به زراعی کشاورزی
دوره ۲۲ ■ شماره ٤ ■ زمستان ۱۳۹۹
صفحه‌های ٦٥٦-٦٤٥

مقاله پژوهشی:

مقایسه شاخص‌سطح برگ، خصوصیات کمی و کیفی ۱۳ رقم جدید سیب‌زمینی تحت شرایط اقلیمی نیمه‌خشک و سرد رزن

علی اصغر فزونی[۱]، محمدعلی ابوطالبیان[۲*]
۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.
۲. دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۹/۲۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۳/۰۵

چکیده

برای رسیدن به عملکرد مطلوب کمی و کیفی سیب‌زمینی در هر منطقه لازم است ارقام جدید با یکدیگر مقایسه گردد. به این منظور ۱۳ رقم جدید به‌همراه دو رقم آگریا و بانبا از نظر شاخص سطح برگ، صفات زراعی و کیفی در شرایط آب‌وهوایی رزن موردبررسی قرار گرفتند. این پژوهش در قالب طرح آماری بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی دانشگاه بوعلی سینا در سال ۱۳۹٦ انجام گرفت. نتایج نشان داد رقم مانیتو دیرتر از دیگر ارقام به حداکثر شاخص سطح برگ رسید و با داشتن ۱۲ غده در بوته نسبت به ارقام شاهد بانبا و آگریا به‌ترتیب ۱۱۲ و ۸۳ درصد برتری داشت. در میان ارقام، ناتاشا با دارابودن بالاترین شاخص سطح برگ حداکثر (۳/٦٥) نسبت به آگریا و بانبا به‌ترتیب ۵۷ و ۱۹ درصد پر برگ‌تر بود. وزن غده در رقم اوتاوا (۱۵۷/۸ گرم در غده) نسبت به ارقام آگریا و بانبا به‌ترتیب ۷۰/۵ و ۲۰/٤ درصد بیش‌تر بود. رقم مانیتو با عملکرد ۷۱۳۹۹ کیلوگرم در هکتار برتری ۱۲۳ درصدی نسبت به آگریا و ۷۰ درصدی نسبت به بانبا نشان داد. در این پژوهش ارقام از لحاظ درصد پروتئین غده تفاوت معنی‌دار نداشتند، درحالی‌که از نظر درصد نشاسته غده متفاوت بودند و بالاترین مقدار در رقم مانیتو (۱۸/۰۹ درصد) و سپس در اوتاوا و کونکوردیا مشاهده شد. به‌طورکلی، ارقام مانیتو، کاروسو و فالوکا براساس صفات حداکثر شاخص سطح برگ، تعداد غده در بوته و عملکرد برای کاشت در رزن قابل پیشنهاد هستند.

کلیدواژه‌ها: پروتئین، تعداد غده در بوته، عملکرد غده، نشاسته، وزن غده.

Comparison of Leaf Area Index, Quantitative, and Qualitative Characteristics of 13 New Potato Cultivars under Semi-Arid and Cold Climatic Conditions of Razan

Ali Asghar Fozooni[1], Mohammad Ali Aboutalebian[2*]
1. Former M.Sc. Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
2. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.
Received: December 15, 2019 Accepted: May 25, 2020

Abstract

In order to achieve optimum quantitative and qualitative yield of potato in each region, new cultivars need to be compared. As such, this study has been carried out to compare 13 new potato cultivars along with two cultivars of Agria and Banba with each other to identify suitable cultivars for leaf area index, agronomic, and qualitative traits under climatic conditions of Razan. The statistical design, used in the present study, has been complete randomized block with three replications. Results show that Manito cultivar has reached the maximum leaf area index later than other cultivars, having 12 tubers per plant, which is 112% and 83% superior to Banba and Agria, respectively. Also, Natascha cultivar with a leaf area index of 3.65 has been 57% and 19% leafier than Agria and Banba, respectively. Tuber weight in Ottawa (157.8 g per tuber) has been 70.5% and 20.4% greater than Agria and Banba, respectively. Manito cultivar yields 71399 kg/ha, which is 123% more than Agria and 70% than Banba. Protein percentage of tubers in this study do not differ among the potato cultivars, while the difference is significant among the potato cultivars in tuber starch percentage and the highest values belong to Manito (18.09%) and Ottawa and Concordia cultivars, in the second and place. Generally, Manitou, Caruso, and Faluca cultivars are recommended for planting in the Razan on the basis of traits of maximum leaf area index, number of tubers per plant, and tuber yield.

Keywords: number of tubers per plant, protein, starch, tuber weight, tuber yield

* نویسنده مسئول
Email: m.aboutalebian@basu.ac.ir

۱. مقدمه

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) یکی از محصولات مهم و ارزشمند جهان است. سطح زیر کشت جهانی این محصول در بیش از ۱۰۰ کشور جهان، حدود ۱۹ میلیون هکتار و تولید سالانه آن نزدیک به ۳۸۸ میلیون تن است و در ایران تولید این محصول ۵/۱ میلیون تن با سطح ۱۶۰ هزار هکتار می‌باشد (FAO, 2017).

توانایی محصول‌دهی بهینه در محیط‌های مختلف یک پیش‌شرط لازم برای یک رقم جدید سیب‌زمینی است و انتخاب رقم مناسب برای هر ناحیه باید با توجه به مواردی مثل طول فصل رشد، کاربرد مصرف غده و بازارپسندی انجام گیرد (Knowles & Knowles, 2006).

متوسط عملکرد سیب‌زمینی کشور حدود ۲۵ تن در هکتار گزارش شده است (FAO, 2017)، که این مقدار با متوسط عملکرد کشورهای اروپایی اختلاف قابل‌توجهی دارد که این امر ممکن است ناشی از مسائل به زراعی و عدم سازگاری ارقام وارداتی جدید با اقلیم‌های مختلف باشد (Fetena & Eshetu, 2017).

ارقام از لحاظ کیفیت برای مصرف خوراکی، چیپس و سرخ کرده با یکدیگر فرق می‌کنند که این موارد به درصد ترکیباتی نظیر نشاسته و پروتئین غده بستگی دارد. نشاسته ترکیب اصلی سیب‌زمینی است که ۷۰ درصد ماده خشک را شامل می‌شود و مقدار آن به رقم بستگی دارد. نشاسته نقش مهمی در کیفیت فرآورده‌ها ایفا کرده و از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کیفیت پخت سیب‌زمینی است (Lisinska & Leszczynski, 1989).

ازآنجاکه دوره رشد و نیاز حرارتی ارقام مختلف سیب‌زمینی متفاوت است (Khajehpur, 2006)، لازم است با انجام پژوهش‌های مناسب ارقام مطلوب برای هر منطقه شناسایی شود (Busnello *et al*., 2019). در پژوهشی گزارش شد که فقط تعداد محدودی از صفات در شرایط اقلیمی مختلف ثابت می‌ماند و بسیاری از آنها به‌شدت به شرایط محیطی واکنش نشان می‌دهند (Khan, 2019).

