



## بررسی اثر تعداد دفعات محلول دهی و محلول پاشی با سولفات پتاسیم بر ویژگی های کیفی میوه توت فرنگی رقم پاروس در سیستم کشت بدون خاک

محمد رضا ملک زاده شمس آباد<sup>۱</sup>، مجید اسماعیلی زاده<sup>۲\*</sup>، حمیدرضا روستا<sup>۳</sup>، فاطمه ناظوری<sup>۴</sup>

۱، ۲، ۳ و ۴ به ترتیب دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشیار، استاد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج)، رفسنجان

\*نویسنده مسئول: esmaeilizadeh@vru.ac.ir

### چکیده

در این پژوهش تاثیر مدیریت محلول دهی و محلول پاشی با سولفات پتاسیم در کشت بدون خاک بر توت فرنگی رقم پاروس مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور آزمایشی به صورت فاکتوریل با دو فاکتور شامل تعداد دفعات محلول دهی در شبانه روز در سه سطح یک، چهار و ۱۰ بار در روز و محلول پاشی با سولفات پتاسیم در سه سطح بدون محلول پاشی (شاهد)، محلول پاشی یک و دو گرم بر لیتر در قالب طرح کاملا تصادفی با سه تکرار در دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان انجام گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش تعداد دفعات محلول دهی، میزان ویتامین ث، درصد اسید کل و ترکیبات فنلی کاهش پیدا کرد و محلول پاشی با سولفات پتاسیم در همه شرایط محلول دهی سبب افزایش میزان ویتامین ث، درصد اسید کل و ترکیبات فنلی نسبت به شاهد گردید. کاربرد دو گرم بر لیتر سولفات پتاسیم سبب کاهش pH آب میوه نسبت به گیاهان شاهد گردید. شاخص درخشندگی در گیاهانی که چهار بار محلول دهی شده بودند نسبت به گیاهانی که یک و ۱۰ بار محلول دهی شده بودند بیشتر بود و کاربرد دو گرم بر لیتر سولفات پتاسیم سبب کاهش شاخص کرومای میوه گردید.

**کلمات کلیدی:** ترکیبات فنلی، شاخص های رنگ، ویتامین ث، هیدروپونیک

### مقدمه

بکار بردن مکرر آب و مواد غذایی باعث می شود که در سطح ریشه و اطراف آن منبع خوبی از مواد غذایی تازه در طول دوره محلول دهی وجود داشته باشد. این تکرار آبیاری، مانع تشکیل ناحیه خشک در مجاورت سطح ریشه و جذب آب و مواد غذایی با تکرار مداوم کود آبیاری می شود (Silber et al., 2005). مشخص شده است که تعداد دفعات آبیاری به ویژگی های فیزیکی بسترهای کشت بستگی دارد و بر خصوصیات کمی و کیفی میوه در سیستم کشت بدون خاک تاثیر می گذارد. در بررسی اثر دفعات آبیاری در گیاه گوجه فرنگی با دفعات آبیاری یک، دو و چهار بار در روز در بستر پیت و پرلیت، افزایش ویژگی های کیفی میوه در آبیاری چهار بار در روز گزارش شده است (Tuzel et al., 2001). پتاسیم یکی از عناصر ماکرو و ضروری است و در بخش های مختلف گیاه وجود دارد. پتاسیم کافی صفات کیفی میوه را تحت تاثیر قرار می دهد و باعث افزایش میزان قند و اسید شده و مزه میوه را بهبود می بخشد. سفتی میوه و در نتیجه قابلیت نگهداری آن با تغذیه پتاسیم بهبود می یابد. پتاسیم در سفتی میوه و افزایش عملکرد نقش دارد. پتاسیم سبب تنظیم فعالیت روزنه ها، موثر در تولید قند و استحکام میوه ها می شود (John Autwood., 2005). فاکتورهای کیفی میوه شامل اندازه، شکل، رنگ، درخشندگی و عاری بودن از فساد و صدمات می باشد. کیفیت خوراکی میوه به میزان شیرینی، اسیدیته، گسی و معطر بودن آن بستگی دارد. کیفیت تغذیه ای میوه به میزان ویتامین ها، مواد معدنی، فیبر تغذیه ای و مواد شیمیایی موجود در گیاه بستگی دارد. عطر و طعم میوه ترکیبی از مزه (شیرینی یا ترشی) و عطر می باشد. مواد جامد محلول، اسید کل و ترکیبات فرار معطر با تولید مواد معطر ارتباط دارد و به عنوان بخشی از اندازه گیری های مربوط به کیفیت میوه در نظر گرفته می شوند (Knee, 2002). در این پژوهش با توجه به اهمیت تعداد دفعات محلول دهی و مدیریت محلول دهی



