علوم و تحقیقات بذر ایران
سال هشتم/ شماره سوم/ ۱۴۰۰ (۳۲۳ - ۳۱۱)
مقاله پژوهشی
DOI: 10.22124/jms.2021.5282

بررسی ویژگی‌های زراعی و پایداری عملکرد برخی ژنوتیپ‌های متوسط-دیررس سیب‌زمینی

فرشید حسنی[1*]، کبری مسلم‌خانی[2]، زهرا طاهرنژاد [3]

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۰/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱/۲۲

چکیده

سیب‌زمینی با توجه به پتانسیل عملکردی بالا نقش مهمی در تامین امنیت غذایی در ایران و بسیاری از کشورهای دیگر دارد. امروزه نیاز به ارقامی از این گیاه که پایداری و سازگاری بالایی با شرایط اقلیمی ایران داشته باشند، وجود دارد، بنابراین انجام آزمایش‌های پایداری عملکرد و سازگاری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این پژوهش در سه منطقه، خراسان رضوی، زنجان و همدان، تعداد نه ژنوتیپ وارداتی متوسط-دیررس به‌همراه یک ژنوتیپ شاهد رایج در کشت این گیاه طی دو سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت شدند و صفات عملکرد کل غده در واحد سطح، عملکرد غده قابل فروش، تعداد ساقه اصلی در بوته، ارتفاع بوته، تعداد غده بذری، تعداد کل غده سیب‌زمینی و درصد ماده خشک مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تحقیق نشان داد بین ارقام مورد آزمون در مکان‌های مختلف اختلاف معنی‌دار وجود داشت. همچنین اثر سال در مکان در ژنوتیپ برای تمامی صفات مورد ارزیابی به‌جز ارتفاع بوته و درصد ماده خشک تفاوت معنی‌داری نشان داد. بر اساس نتایج این پژوهش ژنوتیپ‌های رودئو، سیفرا، فابولا، پانامرا و ساگیتا به‌عنوان ژنوتیپ برتر برای کشت بهاره و ژنوتیپ چلنجر به‌طور خاص با هدف مصرف در بخش صنعت پیشنهاد شدند. در مجموع، سازگارترین ژنوتیپ‌ها با بالاترین عملکرد غده سیب‌زمینی به‌طور اختصاصی، ژنوتیپ رودئو برای خراسان رضوی، ژنوتیپ‌های سیفرا و فابولا برای زنجان و ژنوتیپ‌های پانامرا و ساگیتا برای همدان بودند.

واژه‌های کلیدی: سیب‌زمینی، صفات مورفوفیزیولوژیک، عملکرد غده، GGE بای‌پلات

۱ -استادیار مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،کرج، ایران. farshid.shz@gmail.com
۲- دانشیار مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،کرج، ایران. moslemkhany@yahoo.com
۳- محقق مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،کرج، ایران. z_tahernezhad@znu.ac.ir
*نویسنده مسئول: farshid.shz@gmail.com

مقدمه

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) یکی از گیاهان مهم زراعی در دنیا بوده و پس از گندم و برنج از نظر امنیت غذایی در جهان در رتبه سوم قرار دارد (FAO, 2019 a). تولید این گیاه در سال ۲۰۱۷ از ۱۹ میلیون هکتار سطح زیر کشت در جهان، ۳۸۸ میلیون تن بوده است (FAO, 2019 b). این گیاه بالاترین نرخ رشد تولید را در میان محصولات زراعی اصلی از جمله گندم، ذرت و برنج به‌علت پتانسیل عملکرد بالا و ویژگی‌های تغذیه‌ای عالی دارد (FAO, 2008). از نظر جذب آب نیز، سیب‌زمینی میزان تولید غذایی بیش‌تری را به ازای واحد آب مصرفی نسبت به دیگر محصولات زراعی اصلی داراست و هفت برابر بیش‌تر از غلات بازدهی دارد (CIP, 2008). بر اساس اطلاعات به‌دست آمده در کشور، از مجموع ۱۴۸۴۴۱ هکتار سطح زیر کشت آبی و دیم، ۵۱۴۲۸۹۱ تن غده سیب‌زمینی به‌دست آمده است. استان‌های همدان، اردبیل، اصفهان، آذربایجان شرقی، جنوب کرمان و فارس به ترتیب بیش‌ترین سطح زیر کشت و میزان تولید گیاه سیب‌زمینی را دارا هستند (آمارنامه جهادکشاورزی، ۱۳۹۸).

ژنوتیپ‌های گیاهان مختلف در مناطق مختلف جغرافیایی و آب و هوایی از الگوی رشد متغیر و متنوعی برخوردار هستند، بنابراین ارزیابی آن‌ها در مناطق مختلف ضروری به‌نظر می‌رسد (Love *et al*., 2003). استفاده از آزمایش‌های مکان و سال به اصلاح‌گران گیاه سیب‌زمینی اجازه می‌دهد تا اثر متقابل ژنتیک در محیط را برای ژنوتیپ‌های پیشنهادشده، ارزیابی کنند (Kolech *et al*., 2015). ارزیابی کارایی ژنوتیپی در چند مکان، اطلاعات ارزشمندی را برای تعیین سازگاری و پایداری آن‌ها در اختیار می‌گذارد (Piepho *et al*., 2012). محاسبه اثرات ژنوتیپ در محیط کمک می‌کند تا بهترین راهکار اصلاحی برای یک سازگاری عمومی یا اختصاصی تعیین شود که همه بستگی به تظاهر پایداری، تحت یک طیف محدود یا وسیع از محیط‌های مختلف دارند (Mohammadi and Amri, 2013). امروزه مشخص شده است که که از نظر به‌نژادگران گیاهی، دامنه سازگاری ژنوتیپ وسیع‌تر از اثر متقابل ژنوتیپ در محیط است (Gauch, 2006).

شاخص‌های مختلفی در ارزیابی ارقام مختلف سیب‌زمینی، مورد ارزیابی قرار می‌گیرند که می‌توان به عملکرد کل غده، عملکرد قابل فروش، تعداد غده بذری در بوته، تعداد کل غده هر بوته و درصد ماده خشک اشاره نمود (Hoseinzadeh, 2013). در مطالعه بر روی ارقام سیب‌زمینی مشخص گردید که غده گیاهان با رنگ گوشت زرد برای مصرف مستقیم مناسب‌ترند و رابطه معکوسی بین اندازه غده و شدت رنگ وجود دارد (Haynes *et al*., 1994). درصد ماده خشک یکی از عوامل تعیین‌کننده نوع مصرف گیاه سیب‌زمینی است و بالابودن درصد ماده خشک در سیب‌زمینی اهمیت بسیار زیادی دارد (Jansky, 2010). واکنش صفات مختلف سیب‌زمینی به تغییرات شرایط محیطی در مطالعه‌های مختلفی ارزیابی شده است (Tatarowska *et al*., 2012).

