مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۵ شماره ۳ صفحه‌های ۳۶۹ تا ۳۸۴ (۱۴۰۳)
مقاله پژوهشی

اثر کاربرد برگی پیش از برداشت اسیدآمینه و عصاره جلبک دریایی بر خصوصیات کمی و کیفی میوه توت‌فرنگی طی انبارداری

The Effect of Preharvest Foliar Application of Amino Acid and Seaweed Extract on Quantitative and Qualitative Characteristics of Strawberry Fruit During Storage

شهربانو آخوندی[۱]، فریال وارسته *[۱]، اسماعیل سیفی[۱] و نعیمه سوخت سرایی[۲]
۱- گروه علوم و مهندسی باغبانی و فضای سبز، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
۲- سازمان جهاد کشاورزی، گرگان، ایران
*نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (f.varasteh@gau.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۲۷، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۹/۱۹

چکیده

به‌دلیل فسادپذیری بالا و انبارمانی کم توت‌فرنگی، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی محلول‌پاشی اسیدآمینه و عصاره جلبک دریایی بر خصوصیات کمی، کیفی و انبارمانی توت‌فرنگی رقم کاماروسا، به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ انجام شد. اسیدآمینه و عصاره جلبک دریایی (غلظت یک و دو گرم در لیتر) طی سه مرحله قبل از گلدهی، زمان گلدهی و تشکیل میوه محلول‌پاشی شدند. میوه‌ها پس از تغییر رنگ سه چهارم سطح به رنگ قرمز، برداشت و در دمای ۱±۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ روز نگهداری و خصوصیات کمی و کیفی آن‌ها هر پنج روز یک‌بار اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که توت‌فرنگی‌های محلول‌پاشی شده با اسیدآمینه به علت پایین بودن درصد کاهش وزن و میزان پایین‌تر اسیدیته از خصوصیات کیفی بالاتری در طی انبارداری برخوردار بودند. همچنین محلول‌پاشی با اسیدآمینه مقدار مواد جامد محلول، ترکیبات قندی، ویتامین ث، آنتوسیانین، فلاونوئید، فنول کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها را به میزان ۵/۵-۱/۲ برابر نسبت به شاهد افزایش داد. به‌طورکلی، کاربرد یک گرم در لیتر اسیدآمینه و همچنین یک گرم در لیتر عصاره جلبک دریایی در افزایش عملکرد میوه، حفظ و بهبود ویژگی‌های انبارداری توت‌فرنگی رقم کاماروسا در مقایسه با سایر تیمارها اثر بیشتری داشتند.

واژه‌های کلیدی: فعالیت آنتی اکسیدانی، ترکیبات فیتوشیمیایی، جلبک دریایی، ویتامین ث.

مقدمه

توت‌فرنگی (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) میوه‌ای نافرازگرا است که علاوه بر رنگ و طعم جذاب، دارای ترکیبات مغذی و آنتی‌اکسیدانی (مانند ترکیبات فنولی، آنتوسیانین‌ها، اسکوربیک اسید و کاروتنوئیدها) است که به سلامت انسان کمک می‌کنند (Tulipani *et al.*, 2011; Nguyen & Nguyen, 2021). یکی از مشکلات میوه توت‌فرنگی، کوتاه بودن عمر پس از برداشت است. این میوه به‌دلیل داشتن بافت نرم، فعالیت متابولیکی و تنفس بالایی دارد و به علت از دست دادن سریع رطوبت، حساسیت به آسیب مکانیکی و پوسیدگی میکروبی به شدت فسادپذیر می‌باشد (Nazoori *et al.*, 2020; Nguyen & Nguyen, 2021). بنابراین استفاده از روش‌هایی که سبب بهبود ویژگی‌های کیفی محصول و افزایش ماندگاری آن طی انبارداری یا بازاررسانی شوند از دیدگاه تولید و بازاریابی حائز اهمیت است.

در سال‌های اخیر، ترکیبات آلی کاربرد گسترده‌ای در بهبود کیفیت محصولات باغی داشته‌اند که نه تنها برای محیط زیست بی‌خطرند، بلکه خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و نیز رشد، عملکرد و کیفیت محصولات گیاهی را بهبود می‌بخشند (Sadeghi Chah-Nasir *et al.*, 2023). اسیدهای‌آمینه ترکیبات نیتروژن‌دار آلی و به‌عنوان پیش‌ساز و اجزای تشکیل دهنده

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

پروتئین‌ها در گیاهان هستند که متابولیسم گیاه را تنظیم کرده و به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم بر رشد و نمو گیاه اثر می‌گذارند. علاوه بر این، اسیدهای‌آمینه با خواص آنتی‌اکسیداتیو خود نقش مهمی در دفاع گیاه در برابر تنش اکسیداتیو ناشی از شرایط نامطلوب دارند. آن‌ها مسئول افزایش بیوسنتز پروتئین‌ها، رنگدانه‌های گیاهی، ویتامین‌ها و هورمون‌های طبیعی مانند ایندول استیک اسید و اتیلن و تحریک تقسیم سلولی هستند (Mahmud *et al.*, 2016). پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد کاربرد خارجی اسیدهای‌آمینه در بهبود عملکرد و کیفیت میوه‌ها نقش مثبتی دارد. محلول‌پاشی ترکیبات آلی (تیمارهای اسیدآمینه و اسید هیومیک) باعث بهبود عملکرد، اجزای عملکرد و صفات کیفی میوه گوجه‌فرنگی شد به طوری که کاربرد ترکیبی اسید هیومیک (۳ گرم در لیتر)+ اسیدهای‌آمینه (۳ گرم در لیتر) بیشترین تأثیر را در بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه گوجه‌فرنگی داشت (Sadeghi Chah-Nasir *et al.*, 2023). کاربرد اسیدآمینه آرژنین قبل از برداشت به‌ویژه در غلظت ۴۰۰ میکرومولار سبب افزایش سفتی میوه، pH، مواد جامد محلول و کاهش آسیب سرمایی و از دست‌دهی وزن میوه گیلاس شد (Pakkish & Mohammadrezakhani, 2022). همچنین آرژنین سبب افزایش فنول کل، آنتوسیانین، کاروتنوئید، ظرفیت آنتی اکسیدانی، مواد جامد محلول کل، pH، وزن دانه و میوه انبه شد (Pakkish & Mohammadrezakhani, 2021). نتایج بررسی Bidaki و همکاران (2018) در زمینه اثر اسیدهای‌آمینه (گلوتامین، آلانین و آرژنین) در سه سطح (صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میکرومولار) بر دو رقم توت‌فرنگی (کاماروسا[1] و گاویتا[2]) نشان داد که اسیدهای‌آمینه سبب افزایش مواد جامد محلول، آنتوسیانین، محتوای فنول کل، فلاونوئید و فعالیت آنتی‌اکسیدانی شدند. محلول‌پاشی و یا تیمار خاکی اسیدهای‌آمینه اثر مثبتی بر بهره‌وری و کیفیت میوه، محتوای مواد معدنی برگ و محتوای کلروفیل میوه هلو رقم فلوریدا پرنس[3] دارد (Abd El-Razek & Saleh, 2012). استفاده از اسیدآمینه، پوترسین و اسیدسالیسیلیک در میوه زردآلو باعث افزایش وزن و عملکرد میوه در هنگام برداشت شد. به‌علاوه، سبب کاهش پوسیدگی و از دست دادن وزن در طول دوره نگهداری شد و سبب تاخیر در تغییرات سفتی، اسیدیته، مواد جامد محلول، ویتامین C، قند کل، فنول کل و سرعت تنفس در مقایسه با شاهد شد (Abd El Wahab, 2015).

