

Evaluation Yield and Qualitative Characteristics of some Potato (*Solanum tuberosum* L.) Varieties in the Climatic Conditions of the Maragheh Region

Behrooz Alizadeh Zavoshty¹, Farzad Rasouli^{2*}, Mehdi Rahmati³, Gholamreza Gohari²

Received: February 4, 2021 Accepted: May 24, 2021

1-MSc. Former Horticulture Science, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran.

2- Assis. Prof. and Assoc. Prof., Dept. of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran.

3- Assoc. Prof., Dept. of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran.

*Corresponding Author: E-mail: farrasoli@gmail.com

Abstract

Background and Objective: Every year a number of new potato cultivars enter our country. Therefore, the study of widely used potato cultivars is necessary. Accordingly, in this study, the aim is to determine and introduce the best cultivars in terms of yield and quality.

Materials and Methods: In this experiment 10 common cultivars included Banba, Sante, Red Scarlett, Agria, Sifra, Picasso, Arinda, Invator, Fontane and Challenger, based on RCBD were assessed. The studied traits included tuber fresh and tuber dry weight percentage, tuber yield, tuber diameter, number of tubers per plant volume weight, stiffness, soluble solids, total antioxidant activity, total phenol content, total carbohydrates, vitamin C, starch, peroxidase, total soluble protein and beta-carotene.

Results: The results displayed that there was a considerable diversity between the genotypes in Maragheh climatic conditions. The highest tuber yield was observed in Picasso cultivar, which in terms of quality traits such as starch, firmness, vitamin C was significantly lower than others with a significant difference, and after Picasso cultivar, the highest tuber yield belonged to Cifra and Arinda cultivar. Picasso, Challenger and Invator cultivars were superior in quality traits such as starch and tuber dry weight percentage. The highest amount of starch was observed in Invator, while the highest amount of carbohydrates was observed in Agria, Arinda, Fontane and Banba and also the highest of protein content was observed in Agria. The highest correlation was observed between the number of tubers and tuber yield and also the highest negative correlation was observed between starch and total carbohydrates. The results of cluster analysis of traits in confirming the observed the correlation that traits were generally classified into 4 groups.

Conclusion: The results of the experiment indicated that Inverter and Challenger due to tuber starch, tuber dry matter and high total phenol content as well as peroxidase and low carbohydrates are suitable for French fries and sliced potatoes. Of course, if the goal and priority of the producers is more yield, the Cifra cultivar is recommended. In general, the evaluation of cultivars in different parts of the country to select the best cultivar for farmers is undeniable, and also these evaluations should be done continuously due to the introduction of new cultivars.

Keywords: Yield, Number of Tubers per Plant, Compatibility, Tuber Quality, Starch

ارزیابی عملکرد و صفات کیفی برخی از ارقام تجاری سیبزمینی (*Solanum tuberosum* L.)

در شرایط اقلیمی منطقه مراغه

بهروز علیزاده زاوشتی^۱، فرزاد رسولی^{۲*}، مهدی رحمتی^۳، غلامرضا گوهری^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۳/۳

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

۲- استادیار و دانشیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

۳- دانشیار، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

*مسئول مکاتبه: Email: farrasoli@gmail.com

چکیده

اهداف: هر سال تعدادی ارقام جدید سیب زمینی وارد کشور می‌شوند و با توجه به این که پاسخ رقم‌ها در شرایط اقلیمی مختلف، بنابراین مطالعه ارقام رایج و پرکاربرد سیب‌زمینی همچون سایر محصولات ضروری می‌باشد. بر همین اساس در این پژوهش هدف تعیین و معرفی بهترین رقم یا ارقام از لحاظ عملکرد و همچنین صفات کیفی می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش ۱۰ رقم بانبا، سانته، داسکارلت، آگریا، سیفرا، پیکاسو، آریندا، اینواتور، فونتین و چلنجر براساس طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفات وزن تر و درصد ماده خشک غده، عملکرد غده، قطر غده، تعداد غده در بوته، وزن حجمی، سفتی، مواد جامد محلول، فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل، محتوای فنل کل، کربوهیدرات کل، ویتامین ث، نشاسته، پراکسیداز، پروتئین محلول کل، بتاکاروتن بررسی شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که تنوع قابل ملاحظه‌ای بین ارقام مختلف در کشور در شرایط اقلیمی مراغه وجود داشت. بیشترین عملکرد غده در رقم پیکاسو مشاهده گردید که از نظر صفات کیفی همچون مقدار نشاسته، سفتی، ویتامین ث نسبت به سایر با اختلاف معنی‌داری پایین‌تر بود و بعد از رقم پیکاسو بیشترین عملکرد غده متعلق به رقم سیفرا و آریندا بود. در صفات مربوط به کیفیت همچون نشاسته و وزن خشک غده ارقام پیکاسو، چلنجر و اینواتور برتر از بقیه بودند. بیشترین مقدار نشاسته در رقم اینواتور، درحالی که بیشترین کربوهیدرات در آگریا، آریندا، فونتین و بانبا و همچنین بیشترین مقدار پروتئین در آگریا مشاهده شد. بالاترین همبستگی نسبت بین تعداد غده و عملکرد غده مشاهده گردید و همچنین بالاترین همبستگی منفی بین نشاسته و کربوهیدرات کل مشاهده گردید. نتایج تجزیه خوشه‌ای صفات در تایید همبستگی مشاهده شده نشان داد که به‌طور کلی صفات در ۴ گروه دسته‌بندی شدند.

نتیجه‌گیری: ارقام اینواتور و چلنجر به دلیل نشاسته غده، ماده خشک غده و محتوای فنل کل بالا و همچنین پراکسیداز و کربوهیدرات کم مناسب فرآوری و تهیه محصولات همچون فرنچ فرایز و خلال بوده و این ارقام با عملکرد متوسط، سفتی و ماده خشک بیشتر نسبت به سایر ارقام برای تازه‌خوری و بازار پسندی مناسب می‌باشند. به طور کلی ارزیابی ارقام متفاوت در مناطق مختلف کشور جهت انتخاب بهترین رقم به کشاورزان جهت انکارناپذیر است و همچنین این ارزیابی‌ها به دلیل معرفی و ورود ارقام جدید بایستی به صورت مستمر انجام شوند.

واژه‌های کلیدی: عملکرد، تعداد غده در بوته، سازگاری، کیفیت غده، نشاسته

مقدمه

سیبزمینی (*Solanum tuberosum* L.) از گیاهان زراعی خانواده بادمجانیان (Solanaceae) و به عنوان یکی از منابع اصلی غذایی مردم، در محدوده جغرافیایی وسیعی از دنیا که اقلیم معتدلی دارند، کشت می‌شود (هوساکا ۲۰۰۴). در رده‌بندی جهانی سیبزمینی از لحاظ اهمیت بعد از گندم، برنج و ذرت در جایگاه چهارم قرار دارد و در ایران با داشتن رتبه دوم از نظر تولید یکی از محصولات مهم استراتژیک محسوب می‌شود (عبداللهی و سلیمانی ۲۰۱۴). سطح زیر کشت این محصول در ایران ۱۰۴۱۹۲ هکتار و میزان تولید کل ۳۴۸۳۳۸۷ تن می‌باشد که از این نظر در رتبه سیزدهم جهان قرار دارد (فائو ۲۰۱۹). سیبزمینی دارای پروتئین با کیفیت بالا، ویتامین‌ها، عناصر معدنی ضروری و مقدار بسیار پایین چربی است. مقدار انرژی تثبیت شده ناشی از نشاسته در واحد سطح در این محصول سه تا چهار برابر غلات می‌باشد. این گیاه با عملکرد بالا در واحد سطح، قابلیت کشت در مناطق مختلف و با توجه به افزایش روزافزون جهان در آینده نقش مهمتری در تامین غذای بشر ایفا خواهد نمود و می‌تواند به عنوان جایگزین مناسب برای غلات در تغذیه مردم مطرح باشد (حسن‌آبادی و حسن‌پناه ۲۰۰۲). غده‌های بذری کشت شده در کشور اغلب ارقام خارجی وارداتی بوده که پس از ارزیابی در ایستگاه‌های تحقیقاتی و مراکز پژوهشی به کشاورزان توصیه شده ولی پس از چند سال کشت نیاز به واردات ارقام جدید و ارزیابی مجدد آنها می‌باشد که در نتیجه بررسی و ارزیابی مداوم ارقام وارداتی سیب زمینی تحت شرایط مختلف آب و هوایی انکار ناپذیر است (پناهنده و همکاران ۲۰۱۶).

ارقام سیبزمینی در محیط‌های مختلف عکس‌العمل‌های متفاوتی از خود نشان می‌دهند و میزان شدت و ضعف آن نیز به رقم مرتبط می‌باشد و رقمی مناسب می‌باشد که دارای تغییرات کمتر در محیط‌های مختلف باشد، به عبارت دیگر در شرایط محیطی متفاوت پایداری بیشتری داشته باشند (موسی پور گرجی و همکاران ۲۰۰۸). به هر حال تعداد کمی از صفات در شرایط اقلیمی مختلف ثابت می‌مانند و بسیاری از آنها به

شدت به شرایط محیطی واکنش نشان می‌دهند بنابراین بهتر است خصوصیات ارقام در مناطق و سال‌های مختلف بررسی شود (بوکما و واندرزاگ ۱۹۹۰) و ارقامی که صفات مرتبط با عملکرد و کیفیت آنها نوسان پراکندگی کمتری دارند، انتخاب شوند. یک رقم زراعی وقتی حداقل از نظر یک صفت زراعی مهم بهتر از شاهد باشد و از نظر سایر صفات به‌طور معنی‌دار ضعیف نباشد رقم برتر در نظر گرفته می‌شود (آرشی ۲۰۰۰). شناسایی و تشخیص واریته‌ها و طبقه بندی آنها یکی از اهداف بسیار مهم در بحث اصلاح نبات می‌باشد. طبقه بندی به روش‌های مختلفی انجام می‌گیرد که روش‌های اولیه مبتنی بر تفاوت‌های مورفولوژیکی یا ظاهری غده‌ها می‌باشد (علی و جواد ۲۰۰۷). به همین ترتیب از شاخص‌های مهمی که در انتخاب ارقام سیبزمینی در نظر گرفته می‌شود عملکرد غده می‌باشد و توانایی محصول‌دهی در محیط‌های مختلف یک پیش شرط لازم برای یک رقم جدید است (آرشی ۲۰۰۰). یکی از راه‌های افزایش عملکرد در واحد سطح استفاده از ارقام پرمحصول و جدید است که ضمن توجه به شاخص پایداری عملکرد، امکان بهره‌وری مطلوب‌تر از منابع محدود همچون آب را فراهم می‌نماید. گزارشات مختلف نشان می‌دهد که هریک از ارقام سیبزمینی الگوی رشد متفاوتی داشته و نیز از نیازهای متفاوتی برخوردار می‌باشند (لاو و همکاران ۲۰۰۳) و بر همین اساس ارقام متفاوتی برای مناطق مختلف معرفی شده‌اند. واریته‌های مختلف از لحاظ عملکرد تفاوت‌های زیادی با هم دارند و وزن و تعداد غده‌ها در عملکرد غده نقش مهمی ایفا می‌کنند (حسن‌آبادی ۲۰۰۸ و آریفا و همکاران ۲۰۱۸).

از شاخص‌های مهم دیگر مورد استفاده در گزینش محصولات باغی از جمله سیبزمینی، کیفیت آنها می‌باشد. از جمله صفاتی که بر کیفیت غده‌های سیبزمینی همانند سایر گیاهان تاثیر می‌گذارد، ترکیبات فنولی می‌باشند (پار و بولول ۲۰۰۰ و والکارسل و همکاران ۲۰۱۵). سیبزمینی منبع خوبی از ترکیبات فنولی است با محتوای فنل کل بالا نسبت به سایر میوه‌ها و سبزیجاتی همچون هویج، کاهو و گوجه‌فرنگی می‌باشد (لموس و همکاران ۲۰۱۵). ترکیبات فنلی در پوست و گوشت

فرنج فرایز مصرف می‌شود (سالازار ۱۹۹۶ و فتحی و همکاران ۲۰۱۰).

پژوهشی توسط ریموزا و بومبیک (۲۰۱۰) بر روی عملکرد غده، محتوای نشاسته، درصد ماده خشک، ویتامین ث و عملکرد نشاسته سه رقم سیب‌زمینی انجام گردید و اثر متقابل ژنوتیپ و محیط ارزیابی شد. تمام صفات فوق، تحت تاثیر ارقام و محیط قرار گرفتند. نشان داد که رقم موزا ویتامین ث پایدار و درصد ماده خشک و عملکرد نشاسته بالایی داشت در حالی که ارقام آستر و آنیا عملکرد غده و نشاسته پایدارتری داشتند. نتیجه آزمایش سه رقم سیب‌زمینی آگریا، ساتینا و کنبک در استان گلستان توسط دارائی گرمه‌خانی و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد که بیشترین میزان نشاسته، ساکارز و انرژی در رقم ساتینا و کمترین مقدار نشاسته و انرژی مربوط به رقم آگریا بود و رقم کنبک نیز نسبت به دو رقم دیگر دارای کمترین مقدار ساکارز می‌باشد و بالاترین درصد ماده خشک مربوط به رقم آگریا بود. به منظور بررسی خصوصیات فیزیکی‌وشیمیایی ارقام سیب‌زمینی و معرفی ارقام برتر و مناسب برای صنایع فرآوری، آزمایشی هفده رقم سیب‌زمینی شامل جلی، اسلانی، بورن، بانبا، کلمبوس، سانته، آگریا، اکیرا، آیدا، آرکولا، آلمرا، دیسی، سایکلون، لیدی کلایر، لیدی روزتا، ملودی، و لیدی فلورینا به مدت دو سال در کرج بررسی شدند. نتایج تجزیه واریانس مرکب تمامی صفات مورد بررسی نشان داد که ارقام اکیرا، بورن، و بانبا نسبت به سایر ارقام برتری دارند (موسی پورگرچی و شواخی ۲۰۰۷).

هدف از این پژوهش انتخاب ارقامی است که دارای عملکرد تولیدی و کیفیت تغذیه‌ای بالایی باشند و همچنین با توجه به وجود ارقام فراوان در سطح کشور و گسترش روزافزون کاشت سیب‌زمینی در استان آذربایجان شرقی، در این پژوهش ۱۰ رقم مختلف انتخاب و در شرایط اقلیمی شهرستان مراغه مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفت، تا بهترین رقم یا ارقام از لحاظ عملکرد و همچنین صفات کیفی مرتبط با فرآوری، تهیه فرنج فرایز و خلال‌گزینش و معرفی گردند.

