مقاله پژوهشی

تأثیر محلول‌پاشی بور و ویتامین ث روی عملکرد و کیفیت میوه توت‌فرنگی رقم پاروس

محمدرضا عاقلی[۱]، زهرا پاک‌کیش[۱*] و سهیلا محمدرضاخانی[۲]

[۱] بخش مهندسی علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنرکرمان، کرمان، ایران

[۲] مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، جیرفت، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۹/۱۹، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۳/۰۴/۰۴)

چکیده

افزایش اندازه و بهبود کیفیت میوه توت‌فرنگی به‌دلیل اهمیت زیاد و ارزش غذایی بالا همواره مورد توجه است. این پژوهش بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۹ تیمار و ۴ تکرار در مرحله شروع گلدهی اجرا شد. تیمارها شامل اسید بوریک ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و ویتامین ث ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و ترکیب توأم آن‌ها بود. صفاتی مانند محتوای فنول کل، محتوای آنتوسیانین، سطح برگ، شاخص کلروفیل، وزن میوه اولیه، وزن میوه ثانویه، تعداد فندقه میوه اولیه، تعداد فندقه میوه ثانویه، عملکرد، مواد جامد محلول، pH، اسیدهای آلی و ویتامین ث بررسی شدند. نتایج نشان داد استفاده از غلظت‌های مختلف بور و ویتامین ث و ترکیب این دو سبب بهبود عملکرد رویشی و زایشی توت‌فرنگی شده است. تیمار اثرات متقابل ویتامین ث و اسید بوریک نتایج بهتری نسبت به کاربرد به تنهایی عنصر بور و ویتامین ث داشته و فعالیت آنتی‌اکسیدانی، مواد جامد محلول و میزان ویتامین ث افزایش دادند. به‌طورکلی ترکیب توأم بور ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و ویتامین ث ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر بهتر از کاربرد تنهایی آن‌ها، سبب بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی میوه توت‌فرنگی شدند.

واژگان کلیدی: توت‌فرنگی، شاخص کلروفیل، عملکرد، ویتامین ث

مقدمه

توت‌فرنگی با نام علمی (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) از خانواده Rosaceae و از میوه‌های مناطق معتدله و نافرازگرا است. میوه آن سرشار از فیبر، ویتامین C و E، بتاکاروتن، ترکیبات فنلی، فلاونول، آنتوسیانین، پتاسیم و آنتی‌اکسیدان‌ها است (Oszmianski and Wojdylo, 2009). در تغذیه گیاه هر عنصر باید به اندازه کافی در دسترس گیاه باشد و تعادل بین عناصر غذایی وجود داشته باشد؛ عدم تعادل تغذیه‌ای نه تنها منجر به افزایش عملکرد نمی‌شود، بلکه باعث ایجاد اختلال در رشد گیاه و نهایتاً افت عملکرد می‌شود (علی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۷). عناصر کم‌مصرف برای رشد طبیعی گیاهان مورد نیاز هستند و ضمن شرکت در ساختار بعضی از اندامک‌ها، در بسیاری از واکنش‌های بیوشیمیایی گیاه دخالت دارند، همچنین عنصر بور به‌عنوان یکی از موادی است که در تقسیم سلولی و حفظ کلروفیل و ریشه‌زای نقش مهمی دارد (Ravi *et al.*, 2008). وضعیت تغذیه‌ای گیاه توت‌فرنگی علاوه بر عملکرد به شدت کیفیت و ماندگاری محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تعادل عناصر غذایی در زمان مناسب برای

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: zahra pakkish@uk.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-06-28]

تولید میوه تجاری، بهبود عملکرد و کیفیت میوه ضروری است، محلول‌پاشی برگی در مراحل کلیدی می‌تواند اثر مثبتی بر صفات کمی و کیفی محصولات میوه چندساله داشته باشد (Barker and Pilbeam, 2007).

محلول‌پاشی بوته‌های توت‌فرنگی رقم کاماروسا با اسید بوریک اثر قابل توجهی بر عملکرد، وزن میوه، کلروفیل و سطح برگ داشته است و بهترین تیمار که موجب بهبود رشد رویشی و زایشی گیاه توت‌فرنگی شد (Rafeii and Pakkish, 2014). تأثیر مثبت محلول‌پاشی اسید بوریک بر وزن و قطر میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا گزارش شد (Lolaei, 2011).

تقسیم سلولی، جوانه‌زدن و رشد لوله گرده، جلوگیری از تخریب بافت، متابولیسم اسیدهای نوکلئیک، متابولیسم و انتقال قندها، تراوایی غشا سلولی، تنظیم هورمون‌های گیاهی و متابولیسم اکسین و فنول و مقاومت در برابر بیماری‌ها و سرما از جمله وظایف بور در گیاه است (Pandey *et al*., 2017). عنصر بور نقش بسیار مهمی در بهبود کیفیت میوه با توجه به اثر بور در افزایش انتقال قند و هیدرات‌های کربن در آوند آبکش ایفا می‌کند (Wojcik and Lewandowski, 2003).

ویتامین‌ها ترکیبات آلی هستند که برای انجام واکنش‌های خاص متابولیک ضروری‌اند. بیشتر ویتامین‌ها به عنوان کوآنزیم یا جزئی از کوآنزیم در فعال‌کردن واکنش‌های ضروری شرکت می‌کنند. ویتامین‌ها به مقدار خیلی کم برای رشد عادی گیاه و برای نمو مطلوب اعضای گیاه مناسب هستند. این ترکیبات همانند سیستم‌های کوآنزیمی عمل می‌کنند و بنابراین جزئی ضروری در متابولیسم گیاه به شمار می‌روند (Gallie, 2013). ویتامینC (اسید آسکوربیک) به عنوان یک کوآنزیم در واکنش‌های آنزیمی عمل می‌کنند و به واسطه ایجاد دگرگونی در کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها باعث بهبود تنفس و فتوسنتز می‌شوند (Hendawy and Ezz EL-Din, 2010).

اسید آسکوربیک فقط یک آنتی‌اکسیدان مهم نیست بلکه با زمان گلدهی، توسعه پیری، مرگ سلول و واکنش به پاتوژن‌ها در رابطه است (Pavent *et al*., 2005). اسید آسکوربیک در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به طور معنی‌داری باعث بالا بردن ارتفاع گیاه، شمار برگ‌ها، پهنای برگ، سطح برگ و وزن تر و خشک هر گیاه شد. ویتامین‌ها وزن خشک را نیز افزایش دادند و این نشان داد که این افزایش وزن، فقط به دلیل جذب آب نیست (Nahed *et al*., 2009).

کاربرد اسید آسکوربیک به صورت اسپری برگی روی گیاه سرو شیراز باعث افزایش قابل توجه رشد رویشی و ترکیبات شیمیایی در این گیاه شد (Farahat *et al*., 2007).

