نشریه علمی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد هفدهم، شماره ۴(۶۸)، زمستان ۱۴۰۲، صفحه ۴۴۴-۴۲۵

مقاله پژوهشی DOI:

بررسی صفات کیفی، فیزیولوژیکی و عملکرد غده در ۳۰ ژنوتیپ سیب‌زمینی در شرایط منطقه اردبیل

داود حسن‌پناه[1*] و احمد موسی‌پور گرجی[2]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۴ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۰/۱۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۲/۵

چکیده

به‌منظور ارزیابی عملکرد غده و صفات مرتبط با کیفیت غده، تعداد ۳۰ ژنوتیپ سیب‌زمینی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات سیب‌زمینی کشور مستقر در شهرستان اردبیل در سال ۱۴۰۰ بررسی شدند. در طی دوران رشد و پس از برداشت صفات عملکرد غده، میزان قند محلول غده، میزان پرولین غده، درصد نشاسته غده، مقدار پروتئین غده، درصد ماده خشک غده، میزان پلی‌فنیل‌اکسیداز غده، میزان کاتالاز غده، میزان سوپراکسیددیسموتاز غده، مقدار فیبر غده، میزان نیتروژن غده، مقدار چربی غده، مقدار ویتامین ث غده، میزان قند احیاء کننده غده، شکل غده، عمق چشم غده، رنگ پوست و گوشت غده، حفره‌ای شدن مرکز غده، زنگ داخلی غده، تیپ پخت، تغییر رنگ گوشت غده خام بعد از ۲۴ ساعت و رسیدگی بر اساس دستورالعمل ملی آزمون‌های تعیین ارزش زراعی ارقام سیب‌زمینی اندازه‌گیری شدند. بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ کلیه صفات اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. بیشترین عملکرد غده مربوط به ژنوتیپ‌های ۳-۷۰۰۹، رونا، تکتا، ۹۰۵۶۷۵ و ۱۱۲-۸۷۰۷ بود. ژنوتیپ‌های پرمحصول دارای میزان پرولین غده، میزان کاتالاز غده، مقدار چربی غده و میزان سوپراکسید دیسموتاز غده بیشتر، میزان قند محلول و احیاءکننده غده قابل قبول، عمق چشم غده سطحی، حفره‌ای شدن مرکز غده خیلی جزئی و زنگ داخلی غده خیلی کم بودند. ژنوتیپ‌های رونا، تکتا، ۹۰۵۶۷۵ و ۱۱۲-۸۷۰۷ از گروه رسیدگی متوسط دیررس و ژنوتیپ ۳-۷۰۰۹ از گروه رسیدگی متوسط زودرس هستند. ژنوتیپ‌های ۳-۷۰۰۹ و ۹۰۵۶۷۵ دارای ماده خشک بین ۲۱ تا ۲۱/۹۹ درصد با شکل غده گرد، مناسب برای چیپس، ژنوتیپ ۱۱۲-۸۷۰۷ با درصد ماده خشک غده بیشتر از ۲۲ درصد با شکل غده تخم‌مرغی کشیده مناسب برای فرنچ فرایز، ژنوتیپ رونا با درصد ماده خشک غده بیشتر از ۲۲ درصد با شکل غده گرد تخم‌مرغی مناسب برای چیپس و و ژنوتیپ تکتا با درصد ماده خشک غده بین ۱۸ تا ۲۰ درصد با شکل غده گرد تخم‌مرغی مناسب برای سالاد و کنسرو تعیین شدند. ژنوتیپ‌های رونا و ۳-۷۰۰۹ دارای بیشترین مقدار پروتئین و ویتامین ث غده بودند.

واژگان کلیدی: عملکرد غده، مقدار پروتئین غده، درصد ماده خشک غده، مقدار ویتامین ث غده.

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. (نگارنده مسئول) D.Hassanpanah@areeo.ac.ir

۲- دانشیار بخش تحقیقات سبزی، صیفی و حبوبات آبی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

مقدمه

سیب‌زمینی یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی بوده 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 (Hassanpanah and Hassanabadi, 2014). در سال ۲۰۲۱، سطح زیرکشت سیب‌زمینی جهان حدود ۱۸ میلیون هکتار و مقدار 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 ۵ میلیون تن و عملکرد حدود ۳۶ تن در هکتار است (Ahmadi *et al.*, 2020). غده‌های تازه برداشت شده سیب‌زمینی شامل حدود ۸۰ درصد آب و حدود ۲۰ درصد ماده خشک می‌باشد. ماده خشک غده سیب‌زمینی بخش جامد باقی‌مانده پس از خشک شدن غده‌ها می‌باشد (Liu *et al.*, 2007). درصد ماده خشک غده مهم‌ترین عامل برای تعیین نوع مصرف سیب‌زمینی می‌باشد. بیشتر بودن میزان ماده خشک (بیش از ۱۹ درصد) در فرآوری سیب‌زمینی اهمیت دارد، زیرا با افزایش ماده خشک زمان پخت کمتر، بافت سیب‌زمینی بهتر و در صورت استفاده برای چیپس و فرنچ‌فرایز روغن کمتری مصرف می‌شود. درصد ماده خشک غده وراثت‌پذیر بوده اما تحت تأثیر محیط قرار نیز می‌گیرد (Haverkort *et al.*, 2002). مقدار ماده خشک غده توسط عوامل متعددی کنترل می‌شود که با یکدیگر اثرمتقابل دارند تقریباً تمام عواملی که بر عملکرد غده تأثیر دارند بر درصد ماده خشک نیز تأثیر می‌گذارند (Haverkort *et al.*, 2002). غده‌های با ماده خشک بالاتر، به دلیل درصد رطوبت کمتر به زمان کمتری برای سرخ شدن نیاز دارند و در نتیجه فرصت کمتری برای جذب روغن و تخریب رنگ وجود خواهد داشت. با افزایش ماده خشک، جذب روغن کاهش می‌یابد (Hassanpanah *et al.*, 2006). بافت غده سیب‌زمینی با درصد ماده خشک غده ارتباط دارد. غده‌های بیش از ۲۵ درصد ماده خشک دارای بافت سفت و غده‌های با درصد ماده خشک پایین، دارای بافت نرم می‌باشند (Mirzaei, 2000). بر اساس نتایج دارایی گرمه‌خانی و همکاران (Daraei Garmakhani *et al.*, 2010) بالاترین میزان ماده خشک در خلال‌های رقم آگریا مشاهده شد. سیب‌زمینی رقم کنبک با داشتن ماده خشک مناسب و قندهای احیاء کننده پایین، هنگام تولید فرنچ‌فرایز و چیپس به لحاظ بافت، رنگ، ماده خشک و میزان جذب روغن محصول بهتری تولید می‌کند و این رقم به عنوان رقم مناسب برای صنعت فرآوری و تولید محصولات سرخ شده توصیه شده است. بلندی و حمیدی (Bolandi and Hamidi, 2016) اعلام کردند معرفی ارقام سیب‌زمینی با عملکرد بالا و با کیفیت مطلوب نقش مهمی در امنیت غذایی، کاهش نوسانات قیمت و هزینه‌های انبارداری و دسترسی به محصول تازه در تمام فصول سال دارد. ایشان نتیجه گرفتند کلون ۱۶-۳۹۷۰۰۷ و رقم مارفونا دارای عملکرد غده بالا و کلون ۶۹ داخلی درصد ماده خشک غده بیشتر می‌باشند. همچنین، ایشان کلون ۶۹ داخلی را برای تولید چیپس توصیه کردند. موسی‌پور گرجی

(Mousapour Gorji, 2008) ارقام جلی، مارلا، کلمبوس، آگریا و اسپونت را برای فرنچ‌فرایز، ارقام اسپیریت و سانته را برای چیپس و ارقام اکیرا، بورن، فتورا و میلوا را برای مصارف فرآوری انتخاب کرد. حسن‌پناه و همکاران (Hassanpanah *et al.*, 2006) ارقام پیکاسو، رومانو، کوزیما، دراگا و ایلونا را برای صنعت کنسروی، ارقام آگریا، آئولا، هرتا، آئوزونیا و سانته را برای تولید چیپس، خلال و گرانول و ارقام الس و کوراس را برای صنعت نشاسته توصیه کردند. حسن‌آبادی (Hassanabadi, 2007) رقم آتلانتیک را برای چیپس و رقم کنبک را برای فرنچ‌فرایز مناسب دانست. سیب‌زمینی رقم مارکیز براساس عملکرد و درصد ماده خشک مناسب برای سرخ کردن (Sajedi *et al.*, 2009) و ارقام سانته و فرسکو از گروه زودرس تا میان‌رس از نظر کیفیت غده، قابلیت انبارمانی و عملکرد غده (Parvizi, 2008) انتخاب شدند. شاهوردی عقیلی (Shahverdi Aghighi *et al.*, 2007) گزارش کردند از نظر پروتئین ارقام آئوزونیا، کوزیما، فیانا و مورن بالاترین مقدار را داشتند. حسن‌پناه و حسن‌آبادی (Hassanpanah and Hassanabadi, 2011) ارقام لوتا، مارکیز و فونتانه در کشت بهاره و ارقام آرکونا، مارکیز، مارفونا و لوتا در کشت بعد از برداشت جو با داشتن بیشترین عملکرد غده کل و قابل فروش و کیفیت غده‌ها برای منطقه اردبیل توصیه نمودند. حقیقتی و همکاران (Haghighati *et al.*, 2016) نتیجه گرفتند رقم بورن پرمحصول با عملکرد کمی و کیفی بالا بود.

