



## تأثیر پوتریسین، اسید سالیسیلیک و کم آبیاری بر عملکرد میوه توت‌فرنگی رقم سابرینا در شرایط هیدروپونیک

فریدون احمدی<sup>۱</sup>، محمدرضا اصغری<sup>۲\*</sup>، رامین حاجی‌تقی‌لو<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی‌ارشد علوم باغبانی دانشگاه ارومیه

<sup>۲</sup> استاد گروه علوم باغبانی دانشگاه ارومیه

<sup>۳</sup> کارشناس‌ارشد گروه علوم باغبانی دانشگاه ارومیه

نویسنده مسئول: m.asghari@urmia.ac.ir

### چکیده

امروزه با مطرح شدن سلامت غذایی و بحث استفاده از ظرفیت‌های طبیعی گیاه برای مقابله با شرایط نامساعد محیطی و بیماری‌ها و افزایش کمیت و کیفیت محصول تولیدی، هورمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی اهمیت خاصی پیدا کرده‌اند. در این تحقیق اسید سالیسیلیک و پوتریسین با غلظت‌های صفر و ۲ میلی‌مولار به صورت محلول‌پاشی و میزان محلول آبیاری در سه سطح ۱۴۰، ۱۸۰ و ۲۲۰ میلی‌لیتر در روز بر روی گیاه توت‌فرنگی رقم سابرینا در شرایط هیدروپونیک اعمال شد. بیشترین مقدار طول و عملکرد میوه در اثر تیمار ترکیبی پوتریسین ۲ میلی‌مولار و آبیاری ۱۸۰ میلی‌لیتر در روز ثبت شد. در حالیکه بیشترین مقدار عرض میوه در تیمار پوتریسین ۲ میلی‌مولار و آبیاری ۱۴۰ میلی‌لیتر در روز حاصل شد. تیمار اسید سالیسیلیک در صفات اندازه‌گیری شده اثر افزایشی در مقایسه با تیمار شاهد را داشت.

**کلمات کلیدی:** عملکرد، کم آبیاری، کشت بدون خاک، محلول غذایی

### مقدمه

توت‌فرنگی با نام علمی *Fragaria × ananassa* متعلق به تیره Rosaceae بوده و شامل گونه‌های مختلفی از جمله توت‌فرنگی وحشی یا موسوم به جنگلی<sup>۱</sup> می‌باشد که از طرف اصلاح‌گران به عنوان گونه اساسی از لحاظ ژنتیکی برای گونه‌های موجود در دنیا معرفی گردیده است. این گیاه از لحاظ گیاهشناسی چندساله علفی بوده و به طور متوسط ۵-۳ سال عمر می‌کند. این گیاه حاوی طوقه کوتاه است که جوانه‌های جانبی بر روی آن قادر به تولید ساقه رونده و یا گل‌آذین می‌باشند (جلیلی‌مرندی، ۱۳۸۶). میوه توت‌فرنگی از نوع سته بوده و سته‌ها به خاطر جذابیت رنگشان، بافت لطیف، طعم منحصر به فرد و به عنوان منابعی سرشار از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی به صورت وسیع مصرف می‌شوند. سته‌ها همچنین دارای ویتامین‌ها، مواد معدنی و فیبر هستند که در رژیم غذایی مورد نیاز است (Saridash et al., 2018).

