



## بررسی صفات زراعی و پایداری عملکرد تعدادی از ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.)

مینا مقدس‌زاده<sup>۱</sup>، رسول اصغری زکریا<sup>۲\*</sup>، داود حسن پناه<sup>۳</sup> و ناصر زارع<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۲/۲۷

تاریخ بازنگری: ۱۳۹۶/۱۲/۹

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۶/۲۸

### چکیده

در پژوهش حاضر ۱۵ ژنوتیپ سیب‌زمینی (۱۱ کلون به همراه چهار رقم شاهد Savalan, Luca, Caesar, Agria) در سه ایستگاه تحقیقاتی اردبیل، همدان و کرج، طی دو سال زراعی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. در طول دوره رشد و بعد از برداشت تعدادی از صفات زراعی از جمله ارتفاع بوته، تعداد ساقه اصلی در بوته، وزن غده در بوته، تعداد غده در بوته، متوسط وزن غده، عملکرد غده قابل فروش و درصد ماده خشک غده اندازه‌گیری شدند. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب، اثر اصلی ژنوتیپ برای کلیه صفات مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار به‌دست آمد. اثر متقابل سال×مکان برای کلیه صفات مورد مطالعه به جز تعداد غده در بوته و اثر متقابل ژنوتیپ×سال برای کلیه صفات مورد مطالعه به جز تعداد ساقه اصلی در بوته و درصد ماده خشک غده معنی‌دار بود. اثر متقابل ژنوتیپ×مکان برای کلیه صفات مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار به‌دست آمد. اثر متقابل ژنوتیپ×سال×مکان برای صفات تعداد غده در بوته و ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. کلاستر بندی بر اساس کلیه صفات مورد ارزیابی، ۱۵ ژنوتیپ سیب‌زمینی را در سه کلاستر طبقه‌بندی نمود. کلاستر اول شامل هیبریدهای G1 (کلون ۱۶-۷۵)، G5 (کلون ۱۳-۷۵) و G7 (کلون ۲۳-۷۵) بودند. درصد انحراف از میانگین کل کلاستر مذکور برای صفات عملکرد غده قابل فروش، وزن غده در بوته، تعداد غده در بوته، ارتفاع بوته و درصد ماده خشک غده مثبت برآورد شد. بر اساس نمودار چندضلعی GGL بای‌پلات نشانگر الگوی کدام-برتر-کجا، هیبرید G5 (کلون ۱۳-۷۵) مناسب HN (همدان) و KJ (کرج) و ژنوتیپ G1 (کلون ۱۶-۷۵) و G8 (رقم ساوالان) مناسب AL (اردبیل) بودند. بر اساس نتایج حاصله، هیبریدهای G5 (کلون ۱۳-۷۵)، G7 (کلون ۲۳-۷۵) و G1 (کلون ۱۶-۷۵) نزدیک‌ترین ژنوتیپ‌ها به ژنوتیپ ایده‌آل بودند و بنابراین به عنوان مطلوب‌ترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند.

**واژگان کلیدی:** تجزیه کلاستر، GGE بای‌پلات، سیب‌زمینی، صفات زراعی.

۱- دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۲- عضو هیئت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۳- عضو هیئت علمی بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران.

## مقدمه

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) یکی از محصولات اصلی در دنیا می‌باشد که به سلطان سبزیجات مشهور بوده و به‌عنوان چهارمین محصول زراعی مهم بعد از گندم، برنج و ذرت در جهان شناخته شده است (Anonymous, 2015). سیب‌زمینی به‌عنوان محصولی با ارزش غذایی بالا در جوامع در حال توسعه محسوب می‌شود (Secor and Gudmestad, 1999; Lachman *et al.*, 2001).

غده‌های سیب‌زمینی چربی کم و دارای کربوهیدرات بالا بوده و همچنین دارای مقادیر زیادی از پروتئین‌ها از جمله لیزین، مقادیر قابل توجهی از ویتامین‌ها به‌ویژه ویتامین‌های A، B و C می‌باشد (Kolasa, 1993; Lachman *et al.*, 2001; Dale *et al.*, 2003). ارزش غذایی بالای سیب‌زمینی آن را به‌عنوان محصول مهمی در شرایط وقوع قحطی معرفی کرده است (Anonymous, 2008). منشأ سیب‌زمینی کوه‌های آند در پرو و بولیوی در آمریکای جنوبی بوده و اولین بار در بولیوی در ۸۰۰۰ سال قبل اهلی شده است (Hawkes, 1994). محققین اسپانیایی سیب‌زمینی را وارد اروپا کردند و سپس از آنجا به آمریکای شمالی، آسیا و آفریقا انتقال یافته است (Beukema and Van der zaag, 1990). در روش‌های اصلاحی مرسوم سیب‌زمینی، از دورگ‌گیری و به‌دنبال آن گزینش کلونی جهت اصلاح صفات مطلوب در سیب‌زمینی استفاده می‌گردد (Bradshaw and Mackay, 1994; Sleper and Poehlman, 2006). روش گزینش از طریق شناسایی والدین مطلوب در بین ارقام تجاری هتروزیگوس آغاز شده و با تلاقی ژنوتیپ‌های برتر گزینش شده ادامه می‌یابد

(Acquaah, 2012). پس از دورگ‌گیری، در نسل  $F_1$  تنوع ژنتیکی حاصل می‌شود. بعد از گزینش افراد  $F_1$  برتر، آنها به‌طور کلونی تکثیر یافته و در این حالت وضعیت ژنتیکی اصلی آنها حفظ می‌گردد (Bradshaw and Mackay, 1994; Acquaah, 2012). غده‌های برداشت شده از هر گیاه برتر  $F_1$  جهت ارزیابی در ردیف‌هایی کشت می‌شود به‌طوری‌که هر ردیف نماینده یک کلون از یک بوته  $F_1$  می‌باشد (Bradshaw and Mackay, 1994). در نهایت کلون‌های گزینش شده جهت ارزیابی سازگاری وسیع و اختصاصی و پایداری عملکرد در آزمایش‌های چند ناحیه‌ای، کشت و ارزیابی می‌شوند (Sleper and Poehlman, 2006).

