Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 53, No 4, Winter 2023 (149-164)
DOI: 10.22059/ijfcs.2022.335341.654881

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۵۳، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۴۰۱ (ص ۱۴۹-۱۶۴)

Effects of planting date on two cultivars of potato yield in Kermanshah climatic conditions

Ali Ghamari[1], Mahmud Khoramivafa[2*], Iraj Nosratti[3], Heydar Zolnurian[4]
1,2, 3. Department of Production Engineering and Plant Genetics, Razi University, Kermanshah, Iran.
4. Agricultural and Natural Resources Research Center of Kermanshah Province, Iran.
(Received: December 19, 2021- Accepted: February 14, 2022)

ABSTRACT

A factorial layout based on a randomized complete block design in three repetitions was carried out to evaluate and compare the effect of early and common planting on two potato cultivars in 2018-2019 in research farms at Razi University of Kermanshah. Experimental factors included 4 planting dates (November 16, 2018- March 16, 2019- April 9, 2019- May 10, 2019) and two cultivars (Sante and Marfona). Cultivar factor affected significantly on total yield, No. of small (less than 35 mm) and medium tubers, the weight of small and medium tubers ($p< 0.01$), marketable yield, and tuber dry matter ($p<0.05$). Also there were significantly different in total yield, marketable yield, the weight of medium and large tubers, number of large tubers, the weight of infected tubers, number and length of the main stem, dry matter percentage, and tuber starch percentage between various planting dates. The highest and the lowest mean marketable tuber yield were observed in November and May planting dates, respectively (53.1 and 36.6 tonnes per hectare, respectively). Also, planting date significantly affected on infected tuber weight ($p<0.01$), so November planting date resulted in no infected tuber compared to other planting dates. Water consumption ($m^3.h^{-1}$) was 5040, 7230, and 6962 in March, April, and May planting dates, respectively, that were more than the November planting date (4350). Then, net income increased 55% from the sale of tubers by shifting the planting date from common to autumn cultivation. In addition to producing higher quality tubers, potato cultivation in the autumn had a relatively higher price in the market.

Keywords: Dormant period, planting date, potato, starch, store.

اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دو رقم سیب‌زمینی در شرایط آب‌وهوایی کرمانشاه

علی قمری[۱]، محمود خرمی‌وفا[۲*]، ایرج نصرتی[۳]، حیدر ذوالنوریان[۴]
۱و۲و۳- به‌ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار و دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه رازی، کرمانشاه.
٤- مربی بازنشسته پژوهشی سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی
(تاریخ دریافت: ۱٤۰۰/۰۹/۲۸- تاریخ پذیرش: ۱٤۰۰/۱۱/۲۵)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تاریخ کشت زودهنگام (کشت پاییزه) و رایج سیب‌زمینی آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه انجام شد. عامل‌ها شامل: چهار تاریخ کشت (۲۵ آبان- ۲۵ اسفند- ۲ فروردین- ۲۰ اردیبهشت) و دو رقم سیب‌زمینی (سانته و مارفونا) بودند. نتایج نشان داد که عامل رقم بر عملکرد کل، تعداد غده‌های کوچک و متوسط، وزن غده‌های کوچک و متوسط ($p<۰/۰۱$)، عملکرد قابل فروش و ماده خشک غده تأثیر معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۵$). همچنین از نظر عملکرد کل، عملکرد قابل فروش، وزن غده‌های متوسط و بزرگ، تعداد غده‌های بزرگ، وزن غده‌های آفت‌زده، تعداد و طول ساقه اصلی، درصد ماده خشک و نشاسته غده بین تاریخ‌های مختلف کاشت تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. بیشترین و کمترین میانگین عملکرد غده قابل فروش در تاریخ کاشت آبان و اردیبهشت به‌ترتیب ۵۳/۱ و ۳٦/٦ تن در هکتار مشاهده شد. تاریخ کاشت بر وزن غده آفت‌زده تأثیر معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۱$) و در تاریخ کاشت آبان در مقایسه با سایر تاریخ‌های کاشت، غده آلوده‌ای مشاهده نشد. مصرف آب (متر

* Corresponding author E-mail: khoramivafa@razi.ac.ir

مکعب در هکتار) در تاریخ‌های کاشت اسفند، فروردین و اردیبهشت به‌ترتیب ۵۰۴۰، ۷۲۳۰ و ۶۹۶۲ بیشتر از مقدار آن در تاریخ کاشت آبان (۴۳۵۰) بود. درنهایت درآمد خالص حاصل از فروش غده با تغییر تاریخ کاشت از کشت معمولی به کشت پاییزه ۵۵ درصد افزایش یافت. کاشت سیب‌زمینی در پاییز، علاوه بر تولید محصول باکیفیت‌تر از قیمت نسبتاً بالایی برای عرضه به بازار برخوردار خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: **انبارداری، تاریخ کشت، دوره خواب، سیب‌زمینی، نشاسته.**

مقدمه

سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) از مهم‌ترین گیاهان زراعی ایران (با تولید ۵۳۲۱ هزار تن) و دنیا (با تولید ۳۶۸ هزار تن) است که از نظر اهمیت و رتبه تولید پس از گندم، ذرت و برنج قرار دارد (FAO, 2020). غده سیب‌زمینی با داشتن هیدروکربن‌های قابل هضم و نیز پروتئین‌های دارای لیزین که از اسیدآمینه‌های ضروری مورد نیاز بدن است و در غلات و انواع سبزی‌ها وجود ندارد از ارزش غذایی بالایی برخوردار است (Waglay *et al*., 2014). طبق آمار دفتر سبزی و صیفی وزارت جهاد کشاورزی، میزان تولید سیب‌زمینی در ایران در سال ۱۳۹۹ با بیش از ۵ میلیون تن در سال جزء ۵ محصول زراعی آبی با بیشترین میزان تولید بوده است. میانگین تولید سیب‌زمینی در ایران ۳۶/۶۴۹ تن است که استان کرمانشاه با میانگین ۴۵ تن در هکتار، یکی از مراکز مهم در زمینه تولید سیب‌زمینی محسوب می‌شود (Anonymous, 2020).

کشت سیب‌زمینی همواره با چالش‌های گوناگونی همراه بوده است که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به موضوع آب اشاره کرد، گیاه سیب‌زمینی برای رشد به ۴۰۰ تا ۸۵۰ میلی‌متر آب نیاز داشته و برخی پژوهشگران این میزان را ۹۰۰ میلی‌متر نیز عنوان نموده‌اند (Jalali *et al*., 2018). یکی از پیشنهادها برای کاهش نگرانی‌ها در خصوص بحران آب، استفاده از بارندگی‌های پاییز و زمستان، با کشت پاییزه محصولات زراعی است. در این رابطه، در کشت بهاره سیب‌زمینی با روش آبیاری سطحی، ۱۲ تا ۱۴ هزار متر مکعب در هکتار آب مصرف می‌شود، درحالی‌که با کشت غده‌ها در پاییز می‌توان مراحل آبیاری را از ۱۲ مرحله به چهار مرحله کاهش داد (Asfarm Meshginshahr *et al*., 2020). ازاین‌رو به نظر می‌رسد بتوان با تغییر تاریخ کاشت از بهار به پاییز در برخی مناطق همانند کرمانشاه و مناطق همسان، و در نتیجه با بهره‌گیری از باران‌های زمستانه و کاهش دور آبیاری، در مصرف آب صرفه‌جویی کرد. با توجه به اینکه غده سیب‌زمینی بسته به رقم، چگونگی نگه‌داری و غیره نیاز به یک تا سه ماه دوره خواب دارد؛ یعنی مرحله‌ای از رشد فیزیولوژیک غده سیب‌زمینی که معمولاً بر اثر زیاد-بودن غلظت هورمون آبسیزیک‌اسید (ABA)، جوانه‌ها علی‌رغم فراهم‌بودن شرایط رشد، نمی‌توانند جوانه بزنند و رشد کنند (Ezekiel & Bhargava, 1992)، امکان کشت انتظاری سیب‌زمینی وجود دارد. اگرچه کاشت زودهنگام محصولات بهاره مشکلات خاص خود را دارد، به‌طوری‌که اگر دوره جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه‌ها با سرمای اواخر زمستان و اوایل بهار روبرو گردد، ممکن است گیاهچه‌ها ضعیف شـده و حداکثر قدرت تولیدی گیاه بروز ننماید، لذا احتمال سرمازدگی این گیاهان وجود خواهد داشت (Abde Emani *et al*., 2011)؛ ولی یافته‌های محققین نشان داده است که در سال‌های اخیر میانگین دمای هوا