شاخص سطح برگ یکی از شاخص‌های فیزیولوژیکی مهم در بررسی رشد گیاهان محسوب می‌شود و معمولاً در بین ارقام یک گیاه زراعی متفاوت است (Rahnama, 2008). Abdollahi *et al*. (2018) گزارش کردند که از بین سه رقم سیب‌زمینی مارفونا، مارادونا و راموس، رقم مارفونا بیش‌ترین شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول را دارا بود، درحالی‌که شاخص‌های مذکور در رقم راموس کم‌ترین مقدار بود. در گزارشی دیگر با بررسی عملکرد و شاخص‌های رشد ۱۴ ژنوتیپ مختلف سیب‌زمینی در شرایط کوهستانی و جلگه‌ای استان گلستان عنوان شد که ژنوتیپ‌ها نیاز دمایی متفاوتی داشته و ژنوتیپ ۳-۳۹۷۰۰۹ با دارابودن شاخص سطح برگ مطلوب و سرعت رشد محصول بیش‌تر، توانست با ذخیره‌سازی بیش‌تر و تولید ماده خشک بالاتر عملکرد اقتصادی بالاتری ایجاد کند (Sarparast & Melikian, 2015).

در پژوهشی روی ۲۰ رقم سیب‌زمینی در منطقه اردبیل، گزارش شد که از نظر عملکرد کل غده، ارقام مارفونا، آریندا، فرسکو و سانته در گروه ارقام زودرس تا میان‌رس قرار گرفتند و اظهار گردید که ارقام بلینی، کلمبوس، جولیانس، ساتینا و تیماته نسبت به دیگر ارقام برتری نسبی داشتند (Parvizi, 2006). در پژوهشی دیگر روی صفات زراعی و غذایی ۳۲ رقم سیب‌زمینی گزارش شد که رقم کوراس برای استخراج نشاسته و ارقام سانته، آئولا، آگریا، میریام، پرمیر و کاسموس برای استفاده در چیپس و ارقام آئولا، دزیره، دیامانت و میریام برای فرنچ فرایز (خلال) مناسب بودند (Hassan panah & Hassan abadi, 2011).

در پژوهشی دو ساله روی نه رقم مختلف سیب‌زمینی در مصر گزارش شد که رقم اینوا در هر دو سال پژوهش، عملکردی بیش از ۴۱ تن در هکتار داشت، درحالی‌که ارقام

بافاتا و کاروسو عملکرد پایینی در حدود ٢٤ تا ٢٨ تن در هکتار داشتند و لذا ارقام اخیر مناسب برای کشت در آب‌وهوای سرد و خشک نبودند (Mahgoub *et al.*, 2015). Masoumpour *et al.* (2013) در مطالعه خود روی صفات زراعی و فیزیولوژیکی ٣٤ رقم و کلون سیب‌زمینی گزارش کردند که بیش از ۷۳ درصد از واریانس بین صفات مربوط به ویژگی‌های کمی و کیفی نظیر تعداد غده در بوته، وزن غده، عملکرد غده، عملکرد قابل فروش، درصد ماده خشک، درصد نشاسته، وزن مخصوص غده و ارتفاع بوته بوده است. هدف از پژوهش حاضر شناسایی ارقام مناسب از میان ۱۳ رقم جدید سیب‌زمینی و مقایسه آن‌ها با دو رقم آگریا و بانبا به‌عنوان شاهد بر اساس شاخص سطح برگ، عملکرد غده و برخی ویژگی‌های کیفی غده‌ها در شرایط اقلیمی شهرستان رزن بود.

۲. مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۷-١٣٩٦ در ایستگاه تحقیقاتی شهرستان رزن واقع در استان همدان با طول جغرافیای ٤٩ درجه و ۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۳ دقیقه شمالی و ارتفاع ١٨٤٨ متر از سطح دریا انجام شد. این پژوهش در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا درآمد. ارقام سیب‌زمینی مورداستفاده در این پژوهش شامل ۱۵ رقم با کلاس بذری الیت بودند که به تازگی وارد کشور شده‌اند و لازم به ارزیابی عملکرد و سازگاری با شرایط اقلیمی شهرستان رزن بوده‌اند. دو رقم بانبا و آگریا مدت‌های طولانی است که در استان همدان و به‌ویژه رزن مورد کشت بوده‌اند و به همین علت به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شدند (جدول ۱).

کشت در تاریخ یکم تیرماه و برداشت از اواخر مهرماه تا اوایل آبان‌ماه انجام گرفت. تمامی کرت‌ها دارای پنج ردیف کاشت شش متری با فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متری و فاصله بوته ۲۵ سانتی‌متری در نظر گرفته شدند و تراکم کاشت نیز در تمام ارقام ۵/۳ بوته در مترمربع منظور شد. قبل از اجرای آزمایش، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک محل آزمایش، جهت تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و مواد مغذی خاک نمونه‌برداری شد (جدول ۲).

جدول ۱. نام، منشأ، دوره رشد و میزان عملکرد ارقام مورد مطالعه

نام رقم	منشأ	دوره رشد	میزان عملکرد	نام رقم	منشأ	دوره رشد	میزان عملکرد	نام رقم	منشأ	دوره رشد	میزان عملکرد
اوتاوا	کانادا	میان‌رس	عملکرد بالا	فالوکا	مجارستان	میان‌رس	عملکرد بالا	مانیتو	فنلاند	میان‌رس	عملکرد بالا
کورونادا	کانادا	میان‌رس	عملکرد بالا	آریزونا	آمریکا	میان‌رس	عملکرد بالا	رانومی	آمریکا	زودرس	عملکرد خوب
کونکوردیا	استرالیا	میان‌رس	عملکرد خوب	لائودین	آمریکا	میان‌رس	عملکرد بالا	کاروسو	کانادا	میان‌رس	عملکرد متوسط
ریبرا	کانادا	میان‌رس	عملکرد بالا	ناتاشا	آمریکا	زودرس	عملکرد بالا	بانبا	آمریکا	زودرس	عملکرد بالا
جورجینا	کانادا	میان‌رس	عملکرد بالا	کنستانس	فنلاند	میان‌رس	عملکرد بالا	آگریا	کانادا	دیررس	عملکرد بالا

منبع: وزارت جهاد کشاورزی

جدول ۲. ویژگی‌های خاک مزرعه و عناصر پرمصرف قبل از کاشت

عمق نمونه‌برداری (cm)	شوری خاک (dS/m)	pH خاک	آهک	کربن آلی	ازت کل	فسفر	پتاسیم	آهن	مس	منگنز	روی	شن	سیلت	رس	بافت خاک
			(%)			(mg kg^{-1})						(%)			
۰-۳۰	۰/۳۰۸	۸/۰۱	۲۰	۱/۳۲	۰/۱۳	۲۷/۳	۳۰٤	۲/۵	۰/٤۱	۱/۵	۰/٤۵	۲٦	٤۳	۳۱	C.L