حسن‌پناه و همکاران (Hassanpanah *et al.*, 2016 b) به‌منظور دستیابی به هیبریدهای مناسب از نظر صفات زراعی، بازاریسندی و سازگاری با شرایط اقلیمی مناطق اردبیل و البرز، ۱۰۴ هیبرید را به همراه ارقام شاهد ساوالان، کایزر، آگریا و خاوران طی ۵ سال در مناطق اردبیل و البرز مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج حاصله ۸۱ هیبرید به‌عنوان هیبریدهای برتر از لحاظ صفات عملکرد غده قابل فروش و درصد ماده خشک غده انتخاب گردید. حسن‌پناه (Hassanpanah, 2014) ۶۵ ژنوتیپ سیب‌زمینی به همراه ارقام شاهد آگریا، دراگا و مارفونا، را طی دو سال در منطقه اردبیل مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق، ۵ ژنوتیپ (ارقام کایزر، لوکا، کنک و ساتینا و کلون پیشرفته ۹-۳۹۷۰۰۷) از نظر تعداد و وزن غده کل و قابل فروش در بوته و عملکرد غده قابل فروش بالایی نسبت به میانگین کل و شاهد‌ها برخوردار بودند. خدمتی و همکاران (Khedmati *et al.*, 2013) با بررسی ۱۲ هیبرید حاصل از

ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف می‌گردد (Scapim *et al.*, 2000). شناسایی و انتخاب ژنوتیپ‌هایی که دارای پایداری عملکرد در محیط‌های مختلف باشند همواره از اهداف مهم اصلاح‌گران بوده است. محققین روش‌های متفاوتی را جهت تعیین میزان پایداری عملکرد ارقام و گروه‌بندی آنها به کار برده‌اند که شامل روش‌های تک‌متغیره و چندمتغیره می‌باشند (Lin *et al.*, 1986). از روش‌های تعیین پایداری مبتنی بر آمار چندمتغیره که کاربرد بیشتری دارد می‌توان به روش GGE بای‌پلات اشاره کرد (Yan *et al.*, 2000). تعدادی از محققین از روش GGE بای‌پلات به منظور بررسی پایداری عملکرد غده سیب‌زمینی استفاده کرده‌اند. گدیف و همکاران (Gedif *et al.*, 2014) پایداری ۱۱ ژنوتیپ سیب‌زمینی را در سه مکان بررسی کردند. بر اساس نتایج به‌دست آمده از تجزیه GGE بای‌پلات، دو مؤلفه اول در مجموع ۹۶/۸ درصد از تنوع کل GGE را توجیه کردند. این محققین، ژنوتیپ Gaussa را به‌عنوان ژنوتیپ پایدار با عملکرد بالا معرفی کردند. حسن‌پناه و حسن‌آبادی (Hassanpanah and Hassanabadi, 2014) با ارزیابی پایداری ۱۳ کلون سیب‌زمینی طی دو سال با استفاده از روش GGE بای‌پلات، کلون‌های ۳۹۷۰۰۸-۲، ۳۹۷۰۰۸-۵ و ۳۹۷۰۰۸-۴ را به‌عنوان کلون‌های پایدار با عملکرد غده قابل فروش بالا انتخاب کردند. هدف از این تحقیق ارزیابی ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی از نظر صفات زراعی و بررسی اثر متقابل ژنوتیپ×محیط بر عملکرد غده آنها و در نهایت شناسایی ژنوتیپ‌های پایدار همراه با عملکرد بالا می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر، ۱۱ کلون سیب‌زمینی به همراه چهار رقم (Caesar, Luca, Savalan و

تلاقی کایزر (به‌عنوان والد نر) و ساوالان (به‌عنوان والد ماده) به همراه ارقام شاهد آگریا، مارفونا و ساتینا در منطقه اردبیل مشاهده کردند که کلیه هیبریدها عملکرد غده بیشتری نسبت به میانگین شاهدها دارند. حاجیان‌فر و همکاران (Hajianfar *et al.*, 2017) با ارزیابی ۲۰ کلون حاصل از تلاقی ارقام تجاری سیب‌زمینی و مقایسه آنها با رقم شاهد آگریا در سه منطقه اردبیل، همدان و کرج، عملکرد غده قابل فروش ۱۹ کلون را بیشتر از رقم شاهد آگریا گزارش کردند. بهجتی و همکاران (Behjati *et al.*, 2013) عملکرد و اجزای عملکرد ۱۱ کلون جدید سیب‌زمینی را به همراه ارقام شاهد آگریا، لیدی‌رزتا و مارفونا در کرج مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج حاصله کلون ۱-۳۹۷۰۳۱ بیشترین و رقم لیدی‌رزتا کمترین عملکرد غده قابل فروش را در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه داشتند. حسن‌پناه و حسن‌آبادی (Hassanpanah and Hassanabadi, 2011) کلون امیدبخش سیب‌زمینی به همراه ارقام تجاری آگریا، مارفونا و لیدی‌رزتا را از نظر صفات کمی و کیفی طی دو سال در منطقه اردبیل مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، کلون‌های ۱۰-۳۹۷۰۸۲، ۲-۳۹۷۰۹۷ و ۳۹۷۰۸۲-۶ و ۳۹۶۱۵۶-۶ دارای عملکرد غده کل و قابل فروش، تعداد و وزن غده کل و قابل فروش در بوته بیشتری بودند و به‌عنوان ارقام مناسب برای منطقه اردبیل انتخاب شدند. بلندی و حمیدی (Bolandi and Hamidi, 2016) با ارزیابی ۱۸ کلون سیب‌زمینی به همراه ارقام شاهد آگریا، مارفونا و لیدی‌رزتا در خراسان رضوی، کلون ۱۶-۳۹۷۰۰۷ را از نظر وزن غده در بوته و عملکرد کل نسبت به سایر کلون‌ها برتر دانستند. وجود اثر متقابل ژنوتیپ×محیط موجب تفاوت در عملکرد

جهت شناسایی همزمان ژنوتیپ‌های دارای عملکرد غده قابل فروش بالا و پایدار و نمودار مقایسه ژنوتیپ‌ها با ژنوتیپ ایده‌آل رسم گردید.

### نتایج و بحث

#### تجزیه واریانس مرکب

بر اساس نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب (جدول ۳)، اثر اصلی سال برای کلیه صفات مورد مطالعه و اثر اصلی مکان برای کلیه صفات مورد مطالعه به جز تعداد ساقه اصلی در بوته و درصد ماده خشک غده معنی‌دار گردید. اثر اصلی ژنوتیپ برای کلیه صفات مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار به دست آمد. اثر متقابل سال×مکان برای کلیه صفات مورد مطالعه به جز تعداد غده در بوته و اثر متقابل ژنوتیپ×سال برای کلیه صفات مورد مطالعه به جز تعداد ساقه اصلی در بوته و درصد ماده خشک غده معنی‌دار به دست آمد. اثر متقابل ژنوتیپ×مکان برای کلیه صفات مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل ژنوتیپ×سال×مکان برای صفات تعداد غده در بوته و ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

#### مقایسات میانگین صفات مورد مطالعه

میانگین دو ساله صفات زراعی ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سه منطقه اردبیل، همدان و کرج در جدول ۴ آمده است. بر اساس نتایج به دست آمده، بیشترین عملکرد غده قابل فروش و وزن غده در بوته در منطقه اردبیل به ژنوتیپ‌های G1، G8، G4، G11 و G5، در منطقه همدان به ژنوتیپ‌های G5، G9، G1، G7 و G8 و در منطقه کرج به ژنوتیپ‌های G7، G5، G9، G1 و G3 تعلق داشت (جدول ۴). ژنوتیپ‌های G11، G5، G14، G13 و G6 در منطقه اردبیل، ژنوتیپ‌های G9، G8، G5، G2 و G1 در منطقه همدان و ژنوتیپ‌های