حسن‌پناه و حسن‌آبادی (Hassanpanah and Hassanabadi, 2014) نتیجه گرفتند کلون‌های امیدبخش ۷-۳۹۶۱۵۱، ۵-۳۹۷۰۰۸، ۸-۳۹۷۹۱۵، ۲-۳۹۷۰۰۸ و ۴-۹۹۴۰۰۱ از لحاظ صفات عملکرد غده بیشتر، دارای غده‌های یکنواخت متوسط تا بالا، رنگ پوست زرد، رنگ گوشت زرد و سفید، شکل غده گرد تخم‌مرغی و گرد، عمق چشم سطحی تا متوسط، بدون زنگ، حفره و شکاف داخل غده، رسیدگی متوسط دیررس و درصد ماده خشک متوسط تا بالا نسبت به ارقام (شاهد) و سایر کلون‌ها بودند. دارایی گرمه‌خانی و همکاران (Daraei Garmakhani *et al.*, 2010) اعلام کردند بیشترین و کمترین مقدار چربی به‌ترتیب در خلال‌های ارقام آگریا و ساتینا به‌دست آمد. نشاسته ترکیب اصلی غده سیب زمینی می‌باشد و در حدود سه چهارم ماده خشک غده را شامل می‌شود و به نوع رقم بستگی دارد. نشاسته نقش مهمی در کیفیت فرآورده‌ها ایفا نموده و از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت پخت سیب‌زمینی می‌باشد (Mirzaei, 2000). دارایی گرمه‌خانی و همکاران (Daraei Garmakhani *et al.*, 2010) گزارش کردند بیشترین میزان نشاسته در رقم ساتینا و کمترین در رقم آگریا مشاهده شد. علیجانی و حسن‌پناه (Alijani and Hassanpanah, 2018a) ارقام پرمحصول آگریا، ساگیتا و چلنجر با داشتن شکل غده تخم‌مرغی کشیده برای مصرف سرخ کردنی و فرنچ‌فرایز و رقم فونتین با داشتن شکل غده تخم‌مرغی گرد برای مصرف سرخ کردنی و چیپس معرفی کردند. علیجانی و حسن‌پناه (Alijani and Hassanpanah, 2018b) نتیجه گرفتند رقم‌های پرمحصول ساوالان و تاروس با توجه به شکل غده گرد تخم‌مرغی به‌عنوان ارقام مناسب برای مصرف سرخ کردنی و چیپس انتخاب شدند. محتوی پروتئین یکی از عناصر مهم در ارزیابی کیفیت غده‌های سیب‌زمینی است (Alijani and Hassanpanah, 2018b). عقیقی‌شاهوردی و

همکاران (Shahverdi Aghighi *et al.*, 2007) نتیجه گرفتند پروتئین ارقام سیب‌زمینی آئوزونیا، کوزیما، فیانا و مورن دارای بیشترین مقدار هستند. درصد قند اثر مستقیمی بر رنگ فرآورده‌های سیب‌زمینی دارد. میزان قند در غده‌ها متغیر است و به نوع غده، رسیدگی و حالت فیزیولوژیک آن بستگی دارد (Mirzaei, 2000). به‌منظور تولید چیپس و تا حدی تولید فرنچ فرایز به غده‌هایی نیاز است که درصد قندهای احیایی آنها پایین باشد. غده‌هایی که دارای قندهای احیایی بالایی هستند در هنگام سرخ کردن بین اسیدهای آمینه و قندهای احیایی واکنشی (واکنش میلارد) روی می‌دهد که باعث تولید آکریل آمید و تیرگی فرآورده می‌شود و خیساندن تکه‌های سیب‌زمینی به مدت ۱۵ تا۶۰ دقیقه در محلول دو درصد تورین میزان تشکیل آکریل‌آمید را کاهش می‌دهد. تهیه فرنچ‌فرایز در دمای بالا میزان تیرگی فرآورده را افزایش می‌دهد (Pedreschi *et al.*, 2006). میزان درصد قندهای احیایی به شرایط رشد گیاه، ژنوتیپ، درجه بلوغ غده و دمای انبار بستگی دارد (Rezaei and Soltani, 2004). پس از پوست کندن سیب‌زمینی، تیروزین که یک اسید فنولی فاقد رنگ می‌باشد توسط آنزیم فنولاز و طی یک سری از واکنش‌های هیدرولیز و اکسیداسیون آنزیمی، به ملانین سیاه رنگ تبدیل می‌شود. میزان تیرگی و بد رنگ شدن آن به مقدار تیروزین و فعالیت آنزیم فنولاز بستگی دارد (Strehmel *et al.*, 2010). پتاسیم مقدار تیروزین را کاهش می‌دهد ولی گاهی در اثر نیتروژن مقدار تیروزین افزایش می‌یابد. بارندگی نیز مقدار تیروزین را افزایش می‌دهد. تمام عواملی که درصد ماده خشک را کاهش می‌دهد مانند کاربرد پتاسیم، نیتروژن و برداشت غده‌های نارس، حساسیت به لکه سیاه را نیز کاهش می‌دهند (Rezaei and Soltani, 2004). شجاعی و همکاران (Shojaee *et al.*, 2008) نتیجه گرفتند بیشترین مقدار قند احیاءکننده در رقم سانته و بعد از آن رقم آگریا می‌باشد. هادی و همکاران (Hadi *et al.*, 2016) گزارش کردند به نظر می‌رسد با افزایش فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز، مکانیسم‌های دفاعی از جمله لیگنینی شدن و ایجاد پل‌های عرضی هیدروکسی پرولین در دیواره سلول‌های ریشه باعث مقاوم‌سازی بافت‌های ریشه گیاه سیب‌زمینی در برابر قارچ رایزوکتونیا سولانی شود. افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی به‌ویژه پراکسیداز باعث افزایش مقاومت گیاه به تنش آبی می‌شود (Mohavieh Assadi *et al.*, 2020). افزایش دور آبیاری باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و سوپراکسیددیسموتاز در سیب‌زمینی می‌شود (Pourasadollahi *et al.*, 2020). پرولین در بسیاری از گیاهان به عنوان پاسخ طبیعی و ذاتی گیاه به تنش‌های اسمزی و خشکی تولید می‌شود (Miller *et al.*, 2005). باقری و همکاران (Bagheri *et al.*, 2014) نتیجه گرفتند درصد قندهای محلول و محتوای اسید آمینه پرولین غده‌ها در سیب‌زمینی با اعمال تنش خشکی افزایش می‌یابد. هدف از این پژوهش شناسایی ارقام سیب‌زمینی و انتخاب ارقام با عملکرد بالا و صفات کیفی مناسب برای منطقه اردبیل می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش، تعداد ۳۰ ژنوتیپ سیب‌زمینی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات سیب زمینی کشور مستقر در شهرستان اردبیل از نظر صفات کمی و کیفی در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای در سال زراعی ۱۴۰۰ بررسی شدند. هر

کرت شامل دو خط ۵ متری به فاصله دو ردیف ۷۵ سانتی‌متری و با فاصله بین دو بوته ۲۵ سانتی‌متر بود. در ابتدا و انتهای این آزمایش، یک ردیف سیب‌زمینی از رقم آگریا به‌عنوان حاشیه کشت گردید. در طی دوران رشد و پس از برداشت صفات عملکرد غده، میزان قند محلول غده (Somogyi and Nelson, 1952)، میزان پرولین غده (Bates *et al*, 1973)، درصد نشاسته غده (Takahiro *et al.*,2004)، مقدار پروتئین غده (Bartova *et al.*, 2009)، درصد ماده خشک غده (Yildrim and Tokusoglu, 2005)، میزان پلی‌فنیل‌اکسیداز غده (Raymond *et al.*, 1993)، میزان کاتالاز غده (Chance and Maehley, 1955)، میزان سوپراکسیددیسموتاز غده (Bradford, 1976)، مقدار فیبر غده (Horwitz *et al.*, 1970)، میزان نیتروژن غده (Bartova *et al.*, 2009)، مقدار چربی غده، مقدار ویتامین ث غده (Horwitz *et al.*, 1970) و میزان قند احیاء کننده غده (Cottrell *et al.*, 1995)، شکل غده، عمق چشم غده، رنگ پوست و گوشت غده، تیپ پخت، حفره‌ای شدن مرکز غده، زنگ داخلی غده و تغییر رنگ گوشت غده خام بعد از ۲۴ ساعت براساس دستورالعمل ملی آزمون‌های تعیین ارزش زراعی ارقام سیب‌زمینی (Khandan *et al.*, 2011) اندازه‌گیری شدند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov test) بر روی داده‌های اندازه‌گیری شده انجام شد. سپس تجزیه واریانس با نرم‌افزار آماری SAS 9.1 صورت گرفت. مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی اندازه‌گیری شده نشان داد بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات عملکرد غده، میزان قند محلول غده، میزان پرولین غده، درصد نشاسته غده، مقدار پروتئین غده، درصد ماده خشک غده، میزان پلی فنیل اکسیداز غده، میزان کاتالاز غده، میزان سوپراکسید دیسموتاز غده، مقدار فیبر غده، میزان نیتروژن غده، مقدار چربی غده، مقدار ویتامین ث غده و میزان قند احیاء کننده غده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود دارد (جدول ۱). میزان قند محلول غده ژنوتیپ‌های ساوالان، آگریا، ۲۷۶-۸۷۰۲، ۹۰۱۳۷۵، رونا، کایزر، مارفونا، ۹۰۵۷۵، ۱۱۲-۸۷۰۷، ۹۸۱۲۰، ۵۵-۸۷۰۷، ۹۰۱۵۷۵، شیدا ۶، لیپوتیتو ۶، ولیو ۵، کوینگشو ۹، زد-پی-ام و سیب‌زمینی آمریکا قابل قبول و کمتر از ۰/۸ میلی‌مول بود (جدول ۲).

رقم آگریا برای این صفت به‌عنوان شاهد استاندارد می‌باشد. همان طوری که در جدول ۲ مشاهده می‌شود ژنوتیپ‌های فوق‌الذکر با رقم آگریا هم گروه هستند. می‌توان نتیجه گرفت که این ژنوتیپ‌ها هر چند که از بیشترین مقدار قند محلول برخوردار بودند اما میزان قند محلول قابل قبول داشتند. بر اساس نتایج محققین، اسپیریت و سانته (Mousapour Gorji, 2008)، رقم آتلانتیک (Hassanabadi, 2007)، رقم کنبک (Hassanabadi, 2007)، ارقام ساوالان و تاروس (Alijani and Hassanpanah, 2018b)، ارقام فونتین، ساگیتا و چلنجر (Alijani and Hassanpanah, 2018a) از کمترین میزان قند محلول غده برخوردار بودند. برای تولید چیپس و فرنچ فرایز به غده‌های با درصد قندهای محلول و

احیاءکننده پایین نیاز است (Pedreschi *et al.*, 2006). درصد قند محلول اثر مستقیمی بر رنگ فرآورده‌های سیب‌زمینی دارد. میزان قند در غده‌ها متغیر است و به نوع غده، رسیدگی و حالت فیزیولوژیک آن بستگی دارد (Mirzaei, 2000). ژنوتیپ‌های ۳-۷۰۰۹، ۸۰۰۴-۸۷۰۲، ۹۰۱۳۷۵، رونا، تکتا، ۹۰۵۶۷۵، آنوشا، کایزر، ۱۱۲-۸۷۰۷، ۹۰۱۵۷۵، ۲۶-۸۷۰۷، شیدا ۶، فنگ ۵، کوینگشو ۹، زد-پی-ام، سیب‌زمینی آمریکا، ۲۷۶-۸۷۰۲، ۹۸۱۲۰، جلی، سیب‌زمینی آیداهو، آتوسا، آگریا، لیپوتیتو ۶ و ۲۹-۸۷۰۷ از بیشترین میزان پرولین غده برخوردار بودند (جدول ۲).

