

The effect of salicylic acid on winter crop production of new potato cultivars (*Solanum tuberosum* L.) in different planting dates in Ahvaz

Maral Dinarvandi¹, Moosa Meskarbashee^{2*} , Habibullah Roshanfekr³, Javad Soltani Kazemi⁴

- 1- Ph.D Student of Agrotechnology, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
- 2- Professor Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran
- 3- Associate Professor Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Iran
- 4- Assistant Professor, Agricultural Jihad Organization of Khuzestan, Iran

Citation: Dinarvandi, M., Meskarbashee, M., Roshanfekr, H., & Soltani Kazemi, J. (2023). The effect of salicylic acid on winter crop production of new potato cultivars (*Solanum tuberosum* L.) in different planting dates in Ahvaz. *Plant Productions*, 45(4), 561-573.

Abstract

Introduction

Autumn cultivation of potato plant is very important because of meeting domestic needs of the country in winter and reducing the price of this product in the market. Cold stress in the early stages of potato growth is the most important factor that limits potato production in these areas. The yield and chemical composition of potato tubers under winter planting date and salicylic acid foliar application in Khuzestan region are very importance because one of the problems in cultivation of potato under Khuzestan conditions is insufficient growth due to dealing with high temperature at the end of the growing season in the autumn cultivation. Because few studies have been done in this regard on new cultivars of potato plant. Therefore, this experiment was performed to investigate of the tuber yield and attributes of tuber yield in potato plant.

Materials and Methods

The current study was conducted in a split-split plot based on randomized complete block design with three replication in the experimental farm of the Department of Plant Genetics and Production Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran, during the crop year 2020-21. The

* **Corresponding Author:** Moosa Meskarbashee
E-mail: mmeskarbashee@scu.ac.ir

experimental factors in this research include the date of cultivation as the main plot in three levels (25 November, 9 December, 26 December), salicylic acid foliar application as a sub-plot in two levels (0.5 mM and non-foliar application) and cultivars as sub-sub plot at three levels (including early and new cultivars Sifra, Challenger and Columba).

Results and Discussion

According to the results of this experiment, the three-way interaction effects of investigated factors on tuber yield and attributes of tuber yield, the number of tubers more than 100 g, number of tubers between 50-100 g and number of tubers less than 50 g was significant. The interaction effects of planting date \times salicylic acid foliar application and planting date \times cultivar on plant height trait was significant, also the interaction effect of salicylic acid foliar application \times cultivar was significant for the starch percentage trait and the simple effect of planting date and cultivar on the SPAD value trait was significant. In the following, the results of three-way interaction effects of the studied factors showed that the highest number of tubers more than 100 g in Sifra cultivar under 0.5 mM salicylic acid foliar application in 9 December planting date (with an average of 4.33 tubers per 1 kg), the highest number of tubers between 50-100 g related to the Challenger cultivar with 0.5 mM salicylic acid foliar spraying under 9 December planting date (with an average of 8.33 tubers per 1 kg), the highest number of tubers less than 50 g related to the Challenger cultivar under 26 December planting date and non-foliar application of salicylic acid (with an average of 33.33 tubers per 1 kg) and the highest tuber yield (with an average of 2.368 kg /m²) was related to the Sifra cultivar with 0.5 mM salicylic acid foliar application in the 9 December planting date. In addition, the highest amount of SPAD value belonged to the 25 November planting date (with an average of 42.61) and the Challenger cultivar (with an average of 42.41). Sifra cultivar also showed the highest starch percentage of tubers under 0.5 mM salicylic acid foliar application (with an average of 46.16%).

Conclusion

Now, due to the lack of potato product in late winter, especially in the southern regions in the Iran, cultivation of early cultivars compatible with the region, such as Sifra on 9 December, in order to achieve optimal yield, and the use of salicylic acid foliar application is suggested in conditions similar to this study.

Keywords: Chlorophyll concentration, Plant height, Sifra cultivar, Starch, Tuber yield

تأثیر سالیسیلیک اسید بر تولید محصول زمستانه ارقام جدید سیب زمینی (*Solanum tuberosum L.*) در تاریخ کاشت‌های مختلف در اهواز

مارال دیناروندی^۱، موسی مسکرباشی^{۲*}، حبیب‌اله روشنفکر^۳، جواد سلطانی کاظمی^۴

۱- دانشجوی دکتری آگروتکنولوژی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز.

۲- استاد گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز.

۳- دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز.

۴- استادیار سازمان جهاد کشاورزی خوزستان.

چکیده

یکی از مهم‌ترین راهکارها جهت بهبود عملکرد و اجزای عملکرد غده در تاریخ کشت زمستانه کاربرد محلول پاشی سالیسیلیک اسید می‌باشد، زیرا یکی از مشکلات کشت پاییزه سیب زمینی در شرایط خوزستان، رشد ناکافی غده‌ها به دلیل مواجهه با دمای بالای انتهای فصل رشد است. این پژوهش به صورت کرت‌های دوبار خردشده (اسپیلیت اسپیلیت پلات) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه آزمایشی گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز طی سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ انجام گردید. فاکتورهای آزمایشی در این پژوهش شامل تاریخ کشت به‌عنوان فاکتور اصلی در سه سطح (۵ آذر، ۱۹ آذر و ۶ دی)، محلول پاشی سالیسیلیک اسید به‌عنوان فاکتور فرعی در دو سطح (۰/۵ میلی‌مولار و عدم محلول پاشی) و ارقام به‌عنوان فاکتور فرعی فرعی در سه سطح (شامل ارقام زودرس و جدید سیفرا، چلنجر و کولمبا) مورد بررسی قرار گرفتند. توجه به نتایج، برهمکنش سه‌جانبه فاکتورهای مورد بررسی بر صفات عملکرد غده، تعداد غده‌های بالای ۱۰۰ گرم، غده‌های بین ۱۰۰-۵۰ گرم و غده‌های کمتر از ۵۰ گرم معنی‌دار بود. برهمکنش تاریخ کشت × محلول پاشی سالیسیلیک اسید و تاریخ کشت × رقم بر صفت ارتفاع بوته معنی‌دار شد، همچنین برهمکنش محلول پاشی × رقم برای صفت درصد نشاسته و اثر ساده تاریخ کشت و رقم بر صفت میزان غلظت کلروفیل (عدد SPAD) معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن بود که بیشترین تعداد غده‌های بالای ۱۰۰ گرم در رقم سیفرا تحت محلول پاشی ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید در تاریخ کشت ۱۹ آذرماه (با میانگین ۴/۳۳ غده در یک کیلوگرم)، بیشترین تعداد غده‌های بین ۱۰۰-۵۰ گرم مربوط به رقم چلنجر با محلول پاشی ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید تحت تاریخ‌های کشت ۱۹ آذر و ۶ دی‌ماه (هر دو با میانگین ۸/۳۳ غده در یک کیلوگرم بدون اختلاف معنی‌دار نسبت به هم) و بیشترین تعداد غده‌های کمتر از ۵۰ گرم مربوط به رقم چلنجر تحت تیمار توام بدون محلول پاشی و تاریخ کشت ۶ دی‌ماه (با میانگین ۳۳/۳۳ غده در یک کیلوگرم) حاصل شد. بیشترین عملکرد غده نیز در رقم سیفرا تحت تاریخ کشت ۱۹ آذرماه و محلول پاشی ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید (با میانگین ۲/۳۶۸ کیلوگرم در متر مربع) مشاهده گردید. از نظر غلظت کلروفیل (عدد SPAD) مشخص گردید که بیشترین میزان این صفت متعلق به تاریخ کشت ۵ آذرماه با میانگین ۴۲/۶۱ بود. بالاترین میزان درصد نشاسته غده نیز در رقم سیفرا تحت محلول پاشی ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید (با میانگین ۴۶/۱۶ درصد) به‌دست آمد. حال با توجه به کمبود این محصول در اواخر زمستان خصوصاً در نواحی جنوبی کشور، کشت ارقام زودرس و سازگار با منطقه همچون رقم سیفرا در تاریخ کشت ۱۹ آذرماه به‌منظور دستیابی به عملکرد مطلوب و همچنین کاربرد سالیسیلیک اسید به‌صورت محلول پاشی در شرایط مشابه با این پژوهش پیشنهاد می‌شود.