(Agria) به‌عنوان شاهد طی دو سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ در سه منطقه مختلف (اردبیل، همدان و کرج) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. هیبریدهای مورد بررسی در این تحقیق از تلاقی ارقام تجاری Luca، Savalan، Caesar و در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل در سال ۱۳۹۲ به‌دست آمده بودند. در مطالعه حاضر آزمایش‌های سازگاری (چند سال و مکان) انجام شد. ویژگی محیط‌ها و ژنوتیپ‌ها در جداول ۱ و ۲ ذکر شده است. کشت در تاریخ ۱۵ اردیبهشت و به‌صورت جوی-پشته‌ای و به تعداد ۵۰ غده در هر کرت انجام گردید. هر کرت شامل سه ردیف ۶ متری و فاصله ردیف‌ها ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۲۵ سانتی‌متر بود. علاوه بر عملکرد غده قابل فروش سایر صفات زراعی نظیر وزن غده در بوته، تعداد غده در بوته، متوسط وزن غده، تعداد ساقه اصلی در بوته، ارتفاع بوته و درصد ماده خشک غده نیز در ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی اندازه‌گیری شد. قبل از تجزیه واریانس، آزمون نرمال بودن داده‌ها و یکنواختی واریانس خطاهای آزمایشی انجام پذیرفت. با استفاده از نرم‌افزار SAS و با در نظر گرفتن امید ریاضی منابع تغییر، تجزیه واریانس مرکب انجام گرفت. مقایسات میانگین صفات مورد بررسی با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد و توسط نرم‌افزار SAS انجام گرفت. از نرم‌افزار Minitab جهت تجزیه کلاستر ژنوتیپ‌ها بر اساس کلیه صفات مورد مطالعه به روش Ward بر پایه مربع اقلیدسی استفاده گردید. همچنین، با استفاده از نرم‌افزار GenStat تجزیه GGL بای‌پلات انجام گردید و نمودارهای چندضلعی نشانگر الگوی کدام-برتر-کجا، نمودار مختصات محیط متوسط

تعداد ساقه اصلی در بوته مثبت برآورد شد. در عین حال بیشترین درصد انحراف از میانگین کل مثبت به ترتیب مربوط به صفات وزن غده در بوته، متوسط وزن غده، عملکرد غده قابل فروش و تعداد غده در بوته بود. کلاستر دوم شامل هیبریدهای G2, G6, G12 و G14 و ارقام شاهد G13 (کایزر) و G15 (لوکا) بود که از نظر کلیه صفات مورد مطالعه به جز ارتفاع بوته ارزش کمتر از میانگین کل را داشت. در کلاستر دوم بیشترین درصد انحراف از میانگین منفی به ترتیب مربوط به صفات عملکرد غده و وزن غده در بوته بود. کلاستر سوم شامل هیبریدهای G4, G10 و G11 و ارقام شاهد G8 (ساوالان) و G9 (آگریا) بود. درصد انحراف از میانگین کل این کلاستر برای کلیه صفات مورد مطالعه به جز ارتفاع بوته و متوسط وزن غده مثبت برآورد شد. بیشترین درصد انحراف از میانگین کل مثبت به ترتیب مربوط به صفات تعداد ساقه اصلی در بوته و درصد ماده خشک غده بود. بنابراین، بر اساس نتایج حاصله از ژنوتیپ‌های کلاستر اول به علت داشتن بیشترین درصد انحراف از میانگین کل مثبت، می‌توان در برنامه‌های اصلاحی سود جست.

مجتهدی و همکاران ( Mojtahediet al., 2013) ۲۰ هیبرید حاصله از تلاقی کایزر (به‌عنوان والد نر و ساوالان (به‌عنوان والد ماده) را به همراه والدین به‌عنوان شاهد در منطقه اردبیل از نظر صفات زراعی مورد ارزیابی قرار دادند. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه کلاستر، هیبریدها و والدین در سه کلاستر قرار گرفتند.

بر اساس نتایج حاصل از مطالعات نیک‌منش و حسن‌پناه ( Nickmanesh and Hassanpanah, 2014) ۱۲۷ هیبرید حاصل از تلاقی ساتینا و لوکا در سه کلاستر قرار گرفتند که ۷ هیبرید کلاستر

G5, G3, G4, G9 و G11 در منطقه کرج بیشترین تعداد غده در بوته را داشتند. بیشترین متوسط وزن غده در منطقه اردبیل به ژنوتیپ‌های G1, G7, G2, G3 و G8، در منطقه همدان به ژنوتیپ‌های G3, G5, G10, G12 و G7 و در منطقه کرج به ژنوتیپ‌های G7, G5, G1 و G9 و G10 تعلق داشت. ژنوتیپ‌های G3, G2, G1 و G7 و G6 در منطقه اردبیل، ژنوتیپ‌های G1, G12, G7 و G2 در منطقه همدان و ژنوتیپ‌های G1, G15, G13, G2 و G12 در منطقه کرج بیشترین ارتفاع بوته را داشتند. بیشترین تعداد ساقه اصلی در بوته در منطقه اردبیل به ژنوتیپ‌های G9, G3, G7, G4 و G10، در منطقه همدان به ژنوتیپ‌های G11, G12, G1, G4 و G6 و در منطقه کرج به ژنوتیپ‌های G9, G7, G3, G4 و G10 تعلق داشت. ژنوتیپ‌های G11, G8, G4, G10 و G1 در منطقه اردبیل، ژنوتیپ‌های G13, G2, G8 و G11 در منطقه همدان و ژنوتیپ‌های G8, G11, G4, G10 و G1 در منطقه کرج بیشترین درصد ماده خشک غده را داشتند (جدول ۴).

#### تجزیه کلاستر

نتایج حاصل از تجزیه کلاستر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بر مبنای روش Ward و مربع اقلیدسی در جدول ۵ و شکل ۱ مشاهده می‌شود. برش دندروگرام در فاصله مربع اقلیدوسی ۲۲/۳۲، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را در سه کلاستر طبقه‌بندی کرد، به طوری که بررسی اختلاف میانگین گروه‌ها، نشان‌دهنده وجود حداکثر اختلاف بین گروه‌ها و تشابه بیشتر درون کلاسترها بود. کلاستر اول شامل هیبریدهای G1, G3, G5 و G7 بود. درصد انحراف از میانگین کل این کلاستر برای کلیه صفات مورد مطالعه به جز

## رتبه‌بندی و بررسی همزمان عملکرد و

### پایداری ژنوتیپ‌ها

با استفاده از داده‌های میانگین دو ساله در هر منطقه، بای‌پلات عملکرد غده قابل فروش و پایداری مدل GGL رسم گردید (شکل ۳). در مدل GGL و بر اساس شکل ۳، ژنوتیپ‌های G5، G7، G1، G8، G3 و G9 در سمت راست محور عمودی قرار گرفته و بنابراین عملکردی بیشتر از میانگین کل دارند درحالی‌که سایر ژنوتیپ‌ها دارای عملکردی کمتر از میانگین کل بودند (شکل ۳). همچنین بر اساس این نمودار، به‌ترتیب ژنوتیپ‌های G6، G3 و G13 با توجه به فاصله کمتر از محور افقی ATC به‌عنوان پایدارترین و ژنوتیپ‌های G12، G11، G15 و G14 به‌عنوان ناپایدارترین ژنوتیپ‌ها می‌توانند در نظر گرفته شوند (شکل ۳). بنابراین به‌طور کلی می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که ژنوتیپ G7 و در مرتبه بعدی ژنوتیپ G5 علاوه بر عملکرد بالا دارای پایداری عملکرد بیشتری نیز است (شکل ۳). همچنین، بر اساس شکل ۳ و با توجه به فاصله بیشتر مکان اردبیل (AL) از محور افقی (ATC) میزان انحراف معیار درون محیطی و تنوع ژنوتیپ‌ها در مکان مذکور بیشتر از سایر مکان‌ها بود.

