۴۲ هزار هکتار، میزان تولید حدود پنج میلیون تن و عملکرد حدود ۳۶ تن در هکتار است (Ahmadi *et al.*, 2020).

در کشور انگلیس ارزش زراعی و مصرفی ارقام سیب‌زمینی پس از قرار گرفتن نام آنها در لیست ملی، توسط آژانس علوم کشاورزی اسکاتلند (Scotland Agricultural Science Agency = SASA) مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این بررسی صفاتی مانند عملکرد غده قابل فروش، ویژگی‌های مرتبط با کیفیت فرآوری، بیماری‌ها، خسارت آفات و خصوصیات مورفولوژیکی غده‌ها مورد ارزیابی

قرار می‌گیرند که بررسی صفات دارای اهمیت بیشتر به صورت اجباری و سایر صفات به صورت اختیاری و یا براساس سفارش شرکت‌های تولیدکننده رقم انجام می‌شود (Anonymous, 2008).

از آنجایی که از تجزیه واریانس مرکب فقط اطلاعاتی در مورد اثر متقابل ژنوتیپ × محیط بدست می‌آید، محققان معیارهای مختلفی را جهت تشخیص پایداری ارقام و معرفی آنها به کار برده‌اند (Lin and Binns, 1985). برآورد اثر متقابل ژنوتیپ × محیط برای به‌نژادگران گیاه نقش مهمی دارد. محققان روش‌های متفاوتی را برای تعیین پایداری عملکرد ارایه کرده‌اند. از جمله می‌توان به پارامتر پایداری فنوتیپی (Roemer, 1917)، تجزیه جفت واریته‌ها برای برآورد واریانس اثر متقابل ترکیب دو به دوی ژنوتیپ‌ها (Plaisted and Peterson, 1959)، استفاده از جمع مربعات اثر ژنوتیپ × محیط هر ژنوتیپ در کلیه محیط‌های آزمایش (Wricke, 1962)، استفاده از دو آماره شیب خط رگرسیون و متوسط عملکرد هر رقم (Finlay and Wilkinson, 1963)، استفاده از شیب خط رگرسیون، متوسط عملکرد ارقام و میانگین مربعات انحراف از خط رگرسیون (Eberhart and Russell, 1966)، تقسیم مجموع مربعات اثر متقابل ژنوتیپ × محیط به اجزای مرتبط به هر یک از ژنوتیپ‌ها (Shukla, 1972)، استفاده از روش رگرسیون (Tai, 1975)، ضریب تغییرات محیطی (Francis and Cannenberg, 1978)،

محیط‌ها و شناسایی محیط‌های هدف در برنامه‌های به‌نژادی را به سادگی میسر می‌سازد (Mohammadi *et al.*, 2013). روش GGE Bi-plot برای انتخاب ژنوتیپ‌های با پایدار عملکرد و پرمحصول و گروه‌بندی محیط‌های متنوع توسط تعدادی از محققان استفاده شده است (Yan and Kang, 2003; Yan and Tinker, 2005; Fan *et al.*, 2007; Pourdad Zerihun, 2011; Tonk *et al.*, 2011; and Jamshid Moghaddam, 2013; Pourdad and Jamshid Moghassam, 2014). ژنوتیپ‌های گیاهان مختلف توسط این مدل به عنوان ژنوتیپ با عملکرد پایدار و پرمحصول معرفی شده‌اند از جمله می‌توان به سنبل هندی ژنوتیپ CKP25 (Bhan *et al.*, 2005)، گلرنگ هارتمن (Pourdad and Jamshid Moghaddam, 2013)، کلون‌های سیب‌زمینی ۷-۳۹۷۰۰۳، ۲۷-۳۹۶۱۵۱، ۳۹۷۰۴۵-۱۰۰ و رقم ساوالان (Hassanpanah and Hassanabadi, 2014)، رقم خاوران (Hassanabadi *et al.*, 2013)، ارقام سیب‌زمینی کایزر، لوکا، کنک و ساتینا و کلون سیب‌زمینی ۹-۳۹۷۰۰۷ (Hassanpanah, 2014)، کلون‌های سیب‌زمینی ۲-۳۹۷۰۰۸، ۵-۳۹۷۰۰۸ و ۴-۹۹۴۰۰۱ (Hassanpanah and Hassanabadi, 2014) و کلون سیب‌زمینی ۹-۳۹۷۰۰۹ (Hassanpanah *et al.*, 2019) اشاره کرد. هدف از این پژوهش بررسی صفات زراعی و ویژگی‌های کیفیت ژنوتیپ‌های پیشرفته سیب زمینی، روابط بین ژنوتیپ‌ها، سال‌ها و مکان‌ها،

واریانس بین سال در درون یک مکان (Lin and Binns, 1985) و روش ناپارامتری آماره عملکرد - پایداری کانگ (Ysi)، آماره‌های پایداری فوکس و همکاران (LOW، MID، TOP)، آماره پایداری میانگین رتبه کتاتا (R) (Moghaddaszadeh *et al.*, 2018) اشاره کرد. لین و بینز (Lin and Binns, 1989) روش‌های پایداری را به دو گروه تک‌متغیره (روش‌های پارامتری و ناپارامتری) و چندمتغیره (روش Additive Main Effect and Multiplicative Interaction = AMMI) تقسیم‌بندی نمودند. روش پایداری AMMI برای ارزیابی ژنوتیپ × محیط مورد استفاده قرار گرفته است (Tarakanovas and Ruzgas, 2006; Sabaghnia *et al.*, 2006; Mulema *et al.*, 2008; Hassanpanah, 2011; Tarinejad *et al.*, 2020). در سال ۲۰۰۱، برای تجزیه اثر متقابل ژنوتیپ × محیط توسط یان (Yan, 2001) مدل G+GE Bi-plot (Genotype plus Genotype by Environment Interaction) توصیه شد. انتخاب ژنوتیپ باید بر اساس مجموع اثر ژنوتیپ و ژنوتیپ × محیط (G+GE) باشد (Yan and Hunt 2002; Yan and Kang, 2003). در روش مدل GGE Bi-plot از طریق نمایش گرافیکی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط به به‌نژادگر کمک می‌شود تا به سادگی پایداری ژنوتیپ‌ها و ترکیب پایداری با عملکرد ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف را ارزیابی کند و همچنین استفاده از این روش امکان بررسی روابط میان

تعیین ژنوتیپ‌های مطلوب و شناسایی بهترین ژنوتیپ از نظر پایداری عملکرد و عملکرد بالا با استفاده از مدل GGE Bi-plot بود.

## مواد و روش‌ها

در این پژوهش، ۳۱ کلون سیب‌زمینی حاصل از برنامه‌های به‌نژادی به همراه دو رقم شاهد آگریا (مناسب برای خلال سیب‌زمینی) و کایزر (مناسب برای تازه‌خوری) جمعاً ۳۳ ژنوتیپ (کلون و رقم) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در پنج منطقه (کرج، اردبیل، مشهد، اصفهان و همدان) از نظر صفات زراعی، پایداری عملکرد و ویژگی‌های کیفیت در سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۹۵ بررسی شدند.

برنامه به‌نژادی سیب‌زمینی از انجام تلاقی در گلخانه (خزانه تلاقی)، خزانه‌گیری در گلخانه و انتقال نشاء به زمین اصلی شروع می‌شود. در مراحل بعدی تکثیر بذر سالم از هر کلون، ارزیابی‌های مشاهده‌ای، آزمایشات مقدماتی تکراردار، مقایسه عملکرد پیشرفته (تکراردار) و آزمایشات سازگاری انجام می‌گیرد. قبل از آزمایش سازگاری، در ارزیابی مقدماتی و پیشرفته تعداد ۱۰۴ کلون انتخابی از هشت جمعیت به همراه والدین (لوتسا، ساتینا، کایزر و ساوالان) و رقم شاهد (رقم آگریا) در سه منطقه کرج، اردبیل و همدان از نظر صفات کمی و ویژگی‌های کیفیت مقایسه شدند. در نهایت تعداد ۳۱ کلون مطلوب از لحاظ صفات کمی و کیفیت که عملکرد آنها در حد شاهد و یا بالاتر

بود، انتخاب گردید.

با توجه به این که والدین جمعیت‌های به‌نژادی قبلاً در ارزیابی‌های مقدماتی و پیشرفته بررسی شده بودند، در آزمایشات سازگاری برای ارزیابی از شاهدهایی که بیشترین سطح زیرکشت را دارند، استفاده شد. به همین خاطر در این پژوهش، از دو رقم شاهد آگریا (مناسب برای خلال سیب‌زمینی) و کایزر (مناسب برای تازه‌خوری) استفاده شده است. ضمناً در ارزیابی‌های مقدماتی و پیشرفته عملکرد رقم ملی ساوالان از سه والد لوتسا، ساتینا، کایزر و شاهد رقم آگریا بیشتر بود.

هر کرت شامل دو خط پنج متری به فاصله دو ردیف ۷۵ سانتی‌متری و با فاصله بین دو بوته ۲۵ سانتی‌متر بود. به منظور کاهش اثر حاشیه‌ای یک ردیف سیب‌زمینی رقم آگریا در دو طرف آزمایش کشت شد. در طول دوران رشد و پس از برداشت صفات تعداد و وزن غده در بوته، عملکرد غده کل و قابل فروش، ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته، شکل غده، عمق چشم غده، رنگ پوست و گوشت غده، طول دوره رشد، غده‌های بدشکل، شکاف‌های رشد، حفره‌ای شدن مرکز غده، پوسیدگی حلقوی داخلی غده، درصد ماده خشک غده و تغییر رنگ گوشت غده خام بعد از ۲۴ ساعت در دو منطقه اردبیل و همدان و عملکرد غده کل و قابل فروش در پنج منطقه اردبیل، همدان، کرج، مشهد و اصفهان براساس دستورالعمل ملی آزمون‌های تعیین ارزش زراعی ارقام سیب‌زمینی

گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. برای برآورد پایداری عملکرد ژنوتیپ‌ها از مدل GGE Bi-plot استفاده شد. رسم نمودارهای دوبعدی اثر متقابل ژنوتیپ × محیط با استفاده از نرم‌افزار GenStat 12 براساس روش‌های توصیه شده توسط یان و هانت (Yan and Hunt, 2002) بود.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها برای عملکرد غده کل و قابل فروش در پنج منطقه و در دو سال نشان داد که اثر مکان، سال، مکان × سال، ژنوتیپ، ژنوتیپ × سال، ژنوتیپ × مکان و ژنوتیپ × سال × مکان معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) بود (جدول ۱).

(Khandan *et al.*, 2011) اندازه‌گیری شدند. عملکرد غده قابل فروش پس از کسر غده‌های کوچک‌تر از ۳۵ میلی‌متر و غده‌های آفت‌زده و سبز و همچنین غده‌های دارای پوسیدگی نرم و بدشکل بدست آمد.