کلیدواژه‌ها: ارتفاع بوته، رقم سیفرا، عملکرد غده، غلظت کلروفیل، نشاسته

* نویسنده مسئول: موسی مسکرباشی

رایانامه: mmeskarbashee@scu.ac.ir



مقدمه

سیب زمینی با نام علمی *Solanum tuberosum* L. متعلق به خانواده‌ی بادنجانیان می‌باشد (Hsanpanah et al, 2018). مبدأ این گیاه آمریکای جنوبی (کوه‌های آند) بوده و در قرن شانزدهم میلادی به اسپانیا و پس از آن به دیگر نقاط اروپا منتقل گردید (Kazemi et al, 2011). در چند دهه‌ی گذشته کشت این گیاه زراعی در مناطق گرمسیر و نیمه‌گرمسیر جهان گسترش یافت (Rezaei and Soltani, 1996; Arji et al., 2013). در حال حاضر سیب زمینی در شرایط اقلیمی مختلفی در دنیا مورد کشت و کار قرار می‌گیرد، اما این گیاه به نواحی با آب و هوای خنک و فاقد یخبندان نسبت به شرایط آب و هوای گرم سازگاری بالاتری دارد (Haverkort and Struik, 2015). رقم‌های کشت شده سیب زمینی نسبت به سرمازدگی و یخبندان حساس هستند (Darabi and Shafii Zargar, 2021). بنا به نظر محققین تاثیر تغییرات و نوسانات دمایی بر رشد، کمیت و کیفیت غده‌های تولیدی در یک محدوده جغرافیایی خاص به شرایط اقلیمی و آب و هوایی منطقه وابسته است (Kawakami et al., 2005). حال به منظور ارتقا کمیت و کیفیت غده‌های تولیدی، انتخاب تاریخ کاشت متناسب با منطقه مورد کشت جهت جلوگیری از برخورد مراحل رشد و نمویی گیاه و خسارات ناشی از تنش‌های دمایی یک راهکار مدیریتی مناسب بوده که می‌تواند شرایط را به سود غده‌سازی گیاه تغییر دهد (Darabi, 2013). کشت پاییزه گیاه سیب زمینی در استان خوزستان مصادف با شرایط آب و هوایی گرم و سخت انجام شده که این شرایط منجر به بروز مشکلاتی همچون کاهش درصد سبز شدن، سایه‌اندازی و پوسیدگی غده‌های بذری در گیاه می‌گردد (Darabi and Khezerzadeh, 2016). در این شرایط غده‌بندی و حجیم شدن غده‌ها مصادف با روزهای کوتاه و سرد زمستان شده و این امر منجر به عدم دستیابی به حداکثر رشد غده‌ها و افت نهایی عملکرد می‌گردد (Darabi, 2013). در استان خوزستان با توجه به بالا بودن درجه حرارت در شرایط کشت پاییزه این گیاه و احتمال وقوع سرما و یخبندان در اوایل دی-ماه که منجر به کوتاهی فصل رشد می‌گردد، کاربرد ارقام پیش‌رس و سازگار با اقلیم منطقه جهت تولید اقتصادی مطلوب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد (Darabi, 2007). در این راستا محققین با بررسی کمیت و کیفیت تولید ارقام مختلف این گیاه اظهار داشتند که رقم‌های مورد بررسی از نظر عملکرد کل غده اختلافات معنی‌داری نشان دادند، به نحوی که بیشترین و کمترین میزان عملکرد غده تولیدی به ترتیب در ارقام سانتا (با میانگین ۲۳/۶ تن در هکتار) و راموس (با میانگین ۱۰/۳ تن در هکتار) مشاهده شد (Darini et al, 2013). محققین دیگر نیز در بررسی

تاثیر تنش دمایی ناشی از تاریخ‌های کشت پاییزه و زمستانه بر عملکرد و اجزای عملکرد غده سیب زمینی و همچنین عملکرد قابل فروش ارقام آن نشان دادند که رقم‌های بینلا، سانتا، آریندا، کاسموس، کنکورد و آزاکس برای کشت زمستانه در استان خوزستان مناسب می‌باشند (Darabi, 2007). با توجه به این مساله که محصول سیب زمینی بیشتر در مناطق سرد کشور تولید شده و در فصول پاییز و زمستان مورد مصرف قرار می‌گیرد، کمبود این محصول مهم و استراتژیک در کشور خصوصاً در فصل‌های زمستان و بهار در کشور مشهود است، بنابراین کشت خارج از فصل رشد ارقام جدید و سازگار با نواحی گرمسیری کشور و عرضه‌ی آن طی فصولی از سال که مشکلات کمبود آن در کشور وجود دارد، یکی از مناسب‌ترین راهکارهای مدیریت زراعی جهت رفع این مشکل خواهد بود (Darabi and Khezerzadeh, 2016). یکی از مهم‌ترین فاکتورهایی که منجر به افزایش غده‌بندی در سیب زمینی می‌گردد کاربرد تنظیم‌کننده‌های رشد است که می‌توانند به‌عنوان عامل غده‌زایی در غلظت‌های پایین مورد استفاده قرار گیرند (Tajbaksh, and Hasanzadeh, 2005). سالیسیلیک اسید از مهم‌ترین تنظیم‌کننده‌های رشد، یک ترکیب فنلی و ماده‌ای شبه هورمونی قابل حل در آب محسوب می‌شود که به‌طور طبیعی در تعداد زیادی از گیاهان وجود داشته و نقش مهمی در جوانه‌زنی، رشد و نمو گیاهان، فتوسنتز، میزان کلروفیل، جذب و انتقال یون و هدایت روزنه‌ای گیاه دارد (Belkhadi et al., 2003; Kang, 2010). گزارش شده است که محلول پاشی سالیسیلیک اسید با تغییر در فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و متابولیسم پراکسید هیدروژن می‌تواند به ایجاد مقاومت در برابر سرما در گیاهان منجر گردد (Janda et al, 2003). در این راستا محققان اظهار داشتند که محلول پاشی سالیسیلیک اسید در گیاه سیب زمینی باعث افزایش تحمل به سرما، عملکرد غده و وزن غده ارقام این گیاه می‌شود (Hamidi et al., 2014). نتایج محققان دیگری نشان داد که کاربرد سالیسیلیک اسید بروی گیاه گوجه-فرنگی می‌تواند بر تحمل سرمازدگی این گیاه، طی انبارداری تاثیرگذار باشد (Seyyed Hajizadeh and Safkhani, 2017). حال با توجه به مطالب گفته شده دستیابی به راهکارهای مدیریتی جهت جلوگیری از خسارات سرمازدگی و یخبندان در کشت پاییزه سیب زمینی در استان خوزستان و دیگر مناطق گرمسیری کشور جهت تولید خارج از فصل این محصول ضروری است. لذا پژوهش حاضر با اهداف ۱- بررسی امکان بهبود تولید محصول زمستانه گیاه سیب زمینی از طریق تعیین مناسب‌ترین تاریخ کاشت و محلول پاشی سالیسیلیک اسید در شرایط آب و هوای خوزستان، ۲- مقایسه ارقام جدید سیب زمینی از لحاظ کمیت و