طبق توصیه آزمایشگاه خاک‌شناسی کود اوره به میزان ۲۰۰، سولفات آهن ۱۰۰، سولفات روی ۴۰ و سولفات منگنز ۳۰ و سولفات مس ۲۰ کیلوگرم در هکتار مصرف شد که نصف اوره و دیگر کودها در زمان کاشت و نیم دیگر اوره، هنگام خاکدهی پای بوته‌ها مصرف شد. هم‌چنین نتایج مربوط به شرایط اقلیمی رزن که نیمه‌خشک و سرد محسوب می‌شود، در طی دوره رشد در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول ۳. نتایج تغییرات دمایی و میزان بارش ماهیانه رزن در طی دوره رشد

	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان
کمینه دما (°C)	۸/۷	۱۱/۹	۷/۸	-۳/۱	-۴/۸
بیشینه دما (°C)	۳۶/۹	۳۸/۳	۳۶/۶	۳۰/۸	۲۵/۸
متوسط دما (°C)	۲۴/۲	۲۴/۷	۲۱/۸	۱۵	۱۱/۲
میزان بارش ماهیانه (mm)	۰	۰	۰	۰	۰/۲

منبع: داده‌های سایت هواشناسی استان همدان

با وجود وقوع دمای زیر صفر در مهرماه ولی به‌دلیل کوتاه‌بودن مدت آن که در اوایل طلوع آفتاب در یکی از روزهای پایانی مهرماه رخ داد عملاً تأثیری بر روند رشد گیاهان نداشت. آبیاری با استفاده از سامانه بارانی از نوع کلاسیک ثابت و براساس عرف منطقه تقریباً هر شش روز یک بار تا حد ظرفیت زراعی خاک مزرعه انجام شد. برای محاسبه مقدار آب لازم در هر بار آبیاری از رابطه (۱) استفاده شد و با کنتور حجمی اعمال شد (Mazaheri & Majnon Hoseini, 2001).

$$d = \frac{Fc-P0}{100} \times A_S \times D \qquad (1)$$

d= ارتفاع آب آبیاری (سانتی‌متر)، Fc= درصد رطوبت وزنی خاک در مرحله ظرفیت زراعی (۲۸/۵ درصد)، P_0= درصد رطوبت وزنی خاک در زمان آبیاری، As= وزن مخصوص ظاهری خاک (۱/۴۴ گرم بر سانتی‌مترمکعب)، D= عمق توسعه یا گسترش ریشه (۴۰ سانتی‌متر)، با ضرب‌کردن ارتفاع (d) در ۱۰۰، حجم آب موردنیاز برحسب مترمکعب در هکتار مشخص شد. کلیه عملیات زراعی مانند وجین، خاک‌دهی و سم‌پاشی مطابق با نیاز مزرعه به‌طور یکسان در تمام کرت‌ها انجام شدند.

برای به‌دست‌آوردن روند تغییرات شاخص سطح برگ در طول فصل رشد، از ۳۰ روز پس از کاشت هر ۱۵ روز یک‌بار طی شش مرحله، از هر کرت پنج بوته سیب‌زمینی با در نظر گرفتن اثر حاشیه انتخاب و سطح برگ‌ها با کاغذ شطرنجی اندازه‌گیری شد، سپس با گرفتن لگاریتم طبیعی از داده‌های به‌دست‌آمده و استفاده از رابطه (۲) روند تغییرات شاخص سطح برگ در طول دوره رشد مشخص شد (Monte *et al*., 2013).

(۲) شاخص سطح برگ:

$$LAI^{1} = EXP\ (a + b\ T + c\ T^2)$$

در این معادله‌ها a، b و c، ضریب‌های معادله رگرسیونی مربوطه و T روز پس از کاشت می‌باشد. هم‌چنین داده‌های مربوط به حداکثر منحنی شاخص سطح برگ، مورد آنالیز و تجزیه واریانس قرار گرفتند.

شاخص کلروفیل کل (SPAD) نیز با استفاده از دستگاه اسپادمتر (مینولتا ۵۰۲، ژاپن) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری شاخص کلروفیل کل در هر کرت از ۳۰ برگ در قسمت میانی بوته‌ها در زمان گلدهی اندازه‌گیری انجام شد و متوسط آن به‌عنوان شاخص کلروفیل ثبت شد. در پایان فصل رشد، پس از رسیدگی کامل غده‌ها، از ردیف‌های میانی هر کرت آزمایشی نمونه‌برداری برای تعیین تعداد ساقه، تعداد غده در بوته و وزن غده در سطح یک مترمربع صورت گرفت و با برداشت سه مترمربع از هر کرت با رعایت اثر حاشیه، عملکرد غده محاسبه شد. میزان درصد نشاسته غده سیب‌زمینی با استفاده از روش پلاریمتری و میزان چرخش