ژنوتیپ‌های آنوشا، رونا، ساوالان، ۲۷۶-۸۷۰۲، ۹۰۱۳۷۵، ۹۰۵۶۷۵، آتوسا، ۹۰۵۷۵، ۹۸۱۲۰، ۵۵-۸۷۰۷، لیپوتیتو ۶، ولیو ۵، فنگ ۵، کوینگشو ۹، ۸۰۰۴-۸۷۰۲، آگریا و ۳-۷۰۰۹ نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها دارای درصد نشاسته غده بیشتر بودند و در گروه مشترک قرار گرفتند (جدول ۲). ارقام الس و کوراس (Hassanpanah *et al.*, 2006)، رقم ساتینا (Daraei Garmakhani *et al.*, 2010)، ارقام آگریا، فونتین، کاروسو، ساگیتا و چلنجر (Alijani and Hassanpanah, 2018a) برای صنعت نشاسته انتخاب شده‌اند. هر چه قدر میزان درصد ماه خشک غده بیشتر باشد، درصد نشاسته نیز بیشتر خواهد بود (Alijani and Hassanpanah, 2018a). از لحاظ مقدار پروتئین غده ژنوتیپ‌های جلی، ساوالان، ۳-۷۰۰۹، رونا، ۸۰۰۴-۸۷۰۲، ۲۹-۸۷۰۷، ۹۸۱۲۰، ۹۰۵۶۷۵، آتوسا، ۲۷۶-۸۷۰۲، ۹۰۱۵۷۵، ولیو ۵، فنگ ۵ و زد- پی- ام در گروه مشترک قرار داشتند (جدول ۲).

شاهوردی عقیلی (Shahverdi Aghighi *et al.*, 2007) ارقام آئوزونیا، کوزیما، فیانا و مورن را از نظر پروتئین بالاترین مقدار معرفی کردند. بیشترین عملکرد غده مربوط به‌ژنوتیپ‌های ۳-۷۰۰۹، تکتا، ۹۸۱۲۰، ۹۰۵۶۷۵ و ۱۱۲-۸۷۰۷ بود (جدول ۲). میزان پلی‌فنیل‌اکسیداز غده ژنوتیپ‌های جلی، جاوید، ساوالان، ۳-۷۰۰۹، رونا، ۹۰۵۶۷۵، کایزر، ۱۱۲-۸۷۰۷، ۵۵-۸۷۰۷، ۹۰۱۵۷۵، شیدا ۶، لیپوتیتو ۶، فنگ ۵، زد-پی-ام، آتوسا، آنوشا، مارفونا، ۸۰۰۴-۸۷۰۲، ۹۰۵۷۵، ۲۹-۸۷۰۷، سیب‌زمینی آداهو، سیب‌زمینی آمریکا و ولیو ۵ دارای بیشترین مقدار بودند (جدول ۲). از لحاظ میزان کاتالاز غده ژنوتیپ‌های جلی، جاوید، ساوالان، آگریا، ۳-۷۰۰۹، ۲۷۶-۸۷۰۲، ۸۰۰۴-۸۷۰۲، ۲۹-۸۷۰۷، رونا، تکتا، آنوشا، کایزر، ۹۰۵۷۵، ۱۱۲-۸۷۰۷، ۹۸۱۲۰، ۵۵-۸۷۰۷، ۹۰۱۵۷۵، ۲۶-۸۷۰۷، شیدا ۶، لیپوتیتو ۶، ولیو ۵، فنگ ۵، زد-پی-ام، سیب‌زمینی آداهو، ۹۰۵۶۷۵، آتوسا و سیب‌زمینی آمریکا در گروه مشترک قرار داشتند و دارای بیشترین مقدار بودند (جدول ۲). از لحاظ میزان سوپراکسید دیسموتاز غده ژنوتیپ‌های جلی، جاوید، ساوالان، ۲۷۶-۸۷۰۲، ۸۰۰۴-۸۷۰۲، ۲۹-۸۷۰۷، رونا، تکتا، ۹۰۵۶۷۵، آنوشا، آتوسا، کایزر، مارفونا، ۹۰۵۷۵، ۱۱۲-۸۷۰۷، ۹۸۱۲۰، ۵۵-۸۷۰۷، ۹۰۱۵۷۵، ۲۶-۸۷۰۷، شیدا ۶، لیپوتیتو ۶، ولیو ۵، فنگ ۵، کوینگشو ۹، زد-پی-ام، سیب‌زمینی آمریکا و سیب‌زمینی آداهو دارای بیشترین مقدار بودند و در گروه مشترک قرار داشتند (جدول ۲). مقدار فیبر غده ژنوتیپ‌های ۲۷۶-۸۷۰۲، ۹۰۱۳۷۵، ۹۸۱۲۰، ۹۰۱۵۷۵، ولیو ۵ و کوینگشو ۹ بیشتر بود (جدول ۲).

از لحاظ میزان نیتروژن غده ژنوتیپ ۲۹-۸۷۰۷، از لحاظ مقدار ویتامین ث غده ژنوتیپ‌های جلی، جاوید، ۳-۷۰۰۹، ۸۰۰۴-۸۷۰۲، ۲۷۶-

۸۷۰۲، تکتا، آنوشا، ۹۸۱۲۰، ولیو ۵ و فنگ ۵، از لحاظ مقدار چربی غده ژنوتیپ‌های جلی، جاوید، ساوالان، آگریا، ۳-۷۰۰۹، ۲۷۶-۸۷۰۲، ۸۰۰۴-۸۷۰۲، ۲۹-۸۷۰۷، ۹۰۱۳۷۵، رونا، تکتا، ۹۰۵۶۷۵، آنوشا، آتوسا، کایزر، مارفونا، ۹۰۵۷۵، ۱۱۲-۸۷۰۷، ۹۸۱۲۰، ۵۵-۸۷۰۷، ۹۰۱۵۷۵، ۲۶-۸۷۰۷، شیدا ۶، لیپوتیتو ۶، ولیو ۵، فنگ ۵، کوینگشو ۹، سیب‌زمینی آمریکا و سیب‌زمینی آداهو دارای بیشترین مقدار بودند (جدول ۲). ژنوتیپ‌های جلی، جاوید، ۳-۷۰۰۹، ۸۰۰۴-۸۷۰۲، ۲۷۶-۸۷۰۲، رونا، تکتا، آنوشا، کایزر، ۹۸۱۲۰، ولیو ۵ و فنگ ۵ از بیشترین مقدار ویتامین ث برخوردار بودند (جدول ۲).

میزان قند احیاء کننده غده ژنوتیپ‌های جلی، ساوالان، آگریا، ۳-۷۰۰۹، ۲۷۶-۸۷۰۲، ۹۰۱۳۷۵، رونا، تکتا، ۹۰۵۶۷۵، آنوشا، آتوسا، کایزر، مارفونا، ۹۰۵۷۵، ۹۸۱۲۰، ۵۵-۸۷۰۷، ۹۰۱۵۷۵، شیدا ۶، لیپوتیتو ۶، ولیو ۵، فنگ ۵، کوینگشو ۹ و زد-پی-ام بیشتر بود و در یک گروه مشترک با شاهد (میزان قند احیاءکننده قابل قبول قرار گرفتند (جدول ۲). ژنوتیپ‌های ساوالان، ۳-۷۰۰۹، ۹۰۱۳۷۵، رونا، ۹۰۵۶۷۵ و ۲۶-۸۷۰۷ شکل غده گرد، ژنوتیپ‌های آنوشا، آتوسا، مارفونا، ۹۰۵۷۵ و ۵۵-۸۷۰۷ شکل غده تخم‌مرغی، ژنوتیپ‌های جلی، جاوید، ۸۰۰۴-۸۷۰۲، ۲۷۶-۸۷۰۲، ۲۹-۸۷۰۷، تکتا، ۹۸۱۲۰، ۹۰۱۵۷۵، شیدا ۶، ، ولیو ۵، فنگ ۵، کوینگشو ۹، زد-پی-ام و سیب‌زمینی آداهو شکل غده گرد تخم‌مرغی و ژنوتیپ‌های آگریا، کایزر، ۱۱۲-۸۷۰۷ و لیپوتیتو ۶ و سیب‌زمینی آمریکا شکل غده تخم‌مرغی کشیده داشتند (شکل ۳).

علیجانی و حسن‌پناه (Alijani and Hassanpanah, 2018a,b) گزارش کردند غده تخم‌مرغی کشیده از جمله ارقام آگریا، ساگیتا و چلنجر برای مصرف سرخ کردنی و فرنچ‌فرایز و ارقام با غده‌های گرد و گرد تخم‌مرغی از جمله رقم فونتین برای مصرف سرخ کردنی و چیپس مناسب‌ترند. رنگ گوشت غده ژنوتیپ ۹۰۱۵۷۵ سفید، ژنوتیپ ۹۰۵۶۷۵ زرد کرمی، ژنوتیپ‌های آگریا، آتوسا، ۵۵-۸۷۰۷ و ۲۶-۸۷۰۷ زرد تیره، ژنوتیپ‌های جلی، جاوید، ساوالان، ۳-۷۰۰۹، ۸۰۰۴-۸۷۰۲، ۲۷۶-۸۷۰۲، ۲۹-۸۷۰۷، ۹۰۱۳۷۵، رونا، تکتا، آنوشا، کایزر، مارفونا، ۹۰۵۷۵، ۱۱۲-۸۷۰۷، ۹۸۱۲۰، شیدا ۶، لیپوتیتو ۶، ولیو ۵، فنگ ۵، کوینگشو ۹، زد-پی-ام، سیب-زمینی آمریکا و سیب‌زمینی آداهو زرد بودند (شکل ۳). رنگ پوست غده ژنوتیپ سیب‌زمینی آداهو قرمز، ژنوتیپ کوینگشو ۹ قرمز تیره، ژنوتیپ شیدا ۶ بنفش تیره، ژنوتیپ‌های کایزر، ولیو ۵ و زد-پی-ام زرد روشن، ژنوتیپ‌های رونا و تکتا کرمی سرخابی و ژنوتیپ‌های جلی، ۹۰۵۶۷۵، ۵۵-۸۷۰۷، ۹۰۱۵۷۵ و ۲۶-۸۷۰۷ زرد کرمی و ژنوتیپ‌های جلی، جاوید، ساوالان، آگریا، ۳-۷۰۰۹، ۸۰۰۴-۸۷۰۲، ۲۷۶-۸۷۰۲، ۲۹-۸۷۰۷، ۹۰۱۳۷۵، ۹۰۵۶۷۵، آنوشا، آتوسا، مارفونا، ۹۰۵۷۵، ۱۱۲-۸۷۰۷، ۹۸۱۲۰، ۵۵-۸۷۰۷، ۹۰۱۵۷۵، ۲۶-۸۷۰۷، لیپوتیتو ۶، فنگ ۵ و سیب‌زمینی آمریکا زرد می‌باشد (شکل ۳).