جوی و پشته‌ای با فواصل ۶۰ سانتی‌متر روی ردیف و ۳۰ سانتی-متر بین بوته‌ها، در عمق ۱۰ سانتی‌متر به صورت دستی در تاریخ-های کشت مورد نظر انجام گرفت (به دلیل بزرگ بودن تعدادی از غده‌ها برش داده شدند، به نحوی که هر کدام از آن‌ها حداقل دارای سه جوانه‌ی چشمی سبز رنگ ۱/۵-۱ سانتی‌متری بودند، سپس تمامی غده‌های بذری به وسیله قارچ‌کش کاربندازیم با غلظت سه در هزار ضد عفونی و استریل گردید، همچنین جهت تسریع در رشد اجازه تشکیل بافت کالوس به آن‌ها داده شد). هر کرت آزمایشی به مساحت ۹/۶ متر مربع شامل چهار خط کاشت به طول چهار متر بود. عملیات کوددهی بر اساس نتایج آزمون خاک و به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و ۷۵ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم به صورت پایه و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره در دو قسط به ترتیب به صورت پایه و هنگام خاک-دهی پای بوته‌ها انجام گردید. عملیات داشت نیز شامل کنترل علف‌های هرز به وسیله وجین دستی، کنترل بیماری بوته‌میری سیب‌زمینی تا اواخر رشد گیاه با استفاده از قارچ‌کش کاربندازیم با غلظت سه در هزار، خاک‌دهی پای بوته‌ها به صورت دستی و آبیاری‌های به موقع صورت گرفت. با رسیدن ۵۰ درصد گیاهان در هر کرت به مرحله چهار تا پنج برگی، محلول‌پاشی با سالیسیلیک‌اسید در دو سطح عدم محلول‌پاشی و ۰/۵ میلی‌مولار همزمان با غروب آفتاب در عصر بر روی گیاهان اعمال شد (مقدار آب مورد نیاز برای محلول‌پاشی، براساس کالیبراسیون ۱۰۰۰ لیتر در هکتار محاسبه شد).

کیفیت محصول تولیدی و ۳- استفاده از محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید به منظور افزایش تحمل سرمای زمستانه در این ارقام انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به صورت کرت‌های دوبار خرد شده (اسپیلیت اسپیلیت پلات) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹۹-۱۴۰۰، در مزرعه آزمایشی شماره یک گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز (طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۶۵ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۰ دقیقه شمالی و ارتفاع ۲۲ متر از سطح خلیج فارس) اجرا شد. آمار و اطلاعات هواشناسی منطقه مورد کشت در جدول ۱ و نتایج آزمون خاک در جدول ۲ نشان داده شده است.

فاکتورهای آزمایشی شامل تاریخ کشت در سه سطح (۵ آذر، ۱۹ آذر و ۶ دی‌ماه) به عنوان کرت‌های اصلی، محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید در دو سطح (۰/۵ میلی‌مولار و عدم محلول‌پاشی به عنوان شاهد) در کرت‌های فرعی و رقم‌های پیش‌رس و معرفی شده جدید سیب‌زمینی شامل (چلنجر با میانگین وزنی ۷۸ گرم، کولومبا ۱۰۵ گرم و سیفرا ۱۲۵ گرم) در کرت‌های فرعی فرعی بود. در ابتدا زمین با استفاده از گاوآهن برگردان‌دار و به عمق ۲۰ سانتی‌متر در پاییز شخم زده شد و سپس در اوایل آذرماه کلوخه‌ها توسط دیسک سنگین خرد شده و در مرحله بعد کشت به صورت

Table 1. Monthly average weather conditions during the experiments growing season 2020-21.

| Month | December | January | February | March | April | May |
|-----------------------------|----------|---------|----------|-------|-------|------|
| Maximum temperature (°C) | 21.4 | 20.4 | 23.7 | 25.4 | 33.8 | 41.8 |
| Minimum temperature (°C) | 13.1 | 7.2 | 9.7 | 12.4 | 17.9 | 24.0 |
| Mean daily temperature (°C) | 17.5 | 14.0 | 16.9 | 18.9 | 26.0 | 32.8 |
| Rainfall (mm) | 109.7 | 1.3 | 0 | 7.7 | 0 | 0 |

Table 2. Chemical and physical properties of the soil in experiment site.

| pH | Organic mater (%) | Available P (mg.kg ⁻¹) | Total N (%) | Available K (mg.kg ⁻¹) | Electrical conductivity (dS.m ⁻¹) |
|------|-------------------|------------------------------------|-------------|------------------------------------|---|
| 7.72 | 0.55 | 12.6 | 0.044 | 174 | 2.467 |

تغییر در ارتفاع بوته گزارش کرده‌اند (Hamidi et al, 2014). همچنین در پژوهشی دیگر محققان کمتر شدن ارتفاع بوته در گیاهان را ناشی از کوتاه شدن فواصل میانگره‌ها در ساقه اصلی تحت تاثیر تغییرات طول روز دانستند (Izadi et al., 2022).

همچنین در بررسی برهمکنش محلول پاشی × رقم بر صفت ارتفاع بوته نتایج نشان داد که بلندترین بوته‌ها با میانگین ۳۴/۶۱ سانتی‌متر تحت محلول پاشی ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید در رقم چلنجر و کوتاه‌ترین بوته‌ها با میانگین ۱۷/۹۶ سانتی‌متر تحت تیمار بدون محلول پاشی در رقم کولومبا به‌دست آمد، بطور کلی واکنش ارقام نسبت به محلول پاشی سالیسیلیک‌اسید در رابطه با این صفت متفاوت بود به نحوی که اثر محلول پاشی بر افزایش ارتفاع بوته در رقم چلنجر غیر معنی‌دار، بر کاهش ارتفاع در رقم سیفرا غیر معنی‌دار و بر افزایش ارتفاع در رقم کولومبا معنی‌دار بود (شکل ۱ب). در این راستا پژوهشگران اثر افزایش سالیسیلیک‌اسید بر ارتفاع بوته گیاه را به دلیل نقش مثبت آن در افزایش سرعت فعالیت‌های متابولیکی داخل سلول، افزایش فتوسنتز، تبادلات یونی، نقل و انتقال کربوهیدرات‌ها و نهایتاً افزایش در سرعت رشد دانستند (Khan et al, 2003).

در ادامه نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که برهمکنش سه‌گانه تاریخ کشت × محلول پاشی × رقم بر صفات تعداد غده‌های بالای ۱۰۰ گرم، غده‌های بین ۱۰۰-۵۰ گرم و غده‌های کمتر از ۵۰ گرم و نیز عملکرد غده معنی‌دار بود (جدول ۳). بنابر نتایج مقایسه میانگین‌ها بیشترین میزان غده‌های بالای ۱۰۰ گرم در رقم سیفرا تحت محلول پاشی ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید در تاریخ کشت ۱۹ آذرماه (با میانگین ۴/۳۳ غده در یک کیلوگرم) مشاهده گردید. همچنین پایین‌ترین میزان این صفت نیز مربوط به ارقام سیفرا و کولومبا تحت تیمار بدون محلول پاشی در تاریخ کشت ۶ دی‌ماه و ارقام سیفرا و چلنجر تحت تیمار محلول پاشی ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید در همین تاریخ کشت (با میانگین ۰/۳۳ غده در یک کیلوگرم) به‌دست آمد که البته اختلاف معنی‌داری با رقم چلنجر تحت تیمار بدون محلول پاشی در این تاریخ کشت (با میانگین ۰/۶۶ غده در یک کیلوگرم) نداشت (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد که تاریخ کشت تاخیری منجر به برخورد گیاه با دمای بالای انتهای فصل رشد شده که این امر با ایجاد اختلال در انتقال مواد پرورده از منابع به مقاصد فیزیولوژیک گیاه، نهایتاً به کاهش انتقال مواد غذایی کافی به غده‌ها منجر گردیده است.