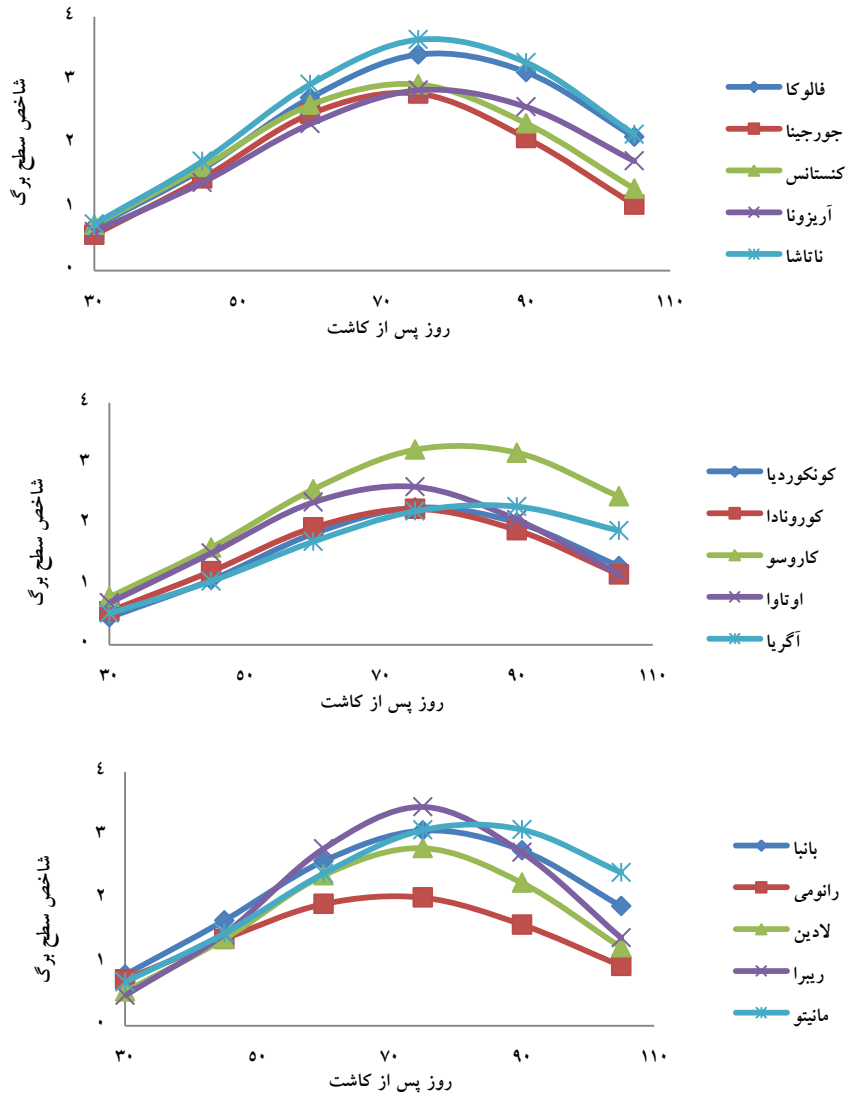
1. Leaf Area Index

نور پلاریزه محاسبه می‌شود (Heinecke, 2007). میزان پروتئین غده نیز براساس روش میکروکلدال و پس از مرحله تیتراسیون، با استفاده از ضریب تبدیل ٦/٢٥ محاسبه گردید (Mahgoub *et al.*, 2015). تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها بعد از کنترل نرمال‌بودن باقیمانده‌ها با SAS (نسخه ٩/٤) انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با روش حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح پنج درصد انجام شد. رسم شکل‌ها نیز با Excel صورت پذیرفت.

۳. نتایج و بحث

۳. ۱. شاخص سطح برگ

روند تغییرات شاخص سطح برگ طی دوره رشد برای تمامی ژنوتیپ‌های موردمطالعه ترسیم شد (شکل ۱). نتایج نشان داد که بیش‌ترین مقدار شاخص سطح برگ برای اکثر ژنوتیپ‌ها در روز ۷۵ پس از کاشت رخ داد که مرحله حجیم‌شدن غده در سیب‌زمینی می‌باشد و گیاه در این مرحله دارای بیش‌ترین سطح برگ است.



شکل ۱. روند تغییرات شاخص سطح برگ در طول دوره رشد برای ارقام مورد مطالعه سیب‌زمینی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که حداکثر شاخص سطح برگ ارقام موردبررسی دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد بود (جدول ٤).

جدول ٤. نتایج تجزیه واریانس حداکثر شاخص سطح برگ ارقام سیب‌زمینی مورد بررسی

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات
بلوک	۲	۰/۰٦۷ *
رقم	١٤	۰/٦۹ **
خطا	۲۸	۰/۲۸
ضریب تغییرات (٪)	٤/۲٤	

در بررسی نتایج مقایسه میانگین‌های حداکثر شاخص سطح برگ، رقم ناتاشا با شاخص سطح برگ ۳/٦۵ برتری قابل‌توجهی را نسبت به تمام ارقام مورد بررسی نشان داد (جدول ۵).

حداکثر شاخص سطح برگ رقم ناتاشا نسبت به ارقام آگریا و بانبا به‌ترتیب ۵۷/۳ و ۱۸/۸ درصد بیش‌تر بود. به‌نظر می‌رسد این رقم به‌دلیل پر برگ‌تربودن توانایی رقابت بهتری با علف‌های هرز دارد (شکل ۱).

رقم کورنادا با داشتن حداکثر شاخص سطح برگ ۲/۲٤ کم‌ترین مقدار را در بین همه ارقام داشت و در مقایسه با رقم بانبا ۲۷ درصد شاخص سطح برگ کم‌تری داشت (جدول ۵). در این پژوهش آگریا در مقایسه با دیگر ارقام دیرتر به حداکثر شاخص سطح برگ خود رسید (۹۰ روز پس از کاشت)، که با نتایج درج‌شده در جدول (۱) در خصوص دیررس‌بودن این رقم مطابقت دارد. براساس نتایج جدول (٦)، صفت حداکثر شاخص سطح برگ با عملکرد غده دارای همبستگی مثبتی بود. Zrust & Geple (1992) نیز در پژوهش خود روی سیب‌زمینی گزارش کردند که شاخص سطح برگ با عملکرد غده همبستگی مثبت داشت. نتایج برخی پژوهش‌ها نشان می‌دهد که شاخص سطح برگ معیار مناسبی برای برآورد میزان تغییرات عملکرد گیاهان زراعی می‌باشند (Gordon *et al.*, 1997).

جدول ۵. مقایسه میانگین حداکثر شاخص سطح برگ ارقام سیب‌زمینی مورد بررسی

ناتاشا	کاروسو	بانبا	مانیتو	اوتاوا	آریزونا	ریبرا	رانومی	آگریا	کونستنس	لادین	فالوکا	کورنادا	جورجینا	کونکوردیا
۳/٦۵ a	۳/۳ d	۳/۰۷ f	۳/۲ e	۲/٦۲ j	۲/۸۵ h	۳/٤۵ b	۲/۰۵ n	۲/۳۲ k	۲/۹٤ g	۲/۸ i	۳/٤۱ c	۲/۲٤ m	۲/۸۱ i	۲/۲۷ l

جدول ٦. همبستگی بین همه صفات مورد مطالعه

صفات	۱	۲	۳	٤	۵	٦	۷	۸	۹
شاخص کلروفیل (۱)	۱								
عملکرد غده (۲)	۰/ ۲۱ ns	۱							
تعداد غده در بوته (۳)	−۰/۲۳ ns	۰/۳۲*	۱						
وزن غده (٤)	−۰/۰٦ ns	۰/۲۷ ns	−۰/۳٦*	۱					
درصد پروتئین (۵)	۰/۲۹ ns	−۰/۲۱ ns	−۰/۱۹ ns	−۰/۱۷ ns	۱				
درصد نشاسته (٦)	۰/۲٤ ns	۰/۰٦۲ ns	۰/۰۰۵ ns	۰/۱۰ ns	−۰/۳۷ ns	۱			
درصد ماده خشک غده (۷)	۰/۰۰٤ ns	−۰/۲۱ ns	−۰/۰۸ ns	−۰/۰٤ ns	−۰/۳۷*	−۰/۲ ns	۱		
ساقه در بوته (۸)	−۰/۱٦ ns	−۰/۳۱*	۰/۱۱ ns	−۰/۱۳ ns	−۰/۰۳ ns	−۰/۱٦ ns	۰/۱۲ ns	۱	
حداکثر شاخص سطح برگ (۹)	−۰/۱۳ ns	۰/۳٤*	۰/۲۲ ns	۰/۳۳*	−۰/۱۵ ns	−۰/۳۱*	−۰/۰۷ ns	−۰/۰۸ ns	۱

در پژوهش حاضر حداکثر شاخص سطح برگ با درصد نشاسته دارای همبستگی منفی بود، که ممکن است دلیل منفی‌بودن این همبستگی رقابت بین بخش هوایی و غده‌ها برای دریافت مواد فتوسنتزی باشد که با نتایج Smith *et al*. (2003) مطابقت دارد.