پوتریسین و اسید سالیسیلیک که جزو هورمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد محسوب می‌شوند با تنظیم روابط داخلی گیاه، افزایش قدرت جذب ریشه‌ها، افزایش حلالیت عناصر غذایی در اطراف ریشه، افزایش کارایی فتوسنتز، کاهش اثرات مخرب فعالیت‌های متابولیکی و به طور ویژه حذف رادیکال‌های آزاد باعث افزایش تولید محصول شد و با توجه به ایفای نقش کلیدی در فعال نمودن ژن‌های مربوط به خصوصیات کیفی، سبب افزایش کیفیت محصول تولیدی می‌شوند (اصغری، ۱۳۹۴). کاربرد قبل از برداشت پوتریسین در میوه انبه فرایند رسیدگی را به تاخیر انداخت و رشد و کیفیت میوه تولیدی را بهبود بخشید (Malik et al., 2003). تیمار اسید سالیسیلیک در غلظت ۵/ میلی‌مولار فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی نظیر: کاتالاز، پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز را در سیب رقم Taaptimjaan افزایش داد (Supapvanich et al., 2017) که طبق نتایج محققین، مهم‌ترین پارامتر در ارزیابی کیفیت میوه و سبزی مقدار ترکیبات آنتی‌اکسیدانی است.

<sup>۱</sup>. *Fragaria vesca*



کمبرود آب و افزایش رقابت بین بخش‌های مختلف (کشاورزی، صنعتی و خانگی) در برابر تحلیل رفتن منابع آب، تولیدکنندگان را به ویژه در مناطق با کشاورزی متمرکز مجبور می‌کند تا روش‌های صرفه‌جویی در آب را اتخاذ کنند. از طرف دیگر ظرفیت نگهداری پایین آب بسترهای مورد استفاده در سیستم‌های هیدروپونیک، منجر به افزایش هدررفت آب و ایجاد تنش در این سیستم‌های کشت می‌شود. بنابراین تنظیم دور آبیاری و مدیریت محلول‌رسانی، سبب کاهش مشکلات احتمالی می‌گردد (Terry and Bordonaba, 2010). با توجه به اینکه کاهش هزینه‌های تولید در شرایط کشت بدون خاک از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، در این میان کاهش میزان محلول و هزینه‌های مواد غذایی بدون کاهش عملکرد و کیفیت میوه یکی از گزینه‌های مدیریتی محسوب می‌شود. همچنین برای تولید ترکیبات کیفی میوه از قبیل رنگ، عطر، طعم و سایر شاخص‌های کیفی فعال شدن مسیرهای بیوسنتزی ثانویه ضروری می‌باشد (Saridash et al., 2018). در این پژوهش نقش اسید سالیسیلیک و پوترسین بر عملکرد میوه توت‌فرنگی رقم Sabrina در شرایط کم آبیاری مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

در این پژوهش نشاءهای توت‌فرنگی رقم سابرینا از یکی از گلخانه تجاری واقع در شهرستان ارومیه تهیه و به مدت ۲۴۰ ساعت در سردخانه گروه علوم باغبانی (جهت اعمال سرمادهی) در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. بعد از این مدت نشاءها در گلخانه گروه علوم باغبانی با دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد روز و شب ۱۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۰ درصد کشت شدند. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: پوترسین در غلظت صفر و ۲ میلی‌مولار و اسید سالیسیک در غلظت صفر و ۲ میلی‌مولار که از زمان کاشت تا شروع برداشت میوه به فاصله زمانی ۲۰ روز محلول‌پاشی شدند. مقدار محلول غذایی هم در سه سطح (۱۴۰، ۱۸۰ و ۲۲۰ میلی‌لیتر در روز) در اختیار گیاهان قرار داده شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی شامل ۱۲ تیمار و ۴ تکرار آزمایشی صورت گرفت. صفاتی از قبیل: عملکرد، طول و عرض میوه ارزیابی شد. برای اندازه‌گیری عملکرد میوه از ترازوی دیجیتال Sartorius مدل BP 2100 با حساسیت ۰/۰۱ گرم و از کولیس دیجیتالی برای اندازه‌گیری طول و عرض میوه استفاده شد.

## نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد که اثر آبیاری، اثرات متقابل اسید سالیسیلیک با پوترسین، اسید سالیسیلیک با آبیاری، اسید سالیسیلیک با پوترسین و آبیاری تأثیر معنی‌داری بر طول میوه داشته‌اند. اگرچه اثرات ساده اسید سالیسیلیک و پوترسین معنی‌دار نگردید. بیشترین میزان طول میوه در حجم آبیاری ۱۸۰ میلی‌لیتر در روز و غلظت ۲ میلی‌مولار پوترسین (میانگین ۴۱/۳۸ میلی‌متر) و کمترین طول میوه در تیمار آبیاری ۲۲۰ میلی‌لیتر در روز بدون اسید سالیسیلیک و پوترسین (میانگین ۳۶/۳۵ میلی‌متر) به دست آمد (نمودار ۱).

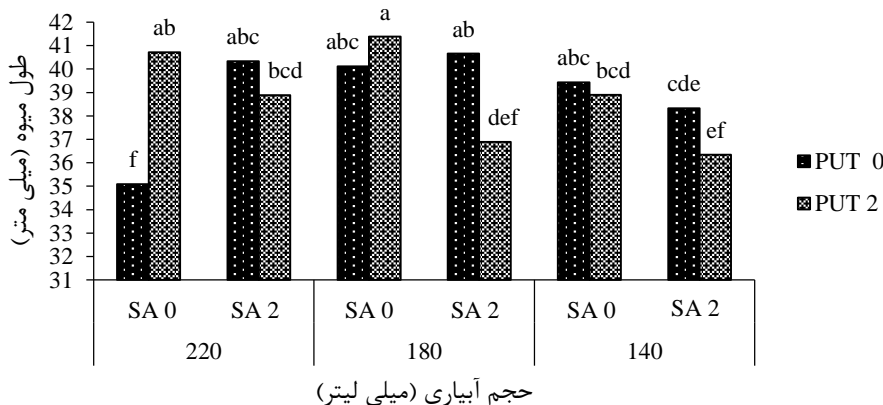
نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر ساده اسید سالیسیلیک، پوترسین، آبیاری و اثرات متقابل اسید سالیسیلیک با پوترسین تأثیر معنی‌داری بر عملکرد میوه داشته‌اند. اگرچه اثرات متقابل اسید سالیسیلیک با آبیاری، پوترسین با آبیاری و اثرات سه‌گانه اسید سالیسیلیک با پوترسین و آبیاری معنی‌دار نگردید. بیشترین میزان عملکرد در حجم آبیاری ۱۸۰ میلی‌لیتر در روز و پوترسین ۲ میلی‌مولار (میانگین ۸۰/۰۲ گرم) به دست آمد. پوترسین و اسید سالیسیلیک نسبت به شاهد دارای عملکرد بیشتری بودند (نمودار ۲). اثرات متقابل اسید سالیسیلیک و پوترسین نشان داد که کاربرد همزمان آنها اثر کمتری بر میزان عملکرد دارند (نمودار ۳).



جدول ۱- اثرات اسید سالیسیلیک، پوترسین، حجم آبیاری و اثرات متقابل آن‌ها بر صفات کمی توت‌فرنگی رقم سابرینا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		طول میوه	عرض میوه
اسید سالیسیلیک	۱	۶/۶۳ <sup>ns</sup>	۰/۲۱ <sup>ns</sup>
پوترسین	۱	۰/۳۸۸ <sup>ns</sup>	۰/۹۱۳ <sup>ns</sup>
آبیاری	۲	۹/۶۷۵*	۴/۵۱۷**
اسید سالیسیلیک × پوترسین	۱	۶۳/۴۸**	۸/۲۱۷**
اسید سالیسیلیک × آبیاری	۲	۱۶/۱۴۵**	۴/۲۲**
پوترسین × آبیاری	۲	۱۳/۸۰۳**	۲/۹۱۲*
اسید سالیسیلیک × پوترسین × آبیاری	۲	۸/۸۱۱*	۰/۱۹۱ <sup>ns</sup>
خطای آزمایشی	۳۶	۲/۰۳۶	۰/۵۷۸
ضریب تغییرات (%)		۳/۶۶۸	۲/۶۱۱