در طول سال نزدیک به ۱/۷ تا ۲/۵ درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است. به‌این‌ترتیب تاریخ‌های کاشت نیز باتوجه‌به دما و بارندگی برای سال‌های آینده تغییر خواهد کرد. این تحقیقات همچنین نشان داده که تحت شرایط تغییر اقلیم در سال‌های آینده، طول دوره رشد نزدیک به ۲۵ روزکوتاه خواهد شد و طول دوره زمان مناسب برای کاشت گندم دیم بین ۹ تا ۲۰ روز کاهش می‌یابد (Mohammadi *et al*., 2014). همهٔ مدل‌های مورد بررسی در پیش‌بینی وضعیت خشکسالی شهرستان کرمانشاه، بیانگر افزایش متوسط دمای حداقل و حداکثر و تغییر الگوی بارش در دوره‌های زمانی آینده بودند و تا سال ۲۱۰۰ سال‌های بـا شاخص نرمال، کاهش اما در مقابل شرایط خشک افزایش خواهند یافت (Heshmati & Ramezani Etedali, 2021). همچنین بر اساس پیش‌بینی مدل گردش عمومی HadCM3 و با فرض سناریوی تغییر اقلیم بر مبنای افزایش ۱/۶ درجه سانتی‌گراد اثر تغییرات اقلیمی بر عملکرد غده سیب‌زمینی برای دوره زمانی ۲۰۵۵ و ۲۰۷۵ شبیه‌سازی شد نتیجه آن کاهش عملکرد سیب‌زمینی تحت شرایط تغییر اقلیم آینده بود (Holden *et al*., 2003). تغییرات آب‌وهوا بیشتر از هر گیاهی روی سیب‌زمینی و سایزبندی غده‌های آن مؤثر بوده است (Tang *et al*., 2018). ازاین‌رو به نظر می‌رسد نیاز است که در تاریخ کشت برخی از محصولات تغییراتی صورت گیرد تا گیاه در طول دوره رشد از هوای خنک‌تر و بارندگی بیشتر برخوردار شده و در مصرف آب صرفه‌جویی لازم صورت گیرد.

یکی دیگر از مواردی که کشت انتظاری سیب‌زمینی را توجیه می‌کند موضوع هزینه‌های انبارداری است. در این رابطه گاهی هزینه انبارداری سیب‌زمینی برای سیب‌زمینی‌کاران مقرون‌به‌صرفه نیست و لذا کشاورزان مجبور هستند محصول خود را به‌صورت تازه به فروش برسانند که این موضوع با افزایش عرضه و کاهش شدید قیمت سیب‌زمینی همراه می‌شود. از سوی دیگر سیب‌زمینی از جمله محصولات کشاورزی به شمار می‌رود که با شروع فصل برداشت آن نگرانی‌هایی را برای کشاورزان در زمینه فروش آن ایجاد می‌کند و به دلیل نبود الگوی کشت صحیح هر ساله این موضوع تکرار می‌شود. بدین‌ترتیب با کشت زودهنگام در پاییز علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف آب، با برداشت زودتر، محصول با قیمت مناسب‌تری به بازار عرضه می‌شود. ضمن اینکه از صرف هزینه‌های انبارداری غده‌های بذری در سردخانه و هزینه‌های ترابری و هدررفت انرژی نیز جلوگیری می‌کند و درآمد مناسبی برای کشاورزان در برخواهد داشت.

بررسی‌هایی در خصوص کشت سیب‌زمینی در پاییز در مناطق معتدل و سرد انجام شده است. برای نمونه حسن-پناه و همکاران، رقم جاوید را از بین ۲۶ جمعیت اصلاحی سیب‌زمینی انتخاب و در جریان آزمایش‌های سازگاری در پنج منطقه (کرج، اردبیل، خراسان رضوی، همدان و اصفهان) معرفی کردند (Hassanpanah *et al*., 2019). در تحقیقی مشاهده شد در شرایط کمبود و تنش آب، تاریخ کاشت اهمیت بیشتری داشته، درحالی‌که در شرایط بدون تنش بین تاریخ‌های کاشت مختلف تفاوت معنی‌داری وجود نداشته و یا حداقل است (Yazdani *et al*., 2019). درصورتی‌که با وجود شرایط تنش آبی عملکرد غده‌های سیب‌زمینی در تاریخ کشت بیستم اسفندماه بیشتر بود، به دلیل وجود دمای مناسب‌تر در زمان غده‌زایی، استفاده بیشتر از نزولات آسمانی، دمای خنک و تبخیر کمتر در اوایل فصل رشد در تاریخ کاشت ۲۰ اسفند عملکرد غده‌های سیب‌زمینی در شرایط وجود تنش و محدودیت آبی افزایش یافت (Yazdani *et al*., 2019). کمترشدن

عملکرد بیولوژیک سیب‌زمینی در تاریخ کشت دیرتر به‌خاطر کوتاهی طول دوره رشد و نمو و در نتیجه به دلیل کوتاه‌ترشدن زمان تولید مواد پرورده گزارش شده است. در تاریخ کاشت دیرتر طول مدت‌زمان غده‌زایی سیب‌زمینی با شرایط نامساعد جوی به‌ویژه افزایش دما و کاهش رطوبت نسبی هوا روبرو می‌شود که با یکدیگر رابطه عکس دارند و تبخیر بیشتر از سطح خاک که نتیجه آن رشد کمتر گیاه است (Darabi, 2007; Tang *et al*., 2018). در بررسی واکنش سه رقم سیب‌زمینی (آگریا، مارفونا و سانته) به تاریخ کاشت در ۶ سطح، شامل ۲۰ فروردین‌ماه، ۵ اردیبهشت، ۲۰ اردیبهشت، ۵ خرداد، ۲۰ خرداد و ۵ تیرماه در استان همدان، مشاهده شد که از نظر عملکرد قابل فروش دو تاریخ کاشت ۲۰ اردیبهشت و پنجم خردادماه در هر ۳ رقم وضعیت مطلوب‌تری داشتند (Parvizi *et al*., 2011). در بررسی تاریخ کاشت (۳۱ اردیبهشت، ۱۷ خرداد و ۳۱ خرداد) و نیتروژن بر صفات زراعی سیب‌زمینی، بیشترین عملکرد غده از تاریخ کاشت ۳۱ اردیبهشت (۱۹/۵ تن در هکتار) به دست آمد (Sajedi *et al*., 2009). بررسی تاریخ‌های کشت ۱۰ آبان، ۱۰ آذر و ۱۰ اردیبهشت روی سیب‌زمینی در چهار عمق کشت در اردبیل نشان داد ارتفاع هر چهار رقم به‌طور میانگین ۶۸ سانتیمتر در تاریخ کاشت آذرماه معنی‌دار بوده و در بالاترین ارتفاع بوته قرار گرفتند. بیشترین میانگین تعداد ساقه اصلی (۴ ساقه) در طی دو سال در تاریخ کشت آبان‌ماه مشاهده شد. بیشترین کارایی مصرف آب در تاریخ کاشت آبان و آذرماه در عمق‌های ۱۰،۱۵ و ۲۵ در رقم اسپریت مشاهده شد. بیشترین عملکرد غده در تاریخ کاشت اردیبهشت نسبت به دو تاریخ کاشت آبان و آذر بود. در نهایت می‌توان نتیجه گرفت کشت پاییزه سیب‌زمینی به‌ویژه در مناطقی که کمبود آب دارند مناسب است. بیشترین کارایی مصرف آب در کشت پاییزه در عمق‌های ۱۰،۱۵ و ۲۵ سانتیمتر، مربوط به رقم اسپریت بود (Asfarm Meshginshahr *et al*., 2020).