یکی از مهم‌ترین صفات برای تعیین نوع مصرف سیب‌زمینی، درصد ماده خشک غده می‌باشد. ژنوتیپ‌هایی برای چیپس، خلال و سرخ کردنی مناسب هستند که ماده خشک غده آن بیش از ۱۹ درصد باشد. هر چه درصد ماده خشک بیشتر باشد در هنگام فرآوری، آب کمتری تبخیر می‌شود و میزان تولید فرآورده از آن بهتر خواهد بود. همچنین به انرژی کمتری برای تبخیر آب

اضافی نیاز خواهد داشت. هرچه میزان ماده خشک بالاتر باشد به هنگام فرآوری میزان مصرف روغن پایین خواهد بود. با افزایش درصد ماده خشک غده، بازدهی فرآوری بیشتر، زمان پخت کوتاه‌تر، بافت سیب‌زمینی بهتر و در صورت استفاده برای چیپس و فرنچ‌فرایز، میزان جذب روغن کمتر می‌شود (Haverkort *et al.*, 2002).

ژنوتیپ‌های ساوالان، ۹۰۱۳۷۵، رونا، آنوشا، ۱۱۲-۸۷۰۷، ۹۸۱۲۰، لیپوتیتو ۶، ولیو ۵، فنگ ۵، کوینگشو ۹ و سیب‌زمینی آمریکا از درصد ماده خشک غده بالا (بیشتر از ۲۲ درصد) برخوردار بودند (جدول ۲). این ژنوتیپ‌ها دارای بافت غده‌ای خیلی آردی (تیپ D) هستند (جدول ۳). بافت غده‌های این گروه گاهی اوقات در اثر آب‌پز شدن سطح غده کاملاً ترک برداشته و دچار وارفتگی می‌شود. ساختمان بافت غده معمولاً به‌صورت دانه‌های نسبتاً درشت مشاهده می‌شود. ژنوتیپ‌های این گروه برای مصارف چیپس مورد استفاده قرار می‌گیرند. بر اساس نتایج محققین، کلون ۶۹ داخلی (Bolandi and Hamidi, 2016)، ارقام اسپیریت و سانته (Mousapour Gorji, 2008)، رقم آتلانتیک (Hassanabadi, 2007) و ارقام ساوالان و تاروس (Alijani and Hassanpanah, 2018b) مناسب برای تولید چیپس در نظر گرفته شده‌اند. ژنوتیپ‌های جلی، آگریا، ۳-۷۰۰۹، ۸۰۰۴-۸۷۰۲، ۲۷۶-۸۷۰۲، ۲۹-۸۷۰۷، ۹۰۵۷۵، ۹۰۵۶۷۵، ۲۶-۸۷۰۷ و زد-پی-ام دارای ماده خشک بین ۲۱ تا ۲۱/۹۹ درصد بودند (جدول ۲). این ژنوتیپ‌ها دارای بافت غده‌ای آردی (تیپ C) هستند و برای مصارف خلال و سرخ کردنی مناسب می‌باشند.

بر اساس نتایج محققین رقم آگریا (Daraei Hassanpanah *et* ؛ Garmakhani *et al.*, 2010 *al.*, 2006)، ارقام جلی، مارلا، کلمبوس، آگریا و اسپونت (Mousapour Gorji, 2008)، رقم کنبک (Hassanabadi, 2007)، رقم مارکیز (Sajedi *et al.*, 2009) و ارقام فونتین، ساگیتا و چلنجر (Alijani and Hassanpanah, 2018a) برای تولید خلال توصیه شده‌اند. ژنوتیپ‌های جاوید، تکتا، آتوسا، کایزر، مارفونا، شیدا۶، ۹۰۱۵۷۵ و سیب زمینی آداهو درصد ماده خشک غده بین ۱۸ تا ۲۰ درصد داشتند و دارای تیپ B بودند و برای مصارف سالاد و کنسروی 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 قابل استفاده هستند. برای مصارف سالاد و کنسروی از غده‌هایی با درصد ماده خشک پایین استفاده می‌شود. غده‌های با ماده خشک پایین، روغن زیادی مصرف می‌کنند (Mirzaei, 2000).

حسن‌پناه و همکاران (Hassanpanah *et al.*, 2006) ارقام پیکاسو، رومانو، کوزیما، دراگا و ایلونا را برای مصارف کنسروی توصیه نمودند. کلیه ژنوتیپ‌های مورد بررسی عمق چشم غده سطحی، حفره‌ای شدن مرکز غده خیلی جزیی و زنگ داخلی غده خیلی کم داشتند (شکل ۳).

تغییر رنگ گوشت غده خام پس از ۲۴ ساعت کلیه ژنوتیپ‌ها به جزء ژنوتیپ ۲۹-۸۷۰۷ کم بودند (شکل ۳). ژنوتیپ‌های جلی، جاوید، ساوالان، آگریا، ۲۷۶-۸۷۰۲، ۹۰۱۳۷۵، رونا، تکتا، ۹۰۵۶۷۵، آنوشا، آتوسا، کایزر، ۹۰۵۷۵، ۱۱۲-۸۷۰۷، ۹۸۱۲۰، ۹۰۱۵۷۵، سیب‌زمینی آمریکا و سیب‌زمینی آداهو دارای گروه رسیدگی متوسط دیررس بودند (شکل ۳). ژنوتیپ‌های ۳-۷۰۰۹، ۸۰۰۴-۸۷۰۲، ۲۹-۸۷۰۷، مارفونا، ۵۵-۸۷۰۷، شیدا ۶، لیپوتیتو ۶، ولیو ۵، فنگ ۵،

کوینگشو ۹ و زد-پی-ام از گروه متوسط زودرس هستند (شکل ۳). براساس نتایج تجزیه به عامل‌ها، ژنوتیپ‌های ساوالان، رونا، کوینگشو ۹، ۹۰۱۳۷۵، لیپوتیتو ۶ و ۵۵-۸۷۰۷ از لحاظ درصد ماده خشک غده، درصد نشاسته غده، میزان قندهای احیایی غده و میزان قندهای محلول غده دارای بیشترین مقدار بودند (شکل ۱ و ۲). بیشترین مقدار صفات مقدار ویتامین ث غده، مقدار پروتئین غده، عملکرد غده و مقدار فیبر غده مربوط به ژنوتیپ‌های ۸۰۰۴-۸۷۰۲، ۲۷۶-۸۷۰۲، ۹۰۵۶۷۵، آنوشا، آتوسا، ۹۰۵۷۵، ۹۸۱۲۰، ۲۶-۸۷۰۷، ولیو ۵، فنگ ۵ و سیب‌زمینی آمریکا بود (شکل ۱ و ۲). ژنوتیپ‌های آگریا، شیدا ۶، ۳-۷۰۰۹ و ۹۰۱۵۷۵ از لحاظ میزان پلی فنیل اکسیداز غده از بیشترین مقدار برخوردار بودند (شکل ۱ و ۲).

میزان سوپراکسید دیسموتاز غده، میزان نیتروژن غده، مقدار چربی غده، میزان پرولین غده و میزان کاتالاز غده در ژنوتیپ‌های جلی، جاوید، تکتا، کایزر، مارفونا، ۲۹-۸۷۰۷، ۱۱۲-۸۷۰۷، سیب‌زمینی آداهو و زد-پی-ام دارای بیشترین مقدار بودند (شکل ۱ و ۲). بر اساس نتایج تجزیه کلاستر در گروه اول ژنوتیپ‌های شماره ۱ (جلی)، ۲۲ (۲۶-۸۷۰۷)، ۲۸ (زد-پی-ام)، ۴ (آگریا)، ۱۵ (کایزر)، ۸ (۲۹-۸۷۰۷)، ۱۶ (مارفونا)، ۲۰ (۵۵-۸۷۰۷)، ۲۴ (لیپوتیتو ۶) و ۲۹ (سیب‌زمینی آمریکا)؛ در گروه دوم ژنوتیپ‌های شماره ۲ (جاوید)، ۲۱ (۹۰۱۵۷۵)، ۲۳ (شیدا ۶)، ۳۰ (سیب‌زمینی آداهو)، ۶ (۸۰۰۴-۸۷۰۲)، ۲۵ (ولیو ۵)، ۹ (۹۰۱۳۷۵)، ۱۳ (آنوشا)، ۲۶ (فنگ ۵) و ۱۷ (۹۰۵۷۵) و در گروه سوم ژنوتیپ‌های شماره ۳ (ساوالان)، ۱۰ (رونا)، ۷ (۲۷۶-۸۷۰۲)، ۲۷ (کوینگشو ۹)، ۱۹ (۹۸۱۲۰)، ۵ (۳-۷۰۰۹)، ۱۲ (۹۰۵۶۷۵)، ۱۸ (۱۱۲-۸۷۰۷)، ۱۴ (آتوسا) و ۱۱ (تکتا) قرار داشتند (شکل ۳). ژنوتیپ‌های گروه اول از نظر میانگین صفات میزان قند محلول غده، میزان کاتالاز غده، مقدار نیتروژن غده، مقدار چربی غده و میزان قندهای احیایی غده؛ ژنوتیپ‌های گروه دوم از نظر میانگین صفات مقدار پروتئین غده، عملکرد غده، میزان کاتالاز غده، مقدار فیبر غده و مقدار ویتامین ث و ژنوتیپ‌های گروه سوم از نظر میانگین صفات میزان پرولین غده، درصد نشاسته غده، مقدار پروتئین غده، درصد ماده خشک غده، عملکرد غده، میزان پلی فنیل اکسیداز غده، میزان سوپراکسید دیسموتاز غده، مقدار فیبر غده، مقدار نیتروژن غده، مقدار ویتامین ث و میزان قندهای احیاء کننده غده بیشتر از میانگین کل بودند (جدول ۴). با توجه به اهمیت صفات مقدار پروتئین غده، درصد ماده خشک غده، عملکرد غده و مقدار ویتامین ث گروه سوم انتخاب شد.