سیب‌زمینی وجود دارد که در پوست بالاترین مقدار خود می‌باشد (ازکیل و همکاران ۲۰۱۳). سطح ترکیبات فنلی موجود در سیب‌زمینی بسته به رنگ و ارقام مختلف سیب‌زمینی تا حدود زیادی متفاوت می‌باشد (کانات و همکاران ۲۰۰۵ و آندره و همکاران ۲۰۰۷) مقدار ترکیبات فنلی و پایداری آنها به عواملی مثل فرآیندهای آگروتکنولوژی، شرایط آب و هوایی، رسیدگی در طی برداشت، عملیات بعد از برداشت و همچنین ژنوتیپ بستگی دارد (استراتیل و همکاران ۲۰۰۶ و بورمیستر و همکاران ۲۰۱۱ و لموز و همکاران ۲۰۱۵). در طی توسعه غده شرایط محیطی ممکن است بر مسیر فنیل پروپانویید و ترکیب پلی‌فنولیک در غده‌های سیب‌زمینی تاثیر بگذارد (آندره و همکاران ۲۰۰۹). از طرف دیگر، مطالعات نشان داد که ژنوتیپ یک سیب‌زمینی تأثیر بیشتری روی محتوای فنل کل در مقایسه با شرایط محیطی دارد (ردیواری و همکاران ۲۰۰۷). رو و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند که تغییر در ترکیبات فنل کل در ۱۴ رقم سیب‌زمینی با شرایط کشت یکسان بستگی به ژنوتیپ‌های مختلف سیب‌زمینی داشت. از جمله سایر صفات دیگر که در کیفیت غده نقش دارند می‌توان به ماده خشک، ویتامین ث، نشاسته، کربوهیدرات، پروتئین و فعالیت آنتی‌اکسیدانی اشاره نمود. سیب‌زمینی همچنین منبع آنتی‌اکسیدانی بوده که حاوی اسید آسکوربیک و آلفاتوکوفرول است که اثر یکدیگر را تشدید می‌کند (بیرس و پرری ۱۹۹۲). آنتی‌اکسیدان‌ها ترکیبات شیمیایی هستند که با به تاخیر انداختن زمان شروع اکسایش لیپیدها پایداری اکسیداتیو آنها را افزایش داده و مدت ماندگاری آنها را طولانی‌تر می‌کند. آنتی‌اکسیدان‌ها به دلیل داشتن ساختار فنولیک یا ترکیبات فنولیک در ساختار مولکولی خود باعث مهار و ایجاد وقفه در فرایند تشکیل و انتشار رادیکال‌های آزاد شده و از اکسایش خودبخودی چربی‌ها ممانعت می‌کنند (اوبرین ۲۰۰۸). یکی از عوامل دیگر در تعیین نوع مصرف سیب‌زمینی درصد ماده خشک می‌باشد که در فرآوری سیب‌زمینی اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا با افزایش ماده خشک فرآوری با کیفیت‌تر، زمان پخت کوتاه‌تر، بافت سیب‌زمینی بهتر و همچنین روغن کمتری در صورت استفاده برای چیپس و

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۸ در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی علوم و مهندسی باغبانی دانشگاه مراغه به مساحت ۲۵۰ متر مربع، دارای طول جغرافیایی ۴۶ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه شمالی و در ارتفاع ۱۲۹۰ متر از سطح دریای آزاد اجرا گردید و به دو صورت مزرعه‌ای و آزمایشگاهی بر روی ده رقم سیبزمینی (پیکاسو، رداسکارلت، سفیرا، چلنجر، سائته، بانبا، آریندا، آگریا، فونتین و اینواتور) به منظور بررسی عملکرد کمی و کیفی مورد مطالعه قرار گرفت.

عملیات تهیه بستر کاشت شامل شخم عمیق پایین، دیسک زنی و تسطیح مزرعه انجام و جوی و پشته‌ها در اوایل بهار به ابعاد ۰/۶ متر فاصله پشته‌ها از همدیگر در ۹ متر طول، کرت‌بندی شده و غده‌ها را در عمق ۱۰ سانتی‌متری در راس پشته‌ها به فاصله ۳۵ سانتی‌متر (فاصله بوته‌ها از همدیگر ۶۰ × ۳۵ سانتی‌متر) از همدیگر کشت گردیدند. خصوصیات خاک محل آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است. عملیات داشت شامل آبیاری قطره‌ای (به‌طور متوسط هر پنج روز یک بار

براساس شرایط آب و هوایی و خشک شدن خاک مزرعه در طول فصل زراعی)، مبارزه با علف‌های هرز در دو مرحله (مرحله اول سه یا چهار برگگی بودن بوته‌ها و مرحله دوم تقریباً یک ماه بعد از مرحله اول بود که به صورت دستی انجام گردید)، خاک‌دهی پایه بوته‌ها، به منظور پیشگیری و مبارزه با بیماری‌های قارچی سفیدک داخلی (بادزدگی) و لکه موجی (سمپاشی در دو نوبت با استفاده از قارچ‌کش‌های بنومیل و ریدومیل به میزان ۵۰۰ گرم در هکتار و ۲۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب) صورت پذیرفت و کوددهی به منظور فراهم نمودن مواد غذایی لازم مقدار ۱۰ کیلوگرم کود کامل ۲۰×۲۰×۲۰ که نوع کودها مصرفی نیتروژن (N)، فسفات (P₂O₅)، و پتاسه (K₂O) به همراه عناصر کم مصرف خریداری شده از شرکت هیراکود (Hirakood) بودند به‌طور مساوی در اوایل دوره رشد زمانی که ۵ الی ۷ برگه بودن بوته‌ها پای بوته‌ها داده شد. پس از سپری شدن دوره رشد و رسیدگی فیزیولوژی محصول نسبت به برداشت آن اقدام و اندازه‌گیری‌های صفات مورد مطالعه در آزمایشگاه انجام شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق (cm)	اسیدیته گل اشباع	هدایت الکتریکی (dS.m ⁻¹)	کربن آلی (%)	درصد مواد خنثی شونده (%)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	بافت خاک
۳۰-۰	۸/۰۸	۰/۶۸۸	۰/۴۱	۴	۷/۶۱	۲۲۰	۱۰/۲۰	۲۹/۸۸	۵۹/۹۲	شنی لومی

پس از برداشت، غده‌ها شمارش گردیدند و پس از درجه بندی و جدا کردن، غده‌های قابل استفاده براساس وزن تر تک غده جهت ارزیابی به آزمایشگاه منتقل شدند. به منظور تعیین وزن حجمی غده سیب زمینی، غده به‌صورت تصادفی انتخاب و درون بشر با حجم آب مشخص و وزن اولیه ثبت شده، قرار داده شدند. همچنین وزن آب همراه با غده نیز ثبت و سپس از اختلاف وزن آب اولیه و آب همراه با غده وزن حجمی محاسبه گردید.

قطر غده‌ها با استفاده از کولیس دیجیتالی اندازه‌گیری و قطر متوسط غده برای هر رقم یادداشت گردید. وزن متوسط تر غده‌های هر رقم با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۱ گرم اندازه‌گیری و برای تعیین درصد ماده خشک غده با انتخاب کاملاً تصادفی غده‌ها و پس از برش‌های نازک به داخل آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند و سپس درصد ماده خشک با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید.

$$\text{رابطه ۱} \quad \text{وزن تر اولیه} / (100 \times \text{وزن غده خشک}) = \text{درصد ماده خشک}$$

موج ۴۸۵ نانومتر (UV-1800 Shimadzu, Japan) قرائت گردید.

جهت تعیین محتوای فنل کل از روش معرف فولین سیوکالتیو استفاده شد که در آن به ۰/۰۲ میلی‌لیتر از عصاره استخراجی، ۱/۵۹ میلی‌لیتر آب مقطر، ۰/۱ میلی‌لیتر فولین سیوکالتیو ۱۰٪ و ۰/۳ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۷/۵٪ به محلول افزوده شد. محلول مورد نظر ۲ ساعت در تاریکی قرار داده شد. و همچنین منحنی استاندارد گالیک اسید با غلظت‌های (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۲۵۰، ۵۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر) تهیه گردید و در طول موج ۷۶۵ نانومتر قرائت شد (سینگلتون و روسی ۱۹۶۵).

برای اندازه‌گیری ویتامین ث یک گرم گوشت به همراه پوست را با ۳ میلی‌لیتر اسید متافسفیک ۱٪ هضم و عصاره بدست آمده را در سانتریفیوژ rpm ۶۰۰۰ قرار داده سپس میزان ۱۸۰۰ میکرو لیتر DCIP را به ۲۰۰ میکرو لیتر عصاره اضافه کرده و به همراه منحنی استاندارد برای غلظت آسکوربیک اسید (۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، ۲۵۰ میلی گرم در لیتر) با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر (UV-1800 Shimadzu, Japan) قرائت گردید (بور و همکاران ۲۰۰۶).

براساس روش سندکور و کوچران (۱۹۹۴) برای اندازه‌گیری بتاکارتن یک گرم از غده را له و سپس ۵ میلی‌لیتر استون به آن افزوده و بعد از قرارگیری به مدت ۱۵ دقیقه در یخچال، ورتکس شده و در سانتریفیوژ rpm ۱۳۷۰ به مدت ۱۰ دقیقه قرار داده شد. بعد از سانتریفیوژ تفاله جدا شده و قسمت رویی در یخچال نگهداری شد و دوباره مراحل بالا بر روی تفاله تکرار شد. سپس قسمت‌های رویی جدا شده با هم مخلوط و از کاغذ واتمن عبور داده شد و میزان بتاکارتن با طول موج ۴۴۹ نانومتر قرائت گردید. لازم به ذکر هست میزان منحنی استاندارد نیز برای بتاکارتن با استفاده از غلظت‌های ۰، ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر بتاکارتن محاسبه گردید.

عملکرد غده در هکتار با محاسبه وزن تر غده‌های هر بوته و مشخص نمودن تعداد بوته در هکتار، به صورت تقریبی برآورد گردید. سفتی بافت غده با استفاده از دستگاه پنترومتر (LUTRON FR- 5120) با پرپ ۳ میلی‌متر که از دو قسمت متقابل غده که پوست جدا شده بود اندازه‌گیری و میانگین سفتی برای هر رقم برحسب نیوتن محاسبه گردید.

مواد جامد محلول با استفاده از دستگاه رفاکتومتر دیجیتالی بعد از آب‌گیری غده و عبور از صافی انجام و میزان غلظت آن بر حسب درجه بریکس (Brix) مشخص گردید.

برای اندازه‌گیری میزان کربوهیدرات، ۰/۲ گرم گوشت نمونه با ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۹۵٪ به مدت یک ساعت در بن‌ماری در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد. سپس مقدار یک میلی‌لیتر از نمونه حرارت داده شده برداشته و یک میلی‌لیتر فنل ۰/۵٪ به همراه ۵ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۹۸٪ به آن اضافه گردید. منحنی استاندارد در غلظت‌های ۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ براساس میکروگرم بر میلی‌لیتر گلوکز محاسبه گردید و توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (UV-1800 Shimadzu, Japan) در طول موج ۴۸۳ نانومتر قرائت شد (اسچلگل ۱۹۵۶).

جهت اندازه‌گیری میزان نشاسته مطابق با روش روز و همکاران (۱۹۹۱) به تفاله‌های باقی مانده از آزمایش کربوهیدرات ۵ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه گردید و سپس با اضافه کردن ۶/۵ میلی‌لیتر اسید پرکلریک ۵۲٪ به آن، نمونه‌ها در یخچال ۲۰ دقیقه قرار داده شدند. سپس از صافی عبور داده و با اسید پرکلریک ۳/۵ میلی‌لیتر ۳ بار شست‌وشو داده و با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شدند. حال به ۲ میلی‌لیتر از نمونه بدست آمده یک میلی‌لیتر فنل ۵٪ اضافه و شیک داده و اسید سولفوریک ۹۸٪ به مقدار ۵ میلی‌لیتر به محلول اضافه گردید. برای تثبیت رنگ ۴۵ دقیقه محلول را نگه داشته و سپس منحنی استاندارد گلوکز در غلظت‌های ۰، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳، ۰/۴، ۰/۵، ۰/۶، ۰/۷ و ۰/۸ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر تهیه گردید و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول

فسفات پتاسیم ۱۰۰ میلی‌مولار با pH معادل ۷، ۰/۲۵ میلی‌لیتر EDTA ۰/۱ میلی‌مولار، ۱ میلی‌لیتر پراکسید هیدروژن ۱۵ میلی‌مولار و ۱ میلی‌لیتر گایاکول ۵ میلی‌مولار مخلوط و جذب محلول واکنش در طول موج ۴۷۰ نانومتر قرائت و فعالیت این آنزیم براساس میلی‌مول واحد آنزیمی محاسبه گردید (منکارلی و همکاران ۱۹۹۵).

تجزیه واریانس و مقایسات میانگین داده‌ها این آزمایش با استفاده از نرم افزار آماری MSTATC (Ver, 2.1) انجام گردید و آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد انجام گرفت. تجزیه همبستگی، کلاستر و تجزیه به مولفه‌های اصلی توسط نرم افزار SPSS ver. 23 و Minitab ver. 17 انجام شده و جداول و نمودارها با مجموعه نرم‌افزارهای (2016) Office ترسیم گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات ارزیابی شده بیانگر معنی‌دار بودن اثرات ارقام مختلف سیبزمینی در سطح احتمال ۱٪ در تمامی صفات بوده است به طوری که اثر رقم بر تمامی صفات مربوط به مورفولوژی، فیزیولوژی و کیفیت غده در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جداول ۲، ۳ و ۴).

به منظور اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدان کل، از یک گرم نمونه با استفاده از ۲ میلی‌لیتر از متانول عصاره‌گیری انجام گردید و در شرایط rpm ۱۴۰۰۰ سانتریفیوژ شد. سپس به ۱۰۰ میکرو از عصاره ۱۹۰۰ میکرو DPPH ۰/۱ مولار افزوده و بعد از سپری شدن ۳۰ دقیقه میزان جذب در طول موج ۵۱۷ قرائت گردید (چیو و همکاران ۲۰۰۷).