بای و همکاران (Bai *et al.*, 2014)، حسن‌پناه و حسن‌آبادی (Hassanpanah and Gedif, 2014)، گدیف و همکاران (Mehari *et al.*, 2014)، مهاری و همکاران (Hassanpanah *et al.*, 2015) و حسن‌پناه و همکاران (al., 2016 a) با استفاده از نمودار مختصات محیط متوسط GGE بای‌پلات به‌ترتیب ۳، ۲، ۵ و ۴ ژنوتیپ سیب‌زمینی را به‌عنوان ژنوتیپ‌های پایدار با عملکرد غده بالا شناسایی کردند.

دوم از نظر صفات تعداد غده در بوته، وزن غده در بوته، عملکرد غده، تعداد ساقه اصلی، قطر ساقه اصلی و تعداد روز تا غده‌زایی دارای انحراف از میانگین مثبت بودند.

## تجزیه پایداری به روش GGL بای‌پلات و

### الگوی کدام-برتر-کجا؟

با توجه به جنبه‌های چندگانه اثر متقابل GE، اثر متقابل ژنوتیپ و مکان و تعیین محیط‌های کلان برای سیب‌زمینی، در این تحقیق از روش GGL بای‌پلات (ژنوتیپ + اثر متقابل ژنوتیپ×مکان) جهت تجزیه داده‌ها استفاده گردید. بر اساس نتایج به‌دست آمده دو مؤلفه اول در مجموع ۹۱/۸۱ درصد ( $PC2 = 21/59\%$ ) و  $PC1 = 70/22\%$ ) از تنوع کل GGL را توجیه کردند. نمودار چندضلعی با استفاده از داده‌های میانگین دو ساله عملکرد غده ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی بر اساس مدل GGL (ژنوتیپ + اثر متقابل ژنوتیپ×مکان) در شکل ۲ نمایش داده شده است. شعاع‌ها چندضلعی را به شش بخش تقسیم کردند، ولی مناطق مورد بررسی در دو بخش واقع شدند (شکل ۲). در بخش ۱ ژنوتیپ G1 در رأس بود بنابراین این ژنوتیپ سازگارترین ژنوتیپ نسبت به منطقه اردبیل (AL) بود. مناطق کرج و همدان در بخش ۲ قرار گرفتند. در این بخش ژنوتیپ G5 در رأس بود بنابراین این ژنوتیپ به‌عنوان سازگارترین ژنوتیپ نسبت به مناطق کرج (KJ) و همدان (HN) محسوب گردید. علاوه بر این، دو محیط فوق را می‌توان به‌عنوان یک محیط بزرگ (Mega-Environment) فرض کرد. در این محیط بزرگ ژنوتیپ‌های G7، G3 و G9 دارای تشابهات زیادی با ژنوتیپ رأس یعنی ژنوتیپ G5 بودند و در واقع این ۴ ژنوتیپ در یک گروه قرار گرفتند.

396004.337 را به عنوان نزدیکترین ژنوتیپ نسبت به ژنوتیپ ایده آل شناسایی کردند. در مطالعه دیگری که توسط حسن پناه و حسن آبادی (Hassanpanah and Hassanabadi, 2014) بر روی ژنوتیپ‌های سیب زمینی انجام گرفت، سه ژنوتیپ به عنوان نزدیکترین ژنوتیپ‌ها به ژنوتیپ ایده آل شناخته شدند. تمسگن و همکاران (Temesgen *et al.*, 2015) با استفاده از نمودار GGE بای پلات مقایسه عملکرد غده ژنوتیپ‌های سیب زمینی با ژنوتیپ ایده آل، ۶ ژنوتیپ را به عنوان نزدیکترین ژنوتیپ‌ها به ژنوتیپ ایده آل شناسایی کردند. روش GGL بای پلات به عنوان روشی مناسب جهت گزینش ژنوتیپ‌های پایدار توأم با عملکرد بالا در بسیاری از محصولات زراعی نظیر گندم نان (Khazratkulova *et al.*, 2015)، سویا (Murphy *et al.*, 2009)، سیب زمینی (Gedif *et al.*, 2014) و آفتابگردان (Alem *et al.*, 2016) استفاده شده است.

#### نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج حاصل از پژوهش حاضر ژنوتیپ G1 (کلون ۷۵-۱۶) سازگارترین ژنوتیپ نسبت به منطقه اردبیل (AL) و ژنوتیپ G5 (کلون ۷۵-۱۳) به عنوان سازگارترین ژنوتیپ نسبت به مناطق کرج (KJ) و همدان (HN) شناخته شدند.

#### ارزیابی ژنوتیپ‌ها بر اساس ژنوتیپ ایده آل با

#### استفاده از روش GGL بای پلات:

ارزیابی ژنوتیپ‌ها بر اساس ژنوتیپ ایده آل در شکل ۴ نشان داده شده است. ژنوتیپ ایده آل ژنوتیپی است که هم میانگین عملکرد بالا و هم پایداری بالایی داشته باشد. اگرچه ممکن است چنین ژنوتیپ ایده آلی در واقعیت وجود نداشته باشد، اما می‌تواند به عنوان مرجعی برای مقایسه با ژنوتیپ ایده آل استفاده شود (Yan and Kang, 2003). ژنوتیپ ایده آل فرضی در مرکز دوایر متحدالمرکز در شکل ۴ نشان داده شده است. ژنوتیپ‌های نزدیک به ژنوتیپ ایده آل می‌توانند به عنوان ژنوتیپ‌های مطلوب در نظر گرفته شوند. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه، ژنوتیپ‌های G5، G7 و G1 نزدیک ژنوتیپ ایده آل بوده و بنابراین به عنوان مطلوبترین ژنوتیپ‌ها در نظر گرفته شدند. با توجه به اینکه ژنوتیپ‌های G12، G13 و G15 دورترین فاصله را از ژنوتیپ ایده آل داشتند، بنابراین به عنوان نامطلوبترین ژنوتیپ‌ها در نظر گرفته شدند (شکل ۴).