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها ابتدا آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها با آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov test) و آزمون همگنی واریانس اشتباهات آزمایشی براساس آزمون لون (Levene) بر روی داده‌های اندازه‌گیری شده انجام شد. سپس تجزیه واریانس ساده و مرکب با در نظر گرفتن سال و مکان به عنوان عوامل تصادفی و ژنوتیپ به عنوان عامل ثابت، براساس امید ریاضی با نرم‌افزار آماری SAS 9.1 صورت

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب برای عملکرد غده کل و قابل فروش ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی مورد مطالعه در پنج منطقه و دو سال

Table 1. Combined analysis of variance for total and marketable tuber yield in studied potato genotypes in five regions and two years

| S.O.V.       | منبع تغییر          | درجه آزادی<br>d.f. | میانگین مربعات<br>Mean squares     |  |
|--------------|---------------------|--------------------|------------------------------------|--|
|              |                     |                    | عملکرد غده کل<br>Total tuber yield | عملکرد غده قابل فروش<br>Marketable total tuber yield |
| Year (Y)     | سال                 | 1                  | 1443.05**                          | 1539.01**  |
| Location (L) | مکان                | 4                  | 3587.52**                          | 3009.05**  |
| Y × L        | مکان × سال          | 4                  | 1346.40**                          | 1937.39**  |
| R (YL)       | تکرار (سال و مکان)  | 20                 | 22.51                              | 15.96  |
| Genotype (G) | ژنوتیپ              | 32                 | 285.29**                           | 258.72**   |
| G × L        | مکان × ژنوتیپ       | 128                | 200.74**                           | 168.81**   |
| G × Y        | سال × ژنوتیپ        | 32                 | 78.49**                            | 79.03**  |
| G × Y × L    | مکان × سال × ژنوتیپ | 128                | 67.02**                            | 56.06**  |
| Error        | خطا                 | 672                | 19.14                              | 23.66  |
| C.V. (%)     | درصد ضریب تغییرات   |                    | 13.79                              | 17.65  |

\*\* : Significant at the 1% probability level.

\*\* : معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

با توجه به این که صفات زراعی فقط در دو منطقه همدان و اردبیل اندازه گیری شد، برای داده‌های این صفات تجزیه واریانس مرکب در دو مکان و دو سال محاسبه شد. تجزیه واریانس مرکب برای داده‌های صفات مورد مطالعه نشان داد اثر مکان، سال، سال × مکان، سال × ژنوتیپ و سال × مکان × ژنوتیپ بر ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته، تعداد و وزن غده در بوته و عملکرد غده کل و قابل فروش و اثر ژنوتیپ بر ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته، تعداد ساقه عملکرد غده کل و قابل فروش و درصد ماده خشک غده در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد معنی دار بود (جدول ۲).

از لحاظ وزن غده در بوته در منطقه اردبیل در سال ۱۳۹۵، کلون‌های شماره ۱، ۳، ۴، ۶، ۱۰ و ۱۱ و در سال ۱۳۹۶ کلون‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱۴، ۱۷، ۱۹، ۲۰، ۲۲ و ۳۳ و در منطقه همدان در سال ۱۳۹۵ و ۲۶ کلون شماره ۲۶ دارای بیشترین وزن غده بودند و با شاهد تفاوت معنی دار نداشتند (جدول ۳). در منطقه اردبیل در سال ۱۳۹۵، بیشترین تعداد غده در بوته مربوط به کلون‌های شماره ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۵ و ۲۶ و در سال ۱۳۹۶ مربوط به کلون‌های شماره ۱۱ و ۲۶ و در منطقه همدان در سال ۱۳۹۶ مربوط به کلون شماره ۲۷ بود و با شاهد در گروه مشترک قرار گرفتند (جدول ۳).

کلون‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۴، ۷، ۸، ۱۰، ۱۱،

۱۳، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۹، ۲۱، ۳۰، ۳۲ و ۳۳ در سال ۱۳۹۵ و کلون‌های شماره ۱، ۳، ۴، ۱۰، ۱۱، ۱۳ و ۱۵ در سال ۱۳۹۶ در منطقه اردبیل دارای بیشترین ارتفاع بوته بودند و با شاهد تفاوت معنی دار نداشتند (جدول ۴). از نظر تعداد ساقه اصلی در بوته در منطقه اردبیل در سال ۱۳۹۵ کلون‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۴، ۱۰، ۱۱ و ۱۳، ۱۵، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۲، ۲۳، ۲۸، ۲۹ و ۳۳ و در سال ۱۳۹۶ کلون شماره ۱ و در منطقه همدان کلون شماره ۸ در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ دارای بیشترین تعداد ساقه اصلی بودند و با شاهد در گروه مشترک قرار گرفتند (جدول ۴). کلون‌های شماره ۲، ۶، ۱۴، ۲۰، ۲۳، ۲۵ و ۲۶ از بالاترین درصد ماده خشک غده برخوردار بودند و با شاهد هم گروه بودند (جدول ۴).

یکی از مهم‌ترین صفات برای تعیین نوع مصرف سیب‌زمینی، درصد ماده خشک غده است. ژنوتیپ‌هایی برای چیپس، خلال و سرخ کردنی مناسب هستند که ماده خشک غده آن بیش از ۱۹ درصد باشد (CIP, 2007). زیرا با افزایش درصد ماده خشک غده، بازدهی فرآوری بیشتر، زمان پخت کوتاه‌تر، بافت سیب‌زمینی بهتر و در صورت استفاده برای چیپس و فرنیچ‌فرایز، میزان جذب روغن کمتر می‌شود. کلون‌های شماره ۲، ۶، ۸، ۱۴، ۲۰، ۲۳، ۲۵، ۲۶ و ۳۱ از درصد ماده خشک غده بالا (بیشتر از ۲۲ درصد) برخوردار بودند. این ژنوتیپ‌ها دارای بافت غده‌ای خیلی آردی (تیپ D) بودند (جدول ۴).

جدول ۲- تجزیه واریانس مرکب برای صفات مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی در مناطق اردبیل و همدان در دو سال

Table 2. Combined analysis of variance for studied traits in potato genotypes in Adabil and Hamadan regions in two years

| S.O.V.       | منبع تغییر          | درجه آزادی<br>d.f. | میانگین مربعات<br>Mean squares                      |   |                             |   |  |
|--------------|---------------------|--------------------|---|---|-----------------------------|---|--|
|              |                     |                    | وزن غده در بوته<br>Tuber weight plant <sup>-1</sup> | تعداد غده در بوته<br>Tuber number plant <sup>-1</sup> | ارتفاع بوته<br>Plant height | تعداد ساقه اصلی در بوته<br>Main stem number plant <sup>-1</sup> | محتوی ماده خشک غده<br>Tuber dry matter content |
| Year (Y)     | سال                 | 1                  | 931423.10**   | 630.43**  | 276.94**                    | 81.82**   | 0.646  |
| Location (L) | مکان                | 1                  | 386253.89**   | 3.02  | 2897.15**                   | 56.80**   | 0.010  |
| Y × L        | مکان × سال          | 1                  | 1107451.04**  | 47.09**   | 2908.16**                   | 46.89**   | 0.367  |
| R (L Y)      | تکرار (سال و مکان)  | 8                  | 4526.94   | 3.73  | 100.25                      | 1.49  | 0.795  |
| Genotype (G) | ژنوتیپ              | 32                 | 102979.56**   | 4.72**  | 283.52**                    | 1.74**  | 32.5**   |
| G × Y        | سال × ژنوتیپ        | 32                 | 68258.41**  | 4.15**  | 254.76**                    | 2.58**  | 0.510  |
| G × L        | مکان × ژنوتیپ       | 32                 | 20206.33**  | 2.12*   | 82.85**                     | 0.97*   | 0.010  |
| G × Y × L    | مکان × سال × ژنوتیپ | 32                 | 18570.12**  | 1.86*   | 89.98**                     | 0.99*   | 0.510  |
| Error        | خطا                 | 256                | 9729.21   | 1.82  | 49.98                       | 0.61  | 0.799  |
| C.V. (%)     | درصد ضریب تغییرات   |                    | 17.68   | 23.37   | 11.82                       | 20.85   | 3.75   |

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

\* و \*\*: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

جدول ۳- میانگین صفات زراعی ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی در دو مکان و دو سال

Table 3. Mean of agronomic traits of potato genotypes in two regions and two years

| شماره ژنوتیپ<br>Genotype no. | وزن غده در بوته (گرم)<br>Tuber weight plant <sup>-1</sup> (g) |      |                  |      | تعداد غده در بوته<br>Tuber number plant <sup>-1</sup> |      |                  |      |
|------------------------------|---|------|------------------|------|---|------|------------------|------|
|                              | اردبیل<br>Ardabil   |      | همدان<br>Hamadan |      | اردبیل<br>Ardabil                                     |      | همدان<br>Hamadan |      |
|                              | 2016  | 2017 | 2016             | 2017 | 2016  | 2017 | 2016             | 2017 |
| 1                            | 796   | 1024 | 577              | 658  | 5.4   | 7.1  | 3.8              | 4.1  |
| 2                            | 489   | 817  | 464              | 446  | 4.9   | 5.5  | 3.2              | 3.2  |
| 3                            | 802   | 682  | 573              | 443  | 5.8   | 4.4  | 3.8              | 3.3  |
| 4                            | 631   | 878  | 583              | 557  | 6.6   | 6.9  | 3.5              | 3.5  |
| 5                            | 598   | 831  | 541              | 526  | 5.6   | 7.9  | 3.5              | 3.4  |
| 6                            | 706   | 753  | 581              | 546  | 3.9   | 7.3  | 3.5              | 3.4  |
| 7                            | 555   | 793  | 451              | 354  | 5.8   | 5.1  | 3.2              | 2.7  |
| 8                            | 538   | 992  | 652              | 739  | 3.2   | 7.9  | 4.2              | 4.5  |
| 9                            | 477   | 628  | 442              | 369  | 5.1   | 6.0  | 3.3              | 3.0  |
| 10                           | 662   | 764  | 349              | 364  | 6.6   | 6.1  | 2.9              | 2.9  |
| 11                           | 641   | 990  | 616              | 506  | 5.5   | 9.4  | 3.8              | 3.4  |
| 12                           | 354   | 551  | 631              | 476  | 4.5   | 5.1  | 4.3              | 3.5  |
| 13                           | 584   | 797  | 402              | 354  | 5.9   | 7.2  | 3.0              | 2.8  |
| 14                           | 510   | 893  | 571              | 425  | 4.7   | 8.1  | 3.9              | 3.3  |
| 15                           | 469   | 650  | 447              | 427  | 7.2   | 5.4  | 3.6              | 3.5  |
| 16                           | 403   | 578  | 424              | 405  | 4.5   | 5.1  | 3.1              | 2.9  |
| 17                           | 451   | 740  | 453              | 481  | 6.2   | 6.8  | 3.2              | 3.5  |
| 18                           | 407   | 520  | 692              | 481  | 7.7   | 8.1  | 4.1              | 3.6  |
| 19                           | 569   | 959  | 625              | 617  | 7.5   | 7.9  | 4.0              | 4.0  |
| 20                           | 599   | 725  | 656              | 384  | 8.1   | 7.2  | 2.9              | 2.9  |
| 21                           | 357   | 482  | 483              | 425  | 3.5   | 4.4  | 3.2              | 3.0  |
| 22                           | 596   | 697  | 581              | 466  | 5.2   | 5.4  | 3.5              | 3.3  |
| 23                           | 421   | 662  | 409              | 435  | 5.1   | 6.5  | 3.1              | 3.2  |
| 24                           | 364   | 644  | 587              | 425  | 5.6   | 6.4  | 4.0              | 3.1  |
| 25                           | 424   | 592  | 424              | 435  | 7.8   | 7.9  | 3.2              | 3.4  |
| 26                           | 496   | 545  | 879              | 879  | 7.7   | 9.5  | 4.7              | 2.7  |
| <b>27</b>                    | 451   | 523  | 631              | 631  | 5.2   | 6.1  | 6.2              | 5.0  |
| 28                           | 437   | 548  | 533              | 533  | 5.3   | 4.7  | 4.2              | 2.7  |
| 29                           | 431   | 420  | 435              | 434  | 5.9   | 7.4  | 6.1              | 4.3  |
| 30                           | 517   | 631  | 568              | 568  | 5.7   | 6.8  | 4.5              | 3.3  |
| 31                           | 468   | 516  | 425              | 426  | 6.2   | 5.7  | 4.4              | 3.3  |
| 32                           | 553   | 475  | 348              | 348  | 5.8   | 5.6  | 5.6              | 4.0  |
| 33                           | 479   | 694  | 478              | 497  | 6.1   | 7.2  | 5.6              | 3.3  |
| LSD 5%                       | 157.85  |      |                  |      |   |      | 2.16             |      |