همبستگی میزان قند محلول غده با درصد ماده خشک غده، میزان قند احیاءکننده غده مثبت و معنی‌دار و با میزان سوپراکسید دیسموتاز و مقدار ویتامین ث غده منفی و معنی‌دار بود. همبستگی میزان پرولین غده با عملکرد غده مثبت و معنی‌دار و با میزان نیتروژن غده منفی و معنی‌دار بود. همبستگی مقدار نشاسته غده با صفات درصد ماده خشک غده و میزان قند احیاءکننده غده مثبت و معنی‌دار بدست آمد. ماده خشک غده سیب‌زمینی بخش جامد باقی‌مانده پس از خشک شدن غده‌ها که بیشترین مقدار را نشاسته تشکیل می‌دهد (Liu *et al.*, 2007). در حقیقت نشاسته حدود ۸۰-۶۰ درصد ماده خشک غده سیب‌زمینی می‌باشد. دارایی گرمه‌خانی و همکاران (Daraei Garmakhani *et al.*, 2010)

گزارش کردند رقم آگریا دارای بیشترین درصد ماده خشک و نشاسته بود. حسن‌پناه و همکاران (Hassanpanah *et al.*, 2006) اعلام نمودند ارقام سیب‌زمینی با درصد ماده خشک غده بیشتر، از درصد نشاسته غده بالا نیز برخودار هستند. ایشان ارقام الس و کوراس را به عنوان ارقام با درصد ماده خشک و نشاسته بیشتر گزارش کردند. همبستگی درصد ماده خشک غده با میزان نیتروژن غده منفی و معنی‌دار و با میزان قند احیاء کننده غده مثبت و معنی‌دار می‌باشد. میزان پلی‌فنیل‌اکسیداز غده با صفات مقدار فیبر غده، مقدار چربی غده و میزان قند احیاءکننده غده مثبت و معنی‌دار و با میزان نیتروژن غده رابطه منفی و معنی‌دار داشت. همبستگی مقدار کاتالاز غده و میزان سوپراکسید دیسموتاز غده و مقدار ویتامین ث غده مثبت و معنی‌دار بود. میزان سوپراکسید دیسموتاز غده با مقدار فیبر غده رابطه منفی و معنی‌دار و با مقدار چربی غده همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. رابطه بین مقدار فیبر غده با صفات مقدار چربی غده منفی و معنی‌دار و با مقدار ویتامین ث غده مثبت و معنی‌دار و همبستگی بین مقدار ویتامین ث غده و میزان قند احیاءکننده غده منفی و معنی دار بود (جدول ۵).

شاهوردی عقیلی (Shahverdi Aghighi *et al.*, 2007) گزارش همبستگی مقدار پروتئین غده با صفات مقدار فیبر غده و میزان نیتروژن غده مثبت و معنی‌دار و با میزان قند احیاءکننده غده منفی و معنی‌دار بود. براساس نتایج به‌دست آمده در این تحقیق، ارقام سیب‌زمینی برای فرآوری مناسب هستند که از ماده خشک، میزان پرولین، درصد نشاسته، مقدار ویتامین ث، مقدار پروتئین، میزان سوپراکسید دیسموتاز و میزان کاتالاز غده بیشتر و میزان قند احیاءکننده، میزان نیتروژن، میزان پلی فنیل‌اکسیداز، مقدار فیبر و مقدار چربی غده کمتر برخوردار باشند که با نتایج حسن‌پناه و همکاران (Hassanpanah *et al.*, 2006) مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش، بیشترین عملکرد غده مربوط به ژنوتیپ‌های ۳-۷۰۰۹، رونا، تکتا، ۹۰۵۶۷۵ و ۱۱۲-۸۷۰۷ بود. این ژنوتیپ‌ها دارای عمق چشم غده سطحی، حفره‌ای شدن مرکز غده خیلی جزیی و زنگ داخلی غده خیلی کم، میزان قند احیاءکننده غده قابل قبول، مقدار پروتئین غده، ویتامین ث و مقدار چربی غده بیشتر بودند و از لحاظ درصد ماده خشک غده در چهار گروه قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های ۳-۷۰۰۹ و ۹۰۵۶۷۵ دارای ماده خشک بین ۲۱ تا ۲۱/۹۹ درصد با شکل غده گرد، مناسب برای چیپس، ژنوتیپ ۱۱۲-۸۷۰۷ با درصد ماده خشک غده بیشتر از ۲۲ درصد با شکل غده تخم‌مرغی کشیده مناسب برای فرنچ فرایز، ژنوتیپ رونا با درصد ماده خشک غده بیشتر از ۲۲ درصد با شکل غده گرد تخم‌مرغی مناسب برای چیپس و و ژنوتیپ تکتا با درصد ماده خشک غده بین ۱۸ تا ۲۰ درصد با شکل غده گرد تخم‌مرغی مناسب برای سالاد و کنسرو تعیین شدند. ژنوتیپ‌های رونا و ۳-۷۰۰۹ دارای بیشترین مقدار پروتئین و ویتامین ث غده بودند. ژنوتیپ‌های رونا، تکتا، ۹۰۵۶۷۵ و ۱۱۲-۸۷۰۷ از گروه رسیدگی متوسط دیررس و ژنوتیپ ۳-۷۰۰۹ از گروه رسیدگی متوسط زودرس هستند. ژنوتیپ‌های پرمحصول دارای میزان پرولین غده، میزان کاتالاز غده و میزان سوپراکسید دیسموتاز غده بیشتر بودند. به نظر می‌رسد این ژنوتیپ‌ها در شرایط کم‌آبی نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها، تحمل بیشتری داشته باشند. با توجه به بحران آب در کشور و بالا

بودن میزان پرولین، کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز غده در این ژنوتیپ‌ها، ضروری هست در شرایط کم‌آبی نیز بررسی‌هایی صورت گیرد.

سپاس‌گزاری

بدین‌وسیله از تمامی حمایت‌ها و مساعدت‌های مالی مدیریت موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی

Table 1- Variance analysis of evaluated quantitative and qualitative traits in potato genotypes

منابع تغییر S.O.V.	درجه آزادی df	عملکرد غده Tuber yield	میزان قند محلول غده Tuber soluble sugar amount	میزان پرولین غده Tuber proline amount	درصد نشاسته غده Tuber starch percentage	مقدار پروتئین غده Tuber protein amount	درصد ماده خشک غده Tuber dry matter percentage	میزان پلی فنیل اکسیداز غده Tuber polyphenol oxidase activities amount
تکرار Rep.	2	0.84	0.006	0.00005	1.76	0.00005	0.89	0.13
ژنوتیپ Genotypes	29	48.90**	0.006*	0.000102**	5.43**	0.00019**	5.78**	0.319*
خطا Error	58	2.7	0.004	0.000083	1.20	0.00003	1.13	0.20
ضریب تغییرات (%) C.V.		11.89	8.26	12.19	10.89	11.15	9.85	9.55

**و *معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

*, ** : Significant at 5% and 1% probability levels.

جدول ۲- میانگین صفات کمی و کیفی مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی

Table 2- Mean of evaluated quantitative and qualitative traits in potato genotypes