مهاری و همکاران (Mehari *et al.*, 2015) در طی مطالعات خود ژنوتیپ‌های Digelu، Tossa، Kakaba و Dinkinesh را به عنوان نزدیکترین ژنوتیپ‌ها به ژنوتیپ ایده آل مورد شناسایی قرار دادند. گدیف و یگزاو (Gedif and Yigzaw, 2014) در طی مطالعات خود ژنوتیپ CIP-

جدول ۱- ویژگی‌های جغرافیایی مکان‌های مورد بررسی

Table 1- The experimental sites and geographical characteristics of testing environments

مکان Location	طول و عرض جغرافیایی Latitude longitude	ارتفاع Altitude (m)	بافت خاک Soil texture	سال Year	کد محیطی Environmental code
اردبیل Ardabil	38°15 N 48°18 E	1351	رسی-لومی Clay-Loam	1394 1395	AL1 AL2
همدان Hamadan	34°48 N 48°32 E	1820	شنی-رسی-لومی Sandy-Clay-Loam	1394 1395	HN1 HN2
کرج Karaj	35°48 N 51°00 E	1312	شنی-لومی Sandy-Loam	1394 1395	KJ1 KJ2

جدول ۲- کد ژنوتیپی، کد کلون و والدین ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی مورد مطالعه

Table 2- Genotype code, clone code and parents of the studied potato genotypes

کد ژنوتیپی Genotype code	کد کلون Clone code	والدین Parents
G1	16-75	Luca× Caesar
G2	9-75	Luca× Caesar
G3	15-75	Luca× Caesar
G4	11-75	Luca× Caesar
G5	13-75	Luca× Caesar
G6	5-75	Luca× Caesar
G7	23-75	Luca× Caesar
G8	Savalan	Savalan
G9	Agria	Agria
G10	14-75	Luca× Caesar
G11	3-75	Luca× Caesar
G12	2-75	Luca× Caesar
G13	Caesar	Caesar
G14	5-27	Luca× Savalan
G15	Luca	Luca



جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب صفات مختلف در سیب زمینی  
**Table 3-** Combined analysis of variance of various traits in potato

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)						درصد ماده خشک غده Tuber dry matter
		عملکرد غده قابل فروش Marketable tuber yield	وزن غده در بوته Tuber weight per plant	تعداد غده در بوته Tuber number per plant	متوسط وزن غده Average tuber weight	ارتفاع بوته Plant height	تعداد ساقه اصلی در بوته Main stem number	
سال Year (Y)	1	650.29**	35534.14**	156.80**	14541.86**	3292.86**	6.90*	1.16**
مکان Location (L)	2	3803.36**	1715597.32**	167.43**	84413.36**	17677.06**	3.15	0.02
سال×مکان L×Y	2	418.50**	196800.90**	1.17	13894.88**	3381.91**	6.90*	1.16**
خطای اول Error 1	12	224.25	122103.8	6.49	661.87	183.57	0.46	0.15
ژنوتیپ Genotype (G)	14	514.66**	107382.06**	13.19**	1384.50**	307.03**	5.21**	62.77**
ژنوتیپ×سال Y×G	14	148.70**	30203.96*	5.76**	449.25	162.99**	1.33	0.16
ژنوتیپ×مکان L×G	28	154.67**	80074.34**	14.41**	1094.55**	255.79**	7.76**	72.28**
ژنوتیپ×سال×مکان L×Y×G	28	59.68	13500.26	6.85**	473.67	138.39**	1.33	0.16
خطای دوم Error 2	168	49.63	13721.978	1.84	272.85	33.35	1.21	0.16
ضریب تغییرات (درصد) CV%		20.59	17.06	15.78	19.33	8.16	28.57	2.09

\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

\*,\*\* Significant at P<0.05, 0.01, respectively

جدول ۴- میانگین صفات مختلف در ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی در سه منطقه طی دو سال  
**Table 4-** The mean of various traits in potato genotypes in three regions over two years

ژنوتیپ Gen.	عملکرد غده قابل فروش Marketable tuber yield (t/ha)			وزن غده در بوته Tuber weight per plant (g)		
	AL	HN	KJ	AL	HN	KJ
G1	49.33 a	36.50 bc	34.50 bc	930.33 a	685.33 bc	648.00 b-e
G2	43.83 a-e	24.83 f	26.83 d-g	826.50 a-d	469.50 f	506.67 d-g
G3	41.33 b-f	33.50 b-e	34.33 bcd	778.17 b-e	631.33 b-e	649.17 bcd
G4	46.83 abc	28.33 def	27.33 c-g	884.00 abc	533.67 def	519.67 c-f
G5	45.50 a-d	50.50 a	40.67 ab	862.83 abc	953.83 a	762.50 ab
G6	40.50 c-f	28.17 def	29.83 c-f	765.33 cde	532.50 def	560.17 c-f
G7	40.17 c-f	35.00 bcd	43.67 a	759.17 cde	662.00 bcd	824.67 a
G8	48.67 ab	34.50 bcd	33.33 b-e	914.33 ab	651.50 bcd	631.33 b-e
G9	35.50 fg	38.83 b	34.67 bc	670.67 ef	728.67 b	655.17 bc
G10	37.83 efg	33.50 b-e	28.83 c-f	714.00 de	631.67 b-e	548.17 c-f
G11	46.33 a-d	22.83 f	26.67 e-h	874.83 abc	431.67 f	504.17 efg
G12	29.17 g	26.17 ef	22.33 fgh	549.83 f	493.00 ef	424.83 e-h
G13	39.17 def	22.67 f	17.33 h	742.00 cde	432.67 f	327.83 h
G14	44.33 a-e	23.33 f	23.17 fgh	837.33 a-d	439.83 f	434.00 fgh
G15	34.83 fg	29.67 c-f	20.00 gh	652.17 ef	555.67 c-f	371.17 gh