باتوجه‌به مطالب بالا این آزمایش باهدف امکان کشت دو رقم سیب‌زمینی سانته و مارفونا در پاییز در منطقه کرمانشاه و بررسی اقتصادی آن انجام شده است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ در مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی با طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۹ دقیقه شرقی و عرض جغرافیای ۳۴ درجه ۲۱ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۲۰ متر از سطح دریا انجام شد. وضعیت اقلیمی کرمانشاه بر اساس طبقه‌بندی دومارتون دارای اقلیم سرد و نیمه‌خشک است. میانگین بارندگی بلندمدت ایستگاه هواشناسی کرمانشاه ۴۴۳/۶ میلی‌متر است که به‌طور معمول از نیمه دوم آبان‌ماه تا نیمه اول اردیبهشت‌ماه اتفاق می‌افتد.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل دوعاملی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ۲۴ کرت آزمایشی انجام شد. فاکتور اول عبارت بود از تاریخ کاشت در چهار سطح شامل ۲۰ آبان، ۲۰ اسفند، ۲۰ فروردین و ۲۰ اردیبهشت و فاکتور دوم شامل دو رقم سیب‌زمینی، سانته و مارفونا بود. هر دو رقم مارفونا و سانته نیمه‌زودرس بوده، بافتی با رنگ زرد روشن و مصرف تازه‌خوری دارند و از ارقام غالب زیر کشت منطقه هستند.

عملیات آماده‌سازی زمین و کاشت

ابتدا از زمین مورد نظر به‌منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک از عمق ۳۰–۰ سانتیمتر نمونه‌برداری انجام شد و به آزمایشگاه ارسال شد. در جدول ۱ برخی از

مشخصات شیمیایی و فیزیکی خاک نشان داده شده است. طول و عرض جغرافیایی مکان اجرای آزمایش به‌ترتیب ۳۴ درجه و ۱۷ دقیقه شمالی، ۴۷ درجه و ۷ دقیقه شرقی و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۲۲ متر بود. این منطقه دارای آب‌وهوای معتدل بوده و متوسط بارندگی سالیانه آن ۴۴۴/۷ میلیمتر و متوسط دمای سالیانه آن ۱۴/۳ درجه سانتیگراد است.

در عملیات آماده‌سازی زمین مورد نظر بعد از اولین بارندگی مؤثر (۱۹ میلی‌متر، ۱۲ آبان) با گاوآهن برگردان-دار شخمی به عمق حدود ۳۵ سانتیمتر زده شد. سپس به‌منظور بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و افزایش مواد غذایی قابل دسترس گیاه، ۲۰ تن در هکتار کود دامی پوسیده قبل از زدن دیسک در سطح زمین پاشیده و سپس با عملیات دیسک‌زدن با خاک مخلوط شد. در مرحله بعد توسط فارو که فاصله واحدهای آن ۷۵ سانتی‌متر بود کل زمین به‌صورت جوی و پشته درآمد. سپس سه بلوک آزمایشی با فاصله ۲ متر از همدیگر و با ابعاد ۴۱/۲۵ در ۸ متر مشخص شد. هر بلوک شامل ۸ کرت و جمعاً ۲۴ واحد آزمایشی بود. هر واحد آزمایشی شامل ۶ خط کاشت به طول ۸ متر و بین دو واحد کنار هم یک خط نکاشت در نظر گرفته شد. در هر واحد آزمایشی غده‌های سیب‌زمینی (با تراکم ۵/۳ بوته در متر مربع و میانگین وزنی ۱۳۰ گرم) روی پشته‌ها با فاصله ۲۵ سانتی‌متر از همدیگر و در عمق حدود ۲۰ سانتی‌متر توسط دست کشت شدند. غده‌های سیب‌زمینی قبل از کشت توسط قارچ‌کش مانکوزب به نسبت ۲/۵ در هزار ضدعفونی شدند. سه تاریخ کشت بعدی نیز به همین نحو کشت شدند.

غده‌های مورد نیاز کشت در این آزمایش شامل دو رقم سانته و مارفونا در آبان‌ماه از دو مزرعه (روانسر و کامیاران) تهیه و ذخیره شد. برای تاریخ کشت اول (۲۵ آبان) از غده‌های تازه برداشت‌شده که هنوز دوره خوابشان سپری نشده بود استفاده شد. سپس بقیه غده‌ها برای سه تاریخ کشت بعدی به سردخانه (دمای ۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد همراه با چرخش هوا) منتقل شدند. بیست روز قبل از تاریخ‌های کشت بعدی، غده‌ها از سرخانه خارج و در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و شرایط نور و رطوبت نگهداری شدند تا جوانه بزنند، به‌طوری‌که غده‌ها در زمان کاشت دارای چند جوانه حجیم و سفت بودند.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری

Table 1. Some physicochemical analysis of experimental field soil (0-30 cm)

Class	Clay %	Silt %	Sand %	The soil bulk density (BD) $g.cm^3$	Permanent wilting point (PWP)%	Field capacity (FC)%	Soil permeability $cm.h^{-1}$
SI-C	41.4	54.8	3.8	1.3	18	35	1
Micronutrients				Macroelements			
$mg.kg^{-1}$				$mg.kg^{-1}$		%	
Cu	Zn	Fe	Mn	K (available)	P	N	OC
1.24	1.72	4.14	6.2	380	9.4	0.122	1.22

عملیات کاشت غده‌ها در تاریخ‌های کشت بعدی به‌ترتیب ۲۵ اسفند، ۲۰ فروردین و ۲۰ اردیبهشت مشابه روش فوق انجام شد. مصرف کود شیمیایی در زمان کشت بر اساس آزمایش خاک به مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم در فاصله پنج سانتیمتری زیر غده‌ها به‌صورت نواری صورت گرفت. کود ازت به مقدار ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره ۴۶٪ در دو مرحله و تقسیط مساوی مصرف شد. مرحله اول کوددهی در زمان ۲۰ سانتیمترشدن ساقه‌ها و قبل از عملیات خاک‌دادن پای بوته‌های سیب‌زمینی و مرحله دوم در زمان آغاز حجیم‌شدن غده‌ها انجام شد. آبیاری به‌صورت بارانی هفت روز یک‌بار (از ۱۵ خرداد تا ۱۵ مرداد هر پنج روز یک‌بار) انجام شد. میزان آب مصرفی برای تاریخ‌های مختلف کشت باتوجه‌به ساعات آبیاری و مقدار بارش آب‌پاش‌ها اندازه‌گیری و در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- میزان مصرف آب در تاریخ‌های مختلف کاشت

Table 2. Irrigation frequency and water consumption at different planting dates

Planting dates	Irrigation frequency	Water consumption amount ($m^3.ha^{-1}$)
November 16, 2018	9	4350
March 16, 2019	11	5040
April 9, 2019	14	7230
May 10, 2019	13	6962