در سیستم کشت بدون خاک و سولفات پتاسیم بر ویژگی‌های کیفی میوه توت‌فرنگی، تاثیر آنها بر توت‌فرنگی رقم پاروس به عنوان یکی از ارقام تجاری و مهم توت‌فرنگی مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت گلخانه‌ای در دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان در سال ۱۳۹۶ طی فصل پاییز و زمستان و در سیستم کشت بدون خاک انجام شد. رقم توت‌فرنگی مورد استفاده پاروس بود. بستر کشت حاوی ۷۰ درصد کوکوپیت و ۳۰ درصد پرلایت بود و بوته‌ها در کیسه کشت مورد کاشت قرار گرفتند. آزمایش به صورت فاکتوریل با دو فاکتور و سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. به این منظور مقدار محلول مورد نیاز هر بوته در شبانه روز در طول دوره رشد گیاه محاسبه می‌گردید و در سه سطح یک، چهار و ده‌بار در شبانه روز با استفاده از پمپ آب و تایمر در اختیار گیاهان قرار گرفت. حجم محلول در شبانه روز برای تمام تیمارها یکسان بود اما تعداد دفعاتی که این حجم محلول در اختیار گیاهان قرار می‌گرفت بسته به تیمار محلول‌دهی متفاوت بود. فاکتور پاشی با سولفات پتاسیم در سه سطح بدون محلول‌پاشی، محلول‌پاشی یک و دو گرم بر لیتر اعمال گردید. محلول‌پاشی سولفات پتاسیم هر هفت روز یک‌بار در اول صبح به صورت پاشش روی برگ‌ها انجام می‌گردید و تا پایان آزمایش ادامه داشت. محلول غذایی مورد استفاده هوگلند تغییر یافته بود. میزان pH آب میوه توسط دستگاه pH متر (WTW مدل Inolab 720) محاسبه شد. و میزان اسیدیته کل (TA) میوه بر حسب اسیدسیتریک که اسید غالب میوه توت‌فرنگی است با هیدروکسید سدیم (۰/۱ نرمال) عیارسنجی و محاسبه شد. میزان ویتامین ث میوه با آب‌گیری از میوه به میزان سه میلی‌لیتر و رقیق کردن آن با ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر به همراه ۲ میلی‌لیتر معرف نشاسته ۱ درصد به روش تیتراسیون با محلول ید در یدور پتاسیم تا مرحله تغییر رنگ به خاکستری انجام شد. و میزان ویتامین ث میوه بر حسب میلی‌گرم ویتامین ث در ۱۰۰ سی سی آب میوه محاسبه شد. اندازه‌گیری فنل با استفاده از معرف فولین-سیکالتیو و استفاده از طیف‌سنج نوری در طول موج ۷۶۰ نانومتر انجام شد. محاسبه میزان ترکیبات فنلی با استفاده از استاندارد گالیک اسید ۱ میلی‌مولار بر حسب معدل میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم وزن تازه انجام شد. شاخص رنگ میوه در سه نقطه از هر میوه با دستگاه رنگ سنج مدل Konica Minolta CR 400, Japan انجام شد. شاخص‌های رنگ شامل درخشندگی (L\*), قرمز-سبز (a\*) و آبی-زرد (b\*) و شاخص کروما و زاویه هیو از طریق فرمول‌های زیر محاسبه شد.