بهبود کیفیت میوه یکی از مهمترین فاکتورهای تأثیرگذار در ارتقا سلامت جامعه و اقتصاد کشاورزان است. امروزه سعی در استفاده از ترکیبات طبیعی برای بهبود کیفیت میوه‌ها با توجه به سالم بودن و تأثیرگذاری بهتر ضروری می‌باشد. هدف پژوهش حاضر افزایش کیفیت میوه توت‌فرنگی و همچنین افزایش عملکرد و اندازه میوه در توت‌فرنگی بوده است. لذا هدف اصلی این پژوهش بررسی تأثیر عنصر بور و ویتامین ث به تنهایی و ترکیب توأم آنها، روی کیفیت میوه و عملکرد توت‌فرنگی رقم پاروس بوده است.

مواد و روش‌ها

پژوهش در یک گلخانه تجاری واقع در شهرستان ماهان استان کرمان، بر روی بوته‌های توت‌فرنگی رقم پاروس با فواصل کشت ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متر روی ردیف و ۹۰ سانتی‌متر بین ردیف مجهز به سیستم آبیاری قطره‌ای با دور آبیاری دو روز انجام گردید. به منظور دقت بیشتر و به حداقل رساندن خطا، حتی‌الامکان بوته‌های توت‌فرنگی که از نظر قدرت رشد و اندازه یکنواخت بودند انتخاب شدند. تیمارها شامل بور (۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر)، ویتامین ث (۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و ترکیب آن‌ها بود. پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۹ تیمار و ۴ تکرار (در مجموع ۳۶ بوته توت‌فرنگی) درمرحله شروع گلدهی اجرا شد.

اندازه‌گیری آنتوسیانین: برای سنجش آنتوسیانین، ۰/۱ گرم از بافت میوه را به دقت وزن نموده و در هاون حاوی ۵ میلی‌لیتر متانول اسیدی (الکل اتیلیک ۹۹/۵ و اسید کلریدریک

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-06-28]

به نسبت ۹۹ به ۱)، خوب سائیده شد و سپس ۵ میلی‌لیتر دیگر متانول اسیدی به آن اضافه و عصاره را در لوله آزمایش در پیچ‌دار منتقل و درب آن را محکم نموده و به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی در دمای آزمایشگاه قرار داده و سپس به مدت ۱۰ دقیقه در g ۴۰۰۰ سانتریفیوژ و ۳ میلی‌لیتر از محلول روی را در کووت ریخته و شدت جذب آن در طول‌موج ۵۵۰ نانومتر توسط اسپکتروفتومتری خوانده و غلظت آنتوسیانین از فرمول زیر حاصل می‌شود (Krizek *et al.*, 1998).

$$A = \epsilon BC$$

B= عرض کووت، C= غلظت آنتوسیانین، A= جذب خوانده شده، ϵ= ۳۳۰۰۰ ($mM^{-1}Cm^{-1}$)

اندازه‌گیری ترکیبات فنل: ۰/۱ میلی‌گرم از بافت میوه در ۳ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد سائیده شد و به مدت ۲۴ تا ۷۲ ساعت در تاریکی قرار داده و سپس یک میلی‌لیتر از محلول رویی در لوله آزمایش ریخته و به آن ۱/۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد اضافه و با آب‌مقطر به حجم ۵ میلی‌لیتر رسانده شد و به مخلوط حاصل، ۰/۵ میلی‌لیتر معرف فولین ۵۰ درصد و یک میلی‌لیتر کربنات سدیم ۵ درصد اضافه و مخلوط حاصل به مدت یک ساعت در تاریکی نگهداری و سپس هر نمونه در طول‌موج ۷۲۵ نانومتر خوانده شد (Malik and Singh, 1980).

اندازه‌گیری سطح برگ: بدین منظور از هر تکرار در هر تیمار به طور تصادفی ۱۰ برگ از قسمت‌های مختلف بوته، جمع‌آوری و سطح برگ‌ها توسط دستگاه سطح برگ‌سنج دیجیتالی اندازه‌گیری و میانگین برای هر نمونه محاسبه شد.

اندازه‌گیری شاخص کلروفیل: بدین منظور از هر تکرار در هر تیمار به طور تصادفی ۱۰ برگ از قسمت‌های مختلف بوته، انتخاب شد و میزان شاخص کلروفیل برگ‌ها توسط دستگاه SPAD اندازه‌گیری و میانگین برای هر نمونه محاسبه شد.

به منظور محاسبه تعداد فندقه میوه اولیه و ثانویه، با دقت ۱۰ میوه اولیه و ثانویه از هر تیمار و تکرار برداشت شد و تعداد فندقه شمارش گردید و میانگین فندقه ۱۰ میوه محاسبه و بعنوان تعداد فندقه میوه بیان شد.

به منظور اندازه‌گیری وزن میوه اولیه و ثانویه، با دقت ۱۰ میوه اولیه و ثانویه از هر تیمار و تکرار برداشت شد و وزن میوه با کمک ترازوی دیجیتال مشخص گردید و میانگین ۱۰ میوه محاسبه و به عنوان وزن میوه بیان شد.

به منظور اندازه‌گیری عملکرد بوته‌های توت‌فرنگی، از شروع میوه‌دهی تا پایان میوه‌دهی، تمامی میوه‌های بوته‌های تیمارشده را برداشت و در هر مرحله که برداشت و توزین شد. در پایان مجموع وزن میوه برداشت‌شده به‌عنوان عملکرد محاسبه گردید.

جهت تعیین اسیدیته آب میوه از عصاره صاف‌شده میوه و با استفاده از دستگاه pHمتر (مدل ۳۳۲۰ ساخت شرکت جن وی (Jenwey) انگلستان) در دمای ۲۰ درجه سلسیوس اندازه‌گیری انجام گرفت.

برای اندازه‌گیری اسیدهای آلی ابتدا ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره میوه را داخل ظرف شیشه‌ای ریخته و به آن ۲۰ تا ۴۰ میلی‌لیتر آب‌مقطر اضافه شد. داخل محلول فوق ۲ تا ۳ قطره معرف فنول فتالئین یک درصد اضافه و سپس عمل سنجش حجمی (تیتراسیون) توسط هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال انجام داده شد. هنگامی که رنگ محلول حاوی عصاره میوه به قرمز روشن تبدیل شد، عمل تیتراسیون خاتمه می‌یابد. بر اساس مقدار هیدروکسید سدیم مصرف‌شده در عمل تیتراسیون، مقدار اسید را در عصاره میوه به صورت درصد یا گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره میوه محاسبه گردید (Basiouny, 1996). برای این منظور از معادله زیر استفاده شد:

$$A = \frac{S \times N \times F \times E}{c} \times 100$$

A– مقدار اسید در عصاره میوه (گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر)، S– مقدار سود مصرف‌شده (میلی‌لیتر)، N– نرمالیته NaOH، F– فاکتور NaOH، C– مقدار عصاره میوه (میلی‌لیتر)، E– اکی‌والان اسید مورد نظر

برای اندازه‌گیری ویتامین ث ۱/۲۶۹ گرم ید را با ۱۶/۶ گرم یدید پتاسیم در آب‌مقطر مخلوط کرده و حجم آن به یک لیتر رسانده شد. در این مخلوط، نرمالیته ید ۰/۰۱ نرمال می‌باشد، اما قبل از آزمایش باید فاکتور آن اندازه‌گیری شود. برای این منظور مخلوط حاضرشده را یک الی دو روز نگهداری کرده، سپس ۲۰ میلی‌لیتر از مخلوط فوق را در یک ظرف دیگر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-06-28]