کنترل علف‌های هرز در کشت آبان تا رسیدن طول سیب‌زمینی به ۲۰ سانتی‌متر دو بار (به‌صورت دستی) و پس از رسیدن گیاه اصلی به طول بیست سانتی‌متر با عملیات خاک‌دهی پای بوته انجام شد و ۱۵ روز بعد نیز آخرین کنترل علف هرز (در مجموع ۴ مرتبه) انجام شد. برای کشت‌های اسفند، فروردین و اردیبهشت کنترل علف‌های هرز قبل از رسیدن به ۲۰ سانتیمتر یک‌بار با خاک‌دهی پای بوته و دو بار هم به فاصله هر ۱۵ روز پس از خاک‌دهی پای بوته‌ها انجام شد. خاک‌دهی پای بوته بعد از رسیدن ارتفاع بوته‌ها به حدود ۲۰ سانتی‌متر توسط بیل انجام شد. عملیات سم‌پاشی سه مرحله با سموم قارچ‌کش به‌منظور پیشگیری از رشد و انتشار انواع قارچ و باکتری‌های بیماری‌زا و نیز مبارزه با بیماری‌های احتمالی انجام شد. سموم و محلول‌های استفاده‌شده شامل محلول برد و سیف (یک لیتر در ۱۰۰ لیتر آب)، روال تی اس (یک در هزار) و اکسی کلرور مس (سه در هزار) بودند که توسط سم‌پاش پشت‌تراکتوری‌شلنگ‌دار انجام شد.

نمونه‌برداری پس از حذف دو خط کناری هر کرت برای رفع اثر حاشیه و نیز حذف یک متر اول از خطوط میانی انجام شد. برای تفکیک و جداسازی غده‌ها به سه دسته غده‌های ریز (۲۵ تا ۳۵ میلی‌متر)، غده‌های متوسط (۳۵ تا ۵۵ میلی‌متر)، غده‌های درشت (بزرگ‌تر از ۵۵ میلی‌متر) از توری با چشمی به ابعاد فوق استفاده گردید. غده‌های متوسط و بزرگ به‌عنوان غده‌های قابل فروش و غده‌های ریز و آفت‌زده به‌عنوان غده‌های غیر قابل فروش جداسازی و اندازه‌گیری شدند. پس از اندازه‌گیری عملکرد، از غده‌های برداشت‌شده برای سایر اندازه‌گیری‌ها استفاده شد. غده‌های ریز (کوچک‌تر از ۳۵ میلی‌متر) سبز شده دارای علائم بیماری به‌عنوان ضایعات عملکرد منظور شد (Lamboro *et al.*, 2014). برای تعیین عملکرد کل غده،

نمونه‌برداری از ۲ متر طول خط کشت با عرض ۷۵ سانتیمتر (۱/۵ متر مربع) از خطوط میانی هر کرت آزمایشی با حذف اثرات حاشیه‌ای انجام گرفت و تمام غده‌های برداشت شده توزین و عملکرد کل در متر مربع و هکتار محاسبه شد. تاریخ‌های برداشت برای تاریخ‌های کاشت آبان، اسفند، فروردین و اردیبهشت به‌ترتیب ۲۵ تیر، ۳۰ تیر، ۲۵ مرداد و ۵ شهریور بودند. غده‌های متوسط و بزرگ به‌عنوان غده‌های قابل فروش و غده‌های ریز و آفت‌زده به‌عنوان غده‌های غیر قابل فروش جداسازی و اندازه‌گیری شدند. برای محاسبه عملکرد غده‌های قابل فروش ابتدا از غده‌هایی که برای عملکرد کل وزن شد غده‌های ریز با اندازه کمتر از ۳۵ میلی‌متر و غده‌های آفت‌زده جدا و سپس توزین و از عملکرد کل کسر گردید. تعداد غده‌های بزرگ، متوسط و کوچک: غده‌های برداشت‌شده از ۲ متر طول خط کشت با استفاده از توری به سه دسته غده‌های بزرگ (بیشتر از ۵۵ میلی‌متر)، غده‌های متوسط (۵۵ – ۳۵ میلی‌متر) و غده‌های کوچک (۳۵ -۲۵ میلی‌متر) تقسیم‌بندی و شمارش گردید.

تعداد ساقه‌های اصلی از تقسیم مجموع ساقه‌های شمارش‌شده بر تعداد غده‌های کشت‌شده محاسبه شد. برای تعیین میانگین طول ساقه از خطوط میانی کرت‌های آزمایشی ارتفاع تعدادی از ساقه‌های اصلی با خط‌کش از محل طوقه تا آخرین برگ انتهایی اندازه‌گیری و سپس میانگین ارتفاع ساقه‌های اصلی محاسبه شد: تعداد شاخه فرعی (انشعابات جانبی تحتانی حاصل از ساقه اصلی) از تقسیم مجموع تعداد شاخه فرعی شمارش‌شده بر تعداد ساقه اصلی محاسبه شد.

برای اندازه‌گیری درصد نشاسته غده، هم‌زمان با عملیات برداشت از خطوط میانی واحدهای آزمایشی تعدادی غده به‌طور تصادفی انتخاب و جهت تعیین درصد ماده خشک و نشاسته به آزمایشگاه ارسال گردید. در آزمایشگاه پس از انجام مراحل اولیه مثل شستشو، خلال‌کردن، تهیه عصاره و ...، درصد نشاسته با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۳۰ نانومتر اندازه‌گیری شد (Cottrell *et al*., 1995).

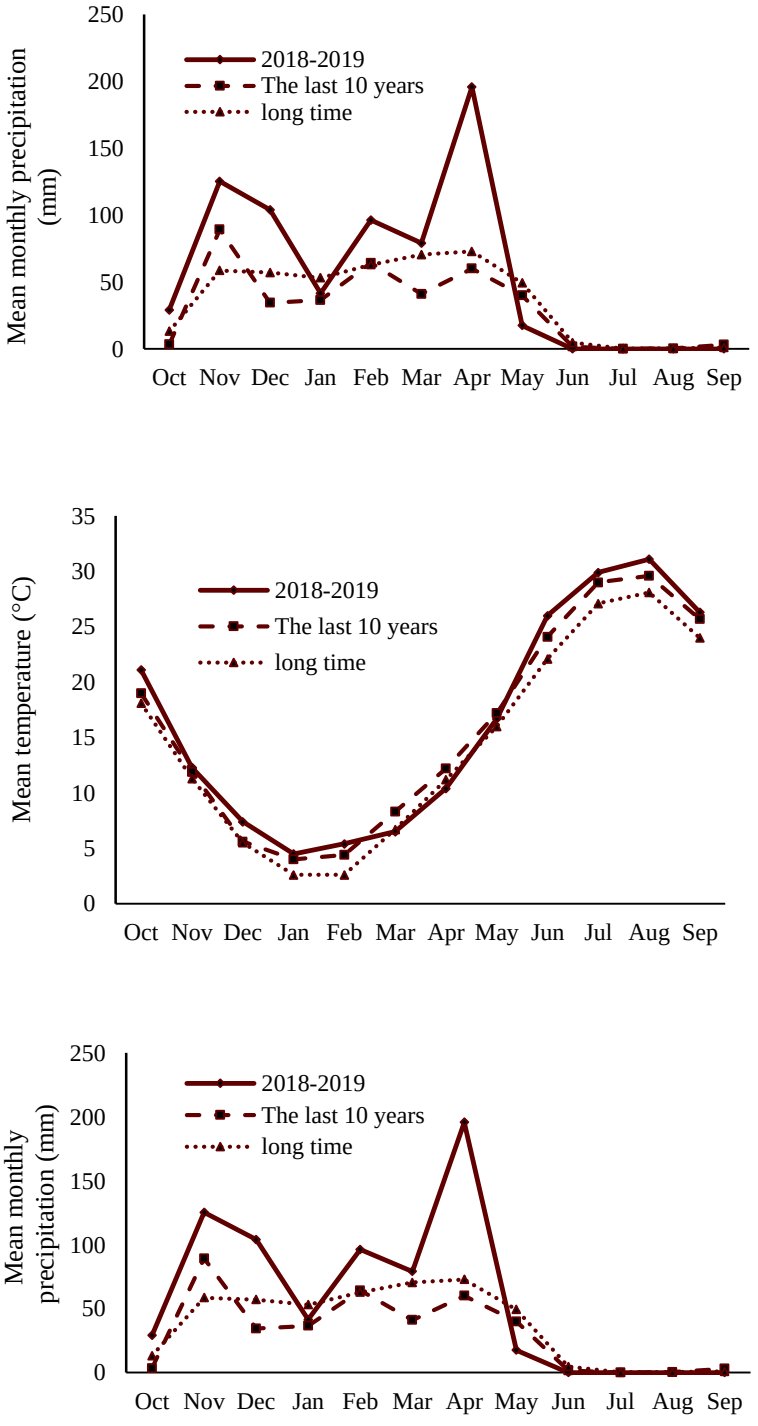
تجزیه داده‌ها بر اساس مدل آماری طرح آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های تصادفی انجام شد. مقایسه میانگین داده¬ها به روش LSD در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C و SAS صورت گرفت. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