عملکرد غده سیب‌زمینی به‌میزان زیادی از شرایط محیطی علاوه بر ژنتیک تأثیر می‌پذیرد، بنابراین ارزیابی سازگاری و پایداری ژنوتیپ‌های مختلف سیب‌زمینی، در مناطق و سال‌های مختلف مهم تلقی می‌شود (Hirut *et al*., 2017). دمای مطلوب برای رشد رویشی گیاه سیب زمینی ۲۴ درجه سلسیوس است، اما حداکثر کل زیست-توده و همچنین حداکثر عملکرد نهایی غده در دمای ۲۰ درجه سلسیوس حاصل می‌شود (Fleisher *et al*. 2006). این گیاه به دمای بالا حساس است (Levy and Veilleux, 2007) و در صورتی که در ابتدای رشد رویشی با دمای بالا مواجه شود در مقایسه با گیاهانی که مراحل بعدی آن‌ها با این شرایط روبرو شدند، از عملکرد غده پایین‌تری به‌دلیل تاخیر در آغاز غده‌دهی، برخوردار خواهند بود (Aien *et al*. 2016).

با توجه به این که بیش‌تر ارقام موجود در کشور وارداتی هستند، بنابراین تعیین مناطق مناسب برای کشت و همچنین نوع مصرف اهمیت به‌سزایی دارد. در پژوهشی که برای ارزیابی ۵ ژنوتیپ خارجی سیب‌زمینی در چهار منطقه به‌منظور تعیین برترین ارقام در مقایسه با شاهد انجام شد، تنها دو رقم (اتاوا و کنکوردیا) برای کشت بهاره در مناطق معتدل و سرد معرفی گردید (Hassani *et al*., 2018). پس از مطالعه ۳۳ رقم سیب‌زمینی در شش منطقه، دو رقم برای مصرف چیپس، پنج رقم برای مصرف سیب‌زمینی سرخ‌کرده و چهار رقم برای فرآوری در کشور، معرفی شد (Mousapour Gorji, 2009). پس از ارزیابی ۱۸ کلون امیدبخش سیب‌زمینی در اردبیل گزارش شد که سه کلون و یک رقم بیش‌ترین عملکرد، تعداد غده و ارتفاع

بوته را داشتند (Hasanabadi and Hasanpanah, 2012). در تحقیقی دوساله بر روی نه رقم و مقایسه با دو رقم شاهد اگریا و سانته گزارش شد که رقم اپال در ارزیابی‌های کمی و کیفی به‌عنوان یک رقم متوسطرس و مناسب فرآوری و رقم میراندا به‌عنوان یک رقم زودرس برای کشت بهاره در مناطق سیب‌زمینی‌کاری کشور، مناسب بودند (Mousapour Gorji, 2009).

با توجه به تغییرات اقلیمی و آب و هوایی هر منطقه و نیاز کشور به ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی سازگار و پایدار با عملکرد بالا، مطالعه‌ای در سه منطقه همدان، زنجان و خراسان رضوی، به‌مدت دو سال انجام شد تا بتوان بر اساس شرایط محیطی منطقه با هدف افزایش امنیت غذایی کشور، ژنوتیپ‌های مناسب و سازگار را برای کشت در مناطق مختلف کشور پیشنهاد نمود.

مواد و روش‌ها

در طی دو سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در سه منطقه مهم کشت و کار سیب‌زمینی، خراسان رضوی (تربت حیدریه)، زنجان (خدابنده) و همدان (رزن)، تعداد نه ژنوتیپ وارداتی متوسط-دیررس به‌همراه یک ژنوتیپ شاهد متوسط-دیررس رایج مورد کشت و کار در کشور به نام آگریا (جدول ۱)، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت شده و مورد ارزیابی قرار گرفتند. تمامی ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی مصارف مختلفی از جمله مصرف مستقیم، سیب‌زمینی سرخ‌کرده و چندمنظوره داشته و منشا تمامی آن‌ها، کشور هلند بود. طول دوره رشد از ۱۰۰ تا ۱۲۱ روز در ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت بود (جدول ۱). در دو شکل ۱ و ۲، در راستای ارزیابی بهتر شرایط آب و هوایی سه منطقه مورد بررسی، اطلاعات هواشناسی طی بازه زمانی ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۶ ارائه شده است. همان‌گونه که بر اساس آمار هواشناسی سه ساله در شکل ۱ قابل مشاهده است، میانگین دمای ماهیانه در تمامی ماه‌های سال در خراسان رضوی از دو مکان دیگر بیش‌تر بود و دو مکان زنجان و همدان الگوی مشابهی را نشان دادند. دو منطقه همدان و زنجان در ماه‌های دی و بهمن ماه، میانگین دمای ماهیانه زیر صفر درجه سلسیوس را نیز تجربه کردند (شکل ۱).

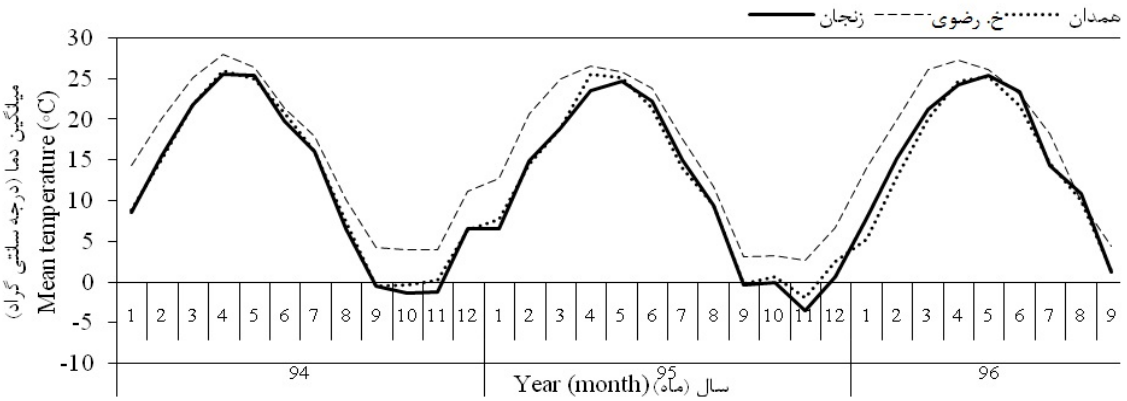
جدول ۱- مشخصات ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی متوسط-دیررس (G1تا G10)

Table 1- Characteristics of late maturity potato genotypes (G1–G10)