جهت اندازه‌گیری پروتئین محلول کل و آنزیم پراکسیداز ۰/۵ گرم از غده را جدا کرده و با مقدار ۱۵۰۰ میکرولیتر بافر فسفات پتاسیم عصاره‌گیری گردید. سپس نمونه‌ها در دور rpm ۱۲۰۰۰ در دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه در سانتریفیوژ یخچال‌دار (Hermie Labrte chikl(mbh) Germany) در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ گردیده و مایع رویی در تیوب دیگر انتقال داده شدند. برای تعیین پروتئین محلول کل به روش برادفورد (۱۹۷۶)، ۵۰ میکرو از عصاره استخراجی را با ۱۰۰۰ میکرولیتر محلول برادفورد یک ایکس مخلوط و میزان جذب آن به همراه منحنی استاندارد سرم آلبومین گاوی یا BSA (Bovine serum albumin) با غلظت‌های ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸، ۱ میلی‌گرم در میلی‌لیتر توسط از دستگاه اسپکتروفتومتر طول موج ۵۹۵ (UV-1800 Shimadzu, Japan) قرائت گردید.

به منظور تعیین فعالیت آنزیم پراکسیداز نیز ۵۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی به همراه ۱ میلی‌لیتر بافر

جدول ۲- تجزیه واریانس برخی شاخص‌های مورفولوژیکی غده در ۱۰ رقم سیبزمینی

میانگین مربعات							منابع تغییر
درجه آزادی	وزن متوسط غده	وزن خشک غده	قطر غده	تعداد غده در بوته	وزن غده در بوته	عملکرد غده تن در هکتار	
۲	۱۵/۳۴۶ ^{ns}	۲/۲۷۴ ^{ns}	۰/۴۱۶ ^{ns}	۰/۷۰ ^{ns}	۶۷۵۹/۸۵۰ ^{ns}	۱۵/۳۲۹ ^{ns}	تکرار
۹	۸۴۱/۰۲۷ ^{**}	۴۲/۴۴۰ ^{**}	۴۰/۲۹۵ ^{**}	۱۱۶/۱۵۲ ^{**}	۱۲۲۶۴۹۲/۶۶۷ ^{**}	۲۷۸۱/۱۵۶ ^{**}	رقم
۱۸	۶۲/۷۰۴	۲/۵۰۴	۴/۸۹۳	۲/۱۰۷	۲۹۸۰۷/۰۳۷	۶۷/۵۸۹	خطای آزمایش
ضریب تغییرات %							
	۹/۵۵	۷/۴۷	۴/۱۳	۱۰/۳۰	۱۴/۴۹	۱۴/۴۹	

** معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱٪، ns غیر معنی‌دار می باشد.

جدول ۳- تجزیه واریانس برخی شاخص‌های بیوشیمیایی غده در ۱۰ رقم سیب‌زمینی

میانگین مربعات							منابع تغییر
نشاسته	کربوهیدرات کل	ویتامین ث	مواد جامد محلول	سفتی	وزن حجمی	درجه آزادی	
۰/۰۰ ^{ns}	۰/۱۸۱ ^{ns}	۲۰۴/۰۷۸ ^{ns}	۰/۱۶۸ ^{ns}	۰/۷۹۷ ^{ns}	۱۵/۱۴۴ ^{ns}	۲	تکرار
۰/۰۴۰ ^{**}	۰/۹۷۷ ^{**}	۱۴۶/۲۳۹۵ ^{**}	۲/۸۳۸ ^{**}	۱۷/۸۴۲ ^{**}	۳۵۰/۱۱۴ ^{**}	۹	رقم
۰/۰۰۱	۰/۲۶۸	۲۱/۵۱۳	۰/۱۷۹	۱/۴۰۷	۲۸/۱۷۶	۱۸	خطای آزمایش
۱/۲۴	۱۰/۱۷	۸/۵۰	۱۱/۷۵	۷/۲۷	۶/۸۶		ضریب تغییرات٪

** معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱٪، ns غیر معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۴- تجزیه واریانس شاخص‌های بیوشیمیایی غده در ۱۰ رقم سیب زمینی

میانگین مربعات						منابع تغییر
پروتئین	پراکسیداز	آنتی‌اکسیدان	بتاکارتن	فنل	درجه آزادی	
۰/۰۰ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۱۰/۵۸۵ ^{ns}	۰/۰۰ ^{ns}	۲۸۸/۰۸۷ ^{ns}	۲	تکرار
۰/۰۱۵ ^{**}	۰/۰۵۰ ^{**}	۲۵۱/۷۷۶ ^{**}	۰/۰۰۹ ^{**}	۲۰۸۶۶/۷۶۱ ^{**}	۹	رقم
۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۶/۳۳۶	۰/۰۰	۱۴۱۷/۱۲۸	۱۸	خطای آزمایش
۱۰/۲۴	۱۷/۵۶	۱۰/۸۶	۲۴/۶۰	۹/۰۵		ضریب تغییرات٪

** معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱٪، ns غیر معنی‌دار می‌باشد.

وزن متوسط تک غده

بر اساس مقایسات میانگین بیشترین وزن تک غده در بوته در رقم آریندا (۱۱۳/۲ گرم) و کمترین در ارقام فونتین (۵۹/۹۷ گرم) و چلنجر (۶۴/۹۰ گرم) مشاهده گردید با این که از مقدار وزن تر غده در ارقام آگریا و بانبا کمتر بودند ولی اختلاف آنها معنی‌دار نبود در هر صورت رقم آریندا از نظر آماری با اختلاف معنی‌داری بیشترین مقدار وزن تر غده در بوته را در مقایسه با سایر ارقام داشت (شکل ۱a). وزن غده‌ها از اجزاء اصلی عملکرد نیز محسوب می‌شود. از عوامل موثر بر وزن تر غده می‌توان به رقم، طول دوره رشد، عوامل ژنتیکی و محیطی اشاره کرد. همچنین میزان مواد فتوسنتزی تولید شده، طریقه انتقال از برگ‌ها به غده‌ها در افزایش وزن غده نقش بسزایی دارند (کاظمی ۱۹۹۵). بر اساس گزارشات گیرما (۲۰۱۲) افزایش تعداد ساقه و ارتفاع گیاه سبب نورگیری بهتر شده و احتمالاً باعث تولید، تجمع و

جذب بیشتر کربن می‌شود در نتیجه اندازه و همچنین وزن غده افزایش می‌یابد.

وزن خشک غده

با توجه به نتایج مقایسات میانگین بیشترین درصد وزن خشک غده در رقم چلنجر (۲۶/۲۷ درصد) و کمترین در ارقام آریندا (۱۵/۹۲ درصد) و رداسکارلت (۱۶/۰۳ درصد) مشاهده گردید (شکل ۱b). میزان ماده خشک غده در ارقام مختلف سیب‌زمینی یکی از فاکتورهای مهم در تعیین کیفیت غده‌ها به‌ویژه در صنایع فرآوری، چپیس و فرنچ فرایز دارد (فتحی و همکاران ۲۰۱۰). اگر یک عامل معینی مقدار کل ماده خشک را بیشتر از وزن کل غده افزایش دهد، درصد ماده خشک افزایش خواهد یافت. عموماً عواملی که رشد شاخ و برگ را تحریک می‌کنند، درصد ماده خشک را کاهش می‌دهند و عواملی که رشد غده را تحریک می‌کنند، درصد ماده خشک را افزایش می‌دهند (رضایی و سلطانی ۲۰۰۴).

توسعه کانوپی، شرایط محیطی و شیوه‌های مدیریتی دارد (یتون و همکاران ۲۰۱۷). عملکرد بوته به تعداد غده در بوته بستگی دارد و عامل تعیین کننده در برتری یک رقم می‌باشد و ارقامی که حاوی تعداد غده متوسط و اندازه نسبتاً بزرگ دارند جزء ارقام پربازده محسوب می‌شوند. در ارزیابی کلون‌های پیشرفته سیبزمینی، تولید تعداد غده زیاد با اندازه کوچک به عنوان یک صفت منفی در ارزیابی ارقام می‌باشد (بلندی و حمیدی ۲۰۱۶).

وزن حجمی غده

وزن حجمی در ارقام مختلف یک محصول متفاوت بوده و از دلایل این امر می‌توان به تفاوت در ترکیبات بیوشیمیایی ارقام مختلف یک محصول اشاره کرد (غافیر و همکاران ۲۰۰۹). نتایج مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین مقدار وزن حجمی غده در ارقام چلنجر (۹۲/۰۴) گرم بر سانتی متر مکعب) و اینواتور (۹۲ گرم بر سانتی متر مکعب) و کمترین مقدار در رقم آگریا (۵۵/۹۹) گرم بر سانتی متر مکعب) با اختلاف معنی‌دار نسبت به هم مشاهده گردید (شکل ۲a). وزن مخصوص زیادتر غده موجب می‌شود که میزان کمتری روغن مصرف گردد. طی بررسی‌هایی که انجام داده‌اند مشخص شده که وزن مخصوص غده سیبزمینی ارتباط معنی‌داری با میزان چربی موجود در چیپس دارد. همچنین هر چه میزان وزن مخصوص غده‌های سیبزمینی بالاتر باشد بازده تولید سیبزمینی افزایش می‌یابد. وزن مخصوص بالاتر باعث می‌شود که بافت خلال سیبزمینی مطبوع شود (فلاحی ۱۹۹۷). با توجه به یافته‌های تسه‌گاو (تسه‌گاو ۲۰۰۵) که ارتباط کاهش در وزن حجمی غده را با کاهش وزن تر و خشک غده مثبت دانست، این نتایج نیز با نتایج آن مطابقت دارد.

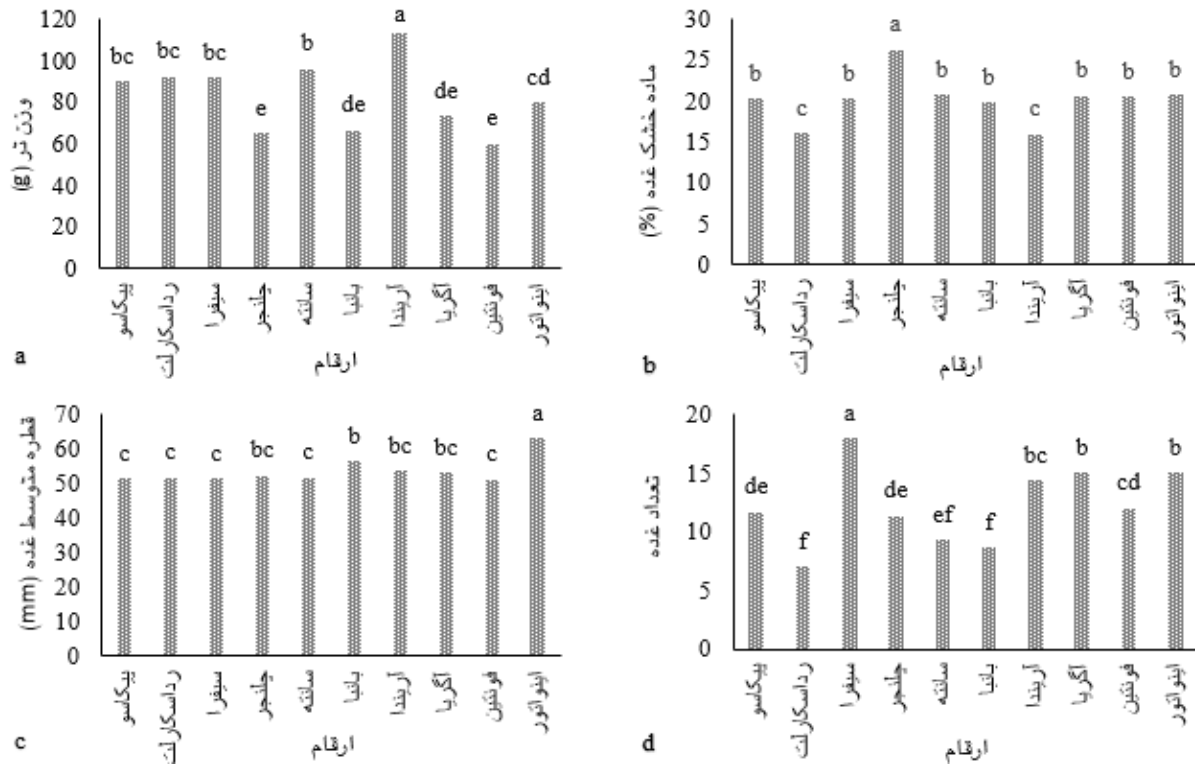
بعضی از ارقام نسبت به دیگر ارقام به دلایل ژنتیکی دارای ماده خشک بالاتری هستند پس در انتخاب رقم باید به خصوصیات ژنتیکی آن نیز توجه داشت (بورتن ۱۹۸۹). همچنین موسی‌پور (۲۰۰۵) گزارش کرد که درصد ماده خشک یک ژنوتیپ تحت شرایط محیطی مختلف تغییر می‌نماید، بنابراین درصد ماده خشک برای یک رقم خاص در شرایط اقلیمی متفاوت ثابت نمی‌ماند.

قطر متوسط غده

مقایسه میانگین داده‌های قطر متوسط غده نشان داد که بین ارقام مختلف سیبزمینی تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت به طوری که بیشترین میزان قطر متوسط غده مربوط به رقم اینواتور (۶۲/۹۴ میلی‌متر) و کمترین میزان مربوط به ارقام فونتنین (۵۱/۱۸ میلی‌متر)، پیکاسو (۵۱/۲۴ میلی‌متر)، سیفرا (۵۱/۲۵ میلی‌متر)، رداسکارلت (۵۱/۵۸ میلی‌متر) و سانتا (۵۱/۶۵ میلی‌متر) بوده است با این که از مقادیر آریندا، آگریا و چلنجر کمتر بودند ولی اختلاف معنی‌دار نبود (شکل ۱c). ارقامی که اشکالی منظم، گرد تا بیضوی دارند، به دلیل کاهش تلفات در مواقع پوست‌گیری و لکه‌گیری از نظر بازار پسندی اهمیت بسزایی دارند. مناسب‌ترین میانگین قطر سیبزمینی برای تولید چیپس ۴ تا ۶ سانتی‌متر می‌باشد. همچنین اندازه غده‌ها در میزان تلفات نقش دارد به طوری که غده‌های خیلی کوچک ریزه‌های زیادی تولید کرده و تلفات بیشتر افزایش می‌یابد و غده‌های خیلی بزرگ اکثر اوقات میان تهی بوده و مناسب برای چیپس نیستند (رسولی، ۲۰۰۸). مطابق با گزارشات ارجی و همکاران (۲۰۱۳) صفت قطر به شدت به نوع رقم بستگی دارد و عواملی همچون کوتاه شدن دوره رشدی و نبود زمان کافی برای رشد غده‌ها منجر به کاهش قطر غده می‌شود.