پارامترهای هواشناسی و مراحل رشدی

شکل ۱ میانگین بارندگی، میانگین دما و تعداد روزهای همراه با یخبندان را در دوره‌های ۱۰ ساله، بلندمدت و سال آزمایش نشان می‌دهد. بررسی روند بارندگی در دوره‌های طولانی‌مدت و ۱۰ ساله نشان داد میزان بارندگی به‌ویژه برای ماه‌های اسفند، فروردین و اردیبهشت روند کاهشی داشته و این در حالی است که میانگین دمای ماهیانه ۱۰ سال اخیر در مقایسه با میانگین دمای بلندمدت در تمام ماه‌های سال بیشتر بوده که نشانگر روند افزایشی دما در سال‌های اخیر است. این موضوع دلیل خوبی برای تغییر تاریخ کاشت و استفاده از ماه‌های خنک جهت کشت سیب‌زمینی است. ضمن اینکه تعداد روزهای یخبندان نیز در سال‌های اخیر نسبت به دوره بلندمدت افت محسوسی را نشان می‌دهد. در چهارم اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۹۸ زمانی که حدود یک‌سوم از بوته‌ها بیرون از خاک بودند دمای هوا به ۰/۵- رسید و باعث سرمازدگی تعدادی از جوانه‌های تاریخ کشت آبان شد. این اتفاق باعث تحریک دیگر جوانه‌های غده‌های سیب‌زمینی شد و تعداد

ساقه‌های اصلی را افزایش داد و در تولید و عملکرد غده تأثیر منفی نداشت. همچنین میانگین بارندگی در دوره‌های بلندمدت و ده‌ساله منطقه نشان می‌دهد بارندگی‌های مناسبی در ماه‌های فروردین و اردیبهشت رخ می‌دهد که می‌تواند بخش قابل توجهی از نیاز آبی کشت پاییزه (آبان) را مرتفع سازد و در مصرف آب‌های زیرزمینی صرفه‌جویی شود (جدول ۲). ضمن اینکه بارندگی‌های اسفند و فروردین می‌تواند عاملی برای محدودیت کشت سیب‌زمینی در ابتدای بهار در منطقه باشد. توجه به نمودار بارندگی در شکل ۱ نشان می‌دهد میزان بارندگی فروردین در سال ۱۳۹۸ به میزان ۱۹۵/۸ میلی‌متر عملاً امکان هرگونه کشت در یک تا دو هفته را غیر ممکن می‌سازد. در اردیبهشت سال اجرای آزمایش (۱۳۹۸) که تاریخ‌های کشت آبان و اسفند نیاز به آبیاری داشتند مطابق نمودار بارندگی (شکل ۱) و نیز آمار هواشناسی بارندگی‌هایی که در طی هفت روز اتفاق افتاد و میزان آن ۱۷/۵ میلی‌متر بود، یک‌بار از دور آبیاری مورد نیاز کم کرد. در رابطه با دماهای بالای محیط که خارج از تحمل گیاه است می‌توان گفت دمای بالای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در ماه‌های تیر و مرداد که به‌ویژه در سال‌های اخیر برای کشت‌های بهاره رخ می‌دهد به‌شدت بر گلدهی و غده‌دهی تأثیرگذار خواهد بود (شکل ۱)؛ به‌طوری که زمان شروع غده‌دهی گیاه و حجیم‌شدن غده‌ها با هوای گرم مواجه شده و طول این دوره از رشد سیب‌زمینی طولانی‌تر شده در نتیجه حجم آب بیشتری جهت آبیاری و تأمین رطوبت خاک در هوای گرم مصرف شد. جدول ۳ نتایج تجزیه واریانس عملکرد و سایر صفات اندازه‌گیری‌شده را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج این جدول، در بین ارقام مورد آزمایش در رابطه با صفات عملکرد کل، تعداد غده‌های متوسط و کوچک، عملکرد غده‌های متوسط و کوچک (در سطح ۱ درصد) و برای صفات عملکرد قابل فروش و درصد ماده خشک غده (در سطح ۵ درصد) اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. دراین‌ارتباط رقم سانته با میانگین عملکرد کل ۴۹/۱ تن در هکتار از رقم مارفونا با عملکرد کل ۴۰/۴ تن در هکتار برتری داشت (جدول ۵). به‌استثنای تعداد غده‌های متوسط، تعداد غده‌های کوچک، عملکرد غده‌های کوچک و تعداد شاخه فرعی، بقیه صفات اندازه‌گیری‌شده در بین سطوح مختلف تاریخ کاشت در سطح ۵ درصد معنی‌دار بودند. اثر متقابل رقم در تاریخ کشت برای صفت تعداد غده‌های بزرگ، عملکرد غده‌های بزرگ و درصد نشاسته در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد؛ اما برای دیگر صفات اندازه‌گیری‌شده معنی‌دار نبود.



شکل ۱- مقایسه میانگین دما، تعداد روزهای یخبندان و بارندگی در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷، ۱۰ سال اخیر و بلندمدت

Figure 1. Comparison of mean temperature, number of frost days and rainfall during 2018-2019, last 10 years and long term

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد و سایر صفات اندازه‌گیری‌شده در تاریخ‌های مختلف کاشت و دو رقم سیب‌زمینی
Table 3. Analysis of variance of yield and other measured traits at different planting dates and two potato cultivars

S.O.V	df	Total yield	Marketable yield	No. of tubers			Tubers yield		
				Large	Medium	Small	Large	Medium	Small
Block	2	0.15	0.17	14.2	12.04	8	0.4	0.3	0.005
Cultivar (CV.)	1	4.48*	3.33**	2.24^{ns}	912.42**	196.5**	0.1^{ns}	4.46**	0.086**
Planting date (P)	3	2.74*	3.68**	198.24**	20.95^{ns}	12.6^{ns}	7.37**	1.56**	0.006^{ns}
CV. ×P	3	2.74*	1.13**	28.04**	46.94^{ns}	17.9^{ns}	1.27**	0.83^{ns}	0.005^{ns}
Error	14	0.46	0.42	2.64	45.77	15	0.18	0.27	0007
CV%		15.1	15.4	14.9	29.4	45.5	18.6	25.9	52.5