یک هفته قبل از برداشت، آبیاری متوقف شد و سپس اندام هوایی قطع و عملیات برداشت (یک متر مربع از وسط هر کرت آزمایشی به‌منظور حذف اثر حاشیه) در سه نوبت انجام گرفت، به‌نحوی که تاریخ کشت اول (۵ آذر)، دوم (۱۹ آذر) و سوم (۶ دی‌ماه) به‌ترتیب در سه تاریخ ۱۰، ۱۸ و ۲۸ اردیبهشت‌ماه برداشت شدند. به‌منظور اندازه‌گیری صفت ارتفاع بوته اندازه‌گیری یک هفته قبل از برداشت و با استفاده از خط‌کش برای پنج بوته به‌صورت تصادفی در هر کرت انجام گرفت، همچنین نمونه‌برداری به‌منظور اندازه‌گیری تعداد غده‌های بالای ۱۰۰ گرم، بین ۵۰ تا ۱۰۰ گرم و کمتر از ۵۰ گرم و نیز عملکرد غده با استفاده از ترازو و در سه تاریخ ۱۰، ۱۸ و ۲۸ اردیبهشت‌ماه انجام شد. به‌منظور اندازه‌گیری غلظت کلروفیل، در مرحله غده‌دهی و آغاز حجیم شدن غده‌ها (۳۰ روز پس از گلدهی بصورت جداگانه برای هر تاریخ کشت)، سه بوته به‌صورت تصادفی در هر تکرار انتخاب و اندازه‌گیری از برگ‌های توسعه‌یافته یک سوم فوقانی هر بوته با استفاده از دستگاه (SPAD, model 502, Minolta, Osaka, Japan) انجام گرفت (Tofang Saz Poor et al., 2015). برای اندازه‌گیری نشاسته غده‌ها نیز از روش اشلیگل استفاده شد (Sheligl, 1956). در انتها تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار (SAS v9.4) و به‌صورت مدل آزمایشی اسپلیت اسپلیت پلات (کرت‌های دوبار خرد شده) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. رسم شکل‌ها نیز با کمک نرم‌افزار اکسل انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس در ارتباط با ارتفاع بوته سیب‌زمینی در این آزمایش حاکی از تاثیر معنی‌دار رقم، تاریخ کاشت × رقم و محلول پاشی × رقم بر این صفت بود (جدول ۳). در بررسی برهمکنش تاریخ کاشت × رقم نتایج نشان داد که بلندترین بوته‌ها با میانگین ۳۷/۸۸ سانتی‌متر در رقم چلنجر و تحت تاریخ کشت ۶ دی‌ماه و کوتاه‌ترین بوته‌ها نیز با میانگین ۱۷/۶۸ سانتی‌متر در رقم کولومبا و تحت همین تاریخ کشت (۶ دی‌ماه) حاصل گردید (شکل ۱ الف). تاثیر معنی‌دار تاریخ کاشت در رقم بدین مفهوم است که روند تغییرات ارتفاع ساقه اصلی ارقام مورد مطالعه تحت تاثیر تاریخ‌های کشت، متفاوت بوده است که این مساله به اختلافات ژنتیکی بین ارقام و همچنین تاثیر معنی‌دار عامل دما ناشی از تغییر در تاریخ کاشت بر این صفت بوده است. در این رابطه محققان اختلافات ژنتیکی بین ارقام را از دلایل اصلی

Table 3. Analysis of variance (mean squares) of quantitative and qualitative indices of potato plant under the influence of different factors of planting date, foliar application and cultivar.

| Sources of variation | d.f | Plant height | No of tubers above 100 g | No of tubers between 50-100 g | No of tubers less than 50 g | Tuber yield | SPAD value | Starch |
|---|-----|----------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| | | | Mean squares | | | | | |
| Repetition | 2 | 148.98 ^{ns} | 0.90 ^{ns} | 0.01 ^{ns} | 16.46 ^{ns} | 143498 ^{ns} | 17.73 ^{ns} | 1.12 ^{ns} |
| Planting date | 2 | 36.68 ^{ns} | 32.24 ^{**} | 22.24 ^{**} | 642.46 ^{**} | 3320068 ^{**} | 143.67 [*] | 138.42 ^{ns} |
| Error a | 4 | 58.76 | 0.85 | 0.87 | 26.24 | 41080 | 8.42 | 41.63 |
| Foliar application | 1 | 74.20 ^{ns} | 2.66 ^{ns} | 6.00 ^{ns} | 308.16 ^{**} | 563134 [*] | 0.85 ^{ns} | 366.28 [*] |
| Planting date× Foliar application | 2 | 19.47 ^{ns} | 0.72 ^{ns} | 7.72 [*] | 59.05 ^{**} | 6073 ^{ns} | 15.03 ^{ns} | 198.74 ^{ns} |
| Error b | 6 | 19.94 | 0.98 | 1.37 | 2.53 | 72103 | 6.20 | 39.18 |
| Cultivar | 2 | 571.07 ^{**} | 1.79 ^{**} | 16.96 ^{**} | 365.68 ^{**} | 333716 ^{**} | 157.36 ^{**} | 19.33 ^{ns} |
| Planting date× Cultivar | 4 | 133.00 [*] | 1.74 ^{**} | 5.90 ^{**} | 75.04 ^{**} | 342470 ^{**} | 7.03 ^{ns} | 29.32 ^{ns} |
| Foliar application× Cultivar | 2 | 181.45 [*] | 2.38 ^{**} | 46.22 ^{**} | 28.16 [*] | 171974 [*] | 4.80 ^{ns} | 615.59 ^{**} |
| Planting date× Foliar application× Cultivar | 4 | 28.33 ^{ns} | 2.44 ^{**} | 3.61 ^{**} | 14.63 [*] | 459289 ^{**} | 4.34 ^{ns} | 103.39 ^{ns} |
| Error c | 24 | 45.30 | 0.31 | 0.70 | 5.50 | 44851 | 4.50 | 47.75 |
| Coefficient of variation | | 23.7 | 24.8 | 19.0 | 16.7 | 21.3 | 5.3 | 18.6 |

^{ns}, ^{**} and ^{*}: Non significant, significant at 1% and 5% probability levels, respectively.