عصاره جلبک دریایی *Ascophyllum nodosum* L. منبع شناخته شده‌ای از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی مانند سیتوکینین‌ها، اکسین‌ها و ترکیبات شبه‌اکسینی، جیبرلین‌ها، آبسیزیک اسید، براسینو استروئیدها، مواد آلی، کودهای مغذی، اسیدهای‌آمینه، پلی‌ساکاریدها، ویتامین‌ها، ترکیبات بتائین و شبه‌بتائین است. عصاره جلبک دریایی نقش مهمی در متابولیسم و بهره‌وری گیاهان داشته و در سال‌های اخیر به‌عنوان جایگزین کودهای شیمیایی در باغبانی و کشاورزی استفاده شده است (Zodape *et al.*, 2010; Mahmud *et al.*, 2016). از جمله مزایای استفاده از کود جلبک دریایی در کشاورزی می‌توان به رشد و گسترش بیشتر ریشه‌ها، جوانه‌زنی بهتر و سریع‌تر بذرها، به تأخیر انداختن پیری میوه‌ها، افزایش عمر پس از برداشت محصولات، افزایش توان و مقاومت گیاهان در برابر تنش‌های زنده و غیرزنده و افزایش کمیت و کیفیت میوه‌ها اشاره کرد (Hernández-Herrera *et al.*, 2014). آثار مثبت عصاره جلبک دریایی بر محصولاتی مانند توت‌فرنگی (Alam *et al.*, 2013)، گوجه‌فرنگی (Hernández-Herrera *et al.*,2014) و انگور (Norrie & Keathley, 2006) گزارش شده است. افزایش عملکرد میوه در اثر محلول‌پاشی برگی کود جلبک دریایی طی رشد به حضور تنظیم‌کننده‌های رشدی همچون استیک اسید (اکسین)، جیبرلین، کینتین و زآتین در عصاره جلبک دریایی نسبت داده شده است (Prasad *et al.*, 2010). محلول‌پاشی عصاره جلبک دریایی (۲ میلی‌لیتر در لیتر) به تنهایی یا همراه با اسیدهای‌آمینه (۰/۵ میلی‌لیتر در لیتر) سبب افزایش قابل توجهی در تشکیل میوه و عملکرد سیب شد. در پایان دوره انبارداری، کاربرد مخلوط عصاره جلبک دریایی (۲ میلی‌لیتر در لیتر) و اسیدهای‌آمینه (۰/۵ میلی‌لیتر در لیتر) بیشترین مقدار روشنایی رنگ، سفتی میوه، محتوای مواد جامد محلول و کمترین هیو رنگ (تراکم بالای رنگ قرمز)، درصد کاهش وزن و درصد اسیدیته قابل تیتر را به همراه داشت (Mahmud *et al.*, 2016).

۱- Camarosa ۲- Gavita ۳- Florida Prince

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

با توجه به اثرات مثبت ترکیبات زیستی بر شاخص‌های عملکرد و کیفیت محصولات باغی، این پژوهش با هدف بررسی اثر کاربرد برگی اسیدآمینه و عصاره جلبک دریایی بر کمیت و کیفیت میوه توت‌فرنگی در زمان برداشت و همچنین ویژگی‌های کیفی و انبارمانی پس از برداشت آن انجام شد.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی محل انجام آزمایش و اعمال تیمار

این پژوهش در سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹ در مزرعه توت‌فرنگی واقع در روستای قرن آباد (مختصات جغرافیایی E ۵۴.۶۱۱۰۰۰ و N۳۶.۸۰۶۶۶۲) واقع در ۲۰ کیلومتری شهرستان گرگان اجرا شد. پس از آماده‌سازی بستر کشت و مصرف کودهای پایه (فسفر، پتاسیم و نیتروژن) بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱)، ردیف‌هایی به طول ۱۵ سانتی‌متر و عرض ۱/۲۰ متر به‌صورت پشته ایجاد شد. به‌منظور جلوگیری از رشد علف‌های هرز و تماس مستقیم میوه با خاک، روی پشته‌ها مالچ پلاستیکی کشیده شد. در اواخر پاییز (۱۴ آذر ماه) نشاهای توت‌فرنگی کاماروسا با فاصله روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر در چهار ردیف کشت شدند. بلافاصله پس از نشاء آبیاری صورت گرفت و به‌طور منظم تا پایان زمان برداشت ادامه یافت. در طول دوره رشد کودهای ماکرو و میکرو کامل بر اساس دستور شرکت تولیدی به‌صورت محلول‌پاشی (روش متداول منطقه) مصرف شد.

جدول ۱- تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه در عمق ۳۰-۰ سانتیمتری خاک

Table 1. Physical and chemical analysis of the field soil (0-30 cm depth)

بافت خاک Soil texture	اسیدیته pH	شوری EC	کربن آلی O.C	نیتروژن N	فسفر P	پتاسیم K	منگنز Mn	آهن Fe	روی Zn	مس Cu
		(ds/m)	%		mg/Kg					
Si-C-L	7.1	0.91	1.85	0.25	17.3	145	10.4	25.2	4.1	2.1

تیمارهای مورد آزمایش شامل اسیدآمینه پودری نوتری‌پرو (شرکت پروتئو، ساخت کشور ایتالیا) حاوی ۹۰ درصد اسیدآمینه، ۳۹/۴ درصد کربن آلی و ۱۴ درصد نیتروژن، در غلظت‌های یک و دو گرم در لیتر، عصاره جلبک دریایی *Ascophyllum nodosum* (آکادین، ساخت کشور کانادا) حاوی ۴۵ درصد مواد آلی، ۱۷ درصد پتاسیم، ۰/۲ درصد فسفر و ۰/۷ درصد نیتروژن در غلظت‌های یک و دوگرم در لیتر و تیمار شاهد (بدون محلول‌پاشی) بودند و طی سه مرحله قبل از گلدهی، زمان گلدهی و تشکیل میوه (به‌فواصل ۱۰ روز) محلول‌پاشی شدند. پس از اینکه سه چهارم سطح میوه‌ها به رنگ قرمز تغییر یافت، برداشت میوه‌ها انجام شد. سپس میوه‌ها از نظر اندازه و یکنواختی تفکیک شدند و پس از حذف میوه‌های نرم، آسیب‌دیده و غیریکنواخت، میوه‌های سالم، هم‌اندازه و یکنواخت به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشکده‌ی تولید گیاهی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انتقال یافتند. میوه‌ها در دمای ۱±۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ روز نگهداری شدند و ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی آن‌ها هر پنج روز یک‌بار تا روز پانزدهم انبارداری انجام شد.