نام ژنوتیپ Genotype name	رنگ پوست Skin color	رنگ گوشت Flesh color	شکل غده Tuber shape	نوع مصرف Consumption type	منشا Origin
پانامرا (G1)	زرد	زرد	بیضی	نیاز کم به نیترات	هلند
Panamera	Yellow	Yellow	Oval	low nitrogen requirement	Netherland
رداسکارلت (G2)	قرمز	زرد	بیضی – بیضی کشیده	مصرف مستقیم	هلند
Redscarlett	Red	Yellow	Oval – long oval	Fresh eating	Netherland
رودئو (G3)	قرمز	زرد	بیضی – بیضی کشیده	مصرف مستقیم، سیب‌زمینی سرخ‌کرده	هلند
Rodeo	Red	Yellow	Oval – long oval	Fresh eating, french fries	Netherland
سیفرا (G4)	زردکم رنگ	زرد	گرد – بیضی	مصرف مستقیم	هلند
Sifra	Light yellow	Yellow	Round - oval	Fresh eating	Netherland
چلنجر (G5)	زرد	زرد	بیضی– بیضی کشیده	مصرف مستقیم، سیب‌زمینی سرخ‌کرده	هلند
Challenger	Yellow	Yellow	Oval – long oval	Fresh eating, french fries	Netherland
اورا (G6)	زرد	زرد	گرد	چندمنظوره	هلند
Evora	Yellow	Yellow	Round	multi-purpose	Netherland
فابولا (G7)	زرد	زرد	بیضی	چندمنظوره	هلند
Fabula	Yellow	Yellow	oval	multi-purpose	Netherland
موزارت (G8)	قرمز	زرد	بیضی	چندمنظوره	هلند
Mozart	Red	Yellow	Oval	multi-purpose	Netherland
ساگیتا (G9)	زرد	زرد	بیضی	چندمنظوره	هلند
Sagitta	Yellow	Yellow	oval	multi-purpose	Netherland
آگریا (G10)	زرد	زرد	بیضی کشیده	چندمنظوره	هلند
Agria	Yellow	Yellow	long oval	multi-purpose	Netherland

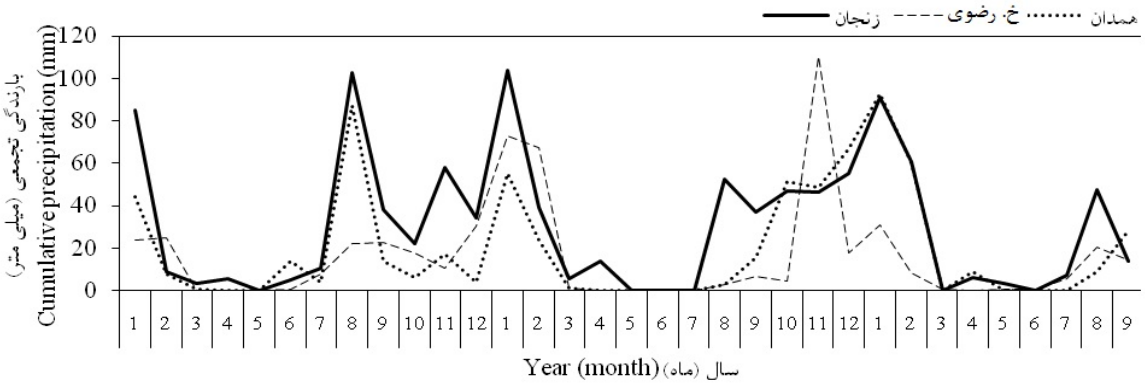
بالاترین مقدار مجموع بارندگی سالانه به‌ترتیب در زنجان، خراسان رضوی و سپس همدان مشاهده شد. بیش‌ترین میزان بارندگی در خراسان رضوی در فصل زمستان و اوایل بهار مشاهده شد، در زنجان مجموع بارندگی ماهیانه در فصل پاییز و زمستان بالا گزارش شد. در همدان نیز الگوی

مشابهی با زنجان از نظر مجموع بارندگی ماهیانه مشاهده شد، اما همواره مقادیر آن کم‌تر از زنجان بود (شکل ۲).



شکل ۱-میانگین دمای ماهیانه سه مکان (زنجان، خراسان رضوی و همدان) طی سال ۱۳۹۴ – ۱۳۹۶

Figure 1- Mean temperature (°C, monthly) of three locations (Zanjan, Khorasan Razavi and Hamedan) during 2015-2018



شکل ۲-میزان بارندگی ماهیانه تجمعی سه مکان (زنجان، خراسان رضوی و همدان) طی سال ۱۳۹۴ – ۱۳۹۶

Figure 2- Cumulative precipitation (monthly) of three locations (Zanjan, Khorasan Razavi and Hamedan) during 2015-2018

هر ژنوتیپ در هر کرت در چهار ردیف به‌طول هشت متر کشت شد. فاصله بوته‌ها در روی هر ردیف و بین ردیف‌ها به‌ترتیب ۲۵ و ۷۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کوددهی براساس توصیه‌های کارشناسان در هر منطقه انجام و سایر عملیات زراعی در مرحله داشت و برداشت مطابق شرایط کشت منطقه رعایت شد. بر اساس دستورالعمل مربوط به آزمون ارزش زراعی[1] سیب‌زمینی در مراحل مختلف، داده‌های مورفوفیزیولوژیک یادداشت‌برداری گردید. صفاتی نظیر عملکرد کل غده، عملکرد قابل فروش غده، تعداد ساقه اصلی در بوته، ارتفاع بوته، تعداد غده بذری در بوته، تعداد کل غده در هر بوته و درصد ماده خشک، یادداشت‌برداری و اندازه‌گیری شد. به‌منظور یادداشت‌برداری صفاتی از قبیل تعداد ساقه اصلی و ارتفاع بوته در زمان پایان گلدهی بوته‌ها پس از حذف ردیف‌های حاشیه تعداد ۵ بوته از دو ردیف میانی انتخاب شدند. برای تعیین عملکرد کل غده بعد از پایان یافتن رسیدگی کامل تمامی غده‌ها، پس از حذف دو ردیف حاشیه‌ای، محصول بوته‌های دو ردیف میانی از وسط هر کرت به‌طور کامل برداشت شد و بر حسب کیلوگرم بر متر مربع ثبت گردید. غده‌های به قطر ۳۵ تا۶۰ میلی‌متر به‌عنوان عملکرد قابل فروش تعیین و بر حسب کیلوگرم بر متر مربع ثبت گردیدند (Hoseinzadeh, 2013). برای ارزیابی درصد ماده خشک نیز، شش عدد غده سیب‌زمینی از هر ژنوتیپ پس از خلال‌کردن، به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سلسیوس در آون قرار داده شد و سپس درصد ماده خشک محاسبه گردید (Hasanabadi, 2009). تجزیه واریانس مرکب برای کلیه صفات با فرض

[1]Value Cultivation and Use

ثابت‌بودن اثر ژنوتیپ‌ها و تصادفی بودن اثر سال و مکان و نیز مقایسه میانگین به‌روش LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید. برای انجام محاسبات آماری از نرم‌افزار SAS V.9.1 استفاده شد. از روش گرافیکی GGE بای پلات نسخه ۴ برای ارزیابی پایداری و سازگاری ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا استفاده شد (Omrani *et al*., 2017).

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجریه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر اصلی مکان و ژنوتیپ در تمامی صفات مورد ارزیابی، تفاوت معنی‌داری را در سطح یک درصد داشتند. عامل مؤثر در بروز اختلاف معنی‌دار، اختلاف شرایط آب و هوایی مکان‌های اجرای آزمایش، بوده است که با نتایج لیو و همکاران (Liu *et al.,* 2007) همخوانی داشت. اثر اصلی سال نیز در تمامی صفات به‌جز در دو صفت ارتفاع بوته و درصد ماده خشک، تفاوت معنی‌داری را نشان دادند. اثر ژنوتیپ در سال نیز تنها در صفت درصد ماده خشک تفاوت معنی‌داری را نشان نداد و در صفت تعداد کل غده در بوته در سطح پنج درصد و در بقیه صفات در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری را نشان دادند. اثر متقابل مکان در سال و ژنوتیپ در مکان در تمامی صفات به‌جز ارتفاع بوته و درصد ماده خشک، تفاوت معنی‌داری را در سطح یک درصد نشان دادند. در مجموع اثر سه‌گانه مکان در سال در ژنوتیپ در تمامی صفات به‌جز ارتفاع بوته و درصد ماده خشک، تفاوت معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۲).