Table. 3 Continued.

ادامه جدول ۳-

| شماره ژنوتیپ<br>Genotype no. | ارتفاع بوته (سانتی متر)<br>Plant height (cm) |      |                  |      | تعداد ساقه اصلی در بوته<br>Main stem number plant <sup>-1</sup> |      |                  |      | درصد ماده خشک غده<br>Tuber dry matter (%) |
|------------------------------|--|------|------------------|------|---|------|------------------|------|---|
|                              | اردبیل<br>Ardabil                            |      | همدان<br>Hamadan |      | اردبیل<br>Ardabil   |      | همدان<br>Hamadan |      |   |
|                              | 2016   | 2017 | 2016             | 2017 | 2016  | 2017 | 2016             | 2017 |   |
| 1                            | 81   | 82   | 71               | 68   | 5.8   | 5.2  | 3.4              | 3.7  | 19.23                                     |
| 2                            | 64   | 73   | 63               | 66   | 6.0   | 4.2  | 3.0              | 3.1  | 22.36                                     |
| 3                            | 72   | 81   | 56               | 56   | 6.0   | 5.1  | 2.7              | 2.8  | 19.16                                     |
| 4                            | 55   | 69   | 56               | 57   | 5.0   | 3.9  | 3.1              | 3.3  | 21.40                                     |
| 5                            | 49   | 61   | 68               | 65   | 4.3   | 3.1  | 4.4              | 4.6  | 21.84                                     |
| 6                            | 51   | 66   | 64               | 64   | 3.3   | 3.4  | 3.7              | 3.8  | 23.00                                     |
| 7                            | 61   | 66   | 66               | 65   | 5.5   | 2.9  | 3.8              | 3.3  | 21.76                                     |
| 8                            | 60   | 73   | 64               | 64   | 5.0   | 3.7  | 5.1              | 5.6  | 22.08                                     |
| 9                            | 47   | 51   | 60               | 60   | 3.0   | 4.3  | 3.0              | 3.2  | 19.68                                     |
| 10                           | 63   | 75   | 55               | 56   | 5.9   | 3.7  | 3.0              | 3.0  | 21.04                                     |
| 11                           | 63   | 77   | 50               | 59   | 5.2   | 4.2  | 4.0              | 4.0  | 21.90                                     |
| 12                           | 45   | 66   | 63               | 65   | 3.7   | 3.8  | 4.2              | 4.11 | 19.91                                     |
| 13                           | 56   | 81   | 58               | 56   | 5.3   | 3.9  | 3.9              | 3.4  | 20.92                                     |
| 14                           | 49   | 68   | 61               | 61   | 4.8   | 2.8  | 4.3              | 4.6  | 22.23                                     |
| 15                           | 58   | 77   | 54               | 55   | 5.5   | 2.3  | 3.6              | 3.3  | 21.56                                     |
| 16                           | 57   | 67   | 64               | 64   | 4.2   | 4.4  | 3.7              | 3.2  | 21.17                                     |
| 17                           | 54   | 57   | 60               | 60   | 5.3   | 3.8  | 4.2              | 4.0  | 18.78                                     |
| 18                           | 48   | 62   | 62               | 64   | 5.3   | 2.9  | 3.3              | 3.2  | 21.96                                     |
| 19                           | 63   | 66   | 65               | 58   | 5.8   | 2.2  | 3.9              | 3.4  | 21.24                                     |
| 20                           | 51   | 49   | 64               | 65   | 5.8   | 3.3  | 3.6              | 3.4  | 27.69                                     |
| 21                           | 57   | 65   | 61               | 62   | 4.2   | 1.8  | 3.3              | 3.9  | 20.49                                     |
| 22                           | 48   | 61   | 60               | 61   | 5.2   | 4.1  | 3.6              | 3.4  | 20.14                                     |
| 23                           | 52   | 62   | 61               | 62   | 5.3   | 4.7  | 3.0              | 3.1  | 22.62                                     |
| 24                           | 46   | 58   | 57               | 58   | 4.5   | 3.3  | 3.0              | 3.2  | 20.37                                     |
| 25                           | 46   | 53   | 62               | 62   | 4.3   | 4.0  | 3.7              | 3.4  | 22.49                                     |
| 26                           | 38   | 60   | 62               | 61   | 4.0   | 3.4  | 3.3              | 3.4  | 22.40                                     |
| 27                           | 43   | 62   | 62               | 60   | 3.7   | 4.0  | 3.8              | 3.8  | 21.21                                     |
| 28                           | 45   | 62   | 54               | 56   | 5.2   | 4.3  | 3.0              | 3.2  | 19.54                                     |
| 29                           | 48   | 47   | 53               | 53   | 5.5   | 5.1  | 3.2              | 3.2  | 20.42                                     |
| 30                           | 54   | 80   | 54               | 55   | 4.5   | 3.9  | 4.2              | 3.8  | 21.77                                     |
| 31                           | 52   | 35   | 54               | 54   | 4.5   | 3.4  | 3.0              | 2.8  | 22.07                                     |
| 32                           | 62   | 47   | 57               | 58   | 3.7   | 4.8  | 3.3              | 3.4  | 21.48                                     |
| 33                           | 54   | 49   | 65               | 65   | 5.7   | 5.0  | 4.2              | 3.9  | 18.59                                     |
| LSD 5%                       |  |      | 11.31            |      |   |      | 1.25             |      | 0.72                                      |

جدول ۴- ویژگی‌های کیفیت ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی مورد مطالعه

Table 4. Quality properties of studied potato genotypes

| شماره ژنوتیپ<br>Genotyp e no. | نام اِکد ژنوتیپ<br>Genotype<br>Name/ code | رسیدگی<br>Maturity | عمق چشم<br>Eye depth | پوسیدگی حلقوی<br>داخلی غده<br>Tuber inner ring rot | خفراه‌ای شدن مرکز غده<br>Tuber hollow<br>heart | تغییر رنگ گوشت غده خام پس از ۲۴ ساعت<br>Discolored of raw<br>tuber flesh after 24 hr | تپ پخت<br>Baking type | رنگ پوست<br>Tuber skin colour | رنگ گوشت<br>Tuber flesh<br>colour | شکل غده<br>Tuber shape |
|-------------------------------|---|--------------------|----------------------|--|--|--|-----------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| 1                             | 1675                                      | Medium early       | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Low  | B                     | Magenta creamy                | Yellow                            | Long oval              |
| 2                             | 975                                       | Medium early       | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Low  | D                     | Creamy white                  | White                             | Round                  |
| 3                             | 1575                                      | Medium early       | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Low  | B                     | Creamy white                  | White                             | Round                  |
| 4                             | 1175                                      | Medium early       | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Low  | C                     | Yellow                        | Dark yellow                       | Long oval              |
| 5                             | 1375                                      | Medium late        | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Low  | C                     | Yellow                        | Dark yellow                       | Long oval              |
| 6                             | 575                                       | Early              | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Low  | D                     | Yellow                        | Creamy                            | Oval round             |
| 7                             | 2375                                      | Early              | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Low  | C                     | Yellow                        | Dark yellow                       | Round                  |
| 8                             | 5675                                      | Medium early       | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Low  | D                     | Yellow                        | Light yellow                      | Round                  |
| 9                             | 1275                                      | Medium late        | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Medium   | B                     | Yellow                        | Light yellow                      | Long oval              |
| 10                            | 1475                                      | Early              | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Low  | C                     | Creamy white                  | Light yellow                      | Long oval              |
| 11                            | 375                                       | Early              | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Low  | C                     | Yellow                        | Creamy                            | Long oval              |
| 12                            | 275                                       | Late               | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Low  | B                     | Yellow                        | Light yellow                      | Long oval              |
| 13                            | Caeser                                    | Medium early       | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Low  | C                     | Yellow                        | Creamy                            | Round                  |
| 14                            | 527                                       | Medium early       | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Medium   | D                     | Yellow                        | Creamy                            | Round                  |
| 15                            | 127                                       | Medium early       | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Low  | C                     | Creamy white                  | Light yellow                      | Long oval              |
| 16                            | 227                                       | Late               | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Medium   | C                     | Creamy white                  | Light yellow                      | Round                  |
| 17                            | 327                                       | Medium late        | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Low  | B                     | Creamy white                  | Light yellow                      | Round                  |
| 18                            | 1627                                      | Medium early       | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Low  | C                     | Yellow                        | Creamy                            | Long oval              |
| 19                            | 1427                                      | Early              | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Low  | C                     | Yellow                        | Creamy                            | Round                  |
| 20                            | 2127                                      | Medium early       | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Low  | D                     | Yellow                        | Creamy                            | Long round             |
| 21                            | 1327                                      | Medium early       | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Medium   | C                     | Yellow                        | Creamy                            | Round                  |
| 22                            | 827                                       | Medium late        | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Low  | C                     | Creamy white                  | Light yellow                      | Round                  |
| 23                            | 2027                                      | Medium late        | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Low  | D                     | Creamy white                  | White                             | Round                  |
| 24                            | 1227                                      | Medium early       | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Low  | C                     | Creamy white                  | Light yellow                      | Round                  |
| 25                            | 1027                                      | Medium late        | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Low  | D                     | Creamy white                  | Light yellow                      | Long oval              |
| 26                            | 1027                                      | Medium late        | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Low  | D                     | Magenta creamy                | Yellow                            | Oval round             |
| 27                            | Agria (check)                             | Medium late        | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Low  | B                     | Yellow                        | Dark yellow                       | Long oval              |
| 28                            | 1029                                      | Medium late        | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Low  | C                     | Dark yellow                   | Dark yellow                       | Long oval              |
| 29                            | 424                                       | Medium late        | Shallow              | Very little  | Very low                                       | High   | C                     | Yellow                        | Yellow                            | Round                  |
| 30                            | 1924                                      | Early              | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Low  | C                     | Creamy white                  | White                             | Long oval              |
| 31                            | 624                                       | Medium early       | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Low  | D                     | Yellow                        | Light yellow                      | Round                  |
| 32                            | 1124                                      | Early              | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Low  | C                     | Creamy white                  | Light yellow                      | Long oval              |
| 33                            | 924                                       | Medium early       | Shallow              | Very little  | Very low                                       | Low  | B                     | Yellow                        | Dark yellow                       | Long oval              |