اندازه‌گیری صفات فیزیکوشیمیایی و بیوشیمیایی میوه توت‌فرنگی

پس از برداشت وزن میوه با استفاده از ترازوی دیجیتال (مدل GF-300، ساخت کشور ایتالیا) با دقت ۰/۰۰۱ ثبت شد. به‌منظور اندازه‌گیری درصد کاهش وزن، در ابتدای آزمایش و طی دوره انبارداری وزن میوه‌ها در واحدهای آزمایشی اندازه‌گیری شد و تغییرات مزبور به‌صورت درصد کاهش وزن با استفاده از رابطه ۱ بیان گردید:

رابطه (۱): درصد کاهش وزن= (وزن اولیه - وزن ثانویه) / وزن اولیه ×۱۰۰

طول، قطر بزرگ و قطر کوچک میوه‌ها در زمان برداشت با استفاده از کولیس دیجیتال اندازه‌گیری و بر حسب میلی‌متر ثبت شد.

برای اندازه‌گیری غلظت مواد جامد محلول میوه از دستگاه رفراکتومتر دیجیتال (مدل ABBE، ساخت شرکت CETi، کشور بلژیک) استفاده شد و غلظت بر حسب درصد بیان شد (Varasteh & Zamani, 2022).

pH عصاره میوه با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتال (LABTRON PHT-110، ساخت کشور رومانی) قرائت گردید.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

جهت تعیین اسیدیته قابل تیتر از روش تیتراسیون با استفاده از سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH حدود ۸/۱ استفاده شد (Varasteh & Zamani, 2022).

به‌منظور استخراج قندهای محلول، ۴۰ میلی‌گرم از بافت تر میوه توت‌فرنگی به‌همراه ۵ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد مخلوط و به‌مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب گرم (بن‌ماری) با دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار گرفت. پس از سانتریفیوژ و جداسازی فاز شفاف عمل استخراج چهار بار دیگر تکرار شد. در نهایت عصاره الکلی با حرارت ۷۰ یا ۱۰۰ درجه‌ی سلسیوس تغلیظ و حجم آن به یک‌پنجم حجم اولیه رسید. فاز آبی حاصل پس از سانتریفیوژ در *g* ۱۰۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه جداسازی و برای اندازه‌گیری انواع قندهای محلول استفاده شد. قند کل توسط معرف آنترون در طول موج ۶۲۰ نانومتر و گلوکز در طول موج ۵۷۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (UV/VIS 2800، ساخت شرکت یونیکو، کشور آمریکا) با استفاده از منحنی استاندارد گلوکز بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن تر محاسبه شدند. فروکتوز، با قرائت جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۲۰ نانومتر با استفاده از منحنی استاندارد فروکتوز محاسبه و بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن تر بیان شد. جهت سنجش ساکارز نیز جذب نور نمونه‌ها در طول موج ۶۲۰ نانومتر ثبت شد و میزان ساکارز با استفاده از منحنی استاندارد مربوطه محاسبه و برحسب میلی‌گرم در گرم وزن تر بیان گردید (Mirshekari *et al.*, 2017).

ویتامین C با روش تیتراسیون با محلول ید اندازه‌گیری شد و مقدار ویتامین ث بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه محاسبه گردید (Manolopoulou & Papadopoulou, 1998).

تعیین مقدار آنتوسیانین به روش Wanger (1979) صورت گرفت. عصاره شفاف میوه با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر قرائت و مقدار آنتوسیانین با استفاده از رابطه ۲ بر حسب میکرومول در گرم وزن تر میوه محاسبه شد.

رابطه (۲): $A=\varepsilon bc$

در این رابطه A: مقدار جذب، €: ضریب خاموشی معادل $۳۳۰۰ mMcm^{-1}$، b: عرض کووت اندازه‌گیری برابر ۱ سانتی‌متر، *c*: آنتوسیانین برحسب مول بر گرم وزن تر می‌باشد.

فنول‌کل میوه با روش فولین سیوکالتیو اندازه‌گیری شد. جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۶۰ نانومتر خوانده شد و فنول‌کل برحسب میلی‌گرم اسید گالیک در گرم نمونه تازه محاسبه گردید (Slinkard & Singleton, 1977). سنجش فلاونوئید کل با روش رنگ سنجی آلومینیوم کلراید در طول موج ۴۱۵ نانومتر انجام شد و فلاونوئید کل بر حسب میلی‌گرم کوئرستین در گرم وزن تازه بیان شد (Chang *et al.*, 2002).

فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره میوه توت‌فرنگی با روش درصد مهار رادیکال آزاد DPPH اندازه‌گیری و میزان جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت و درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی از رابطه (۳) محاسبه گردید.

فعالیت آنتی اکسیدانی (٪) = $(Ac - As) / Ac \times 100$

رابطه (۳):

در این رابطه، Ac میزان جذب DPPH و As میزان جذب نمونه می‌باشد (Boudet, 2007).

واکاوی آماری

آزمایش حاضر به صورت فاکتوریل با دو فاکتور محلول‌پاشی اسیدآمینه و عصاره جلبک دریایی (در دو غلظت یک و دو گرم در لیتر) و زمان انبارداری (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ روز) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. واکاوی آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و Excel انجام گرفت و مقایسه میانگین‌های هر صفت نیز با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال ۵ درصد بررسی شد.