۳. ۲. تعداد ساقه در بوته

نتایج تجزیه واریانس تعداد ساقه در بوته نشان داد که بین ارقام اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۷).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد ارقام آگریا و کاروسو در مقایسه با دیگر ارقام، ساقه بیش‌تری در بوته دارا بودند و رقم آگریا از نظر صفت ساقه در بوته نسبت به ارقام ناتاشا و کورنادا ۸۷ درصد برتری داشت (جدول ۸).

تعداد ساقه در بوته با هیچ یک از صفات موردبررسی به‌ویژه شاخص سطح برگ همبستگی معنی‌دار نشان نداد (جدول ۵). البته در پژوهش‌های دیگری به رابطه مثبت بین عملکرد غده و تعداد ساقه در بوته اشاره شده است (Eskandari, 2015; Masoudi *et al*., 2010) که علت آن به افزایش توان غده‌زایی سیب‌زمینی نسبت داده شده است (Lisinska & Leszczynski, 1989). در هر حال شاید نتوان این صفت را از جمله صفات مهم در گیاه سیب‌زمینی برای شناسایی و معرفی ارقام برشمرد (Knowles & Knowles, 2006).

جدول ۷. نتایج تجزیه واریانس مربوط به صفات کمی

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		تعداد ساقه در بوته	تعداد غده در بوته	وزن غده	عملکرد غده	شاخص کلروفیل	درصد ماده خشک غده
بلوک	۲	۰/۰۳۸ ns	۰/۰۷ ns	۷۲/۳۷ ns	۱۶۲۶۹۸۱ ns	۱۱/٤٥**	۳/٦٤ ns
رقم	١٤	۳/۰٤**	۱۵/۱٦**	۲٤۸۳/۰۸**	٤۱۱۲۳۸۷۳۲**	۱٦/۹**	۹/٦٦*
خطا	۲۸	۰/۳۸٤	۱/۰۸	۳۹/۰٤	۱۲۳۸۷۷۲	۰/٦۳۳	۳/۸۳
ضریب تغییرات (٪)		۱۰/٤۰	۱۲/۳۳	۵/۹۹	۲/۵	۱/۷٤	۹/۰۹

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ns: غیرمعنی‌دار

جدول ۸. مقایسه میانگین ارقام مختلف سیب‌زمینی بر اساس صفات کمی

ارقام/ صفات	تعداد ساقه در بوته	تعداد غده در بوته	وزن غده (g)	شاخص کلروفیل	عملکرد (kg/ha)	درصد ماده خشک غده
ناتاشا	٤/٦٦ f	۷/۲۲ cde	۱۲٤/۳۳ cd	٤۸/۱۳ a	٤۷۲۳۳ d	۲۲/۲۹ abcd
کاروسو	۷/۳۳ ab	۱۰/٤٤ ab	۱۱۰/۰۳e	٤۱/۷۳ d	٦۵۰۱۱ b	۲۲/۹۳ abc
بانبا	٦/٦٦ bc	۵/٦۵ ef	۱۳۱/۰٦ c	٤۸/۳۳ a	٤۲۰۲۳ e	۲۰/٤ cd
مانیتو	۵/۳۳ def	۱۱/۹۹ a	۱۱۵/۷۳ de	٤۸/۰۳ a	۷۱۳۹۹ a	۱۹/٦۵ de
اوتاوا	۵ ef	٤/۳۵ f	۱۵۷/۸a	٤۷/۷۳ a	۳۵۷۲۳ h	۲۳/۸۱ ab
آریزونا	۵/۳۳ def	۵/۸٦ ef	۱۳۲/٦c	٤۳/۸٦ bc	٤۱۱۲٦ e	۱۷e
ریرا	٦ cde	۱۱/۲۲ ab	٦٦/۷٦ i	٤۲/۹ cd	۳٦۷۸۵ gh	۲۰/۵٦ bcd
رانومی	۵/۳۳ def	۸/٤٤ bcde	۷۳/۷۳ hi	٤۷/۸٦ a	۳٦۱۵۳ h	۲۰/۷۱ abcd
آگریا	۸/۳۳ a	٦/۵۵ def	۹۲/۵ fg	٤۵/۰۳ b	۳۱۹۲۱ i	۲۳/۹٦ a
کونستنس	٦/۳۳ bcd	۱۰/۰۳ abc	۷۷/٦ hi	٤۷/٤ a	٤۰۷۱۲ f	۲۲/٤۸ abcd
لادین	٦ cde	۱۰/۷۷ ab	۹۸/۱ f	٤٤/۵ b	۵٦۵٦۷ c	۲۰/٦۹ abcd
فالوکا	۵/٦٦ cdef	۸/۵۵ bcde	۱٤٤ b	٤۳/۹۳ bc	٦۵۰۲۷ b	۲۲/۷٦abcd
کورنادا	٤/٦٦ f	۸/۸۸ bcd	۷۸/۵ h	٤۳/۸ bc	۳٦۸۳٦ gh	۲۲/٦۹ abcd
جورجینا	٦ cde	۹/۱۱ bcd	۸۲/۳ gh	٤۲/٤۳ d	۳۸٤۵٦ g	۲۱/٦٤ abcd
کونکوردیا	٦/٦٦ bc	۷/۱۱ def	۷۸/۵ h	٤۷/٤۳ a	۳۵۱۵۷ h	۲۱/٤۳ abcd

در هر ستون اعداد با حروف مشترک اختلاف آماری معنی‌دار ندارند

۳. ۳. تعداد غده در بوته

نتایج جدول (۷) نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار (در سطح یک درصد) برای صفت تعداد غده در بوته بین ارقام مختلف است. رقم مانیتو با متوسط ۱۲ غده در بوته، بین همه ارقام دارای بیش‌ترین تعداد غده در کلاس آماری a بود و با ارقام ریبرا، لادین، کاروسو و کونستنس اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۸). تعداد غده در بوته رقم مانیتو نسبت به رقم بانبا ۱۱۲ درصد و نسبت به رقم آگریا ۸۳ درصد بیش‌تر بود. رقم اوتاوا با تعداد ٤/۳۵ غده در بوته کم‌ترین مقدار این صفت را داشت که البته با ارقام بانبا، آریزونا، اگریا و کونکوردیا تفاوت معنی‌دار نداشت (جدول ۸). Hassan panah & Hassan abadi (2004) نشان دادند که پایداری عملکرد بیش‌تر ارقام سیب‌زمینی با تعداد و متوسط اندازه غده ارتباط زیادی دارد که با نتایج پژوهش حاضر هماهنگی دارد، به‌صورتی‌که بین عملکرد و تعداد غده در بوته همبستگی معنی‌دار مشاهده شد (جدول ٦). بیش‌تر بودن تعداد غده در بوته نمی‌تواند تنها دلیل بالابودن عملکرد باشد زیرا ممکن است تعداد غده بیش‌تر بوده و این حالت موجب تشدید رقابت در بین غده‌ها برای دریافت مواد پرورده‌شده و در نتیجه اندازه غده‌ها کوچک بماند (Rahman *et al.*, 2016). صفت تعداد غده در بوته با صفت عملکرد غده همبستگی مثبت نشان داد (جدول ٦).