Early: زودرس Shallow: سطحی Very low : خیلی کم A: Firm : سفت Creamy: کرمی Long oval: تخم مرغی کشیده  
 Medium early: متوسط زودرس Very little: خیلی کم Low : کم B: Fairly : نسبتاً سفت Magenta creamy : کرمی سرخابی Round: گرد  
 Medium late: متوسط دیررس Medium: متوسط C: Flouy : آردی White: سفید Ovral round: گرد تخم مرغی  
 Late دیررس High: زیاد D: Very flouy : خیلی آردی Yellow: زرد

بافت غده‌های این گروه گاهی اوقات در اثر آب‌پز شدن سطح غده کاملاً ترک برداشته و دچار وارفتگی می‌شود. ساختمان بافت غده معمولاً به صورت دانه‌های نسبتاً درشت مشاهده می‌شود. کلون‌های این گروه برای مصارف چیپس مورد استفاده قرار می‌گیرند (Madah Arefi et al., 2007).

کلون‌های شماره ۱، ۳، ۹، ۱۲، ۱۳، ۱۷، ۲۱، ۲۴، ۲۸، ۲۹ و ۳۳ درصد ماده خشک غده بین ۱۸ تا ۲۰ درصد داشتند و دارای تیپ B بودند و برای مصارف سالاد مناسب هستند. غده‌های این ژنوتیپ‌ها پس از پخت کمی آردی بوده و سطح آنها براق نیست. بافت این غده‌ها نسبتاً نرم و تا حدودی خشک است و به صورت آب‌پز و سرخ کرده قابل استفاده هستند (Madah Arefi et al., 2007). کلون‌های شماره ۴، ۵، ۷، ۸، ۱۴، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۳، ۲۵، ۲۶ و ۳۱ دارای ماده خشک بین ۲۱ تا ۲۱/۹۹ درصد بودند (جدول ۳). این ژنوتیپ‌ها دارای بافت غده‌ای آردی (تیپ C) هستند و برای مصارف خلال و سرخ کردن مناسب می‌باشند (Madah Arefi et al., 2007).

از لحاظ رسیدگی ژنوتیپ‌های شماره ۱۲ و ۱۶ دیررس، ژنوتیپ‌های شماره ۵، ۹، ۱۸، ۲۲، ۲۳، ۲۵، ۲۶، ۲۷، ۲۸ و ۲۹ متوسط دیررس، ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۴، ۸، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۸، ۲۰، ۲۱، ۲۴، ۳۰ و ۳۳ متوسط زودرس و ژنوتیپ‌های شماره ۶، ۷، ۱۰، ۱۱، ۱۹، ۳۰ و ۳۱ زودرس بودند (جدول ۴). کلیه ژنوتیپ‌ها از

عمق چشم سطحی و بدون پوسیدگی حلقوی داخلی غده و بدون حفره‌ای شدن مرکز غده برخوردار بودند (جدول ۴). از لحاظ صفت تغییر رنگ گوشت غده پس از ۲۴ ساعت، کلیه ژنوتیپ‌ها به جز ژنوتیپ‌های شماره ۹، ۱۴، ۱۶، ۲۱ و ۲۹، دارای کمترین تغییر رنگ گوشت غده بودند (جدول ۴). ژنوتیپ‌های مورد مطالعه دارای رنگ پوست غده از کرمی‌سرخابی تا زرد تیره و رنگ گوشت از کرمی تا زرد تیره و شکل غده از گرد تا تخم‌مرغی کشیده هستند (جدول ۴).

عملکرد غده کل در پنج منطقه و دو سال آزمایش نشان داد که در منطقه اردبیل در سال ۱۳۹۵ کلون‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۷، ۱۹، ۲۰، ۲۲، ۲۳، ۲۴ و ۳۰ در سال ۱۳۹۶ کلون‌های ۱، ۳، ۶ و ۱۰ در منطقه همدان در طی دو سال آزمایش، کلون شماره ۲۶؛ در منطقه اصفهان در سال ۱۳۹۵ کلون شماره ۵ و ۸ در منطقه مشهد در سال ۱۳۹۵ کلون‌های شماره ۵، ۱۷، ۱۸ و ۳۰ و در سال ۱۳۹۶ کلون‌های شماره ۱، ۵، ۱۰، ۱۵، ۱۷، ۱۸، ۲۱ و ۳۰ در منطقه کرج در سال ۱۳۹۵ کلون‌های شماره ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۳، ۲۴ و ۲۵ و در سال ۱۳۹۶ کلون‌های ۲، ۳، ۵، ۸، ۹، ۱۲، ۱۳، ۱۶، ۲۲، ۲۴، ۲۵، ۲۶، ۲۸ و ۳۲ دارای عملکرد غده بالا بودند و با شاهد تفاوت معنی‌دار نداشتند (جدول ۵).

جدول ۵- میانگین عملکرد غده کل ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی در پنج مکان و دو سال

Table 5. Mean of total tuber yield of potato genotypes in five regions and two years

| شماره ژنوتیپ<br>Genotype no. | اردبیل<br>Ardabil |       | همدان<br>Hamadan |       | اصفهان<br>Isfahan |       | مشهد<br>Mashhad |       | کرج<br>Karaj |       | عملکرد غده کل (تن در هکتار)<br>Total tuber yield (ton ha <sup>-1</sup> ) |      |
|------------------------------|-------------------|-------|------------------|-------|-------------------|-------|-----------------|-------|--------------|-------|--|------|
|                              | 2016              | 2017  | 2016             | 2017  | 2016              | 2017  | 2016            | 2017  | 2016         | 2017  |  |      |
| 1                            | 54.27             | 43.88 | 34.85            | 30.59 | 34.05             | 30.22 | 26.02           | 43.70 | 37.92        | 32.07 | 36.49  |      |
| 2                            | 43.32             | 25.89 | 23.59            | 24.57 | 25.44             | 26.77 | 38.86           | 29.22 | 46.14        | 34.31 | 31.81  |      |
| 3                            | 36.19             | 42.51 | 23.50            | 30.35 | 30.14             | 29.13 | 32.60           | 28.52 | 38.66        | 32.53 | 32.41  |      |
| 4                            | 46.54             | 33.46 | 29.49            | 30.91 | 28.74             | 27.85 | 26.10           | 24.15 | 40.16        | 24.93 | 31.23  |      |
| 5                            | 44.07             | 31.63 | 27.88            | 28.65 | 39.37             | 39.75 | 48.56           | 53.83 | 48.08        | 37.86 | 39.97  |      |
| 6                            | 39.93             | 37.43 | 28.95            | 30.79 | 22.58             | 31.13 | 32.48           | 35.05 | 37.02        | 25.28 | 32.06  |      |
| 7                            | 42.04             | 29.43 | 18.77            | 23.88 | 35.74             | 29.35 | 36.21           | 34.12 | 40.72        | 28.90 | 31.09  |      |
| 8                            | 52.57             | 28.49 | 39.14            | 34.54 | 37.55             | 37.46 | 38.33           | 27.96 | 39.26        | 35.62 | 37.09  |      |
| 9                            | 33.29             | 25.23 | 19.57            | 23.41 | 32.33             | 32.82 | 41.48           | 32.56 | 41.09        | 41.20 | 32.30  |      |
| 10                           | 40.51             | 35.06 | 19.30            | 18.45 | 31.18             | 28.67 | 27.67           | 44.65 | 39.96        | 28.83 | 31.43  |      |
| 11                           | 52.44             | 33.98 | 26.81            | 32.65 | 19.87             | 24.18 | 41.84           | 31.44 | 43.41        | 22.35 | 32.90  |      |
| 12                           | 29.22             | 18.77 | 25.20            | 33.46 | 22.65             | 25.80 | 57.21           | 27.66 | 44.21        | 33.53 | 31.77  |      |
| 13                           | 42.25             | 30.92 | 18.77            | 21.30 | 19.39             | 23.46 | 22.97           | 29.05 | 34.71        | 32.17 | 27.50  |      |
| 14                           | 47.34             | 27.02 | 22.52            | 30.23 | 21.38             | 32.87 | 39.84           | 41.90 | 33.93        | 27.33 | 32.44  |      |
| 15                           | 34.47             | 24.87 | 22.62            | 23.65 | 27.57             | 30.13 | 29.08           | 46.57 | 39.94        | 28.92 | 30.78  |      |
| 16                           | 30.09             | 21.34 | 21.45            | 22.35 | 13.17             | 20.07 | 39.37           | 41.84 | 39.45        | 40.66 | 28.98  |      |
| 17                           | 39.25             | 23.88 | 25.47            | 23.99 | 20.16             | 32.50 | 61.10           | 45.75 | 37.87        | 28.97 | 33.89  |      |
| 18                           | 27.51             | 21.55 | 27.35            | 36.68 | 18.19             | 22.96 | 52.10           | 49.12 | 36.84        | 24.50 | 31.68  |      |
| 19                           | 50.86             | 30.17 | 32.71            | 33.10 | 36.14             | 30.00 | 30.71           | 30.54 | 39.82        | 28.70 | 34.27  |      |
| 20                           | 38.41             | 31.74 | 20.37            | 34.79 | 30.07             | 28.26 | 34.97           | 39.72 | 41.99        | 24.10 | 32.44  |      |
| 21                           | 25.52             | 18.94 | 22.52            | 25.57 | 21.72             | 33.46 | 41.43           | 51.04 | 41.41        | 30.10 | 31.77  |      |
| 22                           | 36.95             | 31.61 | 24.67            | 30.79 | 23.85             | 26.50 | 23.89           | 27.92 | 36.28        | 40.27 | 30.27  |      |
| 23                           | 35.08             | 22.32 | 23.06            | 21.65 | 38.43             | 32.15 | 32.21           | 37.87 | 50.87        | 34.50 | 32.81  |      |
| 24                           | 34.12             | 19.30 | 22.52            | 31.12 | 13.73             | 21.93 | 40.10           | 39.75 | 50.61        | 36.38 | 30.96  |      |
| 25                           | 31.35             | 22.47 | 23.06            | 22.45 | 22.22             | 25.26 | 41.93           | 41.52 | 41.82        | 37.57 | 30.96  |      |
| 26                           | 28.87             | 26.28 | 46.60            | 46.60 | 45.50             | 33.16 | 37.44           | 37.44 | 32.33        | 33.49 | 36.77  |      |
| 27                           | 27.71             | 23.90 | 33.44            | 33.44 | 34.61             | 28.74 | 35.01           | 35.01 | 29.40        | 25.10 | 30.64  |      |
| 28                           | 29.02             | 23.16 | 28.23            | 28.23 | 26.09             | 30.05 | 35.97           | 35.97 | 31.30        | 32.97 | 30.10  |      |
| 29                           | 22.21             | 22.86 | 23.03            | 23.03 | 21.92             | 26.27 | 31.35           | 31.35 | 29.55        | 29.47 | 26.10  |      |
| 30                           | 33.41             | 27.38 | 30.12            | 30.12 | 29.86             | 34.20 | 43.26           | 43.26 | 27.50        | 27.78 | 32.69  |      |
| 31                           | 16.73             | 24.79 | 22.53            | 22.53 | 23.82             | 24.95 | 30.37           | 30.37 | 29.85        | 31.55 | 25.75  |      |
| 32                           | 25.16             | 29.30 | 18.42            | 18.42 | 18.34             | 20.68 | 26.63           | 26.63 | 35.00        | 37.93 | 25.65  |      |
| 33                           | 36.77             | 25.40 | 26.35            | 26.35 | 24.69             | 26.28 | 32.21           | 32.21 | 36.27        | 29.60 | 29.61  |      |
| LSD 5%                       |                   |       |                  |       |                   |       |                 |       |              |       | 7.00   | 3.50 |