همان‌گونه که در جدول ۳ قابل مشاهده است، مقایسه میانگین صفات مختلف ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی ارائه شده است. پس از مقایسه میانگین صفات مختلف مشاهده شد که ژنوتیپ‌های فابولا (G7) با ۵/۴۹ ، سیفرا (G4) با ۵/۴۳ ، ساگیتا (G9) با ۵/۳۴ و رودئو (G3) با ۵/۳۰ کیلوگرم بر متر مربع بیش‌ترین عملکرد غده و همچنین به‌ترتیب با ۴/۳۹، ۴/۳۵، ۴/۲۷، ۴/۲۴ کیلوگرم بر متر مربع بیش‌ترین عملکرد غده قابل فروش را داشتند (جدول ۳). مشخص شده است که مواجه گیاه با دمای مناسب در ابتدای فصل رشد، سبب رشد بهتر ساقه و در نتیجه افزایش عملکرد گیاه سیب‌زمینی خواهد شد (Aien *et al*. 2016).

در پژوهشی گزارش شده است که زمان تا رسیدگی و تشکیل غده بر عملکرد غده تاثیرگذار است (Schäfer-Pregl *et al*., 1998). از نظر تعداد ساقه اصلی در بوته نیز ژنوتیپ‌های رداسکارلت (G2)، سیفرا (G4)، آگریا (G10) و ساگیتا (G9) با ۴/۹۰، ۴/۵۰، ۴/۵۰ و ۴/۴۹ ساقه اصلی در بوته، بیش‌ترین مقدار را نشان دادند. کم-ترین تعداد ساقه اصلی نیز در ژنوتیپ موزارت (G8) با ۳/۵۵ عدد مشاهده گردید (جدول ۳). ژنوتیپ‌های مختلف از نظر ارتفاع بوته نیز تفاوت معنی‌داری داشتند و ژنوتیپ‌های پانامرا (G1) و موزارت (G8) با ۷۸/۴۳ و ۷۱/۷۱ سانتی‌متر، بیش‌ترین ارتفاع را داشتند و کم‌ترین ارتفاع در ژنوتیپ‌های سیفرا (G4) و رداسکارلت (G2) با ۵۸/۰۸ و ۵۳/۸۸ سانتی‌متر مشاهده گردید (جدول ۳). در مطالعه‌ای مشاهده شد که ارتباط مستقیمی بین عملکرد غده و ارتفاع گیاه وجود دارد، اما ارتباط مستقیمی در این مطالعه مشاهده نشد (Arslan, 2007). بیش‌ترین تعداد غده بذری در بوته و تعداد کل غده هر بوته در ژنوتیپ‌های چلنجر (G5) و فابولا (G7) مشاهده گردید. کم‌ترین تعداد غده بذری در بوته و تعداد کل غده هر بوته نیز در ژنوتیپ‌های پانامرا (G1) و رداسکارلت (G2) گزارش شد (جدول ۳). بر اساس سایر مطالعات انجام شده، تعداد غده بذری با عملکرد غده در واحد سطح، رابطه مثبت و مستقیمی داشته است (Mousapour Gorji, 2005)، اما در این مطالعه رابطه مستقیم و مثبتی مشاهده نشد. از نظر درصد ماده خشک نیز ژنوتیپ‌های ساگیتا (G9)، چلنجر (G5)، پانامرا (G1) و رودئو (G3) با ۲۱/۹۷، ۲۱/۱۱، ۲۰/۶۷ و ۲۰/۳۹درصد ماده خشک، بیش‌ترین درصد را به خود اختصاص دادند. کم‌ترین درصد ماده خشک نیز در ژنوتیپ رداسکارلت (G2) با ۱۸/۰۳ درصد ماده خشک مشاهده گردید (جدول ۳). یکی از عوامل مهم در تعیین نوع مصرف، درصد بالای ماده خشک است زیرا مشخص شده است که با افزایش درصد ماده خشک (بیش از ۱۹ درصد) فرآوری سیب‌زمینی در صنعت چیپس به-دلیل کوتاه‌تر شدن زمان پخت، و مصرف روغن کم‌تر در زمان طبخ بهبود می‌یابد (Jansky, 2010). اگر چه مشخص شده که درصد ماده خشک بسته به شرایط محیطی هر منطقه می‌تواند تغییر کند (Mousapour Gorji, 2009).

جدول ۲- جدول تجزیه واریانس صفات مختلف ده ژنوتیپ سیب‌زمینی در سه مکان مورد ارزیابی

Table 2. Analysis of variance of different traits for 10 potato genotypes in three assessed locations

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Meansquare						
		عملکرد غده Tuber yield	عملکرد غده قابل فروش marketable tuber yield	تعداد ساقه اصلی در بوته number of main stem per plant	ارتفاع بوته plant height	تعداد غده بذری دربوته number of seed tuber per plant	تعداد کل غده دربوته total number of tuber per plant	درصد ماده خشک dried matter percentage
مکان (L) Location	2	33.34 **	21.34 **	27.45 **	5047.18 **	9857.76**	5346.58**	101.43**
سال (Y) Year	1	245.91 **	157.38 **	5.31 *	0.00 ns	64370.13**	42214.54**	0.01ns
مکان (L)× سال (Y)	2	24.20 **	15.49 **	6.76 **	0.00 ns	7454.23**	12588.11**	0.04ns
تکرار (R) × سال (Y) و مکان (L)	18	0.48 ns	0.30 ns	1.02 ns	133.94 **	285.41**	408.54**	10.11ns
ژنوتیپ Genotype(G)	9	2.87 **	1.83 **	3.69 **	1217.56 **	1694.43**	3610.15**	37.07**
ژنوتیپ (G)× سال (Y)	18	3.70 **	2.37 **	3.10 **	361.53 **	502.38**	436.06*	10.75ns
ژنوتیپ (G)× مکان (L)	9	2.93 **	1.87 **	2.38 **	0.00 ns	1000.29**	771.833**	0.04ns
مکان (L)× سال (Y)× ژنوتیپ (G)	18	2.05 **	1.31 **	2.91 **	0.00 ns	558.05**	439.55*	0.15ns
خطا Error	162	0.55	0.35	0.84	46.11	136.35	237.17	8.29
ضریب تغییرات(درصد) CV	-	14.65	14.65	21.63	10.28	16.81	18.31	14.51

ns غیر معنی‌دار،* و ** دارای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال به‌ترتیب ۵ و ۱ درصد

ns, * and ** indicating non-significant and the significant differences at 5 and 1 percent probability levels

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مختلف ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی (G1 تا G10) در سه مکان مورد ارزیابی

Table 3. Mean comparison of different traits of potato genotypes (G1-G10) in three assessed locations.