شماره no.	ژنوتیپ Genotype	میزان قند محلول غده Tuber soluble sugar amount(mM)		میزان پرولین غده Tuber prolineamount ($mg.g^{-1}$)		درصد نشاسته غده Tuberstarch percentage (%)		مقدار پروتئین غده Tuber proteinamount ($mg.g^{-1}$)		درصد ماده خشک غده Tuber dry matter percentage (%)		عملکرد غده Tuber yield ($t.ha^{-1}$)		میزان پلی فنیل اکسیداز غده Tuber polyphenol oxides (unite/mg protein)	
1	Jelli	0.640	bc	0.057	abc	14.06	cd	0.133	a-d	20.29	b-f	30.31	kjl	4.3	ab
2	Javid	0.645	bc	0.051	bc	13.68	cd	0.136	b-f	19.85	c-f	35.66	c-h	3.8	ab
3	Savalan	0.712	abc	0.054	bc	16.14	a-d	0.141	a-e	22.34	a-d	36.88	c-f	4.6	a
4	Agria	0.761	a	0.058	abc	14.90	a-d	0.125	efg	21.10	b-f	29.62	klm	3.7	ab
5	7009-3	0.645	bc	0.069	ab	14.63	a-d	0.146	ab	20.88	b-f	37.95	a-e	4.3	ab
6	8702-8004	0.614	bc	0.067	abc	15.10	a-d	0.146	ab	21.37	b-f	33.33	ghi	3.5	ab
7	8702-276	0.654	abc	0.056	abc	15.57	a-d	0.138	a-e	21.83	a-f	36.00	c-h	3.6	ab
8	8707-29	0.618	de	0.059	abc	13.11	cd	0.146	ab	19.22	ef	29.87	jkl	3.6	ab
9	901375	0.712	abc	0.062	abc	15.57	a-d	0.129	c-g	21.84	a-e	33.06	ghi	3.4	b
10	Rona	0.719	abc	0.074	a	16.14	a-d	0.142	b-g	22.49	abc	37.99	a-e	4.4	ab
11	Takta	0.615	bc	0.063	abc	13.11	cd	0.123	fg	19.23	ef	40.47	a	3.7	ab
12	905675	0.631	bc	0.062	abc	15.76	a-d	0.139	a-f	22.08	a-e	38.69	a-d	4.0	ab
13	Anosha	0.615	bc	0.063	abc	16.43	abc	0.137	b-f	22.88	ab	35.00	f-i	3.5	ab
14	Atosa	0.616	bc	0.058	abc	15.80	a-d	0.138	a-f	22.12	a-d	40.00	ab	3.7	ab
15	Caeser	0.653	abc	0.061	abc	14.06	cd	0.136	b-g	20.29	b-f	28.31	lmn	4.3	ab
16	Marfona	0.663	abc	0.052	bc	13.68	cd	0.124	fg	19.88	c-f	25.67	n	3.6	ab
17	90575	0.660	abc	0.051	bc	16.11	a-d	0.132	b-g	23.00	ab	34.28	f-i	3.5	ab
18	8707-112	0.655	abc	0.061	abc	14.50	bcd	0.134	b-g	20.76	b-f	39.00	abc	4.1	ab
19	98120	0.664	abc	0.057	abc	17.80	a	0.142	a-d	24.29	a	37.77	a-e	3.6	bcd
20	8707-55	0.752	ab	0.049	c	17.56	ab	0.136	b-g	22.98	ab	28.33	lmn	3.8	ab
21	901575	0.657	abc	0.068	ab	12.94	cd	0.154	a	19.16	f	33.14	ghi	3.8	ab
22	8707-26	0.601	c	0.066	abc	14.43	bcd	0.129	c-g	20.67	b-f	29.11	lm	3.7	ab
23	Shida 6	0.716	abc	0.061	abc	13.30	cd	0.121	g	19.45	d-f	34.22	f-i	4.2	ab
24	Lipoteto 6	0.742	abc	0.059	abc	16.33	abc	0.136	b-f	22.61	abc	28.99	kl	3.8	ab
25	Wulive 5	0.664	abc	0.056	abc	15.95	a-d	0.142	a-d	22.20	a-d	32.34	i-h	3.6	ab
26	Feng 5	0.643	bc	0.061	abc	16.10	a-d	0.141	a-e	22.30	a-d	34.23	f-i	4.2	ab
27	Qingshu 9	0.712	abc	0.066	abc	15.95	a-d	0.132	b-g	22.22	a-d	36.77	c-g	3.4	b
28	Z-CH-M	0.651	abc	0.064	abc	13.97	cd	0.145	abc	20.30	b-f	30.12	jkl	3.8	ab
29	American Potato	0.651	abc	0.054	bc	16.38	abc	0.133	b-g	22.68	abc	27.60	mn	3.6	ab
30	Idaho Potato	0.608	bc	0.058	abc	13.40	cd	0.128	c-f	19.45	efd	33.72	g-i	3.6	ab

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

In each column the means with similar letters base on Duncan test are not significantly different at the 5% level.

ادامه جدول۲-

Table 2- Continued

شماره ژنوتیپ Genotype no.	ژنوتیپ Genotypes	میزان کاتالاز غده Tuber catalase amount (µmol H2O2/min/mg of protein)		میزان سوپراکسید دیسموتاز غده Tuber superoxide dismutaseamount (unite/mg protein)		مقدار فیبر غده Tuber fiber amount (µmol.g^{-1} fw)		میزان نیتروژن غده Tuber nitrogen amount (mg.g^{-1})		مقدار چربی غده Tuber fat amount (mg.g^{-1})		مقدار ویتامین ث غده Tuber vitamin C amount (mg.g^{-1})		میزان قند احیاء کننده غده Tuber reducing sugar content (g.per 100 g.dm)	
1	Jelli	6.600	ab	6.200	a	0.026	ef	0.016	c-f	0.619	a	12.12	a	0.674	ab
2	Javid	7.000	a	5.890	ab	0.027	d-f	0.017	cde	0.594	ab	12.15	a	0.644	bc
3	Savalan	6.400	ab	5.600	ab	0.024	ef	0.016	c-f	0.588	ab	11.22	b	0.721	ab
4	Agria	7.100	ab	4.800	b	0.031	b-e	0.014	def	0.535	ab	11.32	b	0.779	a
5	7009-3	6.600	ab	6.100	ab	0.027	ef	0.018	bcd	0.615	a	12.16	a	0.679	ab
6	8702-8004	7.200	a	5.800	ab	0.025	ef	0.022	b	0.582	ab	12.06	a	0.626	c
7	8702-276	6.400	ab	5.300	ab	0.036	abc	0.019	bc	0.531	ab	12.26	a	0.670	ab
8	8707-29	6.200	ab	5.800	ab	0.027	d-f	0.026	a	0.624	a	11.41	b	0.623	c
9	901375	5.200	b	4.800	b	0.032	a-e	0.016	c-f	0.524	ab	11.16	b	0.724	ab
10	Rona	6.300	ab	5.800	ab	0.022	f	0.015	c-f	0.588	ab	12.22	a	0.721	ab
11	Takta	7.100	a	5.890	ab	0.026	ef	0.012	f	0.592	ab	12.16	a	0.651	ab
12	905675	6.100	ab	5.700	ab	0.029	c-f	0.018	bcd	0.586	ab	11.48	b	0.666	ab
13	Anosha	7.300	a	5.700	ab	0.028	c-f	0.012	f	0.592	ab	12.16	a	0.646	ab
14	Atosa	5.900	ab	6.300	ab	0.024	ef	0.013	ef	0.583	ab	11.26	b	0.662	ab
15	Caeser	6.600	ab	6.200	ab	0.026	ef	0.016	c-f	0.619	a	12.12	a	0.674	ab
16	Marfona	6.100	ab	5.000	ab	0.025	ef	0.016	c-f	0.610	a	11.7	b	0.649	ab
17	90575	6.500	ab	5.200	ab	0.026	ef	0.013	ef	0.553	ab	11.18	b	0.649	ab
18	8707-112	6.700	a	5.600	ab	0.028	c-f	0.017	cde	0.540	ab	11.14	b	0.696	ab
19	98120	6.400	ab	5.200	ab	0.040	a	0.016	c-f	0.536	ab	12.28	a	0.675	ab
20	8707-55	6.400	ab	5.800	ab	0.024	ef	0.014	def	0.623	a	11.31	b	0.763	ab
21	901575	6.200	ab	5.400	ab	0.035	a-d	0.017	cde	0.524	ab	11.34	b	0.665	ab
22	8707-26	6.200	ab	5.600	ab	0.028	c-f	0.016	c-f	0.629	a	11.46	b	0.620	c
23	Shida 6	6.200	ab	5.900	ab	0.021	f	0.014	def	0.586	ab	11.24	b	0.723	ab
24	Lipoteto 6	6.400	ab	5.700	ab	0.024	ef	0.013	ef	0.629	a	11.32	b	0.764	ab
25	Wulive 5	6.400	ab	5.200	ab	0.039	ab	0.015	c-f	0.531	ab	12.26	a	0.675	ab
26	Feng 5	6.600	ab	6.100	ab	0.026	ef	0.014	def	0.616	a	12.18	a	0.679	ab
27	Qingshu 9	5.200	b	4.900	ab	0.032	a-e	0.016	c-f	0.524	ab	11.29	b	0.729	ab
28	Z-CH-M	6.200	ab	5.400	ab	0.025	ef	0.017	cde	0.514	b	11.32	b	0.662	ab
29	American Potato	6.500	ab	5.300	ab	0.024	ef	0.012	f	0.554	ab	11.12	b	0.642	bc
30	Idaho Potato	6.100	ab	5.800	ab	0.027	def	0.018	bcd	0.626	a	11.41	b	0.623	c

در هر ستون میانگین‌های با حروف مشابه، براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

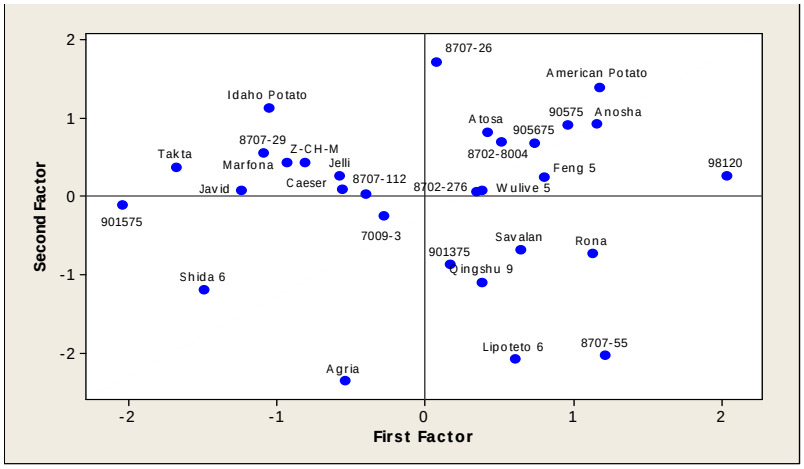
In each column the means with similar letters base on Duncan test are not significantly different at the 5% level.