(Average Environment Coordinate = AEC) استفاده می‌شود (Yan and Kang, 2003). نتایج حاصل از روش GGE Bi-plot به روش رتبه‌ای، توزیعی و مقایسه‌ای نشان داد که تجزیه به مولفه‌های اصلی اول و دوم به ترتیب ۳۶/۵۴ و ۳۰/۰۲ درصد تغییرات را توجیه نمودند که بیانگر معتبر بودن نسبی بای پلات تغییرات GGE بود.

بر اساس روش رتبه‌ای و توزیعی ژنوتیپ‌ها در چهار گروه تقسیم‌بندی شدند (شکل ۱ و ۲). رتبه‌بندی ۳۳ ژنوتیپ سیب‌زمینی بر اساس میانگین عملکرد و پایداری در پنج منطقه و دو سال در شکل ۱ ارائه شده است. در این شکل، محور افقی دارای یک پیکان است که از مبدأ مختصات می‌گذرد و بردار محیط متوسط (Average Tester Coordinate = ATC) نامیده می‌شود. محیط متوسط در واقع یک محیط فرضی است و توسط دایره‌ای کوچک در نزدیک انتهای فلش بردار ATC نمایش داده می‌شود. در این شکل همچنین برداری عمود بر محور ATC رسم می‌گردد. ژنوتیپ‌هایی که در سمت راست بردار عمود قرار گرفته‌اند، عملکرد بیشتر از میانگین و ژنوتیپ‌هایی که در سمت چپ بردار عمودی قرار دارند، عملکرد کمتر از میانگین ژنوتیپ‌ها را دارا هستند. تصویر ژنوتیپ‌ها بر روی بردار افقی (ATC) نیز نشان‌دهنده پایداری عملکرد ژنوتیپ‌ها است. به طوری که هر چقدر تصویر ژنوتیپی روی این بردار کوتاه‌تر باشد، پایداری عملکرد آن بیشتر است.

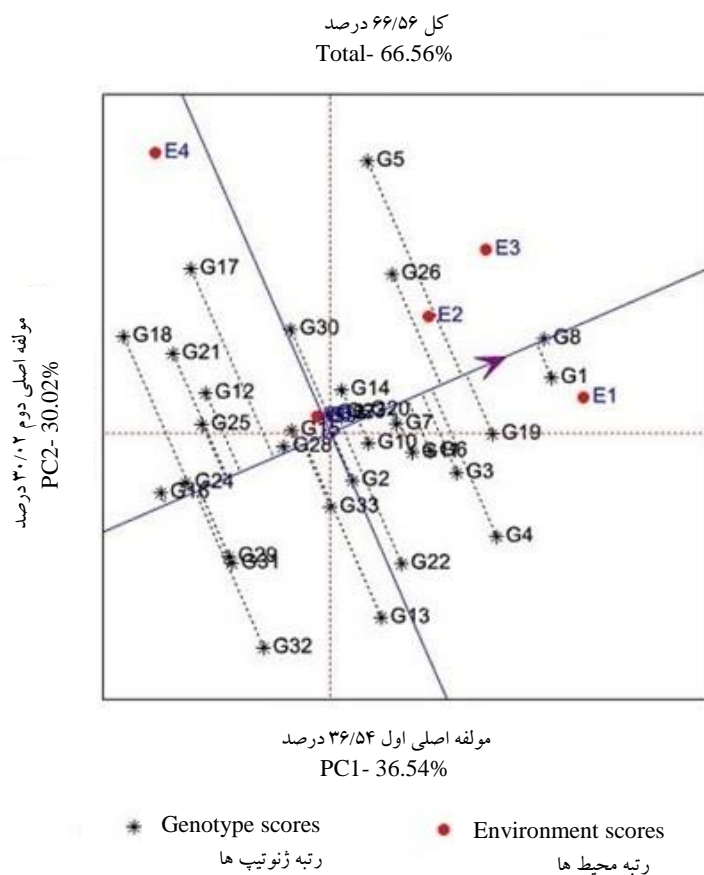
بر اساس نتایج عملکرد غده قابل فروش در پنج منطقه و دو سال، در منطقه اردبیل در سال ۱۳۹۵ کلون‌های شماره ۱، ۲، ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۱، ۱۷، ۱۹ و ۲۲ و در سال ۱۳۹۶ کلون‌های شماره ۱، ۳، ۴، ۵، ۶، ۱۰ و ۱۱ در منطقه همدان در طی دو سال آزمایش کلون شماره ۲۶؛ در منطقه اصفهان در سال ۱۳۹۵ کلون شماره ۲۶ و در سال ۱۳۹۶ کلون‌های شماره ۵ و ۸، در منطقه مشهد در سال ۱۳۹۵ کلون‌های شماره ۵، ۱۲، ۱۴، ۱۷ و ۱۸ و در سال ۱۳۹۶ کلون‌های شماره ۵ و ۱۸ و در منطقه کرج در سال ۱۳۹۵ کلون‌های شماره ۱، ۲، ۴، ۵، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۷، ۱۹، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۴، ۲۵ و ۳۲ و در سال ۱۳۹۶ کلون‌های شماره ۵، ۸، ۹، ۱۶، ۲۲، ۲۳، ۲۴ و ۳۲ از عملکرد غده قابل فروش بیشتری برخوردار بودند (جدول ۶). با توجه میانگین پنج منطقه طی دو سال آزمایش، از لحاظ عملکرد غده کل و قابل فروش، کلون‌های شماره ۱ (۱۶۷۵)، ۵ (۱۳۷۵)، ۸ (۵۶۷۵) و ۲۶ (۱۰۲۷) دارای عملکرد غده و قابل فروش بیشتری بودند و با شاهد در گروه مشترک قرار گرفتند (جدول ۵ و ۶).

با توجه به این که اثر ژنوتیپ‌ها، مکان و مکان × سال × ژنوتیپ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، برای برآورد پایداری عملکرد ژنوتیپ‌ها از روش GGE Bi-plot استفاده شد. در این روش برای بررسی همزمان عملکرد ژنوتیپ‌ها و پایداری عملکرد آنها از مختصات محیط متوسط

جدول ۶- میانگین عملکرد غده قابل فروش ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی در پنج مکان و دو سال

Table 6. Mean of marketable tuber yield of potato genotypes in five regions and two years