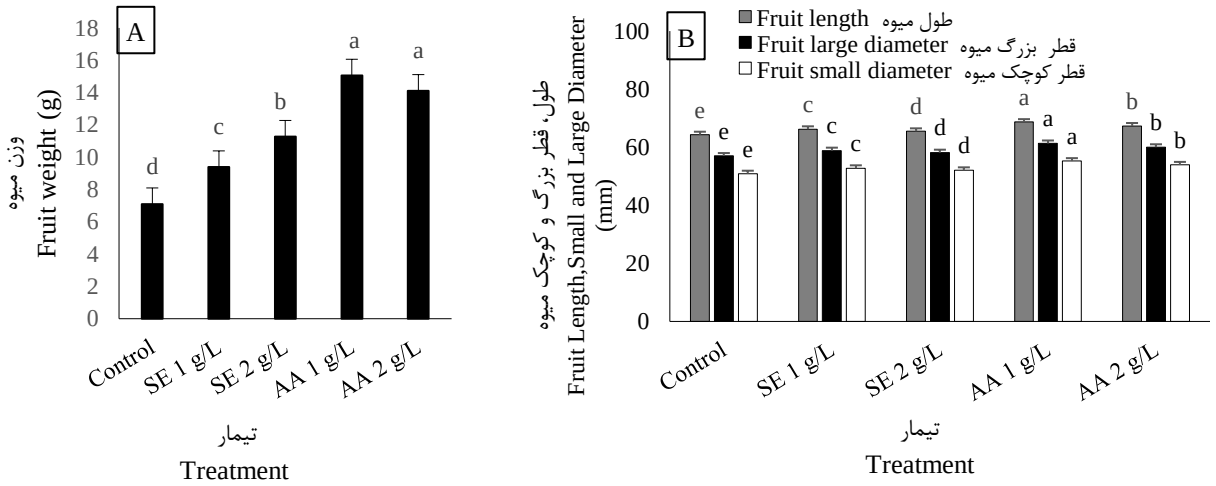
نتایج

ارزیابی صفات رشدی و عملکرد میوه

محلول‌پاشی برگی عصاره جلبک دریایی و اسیدآمینه بر خصوصیات رشدی و عملکرد میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا (وزن، طول، قطر بزرگ و کوچک میوه) در سطح یک درصد اثر معنی‌داری داشت. نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر تیمار بر وزن میوه نشان داد بیشترین میزان وزن میوه (۱۵/۰۶ گرم) مربوط به تیمار اسیدآمینه یک گرم در لیتر بود که از لحاظ آماری با تیمار

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

اسیدآمینه دو گرم در لیتر اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین وزن میوه (۷/۰۹ گرم) مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۱-A). همان‌طورکه در شکل نشان داده شده است بیشترین طول (۶۸/۶۷ میلی‌متر)، قطر بزرگ (۶۱/۳۲ میلی‌متر) و قطر کوچک میوه (۵۵/۲۴ میلی‌متر) مربوط به تیمار اسیدآمینه یک گرم در لیتر بود، درحالی‌که تیمار شاهد کمترین طول، قطر بزرگ و کوچک میوه به ترتیب به میزان ۶۴/۳۴، ۵۶/۹۹ و ۵۰/۹۱ میلی‌متر را نشان داد (شکل ۱-B).



شکل ۱- اثر کاربرد برگی اسیدآمینه و عصاره جلبک دریایی بر وزن، طول و قطر میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا، A: وزن میوه، B: طول، قطر بزرگ و کوچک میوه. شاهد: بدون محلول‌پاشی، SE1, 2: عصاره جلبک دریایی در غلظت ۱ و ۲ گرم بر لیتر، A1, 2: اسیدآمینه در غلظت ۱ و ۲ گرم بر لیتر. میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Fig. 1. The effect of foliar application of amino acid and seaweed extract on Camarosa strawberry fruit weight, length, and diameter, A: Fruit weight, B: Fruit length, large and small diameter. Control: No treatment, SE 1 and 2 g L^{-1}: Seaweed extract concentration (1 and 2 g L^{-1}), AA 1 and 2 g L^{-1}: Amino acid concentration (1 and 2 g L^{-1}). Means with the same letter are not significantly different using the LSD test at $P \leq 0.05$.

ارزیابی صفات فیزیکوشیمیایی و ترکیبات قندی میوه

تیمار محلول‌پاشی پیش از برداشت و زمان انبارداری در سطح یک درصد اثر معنی‌داری بر صفات مورد بررسی داشت و همان‌طورکه در شکل ۲-A نشان داده شده است درصد کاهش وزن میوه از روز اول تا روز پانزدهم انبارداری افزایش یافت. کاهش وزن در نمونه‌های محلول‌پاشی شده نسبت به شاهد کمتر بود. کمترین درصد کاهش وزن به ترتیب به میزان ۳ و ۳/۲ درصد در غلظت ۱ و ۲ گرم در لیتر اسیدآمینه در روز پنجم مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. بالاترین درصد کاهش وزن میوه (۲۱ درصد) در تیمار شاهد در روز پانزدهم انبارداری مشاهده شد.

نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر متقابل تیمار و زمان انبارداری نشان داد که pH میوه توت‌فرنگی طی انبارداری افزایش یافت و این افزایش با محلول‌پاشی یک و دو گرم در لیتر اسیدآمینه بیش‌تر از محلول‌پاشی جلبک دریایی است. بیشترین میزان pH در میوه‌های تیمارشده با یک گرم در لیتر اسیدآمینه در روز دهم انبار مشاهده شد. نمونه‌های شاهد کمترین pH را نشان دادند (شکل ۲-B).

مطابق شکل ۲-C، مواد جامد محلول میوه توت‌فرنگی طی دوره انبارداری افزایش یافت و این افزایش تحت تیمار محلول‌پاشی با اسیدآمینه بیش‌تر از محلول‌پاشی با جلبک دریایی است. بیشترین میزان مواد جامد محلول (۱۴/۹۸ درصد) در میوه‌های

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

تیمارشده با یک گرم در لیتر اسیدآمینه در روز دهم انبار مشاهده شد هر چند با روز پانزدهم و پنجم تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین مواد جامد محلول (۱۰/۰۷ درصد) در تیمار شاهد در ابتدای انبارداری ثبت شد.

نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر متقابل تیمار و زمان انبارداری بر میزان اسیدیته قابل تیتر میوه نشان داد که در طی انبارداری اسیدیته قابل تیتر میوه در همه تیمارها و شاهد از روز اول تا روز پانزدهم انبارداری کاهش یافت و میزان کاهش با محلول‌پاشی یک و دو گرم در لیتر اسیدآمینه بیشتر از محلول‌پاشی یک و دو گرم در لیتر جلبک دریایی است. به‌طوری‌که کمترین اسیدیته قابل تیتر میوه در محلول‌پاشی یک و دو گرم در لیتر اسیدآمینه طی روزهای دهم و پانزدهم انبارداری ثبت شد. بیشترین اسیدیته در میوه‌های شاهد با اختلاف معنی‌دار نسبت به سایر تیمارها مشاهده شد (شکل ۲-D).

همانطور که در شکل ۳- A تا D نشان داده شده است میزان گلوکز، فروکتوز، ساکارز و قند کل میوه توت‌فرنگی طی انبارداری افزایش یافت و این افزایش با محلول‌پاشی اسیدآمینه با اختلاف معنی‌داری بیش‌تر از محلول‌پاشی جلبک دریایی و شاهد بود. بیشترین میزان گلوکز، فروکتوز و ساکارز میوه به‌ترتیب به میزان ۳۴/۶، ۷/۷۶ و ۷/۸۱ میلی‌گرم در گرم وزن تر در تیمار یک میلی‌گرم در لیتر اسیدآمینه در روز دهم انبارداری ثبت شد هرچند با روزهای دیگر انبارداری تفاوت معنی‌داری نداشت. بالاترین قند کل (۷۵/۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر) از میوه‌های تیمار شده با یک گرم در لیتر اسیدآمینه در روز پانزدهم انبارداری بدست آمد که با سایر روزها تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین میزان گلوکز، فروکتوز، ساکارز و قند کل در تیمار شاهد مشاهده شد.