۳. ٤. وزن غده

طبق نتایج تجزیه واریانس (جدول ۷) وزن غده با اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد در میان ارقام متفاوت بود. بیش‌ترین وزن غده مربوط به رقم اوتاوا (۱۵۷/۸ گرم در غده) و کم‌ترین آن در ارقام ریبرا، رانومی و کونستنس مشاهده شد (جدول ۸). با توجه به میانگین تعداد غده در بوته (جدول ۸) و جدول همبستگی صفات (جدول ٦) ملاحظه شد که ارقامی که غده زیادی تولید کرده‌اند دارای وزن غده کم‌تری بودند و این موضوع با ارتباط منفی بین اجزای عملکرد منطبق است. در پژوهشی گزارش شد که تعداد غده و وزن غده در بوته سیب‌زمینی همبستگی منفی نشان دادند (Fetena & Eshetu, 2017). ارقامی نظیر ریبرا، رانومی، کونستنس، کورنادا، جورجینا و کونکوردیا که دارای غده‌های کوچک‌تری در مقایسه با ارقام آگریا و بانبا هستند (جدول ۸). برای تولید سیب‌زمینی بذری که با تراکم بیش‌تری نسبت به تراکم پژوهش حاضر کاشته می‌شوند، مناسب‌تر باشند. با توجه به نبود همبستگی معنی‌دار بین وزن غده و عملکرد غده و وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین تعداد غده و عملکرد غده (جدول ٦) نتیجه‌گیری می‌شود که برای داشتن عملکرد بیش‌تر در میان ارقام سیب‌زمینی حاضر، توجه به تعداد غده در بوته می‌تواند صفت مطلوبی ارزیابی شود. که پژوهش‌گران دیگر هم اهمیت تعداد غده را بر اندازه غده در سیب‌زمینی گزارش کرده‌اند (Khan, 2019; Howlader & Hoque, 2018).

۳. ۵. شاخص کلروفیل

نتایج تجزیه واریانس برای این صفت نشان داد تفاوت معنی‌دار در سطح یک درصد بین ارقام وجود داشت (جدول ۷). ارقام بانبا، ناتاشا، مانیتو، رانومی، اوتاوا، کونکوردیا و کونستنس با قرارگرفتن در یک گروه آماری بیش‌ترین مقدار شاخص کلروفیل را دارا بودند و رقم کاروسو برخلاف بالابودن حداکثر شاخص سطح برگ از لحاظ شاخص کلروفیل کم‌ترین مقدار ممکن (٤۱/۷۳) را در بین ارقام داشت (جدول ۸). در جدول ضرایب همبستگی نیز، بین شاخص کلروفیل و دیگر صفات بررسی‌شده، رابطه معنی دار مشاهده نشد (جدول ٦). Wohleb *et al.* (2014) بیان داشتند که ممکن است ارقام

سیب‌زمینی با دارابودن دوام سطح برگ بیش‌تر کمبود مقدار کلروفیل برگ‌ها را جبران کنند و لذا مقدار کلروفیل در ارقام سیب‌زمینی را شاخص مهمی در انتخاب رقم ارزیابی نکردند. در پژوهش حاضر نیز به‌نظر می‌رسد شاخص کلروفیل معیار دقیقی در تمایز بین ارقام مورد بررسی نباشد.

۳. ٦. عملکرد غده

نتایج تجزیه واریانس برای عملکرد غده نشان داد که بین تمامی ارقام اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۷). عملکرد رقم مانیتو معادل ۷۱۳۹۹ کیلوگرم در هکتار نسبت به رقم شاهد بانبا (٤۲۰۲۳ کیلوگرم در هکتار) و آگریا (۳۱۹۲۱ کیلوگرم در هکتار) به‌ترتیب ٦۹/۹ و ۱۲۳ درصد بیش‌تر بود. بعد از مانیتو، ارقام کاروسو و فالوکا و سپس لادین در مقایسه با ارقام آگریا و بانبا دارای بیش‌ترین عملکرد غده در هکتار بوده‌اند (جدول ۸)، که با توجه به همبستگی معنی‌دار تعداد غده در بوته با عملکرد (جدول ٦) ملاحظه می‌شود که بیش‌تر ارقام مذکور در مقایسه با آگریا و بانبا غده بیش‌تری داشته اند. هم‌چنین حداکثر شاخص سطح برگ هر سه رقم مانیتو، فالوکا، کاروسو در مقایسه با آگریا و بانبا و رقم لادین در مقایسه با آگریا به‌طور معنی‌دار بیش‌تر بود (جدول ۵)، که این خود دلیل مهمی در بالاتربودن عملکرد این ارقام می باشد (Gordon *et al.*, 1997). با وجود کم‌تربودن رقم لادین، حداکثر شاخص سطح برگ آن در مقایسه با رقم بانبا، اما با دارابودن ۷۷ درصد بیش‌تر تعداد غده در بوته و به‌دنبال آن داشتن مخزن بزرگ‌تر برای مواد فتوسنتزی توانسته است عملکرد غده بالاتری ایجاد نماید (جدول ۸). رقم ناتاشا برخلاف این‌که حداکثر شاخص سطح برگ بیش‌تری از همه ارقام به‌ویژه رقم مانیتو داشته است (جدول ۵)، اما به‌نظر می‌رسد به‌دلیل داشتن تعداد غده کم‌تری در بوته و کم‌بودن ظرفیت مخزن فیزیولوژیکی در اندام‌های زیرزمینی، نتوانسته است عملکردی همپای مانیتو، کاروسو و لادین تشکیل دهد (جدول ۸). به‌نظر می‌رسد رقم مانیتو با حفظ مدت زمان بیش‌تر شاخص سطح برگ مفید (دوام شاخص سطح برگ) (شکل ۱) و برخورداری از تعداد بالاتر غده در بوته (جدول ۸) توانسته است بیش‌ترین عملکرد غده را تولید نماید. Parvizi (2006) در پژوهش خود روی سه گروه از ارقام زودرس، میان‌رس و دیررس گزارش کرد که از نظر عملکرد غده ارقام دارای اختلاف معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد بودند و در هر گروه برخی ارقام دارای عملکرد بیش‌تری نسبت به سایر ارقام بودند. در پژوهشی دیگر روی ۳۲ رقم و کلون سیب‌زمینی گزارش شد که بین ارقام از نظر عملکرد غده اختلافات معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد وجود داشت (Hassanpanah & Hassanabadi, 2011). Mousapour Gorji & Shavakhi (2007) در پژوهش خود روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی ۱۷ رقم سیب زمینی برای شناسایی ارقام برتر گزارش کردند که بین ارقام اختلاف معنی‌دار وجود داشت و رقم‌های بورن و بانبا نسبت به سایر ارقام از نظر ویژگی‌های کمی، برتر بودند. ارقام اوتاوا، کونکوردیا، ریبرا و کورنادا دارای کم‌ترین عملکرد در بین همه ارقام بودند و با بقیه ارقام اختلاف معنی‌دار داشتند که می‌توان دلیل آن را پایین‌بودن شاخص سطح برگ (شکل ۱)، کمی تعداد غده در بوته و پایین‌بودن شاخص کلروفیل (جدول ۸) دانست و لذا این ارقام نباید در شرایط آب‌وهوایی رزن کشت شوند.