تعداد غده در بوته

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داده شده است به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد غده در بوته در ارقام سیفرا (۱۸) و رداسکارلت (۷) و بانبا (۸) مشاهده گردید (شکل ۱d). تفاوت در تعداد غده بستگی به ژنوتیپ گیاه،



شکل ۱- مقایسات میانگین صفات وزن تر (a)، وزن خشک (b)، قطر متوسط غده (c) و تعداد غده (d) در ارقام مختلف سیب زمینی. حروف مشابه از نظر آماری در سطح احتمال ۱ درصد با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.

عملکرد تک بوته

محسوب می‌گردند (آریفا و همکاران ۲۰۱۸). تغییر در وزن غده‌ها را می‌توان به وراثت‌پذیری ژنوتیپ‌ها نسبت داد (کومار و همکاران ۲۰۰۴). البته با اینکه عملکرد در اکثر موارد از صفات با وراثت‌پذیری پایین بوده و در نتیجه شرایط محیطی به مقدار زیادی اثرگذار می‌باشد و بنابراین ارزیابی آن در مناطق مختلف انکار ناپذیر است. عملکرد احتمالاً در ارقامی که غده با وزن و اندازه متوسط، گیاهان بلند و ساقه و غده زیاد تولید می‌کنند، افزایش می‌یابد (فانتا و همکاران ۲۰۱۶). ارجی و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که تفاوت در عملکرد ارقام نشان از عکس‌العمل متفاوت ارقام به شرایط آب و هوایی قصرشیرین دارد به طوری که رقم مورن سازگارتر بوده است. شرایط آب و هوایی از جمله درجه حرارت بالا و رطوبت نسبی پایین در زمان غده‌بندی منجر به کاهش

داده‌های حاضر در بیانگر بیشترین میزان عملکرد تک بوته در ارقام آریندا (۱۶۲۵ گرم) و سیفرا (۱۵۷۵ گرم در بوته) و کمترین مقدار در ارقام بانبا (۵۷۹/۵ گرم در بوته)، رداسکارت (۶۴۴/۲ گرم در بوته)، فونتین (۷۲۲/۱ گرم در بوته) و چلنجر (۷۴۰/۳ گرم در بوته) می‌باشد (شکل ۲b). براساس مقایسه میانگین داده‌ها بیشترین عملکرد غده در ارقام پیکاسو (۸۶/۹ تن در هکتار)، و کمترین در ارقام بانبا (۲۷/۵۹ تن در هکتار)، رداسکارت (۳۰/۶۸ تن در هکتار)، فونتین (۳۴/۳۹ تن در هکتار) و چلنجر (۳۵/۲۵ تن در هکتار) مشاهده گردید (شکل ۲b). وارثه‌های مختلف از لحاظ عملکرد تفاوت‌های زیادی با همدیگر دارند. وزن و تعداد غده‌ها نقش مهمی در عملکرد غده دارد و به عبارتی از اجزاء مهم عملکرد

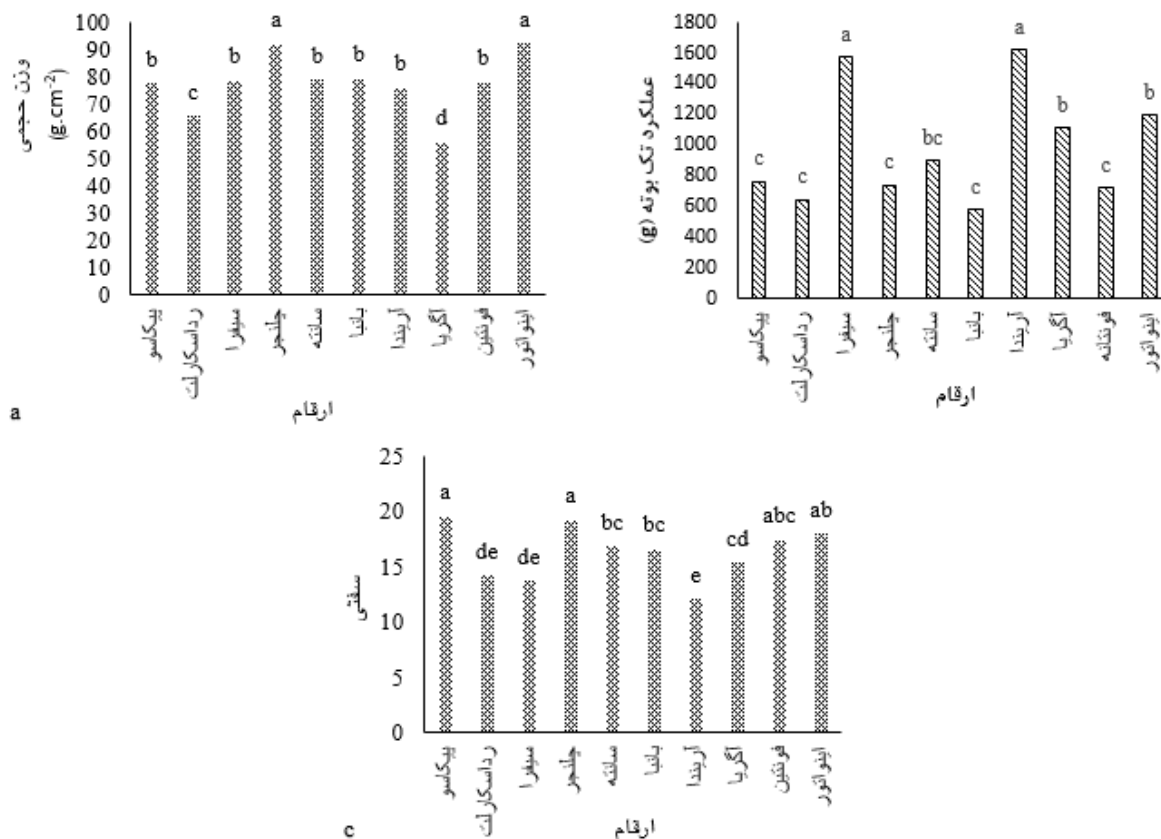
کاهش استحکام بافت میوه در اثر از دست‌دهی رطوبت، تخریب پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی در اثر رادیکال‌های هیدروکسیلی و همچنین تخریب پکتین در اثر واکنش‌های آنزیمی و غیر آنزیمی صورت می‌گیرد (کاردناس و همکاران ۲۰۱۷). از دست‌دهی حالت آماس و تورژسانس سلول‌های بافت و همچنین تخریب دیواره سلولی و تضعیف نیروی پیوستگی بین سلول‌ها و کاهش میزان نشاسته در نرم شدن بافت میوه نقش اساسی دارد (جکسون ۲۰۰۳). ارقامی که ماده خشک پایینی دارند روغن زیادی جذب کرده و بافتی چرب و چسبناک داشته از طرف دیگر ارقامی که درصد ماده خشک نسبتاً بالایی داشتند، دارای بافتی سفت می‌باشند (جعفریان ۲۰۰۰) پس می‌توان ادعا کرد که هرچه سفتی غده‌ها بیشتر باشد میزان جذب روغن کمتر خواهد بود.

عملکرد می‌گردد. طول فصل در زمان بلوغ فیزیولوژیکی بر عملکرد غده اثر می‌گذارد. به طوری که ارقامی که بیشترین زمان برای رسیدن به بلوغ فیزیولوژیکی را داشتند بنابراین عملکرد پایینی دارند که این احتمالاً به دلیل عفونت باکتریایی یا کارآیی مصرف کودهای مختلف در ارقام باشد (کایس و ناتینگهام ۲۰۰۷).

سفتی غده

سفتی یکی از شاخص‌های مهم بازار پسندی و جلب رضایت مشتری می‌باشد. تبدیل پروتوپکتین نامحلول به پکتین محلول و همچنین کاهش همی‌سلولز از دلایل کاهش سفتی میوه می‌باشد (صانعی شریعت پناهی، ۱۳۶۱). در این آزمایش ارقام پیکاسو (۱۹/۶۰ نیوتن) و چلنجر (۱۹/۲۶ نیوتن) بیشترین و رقم آرنیدا (۱۴/۱۲ نیوتن) کمترین میزان سفتی را نشان دادند (شکل ۲c).

+



شکل ۲- مقایسه میانگین صفات وزن حجمی (a)، عملکرد تک بوته (b)، عملکرد تک بوته (c) و سفتی

(d) در ارقام مختلف سیبزمینی

حروف مشابه از نظر آماری در سطح احتمال ۱ درصد با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.

مواد جامد محلول غده

نتایج مقایسه میانگین بیانگر این است که بیشترین میزان مواد جامد محلول در رقم بانبا (۵/۶ بریکس) و کمترین میزان در رقم پیکاسو (۲/۳۵ بریکس) مشاهده گردید که با رداسکارلت، سانته و سیفرا اختلاف معنی داری نداشت (شکل ۳a). درصد مواد جامد محلول یکی از صفات کیفی و از شاخص‌های مهم کیفیت محصولات محسوب می‌شوند. تفاوت در میزان مواد جامد محلول می‌تواند ناشی از شرایط محیطی کاشت، بلوغ، رقم و شرایط انباری باشد (آدو- کوارتنگ و همکاران ۲۰۱۴). افزایش یا کاهش موادی چون اسیدها، پکتین‌های محلول، ترکیبات فنلی از دلایل مواد جامد محلول می‌باشد (قاسم‌نژاد و همکاران ۲۰۱۰).

ویتامین ث غده

براساس نتایج بدست آمده از این پژوهش ارقام اینواتور (۶۵/۹۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) و رداسکارلت (۴۶/۰۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) به ترتیب بیشترین و کمترین میزان ویتامین ث موجود در غده‌ها را نشان دادند، میزان ویتامین ث رداسکالت از نظر آماری با مقادیر موجود در پیکاسو، چلنجر، سانته و آریندا اختلاف معنی داری نداشت اگرچه کمتر از آنها بود (شکل ۳b). ویتامین ث فراوان‌ترین ویتامین موجود در غده سیب‌زمینی می‌باشد که جزء مهم‌ترین آنتی‌اکسیدان‌های محلول در آب بوده و منجر به کاهش آسیب رادیکال‌های آزاد مثل سوپراکسید و پراکسید هیدروژن می‌شود (کلیمزاک و همکاران ۲۰۰۷). تغییر در میزان ویتامین ث در غده‌های سیب‌زمینی می‌تواند ناشی از تغییر در بیان ژن‌ها و فعالیت آنزیم‌ها در مسیر متابولیسم ویتامین ث در طی انبار باشد (یامدو گالانی و همکاران ۲۰۱۷). یافته‌های لی و کادر (۲۰۰۰) بیانگر تغییر میزان ویتامین ث در محصولات بر اثر فاکتورهای مختلف می‌باشد. همچنین بر طبق گزارشات چو و همکاران (۲۰۱۳) ژنوتیپ، زمان برداشت و شرایط محیطی در سیب‌زمینی محتوای ویتامین ث را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

کربوهیدرات کل غده

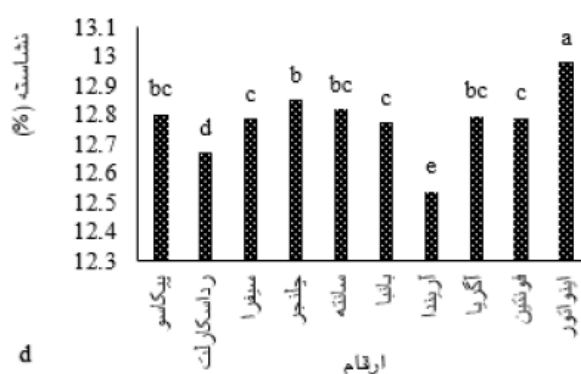
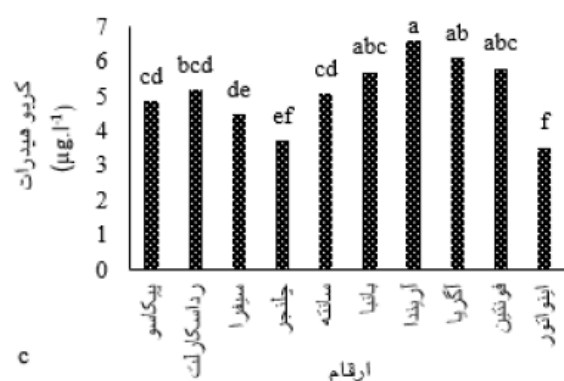
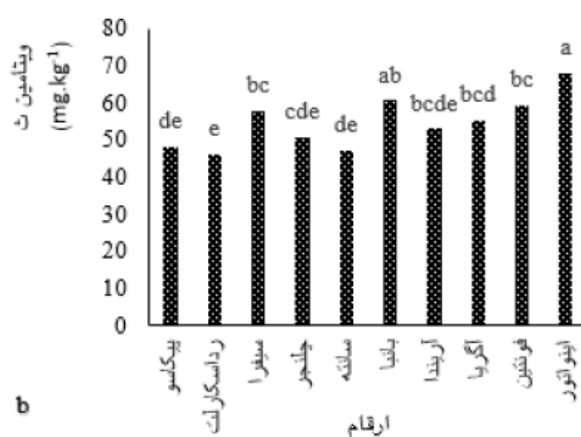
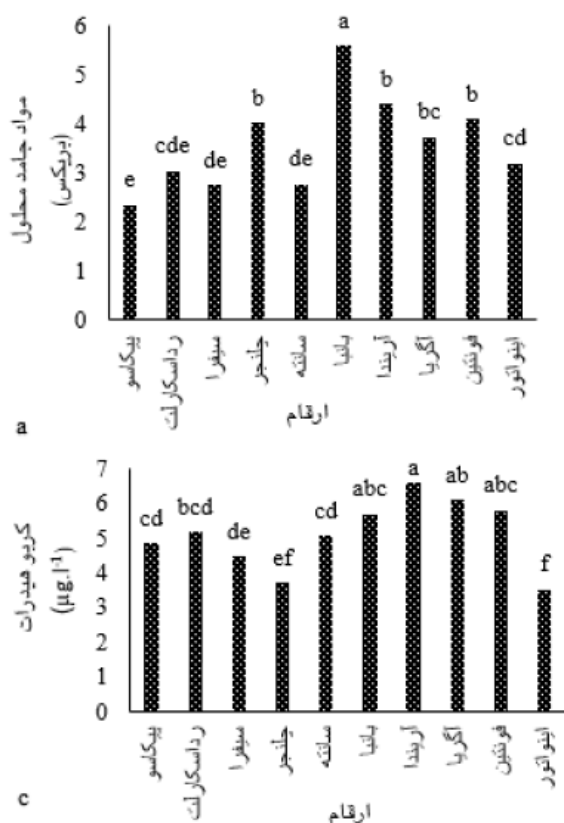
مطابق با نتایج این تحقیق رقم آریندا (۶/۵۹۷ میکروگرم بر میلی‌لیتر) بیشترین میزان کربوهیدرات کل