$$\text{Chroma} = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad \text{hue} = \tan^{-1} \left( \frac{b^*}{a^*} \right)$$

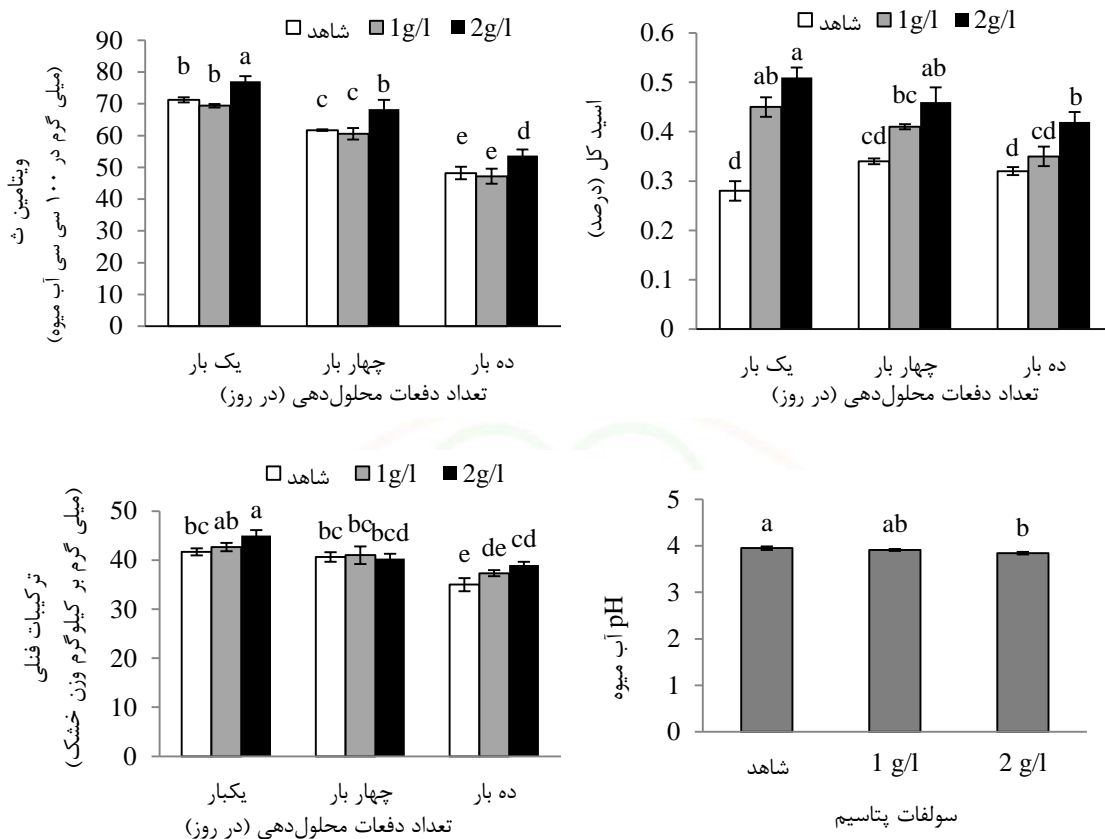
## نتایج

### صفات کیفی میوه

بر اساس نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها با افزایش دفعات محلول‌دهی مقدار ویتامین ث میوه کاهش پیدا کرد و محلول‌پاشی ۲ گرم بر لیتر سولفات پتاسیم در شرایط یک، چهار و ۱۰ بار در روز سبب افزایش مقدار ویتامین ث میوه نسبت به میوه‌های محلول‌پاشی نشده گردید. اسید کل میوه توت‌فرنگی در اثر کاربرد سولفات پتاسیم در تمام شرایط محلول‌دهی افزایش یافت. محلول‌پاشی سولفات پتاسیم در سطح احتمال پنج درصد بر pH آب میوه معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که کاربرد ۲ گرم بر لیتر سولفات پتاسیم سبب کاهش pH آب میوه در مقایسه با گیاهان شاهد گردید. نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که بیشترین مقدار ترکیبات فنلی میوه در گیاهان تغذیه شده با یک بار محلول‌دهی در روز مشاهده شد و با افزایش تعداد دفعات محلول‌دهی مقدار ترکیبات فنلی میوه