| شماره ژنوتیپ<br>Genotype no. | اردبیل<br>Ardabil |       | همدان<br>Hamadan |       | اصفهان<br>Isfahan |       | مشهد<br>Mashhad |       | کرج<br>Karaj |       | عملکرد غده قابل فروش (تن در هکتار)<br>Marktable tuber yield (ton ha <sup>-1</sup> ) |      |
|------------------------------|-------------------|-------|------------------|-------|-------------------|-------|-----------------|-------|--------------|-------|---|------|
|                              | 2016              | 2017  | 2016             | 2017  | 2016              | 2017  | 2016            | 2017  | 2016         | 2017  |   |      |
| 1                            | 51.84             | 39.93 | 28.31            | 24.21 | 33.39             | 29.28 | 22.20           | 39.95 | 32.24        | 29.07 | 32.54   |      |
| 2                            | 42.91             | 19.47 | 20.07            | 19.93 | 22.99             | 24.35 | 34.78           | 25.14 | 41.61        | 29.47 | 28.07   |      |
| 3                            | 35.33             | 35.25 | 17.68            | 25.79 | 29.21             | 27.88 | 25.23           | 23.79 | 29.93        | 27.14 | 27.72   |      |
| 4                            | 44.67             | 26.33 | 24.47            | 23.04 | 27.60             | 26.44 | 22.90           | 21.84 | 35.18        | 22.38 | 27.48   |      |
| 5                            | 41.09             | 27.41 | 21.92            | 23.79 | 39.73             | 39.86 | 41.15           | 49.19 | 41.29        | 34.47 | 35.79   |      |
| 6                            | 37.96             | 33.18 | 24.93            | 24.15 | 20.78             | 29.65 | 25.52           | 31.22 | 28.95        | 22.34 | 27.87   |      |
| 7                            | 40.33             | 23.91 | 16.65            | 20.65 | 34.65             | 27.16 | 29.66           | 31.65 | 33.24        | 26.72 | 28.46   |      |
| 8                            | 51.64             | 23.04 | 31.55            | 30.67 | 36.61             | 36.44 | 33.77           | 24.77 | 34.47        | 31.55 | 33.45   |      |
| 9                            | 32.46             | 21.48 | 15.78            | 18.87 | 30.14             | 30.51 | 34.98           | 26.41 | 34.91        | 33.47 | 27.90   |      |
| 10                           | 38.16             | 27.07 | 16.05            | 14.86 | 30.09             | 27.29 | 24.05           | 36.19 | 34.98        | 23.57 | 27.23   |      |
| 11                           | 49.97             | 28.42 | 20.41            | 27.31 | 18.40             | 22.06 | 35.65           | 28.18 | 35.62        | 20.13 | 28.61   |      |
| 12                           | 28.01             | 14.92 | 21.12            | 25.27 | 21.46             | 24.28 | 48.94           | 25.78 | 39.01        | 31.30 | 27.91   |      |
| 13                           | 39.22             | 24.65 | 14.98            | 17.78 | 17.98             | 21.66 | 19.62           | 26.62 | 29.63        | 29.32 | 24.15   |      |
| 14                           | 44.42             | 20.93 | 17.89            | 24.19 | 20.18             | 31.14 | 37.01           | 39.45 | 31.37        | 25.70 | 29.23   |      |
| 15                           | 32.00             | 19.41 | 17.53            | 18.80 | 26.43             | 28.73 | 24.08           | 39.33 | 32.82        | 23.63 | 26.18   |      |
| 16                           | 28.01             | 17.40 | 16.61            | 17.33 | 12.29             | 18.83 | 32.73           | 39.37 | 32.76        | 39.24 | 25.36   |      |
| 17                           | 36.60             | 18.36 | 20.75            | 18.57 | 19.18             | 30.41 | 53.63           | 39.63 | 33.60        | 24.45 | 29.42   |      |
| 18                           | 23.77             | 17.86 | 20.84            | 29.92 | 15.76             | 19.63 | 45.84           | 44.22 | 32.88        | 22.03 | 27.28   |      |
| 19                           | 48.15             | 22.97 | 27.41            | 25.16 | 34.50             | 27.42 | 27.68           | 25.62 | 35.50        | 24.00 | 29.84   |      |
| 20                           | 35.58             | 25.73 | 15.27            | 30.88 | 27.89             | 26.29 | 29.00           | 39.52 | 35.21        | 23.27 | 28.76   |      |
| 21                           | 24.78             | 16.38 | 18.20            | 19.25 | 20.56             | 31.09 | 33.95           | 39.97 | 34.18        | 23.70 | 26.21   |      |
| 22                           | 36.09             | 22.86 | 21.39            | 24.86 | 21.96             | 24.36 | 19.57           | 23.92 | 29.71        | 34.30 | 25.90   |      |
| 23                           | 33.32             | 16.78 | 16.84            | 18.73 | 36.90             | 30.81 | 26.29           | 34.71 | 41.53        | 31.63 | 28.75   |      |
| 24                           | 31.55             | 15.92 | 16.88            | 22.88 | 11.73             | 19.45 | 34.51           | 35.90 | 43.54        | 32.80 | 26.52   |      |
| 25                           | 28.67             | 16.97 | 19.15            | 16.86 | 21.54             | 23.68 | 32.27           | 33.92 | 32.31        | 30.63 | 25.60   |      |
| 26                           | 23.88             | 18.66 | 35.44            | 40.13 | 44.71             | 31.69 | 29.95           | 30.21 | 26.02        | 26.97 | 30.76   |      |
| 27                           | 25.84             | 18.46 | 23.62            | 28.45 | 33.64             | 27.36 | 27.36           | 32.94 | 23.00        | 23.59 | 26.43   |      |
| 28                           | 28.02             | 17.28 | 21.69            | 21.82 | 24.87             | 28.53 | 30.79           | 31.30 | 26.77        | 28.93 | 26.00   |      |
| 29                           | 19.64             | 16.62 | 17.16            | 18.26 | 20.24             | 24.36 | 25.20           | 27.89 | 23.75        | 25.93 | 21.90   |      |
| 30                           | 29.38             | 20.82 | 21.80            | 24.56 | 28.91             | 32.60 | 34.93           | 40.37 | 22.20        | 25.87 | 28.14   |      |
| 31                           | 16.00             | 18.88 | 16.99            | 18.04 | 22.49             | 23.58 | 26.65           | 25.70 | 26.23        | 26.71 | 22.13   |      |
| 32                           | 22.92             | 23.02 | 14.09            | 14.39 | 16.37             | 18.78 | 25.63           | 24.10 | 33.70        | 34.31 | 22.73   |      |
| 33                           | 34.07             | 19.83 | 20.67            | 21.42 | 22.89             | 24.36 | 26.45           | 28.56 | 29.83        | 26.07 | 25.42   |      |
| LSD 5%                       |                   |       |                  |       |                   |       |                 |       |              |       | 7.784   | 3.89 |



شکل ۱- بای پلات محیط متوسط (AEC) برای انتخاب همزمان عملکرد غده و پایداری عملکرد ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی

Fig. 1. Bi-plot of average environment coordinate (AEC) for simultaneous selection of tuber yield and yield stability of potato genotypes

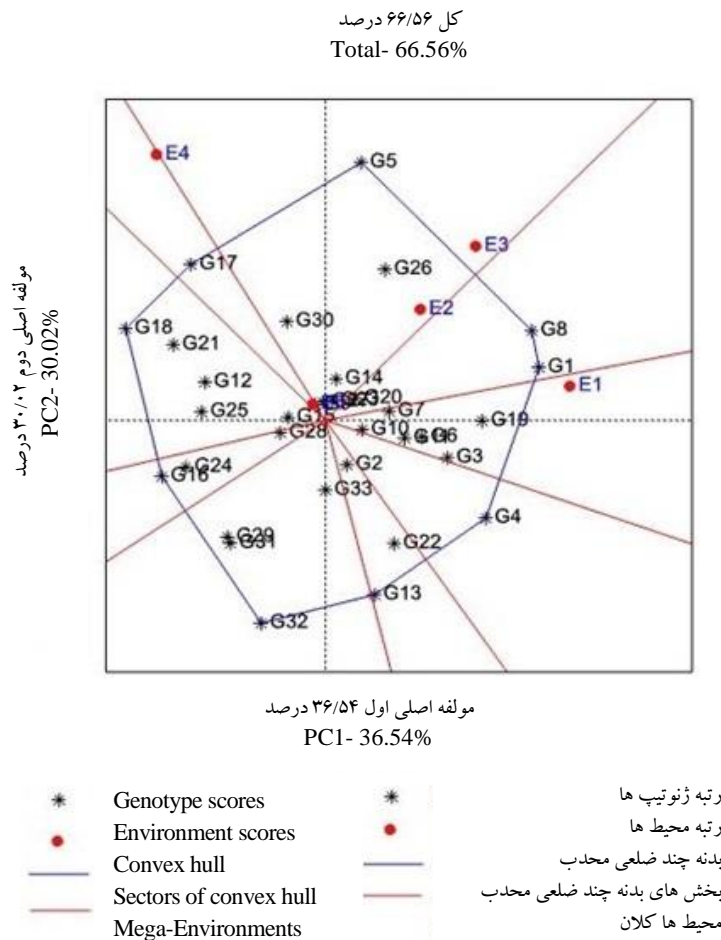
| نام ژنوتیپ    | کد ژنوتیپ     | نام ژنوتیپ     | کد ژنوتیپ     | نام ژنوتیپ    | کد ژنوتیپ     |
|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
| Genotype name | Genotype code | Genotype name  | Genotype code | Genotype name | Genotype code |
| 2027          | G23           | 275            | G12           | 1675          | G1            |
| 1227          | G24           | Caeser (check) | G13           | 975           | G2            |
| 1027          | G25           | 527            | G14           | 1575          | G3            |
| 1027          | G26           | 127            | G15           | 1175          | G4            |
| Agria (check) | G27           | 227            | G16           | 1375          | G5            |
| 1029          | G28           | 327            | G17           | 575           | G6            |
| 424           | G29           | 1627           | G18           | 2375          | G7            |
| 1924          | G30           | 1427           | G19           | 5675          | G8            |
| 624           | G31           | 2127           | G20           | 1275          | G9            |
| 1124          | G32           | 1327           | G21           | 1475          | G10           |
| 924           | G33           | 827            | G22           | 375           | G11           |

| E5    | E4      | E3      | E2      | E1      | Location code | کد مکان  |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------------|----------|
| Karaj | Mashhad | Isfahan | Hamadan | Ardabil | Location name | نام مکان |

قرار می‌گیرند. شعاع‌هایی که از مرکز بای پلات عمود بر اضلاع چندضلعی رسم می‌شوند، آن را به چندین بخش تقسیم می‌کنند. در هر بخش ژنوتیپی که در رأس چندضلعی قرار می‌گیرد در واقع دورترین ژنوتیپ از مرکز است و بهترین ژنوتیپ برای آن بخش محسوب می‌شود. در این آزمایش، ژنوتیپ‌های G1، G4، G5، G8، G13، G16، G17، G18، G20، G22، G23، G27، G28، G32، G33 و G34 ژنوتیپ‌هایی بودند که بر روی محیط چندضلعی قرار گرفتند. شعاع‌ها بای پلات را به نه بخش تقسیم کردند، ولی محیط‌ها در سه بخش واقع شدند (شکل ۲). یک ژنوتیپ ایده‌آل دارای بیشترین عملکرد و پایداری عملکرد در کلیه محیط‌ها می‌باشد (Yan, 2001). اگر چه چنین ژنوتیپ ایده‌آل در واقع ممکن است وجود نداشته باشد، اما از آن می‌توان به عنوان مرجع برای ارزیابی ژنوتیپ‌ها استفاده کرد (Yan and Tinker, 2005). اگر یک ژنوتیپ نزدیک ژنوتیپ ایده‌آل باشد به عنوان ژنوتیپ مطلوب انتخاب می‌شود (Yan, 2002). ژنوتیپی که در مرکز دایره قرار دارد ژنوتیپی با میانگین عملکرد بالا و پایداری عملکرد بیشتر است. بنابراین مقایسه ژنوتیپ‌ها با ژنوتیپ ایده‌آل نشان داد که کلون‌های شماره ۵ (۱۳۷۵)، ۲۶ (۱۰۲۷)، ۸ (۵۶۷۵) و ۱ (۱۶۷۵) نزدیک‌ترین کلون‌ها به ژنوتیپ ایده‌آل بودند. عملکرد غده در چهار منطقه اردبیل، کرج، همدان و اصفهان نسبت به میانگین کل بیشتر بود (شکل ۳). کمترین عملکرد غده مربوط به منطقه مشهد بود. کلون‌های شماره ۸ (۵۶۷۵) و

بنابراین براساس شکل ۱، ژنوتیپ‌های G8، G1، G19، G5، G26، G4، G3، G6، G7، G20، G10، G14، G23، G9، G27، G22، G30 و G2 در سمت راست بردار عمودی قرار گرفته و عملکردی بیشتر از میانگین کل دارند. در حالی که سایر ژنوتیپ‌ها دارای عملکردی کمتر از میانگین کل بودند. همچنین براساس این شکل، ژنوتیپ‌های G8، G16، G24، G27، G23، G9، G15، G28، G27، G20، G14، G10، G1، G6، G2 و G25 با توجه به فاصله کمتر از بردار افقی ATC می‌توانند به عنوان ژنوتیپ‌های با عملکرد پایدارتر در نظر گرفته شوند. با توجه به جدول ۶ کلون‌های شماره ۱ (۱۶۷۵)، ۵ (۱۳۷۵)، ۸ (۵۶۷۵) و ۲۶ (۱۰۲۷) دارای بالاترین عملکرد غده بودند. از کلون‌های پرمحصول، براساس تصویر ژنوتیپ‌ها بر روی بردار محیط متوسط، ژنوتیپ‌های شماره ۱ (۱۶۷۵) و ۸ (۵۶۷۵) دارای پایداری عملکرد بیشتر و کلون‌های شماره ۵ (۱۳۷۵) و ۲۶ (۱۰۲۷) دارای پایداری عملکرد متوسط بودند (شکل ۱). شکل چندضلعی GGE بای پلات نشانگر الگوی کدام-برتر-کجا که براساس میانگین عملکرد و پایداری ۳۳ ژنوتیپ سیب‌زمینی در پنج منطقه و دو سال است در شکل ۲ ارائه شده است. این شکل نشان می‌دهد که در هر محیط کدام یک از ژنوتیپ‌ها عملکرد بهتری داشتند. شکل چندضلعی از اتصال ژنوتیپ‌هایی که بیشترین فاصله از مبدأ را دارند، تشکیل می‌شود، به طوری که سایر ژنوتیپ‌ها در داخل چندضلعی