جدول۳- میانگین صفات کیفی مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی

Table 3- Mean of evaluated qualitative traits in potato genotypes

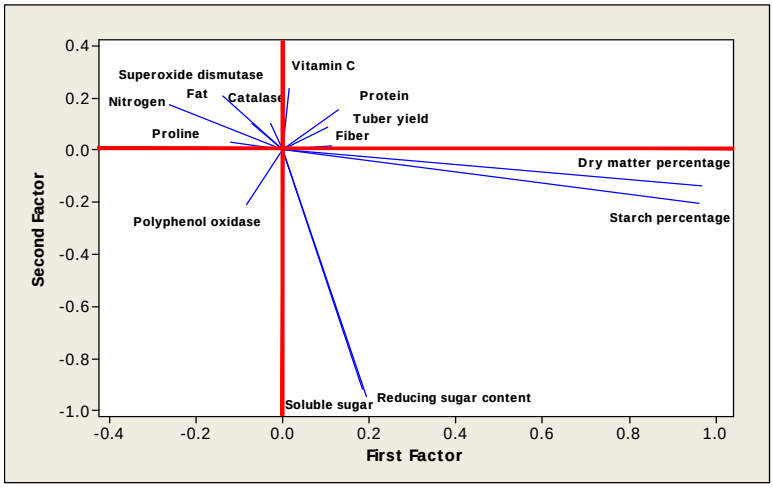
شماره no.	ژنوتیپ Genotype	شکل غده Tuber shape	رنگ گوشت Tuber flesh colour	رنگ پوست Tuber skin olour	تیپ پخت Baking type	تغییر رنگ گوشت غده خام پس از ۲۴ ساعت Discolored of raw tuber flesh after 24 hr	حفره‌ای شدن مرکز غده Tuber hollow heart	زنگ داخلی غده Tuber inner ring	عمق چشم Eye depth	رسیدگی Maturity
1	Jelli	Oval round	Yellow	Creamy Yellow	C*	low	Very low	Very little	shallow	moderately late
2	Javid	Oval round	Yellow	Yellow	B	low	Very low	Very little	shallow	moderately late
3	Savalan	Round	Yellow	Yellow	D	low	Very low	Very little	shallow	moderately late
4	Agria	Long oval	Dark Yellow	Yellow	C	low	Very low	Very little	shallow	moderately late
5	7009-3	Round	Yellow	Yellow	C	low	Very low	Very little	shallow	moderately early
6	8702-8004	Oval round	Yellow	Yellow	C	low	Very low	Very little	shallow	moderately early
7	8702-276	Oval round	Yellow	Yellow	C	low	Very low	Very little	shallow	moderately late
8	8707-29	Oval round	Yellow	Yellow	C	middle	Very low	Very little	shallow	moderately early
9	901375	Round	Yellow	Yellow	D	low	Very low	Very little	shallow	moderately late
10	Rona	Round	Yellow	Creamy pink	D	low	Very low	Very little	shallow	moderately late
11	Takta	Oval round	CreamyYellow	Creamy pink	B	low	Very low	Very little	shallow	moderately late
12	905675	Round	Yellow	CreamyYellow	C	low	Very low	Very little	shallow	moderately late
13	Anosha	Oval	Yellow	Yellow	D	low	Very low	Very little	shallow	moderately late
14	Atosa	Oval	DarkYellow	Yellow	B	low	Very low	Very little	shallow	moderately late
15	Caeser	Long oval	Yellow	Light Yellow	B	low	Very low	Very little	shallow	moderately late
16	Marfona	Oval	Yellow	Yellow	B	low	Very low	Very little	shallow	moderately early
17	90575	Oval	Yellow	Yellow	C	low	Very low	Very little	shallow	moderately late
18	8707-112	Long oval	Yellow	Yellow	C	low	Very low	Very little	shallow	moderately late
19	98120	Oval round	Yellow	Yellow	D	low	Very low	Very little	shallow	moderately late
20	8707-55	Oval	DarkYellow	CreamyYellow	D	low	Very low	Very little	shallow	moderately early
21	901575	Oval round	White	CreamyYellow	B	low	Very low	Very little	shallow	moderately late
22	8707-26	Round	DarkYellow	CreamyYellow	C	low	Very low	Very little	shallow	moderately early
23	Shida 6	Oval round	Yellow	Dark Purple	B	low	Very low	Very little	shallow	moderately early
24	Lipoteto 6	Long oval	Yellow	Yellow	D	low	Very low	Very little	shallow	moderately early
25	Wulive 5	Oval round	Yellow	Light Purple	D	low	Very low	Very little	shallow	moderately early
26	Feng 5	Oval round	Yellow	Yellow	D	low	Very low	Very little	shallow	moderately early
27	Qingshu 9	Oval round	Yellow	Dark Red	D	low	Very low	Very little	shallow	moderately early
28	Z-CH-M	Oval round	Yellow	Light Yellow	C	low	Very low	Very little	shallow	moderately early
29	American Potato	Long oval	Yellow	Yellow	D	low	Very low	Very little	shallow	moderately late
30	Idaho Potato	Oval round	Yellow	Red	B	low	Very low	Very little	shallow	moderately late

D: Very floury C: Floury B: Fairly firm *A: Firm



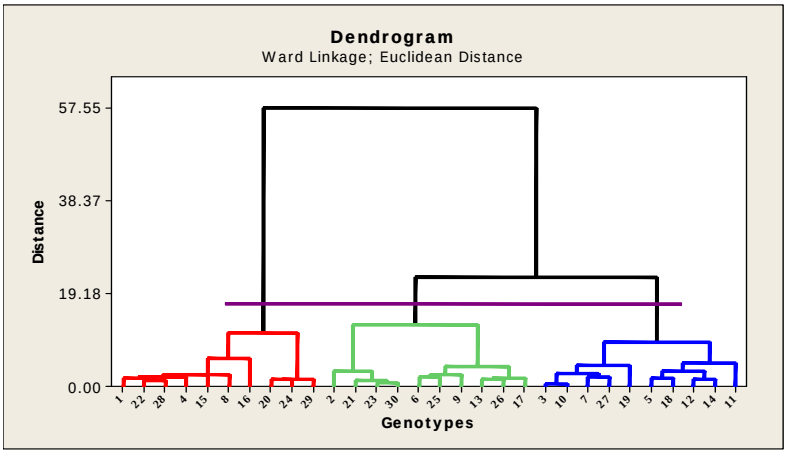
شکل ۱- بای پلات تجزیه به عامل‌های ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی

Figure 1- Bi-plot of factors analysis of potato genotypes



شکل ۲- بای پلات تجزیه به عامل‌های صفات کیفی مورد مطالعه

Figure 2- Bi-plot of factors analysis of qualitative traits studied



شکل ۳- گروه‌بندی ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی بر اساس کلیه صفات مورد مطالعه به روش Ward

Figure 3- Grouping of potato genotypes based on all studied traitsusing Ward method

جدول ۴- انحراف میانگین هر گروه از میانگین کل در صفات ارزیابی شده ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی

Table 4- Deviation of mean each group from the total mean in evaluated traits of potato genotypes

Treits	صفات	انحراف میانگین هرگروه از میانگین کل Deviation of mean each group from the total mean			Total Mean
		Cluster1	Cluster2	Cluster3	
Soluble sugar	قند محلول	0.0102	-0.0096	-0.0007	0.6630
Proline	پرولین	-0.002	-0.0001	0.0021	0.0599
Starch percentage	درصد نشاسته	-0.234	-0.224	0.458	15.0820
Protein	پروتئین	-0.0014	0.0009	0.0006	0.1357
Dry matter percentage	درصد ماده خشک	-0.3233	-0.1753	0.4987	21.3253
Tuber yield	عملکرد غده	-4.7913	0.3137	4.4777	33.5843
Polyphenol oxidase	پلی فنیل اکسیداز	-0.0027	-0.1127	0.1153	3.8227
Catalase	کاتالاز	0.0267	0.0667	-0.0933	6.4033
Superoxide dismutase	سوپراکسید دیسموتاز	-0.0193	-0.0203	0.0397	5.5993
Fiber	فیبر	-0.0018	0.0008	0.001	0.0278
Nitrogen	نیتروژن	000.01	-000.01	000.01	0.0159
Fat	چربی	0.0167	-0.0061	-0.0106	0.5789
Vitamin C	ویتامین ث	-0.107	0.087	0.02	11.6270
Reducing sugar content	میزان قند احیاء کننده	0.0059	-0.0137	0.0079	0.6791

جدول ۵- همبستگی بین صفات مورد مطالعه

Table 5- Correlation between studied traits

Treits صفات	Soluble sugar	Proline	Starch percentage	Protein	Dry matter percentage	Tuber yield	Polyphenol oxidase	Catalase	Superoxide dismutase	Fiber	Nitrogen	Fat	Vitamin C
Tuber soluble sugar amount قندمحلول غده	-												
Tuber prolineamount میزان پرولین غده	-0.141	-											
Tuber starch percentage درصد نشاسته غده	0.365	-0.203	-										
Tuber proteinamount مقدار پروتئین غده	-0.253	0.178	0.123	-									
Tuber dry matter percentage درصد ماده خشک	0.336*	-0.171	0.988**	0.129	-								
Tuber yield عملکرد غده	-0.201	0.396*	0.118	0.099	0.155	-							
Tuber polyphenol oxidase activities پلی‌فنیل اکسیداز غده	0.172	0.186	-0.097	0.068	-0.116	0.157	-						
Tuber catalase amount مقدار کاتالاز غده	-0.217	-0.088	-0.064	0.075	-0.058	0.019	0.168	-					
Tuber superoxide dismutase میزان سوپراکسید دیسموتاز غده	-0.400*	0.148	-0.208	0.175	-0.238	0.208	0.566**	0.333*	-				
Tuber fiber amount مقدار فیبر غده	-0.041	-0.014	0.178	0.349*	0.200	0.161	-0.415*	-0.147	-0.528**	-			
Tuber nitrogen amount میزان نیتروژن غده	-0.306	-0.372*	0.179	0.462**	-0.380*	-0.03	-0.046	-0.107	0.057	0.163	-		
Tuber fat amount مقدار چربی غده	-0.216	-0.072	-0.161	-0.150	-0.213	-0.23	0.357*	0.228	0.695**	-0.585**	0.067	-	
Tuber vitamin C amount ویتامین ث غده	-0.417*	-0.013	-0.021	0.230	-0.015	0.134	0.017	0.495**	0.279	0.367*	0.104	0.167	-
Tuber reducing sugar content میزان قند احیاء کننده غده	0.940**	-0.029	0.382*	-0.324*	0.366*	-0.04	0.379*	-0.176	-0.237	-0.034	-0.352	-0.16	-0.342*

*و **: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

*, ** : Significant at 5% and 1% probability levels.