ns، \*، \*\* به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد



اثرات متقابل

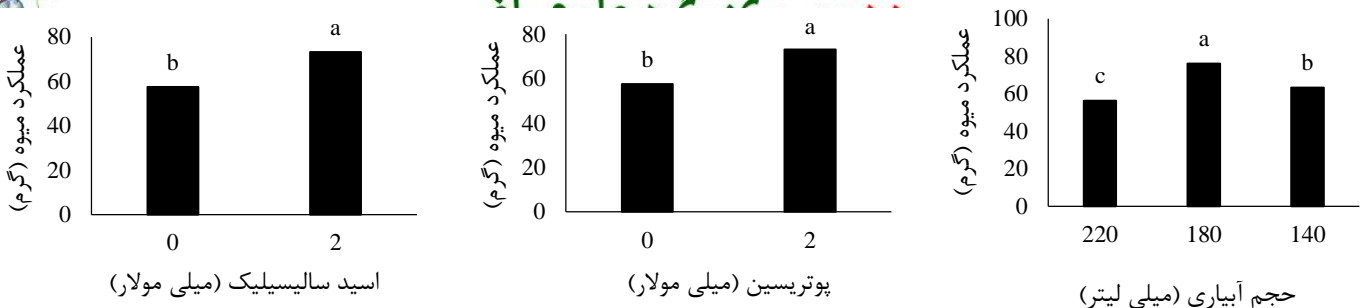
نمودار ۱-

تیمارهای مختلف حجم آبیاری، غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک و پوترسین بر طول میوه توت‌فرنگی. حروف مشترک نشان‌دهنده عدم

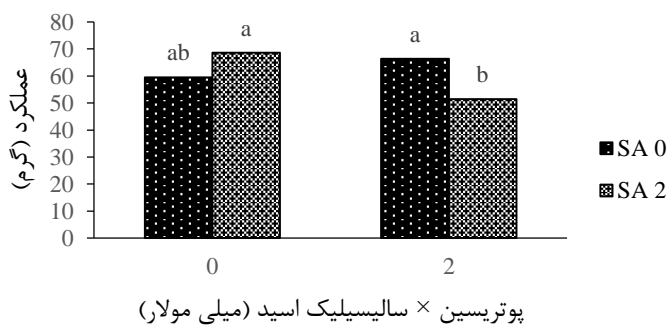
تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بین تیمارها است

(PUT0=شاهد، PUT2=پوترسین ۲ میلی‌مولار، SA0=شاهد، SA2=سالیسیلیک اسید ۲ میلی‌مولار)

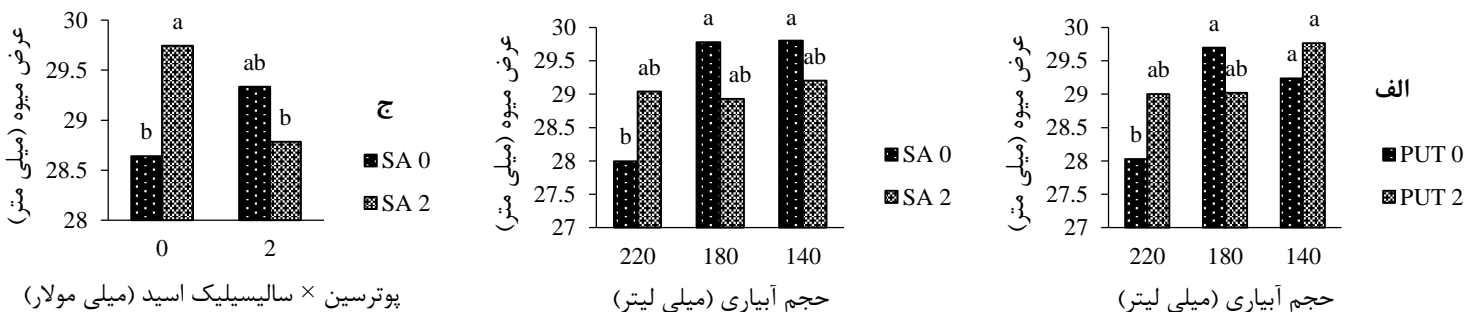
اثرات متقابل حجم آبیاری و پوترسین، حجم آبیاری و اسید سالیسیلیک، پوترسین و اسید سالیسیلیک و اثر ساده حجم آبیاری بر عرض میوه معنی‌دار گردید (جدول ۱). با کاهش حجم آبیاری عرض میوه افزایش یافت و در حجم آبیاری ۱۴۰ میلی‌لیتر در روز با پوترسین ۲ میلی‌مولار بیشترین عرض میوه به دست آمد. اسید سالیسیلیک موجب افزایش عرض میوه شد (نمودار ۴).