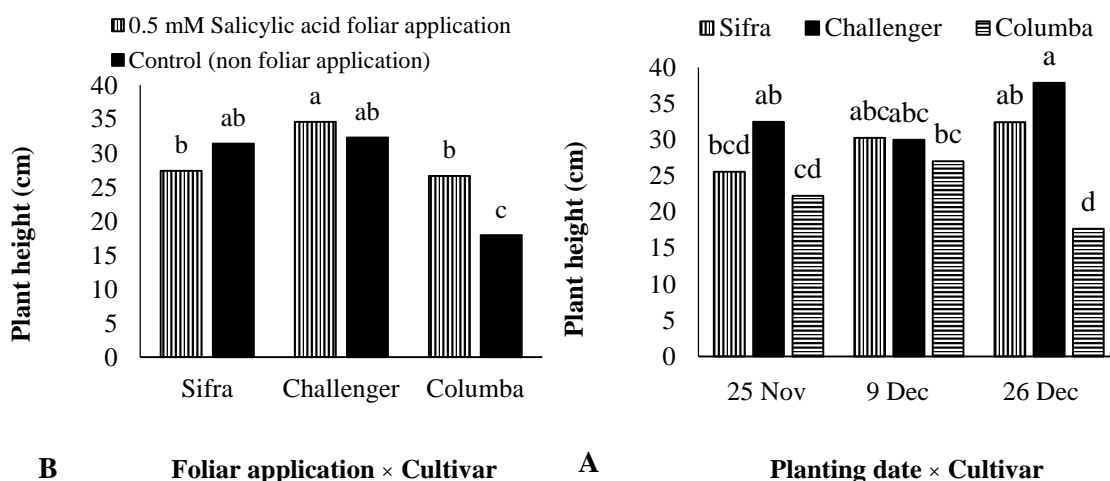


Figure 1. Interaction effect of planting date × cultivar (A) and salicylic acid foliar application × cultivar (B) on plant height (cm). Each column represents the mean of 3 replicates. Averages with common letters in each column are not significantly different at the 5% probability level based on Duncan's multi-range test.

Table 4. Interaction effect of planting date × foliar application × cultivar on means of yield and yield components of tubers in potato plant.

| Planting date | Salicylic acid foliar application | Cultivar | No. of tubers above 100 g(No. per kg) | No. of tubers between 50-100 g(No. per kg) | No. of tubers less than 50 g(No. per kg) | Tuber yield (Kg/m ²) |
|------------------------------------|-----------------------------------|------------|---------------------------------------|--|--|----------------------------------|
| First planting date 25 November | 0.5 mM | Sifra | 3.66 ab | 4.00 efg | 10.33gh | 1.126 cd |
| | | Challenger | 3.33 bc | 5.33 cde | 7.66 hi | 1.086 cde |
| | | Columba | 3.66 ab | 3.33 gh | 4.66 i | 1.145 cd |
| | non foliar application | Sifra | 1.66 f | 6.66 bc | 15.66 de | 1.021 cde |
| | | Challenger | 3.00 bcd | 4.00 efg | 21.66 bc | 0.797 def |
| | | Columba | 3.66 ab | 3.33 gh | 11.00 fgh | 1.037 cde |
| Second planting date 9 December | 0.5 mM | Sifra | 4.33 a | 3.66 fg | 8.00 hi | 2.348 a |
| | | Challenger | 2.00 ef | 8.33 a | 12.00 efg | 1.007 cde |
| | | Columba | 2.33 def | 5.00 def | 6.33 i | 1.142 cd |
| | non foliar application | Sifra | 2.66 cde | 7.00 ab | 8.00 hi | 1.324 cb |
| | | Challenger | 2.66 cde | 3.33 gh | 12.00 efg | 1.535 b |
| | | Columba | 3.33 bc | 5.66 bcd | 10.33gh | 1.045 cde |
| Third planting date 26 December | 0.5 mM | Sifra | 0.33 g | 3.33 gh | 19.33 cd | 0.503 fg |
| | | Challenger | 0.33 g | 8.33 a | 25.33 b | 0.750 ef |
| | | Columba | 2.33 def | 1.33 i | 11.00 fgh | 0.749 ef |
| | non foliar application | Sifra | 0.33 g | 3.33 gh | 21.00 c | 0.543 fg |
| | | Challenger | 0.66 g | 2.00 hi | 33.33 a | 0.545 fg |
| | | Columba | 0.33 g | 1.33 i | 14.66 ef | 0.192 g |

Averages with common letters in each column are not significantly different at the 5% probability level based on Duncan's multi-range test.

کولومبا و سیفرا غده‌های کوچک‌تری داشت که این امر می‌تواند از مهم‌ترین دلایل بالاتر بودن این صفت در رقم ذکر شده باشد. همچنین در این رابطه محققان اظهار داشتند که به دلیل افزایش رقابت درون بوته‌ای، با افزایش تعداد غده در بوته، میانگین وزن غده‌ها کاهش می‌یابد. همچنین آن‌ها یکسان نبودن روند تغییرات درصد وزنی غده‌های ریز، متوسط و بزرگ سیب‌زمینی را به دلیل رشد ثانویه بوته‌ها ناشی از اثر متقابل عوامل محیطی همچون مکان و زمان کاشت و عوامل ژنتیکی همچون نوع ژنوتیپ و ارقام مورد مطالعه دانستند (Darabi and Khezerzadeh, 2016) که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی داشت.

در بررسی تعداد غده‌های کمتر از ۵۰ گرم نیز نتایج حاکی از آن بود که رقم چلنجر تحت تیمار توام بدون محلول‌پاشی و تاریخ کشت ۶ دی‌ماه با میانگین ۳۳/۳۳ غده در یک کیلوگرم بیشترین مقدار این صفت را به خود اختصاص داد. کمترین مقدار این صفت نیز در رقم کولومبا تحت محلول‌پاشی ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید و در تاریخ کشت ۵ آذرماه (با میانگین ۴/۶۶ غده در یک کیلوگرم) مشاهده شد که البته با تیمار توام محلول‌پاشی ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید در تاریخ کشت ۱۹ آذرماه در این رقم (کولومبا) با میانگین ۶/۳۳ غده در

در این رابطه محققان اظهار داشتند که محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید باعث افزایش وزن ریزغده‌های سیب‌زمینی نسبت به شاهد شده است، آن‌ها همچنین غلظت ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید را غلظت بهینه جهت دستیابی به بیشترین مقدار وزن غده گزارش کردند (Hadi, 2015). همچنین بنا بر نظر دیگر محققین وزن غده‌ها می‌تواند متأثر از اختلافات ژنتیکی بین ارقام نیز باشد (Sajedi et al, 2009) که نتایج پژوهش حاضر را تایید می‌کند.

در بررسی تعداد غده‌های بین ۱۰۰-۵۰ گرم نیز نتایج نشان داد (جدول ۴) که بیشترین مقدار این صفت مربوط به رقم چلنجر با محلول‌پاشی ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید تحت تاریخ کشت ۱۹ آذرماه بود، که البته با تیمار برهمکنش رقم چلنجر تحت محلول‌پاشی ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید در تاریخ کشت ۶ دی‌ماه (هر دو با میانگین ۸/۳۳ غده در یک کیلوگرم) اختلاف معنی‌داری نداشت. رقم کولومبا نیز در تاریخ کشت ۶ دی‌ماه تحت تیمارهای بدون محلول‌پاشی و محلول-پاشی ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید (هر دو با میانگین ۱/۳۳ غده در یک کیلوگرم) بدون اختلاف معنی‌دار نسبت به هم کمترین میزان این صفت را به خود اختصاص داد (جدول ۴). در این پژوهش مشاهده گردید که رقم چلنجر در مقایسه با ارقام

سیبزمینی با دمای بالا و طول روزهای طولانی‌تر در انتهای فصل رشد شده که این مساله به دلیل تاثیر منفی بر صفات کمی و کیفی این گیاه منجر به کاهش کمیت و کیفیت محصول تولیدی می‌گردد (Kochaki and Nasiri Mahallati, 1992). غده‌بندی در دماهای شبانه بالاتر از ۲۰ درجه سانتی‌گراد متوقف شده، همچنین فتوسنتز خالص در درجه حرارت‌های بیشتر از ۲۵ درجه سانتی‌گراد دچار رکود می‌گردد (Midmore, 1992). تولید خالص مواد فتوسنتزی نیز تحت دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد کاملاً متوقف شده و نهایتاً بالاتر از این دما هرگونه رشد در غده‌های سیبزمینی به صفر می‌رسد (Levy and Veilleux, 2007). بنابراین برخورد رشد غده‌ها با دماهای بالا را می‌توان از مهم‌ترین دلایل کاهش عملکرد غده تحت تاریخ کشت ۶ دی‌ماه دانست. همچنین افزایش در تعداد غده‌های کمتر از ۵۰ گرم نیز از دیگر دلایل افت شدید عملکرد تحت این تاریخ کشت (۶ دی‌ماه) بود. بنابر گزارش‌های صورت گرفته استفاده از سالیسیلیک‌اسید به صورت محلول‌پاشی بر وزن غده‌های ریز تولیدی در سیبزمینی موثر بوده، به گونه‌ای که افزایش غلظت سالیسیلیک‌اسید منجر به افزایش وزن غده‌های ریز در این گیاه در مقایسه با تیمار عدم محلول‌پاشی (شاهد) شد. همچنین در تحقیقی دیگر (Hadi, 2015). بالاترین وزن ریزغده‌های تولیدی تحت محلول‌پاشی با غلظت ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید به دست آمد که با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی داشت.