ریخته، روی آن ۲ میلی‌لیتر محلول نشاسته یک درصد اضافه می‌نمایند. این مخلوط را با محلول اسید آسکوربیک خالص تیتر شد. به‌طوریکه در نقطه پایان محلول به رنگ خاکستری کم‌رنگ در آید. برای محاسبه فاکتور مخلوط ید از معادله زیر استفاده شد (Basiouny, 1996).

$$F=A/B\times N\times 88.1$$

F= فاکتور مخلوط ید، A = مقدار اسید آسکوربیک خالص (میلی‌گرم)، B = مقدار مخلوط ید مصرف‌شده (میلی‌گرم)، N = نرمالیته مخلوط ید

در این تحقیق اندازه‌گیری مواد جامد محلول توسط رفراکتومتر دستی مدل (MT-098P8A)، صورت گرفت (Zokaee–Khosroshahi and Esna–Ashari, 2007). رفراکتومتر میزان قند عصاره میوه را به صورت بریکس و یا درصد نشان می‌دهد. بریکس برابر با گرم قند در ۱۰۰ گرم عصاره میوه است. معمولاً برای اندازه‌گیری قند از طریق رفراکتومتر باید دمای اتاق ۲۰ درجه سلسیوس باشد.

این تحقیق به صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شده است. آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج

سطح برگ: مطابق نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، بیشترین میانگین سطح برگ مربوط به تیمار ترکیب ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بود. که اختلاف معنی‌داری با تیمار ترکیب ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث و تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور نداشت. کمترین سطح برگ مربوط به تیمار شاهد و بعد از آن ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بور بود (شکل ۱).

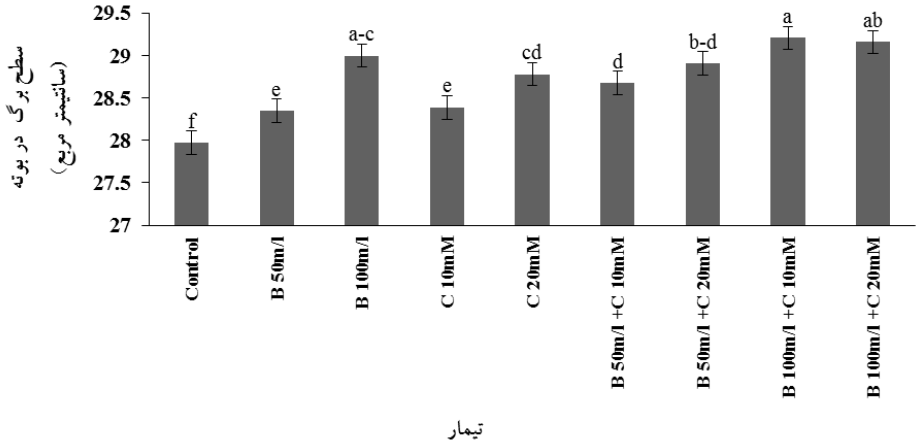
شاخص کلروفیل: اثر غلظت‌های مختلف عنصر بور و ویتامین ث و همچنین ترکیب آنها بر شاخص کلروفیل برگ توت‌فرنگی در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. مطابق نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها، بیشترین شاخص کلروفیل برگ مربوط به تیمار ترکیب ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث و تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث بود که اختلاف معناداری با تیمارهای ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور، ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث، تیمار ترکیب ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث، تیمار ترکیب ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث و تیمار ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بور نداشت. کمترین شاخص کلروفیل مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۲).

وزن میوه اولیه: نتایج نشان داد، وزن میوه اولیه تحت تأثیر غلظت‌های مختلف بور، ویتامین ث و تیمار ترکیبی ویتامین ث و عنصر بور قرار گرفت. مطابق نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، بیشترین وزن میوه اولیه، مربوط به تیمار ترکیب ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود. اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای ترکیب ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث و ترکیب ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث مشاهده نشد (شکل ۳).

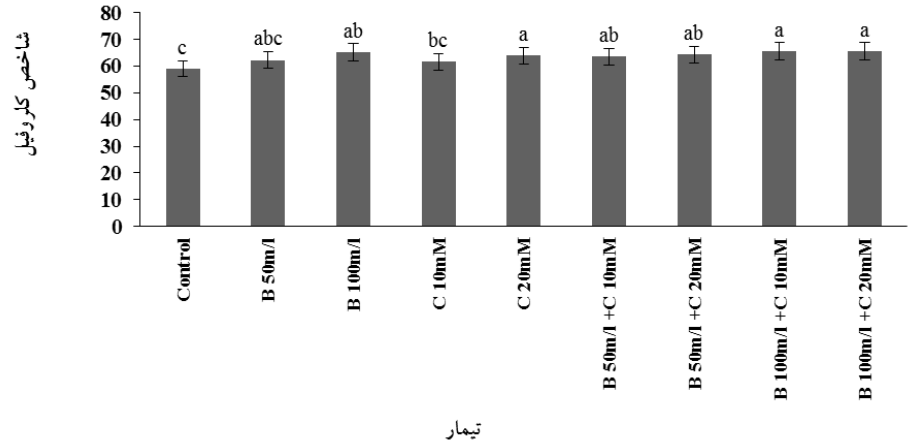
وزن میوه ثانویه: مطابق نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، بیشترین وزن میوه ثانویه، مربوط به تیمار ترکیب ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود. اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای ۳۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث،ترکیب ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث، ترکیب ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث، ترکیب ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث و ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث مشاهده نشد (شکل ۴).

تأثیر غلظت‌های مختلف عنصر بور و ویتامین ث بر تعداد فندقه میوه اولیه: مطابق نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، بیشترین تعداد فندقه میوه اولیه، مربوط به تیمار ترکیب ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود. اختلاف معنی‌داری بین

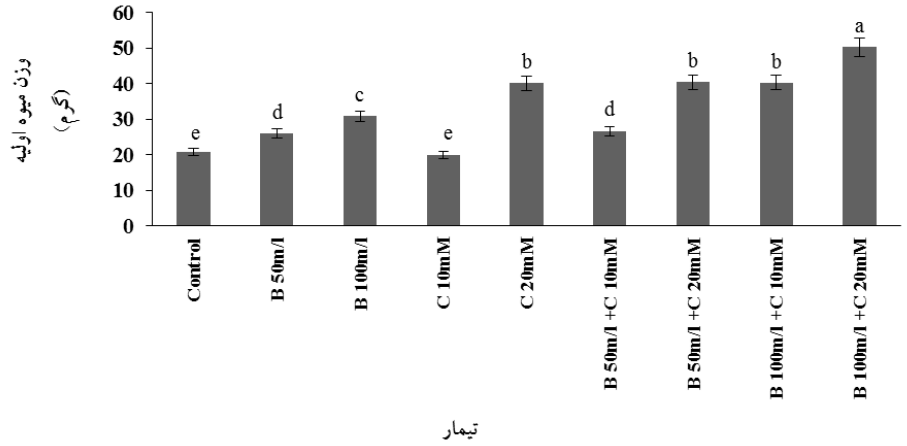
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-06-28]