نمودار ۲- الف) اثرات تیمارهای مختلف حجم آبیاری بر عملکرد میوه توت‌فرنگی. ب) اثرات غلظت‌های مختلف پوترسین بر عملکرد میوه توت‌فرنگی. ج) اثرات غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر عملکرد میوه توت‌فرنگی. حروف مشترک نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بین تیمارها است. (PUT0=شاهد، PUT2=پوترسین ۲ میلی‌مولار، SA0=شاهد، SA2=سالیسیلیک اسید ۲ میلی‌مولار)



نمودار ۳- اثرات متقابل غلظت‌های مختلف پوترسین و اسید سالیسیلیک بر عملکرد میوه توت‌فرنگی. حروف مشترک نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بین تیمارها است. (PUT0=شاهد، PUT2=پوترسین ۲ میلی‌مولار، SA0=شاهد، SA2=سالیسیلیک اسید ۲ میلی‌مولار)



نمودار ۴- الف) اثرات متقابل غلظت‌های مختلف پوترسین بر عرض میوه توت‌فرنگی. ب) اثرات متقابل تیمارهای مختلف حجم آبیاری و غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر عرض میوه توت‌فرنگی. ج) اثرات متقابل غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک و پوترسین بر عرض میوه توت‌فرنگی. حروف مشترک نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بین تیمارها است. (PUT0=شاهد، PUT2=پوترسین ۲ میلی‌مولار، SA0=شاهد، SA2=سالیسیلیک اسید ۲ میلی‌مولار)

گزارش شده است که تیمار با اسپرمیدین یک میلی‌مولار که جزو پلی‌آمین‌هاست افزایش طول، قطر، وزن و حجم میوه گیلاس را در پی داشته است. با توجه به اینکه پلی‌آمین‌ها در تقسیم سلولی دخالت دارند باعث افزایش تعداد سلول‌ها و به دنبال آن افزایش حجم و وزن میوه خواهند شد که در نهایت بهبود اندازه و شکل ظاهری میوه را به دنبال دارد که این موضوع می‌تواند دلیلی برای بازاریابی محصول باشد (شریف‌زادگان و همکاران، ۱۳۹۲). همچنین استفاده از محلول پاشی پلی‌آمین‌ها در میوه زردآلو، افزایش عملکرد میوه را به دنبال داشت (Enas et al., 2010). کاربرد پوترسین در سطح مناسب می‌تواند در



پروسه‌های فیزیولوژیکی نقش داشته باشد و باعث بیوسنتز متابولیت‌های با ارزش شود، همچنین می‌تواند تأثیرات ناشی از تنش خشکی بر روی زیست توده گیاهی و کمیت اسانس را در آویشن جبران کند (Mohammadi *et al.*, 2018). اسید سالیسیلیک و بوتریسین با فعال کردن مسیر بیوسنتزی ترکیبات فنلی و آنتی‌اکسیدان‌ها باعث تحریک سیستم‌های مقاومت گیاه و افزایش کارایی فتوسنتز و در نتیجه افزایش عملکرد محصول می‌شوند. نتایج این تحقیق نشان داد که افزایش حجم محلول‌دهی می‌تواند باعث کاهش میزان محصول گردد. نتایج این پژوهش نشان داد که حجم محلول ۲۲۰ میلی‌لیتر در روز سبب کاهش میزان عملکرد نسبت به سایر سطوح آبیاری شد که احتمالاً به دلیل افزایش تبخیر و تعرق، کاهش جذب محلول توسط ریشه و هدر رفت آب به صورت زه‌آب باشد.