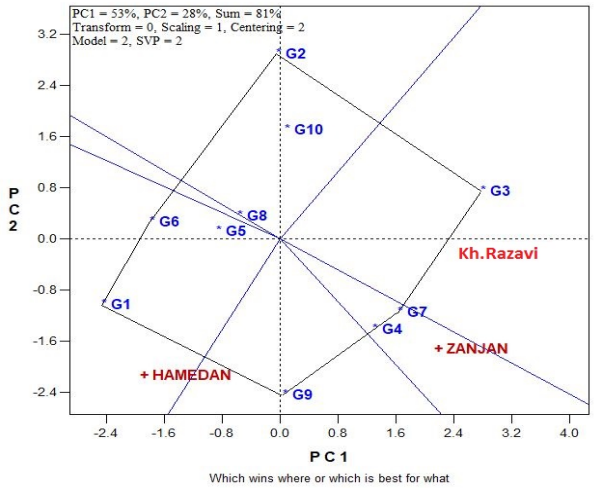
نام ژنوتیپ Genotype name	عملکرد کل غده Tuber yield (Kg/m^2)	عملکرد قابل فروش marketable tuber yield (Kg/m^2)	تعداد ساقه اصلی در بوته number of main stem per plant	ارتفاع بوته plant height (cm)	تعداد غده بذری در بوته number of seed tuber per plant	تعداد کل غده هر بوته total number of tuber per plant	درصد ماده خشک dried matter percentage
پانامرا Panamera(G1)	5.16 abc	4.12 abc	3.86 bc	78.43 a	57.71 e	71.00 de	20.67 abc
رداسکارلت Redscarlett (G2)	4.52 d	3.61 d	4.90 a	53.88 f	59.92 e	68.17 e	18.03 d
رودئو Rodeo (G3)	5.30 ab	4.24 ab	4.13 bc	70.75 bc	72.75 bc	86.58 b	20.39 a-d
سیفرا Sifra (G4)	5.43 a	4.35 a	4.50 ab	58.08 ef	71.77 bc	85.75 bc	19.02 bcd
چلنجر Challenger (G5)	5.22 ab	4.18 ab	4.27 abc	67.22 bcd	85.33 a	104.13 a	21.11 ab
اورا Evora (G6)	4.73 cd	3.79 cd	4.44 ab	61.97 de	69.04 cd	87.88 b	19.28 bcd
فابولا Fabula (G7)	5.49 a	4.39 a	3.96 bc	69.70 bc	78.17 ab	103.71 a	18.34 cd
موزارت Mozart (G8)	4.66 d	3.73 d	3.55 c	71.71 b	62.83 de	75.71 cde	20.11 a-d
ساگیتا Sagitta (G9)	5.34 ab	4.27 ab	4.49 ab	63.77 de	65.63 cde	78.83 bcd	21.97 a
آگریا Agria (G10)	4.92 bcd	3.94 bcd	4.50 ab	65.02 cd	71.33 bc	79.46 bcd	19.41 bcd
LSD	0.42	0.34	0.72	5.86	8.21	10.10	2.48

اعدادی که با حروف متفاوت نشان داده شده‌اند، در سطح ۵ درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار دارند.

The different letters in each column indicate significant difference at 5% probability level

صفت درصد ماده خشک همانند عملکرد غده، صفات پلی‌ژنیک هستند و تنوع زیادی را نشان می‌دهد و از محیط تاثیر می‌پذیرد (Bradshaw, 2006). برای ارزیابی اثر ژنوتیپ و محیط در بسیاری از مطالعات از روش‌های آماری مختلفی مانند تک متغیره، چند متغیره و ناپارامتری استفاده می‌شود (Elias *et al*., 2016). روش GGE بای‌پلات یکی از روش‌های آماری چند متغیره پرکاربرد در ارزیابی اثرمتقابل ژنوتیپ در محیط است که بر مبنای تجزیه بر مولفه‌های اصلی انجام می‌گیرد (Kolech *et al*., 2015). لیو و همکاران (Liu *et al*., 2007) بیان داشتند که استفاده از این روش آماری سبب می‌شود که ژنوتیپ‌هایی که بالاترین عملکرد را در هر محیط با هر شرایط اقلیمی دارند، مشخص شود. در راستای نمایش بهتر اثرات متقابل بین ژنوتیپ‌ها و محیط از چندضلعی GGE بای‌پلات استفاده می‌شود (Yan, 2001). در مطالعات دیگری با استفاده از این روش آماری، ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی پایدار با عملکرد بالا برای مناطق مختلف ارزیابی و پیشنهاد شده است (Affleck *et al*., 2012; Bach *et al*., 2012; Bai *et al*., 2014).

بر اساس نتایج حاصل از این روش آماری بر مبنای میانگین دو سال ارزیابی گیاهان مختلف سیب‌زمینی، مشاهده شد که مولفه‌های اصلی اول و دوم به ۵۳ و ۲۸ درصد (در کل ۸۱ درصد) از تمامی تغییرات موجود را توجیه نمودند (شکل ۳). همان‌گونه که در شکل ۳ نشان داده شده است، چندضلعی به‌دست آمده به شش بخش تقسیم شده است و مناطق مورد ارزیابی در این مطالعه در سه بخش قرار گرفته‌اند. ژنوتیپ‌های قرار گرفته در راس چندضلعی، بالاترین میزان عملکرد غده سیب‌زمینی را در آن محیط نشان می‌دهند (Yan and Rajcan, 2002). بر اساس نتایج این پژوهش، این‌گونه به‌نظر می‌رسد که ژنوتیپ‌های G3 (رودئو)، G2 (رداسکارلت)، G1 (پانامرا)، G7 (فابولا)، G4 (سیفرا) و G9 (ساگیتا) بالاترین عملکرد غده سیب‌زمینی را داشتند. این نتایج نشان می‌دهد که ژنوتیپ G3 (رودئو) در منطقه خراسان رضوی، ژنوتیپ G7 (فابولا) و G4 (سیفرا) در منطقه زنجان و ژنوتیپ G1 (پانامرا) در منطقه همدان، بالاترین عملکرد غده سیب-زمینی را داشتند (شکل ۳). امروزه مشخص شده است که انتخاب ژنوتیپ‌ها برای هر منطقه با توجه به شرایط اقلیمی و خاک، بسیار ضروری است (Nasseri and Bahramloo, 2009) زیرا هر ژنوتیپ، با توجه به اثرات متقابلی که با محیط رشد و نمو خود دارد، پاسخ‌های متفاوتی را ایجاد می‌کند (Zali *et al*., 2012)، در نتیجه لزوماً یک ژنوتیپ همواره نمی‌تواند بالاترین عملکرد را در تمامی مناطق مورد بررسی داشته باشد و در هر منطقه پاسخ‌های مورفوفیزیولوژیک متفاوتی را نشان می‌دهد (Farshadfar *et al.*, 2012).