نشان داد با این که از مقادیر در ارقام آگریا، بانبا و فونتین بیشتر بود ولی اختلاف مشاهده شده، از نظر آماری معنی‌دار نبود و کمترین مقدار مربوط به رقم اینواتور (۲/۵۱۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر) بود با این که از مقدار موجود در رقم چلنجر هم کمتر بود ولی اختلاف معنی‌دار نبود (شکل ۳c). کربوهیدرات‌ها از طریق فتوسنتز در گیاهان تولید می‌شوند. فرآورده‌های مهم کربوهیدراتی که از طریق فتوسنتز تولید می‌شوند شامل قندهای گلوکز، فروکتوز، سلولز و پلی‌ساکاریدهای نشاسته می‌باشد. نشاسته سهم مهمی را در تغذیه افراد در میان کربوهیدرات‌های ساخته شده در گیاهان دارد (روی و همکاران ۱۹۹۰) اختلاف وارپته‌ای از نظر شیرین شدن غده در دمای پایین را می‌توان از طریق اختلاف بین وارپته‌ها از نظر فعالیت آنزیمی در دمای پایین توجیه کرد. آنزیم‌های فسفو فروکتوکیناز و فسفو فروکتو فسفو ترانسفراز نقش مهمی را در تجمع قندهای احیا کننده در غده‌های سیب‌زمینی در دمای پایین ایفا می‌کنند (خزاعی و همکاران ۲۰۱۱). شجاعی علی آبادی و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که تغییرات زیادی بین کربوهیدرات ارقام مختلف با هم و حتی یک رقم که تحت شرایط مختلف کشاورزی، اقلیمی و انبارمانی و همچنین از یک غده به غده دیگر وجود دارد.

نشاسته غده

یکی از اندوخته‌های غذایی در اکثر گیاهان نشاسته می‌باشد. در واقع گرانول‌های نشاسته همان پلیمرهای گلوکز می‌باشند که در اثر شرایط محیطی همچون میزان بارندگی، فصل رشد گیاه، دما در زمان رشد سیب‌زمینی و همچنین وارپته تغییر می‌کند (کور و همکاران ۲۰۰۲). نشاسته یکی از ترکیبات اصلی سیب‌زمینی بوده که اغلب سه چهارم ماده خشک را شامل می‌شود و البته بستگی به رقم و شرایط محیطی دارد (جعفریان ۲۰۰۰). میزان نشاسته در کیفیت فرآورده‌ها و کیفیت پخت سیب‌زمینی تاثیر دارد. هر چه میزان نشاسته بالاتر باشد بازده تولید فرآورده‌های سیب‌زمینی افزایش می‌یابد (محمدیها ۱۹۹۰). از مشاهده داده‌های مربوط به صفت نشاسته چنین بر می‌آید که بیشترین مقدار نشاسته در رقم اینواتور (۱۲/۹۸۰ درصد) و کمترین

منفی دارد و همچنین بین کیفیت پخت و میزان نشاسته رابطه مستقیم وجود دارد. اگر میزان نشاسته کم باشد بافت آن پس از پخته شدن به حالت خمیری درآمده و اگر مقدار نشاسته زیاد باشد در زمان پخته شدن سلول‌های آن شکسته می‌شود. همچنین بین نشاسته و سختی غده همبستگی مثبت بوده ولی با چسبندگی داخل سلول غده‌های سیبزمینی پخته رابطه منفی دارد (یقبانی و محمودزاده ۲۰۰۶).



شکل ۳- مقایسه میانگین صفات مواد جامد محلول (a)، ویتامین ث (b)، کربوهیدرات (c) و نشاسته (d) در ارقام مختلف سیبزمینی

حروف مشابه از نظر آماری در سطح احتمال ۱ درصد با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.

فنل کل را نشان دادند (شکل ۴a). ترکیبات فنلی متابولیت ثانویه تولید شده در گیاهان هستند که ساختار عمومی بر اساس رنج آروماتیک با یک یا چند جایگزین هیدروکسیلی می‌باشند (والکارسل و همکاران ۲۰۱۵). سیبزمینی منبع خوبی از ترکیبات فنلی بوده و میزان ترکیبات فنل کل در آنها بیشتر از سایر میوه‌ها و سبزیجات می‌باشد (چون و همکاران ۲۰۰۵). سطح ترکیبات فنلی موجود در سیبزمینی بسته به رنگ و ارقام

فنل کل غده

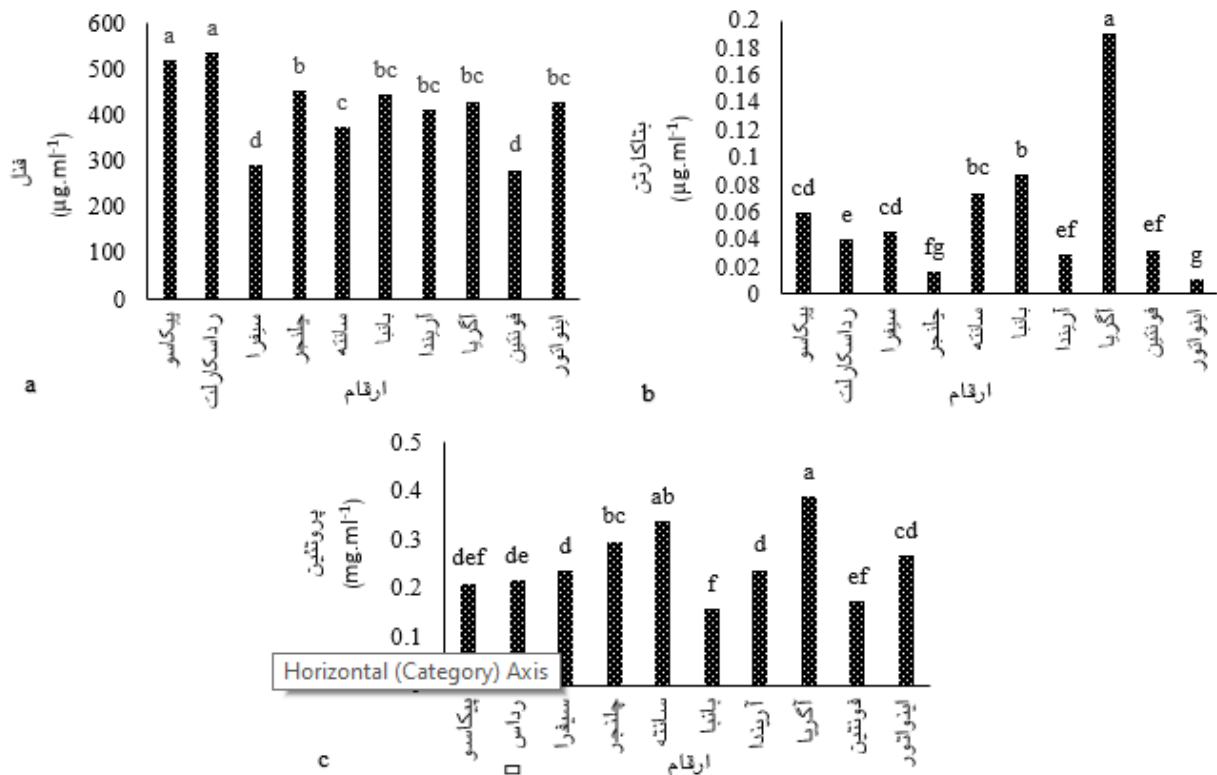
مطابق با نتایج بدست آمده از این آزمایش اثر ارقام مختلف سیبزمینی بر صفت محتوای فنل کل بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد. به طوری که ارقام ردا سکارلت (۵۳۴/۳) میکروگرم بر میلی-لیتر) و پیکاسو (۵۱۸) میکروگرم بر میلی‌لیتر) بیشترین و ارقام سیفرا (۲۹۱/۷) میکروگرم بر میلی‌لیتر) و فونتن (۲۷۹/۵) میکروگرم بر میلی‌لیتر) کمترین میزان محتوای

گزارش شده که سیب‌زمینی‌های گوشت رنگی میزان فنل بالاتری دارند (آکیول و همکاران ۲۰۱۶).

بناکاروتن غده

براساس یافته‌ها به ترتیب بیشترین و کمترین میزان در ارقام آگریا (۰/۱۹۳ میکروگرم بر میلی‌لیتر) و اینواتور (۰/۰۱۱ میکروگرم بر میلی‌لیتر) در صفت بتاکارتن مشاهده گردید با این که از مقدار در رقم چلنجر کمتر بود ولی اختلاف مشاهده شده معنی‌دار نبود (شکل ۴b). رنگ غده‌های سیب‌زمینی ارقام معمولی بستگی به میزان و ترکیب کاروتنوئید دارد و شدت رنگ زرد غده با کاروتنوئید کل رابطه مثبتی دارد (هجتمانکوا و همکاران ۲۰۱۳). براساس گزارشات لستر و ایسچن (۱۹۹۶) میزان بتاکارتن بستگی به اندازه میوه، ارقام و نوع خاک دارد.

مختلف سیب‌زمینی تا حدود زیادی متفاوت می‌باشد (آندره و همکاران ۲۰۰۷ و کانات و همکاران ۲۰۰۵). مقدار ترکیبات فنلی و پایداری آنها به عواملی مثل فرآیندهای آگروتکنولوژی، شرایط آب و هوایی، رسیدگی در طی برداشت، عملیات بعد از برداشت و همچنین ژنوتیپ بستگی دارد (لموس و همکاران ۲۰۱۵ و بورمیستر و همکاران ۲۰۱۱ و استراتیل و همکاران ۲۰۰۶). در طی توسعه غده شرایط محیطی ممکن است بر مسیر فنیل پروپانوئید و ترکیب پلی فنولیک در غده‌های سیب‌زمینی تاثیر بگذارد (آندره و همکاران ۲۰۰۹). اثر شرایط محیطی از جمله محل کشت بر محتوای فنل سیب‌زمینی گزارش شده است (لومباردو و همکاران ۲۰۱۳). از طرف دیگر، مطالعات نشان داد که ژنوتیپ یک سیب‌زمینی تأثیر بیشتری روی محتوای فنل کل در مقایسه با شرایط محیطی دارد (ردیواری و همکاران ۲۰۰۷). همچنین



شکل ۴- مقایسه میانگین صفات فنل (a)، بتاکاروتن (b) و پروتکتین (c) در ارقام مختلف سیب‌زمینی. حروف مشابه از نظر آماری در سطح احتمال ۱ درصد با هم اختلاف معنی‌داری ندارند.

سیب‌زمینی نسبت به سایر گیاهان زراعی دارای پروتکتین کمتری می‌باشد ولی به دلیل این که در تغذیه انسان و حیوانات سهم بزرگی را دارد. از ارزش زیستی بالایی

پروتکتین کل غده

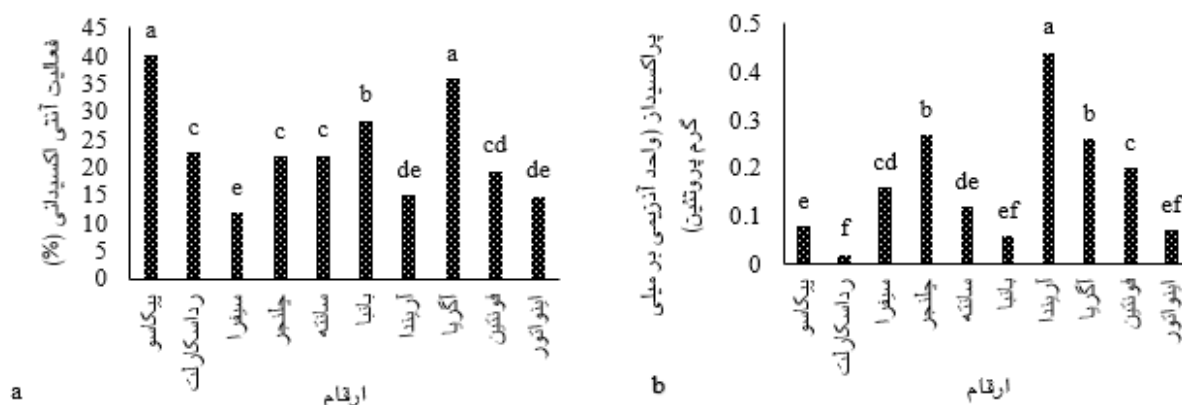
یکی از مهم‌ترین عناصر در ارزیابی کیفیت سیب‌زمینی محتوای پروتکتین کل می‌باشد. با این که

شد و کمترین میزان در رقم سیفرا (۱۱/۸۳ درصد) بود در حالی که با مقادیر اینواتور و آریندا از نظر آماری اختلاف معنی‌دار نداشت (شکل ۵a). از جمله ترکیباتی که از واکنش‌های اکسیداسیون ناشی از رادیکال‌های آزاد در بافت میوه و سبزی جلوگیری می‌کنند آنتی‌اکسیدان‌ها هستند (سپرس ۱۹۹۳). آنتی‌اکسیدان‌ها از طریق کنترل اکسیداسیون واکنش‌های زنجیری از اکسیداسیون پروتئین‌ها و مولکول‌هایی همچون DNA جلوگیری می‌کنند (وانگ ۲۰۱۰). پتانسیل آنتی‌اکسیدان کل سیب‌زمینی با محتوای فنل کل در ارتباط است و به فعالیت آنتی‌اکسیدان کل کمک می‌کند. فعالیت آنتی‌اکسیدان در بین ارقام مختلف سیب‌زمینی متفاوت است. شرایط کشت در محیط، روش‌های کشت و همچنین ژنوتیپ گیاهان بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی غده اثر می‌گذارد (اسکالزو و همکاران ۲۰۰۵). ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در ارقام سیب‌زمینی به رنگ پوست و گوشت غده بستگی دارد (آندره و همکاران ۲۰۰۹). گزارشات حاکی از آن است که ارقامی از سیب‌زمینی که رنگی بودند مخصوصاً ارقامی که گوشت بنفش و قرمز دارند نسبت به ارقامی با گوشت سفید و زرد دارند فعالیت آنتی‌اکسیدانی در آنها به‌طور قابل ملاحظه‌ای بالا بوده است (ریس و همکاران ۲۰۰۵ و استوشنوف و همکاران ۲۰۰۸).