Continue of Table 3

S.O.V	df	Weight of infected tubers	No. of main stems	No. of lateral stems	Stem length	Dry mater %	Starch %
Block	2	0.0054	0.03	0.34	175.58	0.77	0.316
Cultivar (CV.)	1	0.000004^{ns}	0.3^{ns}	1.26^{ns}	121.05^{ns}	14.66*	0.009^{ns}
Planting date (P)	3	0.0353**	2.12**	4.11^{ns}	916.74**	30.56**	1.52**
CV. ×P	3	0.001^{ns}	0.01^{ns}	1.02^{ns}	145.68^{ns}	2.15^{ns}	1.1**
Error	14	0.0027	0.11	1.45	47.23	1.83	0.3
CV%		60.9	15.69	21.7	6.2	6.7	0.7

ns، ** و *: به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

عملکرد غده

در بین تاریخ‌های کشت، تاریخ کشت آبان با میانگین تولید ۵۳ تن غده در هکتار، بیشترین و تاریخ کشت اردیبهشت با تولید میانگین ۳۶ تن غده در هکتار، کمترین عملکرد کل را داشتند (جدول ۵). برتری تاریخ کاشت آبان ممکن است به دلیل برخورداری از زمان بیشتر برای غده‌بستن و بزرگ‌شدن غده‌ها، و برخورد دوره غده‌بندی با هوای خنک نسبت به دیگر تاریخ‌های کشت باشد. بر اساس شکل ۱ میانگین دما از اردیبهشت تا تیرماه در حال افزایش بود و تاریخ کشت‌های زودهنگام هم‌زمانی غده بستن و بزرگ‌شدن غده‌ها با هوای خنک را به دنبال داشت. عملکرد سیب‌زمینی در تاریخ‌های کشت زودهنگام نسبت به تاریخ کشت معمول در شرایط تنش آبی و تغییرات آب‌وهوایی بیشتر است (Yazdani *et al*., 2019). اختلاف بین عملکرد غده سیب‌زمینی در تاریخ‌های کاشت متفاوت متأثر از واکنش به شرایط آب‌وهوایی است (Tang *et al*., 2018). از نظر اقتصادی عملکرد قابل فروش مهم‌تر از عملکرد کل است؛ زیرا هرچه وزن غده‌های

کوچک و غده‌های آفت‌زده بیشتر باشد باعث کاهش عملکرد قابل فروش می‌شود. عامل رقم برای صفت عملکرد قابل فروش در سطح ۵ درصد و عامل تاریخ کشت در سطح ۱ درصد معنی‌دار شدند، اثر متقابل رقم در تاریخ کشت معنی‌دار نشد (جدول ۳). رقم سانته با متوسط عملکرد ۴۵/۹ تن غده قابل فروش در هکتار از رقم مارفونا با متوسط عملکرد ۳۸/۵ تن غده قابل فروش در هکتار عملکرد بهتری داشت (جدول ۴). در ارتباط با تاریخ‌های کشت نیز بالاترین میانگین عملکرد قابل فروش غده از تاریخ کشت آبان با ۵۱/۸ تن در هکتار به دست آمد و کمترین مقدار به تاریخ کشت اردیبهشت به میزان ۳۲/۶ تن در هکتار مربوط بود (جدول ۵). کاهش عملکرد در پی تأخیر در کاشت در تحقیقی ۴ ساله روی ۲۰ رقم سیب‌زمینی در هلند نیز گزارش شده است. بر اساس نتایج این تحقیق بیشترین عملکرد غده سالم در تاریخ کشت ۳۰ فروردین (۱۸ آوریل) به دست آمد و این در حالی بود که در تاریخ کشت ۲۵ اردیبهشت (۱۶ می) با ۲۶ روز تأخیر در کشت ۵ تا ۲۴ درصد کاهش نشان داد (Snieg & Ludko, 1995). مرتضوی بک و امین‌پور در تحقیقی نشان دادند که تعداد غده‌های با اندازه کوچک‌تر از ۳۵ میلی‌متر در تاریخ‌های کاشت دیرتر بیشتر می‌شود (Mortazavibak & Aminpour, 2001).

دماهای میانگین ۱۵ تا ۱۹ درجه سانتی‌گراد هم‌زمان با طول روزکوتاه موجب رشد زودهنگام غده‌ها در سیب‌زمینی می‌شود این وضعیت باعث می‌شود آغاز رشد و حجیم‌شدن غده‌ها زودتر از حد معمول انجام شود (Van Dam *et al*., 1996).

وزن غده‌های آفت‌زده

وزن غده‌های آفت‌زده در سطح ۱ درصد برای تاریخ کشت معنی‌داری شد، به‌طوری‌که تاریخ کشت اردیبهشت با مقدار ۰/۱۸ کیلوگرم در متر مربع غده آفت‌زده بیشترین و تاریخ کشت آبان بدون غده‌های آفت‌زده کمترین مقدار را داشتند (جدول ۵). بااین‌حال اختلاف معنی‌داری بین دو رقم مورد بررسی در خصوص غده‌های آفت‌زده مشاهده نشد (جدول ۴).

تعداد ساقه اصلی

از نظر تعداد ساقه‌های اصلی اختلاف معنی‌داری بین دو رقم سانته و مارفونا مشاهده نشد؛ ولی در ارتباط با تاریخ‌های مورد بررسی، بیشترین میانگین تعداد ساقه اصلی به تاریخ کشت اردیبهشت (۲/۹۹) مربوط بود و کمترین آن از کشت غده‌ها در آبان‌ماه به دست آمد (۱/۵۵) (جدول ۵). ضمن اینکه کمترین میانگین طول ساقه به تاریخ کشت آبان معادل ۹۴/۴۵ سانتی‌متر مربوط بود (جدول ۵). در بررسی‌های مشابه، تعداد ساقه‌های هوایی در تاریخ کشت آبان کمتر از تعداد ساقه‌های هوایی دو تاریخ کشت‌شده بهمن و اسفند بود (Mortazavibak & Aminpour, 2001). همچنین طی تحقیقی که در آفریقای جنوبی انجام شد تعداد ساقه‌های اصلی ایجاد شده از یک غده در کشت بهاره بیشتر از کشت پاییزه بود. علت کمتربودن تعداد ساقه اصلی در تاریخ کشت آبان، ممکن است به این دلیل باشد که غده‌های کشت‌شده در این تاریخ هنوز دوران خواب را نگذرانده و غده‌ها هنوز جوانه‌دار نبودند، درصورتی‌که در تاریخ‌های کشت بعدی غده‌ها که از نظر فیزیولوژی به‌خصوص قرارگرفتن در معرض نور شرایط بهتری داشتند، ابتدا در دمای مناسب جوانه‌دار می‌شوند که در پی آن افزایش تعداد ساقه‌های ایجادشده نسبت به تاریخ کشت آبان را به همراه خواهد داشت (Dourado *et al*., 2019). علت اصلی

تولید تعداد ساقه اصلی در بوتـه و ارتفاع بوته بیشتر در تاریخ کاشت دوم به دلیل رشد کافی گیاه و استفاده بهینه از منابع موجود است. با تأخیر در کاشت، زمان رشد و نمو نزدیک به ۱۰۰ روز کوتاه شده (جدول ۷) و در نتیجه تعداد ساقه اصلی در بوته کاهش خواهد یافت. همچنین به نظر می‌رسد این کاهش به علت مصادف‌بودن مرحله جوانه‌زنی با گرمای تابستان باشد (Abde Eman *et al.*, 2011).