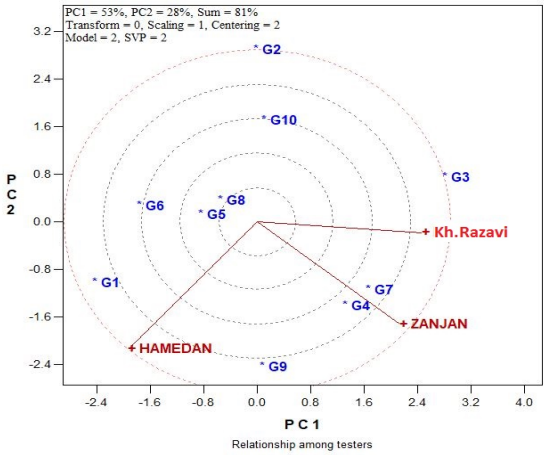


شکل ۳- چند ضلعی GGE بای‌پلات در راستای تشخیص ژنوتیپ‌های برتر سیب‌زمینی در سه مکان (زنجان، همدان و خراسان رضوی) ده ژنوتیپ بصورت G1 تا G10 نشان داده شده است

Figure 3. Polygon of GGE biplot to determine the superior potato genotypes in different locations (Zanjan, Hamedan and Khorasan Razavi) Ten genotypes are shown as G1 to G10

مولما و همکاران (Mulema *et al.*, 2008) بیان نمودند که عملکرد ارقامی که سازگاری زیادی را با یک منطقه دارند همواره بیش‌تر از ارقامی است که سازگاری وسیعی را در مناطق متفاوت دارند در شکل ۴ همبستگی بین محیط‌های مختلف ارائه شده است. بر اساس تعیین زاویه بین بردارهای محیطی در نمودار GGE بای‌پلات، می‌توان همبستگی بین محیط‌ها را ارزیابی نمود (Yan and Tinker, 2005). نتایج این مطالعه حاکی از آن بود که زاویه بین دو منطقه خراسان رضوی و زنجان کم‌تر از ۹۰ درجه بود، بر اساس نتایج شکل ۴ می‌توان اظهار داشت که عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف در این دو منطقه همبستگی مثبتی را نشان دادند. زاویه بین دو منطقه زنجان و همدان تقریباً ۹۰ درجه بود که نشان می‌دهد نتایج دو منطقه مستقل از یکدیگر بودند، همچنین این زاویه بین دو منطقه همدان و خراسان رضوی بیش از ۹۰ درجه بود که بیانگر همبستگی منفی بین دو منطقه بود (Omrani *et al.*, 2017). پس از ارزیابی ۳۲ ژنوتیپ گندم به‌همراه دو رقم شاهد در شش مکان، داراب، اهواز، دزفول، ایرانشهر، خرم‌آباد و زابل مشاهده نمودند که تنها سه مکان اهواز، داراب و دزفول، زاویه بین آن‌ها کم‌تر از ۹۰ درجه بود و همبستگی مثبتی داشتند و دو مکان خرم آباد و اهواز، نتایج مستقل از یکدیگر را داشتند.

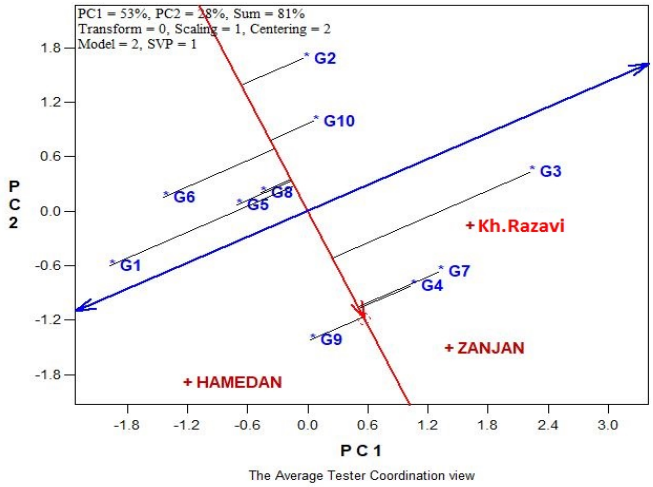
نمودار مختصات محیط متوسط (AEC) یا بای‌پلات متوسط در مقابل پایداری در شکل ۵ نشان داده شده است که هدف ارزیابی همزمان پایداری و عملکرد غده سیب‌زمینی ژنوتیپ‌ها است. همان‌گونه که در شکل ۵ قابل مشاهده است که محور افقی نمودار توسط یک فلش از مبدا مختصات نمودار عبور کرده است که بیانگر عملکرد کل غده ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی است که از آن به‌عنوان محور محیط متوسط یاد می‌شود.



شکل ۴- بای‌پلات GGE نقشه همبستگی بین محیط‌ها برای ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی G1 تا G10 در سه مکان (زنجان، همدان و خراسان رضوی) طی دو سال (۱۳۹۵ و ۱۳۹۶)

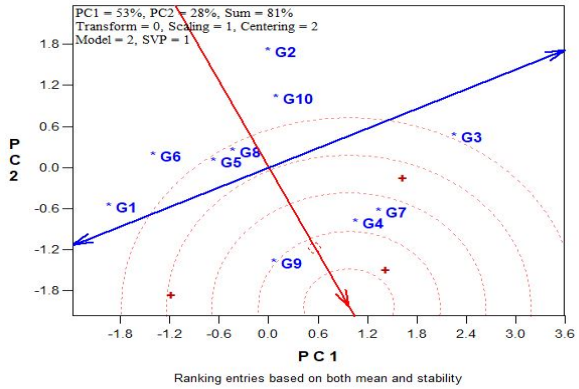
Figure 4. GGE biplot of correlation map among environments for G1 to G10 potato genotypes in three locations (Zanjan, Hamedan and Khorasan Razavi) during two years (2016 and 2017)

نمودار مختصات محیط متوسط (AEC) یا بای‌پلات متوسط در مقابل پایداری در شکل ۵ نشان داده شده است که هدف ارزیابی همزمان پایداری و عملکرد غده سیب‌زمینی ژنوتیپ‌ها است. همان‌گونه که در شکل ۵ قابل مشاهده است که محور افقی نمودار توسط یک فلش از مبدا مختصات نمودار عبور کرده است که بیانگر عملکرد کل غده ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی است که از آن به‌عنوان محور محیط متوسط یاد می‌شود. همان‌گونه که در شکل ۵ نشان داده شده است ژنوتیپ‌های G4 (سیفرا)، G7 (فابولا)، G9 (ساگیتا) و G3 (رودئو) و در نهایت G1 (پانامرا) بالاترین میزان عملکرد را داشتند و کم‌ترین میزان عملکرد در دیگر ژنوتیپ‌ها مشاهده شد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، سه ژنوتیپ G4 (سیفرا)، G7 (فابولا)، G9 (ساگیتا) بالاترین پایداری را داشتند و G2 (رداسکارلت) کم‌ترین پایداری را نشان دادند. منطقه زنجان فاصله کم-تری نسبت به خط عمودی داشت و به‌ترتیب کم‌ترین انحراف محیطی و کم‌ترین تنوع به ژنوتیپ‌ها در آن مشاهده شد و دو مکان خراسان رضوی و همدان تنوع بیش‌تری بین ژنوتیپ‌های آن‌ها مشاهده گردید (شکل ۵).