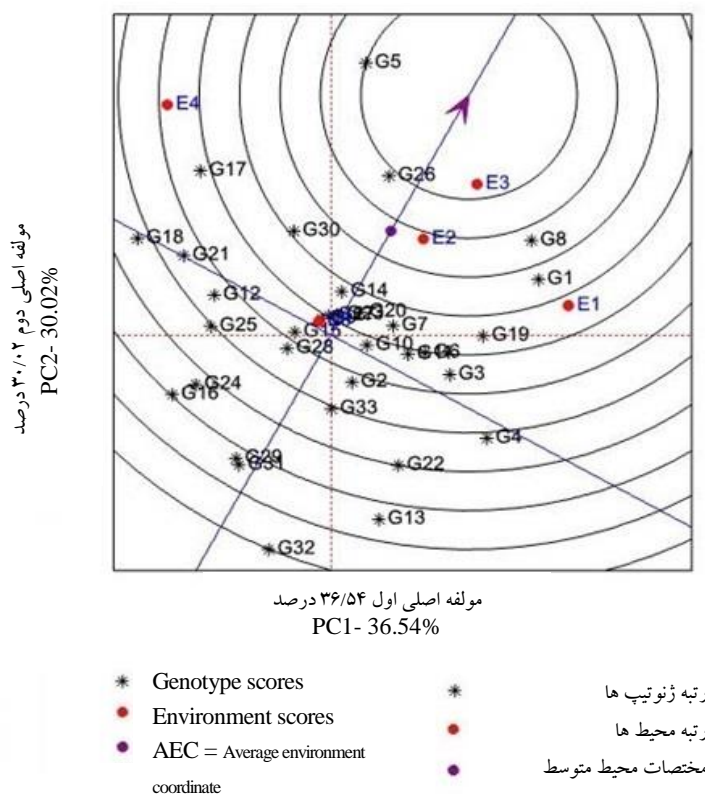
شکل ۲- بای پلات به روش توزیعی برای عملکرد غده و پایداری عملکرد ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی

Fig. 2. Bi-plot by distributive method for tuber yield and yield stability of potato genotypes

غده زرد روشن و پررنگ، بدون غده بدشکل، بدون حفره‌ای شدن مرکز غده، بدون شکاف‌های رشد غده، پوشش خوب، سیاه شدن گوشت غده جزیی و عمق چشم سطحی برخوردار بودند. این کلون‌ها برای صنعت فرآوری مناسب است (جدول ۴). کلون شماره ۱ (۱۶۷۵) دارای درصد ماده خشک غده ۱۹/۲۳ درصد بود و برای مصارف سالاد و تازه‌خوری

۱ (۶۷۵) در منطقه اردبیل و کلون‌های شماره ۵ (۱۳۷۵) و ۲۶ (۱۰۲۷) در منطقه همدان و اصفهان از بالاترین عملکرد غده و پایداری عملکرد بیشتر در دو سال آزمایش برخوردار بودند (جدول ۳). از کلون‌های پرمحصول و پایدار، کلون‌های شماره ۵ (۱۳۷۵)، ۸ (۵۶۷۵) و ۲۶ (۱۰۲۷) از درصد ماده خشک غده بالا (به طور متوسط حدود ۲۲ درصد)، رنگ گوشت

کل ۶۶/۵۶ درصد  
Total- 66.56%



شکل ۳- بای پلات مقایسه ژنوتیپ‌ها با ژنوتیپ ایده‌آل برای عملکرد غده و پایداری عملکرد

Fig. 3. Bi-plot of comparison of genotypes with ideal genotype for tuber yield and yield stability

کیفیت اندازه‌گیری شده در این پژوهش، کلون‌های شماره ۵ (۱۳۷۵)، ۸ (۵۶۷۵) و ۲۶ (۱۰۲۷) به عنوان کلون‌های پرمحصول با ویژگی‌های کیفیت مناسب انتخاب شدند. ژنوتیپ‌های دارای رنگ گوشت غده زرد تا زرد تیره دارای بازارپسندی مناسبی در کشور هستند (Hassanpanah *et al.*, 2008). سطحی بودن عمق چشم در کاهش ضایعات مصرف نقش مؤثری دارد و ارقامی باید انتخاب شوند که از عمق چشم سطحی برخوردار هستند

مناسب بود (جدول ۴). کلون‌های شماره ۱ (۱۶۷۵) و ۸ (۵۶۷۵) متوسط زودرس و کلون‌های شماره ۵ (۱۳۷۵) و ۲۶ (۱۰۲۷) متوسط دیررس بودند. شکل غده کلون‌های شماره ۱ (۱۶۷۵) و ۵ (۱۳۷۵) تخم‌مرغی کشیده، کلون شماره ۸ (۵۶۷۵) گرد و کلون شماره ۲۶ (۱۰۲۷) گرد تخم‌مرغی بود (جدول ۴). این کلون‌ها سیاه شدن رنگ گوشت غده کمتر داشتند (جدول ۴). در نهایت براساس عملکرد و اجزای عملکرد غده و ویژگی‌های

کلون‌های سیب‌زمینی ۲-۳۹۷۰۰۸، ۵-۳۹۷۰۰۸ و (Hassanpanah and Hassanabadi, ۴-۹۹۴۰۰۱) (Hassanpanah et al., ۲۰۱۴) و کلون ۸-۳۹۷۰۰۹ (Hassanpanah et al., ۲۰۱۶) اشاره کرد. در نهایت، در سال ۱۴۰۰، کلون ۱۶۷۵ به نام تکتا و کلون ۱۰۲۷ به نام رونا نام‌گذاری و به جامعه کشاورزان سیب‌زمینی کار معرفی شدند.

کلون ۱۰۲۷ حاصل از تلاقی بین ارقام لوتسا به عنوان والد مادری و ساوالان به عنوان والد پدری حاصل شده است. این کلون درصد ماده خشک غده بالا (بیش از ۲۲ درصد)، تیپ پخت آردی (D)، مناسب برای مصرف چیپس، رنگ سرخ کرده غده خوش رنگ، رنگ گوشت غده زرد، شکل غده گرد تخم‌مرغی، رنگ چشم قرمز، عمق چشم سطحی، سیاه شدن گوشت غده جزیی و پوشش خوب بوته را از رقم ساوالان (والد پدری) و رنگ پوست غده گرمی سرخابی، ارتفاع بوته پابلند، دوره خواب طولانی، بدون غده بدشکل، بدون حفره‌ای شدن مرکز غده، بدون شکاف‌های رشد غده، متوسط دیررس (جدول ۴) را از رقم لوتسا (والد مادری) به ارث برده است.

کلون ۱۶۷۵ حاصل از تلاقی بین ارقام لوتسا به عنوان والد مادری و کایزر به عنوان والد پدری حاصل شده است. این کلون درصد ماده خشک غده متوسط (محدوده بین ۱۹ تا ۲۰ درصد)، تیپ پخت نرم (B)، مناسب برای مصرف تازه‌خوری، رنگ گوشت غده زرد روشن، شکل غده تخم‌مرغی کشیده، عمق

(Hassanabadi et al., 2013). سیب‌زمینی پوست کنده و قطعه قطعه شده در معرض هوا سیاه رنگ می‌شوند. علت تغییر رنگ وجود آنزیم تیروزیناز (Tyrosinase) در سیب‌زمینی است که با اکسیژن هوا و همچنین فنول‌های حاوی آهن موجود در سیب‌زمینی واکنش نشان می‌دهد. بریدن سیب‌زمینی باعث آسیب دیواره سلولی و آزاد شدن این آنزیم می‌شود. سیاه شدن رنگ گوشت غده از صفات مهم و نامطلوب صنعت فرآوری می‌باشد. از لحاظ سیاه شدن رنگ گوشت غده دو ژنوتیپ شماره ۵ (۱۳۷۵)، ۸ (۵۶۷۵) و ۲۶ (۱۰۲۷) کمترین مقدار را داشتند.

با استفاده از روش GGE Bi-plot ژنوتیپ‌های با عملکرد و پایداری عملکرد بالا انتخاب شده‌اند (Yan and Kang, 2003; Yan and Tinker, 2005; Fan et al., 2007; Pourdad Zerihun, 2011; Tonk et al., 2011; and Jamshid Moghaddam, 2013; Pourdad and Jamshid Moghaddam, 2014). با استفاده از این روش ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی به عنوان ژنوتیپ‌های با عملکرد پایدار و پرمحصول معرفی شده‌اند که می‌توان کلون‌های سیب‌زمینی ۷-۳۹۷۰۰۳، ۲۷-۳۹۶۱۵۱، ۳۹۷۰۴۵ و رقم ساوالان (Hassanpanah and Hassanabadi, 2012)، رقم خاوران (Hassanabadi et al., 2013)، ارقام سیب‌زمینی کایزر، لوکا، کنبک و ساتینا و هیبرید ۹-۳۹۷۰۰۷ (Hassanpanah, 2014)،

می‌توانند به عنوان یکی از والدین در برنامه به‌نژادی برای بهبود عملکرد غده مورد استفاده قرار گیرند (Hassanpanah, 2018). وی مطابق برآورد اثر GCA از بین لاین‌ها، بالاترین مقدار مثبت GCA در رقم کایزر مشاهده کرد. رقم لوتسا دارای بالاترین مقدار GCA برای عملکرد غده، وزن و تعداد غده در بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته و ارتفاع بوته بود (Hassanpanah, 2018). برای درصد ماده خشک غده کمترین مقدار GCA را برای رقم کایزر گزارش شد. بیشترین هتروزیس مطلق و نسبی نسبت به متوسط والدین برای وزن غده در بوته در هیبرید حاصل از تلاقی بین ارقام لوتسا به عنوان والد مادری و کایزر به عنوان والد پدری مشاهده شد (Hassanpanah, 2018). این تلاقی با دارا بودن هتروزیس مثبت برای عملکرد غده و وزن غده در بوته نتایج مناسبی تولید می‌کند و به طور موفقیت‌آمیزی در برنامه‌های تولید هیبرید به کار گرفته شود.

### سپاسگزاری

نگارنگان بدینوسیله از پشتیبانی‌های مدیریت محترم موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و مساعدت‌های مدیریت مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استانهای اردبیل، همدان، خراسان رضوی و اصفهان تشکر می‌کنند. همچنین از همکاری کارکنان ایستگاه‌های محل اجرای آزمایش‌قدردانی می‌نمایند.

چشم سطحی، سیاه شدن گوشت غده جزیی و پوشش خوب بوته را از رقم کایزر (والد پدری) و رنگ پوست غده کرمی سرخابی، دوره خواب طولانی، ارتفاع بوته پابلند، بدون غده بدشکل، بدون حفره‌ای شدن مرکز غده، بدون شکاف‌های رشد غده، متوسط دیررس (جدول ۴) را از رقم لوتسا (والد مادری) به ارث برده است.