هر دو عامل رقم و تاریخ کشت برای صفت درصد ماده خشک غده‌ها به ترتیب در سطوح ۵ و ۱ درصد معنی‌دار شدند (جدول ۳). در این ارتباط رقم سانته درصد ماده خشک بیشتری نسبت به مارفونا داشت (به‌ترتیب ۲۰/۹۸ و ۱۹/۴۱ درصد) (جدول ۴). همچنین تاریخ کشت اردیبهشت با ۲۳/۰۴ درصد ماده خشک بیشترین و تاریخ کشت فروردین با ۱۸/۱۵ درصد ماده خشک غده کمترین ذخیره را داشتند (جدول ۵). در بررسی اثر تاریخ‌های کاشت که توسط ازکیل و باراگاوا انجام گرفت مشخص شد درصد ماده خشک تحت تأثیر تاریخ کشت قرار می‌گیرد (Ezekiel & Bhargava, 1992).

درصد ماده خشک غده

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد و دیگر صفات اندازه‌گیری‌شده برای دو رقم سیب‌زمینی

Table 4. Comparison of mean yield and other measured traits for two potato cultivars

Cultivar	Yield[1]		No. of tubers		Weight of tubers		Dry mater %
	Total	Marketable	Medium	Small	Medium	Small	
Sante	49.1[a]	45.9[a]	29.1[a]	11.38[a]	2.46[a]	0.22[a]	20.98[a]
Marfona	40.4[b]	38.5[b]	16.77[b]	5.66[b]	1.58[b]	0.1[b]	19.41[b]

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد ندارند.

Means with similar letters in each column do not differ significantly at the 5% level. 1- tonnes per hectare

جدول ۵- مقایسه میانگین عملکرد و دیگر صفات از چهار تاریخ کشت مختلف

Table 5. Mean comparison of yield and other at four different planting dates

Planting dates	Tuber yield ($kg.m^{-2}$)		Weight of tubers (medium) ($kg.m^{-2}$)	Weight of infected tubers ($kg.m^{-2}$)	No. of main stems	Stem length	Dry matter %
	Total	Marketable					
November 16, 2018	5.31[a]	5.18[a]	1.44[c]	0.00[c]	1.55[c]	94.45[c]	18.64[c]
March 16, 2019	4.48[ab]	4.22[b]	1.78[bc]	0.06[bc]	2.16[b]	116.35[ab]	20.96[b]
April 9, 2019	4.45[b]	4.22[b]	2.6[a]	0.1[b]	2.09[b]	123.4[a]	18.15[c]
May 10, 2019	3.66[b]	3.26[c]	2.26[ab]	0.18[a]	2.99[a]	106.55[b]	23.04[a]

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد ندارند.

Means with similar letters in each column do not differ significantly at the 5% level.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و تاریخ کاشت

Table 6. Mean comparison of culttivar × planting date

Cultivar	Planting date	No. of big tubers (per m^2)	Weight of big tubers ($kg.m^{-2}$)	Starch (%)
Sante	November 16, 2018	20.21[a]	4.18[a]	76.76[b]
Marfona	November 16, 2018	15.55[b]	3.3[b]	76.5[c]
Sante	March 16, 2019	9.77[c]	1.82[c]	77.58[ab]
Marfona	March 16, 2019	15.55[b]	3.19[b]	77.81[a]
Sante	April 9, 2019	6.88[de]	1.69[c]	77.91[a]
Marfona	April 9, 2019	8.44[cd]	1.74[c]	78.3[a]
Sante	May 10, 2019	5.33[e]	1.18[c]	77.89[a]
Marfona	May 10, 2019	5.11[e]	1.19[c]	76.6[b]

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد ندارند.

Means with similar letters in each column do not differ significantly at the 5% level.

جدول ۷- مراحل رشد دو رقم سیب‌زمینی کشت‌شده در تاریخ‌های مختلف کاشت

Table 7. Growth stages of two cultivars of potatoes cultivated at different planting dates.

Planting date	Culttivar	Growth stages (day)				Sum
		Planting to emergence	Vegetation growth	Flowering	Tuber growth	
November 16, 2018	Sante	162	25	16	25	228
	Marfona	165	20	14	22	221
March 16, 2019	Sante	51	28	15	32	126
	Marfona	54	27	13	30	124
April 9, 2019	Sante	36	29	13	40	118
	Marfona	38	28	11	38	115
May 10, 2019	Sante	20	30	12	45	107
	Marfona	25	32	10	41	108

جدول ۸- بررسی اقتصادی کشت سیب‌زمینی در تاریخ‌های کاشت مختلف (اعداد بر حسب ۱۰۰۰ ریال درهکتار)

Table 8. Economic analysis of potato cultivation in different planting dates (numbers in terms of 1000 IRRials per hectare)

Planting date	Preparation costs		Planting costs					Growing costs		
	Fertilizer[1]	Tillage	Purchase tubers	Warehousing	Transport and labour costs	Tubers disinfection	Potato planters	Weeds control	Irigation	Spraying
November	24000	6900	118500	0	1500	4000	2500	9000	10000	8800
March	24000	6900	202500	15000	3000	4000	2500	4600	10000	8800
April	24000	6900	202500	15000	3000	4000	2500	4600	12000	8800
May	24000	6900	202500	15000	3000	4000	2500	4600	12000	8800

1- Manure and chemical

Continue of Table 8

Planting date	Harvesting costs	Total costs	Marketable Yield (tonnes per hectare)	Sales price	Gross incom	Net incom
November	22350	207550	51.8	55	2849000	2641450
March	22350	303650	42.2	50	2110000	1806350
April	22350	305650	42.2	40	1688000	1384350
May	22350	305650	32.6	20	652000	348350

ارزیابی اقتصادی

قیمت خرید غده‌های بذری در آبان‌ماه به دلیل هم‌زمانی نسبی با فصل برداشت در منطقه بسیار ارزان‌تر از قیمت غده‌های بذری در بهار است، ضمن اینکه قیمت غده‌های بذری در بهار به‌خاطر هزینه‌هایی چون حمل و نگهداری در سردخانه، بالاتر از قیمت تهیه آن در پاییز است (جدول ۸). این اختلاف قیمت غده بذری باعث می‌شود هزینه‌های کاشت در آبان نزدیک به یک‌سوم تاریخ‌های دیگر کاهش یابد. هرچند قیمت سیب‌زمینی در هر فصل و از سالی به سالی دیگر بسیار متغیر و دستخوش نوسانات شدید است و معمولاً در اوایل بهار قیمت بالایی دارد، عملکرد بالای غده به همراه قیمت مناسب در زمان برداشت، باعث بیشترشدن سود اقتصادی کشت آبان شد، به‌طوری‌که درآمد خالص نزدیک به ۵۵ درصد به طور میانگین برای تاریخ‌های کشت مختلف افزایش یافت (جدول ۸). تغییر تاریخ کشت از بهار به پاییز سبب استفاده بیشتر از هوای خنک و بارش‌های اوایل بهار و صرفه‌جویی در مصرف آب شده است. نیاز کمتر به آبیاری به‌طور غیر مستقیم کاهش هزینه‌های سوخت و کارگری را در پی خواهد داشت. اختلاف حجم آب مصرفی بین تاریخ کاشت آبان با تاریخ کشت اسفند، فروردین و اردیبهشت به‌ترتیب ۶۹۰، ۲۸۸۰ و ۲۶۱۲ متر مکعب در هر هکتار است (جدول ۲) که مقدار قابل ملاحظه‌ای مخصوصاً برای تاریخ کشت رایج یعنی فروردین و اردیبهشت است. یکی از مشکلات اصلی کشت سیب‌زمینی در اوائل بهار به‌خصوص اسفند به دلیل هم‌زمانی آن با بارندگی‌های بهاره، در بعضی از سال‌ها خیس‌بودن خاک مزرعه و عدم امکان کشت و تأخیر در تاریخ کشت است و گاهی نیز به دلیل فاسد و خراب‌شدن غده‌های جوانه‌دارشده که جهت کشت آماده شده‌اند، زیان مالی سنگینی ممکن است به کشاورز وارد شود که در کشت پاییزه این مشکل وجود ندارد. باید توجه داشت اثر نوسانات دمایی بر رشد و ناهنجاری‌های غده‌ها و کیفیت نامطلوب آن‌ها در یک محدوده خاص جغرافیایی به ویژگی‌های آب‌وهوایی منطقه مربوط بوده و خارج از توان کنترلی زارعین است. چنانچه با اتخاذ تاریخ کشت مناسب در هر منطقه بتوان از برخورد مراحل رشد با تنش دمایی پرهیز کرده و شرایط ممکن را به نفع غده‌سازی بهینه در سیب‌زمینی تغییر داد می‌توان از خسارت حاصل بر کیفیت غده‌های تولیدی ممانعت کرده و در ضمن کمیت تولید را نیز ارتقا بخشید (Parvizi *et al*., 2011).