شکل ۱- تأثیر عنصر بور و ویتامین ث روی سطح برگ توت‌فرنگی. میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

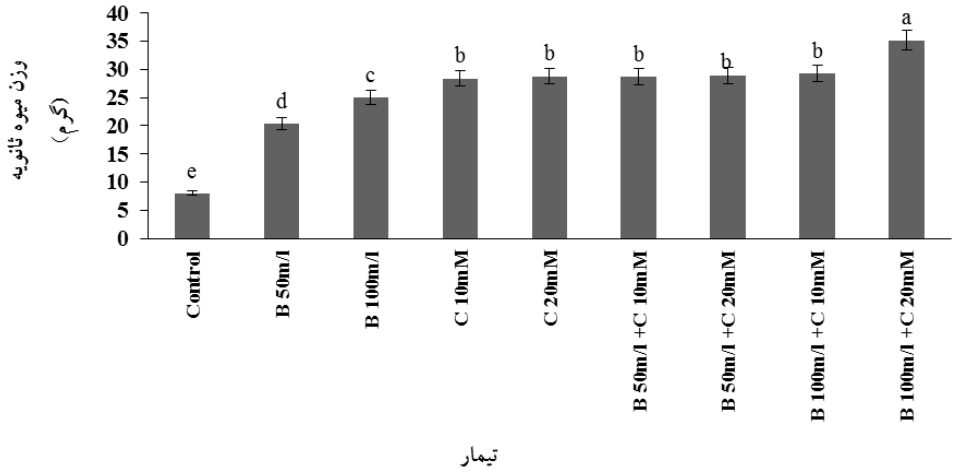


شکل ۲- تأثیر عنصر بور و ویتامین ث روی شاخص کلروفیل توت‌فرنگی. میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

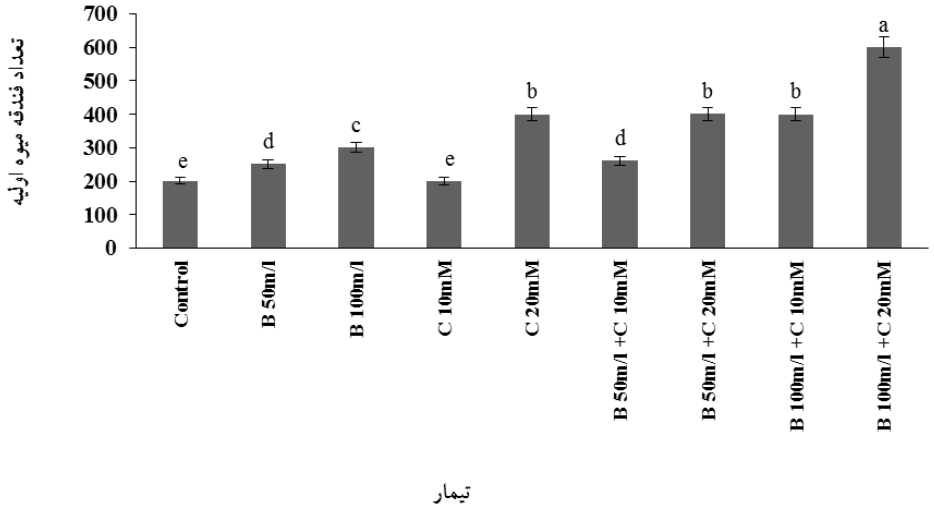


شکل ۳- تأثیر عنصر بور و ویتامین ث روی وزن اولیه توت‌فرنگی. میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-06-28]



شکل ۴- تأثیر عنصر بور و ویتامین ث روی وزن میوه ثانویه توت‌فرنگی. میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.



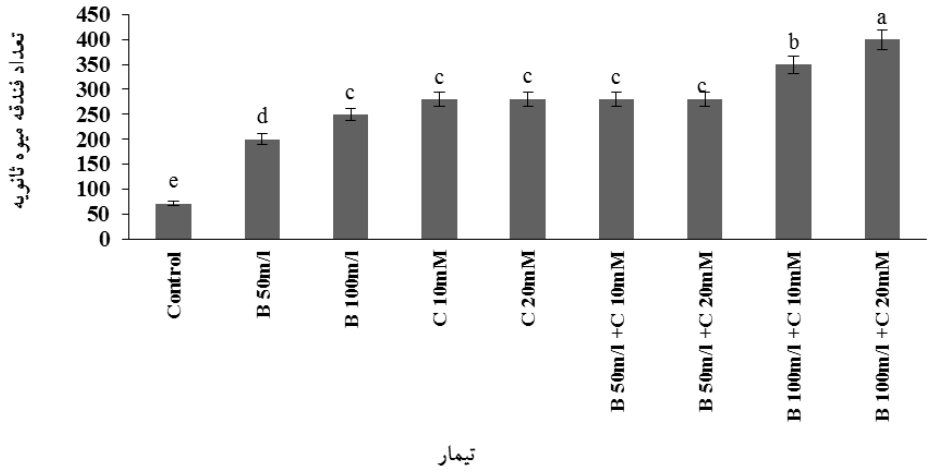
شکل ۵- تأثیر عنصر بور و ویتامین ث روی تعداد فندقه میوه توت‌فرنگی. میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

تیمارهای ترکیب ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث و تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث مشاهده نشد (شکل ۵).

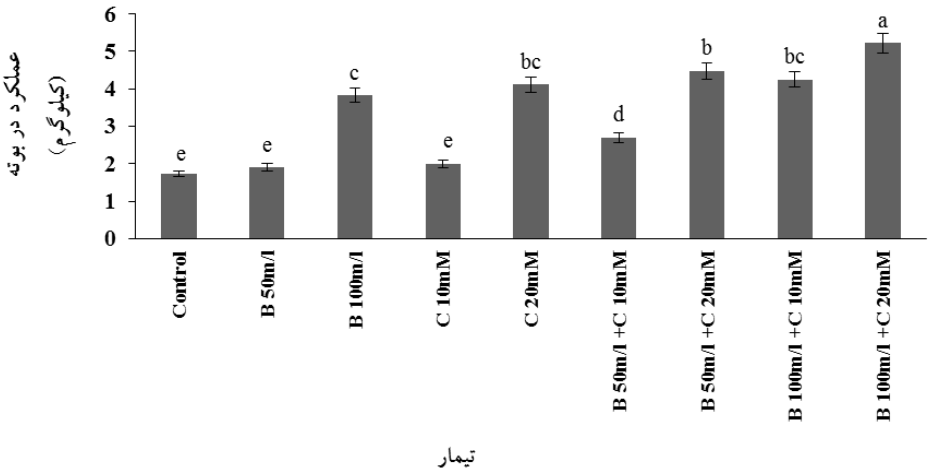
تعداد فندقه میوه ثانویه: اثر غلظت‌های مختلف عنصر بور و ویتامین ث و همچنین ترکیب آن‌ها بر تعداد فندقه میوه ثانویه توت‌فرنگی در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. مطابق نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها، بیشترین تعداد فندقه میوه ثانویه مربوط به تیمار ترکیب ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث بود که اختلاف با سایر تیمارهای نشان داد، کمترین تعداد فندقه میوه ثانویه مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۶).