نتایج جدول تجزیه واریانس در رابطه با غلظت کلروفیل (عدد SPAD) در این آزمایش نشان داد که تنها اثرات تاریخ کشت و رقم در مورد این صفت معنی‌دار بود (جدول ۳). با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها برای عدد SPAD مشخص گردید که بیشترین میزان این صفت متعلق به تاریخ کشت ۵ آذرماه با میانگین ۴۲/۶۱ بود که البته اختلاف معنی‌داری با تیمار تاریخ کشت ۱۹ آذرماه با میانگین ۴۰/۹۱ نداشت. کمترین میزان عدد SPAD نیز با میانگین ۳۷/۱ (به ترتیب با ۱۲/۹۴ و ۹/۳۱ درصد کاهش نسبت به تاریخ‌های کشت ۵ و ۱۹ آذرماه) متعلق به تاریخ کشت ۶ دی‌ماه بود (شکل ۲ الف). همچنین در ادامه نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن بود که بین ارقام سیفرا و چلنجر (به ترتیب با میانگین‌های ۴۱/۳۷ و ۴۲/۴۱) از نظر غلظت کلروفیل (عدد SPAD) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در حالی که رقم کولومبا به ترتیب با ۱۰/۹۲ و ۱۳/۱۱ درصد کاهش نسبت به ارقام سیفرا و چلنجر کمترین میزان این صفت را (با میانگین ۳۶/۸۵) به خود اختصاص داد (شکل ۲ ب).

یک کیلوگرم اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴). کاهش تولید ریزغده‌ها تحت تاریخ‌های کشت ۵ و ۱۹ آذرماه احتمالاً ناشی از طولانی‌تر بودن دوره رشد گیاه طی این تاریخ‌های کشت، افزایش میزان تولید آسیمات‌ها و افزایش انتقال آن به مقاصد فیزیولوژیک گیاه بوده که منجر به بیشتر شدن وزن غده‌های تولیدی گردیده است. پیش از این نیز نقش مثبت سالیسیلیک‌اسید در رابطه با افزایش وزن ریزغده‌ها در بوته گیاه سیبزمینی گزارش شده است (Deylami, 2011; Hamidi et al., 2014; Hadi, 2015). البته بنا به گزارش‌های دیگر پژوهشگران نقش سالیسیلیک‌اسید در غده‌زایی گیاه سیبزمینی ثابت شده است، ولی مکانیسم دقیق آن تاکنون مشخص نشده است (Hejazi and Sedghi, 2005).

در ادامه مقایسه میانگین‌های مربوط به برهمکنش سه‌گانه فاکتورهای مورد بررسی از لحاظ عملکرد غده در واحد سطح نشان داد که رقم سیفرا در تاریخ کشت ۱۹ آذرماه و تحت محلول‌پاشی ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک‌اسید بیشترین مقدار این صفت را با میانگین ۲/۳۶۸ کیلوگرم در متر مربع به خود اختصاص داد. همچنین رقم کولومبا تحت تیمار بدون محلول‌پاشی در تاریخ کشت ۶ دی‌ماه با میانگین ۰/۱۹۲ کیلوگرم در متر مربع کمترین مقدار عملکرد غده را در بین تیمارهای مورد بررسی داشت (جدول ۴). کاهش درصد بوته‌میری ناشی از سرما بر اثر اعمال محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید در رقم سیفرا نسبت به ارقام دیگر، بطوری که کمترین درصد بوته‌میری به میزان ۳۳ درصد متعلق به رقم سیفرا در تاریخ کشت دوم بود، از دلایل افزایش عملکرد رقم سیفرا در این تاریخ کشت بود. کاربرد خارجی سالیسیلیک‌اسید و برخی از مواد دیگر مانند استیل سالیسیلیک‌اسید، اسیدپلی‌آکریلیک، ۲ و ۶ دی کلرو ایزونیکوتینیک‌اسید، مشتقات بنزوتیادiazول، اگزالیک‌اسید، DL-B آمینوبوتریتیک‌اسید و متیل سالیسیلات، منجر به تجمع پروتئین‌های مربوط به بیماری‌زایی در گیاهان شده که در نهایت باعث کم شدن خسارت ناشی از تعدادی عامل بیماری‌زا در گیاهان مختلف می‌شود (Gozzo, 2003).

در این آزمایش واکنش ارقام نسبت به کاربرد سالیسیلیک‌اسید در مقابله با بوته‌میری ناشی از سرما تا حدی متفاوت بود، به گونه‌ای که رقم چلنجر نسبت به ارقام دیگر واکنش کمتری را نسبت به محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید از خود نشان داد. بنا به مطالعات صورت گرفته کشت تاخیری تحت اقلیم مدیترانه‌ای در فصل زمستان موجب برخورد مراحل حساس غده‌سازی گیاه

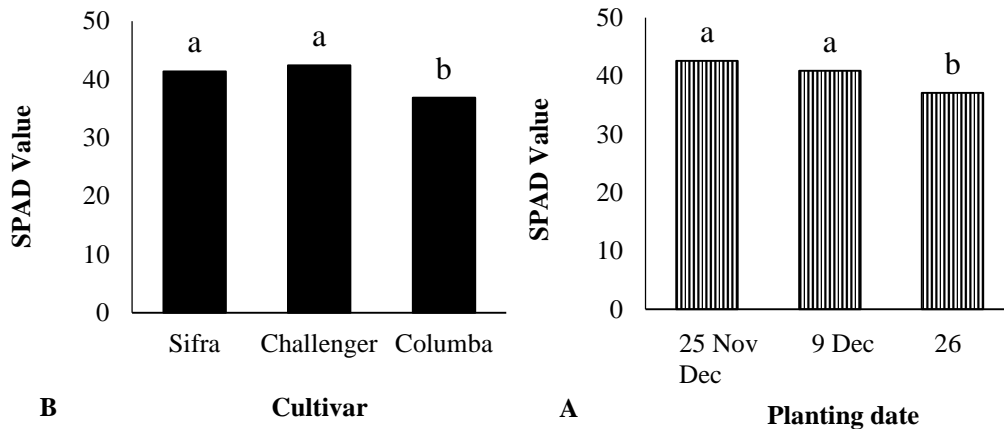


Figure 2. Effect of planting date (A) and cultivar (B) on SPAD value. Each column represents the mean of 3 replicates. Averages with common letters in each column are not significantly different at the 5% probability level based on Duncan's multi-range test.