## منابع

- اصغری، م.ر. ۱۳۹۴. هورمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی جدید (غیر کلاسیک)، انتشارات دانشگاه ارومیه، ۳۵۲ ص.
- جلیلی‌مردی، ر. ۱۳۸۶. میوه‌های ریز، انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه، ۲۹۷ ص.
- شریف‌زادگان، ح.، عبدوسی، و.، مشهدی اکبر بوجار، م. و نائینی، م.ر. ۱۳۹۲. اثر کاربرد پلی‌آمین‌ها بر سفتی بافت و فیزیولوژی پس از برداشت گیلاس رقم تک‌دانه مشهد. علوم غذایی و تغذیه، ۱۱: ۷۴-۶۷.
- Enas, A.M.A., Sarrwy, S.M.A. and Hassan, H.S.A. 2010. Improving Canino apricot trees productivity by foliar spraying with polyamines. *Journal of Applied Science of Research*, 6(9), 1359-1365.
- Malik A.U, Singh Z and Dhaliwal S.S. 2003. Exogenous application of putrescine affects mango fruit quality and shelf life', *Acta Horti*, 628, 121-127.
- Mohammadi, H., Ghorbanpour, M., and Brestic, M. 2018. Exogenous putrescine changes redox regulations and essential oil constituents in field-grown *Thymus vulgaris* L. under well-watered and drought stress conditions. *Industrial crops and products*, 122, 119-132.
- Sarıdaş, M.A., Kapur, B., Çeliktöpus, E., Kafkas, E. and Kargı, S.P. 2018. Health and taste related compounds in strawberries under various irrigation regimes and bio-stimulant application. *Food Chemistry*, 263: 67-73.
- Supapvanich, S., Mitsang, P. and Youryon, P. 2017. Preharvest Salicylic acid application maintains physicochemical quality of Taaptimjaan wax apple fruit (*Syzygium samarangense*) during short- time storage. *Scientia Horticulturae*, 215: 178-183.
- Terry, L.A., Bordonaba, J. 2010. Manipulating the taste-related composition of strawberry fruits (*Fragaria ananassa*) from different cultivars using deficit irrigation. *Food chemistry*, 122: 1020-1026.

## Effect of putrescine, salicylic acid and deficit irrigation on yield and quantitative characteristics of strawberry fruits (*Fragaria × ananassa* cv. Sabrina) under hydroponic conditions

Fereydoun Ahmadi<sup>1</sup>, Mohammad Reza Asghari<sup>2\*</sup>, Ramin Hajitaghiloo<sup>3</sup>

1. Master of Science in Horticulture University of Urmia

2. Professor of Horticulture Science Department of Urmia University

3. Master of Science in Horticultural Sciences Department of Urmia University

Corresponding author: m.asghari@urmia.ac.ir

## Abstract

Nowadays for food safety issues and using the natural capacities of plants to overcome the adverse environmental conditions and diseases and to increase the yield and quality of the product, plant hormones and growth regulators have become particularly important. In this study salicylic acid at 0 and 2 mM and putrescine at 0 and 2 mM were used as foliar spray on strawberry plants were irrigated with 220, 180 and or 140 ml nutrient solution per day under Hydroponics conditions. The highest fruit length and yield were obtained by the combination of putrescine at 2 mM and irrigation with 180 ml solution per day. While the maximum fruit diameter was obtained by 2 mM putrescine and 140 ml per day solution. Salicylic acid treatment had increased effects on any of examined traits than the control treatment.

**Keyword:** Yield, Deficit Irrigation, Soilless Culture, Nutrient Solution