عملکرد توت‌فرنگی: بیشترین عملکرد توت‌فرنگی مربوط به تیمار ترکیب ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث بود بین تیمارهای ترکیب ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث، ترکیب ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث و تیمار ۳۰۰

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-06-28]



شکل ۶- تأثیر عنصر بور و ویتامین ث روی تعداد فندقه میوه ثانویه توت‌فرنگی. میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه ای دانکن ندارند.



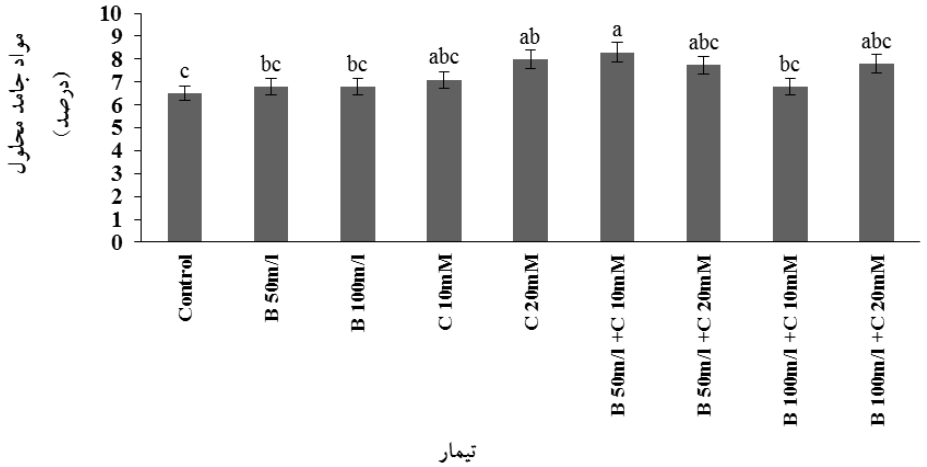
شکل ۷- تأثیر عنصر بور و ویتامین ث روی عملکرد توت‌فرنگی. میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. کمترین عملکرد توت‌فرنگی مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۷).

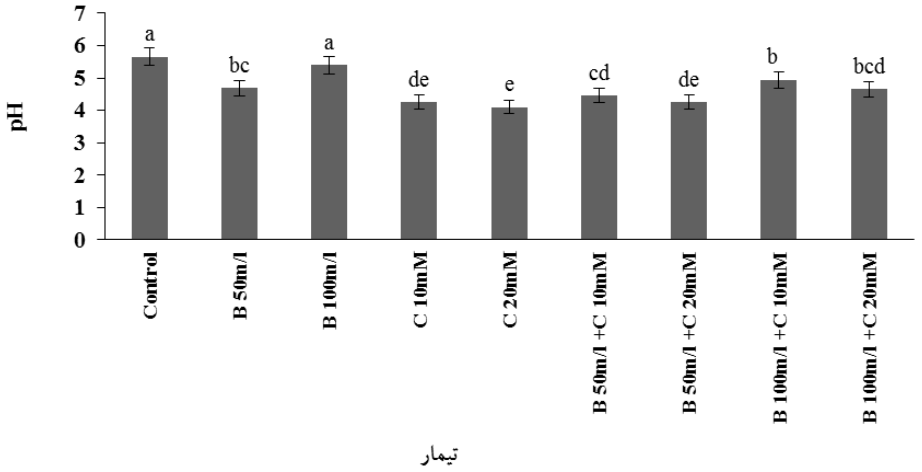
مواد جامد محلول: مطابق نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها، بیشترین مواد جامد محلول مربوط به تیمار ترکیب ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث بود که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای ترکیب ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث، ترکیب ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث و تیمارهای ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث و تیمار ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث مشاهده نشد. کمترین مواد جامد محلول مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۸).

pH توت‌فرنگی: بیشترین pH توت‌فرنگی مربوط به تیمار شاهد و تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بور بود. pH توت‌فرنگی تحت تأثیر تیمارهای آزمایش کاهش یافت. تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث، کمترین pH را داشت که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای ترکیب ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث و تیمار ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-06-28]



شکل ۸- تأثیر عنصر بور و ویتامین ث روی مواد جامد محلول. میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.



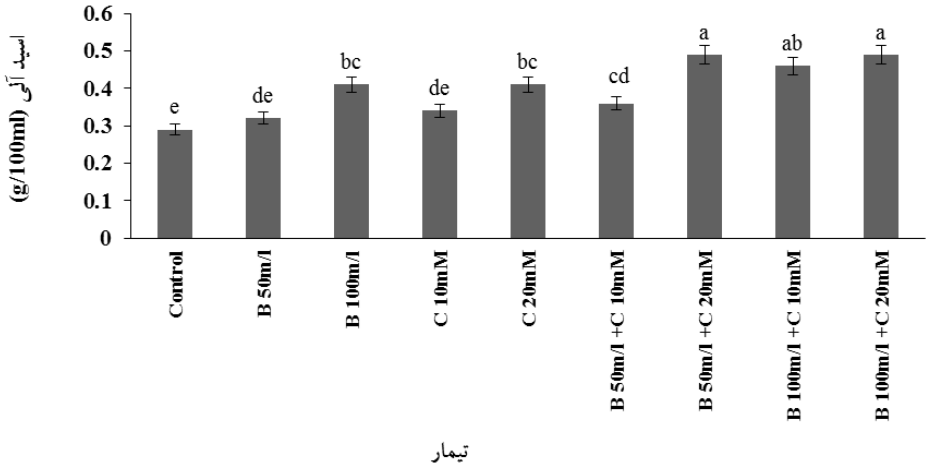
شکل ۹- تأثیر عنصر بور و ویتامین ث روی pH. میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

ویتامین ث مشاهده نشد (شکل ۹).

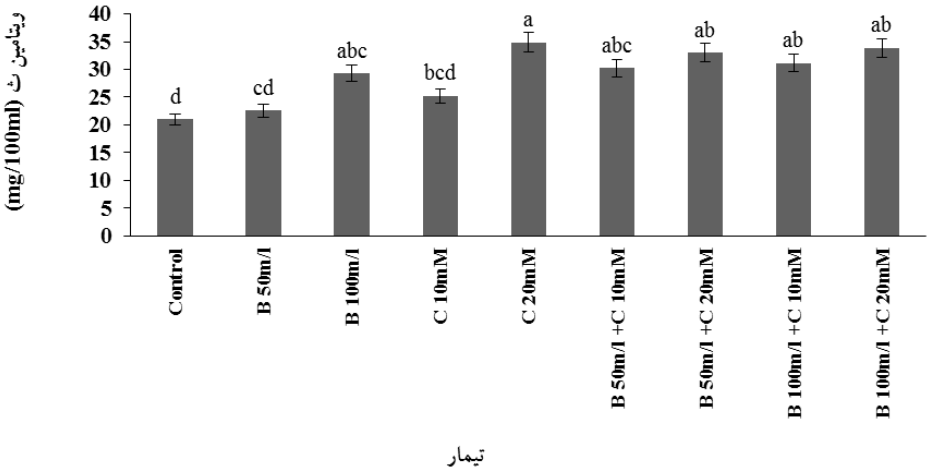
اسیدیته قابل تیتراسیون توت‌فرنگی: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اسید آلی توت‌فرنگی تحت تأثیر غلظت‌های مختلف بور، ویتامین ث و تیمار ترکیبی ویتامین ث و عنصر بور قرار گرفت. مطابق نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، بیشترین اسیدیته قابل تیتراسیون توت‌فرنگی، مربوط به تیمار ترکیب ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود. اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای ترکیب ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث و تیمار ترکیب ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث مشاهده نشد (شکل ۱۰).