برخوردار است (عقیقی شاهوردی و همکاران ۲۰۱۷). پروتئین‌های اصلی موجود در سیب‌زمینی را پروتئین‌های ساده تشکیل می‌دهند. توپ‌ترین پروتئین اصلی در سیب‌زمینی بوده و به دو بخش آلبومین و گلوبولین تقسیم می‌شود. نتایج حاصل از مقایسات میانگین مربوط به صفت پروتئین نشان داد که رقم آگریا (۰/۳۸۶ میلی-گرم بر میلی‌لیتر) و رقم بانبا (۰/۱۵۵ میلی‌گرم بر میلی-لیتر) به ترتیب بیشترین و کمترین میزان محتوای پروتئین کل را دارند (شکل ۴c). ارقام سیب‌زمینی را بر اساس اختلاف و توان ژنتیکی برای تجمع پروتئین در غده گروه‌بندی می‌کنند بنابراین احتمالاً کیفیت غده‌ها با توجه به محتوای پروتئین کل به‌وسیله فاکتورهایی همچون شرایط محیطی، خاک و رقم تغییر کند (عقیقی شاهوردی و همکاران ۲۰۱۷).

فعالیت آنتی‌اکسیدان کل غده

از جمله ترکیباتی که از واکنش‌های اکسیداسیون ناشی از رادیکال‌های آزاد در بافت میوه و سبزی جلوگیری می‌کنند، آنتی‌اکسیدان‌ها هستند (سپرس ۱۹۹۳). بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل طبق نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌های در ارقام پیکاسو (۳۹/۹۵ درصد) و آگریا (۳۵/۹۲ درصد) مشاهده



شکل ۵- مقایسه میانگین صفات آنتی‌اکسیدان (a) و پراکسیداز (b) در ارقام مختلف سیب‌زمینی حروف مشابه از نظر آماری در سطح احتمال ۱ درصد با هم تفریق ندارند.

مطابق با نتایج بدست آمده از آزمایش حاضر بیشترین مقدار در صفت مربوط در رقم آریندا (۰/۴۴) و کمترین مقدار در رقم رداسکالرت (۰/۰۲) مشاهده گردید (شکل

فعالیت آنزیم پراکسیداز غده

اثر رقم بر فعالیت آنزیم پراکسیداز براساس مقایسه میانگین در سطح احتمال ۱٪ تفاوت معنی‌داری نشان داد.

بالاتری همراه بودند. همچنین مشاهده رابطه منفی و معنی‌دار بین کربوهیدرات و کل و نشاسته نیز موضوع بالا را تایید می‌کند. نشاسته همچنین با سفتی غده و وزن حجمی همبستگی مثبت و با فعالیت آنزیم پراکسیداز همبستگی منفی و معنی‌دار داشت ولی میزان کربوهیدرات کل با فعالیت آنزیم پراکسیداز همبستگی مثبت داشت. فعالیت آنتی‌اکسیدان کل با مقدار فنل و بتاکاروتن همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. در ضمن بالاترین همبستگی نسبت بین تعداد غده و عملکرد غده مشاهده گردید و همچنین بالاترین همبستگی منفی بین نشاسته و کربوهیدرات کل مشاهده گردید (جدول ۵).

نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات مورفولوژیکی، بیوشیمیایی و همچنین تمامی صفات به صورت جداگانه با استفاده از روش UPGMA، برای ۱۰ رقم سیب‌زمینی بررسی شده، نشان داد که براساس صفات مورفولوژی ارقام مورد مطالعه در سه گروه دسته‌بندی شدند. گروه اول شامل ارقام سیفرا و فونتین، گروه دوم شامل ارقام چلنجر، بانبا، آگریا، آریندا، اینواتور و سانته و گروه سوم شامل ارقام پیکاسو و رداسکارلت بودند. در حالی که براساس صفات بیوشیمیایی ارقام مورد مطالعه در دو دسته گروه‌بندی شدند. گروه اول شامل ارقام پیکاسو، آریندا و سیفرا، گروه دوم شامل ارقام رداسکارلت، بانبا، چلنجر، فونتین، سانته، آگریا و اینواتور بودند. همچنین تجزیه خوشه‌ای براساس کل صفات نیز نشان داد که ارقام ارزیابی شده در دو گروه قرار داشتند، گروه اول شامل ارقام پیکاسو، آریندا و سیفرا و گروه دوم شامل ارقام رداسکارلت، بانبا، چلنجر، فونتین، سانته، آگریا و اینواتور بودند که بسیار شبیه به گروه‌بندی با ارقام بیوشیمیایی بود (شکل ۶، ۷ و ۸).

۵b). گزارشات زیادی در مورد ویژگی‌های آنزیم اکسیداتیو در بسیاری از میوه‌ها و سبزیجات وجود دارد (اونال و همکاران ۲۰۱۱). اما تنها در بسیار کمی از آنها بین آنزیم اکسیداتیو و قهوه‌ای شدن رابطه وجود دارد (چیساری و همکاران ۲۰۰۸). یکی از آنزیم‌های که در قهوه‌ای شدن آنزیمی دخالت دارند آنزیم پراکسیداز می‌باشد که از طریق کاهش دادن دی‌فنل‌ها و تولید لیگنین می‌باشد (کای و همکاران ۲۰۰۶ و روبینسون و اسکین ۱۹۹۱). ارقام مختلف حساسیت‌های متفاوتی نسبت به قهوه‌ای شدن دارند که این بستگی به میزان تخریب ترکیبات فنلی دارند (آمیوت و همکاران ۱۹۹۲). پس می‌توان نتیجه گرفت هر چقدر مقدار آنزیم پراکسیداز کمتر باشد، قهوه‌ای شدن آن در حین فرآوری کمتر خواهد بود. چیساری (۲۰۰۸) گزارش کرد که با تاخیر در زمان برداشت میزان قهوه‌ای شدن سطحی گوشت میوه افزایش یافت.

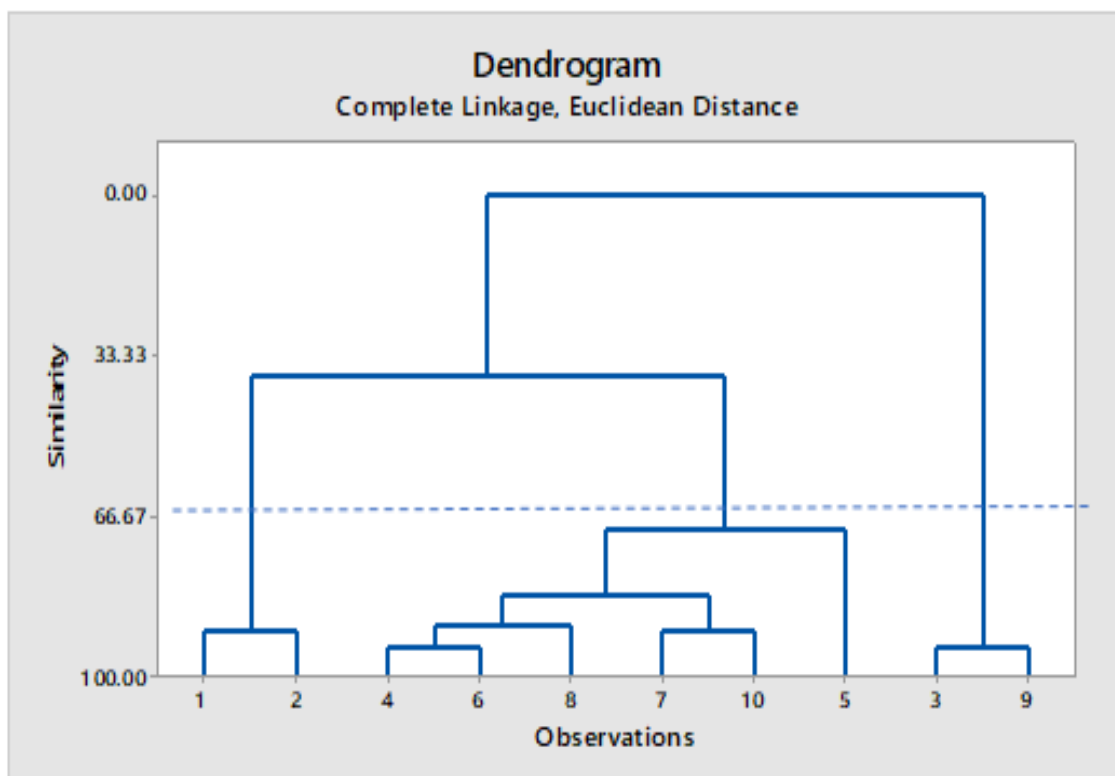
همبستگی و تجزیه خوشه‌ای

رابطه بین عملکرد غده با وزن تر، تعداد غده در بوته مثبت و معنی‌دار (در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵) بود. وزن تر غده با صفات درصد ماده خشک غده، سفتی و نشاسته غده‌ها همبستگی منفی و معنی‌داری داشت و درصد ماده خشک غده با وزن حجمی، سفتی و درصد نشاسته غده همبستگی مثبت و با کربوهیدرات کل همبستگی منفی و معنی‌داری داشت. پس می‌توان گفت با افزایش وزن تر درصد ماده خشک غده، سفتی و درصد نشاسته غده کاهش پیدا کرده ولی با افزایش نشاسته سفتی، وزن حجمی و درصد ماده خشک غده افزایش پیدا است. درحالی که افزایش کربوهیدرات محلول کل با کاهش درصد ماده خشک غده همراه بوده است. پس ارقامی که نشاسته بیشتری داشتند با درصد ماده خشک

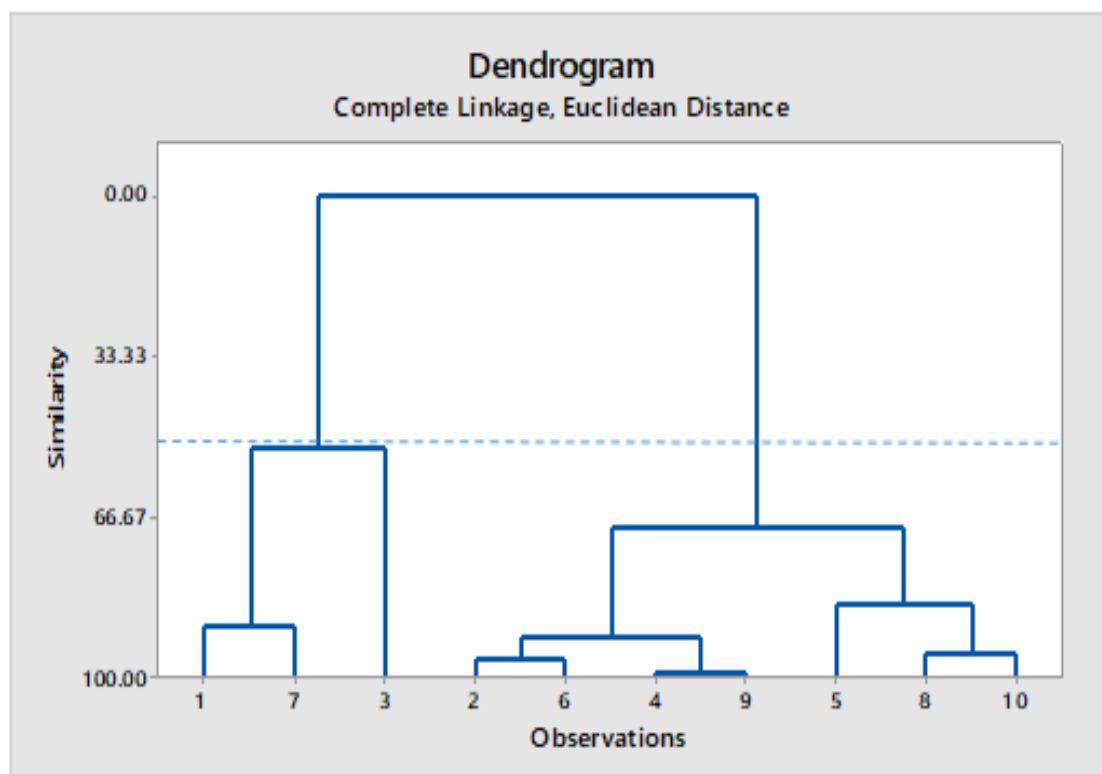
جدول ۵- همبستگی بین صفات اندازه گیری شده در ارقام مختلف سیب زمینی