References منابع مورد استفاده

- Ahmadi, K., H.R. Ebadzadej, F. Hatami, H. Abdshah, and A. Kazemian. 2020. Crops. Ministry of Jihad Agriculture, Deputy of Planning and Economy, Information and Communication Technology Center. 95 pp. (In Persian).
- Alijani, Z., and D. Hassanpanah. 2018a. Selecting a high-yield potato cultivar suitable for consuming French-fries (slices). The First National Conference on new Ideas in Agriculture and Natural Resources. 14 November. (In Persian).
- Alijani, Z., and D. Hassanpanah. 2018b. Determining the high yielding potato cultivar suitable for eating chips and fresh food. The First National Conference on new Ideas in Agriculture and Natural Resources. 14 November. (In Persian).
- Anonymous. 2021. Potato. FAO. FAOSTAT database for agriculture. Available online at: http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E.
- Bagheri, H.R., M.H. Qareineh, Q. Fathi, J. Taii, A. Mohantakesh, and B. Andarzian. 2014. Evaluation of qualitative and physiological traits of potato under the influence of irrigation regimes and nitrogen fertilizer levels. 13th National Iranian Crop Science Congress. 4-6 September 2014, Karaj, Iran. (In Persian).
- Bartova V., J. Barta, J. Divis, J. Svajner, and J. Peterka. 2009. Crude protein content in tubers of starch processing potato cultivars in dependence on different agro-ecological conditions. *Central Eoropean Agriculture*. 10(1): 57-66.
- Bates, L.S., R.P. Waldren, and I.D. Teare. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant Soil*. 39: 205-207.
- Bolandi, A.R., and H. Hamidi. 2016. Evaluation of quantitative and qualitative traits of 18 potato clones. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 14(2): 318-328. (In Persian).
- Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*. 72(1-2): 248-254.
- Chance B., and A.C. Maehley. 1955. Assay of catalases and peroxidas. *Methods in Enzymology*. 2: 764-775.
- Cottrell, J.E., C.M. Duffus, L. Paterson and G.R. Mackay. 1995. Properties of potato starch: effect of genotype and growing conditions. *Phytochemistry*. 40(4): 1057-1064.
- Daraei Garmakhani, A., H.O. Mirzaei, Y. Maghsoudlou, and M. Kashaninejad. 2010. Investigation of the physicochemical properties of three potato varieties of Golestan province and their effects on quality attribute of French fries. *Journal of Food Science and Technology*. 7(24): 1-9. (In Persian).
- Hadi, M.R., M. Jafarinia, and G.R. Balali. 2016. The effects of salicylic acid on the peroxidase, catalase and polyphenoloxidase activities in potato plants infected to *Rizoctonia Solani*. *Journal of Cellular and Molecular Research (Iranian Journal of Biology)*. 29(2): 244-255. (In Persian).
- Haghighati, B., S. Bromand Nasab, and A. Naseri. 2016. Effect of irrigation water amount bon yield, some qualitative characteristics and water productivity of two potato cultivars. *Crop Physiology Journal*. 7(28): 45-60. (In Persian).

- Hassanabadi, H. 2007. Evaluation of adaptation and yield comparison of potato promissing clones in spring cultivation. Final Report of Project. Seed and Plant Improvement Institute. (In Persian).
- Hassanpanah, D., and H. Hassanabadi. 2011. Quantitative traits of potato cultivars in spring and post-harvest barley cultivation Ardabil region. *Journal of Crop Ecophysiology*. 5(12): 27-40. (In Persian).
- Hassanpanah, D., and H. Hassanabadi. 2014. Evaluating quantitative and qualitative traits of promising potato clones and commercial cultivars using the GGE Bi-plot and AMMI models. *Journal of Crop Ecophysiology*. 8(30-2): 149-164.(In Persian).
- Hassanpanah, D., R. Shahriari, and M.B. Khorshidi. 2006. Evaluation of qualitative characteristics of potato cultivars suitable for processing. *Acta Horticulturae*. 699(1): 213-218.
- Haverkort, A.J., C.D. Van Loon, P. Van Eijck, F.P. Scheer, E.P.H.M. Schijvens, H. Uitslag, H.R. Baarveld, A. Campobello, S.R. Liefrink, and H.M.G. Peeten. 2002. On the road to potato processing. NIVAA, The Netherlands. 28 pp.
- Horwitz, W., P. Chichilo, and H. Reynolds. 1970. Official methods of analysis association of analytical chemists. Washington D.C. 1015 pp.
- Khandan, A., S. Mobaser, K. Moslemkhani, and H. Hassanabadi. 2011. National guideline for determine the crop value of potato cultivars. Seed and Plant Certification and Registration Institute. 35 pp. (In Persian).
- Liu, L., B. Xie, S. Cao, E. Yang, X. Xu, and S. Guo. 2007. A-type procyanidins from Litchi chinensis pericarp with antioxidant activity. *Food Chemistry*. 105(4): 1446-1451.
- Miller, G., H. Stein, A. Honig, Y. Kapulnik, and A. Ziberstein. 2005. Responsive modes of *Medicago sativa* proline dehydrogenase genes during salt stress and recovery dictate free proline accumulation. *Journal of Planta*. 222: 70-79.
- Mirzaei, H.O. 2000. Study some of physicochemical, type and oil absorption of produced French fries from three potato variety of Golestan province during production and storage period. Ph.D. Thesis of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Central Science and Research Tehran, 126 pp. (In Persian).
- Mohavieh Assadi, N., E. Bijanzadeh, and A. Behpouri. 2020. Investigation on source size limitation and water stress effects on photosynthetic pigments, enzymatic activity and yield of barley cultivars (*Hordeum vulgare* L.). *Environmental Stresses in Crop Sciences.* 13(2): 357-369. (In Persian).
- Mousapour Gorji, A. 2008. Evaluation of qualitative and quantitative characters of advanced potato cultivars in spring culture. Final Report of Project. Seed and Plant Improvement Institute. (In Persian).
- Parvizi, K.H. 2008. Evaluation of quantitative and qualitative traits of late and early ripening advanced potato cultivars. *Pajouhesh and Sazandegi*. 79(13): 80-90. (In Persian).
- Pedreschi, F., J. Leon, D. Mery, and P. Moyano. 2006. Development of a computer vision system to measure the color of potato chips. *Food Research International*. 39(10): 1092-1098.
- Pourasadollahi, A., A. Siosemardeh, F. Hosseinpanahi, and Y. Sohrabi. 2020. Effect of spraying of growth regulators on water use efficiency, some osmolites and

physiological traits of potato in drought stress conditions. *Plant Process and Function.* 9(35): 329-345. (In Persian).

- Raymond, J., N. Rakariyatham, and J.L. Azanza. 1993. Purification and some properties of polyphenoloxidase from sunflower seeds. *Phytochemistry*. 34(4): 927-931.
- Rezaei, A.M., and A. Soltani. 2004. Potato cultivation. Jihad-e-Daneshghahi (Ferdowsi University of Mashhad). 180 pp. (In Persian).
- Sajedi, N.A., S. Sheikh Alivand, H. Madani, and H. Safari Kamalabadi. 2009. Effect of planting date and nitrogen levels on potato agronomic traits of Marquis cultivar. *Agricultural Modern Findings*. 3(3): 287-301. (In Persian).
- Shahverdi Aghighi, M., S. Maleki Farahani, and B. Mamivand. 2007. Evaluation of changes of protein percentage, lysine and methionine amino acids in potato genotypes and cultivars. *Journal of Plant Ecophysiology*. 9(29): 103-112. (In Persian).
- Shojaee, S., H. Nikoopour, F. Kobarfard, and M. Parsapour. 2008. Effect of potato cultivar on acrylamide formation in potato chips. *Iranian Journal Nutrition Sciences and Food Technology*. 3(1): 65-72. (In Persian).
- Somogyi, J.D., and D. Nelson. 1952. A critical examination of the Nelson-Somogyi method for the determination of reduce sugar. *Analytical Biochemistry*. 15: 373-381.
- Strehmel, N., U. Praeger, C. König, I. Fehrle, A. Erban, M. Geyer, J. Kopka, and J.T. Dongen. 2010. Time course effects on primary metabolism of potato (*Solanum tuberosum* L.) tuber tissue after mechanical impact. *Postharvest Biology and Technology*. 56(2): 109-116.
- Takahiro, N., T. Shogo, M. Motoyuki, T. Shigenobu, M.E. Chie, S. Katsuichi, W.H. Arachichige, H. Akihiro, S. Yasuyuki, and Y. Hiroaki. 2004. The effect of harvest dates on the starch properties of various potato cultivars. *Journal of Food Chemistry*. 86: 119-125.
- Yildrim, Z., and O. Tokusoglu. 2005. Some analytical quality characteristics of potato (*Solanum tuberosum* L.) minitubers (cv. nif) developed via *in vitro* cultivation. *Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry.* 4(3): 916-925.

Research Article DOI:

Evaluation of Quality, Physiological Tuber Yield Traits in Potato Genotypes in Ardabil Region

Davoud Hassanpanah[1]* and Ahmad Mousapour Gorji[2]

Received: January 2022 , Revised: 3 March 2022, Accepted: 24 April 2022

Abstract

In order to evaluate tuber yield and traits related to tuber quality, 30 potato genotypes were studied in a randomized complete block design with three replications at the Potato Research Station of the countrylocated in Ardabil city during 2021 year. During the growing season and after harvest traits of tuber yield, tuber soluble sugar amount, tuber proline amount, tuber starch percentage, tuber protein amount, tuber dry matter percentage, tuber polyphenol oxidase activities amount, tuber catalase amount, tuber superoxide dismutase amount, tuber fiber amount, tuber nitrogen amount, tuber fat amount, tuber vitamin c amount, tuber reducing sugar content, tuber eye depth, tuber shape, tuber skin and flesh color, tuber hollow heart, tuber inner ring, baking type, discolored of raw tuber flesh after 24 h and maturity were measured according to the National Guidelines for Determining the Field Value Tests. There was a significant difference between genotypes in terms of all measured traits. The highest tuber yield was related to genotypes 7009-3, Rona, Takta, 905675 and 8707-112. High-yield genotypes had higher tuber proline amount, tuber catalase amount, tuber fat amount, tuber superoxide dismutase amount and acceptable tuber reducing sugar content, tuber eye depth, tuber hollow heart very minor and the internal rust of the tuber was very low. The Rona, Takta, 905675 and 8707-112 genotypes belong to the moderately late maturity group and 7009-3 genotypes belong to the moderately early maturity group. Genotypes 7009-3 and 905675 with dry matter between 21 to 21.99% with round tuber shape, suitable for chips, 8707-112 genotype with more than 22% tuber dry matter percentage and long oval tuber shape, suitable for French-fries, Rona genotype with more than 22% tuber dry matter percentage and round oval tuber shape, suitable for chips, and and Takta genotype with a percentage of tuber dry matter between 18 to 20% with the oval round tuber shape, suitable for salads and canned were determined. Genotypes 7009-3 and Rona had the highest tuber protein and tuber vitamin c amount.

Key words: Tuber yield, Tuber Protein Content, Tuber Dry Matter Percentage, Tuber Vitamin C Content.

1- Associate Professor, Horticulture Crops Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research Centre, AREEO, Ardabil, Iran.
2- Associate Professor, Vegetable and Irrigated Pulse Crops Research Department, Seed and Plant Improvement Institute, AREEO, Karaj, Iran.
**Corresponding Authors: D.Hassanpanah@areeo.ac.ir*