ویتامین ث توت‌فرنگی: مطابق نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، بیشترین ویتامین ث توت‌فرنگی، مربوط به تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث و تیمارهای ترکیب ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر، ترکیب ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث، ترکیب ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و ترکیب ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بور و ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث مشاهده

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-06-28]



شکل ۱۰- تأثیر عنصر بور و ویتامین ث روی اسیدیته قابل تیتراسیون توت‌فرنگی. میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.



شکل ۱۱- تأثیر عنصر بور و ویتامین ث روی ویتامین ث توت‌فرنگی. میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

شد. کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۱۱).

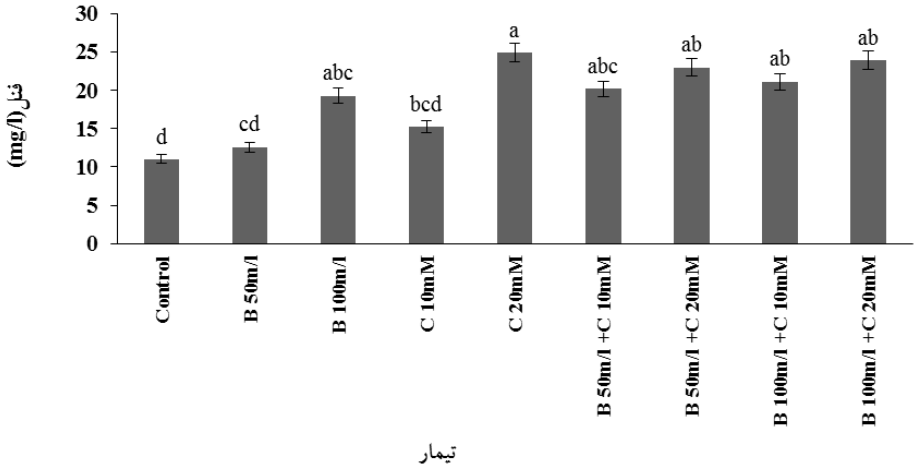
فنول توت‌فرنگی: نتایج مقایسه میانگین میزان فنول در میوه توت‌فرنگی نشان داد که به طورمعنی‌داری تحت تأثیر بور و ویتامین ث و ترکیب این دو تیمار قرار گرفته است (شکل ۱۲). بیشترین میزان فنول در میوه‌های تیمارشده با توت‌فرنگی ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر مشاهده گردیده است. سایر تیمارها هم نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان داده‌اند.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین آنتوسیانین در میوه توت‌فرنگی نشان داد که تیمار بور و ویتامین ث و تیمار ترکیبی آنها نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. به‌طوریکه بیشترین میزان آنتوسیانین در میوه‌های تیمارشده با بور ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر و ویتامین ث ۱۵۰ میلی‌گرم مشاهده شده است. سایر تیمارها هم نسبت به شاهد میزان آنتوسیانین را افزایش داده‌اند (شکل ۱۳).

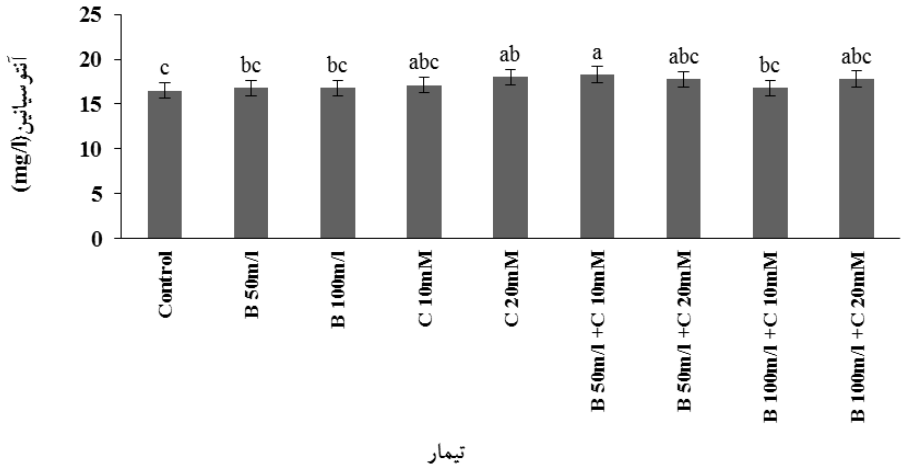
بحث

میوه توت‌فرنگی اگر به خوبی گرده افشانی گردد، تعداد فندقه میوه آن افزایش می‌یابد و این سبب افزایش اندازه میوه و

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-06-28]



شکل ۱۲- تأثیر عنصر بور و ویتامین ث روی میزان فنول در میوه توت‌فرنگی. میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.



شکل ۱۳- تأثیر عنصر بور و ویتامین ث روی میزان آنتوسیانین در میوه توت‌فرنگی. میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

عملکرد و حتی بهبود کیفیت آن می‌گردد. بنابراین، هر عاملی که سبب شود، رشد و نمو فندقه در میوه توت‌فرنگی افزایش یابد، سبب افزایش اندازه میوه آن می‌گردد. برای تشکیل میوه با شکل مطلوب لازم است، حداقل ۳۰ درصد از فندقه‌ها بارور شوند. حال اگر گرده‌افشانی با موفقیت صورت نگیرد، بعضی از بذور روی سطح خارجی توسعه نمی‌یابند، در نتیجه میوه‌ها کوچک و بدشکل می‌شوند. این حالت ممکن است با آسیب دیدن فندقه‌ها در اثر عوامل مختلف یا عدم گرده‌افشانی، اتفاق افتد. تمامی این حالات سبب جلوگیری از سنتز اکسین می‌شود، در نتیجه میوه به صورت غیریکنواخت رشد می‌کند (Cao *et al.*, 2015).