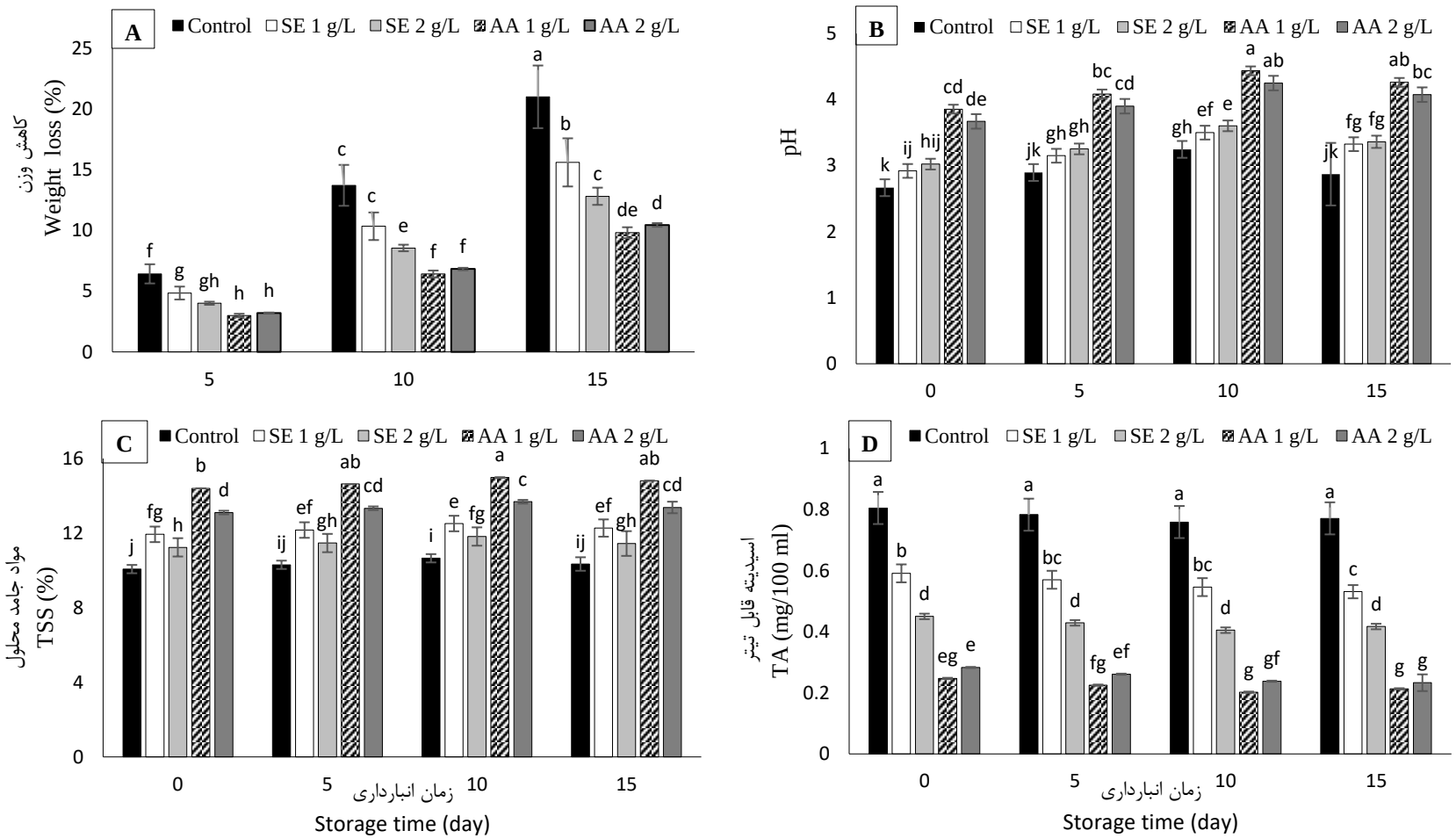
ارزیابی صفات بیوشیمیایی میوه

همانطور که در شکل ۴-A نشان داده شده است میزان ویتامین C میوه توت‌فرنگی طی دوره انبارداری کاهش یافت اما محلول‌پاشی با اسیدآمینه محتوای ویتامین C میوه را نسبت به عصاره جلبک دریایی و تیمار شاهد بهتر حفظ نمود. بیشترین میزان ویتامین C (۱۶/۶۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) در غلظت یک گرم در لیتر اسیدآمینه در روز پنجم انبارداری مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با روز اول (۱۶/۴۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) نداشت. کمترین میزان ویتامین C در تیمار شاهد در روز پانزدهم انبارداری (۱۱/۶۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه) مشاهده شد.

مقایسه میانگین‌های مربوط به برهمکنش تیمار و زمان انبارداری بر میزان آنتوسیانین میوه نشان داد که طی انبارداری محتوای آنتوسیانین میوه افزایش یافت و این افزایش در میوه‌های محلول‌پاشی شده با اسیدآمینه با اختلاف معنی‌داری بیش‌تر از محلول‌پاشی جلبک دریایی و شاهد بود. به‌طورکلی بیشترین میزان آنتوسیانین میوه (۰/۲ میکرومول در گرم وزن تر) در تیمار یک گرم در لیتر اسیدآمینه در روز دهم مشاهده شد که ۲/۳۵ برابر بیشتر از تیمار شاهد در روز پانزدهم (کمترین میزان آنتوسیانین) بود (شکل ۴-B).

مطابق شکل ۴-C، D و E، محتوی فنول کل، فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه توت‌فرنگی طی دوره انبارداری کاهش یافت اما محلول‌پاشی میوه‌ها با اسیدآمینه (به‌ویژه در غلظت ۱ گرم در لیتر) به‌طور معنی‌داری سبب حفظ و افزایش ترکیبات فوق در مقایسه با جلبک دریایی و شاهد شد. بیشترین محتوی فنول کل، فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (به ترتیب ۷/۴۸ و ۲/۱۱ میلی‌گرم در گرم وزن تر و ۵۵/۰۶ درصد) در تیمار یک گرم در لیتر اسیدآمینه در روز پنجم انبارداری مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با سایر دوره‌های انبارداری نداشت. کمترین محتوی فنول کل در تیمار شاهد در روز دهم (۵/۷۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر) و کمترین فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تیمار شاهد در روز پانزدهم (به‌ترتیب ۱/۳۴ میلی‌گرم در گرم وزن تر و ۲۲/۱۸ درصد) مشاهده شد.