شکل ۵- بای‌پلات مختصات محیط متوسط (AEC) برای گزینش هم‌زمان عملکرد غده و پایداری ژنوتیپ‌های G1 تا G10 در سه مکان (زنجان، همدان و خراسان رضوی) طی دو سال (۱۳۹۵ و ۱۳۹۶)

Figure 5. Biplot of the average-environment coordination (AEC) for simultaneous selection of G1 to G10 tuber yield and stability in three locations (Zanjan, Hamedan and Khorasan Razavi) during two years (2016 and 2017)



شکل ۶- بای‌پلات مقایسه ژنوتیپ‌ها با ژنوتیپ ایده‌آل برای میانگین عملکرد غده سیب‌زمینی در سه مکان (زنجان، همدان و خراسان رضوی) ده ژنوتیپ به‌صورت G1 تا G10 نشان داده شده است

Figure 6. Biplot of potato genotypes in comparison with ideal genotype based on tuber yieldin different locations (Zanjan, Hamedan and Khorasan Razavi) Ten genotypes are shown as G1 to G10

یکی دیگر از عوامل مهم در راستای ارزیابی ژنوتیپ‌های مختلف سیب‌زمینی در مناطق متنوع، علاوه بر عملکرد، پایداری است. همان‌گونه که در شکل ۶ نشان داده شده است، دایره‌ای بر روی محور میانگین رسم شده است که بیانگر پایداری ژنوتیپ‌هاست و ژنوتیپ‌های پایدار به این دایره فرضی در نمودار نزدیک‌تر هستند (Tatarowska *et al*., 2012). مطابق شکل ۶، ژنوتیپ‌های G4 (سیفرا)، G7 (فابولا)، G9 (ساگیتا) به دایره فرضی نزدیک‌تر بودند و به‌عنوان ایده‌آل‌ترین ژنوتیپ‌ها قابل معرفی برای مناطق مورد بررسی بودند، زیرا از پایداری بالایی برخوردار بودند. کم‌ترین پایداری نیز در ژنوتیپ‌های G2 (رداسکارلت)، G6 (اورا) و G10 (آگریا) مشاهده گردید (شکل ۶).

نتایج این مطالعه در راستای تعیین ارزش زراعی و در نهایت پایداری ژنوتیپ‌های مختلف سیب‌زمینی در سه منطقه کشت و کار سیب زمینی خراسان رضوی، زنجان و همدان انجام شد تا بتوان بر اساس نتایج به‌دست آمده ژنوتیپ‌های وارداتی به کشور که بالاترین عملکرد و

سازگاری را با هر منطقه داشتند، انتخاب نموده و به‌کشاورزان و تولیدکنندگان سیب‌زمینی پیشنهاد نمود. بر اساس نتایج مقایسات میانگین در این پژوهش مشخص گردید که ژنوتیپ‌های رودئو، سیفرا، فابولا، پانامرا و ساگیتا به‌عنوان ژنوتیپ برتر برای کشت بهاره و ژنوتیپ چلنجر به‌طور خاص با هدف مصرف در بخش صنعت (سیب‌زمینی سرخ‌شده) پیشنهاد شده و قابل معرفی هستند. در مجموع، سازگارترین ژنوتیپ‌ها با بالاترین عملکرد غده سیب‌زمینی به‌طور اختصاصی، ژنوتیپ‌های رودئو برای خراسان رضوی، سیفرا و فابولا برای زنجان، و پانامرا و ساگیتا برای همدان، پیشنهاد شدند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مسئولین موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Affleck, I., Sullivan, J.A., Tarn, R. and Yada, R. 2012. Stability of eight potato genotypes for sugar content and French fry quality at harvest and after storage. Canadian Journal of Plant Science, 92: 87–96. **(Journal)**

Aien, A., Chaturvedi, A.K., Bahuguna, R.N. and Pal, M. 2016. Phenological sensitivity to high temperature stress determines dry matter partitioning and yield in potato. Indian Journal Plant Physiol, 22: 63–69. **(Journal)**

Arslan, B. 2007. Relationships among Yield and Some Yield Characters in Potato (*S. tuberosum* L.). Journal of Biological Sciences, 7(6): 973-976. **(Journal)**

Bach, S., Yada, R., Bizimungu, B. and Sullivan, J.A. 2012. Genotype by environment interaction effects on fibre components in potato (*Solanum tuberosum* L.). Euphytica, 187: 77–86. **(Journal)**

Bai, J., Zhao, F., He, J., Wang, C., Chang, H., Zhang, J. and Wang, D. 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(3): 161-169. **(Journal)**.

Bradshaw, J.E. 2006. Genetics of Agrihorticultural Traits. In: J. Gopal and S.M.P. Khurana (ed.), Handbook of potato production, improvement and postharvest management. Binghampton: Food Products Press.Pp: 41–75.**(Book)**

CIP, 2008. Agricultural Research for Development: Potato Facts and Figures. International Potato Center, Rome.**(Book)**

Elias, A.A., Robbins, K.R., Doerge, R. and Tuinstra, M.R. 2016. Half a century of studying genotype × environment interactions in plant breeding experiments. Crop Science, 56(5): 2090-2105. **(Journal)**

Farshadfar, E., Sabaghpour, S.H. and Zali, H. 2012. Comparison of parametric and non-parametric stability statistics for selecting stable chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes under diverse environments. Australian Journal of Crop Science, 6: 514-524. **(Journal)**

Fleisher, D.H., Timlin, D.J. and Reddy, V.R. 2006. Temperature influence on potato leaf and branch distribution and on canopy photosynthetic rate. Agronomy Journal, 98: 1442–1452. **(Journal)**

Food and Agriculture Organization, 2008. International year of the potato 2008. Available at www.potato 2008. org (accessed 19 August, 2014). Food and Agriculture Organization, Rome. **(Website)**

Food and Agriculture Organization. 2019 a. Food and Agricultural Organization of the United Nation, FAO Statistical Database. fromhttp://www.fao.org/faostat/en/#compare **(Website)**

Food and Agriculture Organization. 2019 b. Food and Agricultural Organization of the United Nation, FAO Statistical Database. fromhttp://www.fao.org/faostat/en/#data. **(Website)**

Gauch, H.G. 2006. Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE. Crop Science, 46: 1488–1500. **(Journal)**

Hasanabadi, H. 2009. Assessment of adaptation and yield comparison of potato clones in spring sowing areas. Seed and Plant Improvement Research Institute, Karaj. (In Persian)**(Thesis)**

Hasanabadi, H. and Hasanpanah, D. 2012. Investigation of quantitative, qualitative and tuber yield stability of 18 potato clones in Ardabil region. Ecophysiology of crops, 2(22): 219-233. (In Persian)**(Thesis)**

Hassani, F., Moslemkhani, K., Kheiri, F., Hosseininejadian, J., Mobasser, S., Rezvani, E. and Gharakhani, A. 2018. Testing Value for Cultivation and Use(VCU) of foreign Potato cultivars. Seed and Plant Certification and Registration Institute,(**Research Report)**