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش، کشت ارقام سانته و مارفونا سیب‌زمینی در کرمانشاه در آبان‌ماه امکان‌پذیر است. این زمان کاشت علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف آب، هزینه‌های انبارداری و حمل‌ونقل، تأخیر در زمان کشت که ممکن است در بهار به دلیل خیس‌بودن زمین به وجود آید را ایجاد نکرده و زمان غده‌بستن کمتر با گرمای هوا مواجه خواهد شد. با کاشت سیب‌زمینی در پاییز، محصول حداقل یک ماه زودتر از تاریخ کشت رایج به دست می‌آید که علاوه بر تولید محصول باکیفیت و عاری از آفت‌زدگی، از قیمت نسبتاً بالایی برای عرضه به بازار برخوردار است و سود بیشتری به همراه خواهد داشت.

REFERENCES

1. Abde Emani,A., Khorshidi Benam, M.B., Hassanpanah, D., & Aziz, Sh. (2011). Effects of planting dates on yield and yield component of mini-tuber potato cultivars in ardabil region. *Journal of Crop Ecophysiology*, 5 (18-2): 21-34. (In Persian)

2. Anynemous (2020). Ministry of Jihad Agriculture. Deputy of planning and economy of information and communication technology center. https://www.maj.ir
3. Arefin, M. A., Rahman, M. R., Rahman, A., Islam, A., & Anwar, M. P. (2018). Weed competitiveness of winter rice (*Oryza sativa*) under modified aerobic system. *Archives of Agriculture and Environmental Science*, 3, 1-14.
4. Asfarm Meshginshahr, H., Mirshekari, B., Hassanpanah, D., Farahvash, F., & Yarnia, F. (2020). Effect of planting date and depth on agronomic traits of potato cultivars (*Solanum tuberosum* l.) in autumn and spring crops. *Crop Physiology Journal*, 12(47): 83-97.
5. Cottrell, J. E., Duffus, C. M., Paterson, L., & Mackay, G.R. (1995). Properties of potato starch: Effects of genotype and growing conditions. *Phytochemistry*, 40: 1057-1064.
6. Darabi, A. (2007). Effects of planting density and harvesting date on total yield and yield components of some potato cultivars in Behbahan. *Seed and Plant Journal*, 23(2): 233-244. (In Persian)
7. Dourado, C., Pinto, C., Barba, F. J., Lorenzo, J. M., Delgadillo, I., & Saraiva, J. A. (2019). Innovative non-thermal technologies affecting potato tuber and fried potato quality. *Trends in Food Science & Technology*, 88: 274-289.
8. Ezekiel, R. & Bhargava, S. (1992). Nitrogen distribution within the potato plant in relation to planting date under short day conditions. *Indian Journal of Plant Physiology*, 35(2): 130-130.
9. Fahem, M. & Haverkort, A. (1988). Comparison of the growth of potato crops grown in autumn and spring in North Africa. *Potato Research*, 31(4): 557-568.
10. FAO, 2020. World Food and Agriculture - Statistical Yearbook 2020. https://www.fao.org/3/cb1329en/CB1329EN.pdf
11. Hassanpanah, D., Hassanabadi, H., Ahmadvand, R., Mousapour Gorji, A., Parvizi, Kh., Kazemi, M., Jalali, AH., Hajianfar, R., Alem khomaram, MH. & Darabi, A. 2019. Javid, a potato new cultivar suitable for spring and autumn crop areas of the country. *Research Achivement for Field and Horticultur Crops*, 8(1): 37-47. (In Persian)
12. Heshmati,S. & Ramezani Etedali, H. (2021). Drought forecasting for future periods using LARS-WG model: The case study of Kermanshah city. *Town and Country Planning*, 13(2): 647-669. (In Persian)
13. Holden, N., Brereton, A., Fealy, R .& Sweeney, J. (2003). Possible change in Irish climate and its impact on barley and potato yields. *Agricultural and Forest Meteorology*, 116(3-4): 181-196.
14. Jalali, A.h., Salemi, H., Nikouei, A., Gavangy, S., Khodagholi, M. & Toomanian, N. (2018). Potato water requirement in different climate of Isfahan province. *Applied Field Crops Research*, 30(4):53-73. (In Persian)
15. Jose, F., Barros, C., Carvalho, M. & Basch, G. (2004). Response sunflower to sowing date and plant density under Mediterranean condition. *European Journal of Agronomy*, 21(3): 347-356.
16. Lamboro, A., Petros, Y. & Andargie, M. (2014). Correlation and path coefficient analysis between yield and yield components in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Plant Science Today*,1(4): 196-200.
17. Mohammadi, E., Yazdanpnah, H. & Mohammadi, F. (2014). Event of climate change, its impact on durum wheat planting and during the growing season case study: Station of Sararood, *Kermanshah*. *Physical Geography Research*, 46(2): 231-246. (In Persian)
18. Mortazavibak, A. & Aminpour, R. (2001). Effects of season and planting date on the yield characteristics of commercial potato cultivars, *Seed And Plant Journal*, 17(1): 95-106. (In Persian)
19. Parvizi, Kh., Souri, J. & Mahmoodi, R. (2011). Evaluation of cultivation date effect on yield and amount of tuber disorders of potato cultivars in Hamadan province. *Journal of Horticultural Science*, 25(1): 82-93. (In Persian)
20. Sajedi, N. A., Sheikhalivand, S., Madani, H. & Safari Kamalabadi, H. (2009). Effects of planting date and nitrogen rates on agronomical traits of potato Var Markiz, *New Finding in Agriculture*, 3(3): 287-301. (In Persian)
21. Snieg, L. & Ludko, M. (1995). Reaction of potato varieties to the delay of the date of planting in Western Pomerania. *Roczniki Nauk Rolniczych. Seria A Produkcja Roslinna*.
22. Tang, J., Wang, J., Wang, E., Yu, Q., Yin, H., He, D.& Pan, X. (2018). Identifying key meteorological factors to yield variation of potato and the optimal planting date in the agro-pastoral ecotone in North China. *Agricultural and Forest Meteorology*, 256: 283-291.
23. Van Dam, J., Kooman, P. L. & Struik, P. (1996). Effects of temperature and photoperiod on early growth and final number of tubers in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Potato Research*, 39 (1): 51-62.
24. Waglay, A., Karboune, S.& Alli, I. (2014). Potato protein isolates: Recovery and characterization of their properties. *Food chemistry*, 142, 373-382.
25. Yazdani, A., Kazemeini, SA., Ghadiri, H., Kamgar Haghighi, AK. & Edalat, M. (2019). Assesment of possibility of mitigating the adverse effect of water limitation stress on growth and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) by changing planting date. *Seed and Plant Production*, 35(1): 1-23. (In Persian)