توت‌فرنگی نیز کاهش یافت. نتایج همچنین نشان داد که کاربرد دو گرم بر لیتر سولفات پتاسیم در شرایط یک و ۱۰ بار محلول‌دهی در روز سبب افزایش ترکیبات فنلی در مقایسه با گیاهان شاهد گردید.

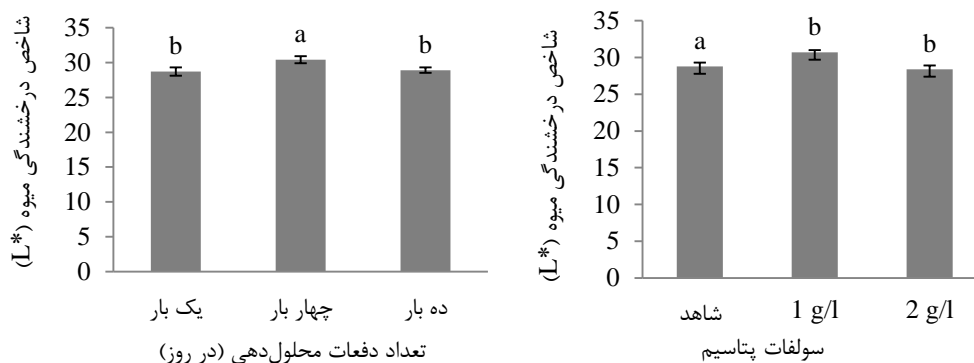


شکل «۱» اثر تعداد دفعات محلول‌دهی و محلول‌پاشی با سولفات پتاسیم بر مقدار میزان ویتامین ث، اسید کل، ترکیبات فنلی و pH آب میوه توت‌فرنگی

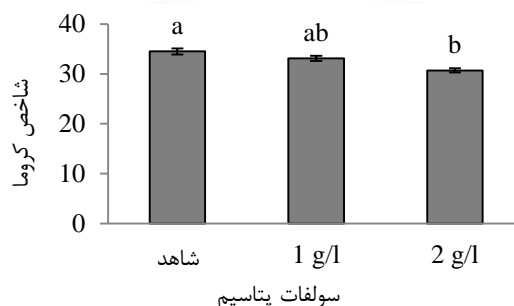
میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند از نظر آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

### شاخص‌های رنگ میوه

نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که شاخص درخشندگی میوه توت‌فرنگی در گیاهانی که چهار بار در روز محلول‌دهی شده بودند حدود ۵/۵ درصد در مقایسه با گیاهانی که یک و ۱۰ بار در روز محلول‌دهی شده بودند بیشتر بود. نتایج همچنین نشان داد که کاربرد یک گرم بر لیتر سولفات پتاسیم در مقایسه با گیاهان شاهد سبب افزایش ۶/۵ درصدی شاخص درخشندگی میوه گردید (شکل ۲). محلول‌پاشی سولفات پتاسیم در سطح احتمال پنج درصد بر شاخص کرومای میوه معنی‌دار گردید در حالی که تعداد دفعات محلول‌دهی و برهمکنش آن با سولفات پتاسیم تاثیری بر شاخص کرومای میوه نداشت. نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که کاربرد دو گرم بر لیتر سولفات پتاسیم سبب کاهش شاخص کرومای میوه گردید در حالی که کاربرد یک گرم بر لیتر سولفات پتاسیم تاثیری بر شاخص کرومای میوه نداشت (شکل ۳).