حسن‌پناه (Hassanpanah, 2018) ارزش به‌نژادی (Breeding value) کلون ۱۶۷۵ (♂ کایزر × لوتسا ♀) و کلون ۱۰۲۷ (♂ ساوالان × لوتسا ♀) را مثبت گزارش کرد. هرچه مقدار ارزش‌های به‌نژادی بیشتر باشد، اثر ترکیب‌پذیری آن هیبرید نیز بزرگ‌تر و مطلوب‌تر است. ایشان نتیجه گرفت ارقام لوتسا و ساوالان به عنوان تستر دارای بالاترین قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی برای عملکرد غده بودند. رقم کایزر (لاین)، به عنوان بهترین ترکیب‌کننده برای عملکرد غده بود. ارقام لوتسا و ساوالان (تسترها) بهترین ترکیب‌کننده برای صفات مورد مطالعه بودند.

ایشان رقم کایزر (لاین) و ارقام لوتسا و ساوالان (تسترها) را نیز به عنوان بهترین ترکیب‌کننده برای عملکرد غده، وزن غده در بوته و تعداد غده در بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته و ارتفاع بوته انتخاب کرد و گزارش نمود ارقام کایزر، لوتسا و ساوالان دارای قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی (GCA) و توانایی خوبی برای انتقال عملکرد غده بودند و از این جهت

## References

- Ahmad, S., Quamruzzaman, A. K. M., and Nazim Uddin, M. 2009.** Combining ability estimates of tomato (*Solanum lycopersicum*) in late summer. SAARC Journal of Agriculture 7 (1): 43-56.
- Ahmadi, K., Ebadzadeh, H. R., Hatami, F., Abdshah, H., and Kazemian, A. 2020.** Statistical year book. Volume 1. Field Crops. Information and Communication Technology Center. Deputy of Planning and Economy. Ministry of Jihad-e-Agriculture. 95 pp. (in Persian).
- Anonymous. 2008.** United Kingdom national list trials: Trials procedures for official examination of value for cultivation and use (VCU) harvest 2007. [http://www.sasa.gov.uk/mediafiles/5F384949\\_B986\\_3923-B87690DEBC92459\\_4.doc](http://www.sasa.gov.uk/mediafiles/5F384949_B986_3923-B87690DEBC92459_4.doc).
- Bhan, M. K., Pal, S., Rao, B. L., Dhar, A. K., and Kang, M. S. 2005.** GGE bi-plot analysis of oil yield in lemongrass (*Cymbopogons* pp). Journal of New Seeds 7 (2): 127-139.
- CIP. 2007.** Procedures for standard evaluation trials of advanced potato clones. International Potato Center. Lima, Peru. 126 pp.
- Dehghanpour, Z. 2014.** Diallel analysis of grain yield, number of kernel rows per ear and number of kernels per row in early maturity maize hybrids. Iranian Journal of Crop Sciences 15 (4): 355-366 (in Persian).
- Eberhart, S. A., and Russell, W. A. 1966.** Stability parameters for comparing varieties. Crop Science 6: 36-40.
- Fan, X. M., Kang, M. S., Zhang, H. Y., Tan, J., and Xu, C. 2007.** Yield stability of maize hybrids evaluated in multi-environment trials in Yunnan, China. Agronomy Journal 99: 220-228.
- FAO. 2021.** Potato. FAOSTAT database for agriculture. Available online at: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>.
- Finlay, K. W., and Wilkinson, G. N. 1963.** The analysis of adaptation in plant breeding program. Australian Journal of Agricultural Research 14: 746-754.
- Francis, T. R., and Cannenberg, L. W. 1978.** Yield stability studies in short season maize. A descriptive method for grouping genotypes. Canadian Journal of Plant Science 58: 1026-1034.
- Hassanabadi, H., Mousapour Gorji, A., Hassanpanah, D., Ahmadvand, R., Parvizi, K., Kazemi, M., Hajianfar, R., and Abdi, H. R. 2013.** Khavarn, potato new

- cultivar with high yield and good quality. *Journal of Research Achievements for Field and Horticulture Crops* 2 (1): 67-79 (in Persian).
- Hassanpanah, D. 2018.** *In vitro* mutations induction in potato cultivars and evaluation of produced progenies for water deficit stress. Postdoctoral in Agricultural Engineering and Plant Breeding (Biometrical Genetics). University of Mohaghegh Ardabili. 384 pp. (in Persian).
- Hassanpanah, D. 2011.** Analysis of  $G \times E$  interaction by using the additive main effects and multiplicative interaction (AMMI) in potato cultivars. *African Journal of Biotechnology* 2 (10): 154-158.
- Hassanpanah, D. 2014.** Evaluation of genetic diversity for agronomic traits in 65 genotypes of potato by using factor and cluster analysis. *Crop Eco-Physiology* 8 (29): 83-96 (in Persian).
- Hassanpanah, D., and Hassanabadi, H. 2014.** Evaluation of quantitative and qualitative traits of advanced clones and potato cultivars with using AMMI and GGE bi-plot models. *Crop Eco-Physiology* 8 (30): 149-168 (in Persian).
- Hassanpanah, D., Hassanabadi, H., Ahmadvand, R., Mousapour Gorji, A., Parvizi, K., Kazemi, M., Jalali, A. H., Hajianfar, R., Alem Khomaram, M. H., and Darabi, A. 2019.** Javid, a potato new cultivar suitable for spring and autumn crop areas of the country. *Journal of Research Achievements for Field and Horticulture Crops* 8 (1): 37-47 (in Persian).
- Hassanpanah, D., Hassanabadi, H., Yarnia, M., and Khorshidi, M. B. 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).
- Khandan, A., Mobaser, S., Moslemkhani, K., and Hassanabadi, H. 2011.** National guideline for determining the crop value of potato cultivars. Seed and Plant Certification and Registration Institute. Karaj, Iran. 35 pp.
- Lin, C. S., and Binns, M. R. 1989.** Comparison of unpredictable environmental variation generated by year and by seeding-time factors for measuring type 4 stability. *Theoretical and Applied Genetics* 78: 61-64.
- Lin, C. S., and Binns, M. R. 1985.** A method of analyzing cultivar  $\times$  location  $\times$  year experiment. A New Stability Parameter. *Theoretical and Applied Genetics* 76: 425-30.
- Madah Arefi, H., Sadeghian Motahar, S. Y., Mahmodi, S. B., Sabagpour, H., Mozafari, J., Khandan, A., Mobaser, S., Moslemkhani, K., and Hassanabadi,**

- H. 2007.** National guideline for testing value for cultivation and use in potato. Seed and Plant Certification and Registration Institute. Karaj, Iran. 34 pp. (in Persian).
- Moghaddaszadeh, M., Asghari Zakaria R., Hassanpanah, D., and Zare, N. 2018.** Non-parametric stability analysis of tuber yield in potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes. Journal of Crop Breeding Research 10 (28):50-63 (in Persian).
- Mohammadi, R., Armion, M., Zadhassan, I., Ahmadi, M. M., and Sadeghzadeh, D. 2013.** Genotype  $\times$  environment interaction for grain yield of rainfed durum wheat using the GGE bipot model. Seed and Plant Improvement Journal 28-1 (3): 504-518 (in Persian).
- Mulema, J. M. K., Adipala, E., Olanya, O. M., and Wagoire, W. 2008.** Yield stability analysis of late blight resistant potato selections. Journal of Experimental Agriculture 44: 145-155.
- Plaisted, R. L., and Peterson, L. C. 1959.** A technique for evaluating the ability of selection to yield consistently in different locations or seasons. American Potato Journal 36: 381-385.
- Pourdad, S., and Jamshid Moghaddam, M. 2013.** Study on genotype  $\times$  environment interaction through GGE biplot in spring safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Crop Production and Processing 2 (6): 99-108 (in Persian).
- Pourdad, S. S., and Jamshid Moghaddam, M. 2014.** Study on genotype  $\times$  environment interaction through GGE Biplot for seed yield in spring rapeseed (*Brassica Napus* L.) in rainfed condition. Journal of Crop Breeding 5 (12): 1-14 (in Persian).
- Roemer, T. 1917.** Sind dies ertragsreichen shorten ertragssichers? Mitteilung Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft 32: 87-89.
- Sabaghnia, N., Dehghannia, H., and Sabaghpour, S. H. 2006.** Non-parametric methods for interpreting genotype  $\times$  environment interaction of lentil genotypes. Crop Science 46: 1100-1106.
- Shukla, G. K. 1972.** Some statistical aspect of partitioning genotype  $\times$  environmental components of variability. Heredity 29: 237-245.
- Tai, G. C. C. 1975.** Analysis of genotype-environment interactions based on the method of path coefficient analysis. Canadian Journal of Genetics and Cytology 17: 141-149.
- Tarakanovas, P., and Ruzgas, V. 2006.** Additive main effect and multiplication

- interaction analysis of grain yield of wheat varieties in Lithuania. *Agronomy Research* 41 (1): 91-98.
- Tarinejad, A. R., Rashidi, V., and Aglmand, N. 2020.** Stability of yield and yield components in bread wheat cultivars by using AMMI method. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production* 30 (2): 319-331 (in Persian).
- Tonk, F.A., Ilker, E., and Tosun, M. 2011.** Evaluation of genotype  $\times$  environment interactions in maize hybrids using GGE biplot analysis. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 11: 1-9.
- Upadhyia, M. D., Hardy, B., Guar., P. C., and Iiantileke, S. G. 1996.** Production and utilization of the potato seed in Asia. International Pototao Center. Lima, Peru. 233 pp.
- Wricke, G. 1962.** Use Eigen method our refusing deer okologischenstreubreite in feldversuchen. *Festschrift fur Pflanzenzuecht* 47: 92-96.
- Yan, W. 2001.** GGE biplot- A windows application for graphical analysis of multi-environment trial data and other types of two-way data. *Agronomy Journal* 93: 1111-1118.
- Yan, W. 2002.** Singular-value partitioning in bi-plot analysis of multi-environment trial data. *Agronomy Journal* 94: 990-996.
- Yan, W., and Hunt, L. A. 2002.** Bi-plot analysis of multi-environment trial data. Pp 289-303. In: Kang, M. S. (ed.) *Quantitative genetics, genomics and plant breeding*. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, U.K.
- Yan, W., and Kang, M. S. 2003.** GGE bi-plot analysis: A graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists. CRC Press, Boca Raton, FL. 286 pp.
- Yan, W., and Tinker, N. A. 2005.** An integrated system of bi-plot analysis for displaying, interpreting and exploring genotype by-environment interactions. *Crop Science* 45: 1004-1016.
- Zerihun, J. 2011.** GGE-biplot analysis of multi-environment yield trials of barley (*Hordeium vulgare* L.) genotypes in Southeastern Ethiopia highlands. *International Journal of Plant Breeding and Genetics* 5: 59-75.