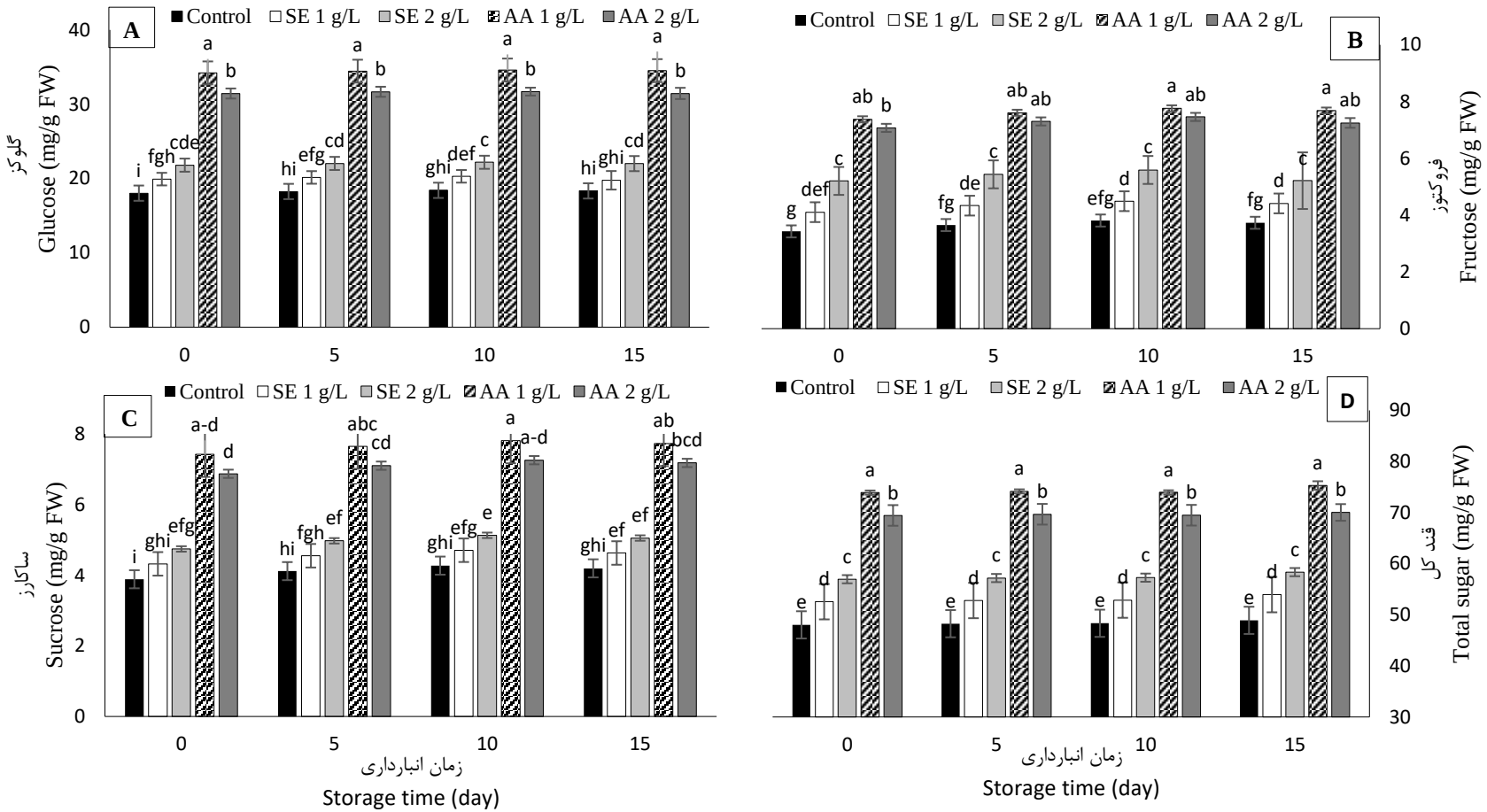
[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]



شکل ۲- اثر کاربرد برگی (اسیدآمینه و عصاره جلبک دریایی) و زمان انبارداری (روز ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵) بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه توت‌فرنگی. A: درصد کاهش وزن، B: pH میوه، C: مواد جامد محلول،D: اسیدیته قابل تیتر. شاهد: بدون محلول‌پاشی، SE 1, 2: عصاره جلبک دریایی در غلظت ۱ و ۲ گرم بر لیتر، AA 1, 2: اسیدآمینه در غلظت ۱ و ۲ گرم بر لیتر. میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Fig. 2. The effect of foliar application (amino acid and seaweed extract) and storage time (Day 0, 5, 10, and 15) on the physicochemical characteristics of strawberry fruit. A: Weight loss percent, B: pH, C: TSS, D: TA. Control: without spraying, SE 1 and 2 g L^{-1}: Seaweed extract at 1 and 2 g L^{-1}, AA 1 and 2 g L^{-1}: Amino acid at 1 and 2 g L^{-1}. Means with the same letter are not significantly different using the LSD test at $P \leq 0.05$.

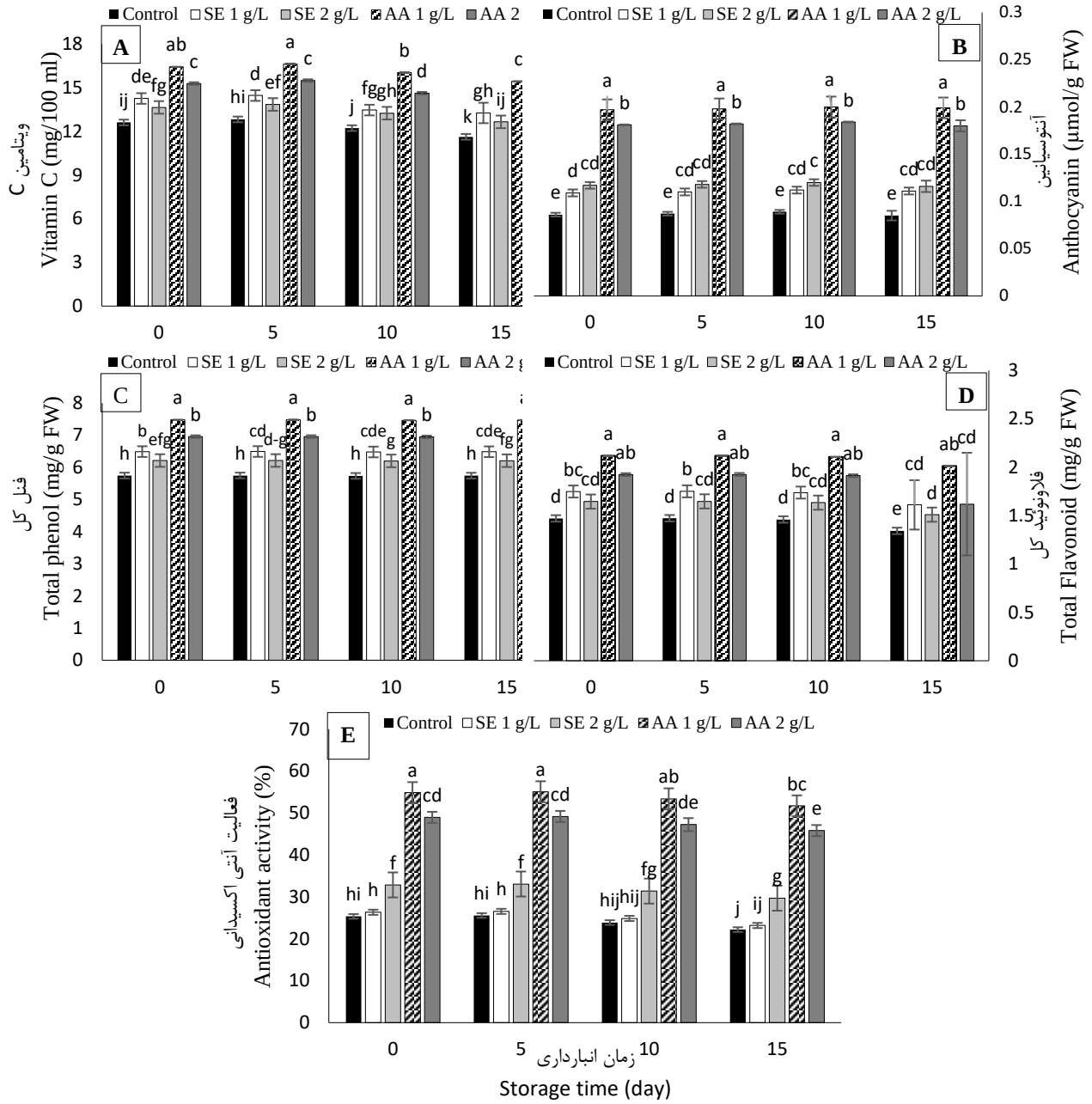
[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]