شکل «۲» اثرات مستقل تعداد دفعات محلول دهی و محلول پاشی با سولفات پتاسیم بر شاخص درخشنده گی میوه توت فرنگی میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند از نظر آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند



شکل «۳» اثر محلول پاشی با سولفات پتاسیم بر شاخص کرومائی میوه توت‌فرنگی رقم پاروس در شرایط کشت بدون خاک میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشترک می‌باشند از نظر آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری با هم ندارند

## بحث

در سیستم هیدروپونیک، شرایط محیطی از جمله عناصر غذایی و تغذیه تاثیر بسزایی در رشد، نمو و کیفیت میوه دارد. از طرف دیگر تعداد دفعات محلول دهی نیز می‌تواند عملکرد کیفی میوه را تحت تاثیر قرار دهد به طوری که تعداد دفعات محلول دهی زیاد به دلیل تجمع املاح در محیط اطراف ریشه، پتانسیل آب محیط اطراف ریشه را کاهش داده و در نتیجه جذب آب و مواد غذایی کاهش می‌یابد که این امر نیز بر کیفیت میوه تاثیر گذار است (Allois, 2014). در یک بررسی روی گیاه گوجه‌فرنگی نشان داده شد که شاخص‌های عملکردی و کیفی میوه ارتباط نزدیکی با محتوای آب خاک دارد و با کاهش مقدار آب بستر و یا تعداد دفعات آبیاری، شاخص‌های عملکرد میوه کاهش یافت ولی مقدار قندهای محلول و اسید میوه افزایش یافت (Allois, 2014). گزارش شده است که با افزایش تعداد دفعات محلول دهی قند محلول میوه گوجه‌فرنگی کاهش یافت (Pires et al., 2011).

پتاسیم در رشد و توسعه سلول‌های گیاهی، ایجاد تورژسانس سلولی، باز و بسته شدن روزنه‌ها، و سنتز انواع کربوهیدرات‌ها نقش دارد و از این رو تاثیر مهمی بر رشد، نمو، عملکرد و کیفیت محصول دارد (گنجه‌ای و گلچین، ۱۳۹۰). بسیاری از فاکتورهای تولیدی و کیفی در توت‌فرنگی متاثر از میزان پتاسیم گیاه و بخصوص میوه است و گزارش شده است که کاربرد پتاسیم سبب افزایش قندهای محلول و مقدار ویتامین ث گردید (سیدی، ۱۳۸۹). کاربرد پتاسیم از طریق افزایش انتقال اسیدهای آمینه به سمت میوه سبب افزایش شاخص‌های کیفی و در نهایت افزایش بازار پسندی میوه می‌شود. بنابراین کاربرد سولفات پتاسیم در شرایط مختلف محلول دهی از طریق افزایش محتوای آب نسبی برگ و



افزایش مقدار کلروفیل که سبب افزایش مقدار کربوهیدرات در بافت برگ می‌گردد سبب افزایش شاخص‌های کمی و کیفی میوه می‌گردد.

رنگ یکی از پارامترهای مهم برای ارزیابی کیفیت میوه توت‌فرنگی محسوب می‌شود بنابراین بر اساس شاخص‌های رنگ توت‌فرنگی، کیفیت ظاهری میوه را مورد ارزیابی قرار می‌دهند. بالا بودن شاخص‌های رنگ در شرایط چهار بار محلول‌دهی ارتباط نزدیکی با افزایش جذب آب و مواد غذایی و در نهایت اختصاص بیشتر این مواد به سمت میوه دارد. گزارش شده است که شاخص‌های رنگ میوه توت‌فرنگی تحت تاثیر تغذیه قرار گرفتند به طوری که با افزایش نسبت آمونیوم به نترات، افزایش EC محلول غذایی و یا کاهش جذب عناصر غذایی سبب کاهش تعداد و اندازه میوه و در نهایت کاهش شاخص‌های کیفی میوه نظیر شاخص‌های رنگ میوه شد (Pokhrel *et al.*, 2015).