۳. ۷. درصد ماده خشک غده

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ارقام سیب‌زمینی موردبررسی، از نظر درصد ماده خشک غده دارای اختلاف

معنی‌دار در سطح پنج درصد بودند (جدول ۷). بیش‌تر ارقام مورد بررسی دارای درصد ماده خشک یکسانی بودند و ارقام آگریا و آریزونا به‌ترتیب با ۲۳/۹٦ و ۱۷ درصد ماده خشک غده، بیش‌ترین و کم‌ترین میزان را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۸). ازآنجاکه درصد ماده خشک غده با صفات مهمی نظیر تعداد، وزن و عملکرد غده همبستگی معنی‌دار نشان نداده است می‌توان نتیجه گرفت این صفت در کمیت تولید سیب‌زمینی اهمیت چندانی ندارد، ولی از نظر کیفیت برای تهیه محصولاتی مانند چیپس مناسب هستند (Pycia *et al.*, 2012). در پژوهشی روی چهار رقم سیب‌زمینی بین حداکثر (۲۳/٦۳ درصد) و حداقل (۱۵/۱۰ درصد) درصد ماده خشک غده‌ها حدود ٥٦ درصد تفاوت گزارش شده است و علت اصلی را اختلاف ژنتیکی بین ارقام ذکر کرده‌اند (Abu-Zinada & Mousa, 2015). در پژوهش حاضر، درصد ماده خشک غده تنها با درصد پروتئین غده همبستگی منفی و معنی‌دار نشان داد (جدول ٦). ازآنجاکه بخش عمده‌ای از ماده خشک غده سیب‌زمینی از ترکیبات هیدروکربنی است و بین تشکیل مواد هیدروکربنی و پروتئینی در گیاهان، رقابت وجود دارد (Chang *et al.*, 2014)، وجود همبستگی منفی بین درصد ماده خشک و پروتئین غده قابل توجیه است.

۳. ۸. درصد نشاسته

نتایج تجزیه واریانس برای درصد نشاسته نشان داد که بین تمام ارقام اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد وجود داشت (جدول ۹). نتایج مقایسه میانگین برای درصد نشاسته نشان داد که رقم مانیتو دارای بیش‌ترین درصد نشاسته بوده (۱۸/۰۹) و در مقایسه با بانبا و آگریا به‌ترتیب ۱۳/۹ و ۱٦/۸ درصد نشاسته بیش‌تری داشت. هم‌چنین در بین تمام ارقام مورد بررسی رقم فالوکا با داشتن ۱٤/۰۱ درصد نشاسته کم‌ترین مقدار را دارا بود (جدول ۱۰). در صنایع تبدیلی، ارقامی که دارای درصد بالای نشاسته باشند مناست‌تر هستند (Pycia *et al.*, 2012)، لذا می‌توان از این لحاظ، رقم مانیتو را به‌عنوان رقم برتر پیشنهاد نمود.

جدول ۹. نتایج تجزیه واریانس مربوط به صفات کیفی

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		نشاسته	پروتئین
بلوک	۲	۰/۳٦ ns	۰/۰۹۳۲ns
رقم	۱٤	۳/۲۰۵**	۰/۲٦٦ns
خطا	۲۸	۰/۸۲۹	۰/۱۳۸
ضریب تغییرات (٪)		۱/۸۱	۳/۹۲

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ns: غیر معنی‌دار.

۳. ۹. پروتئین

نتایج تجزیه واریانس برای درصد پروتئین غده اختلاف معنی‌دار را در بین ارقام نشان نداد (جدول ۹). مقدار متوسط پروتئین همه ارقام بر مبنای وزن تر غده‌ها، معادل ۹/٤٥ درصد بود. درصد پروتئین تنها با درصد ماده خشک غده دارای همبستگی منفی بود (جدول ٦). گزارش شده است که داشتن توانایی مشابه در جذب و احیای نیترات خاک ارقام سیب‌زمینی، سبب یکسان شدن مقدار پروتئین آنها شده است (Lisinska & Leszczynski, 1989).

به هر حال، در آزمایشی روی ۱۵ رقم و پنج ژنوتیپ سیب‌زمینی گزارش شده است که ارقام و ژنوتیپ‌ها از نظر عملکرد پروتئین و عملکرد اسیدهای آمینه لیزین و متیونین، اختلاف معنی‌دار نشان دادند و عملکرد پروتئین ارقام آئوزونیا، کوزیما، فیانا، مورن و ژنوتیپ ۲-۳۹۷۰۸۲ بالاتر از سایر ارقام و ژنوتیپ‌ها بود و از نظر عملکرد اسید آمینه لیزین ژنوتیپ ۲-۳۹۷۰۸۲ و از نظر عملکرد اسید آمینه متیونین رقم کوزیما بالاترین میزان را به‌خود اختصاص دادند (Aghighi Shahverdi *et al.*, 2017).

جدول ۱۰. مقایسه میانگین ارقام مختلف سیب‌زمینی بر اساس صفات کیفی

رقم	درصد نشاسته	رقم	درصد نشاسته	رقم	درصد نشاسته
ناتاشا	۱٤/۹۹ g	آریزونا	۱٦/۲۹ cd	لادین	۱٦/۳٤ cd
کاروسو	۱٦/۰٤ d	ریبرا	۱۵/۰٦ fg	فالوکا	۱٤/۰۱ h
بانبا	۱۵/۸۸ de	رانومی	۱۵/٤۱ efg	کورنادا	۱٦/٦۷ bc
مانیتو	۱۸/۰۹ a	آگریا	۱۵/٤۸ ef	جورجینا	۱۵/۲۱ fg
اوتاوا	۱٦/۹۹ b	کونستنس	۱٤/۹٦ g	کونکوردیا	۱٦/۹۸ b

در هر ستون اعداد با حروف مشترک اختلاف آماری معنی‌دار ندارند.