طبق نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر، کاربرد عنصر بور و اسید آسکوربیک، سبب بهبود عملکرد و کیفیت میوه توت‌فرنگی شدند. در این تحقیق، بیشترین ویتامین ث توت‌فرنگی، مربوط به تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر ویتامین ث و اثرات متقابل غلظت‌های مختلف ویتامین ث و بر مشاهده شد. این نتایج با مطالعات پیشین مطابقت دارد. کاربرد اسید آسکوربیک با غلظت ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام باعث بالابردن ارتفاع

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-06-28]

گیاه، تعداد برگ، سطح برگ و وزن تر و خشک در گیاه سینگونیوم شد (Nahed *et al.*, 2007). محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک به غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، روی درختان زیتون دو ساله رقم Hoj Blanca به طور قابل توجهی سطح برگ و تعداد شاخه‌ها را زیاد کرد، همچنین اسید آسکوربیک در این درختان با غلظت ۷۵ میلی‌گرم در لیتر، به طور معنی‌داری باعث افزایش میزان کلروفیل و وزن خشک گردید (Zulaikha, 2013). که نتایج حاصل از تحقیق حاضر را تأیید می‌نمایند.

بور یک عنصر ضروری برای رشد و توسعه گیاهان می‌باشد. بور دارای آثار مستقیم و غیرمستقیم بر باروری گیاه است. همچنین کمبود بر با کاهش فعالیت آنزیمی و کاهش هدایت روزنه و جذب CO_2 در برگ گیاهان بر روی گیاه تأثیر می‌گذارد (Han *et al.*, 2008). با توجه به مطالب گفته‌شده، کاربرد عنصر بور در تحقیق حاضر که سبب افزایش رشد و نمو میوه توت‌فرنگی شده است را تأیید می‌نمایند.

علی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۷) با انجام پژوهشی به منظور تأثیر محلول‌پاشی برگی بور بر صفات کمی و کیفی میوه توت‌فرنگی رقم اروماس در کشت هیدروپونیک دریافتند، کاربرد اسید بوریک با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر نقش چشمگیری در افزایش صفات کمی و کیفی توت‌فرنگی به غیر از میزان اسیدیته قابل تتراسیون داشت در پژوهشی دیگر مشخص شد که محلول‌پاشی اسید بوریک در درختان سیب سبب افزایش صفات رشدی، تشکیل میوه و عملکرد می‌شود (Sharma, 2002). که نتایج حاصل از تحقیق حاضر را تأیید می‌نمایند. کاربرد روی در پرتقال سبب افزایش طول لوله گرده و رشد آن شده در نتیجه باروری، تشکیل میوه و میزان محصول و قند میوه را افزایش می‌دهد (Quin, 1996).

در پرتقال کاربرد بور رشد لوله گرده، اندازه میوه و میزان قند آن را افزایش داد، این تأثیر به احتمال زیاد به دلیل اثر بور بر سنتز اکسین‌ها است (Ahmed and Abdel, 1995).

طی پژوهشی عکس‌العمل درختان انار، به محلول‌پاشی با اسید آسکوربیک صفر، ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر را بررسی کرده و گزارش کردند که محلول‌پاشی اسید آسکوربیک با غلظت ۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر، باعث افزایش معنی‌داری در کلروفیل برگ‌ها شد (Al-Douri, 2012). در خرمای رقم شاهانی کاربرد اسید بوریک باعث افزایش عملکرد گردید، به‌طوریکه بیشترین میزان طول میوه و وزن میوه مربوط به میوه‌های محلول‌پاشی‌شده با اسید بوریک بود (Khayyat *et al.*, 2007). خان و همکاران گزارش کردند، محلول‌پاشی بور و روی به صورت ترکیب با هم در نارنگی، موجب افزایش میزان TSS و TA/TSS گردید.

محلول‌پاشی اسید آسکوربیک منجر به افزایش مواد جامد محلول (TSS) در انگور Thompson seedless گردید که به علت تأثیر آنها در افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی است که در نتیجه آن فتوسنتز افزایش یافته و باعث افزایش کربوهیدرات‌ها می‌شود (Fayed, 2010). محلول‌پاشی اسید آسکوربیک بر درختان ۶ ساله هلو Swelling با غلظت ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش قابل توجهی در میزان مواد جامد محلول گردید (Shazly, 2013). محلول‌پاشی درختان انبه رقم Hindi با اسید آسکوربیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر در دو مرحله، در زمان تمام گل و دو هفته بعد از تشکیل میوه باعث افزایش رشد درخت، سطح برگ، مواد معدنی برگ، افزایش مواد جامد محلول و نسبت TSS/TA شده و ریزش میوه را کم کرد (El-Razak *et al.*, 2013). محلول‌پاشی آسکوربیک اسید بر روی درختان ۱۰ ساله پرتقال واشنگتن ناول، نشان داد که در غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام آسکوربیک اسید درصد بازشدن غنچه، جوانه گل مخلوط، تعداد کل گل آذین، تعداد کل گل‌های منفرد به طور قابل توجهی افزایش یافت. همچنین تعداد میوه در هر درخت نسبت به تیمار شاهد و عملکرد هر درخت افزایش یافت (Mahmoud, 2016).

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی در این تحقیق، نتایج نشان داد استفاده از غلظت‌های مختلف بور و ویتامین ث و ترکیب این دو سبب بهبود عملکرد رویشی و زایشی توت‌فرنگی شده است. تیمار اثرات متقابل

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-06-28]

ویتامین ث و اسید بوریک نتایج بهتری نسبت به کاربرد به تنهایی عنصر بور و ویتامین ث داشته و فعالیت آنتی‌اکسیدانی، مواد جامد محلول و میزان ویتامین ث افزایش دادند.

منابع

علی‌نژاد، الهشاه، مرادی، حسین، و صادقی، حسین (۱۳۹۷). تأثیر محلول‌پاشی برگی روی و بور بر صفات کمی و کیفی میوه توت‌فرنگی رقم اروماس در کشت هیدروپونیک. *نشریه علوم باغبانی*، ۳۲(۲)، ۲۲۶-۲۱۳.

Al-Douri, E. F. S. (2012). Response of pomegranate trees (*Punicagranatum*L.) cv. Salimi to organic fertilizer, NPK and foliar spray of boron and ascorbic acid. Ph. D. Dissertation, Mosul Univ., Iraq.

Ahmed, M, & Abdel, F. M. (1995). Effect of urea, some micronutrients, and growth regulators folair spray on the yield, fruit quality, and some vegetative of, 'Washington' navel orange trees. *HortScience*, *30*(4), 774-780.

Barker, A. V, & Pilbeam, D. J. (2007). Handbook of Plant Nutrition. By Taylor and Francis Group, CRC Press.

Cao, F., Guan, C., Dai, H., Li, X., & Zhang, Z. (2015). Soluble solids content is positively correlated with phosphorus content in ripening strawberry fruits. *ScientiaHorticulturae*, *195*, 183-187.

Basiouny, F. M. (1996). Blueberry fruit quality and storability influenced by postharvest application of polyamines and heat treatments. *Proccding Fland State Horticulturae Society*, *109*, 269-272.

El-Razek, E., Abd-Allah, A. S. E., & Saleh, M. M. S. (2013). Foliar spray of some nutrient elements and antioxidants for improving yield and fruit quality of hindi mango trees. *Journal of Scientific Research*, *14*(10), 1257-1262.

Fayed, T. A. (2010). Effect of some antioxidants on growth, yield and bunch characteristics of Thompson seedless grapevine. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciene*, *8*(3), 322-328.