## منابع

گنجه‌ای، ب. و گلچین، ا. ۱۳۹۰. تأثیر سطوح مختلف نیتروژن، پتاسیم و منیزیم بر عملکرد و شاخص‌های رشد گیاه توت‌فرنگی در محیط کشت هیدروپونیک. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۲ (۸): ۷۱-۸۰.

سیدی مرغکی، اعظم، عبادی، علی. و بابالار، مصباح. ۱۳۹۲. بررسی اثر سطوح پتاسیم محلول غذایی، تراکم کاشت و فصل برداشت بر کیفیت و کمیت میوه توت‌فرنگی رقم سلوا در سیستم کشت هیدروپونیک. نشریه علوم باغبانی ایران، ۴۴ (۴): ۴۲۹-۴۳۳.

- Silber, A., Bruner, M., Kenig, E. and Reshef, G. 2005. High fertigation frequency and phosphorus level: Effects on summer-grown bell pepper growth and blossom-end rot incidence. *Plant and Soil* 270: 135-146.
- Tuzel, I., Gul, A., Altunlu, H. and Eltez, R. 2001. Effect of different irrigation schedules, substrates and substrate volumes on fruit quality and yield of greenhouse tomato. *Ege University, Dept of Horticulture*.
- John, A. 2005. Strawberry Fertigation Future issues. Senior Horticultural Consultant University of Adas Knee, m. 2002. *Fruit Quality and its Biological Basis*. CRC press LLC. USA, American.:320 pages.
- Allois, L. K. 2014. Effect of quantity and frequency of irrigation on growth characteristics and soil water balance of tomatoes in greenhouse: case study of kitui county. *Doctoral dissertation, University of Nairobi*.
- Pires. R., Furlani. P., Ribeiro. R., Junior. D, Sakai. E., Lourencao. A. and Neto. A. 2011. Irrigation frequency and substrate volume effects in the growth and yield of tomato plants under greenhouse conditions. *Science Horticultural*. (Piracicaba, Braz.), 68: 400-405.
- Pokhrel, B., Laursen, K. and Petersen, K. 2015. Yield, quality, and nutrient concentrations of strawberry (*Fragaria×ananassa* Duch. cv. 'Sonata') grown with different organic fertilizer strategies. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 63: 5578-5586.



## Evaluation of the frequency of fertigation and foliar application of potassium sulfate on qualitative properties of fruit strawberry cv. Paros in soilless culture system

Mohammad Reza Malekzadeh shamsabad<sup>1</sup>, Majid Esmailizadeh<sup>2\*</sup>, Hamid Reza Roosta<sup>3</sup>, Fatemeh Nazoori<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 1, M. Sc. Graduated Student, Dept. of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan

<sup>2\*</sup> Associate Professor, Dept. of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan

<sup>3</sup> Professor of Horticulture, Dept. of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan

<sup>4</sup> Assistant Professor, Dept. of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan

\*Corresponding Author: esmaeilizadeh@vru.ac.ir

### Abstract

The aim of this study was to assess the fertigation practice and foliar application of potassium sulfate on strawberry (*Fragaria × ananassa* cv. paros) in soilless culture. A factorial experiment was conducted with two factors including fertigation frequency at three levels (1, 4 and 10 times per day) and foliar application with potassium sulfate at three levels (0 as control, 1 g/L and 2 g/L). The experiment was carried out based on a complete randomized design with three replications in Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Kerman, Iran. Results indicated that with increasing the fertigation frequency, the amount of vitamin C, total acid and phenolic compounds decreased and foliar application of potassium sulfate in all conditions of fertigation increased the amount of vitamin C, total acid and phenolic compounds compared to the control. Foliar application of 2 g/L potassium sulfate reduced the pH of the fruit juice compared to the control plants. The L\* index in plants that were four times fertigated per day was higher than those that were one and 10 times and foliar application of 2 g/L potassium sulfate decreased the fruit's chroma index.

**Keywords:** Color Indices, Hydroponics, Phenolic Compounds, Vitamin C