تحت محلول پاشی ۰/۵ میلی مولار سالیسیلیک اسید (با میانگین ۳۰/۸۳ درصد) کمترین میزان این صفت را نشان دادند (شکل ۳). اگرچه نقش سالیسیلیک اسید در کنترل فرایندهای رشدی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان اثبات شده است، اما مطالعات بسیار محدودی در زمینه نقش سالیسیلیک اسید بر درصد نشاسته گیاه سیب زمینی، به ویژه در ارقام جدید و تاریخ-های کشت زمستانه و ارتباط آن با عملکرد غده وجود دارد. به نظر می رسد که سالیسیلیک اسید از طریق افزایش ظرفیت فتوسنتزی گیاهان موجب افزایش میزان نشاسته به ویژه در ارقام سیفرا و کلومبا گشته است. همچنین این ترکیب با تنظیم فرایندهای فیزیولوژیکی گیاه (Metwaly and El-Shatoury, 2017)، بهبود روابط منبع و مخزن (El-Areiny et al., 2019) و روابط فتوسنتزی و جریان مواد پرورده (Hassan and Suleiman, 2022) موجب افزایش میزان نشاسته غده ها شده است. در این راستا محققان تاثیر مثبت و معنی دار محلول پاشی سالیسیلیک اسید بر محتوی نشاسته غده های سیب زمینی را تایید کردند، آن ها همچنین غلظت ۵۰۰ پی پی ام را غلظت بهینه محلول پاشی جهت افزایش نشاسته در غده این گیاه معرفی کردند (Mashayekhi et al, 2016).

بر اساس نتایج، تاخیر در کاشت خصوصاً در تاریخ کاشت ۶ دی ماه منجر به برخورد گیاه با تنش های محیطی انتهایی فصل رشد همچون تنش گرما شده که همین امر می تواند از دلایل کمتر بودن غلظت کلروفیل در تاریخ کشت سوم باشد. در این رابطه تفاوت در عدد اسپد بین ارقام مختلف و تحت تاثیر تاریخ-کشت در تحقیقات مختلف بر روی گیاهان گلرنگ (Goodarzian Ghahfarokhi et al., 2020) و برنج (Nabipour and Ranjber, 2019) نیز تایید شده است که با نتایج این پژوهش هم خوانی دارد.

در بررسی میزان نشاسته غده ها نیز نتایج نشان داد که تاثیر فاکتور محلول پاشی و همچنین برهمکنش محلول پاشی × رقم بر این صفت معنی دار بود (جدول ۳). در ادامه نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که رقم سیفرا تحت محلول پاشی ۰/۵ میلی مولار سالیسیلیک اسید (با میانگین ۴۶/۱۶ درصد) بیشترین میزان نشاسته غده را دارا بود که البته اختلاف معنی داری با رقم کلومبا تحت محلول پاشی ۰/۵ میلی مولار سالیسیلیک اسید (با میانگین ۴۳/۷۷ درصد) و رقم چلنجر تحت تیمار بدون محلول پاشی (با میانگین ۴۰/۹۶ درصد) نداشت. همچنین رقم کولومبا نیز تحت تیمار بدون محلول پاشی (با میانگین ۳۰/۰ درصد) بدون اختلاف معنی دار نسبت به رقم سیفرا تحت تیمار بدون محلول پاشی (با میانگین ۳۰/۶۷ درصد) و رقم چلنجر

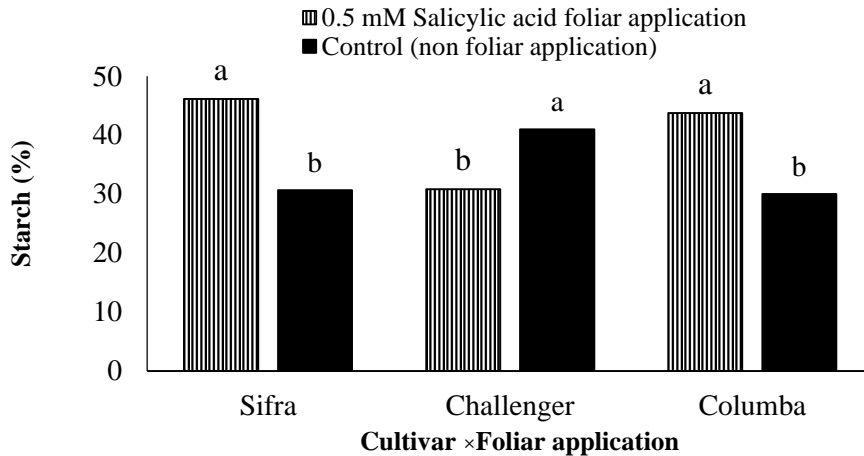


Figure 3. Interaction effect of salicylic acid foliar application × cultivar on starch percentage. Each column represents the mean of 3 replicates. Averages with common letters in each column are not significantly different at the 5% probability level based on Duncan's multi-range test.

بلندترین بوته‌ها را تولید نمود، همچنین این رقم بیشترین تعداد غده‌های بین ۵۰-۱۰۰ گرم، غده‌های کمتر از ۵۰ گرم و عدد SPAD را نشان داد، و در نهایت رقم سیفرا در تاریخ کشت ۱۹ آذرماه و تحت تیمار ۰/۵ میلی‌مولار محلول پاشی سالیسیلیک‌اسید بیشترین میزان عملکرد غده را داشت. لذا به منظور تولید اقتصادی و خارج از فصل رشد سبب‌زمینی جهت پرکردن خلاء کمبود این محصول در فصل زمستان و تعدیل در قیمت بازار با کاهش فاصله بین عرضه و تقاضا استفاده از رقم‌های پیش‌رس و جدید همچون رقم سیفرا تحت تاریخ‌های کشت متناسب با منطقه (۱۹ آذرماه) و همچنین کاربرد سالیسیلیک‌اسید به صورت محلول پاشی با غلظت ۰/۵ میلی‌مولار در مرحله ۳ الی ۴ برگی قابل توصیه می‌باشد.

سپاس‌گزاری

بدین‌وسیله نویسندگان قدردانی خود را از مسئولین محترم دانشگاه شهید چمران اهواز جهت فراهم آوردن امکانات پژوهشی برای انجام این تحقیق ابراز می‌دارند.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج این پژوهش مشخص گردید که اثر تاریخ کشت، محلول پاشی سالیسیلیک‌اسید و رقم بر بسیاری از صفات مورد بررسی معنی‌دار بود. بیشترین میزان صفات مورد بررسی به جز تعداد غده‌های کمتر از ۵۰ گرم در تاریخ‌های کشت ۵ و ۱۹ آذرماه به‌دست آمد. همچنین بیشترین تعداد غده بیش از ۱۰۰ گرم، غده‌های بین ۵۰-۱۰۰ گرم و عملکرد غده مربوط به تاریخ کشت ۱۹ آذرماه بود و تاریخ کشت ۶ دی‌ماه نیز بیشترین ارتفاع بوته و غده‌های کمتر از ۵۰ گرم را دارا بود. استفاده از محلول پاشی سالیسیلیک‌اسید در این پژوهش موجب افزایش درصد نشاسته و عملکرد غده به‌ویژه در ارقام سیفرا و کلوبا شد. همچنین محلول پاشی سالیسیلیک‌اسید منجر به کاهش غده‌های کمتر از ۵۰ گرم گردید. در رابطه با اختلاف بین ارقام مورد مطالعه با توجه به نتایج می‌توان چنین برداشت نمود که رقم سیفرا بیشترین تعداد غده‌های بالاتر از ۱۰۰ گرم، عملکرد غده و درصد نشاسته را به خود اختصاص داد. رقم چلنجر نیز