ادامه جدول ۴  
**Table 4-** Continued

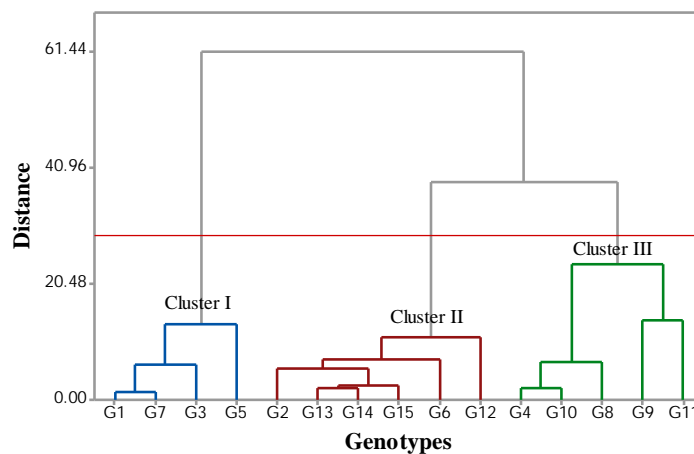
ژنوتیپ Gen.	تعداد غده در بوته Tuber number per plant			متوسط وزن غده Average tuber weight		
	AL	HN	KJ	AL	HN	KJ
G1	7.50 a-e	10.83 bc	8.50 abc	131.67 a	65.83 c-f	77.17 bc
G2	7.00 cde	11.00 b	8.67 abc	123.17 abc	44.00 f	61.50 bcd
G3	7.33 b-e	6.50 g	9.17 ab	119.50 abc	97.67 a	70.50 bcd
G4	8.00 a-d	8.50 def	9.17 ab	111.67 a-e	61.33 c-f	58.00 cde
G5	8.67 ab	11.17 b	9.83 a	103.33 b-e	91.83 ab	80.17 b
G6	8.17 a-d	8.50 def	8.50 abc	94.00 de	62.50 c-f	63.00 bcd
G7	6.67 de	10.50 bc	8.67 abc	123.33 ab	66.50 cde	107.83 a
G8	7.83 a-e	11.50 b	8.50 abc	115.50 a-d	57.17 c-f	70.00 bcd
G9	7.17 b-e	14.00 a	9.17 ab	94.67 de	51.17 def	73.00 bc
G10	7.17 b-e	8.50 def	8.00 abc	101.17 cde	77.50 abc	72.50 bc
G11	9.00 b-e	8.83 de	9.00 ab	96.00 de	48.33 ef	63.67 bcd
G12	6.33 e	7.17 fg	7.33 abc	90.33 e	71.17 bcd	57.83 cde
G13	8.33 abc	7.50 efg	8.83 abc	92.33 e	57.50 c-f	38.00 e
G14	8.50 abc	9.33 cd	8.83 abc	101.33 b-e	47.67 ef	50.17 de
G15	6.67 de	10.00 bcd	7.83 abc	108.83 b-e	56.67 c-f	50.17 de

AL: اردبیل، HN: همدان، KJ: کرج.

ادامه جدول ۴  
Table 4- Continued

ژنوتیپ Gen.	ارتفاع بوته Plant height (cm)			تعداد ساقه اصلی در بوته Main stem number			درصد ماده خشک غده Tuber dry matter (%)		
	AL	HN	KJ	AL	HN	KJ	AL	HN	KJ
G1	86.17 abc	69.00 a	67.67 a	3.66 cde	4.33 b	4.17 bc	22.00 d	18.83 f	21.50 d
G2	90.50 ab	64.00 abc	61.50 a-d	4.17 bcd	2.33 d	3.50 bcd	17.00 g	20.00 c	17.50 h
G3	91.50 a	56.50 ef	57.33 c-f	5.17 ab	2.67 d	4.50 b	19.00 e	16.67 i	18.50 g
G4	69.17 g	58.33 c-f	51.50 gh	4.33 bcd	4.00 bc	4.50 b	23.00 c	18.83 f	22.00 c
G5	72.33 fg	63.50 a-d	54.83 e-h	3.50 de	3.00 cd	3.50 bcd	22.00 d	17.83 h	21.00 e
G6	84.33 bcd	56.50 ef	55.17 d-g	3.67 cde	4.00 bc	4.00 bcd	9.00 k	18.33 g	11.00 l
G7	89.33 ab	68.00 ab	58.50 c-f	4.67 bc	4.00 bc	5.67 a	19.00 e	18.50 f	19.00 f
G8	81.17 cde	61.67 b-e	55.67 d-g	3.33 de	4.00 bc	3.50 bcd	25.00 b	20.00 c	24.00 a
G9	60.83 h	59.83 cde	47.67 h	6.17 a	3.00 cd	6.50 a	18.00 f	19.33 e	18.50 g
G10	80.83 cde	52.17 f	52.33 fgh	4.33 bcd	2.67 d	4.50 b	23.00 c	17.67 h	22.00 c
G11	82.17 cde	60.33 cde	56.17 d-g	4.00 cd	7.00 a	4.50 b	27.00 a	19.83 cd	25.00 b
G12	77.50 ef	68.83 a	60.83 b-e	3.33 de	5.00 b	3.50 bcd	16.00 h	22.00 a	17.50 i
G13	81.67 cde	57.17 def	63.00 abc	4.00 cd	3.00 cd	3.17 cd	18.00 f	20.67 b	18.50 g
G14	78.33 def	59.67 cde	60.17 b-e	2.83 e	4.00 bc	4.00 bcd	15.00 i	19.50 de	16.00 j
G15	84.33 bcd	56.33 ef	66.00 ab	2.67 e	3.00 cd	3.00 d	14.00 j	19.50 de	15.00 k

AL: اردبیل، HN: همدان، KJ: کرج.

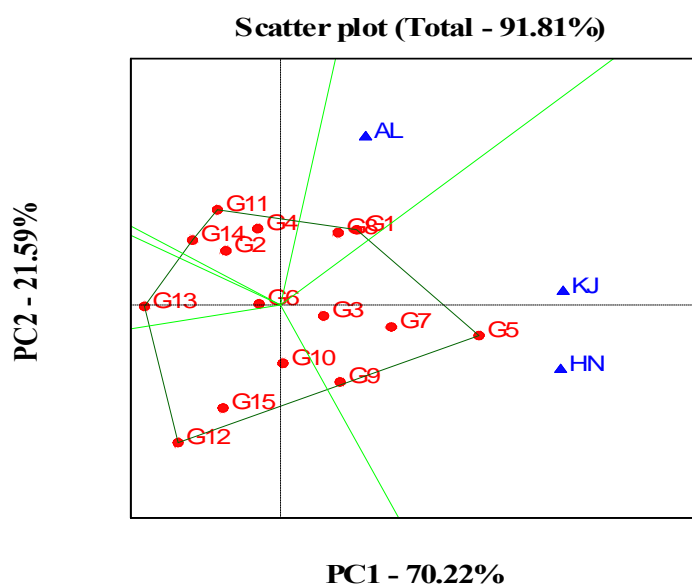


شکل ۱- گروه‌بندی ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی براساس کلیه صفات مورد مطالعه به روش Ward  
Figure 1- Grouping of potato genotypes based on all of studied traits by using "Ward" method

## جدول ۵- انحراف میانگین ژنوتیپ‌های هر گروه از میانگین کل برای کلیه صفات

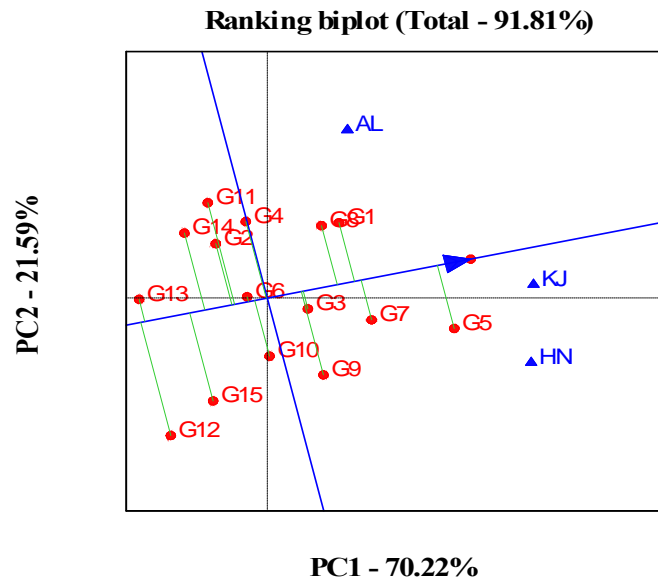
Table 5- Mean deviation of genotypes from total mean for all of traits