Farahat, M. M., Soud Ibrahim, M. M., Lobna, S. L., & Fatma, E. M. (2007). Response of vegetative growth and some chemical constituents of *Cupressus sempervirens* L. to foliar application of ascorbic acid and zinc at Nurbaria. *World Journal of Agriculture Science*, *3*(3), 282-288.

Gallie, D. R. (2013). L-ascorbic acid: A multifunctional molecule supporting plant growth and development. *Scientifica*, 1-25.

Han, S., Chen, L. S., Jiang, H. X., Smith, B. R., Yang, L. T., &Xie, C. Y. (2008). Boron deficiency decreases growth and photosynthesis and increases starch and hexoses in leaves of citrus seedlings. *Journal of Plant Physiology*, *165*(13), 1331-1341.

Hendawy, S. F, & Ezz EL-Din, A. A. (2010). Growth and yield of Foeniculum vulgare var. azoricum as influensed by some vitamins and amino acids. *Ozean Journal of Applied Science*, *3*(1), 113-123.

Khayyat, M., Tafazoli, E., &Rajaee, S. (2007). Effect of nitrogen boron, potassium and zinc sprays on yield fruit quality data palm. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, *2*(3), 289-296.

Lolaei, A. (2011). Effect of boric acid, urea and calcium chloride on vegetative and reproductive growth of strawberry (*Fragaria ananassa* cv. Camarosa). *Journal of Plant and Ecosystem*, *7*(1), 43-52.

Krizek, D. T., Britz, S. J., &Mirecki, R. M. (1998). Inhibitory effects of ambient levels of solar UV -A and UV -B radiation on growth of *Lactuca sativa* L. cv. new red fire lettuce. *Physiologia Plantarum*, *10*3, 1-7.

Malik, C. P, & Singh, M. B. (1980). Plant Enzymology and Histoenzymology. Kalyani Publishers. New Dehli.

Mahmoud, T. A. (2016). Effect of foliar sprays with ascorbic acid on flowering, fruit set and yield of washington navel orange trees citrus. *Journal, Plant Production, Mansoura University*, *7*(5), 519-529.

Nahed, G. A., El-Aziz, A., Fatma, E. M., & Farahat, M. M. (2007). Response of vegetative growth and some chemical constituents of syngoniumpodophyllum to foliar application of thiamine, ascorbic acid and kinetin to nurbaria. *World Journal of Agricultural Science*, *3*(3), 301-305.

Nahed, G. A., Lobna, T., & Soad, M. I. (2009). Some studies on effect of putresine, ascorbic acid and thiamine on growth, flowering and some chemical constituents of Gladiolus plants at Nurbaria. *Ozean Journal of Applied Science*, *2*(2), 169-179.

Oszmianski, J, &Wojdylo, A. (2009). Comparative study of phenolic content and antioxidant activity of strawberry puree, clear, and cloudy juices. *European Food Research and Technology*, *228*(4), 623-631.

Pandey, A., Mohd, Kh., Hamurcu, M., Gezgin, S., & EsrefHakki, E. (2017). Boron deficiency responses on nutrients composition in brachypodiumdistachyon, a model for wheat. *Journal of Biochemistry*, *256*, 39.

Pavent, V., Olmos, E., Kiddle, G., Mowla, S., Kumar, S., Antoniw, J., Alvarez, M. E., & Foyer, C. H. (2005). Ascorbic acid deficiency activates cell death and disease resistance responces in Arabidopsis. *Plant Physiology*, *139*, 1291-1303.

Quin, X. (1996). Foliar sprays of B, Zn and Mg and their effects on fruit production and quality of jincheng orange. *Journal of South west Agricultural University*, *18*(1), 40-45.

Rafeii, S, &Pakkish, Z. (2014).Effect of Boric acid spray on growth and development of strawberry (*Fragaria ananassa* cv. Camarosa). *International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research*, *2*(4), 1060-1063.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-06-28]

Ravi, S., Channal, H. T., Hebsur, N. S., Patil, B. N., &Dharmatti, P. R. (2008). Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Karnataka Journal of Agriculture Science*, *21*(3), 382-385.

Sharma, R. R. (2002). Growing Strawberries. Scientist Division of fruit and Horticulture Technology. Indian Agricultural Research Institute. New Delhi, International Book Distributing Co.

Shazly, E. (2013). Effect of some agro-chemical preharvest foliar application on yield and quality of Swelling peach trees. *Alexander Journal of Agricultural Research*, *58*(3), 219-229.

Tariq, M, & Mott, C. J. B. (2006). Effect of boron supply on the uptake of micronutrients by radish. *Journal of Agricultural and Biological Science*, *1*(2), 1-8.

Wojcik, P, & Lewandowski, M. (2003). Effect of calcium and boron sprays onyield and quality of Elsanta Strawberry. *Journal of Plant Nutrition*, *26*(3), 671-682.

Zulaikha, R. (2013). Effect of foliar spray of ascorbic acid, zinc, seaweed extracts force and bio fertilizers ovegetative growth and root growth of olive (*Olea europea* L.) transplants cv. Hogblanca. *International Journal of Pure and Applied Sciences*, *17*(2), 79-89.

Zokaee Khosroshahi, M. R., Esna-ashari, M., & Ershadi, A. (2007). Effect of exogenous putrescine on postharvest life of strawberry fruit. *Journal of Scientia Horticulturae*, *114*, 27-32.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-06-28]

The effect of boron and vitamin C foliar application on the yield and quality of strawberry fruit

Mohammadreza Agheli[1], Zahra pakkish*[1] and Soheila Mohammadrezakhani[2]

[1] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
[2] South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Jiroft, Iran
(Received: 2023/12/10, Accepted: 2024/06/24)

Abstract

Strawberry is a very tasty fruit with high nutritional value, so it is important to increase the size of the fruit and its quality. The aim of this study was to investigate the effect of boron and vitamin C on the yield and quality of strawberry fruit. The research was carried out as a completely randomized design experiment with 9 treatments and 4 replications at the beginning of flowering. The treatments include boron (50 and 100 mg/L) and vitamin C (150 and 300 mg/L) and their combination. Traits such as leaf area, chlorophyll index, weight of primary fruit, weight of secondary fruit, number of achenes of primary fruit, number of hazelnuts of secondary fruit, yield, soluble solids, pH, organic acids and vitamin C were investigated. The results showed that the use of different concentrations of boron and vitamin C and the combination of these two causes the improvement of leaf surface, chlorophyll index, primary fruit weight, secondary fruit weight, primary fruit hazelnut number, secondary fruit hazelnut number, yield, soluble solids, pH, organic acids and vitamin C of strawberry fruit. Combination treatments of 100 mg/L of boron and 300 mg/L of vitamin C and combination treatment of 100 mg/L of boron and 150 mg/L of vitamin C, combination of 50 mg/L of boron and 300 mg/L of vitamin C, and combination treatment of 50 mg/L of boron and 150 mg/L of vitamin C showed better results in the examined traits. According to the results obtained from the present research, the combination of boron and vitamin C improved the quantitative and qualitative characteristics of strawberry fruit better than their use alone.

Keywords: Chlorophyll index, Strawberry, Vitamin C, Yield

Corresponding author, Email: zahra pakkish@uk.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-06-28]