Y17	Y16	Y15	Y14	Y13	Y12	Y11	Y10	Y9	Y8	Y7	Y6	Y5	Y4	Y3	Y2	Y1	Y1	Y1	Y1
۱	-/۰۷۸۱	-/۰۶۹	-/۰۷۷۴	-/۰۸۸۷	-/۰۴۴۷*	-/۰۳۶۷*	-/۰۳۵	-/۰۰۹	-/۰۳۲۰	-/۰۹۷	-/۰۹۹	-/۰۷۲۸**	-/۰۹۹	-/۰۹۱۱*	-/۰۰۸	۱	۱	۱	۱
	-/۰۴۷۳**	-/۰۶۰	-/۰۷۴۴	-/۰۸۱۹	-/۰۳۰۱	-/۰۳۷	-/۰۶۰	-/۰۷۸	-/۰۷۸	-/۰۴۳۱*	-/۰۷۸	-/۰۹۲۸**	-/۰۳۷	-/۰۰۳	-/۰۲۹	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷
	-/۰۴۷۳**	-/۰۶۰	-/۰۷۴۴	-/۰۸۱۹	-/۰۳۰۱	-/۰۳۷	-/۰۶۰	-/۰۷۸	-/۰۷۸	-/۰۴۳۱*	-/۰۷۸	-/۰۹۲۸**	-/۰۳۷	-/۰۰۳	-/۰۲۹	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷
	-/۰۴۷۳**	-/۰۶۰	-/۰۷۴۴	-/۰۸۱۹	-/۰۳۰۱	-/۰۳۷	-/۰۶۰	-/۰۷۸	-/۰۷۸	-/۰۴۳۱*	-/۰۷۸	-/۰۹۲۸**	-/۰۳۷	-/۰۰۳	-/۰۲۹	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷
	-/۰۴۷۳**	-/۰۶۰	-/۰۷۴۴	-/۰۸۱۹	-/۰۳۰۱	-/۰۳۷	-/۰۶۰	-/۰۷۸	-/۰۷۸	-/۰۴۳۱*	-/۰۷۸	-/۰۹۲۸**	-/۰۳۷	-/۰۰۳	-/۰۲۹	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷
	-/۰۴۷۳**	-/۰۶۰	-/۰۷۴۴	-/۰۸۱۹	-/۰۳۰۱	-/۰۳۷	-/۰۶۰	-/۰۷۸	-/۰۷۸	-/۰۴۳۱*	-/۰۷۸	-/۰۹۲۸**	-/۰۳۷	-/۰۰۳	-/۰۲۹	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷
	-/۰۴۷۳**	-/۰۶۰	-/۰۷۴۴	-/۰۸۱۹	-/۰۳۰۱	-/۰۳۷	-/۰۶۰	-/۰۷۸	-/۰۷۸	-/۰۴۳۱*	-/۰۷۸	-/۰۹۲۸**	-/۰۳۷	-/۰۰۳	-/۰۲۹	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷
	-/۰۴۷۳**	-/۰۶۰	-/۰۷۴۴	-/۰۸۱۹	-/۰۳۰۱	-/۰۳۷	-/۰۶۰	-/۰۷۸	-/۰۷۸	-/۰۴۳۱*	-/۰۷۸	-/۰۹۲۸**	-/۰۳۷	-/۰۰۳	-/۰۲۹	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷
	-/۰۴۷۳**	-/۰۶۰	-/۰۷۴۴	-/۰۸۱۹	-/۰۳۰۱	-/۰۳۷	-/۰۶۰	-/۰۷۸	-/۰۷۸	-/۰۴۳۱*	-/۰۷۸	-/۰۹۲۸**	-/۰۳۷	-/۰۰۳	-/۰۲۹	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷
	-/۰۴۷۳**	-/۰۶۰	-/۰۷۴۴	-/۰۸۱۹	-/۰۳۰۱	-/۰۳۷	-/۰۶۰	-/۰۷۸	-/۰۷۸	-/۰۴۳۱*	-/۰۷۸	-/۰۹۲۸**	-/۰۳۷	-/۰۰۳	-/۰۲۹	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷
	-/۰۴۷۳**	-/۰۶۰	-/۰۷۴۴	-/۰۸۱۹	-/۰۳۰۱	-/۰۳۷	-/۰۶۰	-/۰۷۸	-/۰۷۸	-/۰۴۳۱*	-/۰۷۸	-/۰۹۲۸**	-/۰۳۷	-/۰۰۳	-/۰۲۹	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷
	-/۰۴۷۳**	-/۰۶۰	-/۰۷۴۴	-/۰۸۱۹	-/۰۳۰۱	-/۰۳۷	-/۰۶۰	-/۰۷۸	-/۰۷۸	-/۰۴۳۱*	-/۰۷۸	-/۰۹۲۸**	-/۰۳۷	-/۰۰۳	-/۰۲۹	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷
	-/۰۴۷۳**	-/۰۶۰	-/۰۷۴۴	-/۰۸۱۹	-/۰۳۰۱	-/۰۳۷	-/۰۶۰	-/۰۷۸	-/۰۷۸	-/۰۴۳۱*	-/۰۷۸	-/۰۹۲۸**	-/۰۳۷	-/۰۰۳	-/۰۲۹	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷
	-/۰۴۷۳**	-/۰۶۰	-/۰۷۴۴	-/۰۸۱۹	-/۰۳۰۱	-/۰۳۷	-/۰۶۰	-/۰۷۸	-/۰۷۸	-/۰۴۳۱*	-/۰۷۸	-/۰۹۲۸**	-/۰۳۷	-/۰۰۳	-/۰۲۹	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷	-/۰۲۳۷

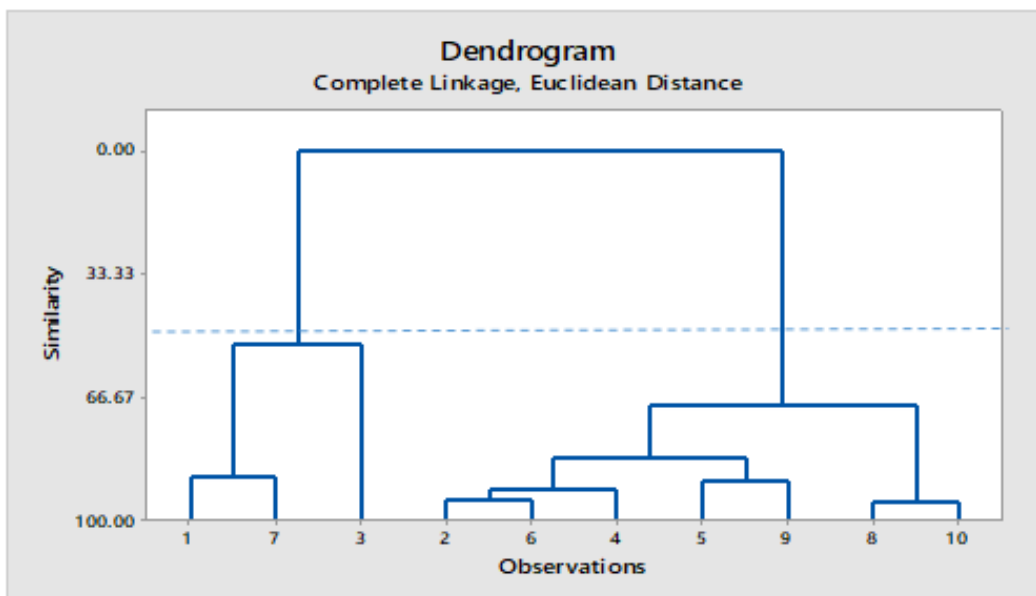
Y1: وزن تر غده Y2: وزن خشک غده Y3: وزن حجمی غده Y4: قطر غده Y5: تعداد غده Y6: عملکرد هر بوته Y7: عملکرد در هکتار Y8: مواد جامد محلول کل غده Y9: ویتامین B سفیدی غده Y10: نشاسته کل غده Y11: کربوهیدرات کل غده Y12: پروتئین کل غده Y13: فعالیت آنزیم پراکسیداز Y14: فعالیت آنزیم پراکسیداز Y15: فعالیت آنزیم پراکسیداز Y16: فعالیت آنزیم پراکسیداز Y17: فعالیت آنزیم پراکسیداز



شکل ۶- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای ۱۰ رقم سیب‌زمینی براساس صفات مورفولوژی در شرایط اقلیمی مراغه



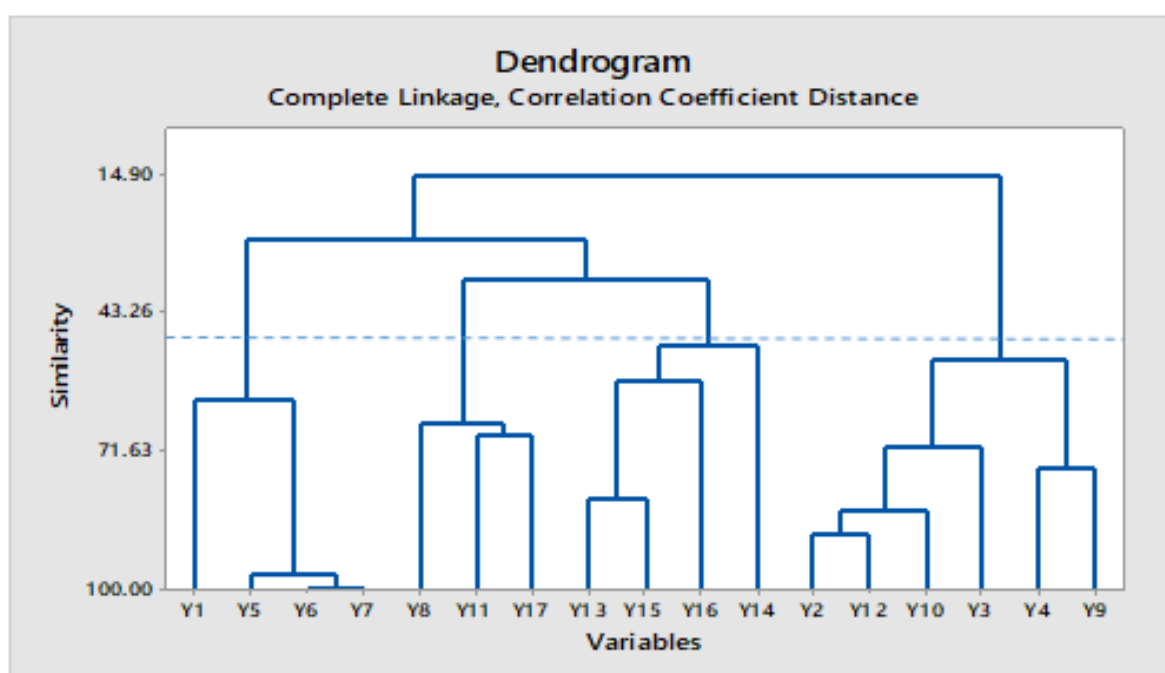
شکل ۷- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای ۱۰ رقم سیب‌زمینی براساس صفات بیوشیمیایی در شرایط اقلیمی مراغه



شکل ۸- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای ۱۰ رقم سیب‌زمینی براساس صفات کل در شرایط اقلیمی مراغه

کل غده، فعالیت آنزیم پراکسیداز و در گروه سوم فعالیت آنتی اکسیدانی کل غده، بتاکاروتن، پروتئین کل غده و فنل کل غده و در گروه چهارم وزن خشک غده، نشاسته، سفیدی، وزن حجمی، قطر غده و ویتامین ث قرار گرفتند (شکل ۹).

نتایج تجزیه خوشه‌ای صفات در تایید همبستگی مشاهده شده نشان داد که به‌طور کلی صفات در ۴ گروه دسته‌بندی شدند به‌طوری که در گروه اول صفات وزن تر غده، تعداد غده، وزن غده بوته و عملکرد غده در هکتار و در گروه دوم مواد جامد محلول کل غده، کربوهیدرات



شکل ۹- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای ۱۷ صفت مورد مطالعه در ۱۰ رقم سیب‌زمینی در شرایط اقلیمی مراغه

نتیجه‌گیری کلی

براساس نتایج این پژوهش می‌توان اظهار داشت که تنوع قابل ملاحظه‌ای بین ارقام مختلف و رایج در کشور همچون کاربرد آن‌ها جهت انواع مصارف، وجود دارد. در این پژوهش مشخص گردید که ارقامی همچون اینواتور و چلنجر به دلیل داشتن نشاسته زیاد و محتوای فنل کل بالا و همچنین پراکسیداز و کربوهیدرات کم مناسب برای مصارف فرنیج فرایز و خلال و همچنین این ارقام با عملکرد قابل قبول، سفتی و ماده خشک بیشتر برای تازه‌خوری و بازار پسندی تحت شرایط اقلیمی مراغه و اقلیم‌های مشابه مناسب هستند، که البته رقم سیفرا بیشترین عملکرد را با اختلاف معنی‌داری نسبت به بقیه داشته است که البته با توجه به این که ارزش صفات کیفی در مقایسه با ارقام چلنجر و پیکاسو و اینواتور پایین‌تر بوده و در تولید محصولات باغی کیفیت همانند کمیت از ارزش بالایی برخوردارست، پیشنهاد نمی‌گردد.

منابع مورد استفاده

- Abdollahi M and Soleymani A. 2014. Influence of integrated use of chemical, biological and organic fertilizers on nitrate, lead and cadmium concentration and physiological characteristics of different cultivars of potato. *Research on Crops*, 15(1): 198-205.
- Adu-Kwarteng E, Sakyi-Dawson EO, Ayernor GS, Truong VD, Shih FF and Daigle K. 2014. Variability of sugars in staple-type sweet potato (*Ipomoea batatas*) cultivars: the effects of harvest time and storage. *International Journal of Food Properties*, 17(2): 410-420.
- Aghighi Shahverdi M, Maleki Farahani S and Mamivand B. 2017. Evaluation of changes of protein percentage, lysine and methionine amino acids in potato genotypes and cultivars. *Journal of Plant Ecophysiology*. 29(9): 103-112. (In Persian).
- Akyol H, Riciputi Y, Capanoglu E, Caboni MF and Verardo V. 2016. Phenolic compounds in the potato and its byproducts: an overview. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(6): 835p.
- Ali A and Javad L. 2007. Study on variation of potato varieties using electrophoretic tuber storage proteins. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(18): 3195-3199.
- Amiot MJ, Tacchini M, Aubert S and Nicolas J. 1992. Phenolic composition and browning susceptibility of various apple cultivars at maturity. *Journal of Food Science*, 57(4): 958-962.
- Andre CM, Ghislain M, Bertin P, Oufir M, del Rosario Herrera M, Hoffmann L, Hausman JF and Larondelle YED. 2007. Andean potato cultivars (*Solanum tuberosum* L.) as a source of antioxidant and mineral micronutrients. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(2): 366-378.
- Andre CM, Oufir M, Hoffmann L, Hausman JF, Rogez H, Larondelle Y and Evers D. 2009. Influence of environment and genotype on polyphenol compounds and in vitro antioxidant capacity of native Andean potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(6): 517-524.

ارقام رداسکارلت، پیکاسو، بانبا و اینواتور نسبت به بقیه ارقام میزان فعالیت پراکسیداز کمتری داشتند. رقم آگریا در صفاتی همچون فعالیت آنتی اکسیدانی، پروتئین و بتاکاروتن نسبت به بقیه برتر بود. ارقام اینواتور و بانبا میزان ویتامین ث بیشتری نسبت به سایر ارقام داشتند. به طور کلی می‌توان ادعا کرد با مطالعه ارقام مختلف برای هر شرایط آب و هوایی می‌توان به کشاورزان جهت انتخاب بهترین رقم کمک نمود و همچنین این ارزیابی‌ها به دلیل معرفی و ورود ارقام جدید بایستی به صورت مستمر انجام شوند.

سپاسگزاری

از آزمایشگاه مرکزی دانشگاه مراغه (شاعا) به دلیل همکاری صمیمانه در این پژوهش کمال قدردانی و تشکر را داریم.