کلاستر Cluster	ژنوتیپ Genotype	عملکرد غده قابل فروش Marketable tuber yield (t/ha)	وزن غده در بوته Tuber weight per plant (g)	تعداد غده در بوته Tuber number per plant	متوسط وزن غده Average tuber weight	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد ساقه اصلی در بوته Main stem number	درصد ماده خشک غده Tuber dry matter (%)	
1	G1,G3,G5,G7	میانگین Mean	40.40	802.01	9.29	99.94	74.55	3.83	19.20
		درصد انحراف از میانگین Deviation from mean (%)	+18.44	+16.83	+7.98	+16.96	+5.38	-0.63	+0.42
2	G2, G6,G12,G13, G14,G15	میانگین Mean	29.21	608.00	8.14	79.11	71.61	3.49	17.45
		درصد انحراف از میانگین Deviation from mean (%)	-14.36	-11.43	-5.36	-7.42	+1.22	-9.41	-8.71
3	G4,G8,G9 ,G10,G11	میانگین Mean	34.96	688.18	8.60	81.45	66.67	4.31	21.05
		درصد انحراف از میانگین Deviation from mean (%)	+2.49	+0.25	+0.05	-4.67	-5.76	+11.80	+10.11
		میانگین کل Total mean	34.11	686.46	8.60	85.44	70.75	3.85	19.12



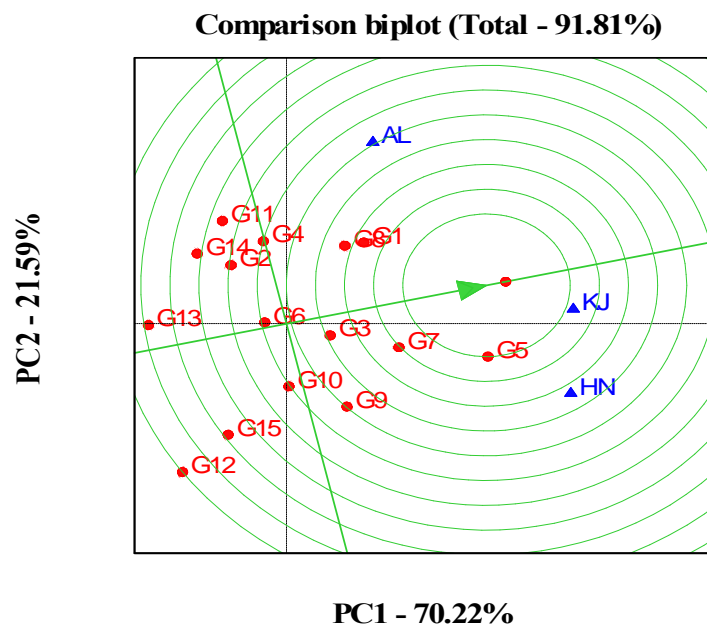
شکل ۲- نمودار چندضلعی GGL بای پلات نشانگر الگوی کدام-برتر-کجا عملکرد غده قابل فروش ۱۵ ژنوتیپ سیب‌زمینی

Figure 2- Polygon view of the GGL biplot showing the “which-won-where” pattern of marketable tuber yield 15 potato genotypes



شکل ۳- نمودار مختصات محیط متوسط GGL بای پلات جهت گزینش همزمان عملکرد و پایداری عملکرد غده قابل فروش ۱۵ ژنوتیپ سیبزمینی

**Figure 3-** Average environment coordination (AEC) view of the ranking GGL biplot based on mean yield and stability of marketable tuber yield of 15 potato genotypes



شکل ۴- نمودار GGL بای پلات مقایسه عملکرد غده قابل فروش ژنوتیپ‌های سیبزمینی با ژنوتیپ ایده‌آل

**Figure 4-** GGL biplot view for comparison the marketable tuber yield of genotypes with the ideal genotype

## References

## منابع مورد استفاده

- Acquaah, G. 2012. Principles of plant genetics and breeding. 2nd ed. Wiley-Blackwell, Oxford.
- Alem, C., A. Worku, M. Mekonnen, T. Asres, D. Fentie, E. Mihiretu, and J. Esmael. 2016. GGE stability analysis of seed yield in sunflower genotypes (*Helianthus annuus*L.) in Western Amhara region, Ethiopia. *International Journal of Plant Breeding and Genetics*. 10: 104-109.
- Anonymous. 2008. FAO, International year of the potato 2008. Available at [www.potato2008.org](http://www.potato2008.org) (accessed 19 August, 2014). Food and Agriculture Organization, Rome.
- Anonymous. 2015. FAOSTAT, Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics. Available at [<http://faostat.fao.org/site/562/default.aspx>]. Accessed May 17, 2015.
- Bai, J., F. Zhao, J.He, C. Wang, H. Chang, J. Zhang, and D. Wang. 2014. GGE biplot analysis of genetic variations of 26 potato genotypes in semi-arid regions of Northwest China. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 42: 161-169.
- Behjati, S., R.Choukan, H. Hassanabadi, and B. Delkhosh. 2013. The evaluation of yield and effective characteristics on yield of promising potato clones. *Annals of Biological Research*. 4: 81-84.
- Beukema, H.P., and D.E. van der Zaag. 1990. Introduction to potato production. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen.
- Bolandi A.R., and H. Hamidi. 2016. Evaluation of quantitative and qualitative traits of 18 potato clones. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 14: 318-328. (In Persian).
- Bradshaw, J.E., and G.R. Mackay. 1994. Breeding strategies for clonally propagated potatoes. In: -Bradshaw JE, Mackay GR (eds) Potato genetics. CAB International, Wallingford.
- Dale, M.F., D.W. Griffiths, and D.T. Todd. 2003. Effects of genotype, environment, and postharvest storage on the total ascorbate content of potato (*Solanum tuberosum*) tubers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 51: 244-248.
- Gedif, M., and D. Yigzaw. 2014. Genotype by environment interaction analysis for tuber yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) using a GGE biplot method in Amhara region, Ethiopia. *Agricultural Sciences*. 5: 239-249.
- Gedif, M., D. Yigzaw, and G. Tsige. 2014. Genotype-environment interaction and correlation of some stability parameters of total starch yield in potato in Amhara region, Ethiopia. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*. 6: 31-40.
- Hajianfar R., D. Hassanpanah, and A.E. Nosrati. 2017. Evaluation of advanced potato clones derived from breeding program in spring cultivated areas of Iran. *Bioscience Biotechnology Research Communications*. 10: 125-131.
- Hassanpanah, D. 2014. Evaluation of genetic diversity for agronomic traits in 65 genotypes potato with the use of factor and cluster analysis. *Journal of Crop Ecology*. 8: 83-96. (In Persian).