References

- Arji, I., Miri, S., & 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. *Journal of Plant Productions*, 35(4): 43-54. [In Persian]
- Belkhadi, A., Hediji, H., Abbes, Z., Nouairi, I., Barhoumi, Z., Zarrouk, M., Chaibi, W., & Djebali, W. (2010). Effects of exogenous salicylic acid pre-treatment on cadmium toxicity and leaf lipid content in *Linum usitatissimum* L. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 73(5): 1004-1011.
- Darabi, A. (2007). Effects of autumn and winter planting and temperature stress on total yield, marketable yield and yield components of some potato cultivars. *Seed and plant journal*, 23(3): 373-386. [In Persian]

- Darabi, A. (2013). Effect of planting date on total and marketable yield of potato cultivars in Khuzestan Province in Iran. *Seed and plant production (Agricultural Research, Education and Extension Organization)*, 2-29(3): 369-386. [In Persian]
- Darabi, A., & Khezerzadeh, F. (2016). Khavaran cultivar and 397009-8 clone suitable genotypes for autumn potato planting in Khuzestan Province. *Research achievements for field and horticulture crops*, 4(2): 101-116. [In Persian]
- Darabi, A.A. & Shafiei Zargar, A.R. (2021). Investigating the effect of planting date on the restoration process and some growth indicators of potato cultivars under the influence of frost. *Journal of Plant Production Research*, 28(3), 13-31. [In Persian]
- Darini, A., Fathi, Q., Qaryna, M. H., Alemi Saeid, K., Khodadadi, M., & Siadat, S. A. (2013). Effect of planting date and application of antifreeze on tuber yield and some physiological traits of potato cultivars in autumn cultivation in Jiroft region. *Journal of cultivation of seedling and seed*, 2-29(4): 459- 443. [In Persian]
- Deylami, M. (2011). *Jasmonic acid and salicylic acid hormone-like on potato tubers yield and quality after storage*. M. Sc. Thesis. University of Mohagheg Ardabilli. 85pp. [In Persian]
- El-Areiny, A. A., Alkharpotly, A. A., Gabal, A. A., & Abido, A. I. (2019). Potato yield and quality as affected by foliar application with cytokinin and salicylic acid. *Journal of the Advances in Agricultural Researches*, 24(1): 52-77.
- Goodarzian Ghahfarokhi, M., Meskarbashee, M., Rahnama, A., & Smith, D. L. (2020). Evaluation of physiological and yield characteristics of safflower cultivars in response to salicylic acid foliar application and late-season heat stress. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 51(3): 59-72. [In Persian]
- Gozzo, F. (2003). Systemic acquired resistance in crop protection: from nature to a chemical approach. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 51:4487 - 4503.
- Hadi, M. R. (2015). The effects of salicylic acid on the yield and symptoms of *Rhizoctonia solani* infection on the potato tubers. *Iranian journal of Plant disease research*, 3(2): 17-28. [In Persian]
- Hamidi, R., Sedghi, M., Taghavi, D., & Sofalian, O. (2014). Effects of foliar application of salicylic acid and auxin on yield and morphological traits of three potato cultivars (*Solanum tuberosum* L.). *Research in Field Crops*, 2(1): 64-76. [In Persian]
- Hassan, H., & Suleiman, S. (2022). Effect of humic and salicylic acid on potato vegetative area, yield and quality at two different irrigation levels. *Al-Qadisiyah Journal of Pure Science*, 27(1): 1-12.
- Hasan Panah, D., Kazemi, M., Mousavipour Garji, A. & Jalali, A.H. (2018). A comprehensive guide to modern potato farming. Karaj: Agricultural Research, Education and Extension Organization, Extension Deputy, Agricultural Education Publication. [In Persian]
- Haverkort, A. J., & Struik, P. C. (2015). Yield levels of potato crops: recent achievements and future prospects. *Field Crop Research*, 182: 76–85.
- Hejazi, A., & Sedghi, M. (2005). Plant growth substances. Publisher University of Tehran. Pp 339. [In Persian]
- Izadi, Y., Nabipour, M., & Ranjbar, G. H. (2022). Growth, development, and flowering responses of *Salicornia* genotypes to photoperiod. *International Journal of Vegetable Science*, 28(1): 40-58.
- Janda, T., Szalai, G., Rios-Gonzalez, K., Veisz, O., & Páldi, E. (2003). Comparative study of frost tolerance and antioxidant activity in cereals. *Plant Science*, 164(2): 301-306.
- Kang, G. 2003. Salicylic acid changes activities of H₂O₂ metabolizing enzymes and increases the chilling tolerance of banana seedlings. *Environmental and Experimental Botany*, 50: 9-15.
- Kawakami, J., Iwama, K., & Jitsuyama, Y. (2005). Effects of planting date on growth and yield of two potato cultivars from microtubers and conventional seed tubers. *Plant Production Science*, 8 (1): 74-78.

- Kazemi, M., Hassanabadi, H., & Tavakoli, H. (2011). Potato production management. Agricultural Education and Extension Publications, Karaj. Pp 156. [In Persian]
- Khan, W., Prithviraj, B., & Smith, D. L. (2003). Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. *Journal of plant physiology*, 160(5): 485-492.
- Kochaki, A., & Nasiri Mahallati, M. (1992). Crop ecology. Mashhad University Jihad Publications. Pp 225. [In Persian]
- Levy, D., & Veilleux, R. E. (2007). Adaptation of potato to high temperature and salinity—a review. *American Journal of Potato Research*, 84(6): 486-506.
- Mashayekhi, K., Amarloo, A. & Khadem pir, M. (2016). The effect of salicylic acid foliar application on some qualitative and quantitative Specifications of potato plant. *Journal of Crop Production*, 9(4): 221-233.
- Metwaly, E. E., & El-Shatoury, R. S. (2017). Impact of foliar application with salicylic acid on growth and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) under different irrigation water quantity. *Journal of Plant Production*, 8(10): 969-977.
- Midmore, D. J. (1992). Potato production in the tropics. In: Harris, P. M. (Ed.). Potato crop. Chapman and Hall, London. Pp 728-793
- Nabipour, A., & Ranjber, A. (2019). Interactive effect of planting date and variety on agronomical characteristics and incidence of blast disease in rice replanting (*Oryza sativa* L.). *Journal of Plant production Sciences*, 9(1): 1-14. [In Persian]
- Rezaei, A., & Soltani, A. (1996). Potato cultivation (translation). First Edition. Publications University of Mashhad. Mashhad. Pp 179. [In Persian]
- Sajedi, N. A., Sheikh Alivand, S., Madani, H. & Safari Kamal abadi, H. 2009. Effect of planting date and nitrogen levels on potato agronomic traits of Marquis Cultivar. *New Agricultural Findings*, 3(3): 301-288. [In Persian]
- Seyyed Hajizadeh, h. & Safkhani, S. (2017). Investigating the effect of salicylic acid in preventing cold damage in cherry tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Messina). *Journal of Horticultural Sciences (Agricultural Sciences and Industries)*, 31(3), 517-532. [In Persian]
- Shelig, H. Q. (1956). Die verwertung orgngischer souren durch chlorella lincht. *Planta journal*, 47(5): 510-526.
- Tajbaksh, M., & Hasanzadeh, A. (2005). Green manure and sustainable agriculture. Urmia University Jihad Publications, Urmia. Pp 84. [In Persian]
- Tofang Saz Poor, R., Roshanfekar, H., Meskarbashee, M., & Bromand Nasab, S. (2015). Effect of irrigation deficit and cultivation method on some quantitative and qualitative characteristics of potato cultivars. *Journal of Plant Productions*, 38(2): 1-12. [In Persian]