- Arifa K, Shazia E, Abdul G and Naveeda R. 2018. Evaluation of potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes for yield and phenotypic quality traits under subtropical climate. *Academia Journal of Agricultural Research*, 6(4): 79-85.
- Arji I, Miri S and Abdosi V. 2013. An Investigation into the Effects of Planting Date on Quantity and Quality Traits of Some Potato (*Solanum tuberosum* L.) Cultivars in Ghasre Shirin. *The Plant Production (Scientific Journal of Agriculture)*, 35(4): 43-54. (In Persian).
- Arshi Y. 2000. Genetic improvement of vegetable crops. Mashhad Jihad-e-University. 528 p. (In Persian).
- Beukema HP and Vanderzaag DE. 1990. Introduction to potato production. Pudoc. Wageningen, the Netherlands.
- Bolandi AR and Hamidi H. 2016. Evaluation of Quantitative and Qualitative Traits of 18 Potato Clones. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 14(2): 318-328. (In Persian).
- Bor JY, Chen HY and Yen GC. 2006. Evaluation of antioxidant activity and inhibitory effect on nitric oxide production of some common vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(5): 1680-1686.
- Bradford MM. 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.
- Burmeister A, Bondiek S, Apel L, Kühne C, Hillebrand S and Fleischmann P. 2011. Comparison of carotenoid and anthocyanin profiles of raw and boiled *Solanum tuberosum* and *Solanum phureja* tubers. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24(6): 865-872.
- Burton WG. 1989. The potato. Longman, London.
- Byers T and Perry G. 1992. Dietary carotenes, vitamin C, and vitamin E as protective antioxidants in human cancers. *Annual review of Nutrition*, 12(1): 139-159.
- Cai C, Xu C, Li X, Ferguson I and Chen K. 2006. Accumulation of lignin in relation to change in activities of lignification enzymes in loquat fruit flesh after harvest. *Postharvest Biology and Technology*, 40(2): 163-169.
- Cardenas-Perez S, Mendez-Méndez JV, Chanona-Perez JJ, Zdunek A, Guemes-Vera N, Calderon-Domínguez G and Rodriguez-Gonzalez F. 2017. Prediction of the nanomechanical properties of apple tissue during its ripening process from its firmness, color and microstructural parameters. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 39: 79-87.
- Chiou MJ, Wang YD, Kuo CM, Chen JC and Chen JY. 2007. Functional analysis of mitogen-activated protein kinase-3 (MAPK3) and its regulation of the promoter region in zebrafish. *DNA and Cell Biology*, 26(11): 781-790.
- Chisari M, Barbagallo RN and Spagna G. 2008. Characterization and role of polyphenol oxidase and peroxidase in browning of fresh-cut melon. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(1): 132-138.
- Cho KS, Jeong HJ, Cho JH, Park YE, Hong SY, Won HS and Kim HJ. 2013. Vitamin C content of potato clones from Korean breeding lines and compositional changes during growth and after storage. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 54(1): 70-75.
- Chun OK, Kim DO, Smith N, Schroeder D, Han JT and Lee CY. 2005. Daily consumption of phenolics and total antioxidant capacity from fruit and vegetables in the American diet. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(10): 1715-1724.
- Daraei Garmakhani A, Mirzaei HO, Maghsoudlou Y and Kashaninejad M. 2010. Investigation of the physicochemical properties of three potato varieties of Golestan province and their effects on quality attribute of French fries. *Food Science and Technology*, 7(1): 1-9.
- Eaton TE, Azad AK, Kabir H and Siddiq AB. 2017. Evaluation of Six Modern Varieties of Potatoes for Yield, Plant Growth Parameters and Resistance to Insects and Diseases. *Agricultural Sciences*, 8(11): 1315-1326.

- Ezekiel R, Singh N, Sharma S and Kaur A. 2013. Beneficial phytochemicals in potato—a review. *Food Research International*, 50(2): 487-496.
- Fallahi M. 1997. *Potato science and technology*. Barsawa Mashahd Press.
- Fantaw S, Ayalew A, Tadesse D, Medhin Z and Agegnehu E. 2016. Evaluation of potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties for yield and yield components. *Journal of Horticulture and Forestry*. 11 (3): 48-53.
- FAO. 2019. Food and Agriculture Organization. Available online at: <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>.
- Fallahi M. 1997. *Potato science and technology*. Barasawa Pyblication, Mashahad. 250 p. (In Persian)
- Fathi M, Asghari R, Valizadeh M, Aharizad S and Hassanpanah D. 2010. Evaluation of advanced clones from true potato seed. *Journal of Agricultural Science*. 2(19): 207-214.
- Garmakhani D, Mirzaie HO, Maghsoudlou Y and Kashaninejad M. 2010. Investigation of phytochemical properties of three potato varieties of Golestan province and their effects on quality attributes of French fries. *Food Science and Technology*. 7(1):1-9.
- Ghafir SA, Ibrahim IZ, Zaied SA and Abusrewel GS. 2009. Response of Local Variety 'Shlefy' Pomegranate Fruits to Packaging and Cold Storage. In *Vi International Postharvest Symposium 877*: 427-431.
- Ghasemnezhad M and Shiri MA. 2010. Effect of chitosan coatings on some quality indices of apricot (*Prunus armeniaca* L.) during cold storage. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 8(1): 25-33.
- Girma T 2012. Effect of variety and earthing up frequency on growth, yield and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.) at Bure, north western Ethiopia. An: MSc. thesis presented to school of graduates of Jimma University of agriculture and veterinary medicine.
- Hasan Abadi H and Hasan Panah D. 2002. Study, Evaluation and comparison on TPS Drived Tubers and Commercial Cultivars. Seed and Plant Improvement Institute. (in Persian).
- Hassanabadi H. 2008. Breeding and improve processes of potato in Iran. *Potato, Future Food Congress*. Payam Noor University, Sarvelayat Branch, Neishaboor (In Persian).
- Hejtmánková K, Kotíková Z, Hamouz K, Pivec V, Vacek J and Lachman J. 2013. Influence of flesh colour, year and growing area on carotenoid and anthocyanin content in potato tubers. *Journal of Food Composition and Analysis*, 32(1): 20-27.
- Hosaka K. 2004. Evolutionary pathway of T-type chloroplast DNA in potato. *American Journal of Potato Research*, 81(2): 153-158.
- Jackson JE. 2003. *The biology of Apples and Pears*. Cambridge University Press. New York.
- Jafarian S. 2000. Effect of pre heating and use of some of hydrocolloids in reduction oil uptake and quality of potato French fries. PhD thesis. Isfahan University of technology.
- Kanatt S, Chander R, Radhakrishna P and Sharma A. 2005. Potato peel extracta natural antioxidant for retarding lipid peroxidation in radiation processed lamb meat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(5): 1499-1504.
- Kaur L, Singh N and Sodhi NS. 2002. Some properties of potatoes and their starches II. Morphological, thermal and rheological properties of starches. *Food chemistry*, 79(2): 183-192.
- Kays SJ and Nottingham SF. 2007. *Biology and Chemistry of Jerusalem Artichoke: Helianthus tuberosus L.* CRC Press.
- Kazemi H. 1995. *Dry Farming Principle*. Publication of University of Tabriz. (In Persian).
- Khazaie H, Nasiri Mahalati M and Arshadi MJ. 2012. Determination of Reducing Sugar in Potato Using a Manual Glucose Determiner and Comparing with Enzymatic Procedure. *Iranian Food Science and Technology*, 4(7): 290-297.

- Klimczak I, Małecka M, Szlachta M and Gliszczyńska-Świątło A. 2007. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(3-4): 313-322.
- Kumar D, Singh BP and Kumar P. 2004. An overview of the factors affecting sugar content of potatoes. *Annals of Applied Biology*, 145(3): 247-256.
- Lee SK and Kader AA. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest biology and technology*, 20(3): 207-220.
- Lemos MA, Aliyu MM and Hungerford G. 2015. Influence of cooking on the levels of bioactive compounds in purple majesty potato observed via chemical and spectroscopic means. *Food Chemistry*, 173: 462-467.
- Lester GE and Eischen F. 1996. Beta-carotene content of postharvest orange-fleshed muskmelon fruit: effect of cultivar, growing location and fruit size. *Plant Foods for Human Nutrition*, 49(3): 191-197.
- Lombardo S, Pandino G and Mauromicale G. 2013. The influence of growing environment on the antioxidant and mineral content of "early" crop potato. *Journal of Food Composition and Analysis*, 32(1): 28-35.
- Love S, Stark J and King B. 2003. Irrigation tips for new varieties. Idaho Potato Conference.
- Mencarelli F, Agostini R, Botondi R and Massantini R. 1995. Ethylene production, ACC content, PAL and POD activities in excised sections of straight and bent gerbera scapes. *Journal of Horticultural Science*, 70(3): 409-416.
- Mohamadiha H. 1990. Principle of Nutrition Publication of University of Tehran. (In Persian).
- Mostofi Y and Najafi F. 2006. Laboratory Analyzibg Methods in Horticultural Science. Publication of University of Tehran. (In Persian).
- Mousapour Gorgi A and Shavakhi F. 2007. Evaluation of Physico-Chemical Properties of New Potato Varieties and Introducing Proper Varieties for Processing Purpose. *Journal Agricultural Engineering Research*. 2(8): 63-78.
- Mousapour Y. 2005. Evaluation of quantitative and qualitative characteristics of potato new cultivars in spring cultivation. Project final report, Seed and plant Improvement Institute.
- Musapour Gorji A, Mortazavi bak A, Hassanpanah D, Parvizi KH, Shojaei K, and Mohammadi M. 2008a. Evaluation of qualitative and quantitative characteristics of new cultivars in spring cultivation. Final Report, Seed and Plant Improvement Institute. 44 p. (In Persian).
- O'brien RD. 2008. Fats and oils: formulating and processing for applications. CRC press.
- Panahandeh J, Azizi M, Emaratpardaz J, Motalebi Azar AR and Zare Nahandi F. 2016. Evaluation of Tuber Yield, Vegetative Traits and Pollen Stainability in Six Families of True Potato Seeds. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 25(1-2):165-177.
- Parr AJ and Bolwell GP. 2000. Phenols in the plant and in man. The potential for possible nutritional enhancement of the diet by modifying the phenols content or profile. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(7): 985-1012.
- Rasouli F. 2008. GA₃ and Zinc sulfate application to improve yield and tuber quality of potato (*Solanum tuberosum* var. *Agria*). MSc Thesis. Faculty of Agriculture. University of Shiraz. (In Persian).
- Reddivari L, Hale AL and Miller JC. 2007. Genotype, location, and year influence antioxidant activity, carotenoid content, phenolic content, and composition in specialty potatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(20): 8073-8079.
- Rezaie A and Soltani A. 2004. Introduction to ptato production. Jahad Daneshgahi of Tehran University Press.
- Reyes LF, Miller JC and Cisneros-Zevallos L. 2005. Antioxidant capacity, anthocyanins and total phenolics in purple-and red-fleshed potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes. *American Journal of Potato Research*, 82(4): 271.

- Robinson DS and Eskin NAM. 1991. Oxidative enzymes in foods. Elsevier Applied Science.
- Roe MA, Faulks RM and Belsten JL. 1990. Role of reducing sugars and amino acids in fry colour of chips from potatoes grown under different nitrogen regimes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 52(2): 207-214.
- Rose R, Rose CL, Omi SK, Forry KR, Durall DM and Bigg WL. 1991. Starch determination by perchloric acid vs enzymes: evaluating the accuracy and precision of six colorimetric methods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39(1): 2-11.
- Ru W, Pang Y, Gan Y, Liu Q and Bao J. 2019. Phenolic compounds and antioxidant activities of potato cultivars with white, yellow, red and purple flesh. *Antioxidants*, 8(10): 419.
- Rymuza K and Bombik A. 2010. Genotype-environment interaction in evaluating yielding of selected edible potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars. *Plant Breeding and Seed Science*, 62: 97.
- Salazar LF. 1996. Potato viruses and their control. International Potato Center.
- Sanei Shariat Phanahi M. 1983. Morphology and Phisyology of Fruit. Publication of University of Tehran. (In Persian).
- Sapers GM. 1993. Browning of foods: control by sulfites, antioxidants, and other means. *Food Technology (Chicago)*, 47(10): 75-84.
- Schlegel HG. 1956. Die verwertung organischer säuren durch Chlorella im licht. *Planta*, 47(5): 510-526.
- Shojaei Ali Abadi S, Nikoopour H, Cbarfard F and Parsapour MM. 2009. The effect of potato cultivar (variety) on the amount of acrylamide formation in potato chips. *Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology*, 1: 65-72. (In Persian).
- Singleton VL and Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16(3): 144-158.
- Snedecor GW and Cochran WG. 1994. Statistical methods, 6th ed, New Delhi.
- Stratil P, Klejdus B and Kubáň V. 2006. Determination of total content of phenolic compounds and their antioxidant activity in vegetables evaluation of spectrophotometric methods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(3): 607-616.
- Stushnoff C, Holm D, Thompson MD, Jiang W, Thompson HJ, Joyce NI and Wilson P. 2008. Antioxidant properties of cultivars and selections from the Colorado potato breeding program. *American Journal of Potato Research*, 85(4): 267P.
- Tsegaw T. 2005. Effect of paclobutrazole on tuberization and other growth stages in potato. Ph. D Thesis. University of Pretoria.
- Ünal MÜ, Taş C and Şener A. 2011. Determination of biochemical properties of polyphenol oxidase from domat olives. *Gida, Journal of Food*, 36: 185-192.
- Valcarcel J, Reilly K, Gaffney M and O'Brien NM. 2015. Antioxidant activity, total phenolic and total flavonoid content in sixty varieties of potato (*Solanum tuberosum* L.) grown in Ireland. *Potato research*, 58(3): 221-244.
- Wang CC, Chang SC, Inbaraj BS and Chen BH. 2010. Isolation of carotenoids, flavonoids and polysaccharides from (*Lycium barbarum* L.) and evaluation of antioxidant activity. *Food Chemistry*, 120(1): 184-192.
- Yaghbani M and Mohamadzadeh J. 2006. Study on physico-chemical properties of strach from potato cultivars in Golestan province. *Food Science and Technology*, 2(4): 71-79. (In Persian).
- Yamdeu Galani JH, Mankad PM, Shah AK, Patel NJ, Acharya RR and Talati JG. 2017. Effect of storage temperature on vitamin C, Total Phenolics, UPLC phenolic acid profile and antioxidant capacity of eleven potatoes (*Solanum tuberosum* L.) varieties. *Horticultural Plant Journal*, 3(2): 73-89.