- Hassanpanah, D., and H. Hassanabadi. 2011. Evaluation of quantitative and qualitative characteristics of promising potato clones in Ardabil region, Iran. *Modern Science of Sustainable Agriculture Journal*. 7: 37-48. (In Persian).
- Hassanpanah, D., and H. Hassanabadi. 2014. Evaluation of quantitative and qualitative characteristics of advanced cultivars and clones of potato using GGE biplot and AMMI. *Journal of Crop Ecophysiology*. 8: 149-168. (In Persian).
- Hassanpanah, D., H. Hassanabadi, A. Hosseinzadeh, B. Soheili, and R. Mohammadi. 2016 a. 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: 731-748. (In Persian).
- Hassanpanah, D., A. Mousapour Gorji, M. Kahbazi, H. Karbalaei Khiavi, and R. Mohammadi. 2016 b. Adaptability evaluation of 104 potato hybrids in Ardabil and Alborz provinces. *Journal of Crop Ecophysiology*. 10: 121-138. (In Persian).
- Hawkes, J.G. 1994. Origins of cultivated potatoes and species relationships. In: Bradshaw JE, Mackay GR (eds) *Potato genetics*. CAB International, Wallingford.
- Khazratkulova, S., R.C. Sharma, A. Amanov, Z. Ziyadullaev, O. Amanov, S. Alikulov, Z. Ziyaev, and D. Muzafarova. 2015. Genotype×environment interaction and stability of grain yield and selected quality traits in winter wheat in Central Asia. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 39: 920-929.
- Khedmati, M., D. Hassanpanah, and R. Taghizadeh. 2013. A survey on correlation and path coefficient analysis between yield and yield components of cultivars and early advanced average potato clones in spring cultivation of Ardebil region. *International Journal of Farming and Allied Sciences*. 2: 621-625.
- Kolasa, K.M. 1993. The potato and human nutrition. *American Potato Journal*. 70: 375-384.
- Lachman, J., K. Hamouz, M. Orsak, and V. Pivec. 2001. Potato glycoalkaloids and their significance in plant protection and nutrition. *Rost Vyroba*. 47: 181-1912.
- Lin C.S., M.R. Binns, and L.P. Lefkovitch. 1986. Stability analysis: Where do we stand? *Crop Science*. 26: 894-900.
- Mehari, M., M. Tesfay, H. Yirga, A. Mesele, T. Abebe, A. Workineh, and B. Amare. 2015. GGE biplot analysis of genotype-by-environment interaction and grain yield stability of bread wheat genotypes in South Tigray, Ethiopia. *Communications in Biometry and Crop Science*. 10: 17-26.
- Mojtahedi, M., D. Hassanpanah, and A.A. Imani. 2013. Categorizing important agronomic traits in potato selected hybrids derived from crosses of Savalan and Ceaser Cultivars using cluster analysis and discriminate function analysis. *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences*. 3: 1402-1404.
- Murphy, S.E., E.A. Lee, L. Woodrow, P. Seguin, J. Kumar, I. Rajcan, and G.R. Ablett. 2009. Genotype × environment interaction and stability for isoflavone content in soybean. *Crop Science*. 49: 1313-1321.
- Nickmanesh, L., and D. Hassanpanah. 2014. Evaluation of genetic diversity for agronomic traits in 127 potato hybrids using multivariate statistical methods. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*. 4: 502-507.
- Scapim, C.A., V.R. Oliveira, A.L. Braccini, C.D. Cruz, C.A.B. Andrade, and C.G.M. Vidigal. 2000. Yield stability in maize (*Zea mays* L.) and correlations among the

parameters of the Eberhart and Russell, Lin and Binns and Huehn models. *Genetics and Molecular Biology*. 23: 387-393.

- Secor, G.A., and N.C. Gudmestad. 1999. Managing fungal diseases of potato. *Canadian Journal of Plant Pathology*. 21: 213-221.
- Sleper, D.A., and J.M.Poehlman. 2006. Breeding field crops, 5<sup>th</sup> edn. Blackwell Publishing, Iowa.
- Temesgen, M., S. Alamerew, and F. Eticha. 2015. GGE biplot analysis of genotype by environment interaction and grain yield stability of bread wheat genotypes in south east Ethiopia. *World Journal of Agricultural Sciences*. 11: 183-190.
- Yan, W., and M.S. Kang. 2003. GGE biplot analysis: A graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists. CRC Press, Boca Raton, FL. 213 pp.
- Yan, W., L.A. Hunt, Q. Sheng, and Z. Szlavnic. 2000. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. *Crop Science*. 40: 597-605.



## Evaluation of Agronomic Traits and Yield Stability in Several Potato (*Solanum tuberosum* L.) Genotypes

Mina Moghaddaszadeh<sup>1</sup>, Rasool Asghari Zakaria<sup>2\*</sup>, Davoud Hassanpanah<sup>3</sup>, and Nasser Zare<sup>2</sup>

Received: September 2017, Revised: 28 February 2018, Accepted: 17 May 2018

### Abstract

In this study, a total 15 potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes (11 potato hybrid clones and four control varieties including Caesar, Luca, Savalan and Agria), were evaluated during two cropping seasons in three different locations of Iran, including Ardabil, Hamadan and Karaj, using a randomized complete block design with three replications. During growth period and after harvesting, some of the characteristics like plant height, main stem number, tuber weight per plant, tuber number per plant, marketable tuber yield and tuber dry matter percent were measured. The combined analysis of variance indicated that the effect of genotype on all of the traits under study was highly significant ( $p < 0.01$ ). The interaction effect for year $\times$ location (Y $\times$ L) was significant for all traits under study except for tuber number per plant. The interaction effect for genotype $\times$ year (G $\times$ Y) was significant for all traits under study except for main stem number per plant and tuber dry matter percent. The interaction effect for genotype $\times$ location (G $\times$ L) was highly significant for all studied traits ( $p < 0.01$ ). The interaction effect for genotype $\times$ location $\times$ year (G $\times$ L $\times$ Y) was highly significant for tuber number per plant and plant height ( $p < 0.01$ ). Cluster analysis divided 15 genotypes into three clusters. The first cluster consisted of hybrids G1 (clone 16-75), G3, (clone 15-75), G5 (clone 13-75) and G7 (clone 23-75). These hybrids had higher average marketable tuber yield, tuber weight per plant, tuber number per plant, tuber average weight, plant height and tuber dry matter percent as compared to the remaining genotypes. Based on “which-won-where” view of the GGL biplot, G5 (clone 13-75) was desirable in environments HN (Hamadan), and KJ (Karaj), whereas G1 (clone 16-75) and G8 (Savalan) were favorable in environment AL (Ardabil). According to results, hybrids G5 (clone 13-75), G7 (clone 23-75) and G1 (clone 16-75) were near to the ideal genotype and could be regarded as desirable genotypes.

**Key words:** Agronomic traits, Cluster analysis, GGE biplot, Potato (*Solanum tuberosum* L.).

1- Ph.D. Student, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

2- Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

3- Research Staff, Horticulture Crops Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, (AREEO), Ardabil, Iran.

\* Corresponding Author: : r-asghari@uma.ac.ir