شکل ۳- اثر کاربرد برگی (اسیدآمینه و عصاره جلبک دریایی) و زمان انبارداری (روز ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵) بر ترکیبات قندی میوه توت‌فرنگی. A: گلوکز، B: فروکتوز، C: ساکارز، D: قند کل. شاهد: بدون محلول‌پاشی، SE 1, 2: عصاره جلبک دریایی در غلظت ۱ و ۲ گرم بر لیتر، AA 1, 2: اسیدآمینه در غلظت ۱ و ۲ گرم برلیتر. میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Fig. 3. The effect of foliar application (amino acid and seaweed extract) and storage time (Day 0, 5, 10 and 15) on the sugar compounds of strawberry fruit. A: Glucose, B: Fructose, C: Sucrose, D: Total sugar. Control: without spraying, SE 1 and 2 g L^{-1}: Seaweed extract at 1 and 2 g L^{-1}, AA 1and 2 g L^{-1}: Amino acid at 1 and 2 g L^{-1}. Means with the same letter are not significantly different using the LSD test at $P \leq 0.05$.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]



شکل ۴- اثر کاربرد برگی (اسیدآمینه و عصاره جلبک دریایی) و زمان انبارداری (روز ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵) بر صفات بیوشیمیایی میوه توت‌فرنگی. A: ویتامین C، B: آنتوسیانین، C: فنول کل، D: فلاونوئید کل، E: فعالیت آنتی اکسیدانی. شاهد: بدون محلول‌پاشی، SE 1, 2: عصاره جلبک دریایی در غلظت ۱ و ۲ گرم بر لیتر، AA 1, 2: اسیدآمینه در غلظت ۱ و ۲ گرم بر لیتر. میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Fig. 4. The effect of foliar application (amino acid and seaweed extract) and storage time (Day 0, 5, 10, and 15) on the sugar compounds of strawberry fruit. A: Vitamin C, B: Anthocyanin, C: Total phenol, D: Total Flavonoid, E: Antioxidant activity. Control: without spraying, SE 1 and 2 g L^{-1}: Seaweed extract at 1 and 2 g L^{-1}, AA 1 and 2 g L^{-1}: Amino acid at 1 and 2 g L^{-1}. Means with the same letter are not significantly different using the LSD test at $P \leq 0.05$.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

بحث

بر اساس یافته‌های مطالعه حاضر، محلول‌پاشی با اسیدآمینه به‌ویژه در غلظت یک گرم در لیتر سبب افزایش وزن، طول، قطر بزرگ و کوچک میوه‌های توت‌فرنگی رقم کاماروسا شد. اسیدهای‌آمینه به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر فعالیت‌های فیزیولوژیکی، رشد و عملکرد گیاه تأثیر دارند (Faten *et al.*, 2010) و با بهبود نفوذپذیری غشای سلولی، جذب و انتقال مواد مغذی را در سیستم آوندی تسهیل کرده، سرعت فتوسنتز را افزایش داده و در نتیجه سبب تجمع ماده خشک و افزایش سرعت رشد و کمیت و کیفیت محصول می‌شوند. به‌علاوه اسیدهای‌آمینه به‌عنوان منبع کربن و انرژی برای گیاه باعث بیوسنتز ترکیبات آلی مثل پروتئین، آمین‌ها، پورین‌ها، ویتامین‌ها و آنزیم‌ها شده و موجب افزایش رشد گیاه و عملکرد میوه می‌شود (Malakouti *et al.*, 2008). تحقیقات مختلف نشان داده است که کاربرد اسیدهای‌آمینه سبب افزایش ویژگی‌های رشد و عملکرد در محصولات متعددی شده است. استفاده از پیش تیمار اسیدآمینه آرژنین باعث افزایش وزن میوه، وزن دانه و خواص شیمیایی میوه انبه شد (Pakkish & Mohammadrezakhani, 2021). تیمار اسیدهای‌آمینه و نیترات کلسیم سبب افزایش وزن میوه زردآلو رقم کانینو[1] (Abd El Wahab, 2015) و توت‌فرنگی رقم پاروس[2] (Mohseni *et al.*, 2017) شده است. از آنجا که اسیدهای آمینه به سنتز هورمون‌های رشد مانند اکسین و سیتوکینین کمک می‌کنند، با افزایش تقسیم سلولی و رشد سلول، سبب افزایش رشد میوه نیز می‌شوند (Shafeek & Helmy, 2012). با افزایش غلظت اسیدآمینه، تعداد میوه در بوته نسبت به شاهد افزایش یافت. غلظت ۶ گرم در لیتر سبب افزایش قطر میوه نسبت به شاهد شد (Sadeghi Chah-Nasir *et al.*, 2023). تیمارهای اسیدآمینه به‌صورت محلول‌پاشی برگی و خاکی هر دو سبب افزایش طول، عرض، حجم و وزن میوه هلو فلوریدا پرنس طی هر دو فصل مورد بررسی نسبت به تیمار شاهد شدند (Abd El-Razek & Saleh, 2012). روندهای مشابهی در مورد تأثیر تیمارهای اسیدهای‌آمینه و محرک‌های زیستی بر طول، عرض، حجم و سفتی میوه در انگور رقم پرلت[3] مشاهده شد (Khan *et al.*, 2012). گزارش شده است محلول‌پاشی پیش از برداشت عصاره جلبک دریایی و اسیدهای‌آمینه سبب افزایش قابل توجه در شاخص‌های رشدی میوه، تشکیل میوه و عملکرد سیب رقم آنا[4] شد (Mahmud *et al.*, 2016). اثر مثبت عصاره جلبک دریایی بر میوه‌های توت‌فرنگی (Alam *et al.*, 2013) و انگور (Norrie & Keathley, 2006) نیز گزارش شده است. محلول‌پاشی برگی جلبک دریایی طی دوره رشد رویشی میوه‌ها سبب افزایش اندازه، وزن و عملکرد میوه می‌شود که ممکن است به‌دلیل تأثیر مثبت عصاره جلبک دریایی بر سطوح درون‌زا محرک‌های رشد، مواد مغذی ماکرو و میکرو و کربوهیدرات‌ها باشد. افزایش عملکرد در گیاهان تیمار شده با جلبک دریایی به تنظیم‌کننده‌های رشدی مانند اکسین، جیبرلین و به‌ویژه سیتوکینین‌ها نیز مرتبط است (Prasad *et al.*, 2010; Mahmud *et al.*, 2016).