٤. نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که رقم مانیتو با داشتن دوام بالای شاخص سطح برگ و هم‌چنین تعداد زیاد غده در بوته و داشتن عملکرد غده بالا در بین همه ارقام به‌ویژه آگریا و بانبا در رتبه اول و در رتبه بعدی دو رقم کاروسو و فالوکا جایگزین‌های مناسبی برای ارقام پر سابقه آگریا و بانبا در منطقه رزن می‌باشند. هم‌چنین دو رقم کاروسو و فالوکا به‌دلیل داشتن درصد ماده خشک غده بیش از ۲۲ درصد برای صنعت تهیه چیپس نیز مناسب هستند. توصیه می‌شود در مزارعی که تراکم علف هرز بیش‌تر است از رقم ناتاشا که شاخص سطح برگ و عملکرد بالاتری از ارقام آگریا و بانبا دارد، استفاده شود.

۵. تشکر و قدردانی

از حمایت مالی دانشگاه بوعلی سینا در انجام این تحقیق، تشکر و قدردانی می‌گردد.

٦. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

۷. منابع

Abdollahi, M., Soleymani, A., & Shahrajabian, M. H. (2018). Evaluation of yield and some of physiological indices of potato cultivars in relation to chemical, biologic and manure fertilizers. *Cercetari Agronomice in Moldova*, *51*(2), 53-66.

Abu-Zinabad, I., & Mousa, W. (2015). Growth and productivity of different potato varieties under Gaza Strip conditions. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, *8*(3), 433-450.

Aghighi Shahverdi, M., Maleki Farahani, S., & Mamivand, B. (2017). Evaluation of changes of protein percentage, lysine and methionine amino acids in potato genotypes and cultivars. *Plant Ecophysiology*, *9*, 103-112. (In Persian)

Busnello, F. J., Boff, M. I. C., Agostinetto, L., Souza, Z. D. S., & Boff, P. (2019). Potato genotypes reaction to early blight and late blight in organic cultivation. *Ciencia Rural*, *49*(3), 1-8.

Chang, H. J., Li, X. Q., Kalinga, D., Lim, S. T., & Liu, Q. (2014). Physicochemical properties of dry matter and isolated starch from potatoes growth in different location in Canada. *Food Research International*, *57*(8), 89-94.

Eskandari, H. (2015). Evaluation of growth and tuber yield of potato Solanum tuberosum L.as affected by manure and zinc foliar application. *Research in Field Crops*, *3*, 70-82. (In Persian)

Fetena, S., & Eshetu, B. (2017). Evaluation of released and local potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties for growth performance. *Journal of Agronomy*, *16*, 40-44.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). (2017). http://fenix.fao.org/faostat/internal/en/#data/QC.

Gordon, R., Brown, D. M., & Dixon, M. A. (1997). Estimating potato leaf area index for specific cultivars. *Potato Research*, *40*(3), 251-266.

Khajehpur, M. (2006). Industrial plants. *Isfahan University of Technology Press*, 564p.(In Persian).

Khan, V. (2019). Evaluation of potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes for yield and phenotypic quality traits under subtropical climate. *Academia Journal of Agricultural Research*, *6*(4), 079-085.

Hassanpanah, D., & Hassanabadi, H. (2011). Quantitative and qualitative characteristics of advanced potato clones in Ardabil region. *Journal of Modern Sustainable Agriculture Knowledge*, *1*, 37-48. (In Persian).

Heinecke, A. (2007). Contribution to the determination of the biochemical causes of black spot on potatoes. Niedersachsische Staats- und, Doctoral dissertation. (In Germany).

Howlader, O., & Hoque, M.A. (2018). Growth analysis and yield performance of four potato (*Solanum tuberosum* L.) varieties. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, *43*(2), 267-280.

Knowles, N.R., & Knowles, L.O. (2006). Mainpulating stem number, tuber set and yield relationships for northern and southern growth potato seed lots. *Crop Science*, *46*(1), 284-296.

Lisinska, G., & Leszczynski, W. (1989). *Potato science and technology*. Springer Science & Business Media, Amsterdam, Netherlands. 391p.

Mahgoub, H. A. M., Eisa, G. S. A., & Youssef, M. A. H. (2015). Molecular, biochemical and anatomical analysis of some potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars growing in Egypt. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, *13*(1), 39-49.

Masoudi, F., Zardashti, M. R., Abdollahi Mandoulakani, B., Rasouli Sadghiani, M. H., & Nazarli, H. (2010). Effect of irrigation intervals on yield and plant characteristics of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences*, *12*(3), 265-278. (In Persian).

Masoumpour, E., Mousapour, A., Gorji, A., & Sharghi, Y. (2013). Study of genetic variation of some traits in potato cultivars and clones. *Agronomy Journal (Pajouhesh and Sazandegi)*, *104*, 193-203. (In Persian).

Mazaheri, D., & Majnon Hoseini, N. (2001). Fundamental of agronomy. *Tehran University Press*, 320 p. (In Persian).

Monte, J. A., de Carvalho, D. F., Medici, L. O., da Silva, L. D. B., & Pimentel, C. (2013). Growth analysis and yield of tomato crop under different irrigation depths. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, *17*(9), 926-931.

Mousapour Gorji, A., & Shavakh, F. (2007). Evaluation of physico-chemical properties of new potato varieties and introduction proper varieties for processing purpose. *Journal of Agricultural Engineering Research*, *8*, 63-78. (In Persian).

Parvizi, Kh. (2006). Evaluation of quantitative and qualitative traits of late and early ripening advanced potato cultivars. *Pajouhesh and Sazandegi Journal*, *79*, 80-90. (In Persian).

Pycia, K., Juszczak, L., Galkowska, D., & Witczak, M. (2012). Physiochemical properties of starches obtained from polish potato cultivars. *Starch-Starke*, *64*(2), 105-114.

Rahman, M. H., Islam, M. S., & Sonom, S. (2016). Genetic diversity of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Bangladesh Journal of Plant Breeding and Genetics*, *29*(1), 39-43.

Rahnama, A. (2008). *Plant physiology*. Pouran Pazhohesh Press, second edition, Tehran, Iran. 364 p. (In Persian).

Sarparast, R., & Melikian, A. (2015). Evaluation of potato yield and growth indicators in mountainous and plain condition of Golestan province. *Journal of Crop Production Research*, *22*, 231-238.

Smith, A. M., Zeeman, S. C., Thorneycroft, D., & Smith S. M. (2003). Starch mobilization in leaves. *Journal of Experimental Botany*, *54*(382), 577-583.

Wohleb, C. H., Knowles, N. R., & Pavek, M. J. (2014). Plant growth and development. In: R. Navarre & M. J. Pavek, (Ed), *The potato: botany, production and uses*. CAB International. Pp (64-82).

Zrust, J., & Geple, J. (1992). Dependence of yield of early potato on some growth characteristics. *Field Crop Abstracts*, *45*(10), 922.