Haynes, K.G., Potts, W.E., Chittams, J.L. and Fleck, D.L. 1994. Determination yellow-flesh intensity in potatoes. American Society for horticulture Science, 119(5): 1057-1059. **(Journal)**

Hirut, B., Shimelis, H., Fentahun, M., Bonierbale, M., Gastelo, M. and Asfaw, A. 2017. Combining ability of highland tropic adapted potato for tuber yield and yield components under drought. Plus One, 12(7): e0181541. **(Journal)**

Hoseinzadeh, A.A. 2013. Investigation and selection of single plants of HPH-II/67 population and preliminary evaluation of selected potato clones. Final report of the research project. Agricultural and Natural Resources Research Center of Ardebil Province (In persian). (In Persian)**(Thesis)**

Jansky, S.H. 2010. Potato flavour. American Journal of Potato Research, 87: 209–217. **(Journal)**

Kolech, S.A., Halseth, D., De Jong, W., Perry, K., Wolfe, D., Tiruneh, F.M. and Schulz, S. 2015. Potato variety diversity, determinants and implications for potato breeding strategy in Ethiopia. Am. J. Potato Res, 92: 551–566. **(Journal)**

Levy, D. and. Veilleux, R.E. 2007. Adaptation of potato to high temperatures and salinity-A review. Am. J. Potato Res, 84: 487–506. **(Journal)**

Liu, Q., Tarn, R., Lynch, D.and Skjodt, N.M. 2007. Physicochemical properties of dry matter and starch from potatoes grown in Canada. Food Chemistry, 105: 897-907. **(Journal)**

Love, S., Stark, J. and King, B. 2003. Irrigation tips for new varieties. Idaho Potato Conference.**(Conference)**

Mohammadi, R. and Amri, A. 2013. Genotype x environment interaction and genetic improvement for yield and yield stability of rainfed durum wheat in Iran. Euphytica, 192: 227–249. **(Journal)**.

Mousapour Gorji, A. 2009. Adaptation assessment of new potato cultivars in spring sowing areas. Seed and Plant Improvement Research Institute, Karaj. (In persian)**(Thesis)**

Mulema, J.M.K., Adipala, E., Olanya, O.M. and Wagoire, E. 2008. Yield stability analysis of late blight resistant potato selections. Experimental Agriculture, 44: 145–155. **(Journal)**

Mousapour Gorji, A., Mortazavi bak, A., Hassanpanah, D., Parvizi, K.H., Hassanzadeh, S. and Mohammadi, M. 2005. Evaluation of qualitative and quantitative characteristics of new cultivars in spring cultivation. Final Report, Seed and Plant Improvement Institute. 98 p. (In persian)**(Thesis)**

Nasseri, A. and Bahramloo, R. 2009. Potato cultivar Marfuna yield and water use efficiency responses to earlyseason water stress. International Journal of Agriculture and Biology, 11: 201–204. **(Journal)**

Omrani, S., Mohammad Naji, A.and Esmaeilzadeh Moghaddam, M. 2017. Yield stability analysis of promising bread wheat lines in southern warm and dry agroclimatic zone of Iran using GGE biplot model. Journal of Crop Breeding, 23(9): 157-165. (In persian)**(Journal)**

Piepho, H.P., Möhring, J., Schulz-streeck, T. and Ogutu, J.O. 2012. A stage-wise approach for analysis of multienvironment trials. Biom. J, 54: 844–860. **(Journal)**

Schäfer-Pregl, R., Ritter, E., Concilio, L., Hesselbach, J., Lovatti, L., Walkemeier, B., Thelen, H., Salamini, F. and Gebhardt, C. 1998. Analysis of quantitative trait loci (QTLs) and quantitative trait alleles (QTAs) for potato tuber yield and starch content. Theoretical and Applied Genetics, 97: 834–845. **(Journal)**

Tatarowska, B., Flis, B. and Zimnoch-Guzowska, E. 2012. Biological stability to Phytophthora infestans (Mont.) de Bary in 22 Polish potato cultivars evaluation in field experiments. American Journal of Potato Research,89: 73–81. **(Journal)**

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: 1-11. **(Journal)**

Yan, W. and Rajcan, I. 2002. Biplot analysis of sites and trait relations of soybean in Ontario. Crop Science,42: 11-20. **(Journal)**

Yan, W. and Tinker, N.A. 2005. An integrated biplot analysis system for displaying, interpreting and exploring genotype × environment interaction. Crop Science, 45: 1004-1016. **(Journal)**

Zali, H., Farshadfar, E., Sabaghpour, S.H. and Karimizadeh, R. 2012. Evaluation of genotype × environment interaction in chickpea using measures of stability from AMMI model. Annals of Biological Research, 3(7): 3126-3136. **(Journal)**

Investigation of agronomic characteristics and yield stability of some medium-late maturing potato genotypes

Farshid Hassani[*1], Cobra Moslemkhany[2], Zahra Tahernezhad[3]

Received: January 16, 2021 Accepted: April 11, 2021

Abstract

Potatoes play an important role in ensuring food security in Iran and many other countries due to their high yield potential.. There is a vast need for cultivars adapted and stable to Iran's weather conditions so that evaluation of yield stability and adaptation experiments is vital. In this study, nine medium-late maturities imported genotypes along with one medium-late maturity control genotype, were cultivated in RCBD with three replications in three important cultivation sites (Khorasan Razavi, Zanjan, and Hamedan) in two years (2016, 2017). Then traits of tuber yield, marketable tuber yield, number of the main stem in a plant, plant height, number of seed tuber, total number of tuber, and finally dried matter percentage were assessed. Results showed significant differences between cultivars in different places. It was concluded by the analysis of variance (ANOVA)results that the effect of year × place × genotype has a significant difference for all evaluated traits except plant height and dried matter percentage. The Rodeo, Sifra, Fabula, Panamera, and Sagitta were selected for spring cultivation as best genotypes and Challenger genotype was suggested to be sowed by the aim of consumption in the industrial. In general, the most adapted genotypes with the highest yield tuber were Rodeo genotypes for Khorasan Razavi, Sifra, and Fabula genotypes for Zanjan, and Panamera, and Sagitta genotypes for Hamedan.

Keywords: GGE Biplot; Morpho-physiological traits; Potato; Tuber yield

How to cite this article

Hassani, F., Moslemkhany, C. and Tahernezhad, Z. 2021. Investigation of agronomic characteristics and yield stability of some medium-late maturing potato genotypes. Iranian Journal of Seed Science and Research, 8(3): 311-323. (In Persian)**(Journal)**

DOI: 10.22124/jms. 2021.5282

COPYRIGHTS

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research

The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit http://jms.guilan.ac.ir/

1. Assistant professor of Seed and Plant Certification and Registration Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. farshid.shz@gmail.com
2. Associate professor of Seed and Plant Certification and Registration Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. moslemkhany@yahoo.com
3. Researcher of Seed and Plant Certification and Registration Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. z_tahernezhad@znu.ac.ir

*Corresponding author: farshid.shz@gmail.com