در این پژوهش با گذشت زمان انبارمانی با افزایش ازدست‌دهی رطوبت میوه‌ها، وزن آن‌ها کاهش یافت. کاهش وزن نمونه‌ها در طول مدت انبارداری به دلیل اختلاف فشار بخار آب، میان نمونه‌ها با محیط در برگیرنده آن‌هاست که موجب خروج آب میان بافتی به فضای اطراف نمونه می‌گردد. از طرف دیگر در اثر فرآیند تنفس مواد ذخیره‌ای درون بافت‌های محصولات انبارشده مورد سوخت‌وساز قرار می‌گیرد تا بتواند انرژی مورد نیاز خود را تأمین نماید. درنتیجه کاهش وزن نمونه به‌دلیل آب از دست‌دهی و کاهش مواد ذخیره‌ای طی فرآیند تعرق و تنفس می‌باشد (Varasteh & Zamani, 2022). تیمار اسیدآمینه سبب حفظ رطوبت میوه‌ها شد که با نتایج Pakkish و Mohammadrezakhani (2022) همسو بود. آن‌ها بیان کردند با افزایش زمان انبارداری درصد کاهش وزن میوه‌های گیلاس افزایش یافت اما میوه‌های تیمارشده با اسیدآمینه آرژنین در غلظت ۴۰۰ میکرومولار کمترین درصد کاهش وزن را به‌ویژه در روزهای ابتدایی انبار دارا بودند. بیشترین درصد کاهش وزن در میوه‌های بدون تیمار (شاهد) مشاهده شد. محلول‌پاشی پیش از برداشت میوه توت‌فرنگی با اسیدهای‌آمینه نیز سبب حفظ وزن میوه در طول انبار شد و کمترین درصد کاهش وزن در تیمار آرژنین ۵۰۰ میکرومولار در رقم گاویتا مشاهده شد. آرژنین اسیدآمینه موثر و به‌عنوان پیش‌ماده پلی‌آمین‌ها، سبب

۱- Canino ۲- Paros ۳- Perlette ۴- Anna

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

بهبـــود پارامترهای کیفی، از جمله سفتی میوه شد و با سفت شدن دیواره ســـلولی کـــاهش وزن کمتـــری در میـــوه‌هـــا مشاهده می‌شود (Bidaki *et al.*, 2018).

در پژوهش حاضـــر، میزانpH میوه توت‌فرنگی طی انبارمانی افزایش یافت که با مطالعات دیگر نیز مطابقت داشـــت (Nazoori & Gheysarbigi, 2019; Nazoori *et al.*, 2020). تغییرات pH عصاره میوه در زمان رسیدن ناشی از نشت اسیدهای آلی از واکوئل‌ها به سیتوپلاسم سلولی است. همچنین در اثر رسیدن بیش از حد میوه، pH عصاره افزایش یافته و از اسیدی به قلیایی تبدیل می‌شود (Pelayo *et al.*, 2003). گزارش شـده اسـت که افزایش مقدار pH عصـاره میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسـا در طول دوره انبارداری در ارتباط با کاهش میزان اسـیدیته قابل تیتر بود (Safa Eynalladin & Hajilou, 2017). افزایش pH میوه طی انبارمانی ممکن اسـت به‌علت شـــکســـته شـــدن و تجزیه اســـیدهای آلی در فرآیند تنفس باشـــد و برخی تیمارها می‌توانند با کاهش تنفس و کند کردن فرایندهای متابولیکی سـلول تا حدودی از کاهش اسـیدهای آلی جلوگیری کنند (Ghasemnezhad & Shiri, 2010). گزارش شـده اسـت میوه‌های گوجه‌فرنگی تیمار شـده با غلظت ۶ گرم بر لیتر اسـیدآمینه میزان pH بیشـتری نسـبت به شـاهد داشـتند (Sadeghi Chah-Nasir *et al.*, 2023). در میوه انبه نیز میزان pHبه‌طور قابل‌توجهی طی تیمار با اســـیدآمینه آرژنین افزایش یافت. کاربرد آرژنین در غلظت ۴۰۰ میکرومولار بیشترین تأثیر را بر pH نشان داد (Pakkish & Mohammadrezakhani, 2021).

افزایش میزان مواد جامد محلول میوه توت‌فرنگی در طول دوره انبارداری در این آزمایش با پژوهش‌های پیشین مطابقت دارد که می‌تواند به کاهش وزن ناشی از تبخیر آب میوه مرتبط باشد که به نوبه خود باعث افزایش غلظت مواد جامد محلول می‌شود. به‌علاوه حل شدن ترکیبات تشکیل دهنده‌ی دیواره سلولی، شکسته شدن پلی‌ساکاریدها و تبدیل آن به ترکیبات ساده‌تر، تبدیل اسیدهای آلی به قندها طی فرآیندهای تنفس، رسیدن و پیری می‌تواند دلیل افزایش میزان مواد جامد محلول باشد (Meighani *et al.*, 2018; Nazoori & Gheysarbigi, 2019). گزارش شده است تیمار با اسیدآمینه سبب افزایش مواد جامد محلول میوه‌های گوجه‌فرنگی نسبت به میوه‌های شاهد شد (Sadeghi Chah-Nasir *et al.*, 2023). در مطالعه‌ای بر روی گیلاس (Pakkish & Mohammadrezakhani, 2022) و انبه (Pakkish & Mohammadrezakhani, 2021) مقدار مواد جامد محلول در طول نگهداری افزایش یافت و این افزایش در میوه‌های تیمار شده با اسیدآمینه آرژنین ۴۰۰ میکرومولار بیشتر از شاهد بود. در میوه توت‌فرنگی نیز اسیدآمینه سبب افزایش مواد جامد محلول شد و در تیمار آلانـین، آرژنـین و گلوتـامین ۱۰۰۰ میکرومولار بیشترین مواد جامد محلول مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد داشت (Bidaki *et al.*, 2018). گلوتامین، اسیدآمینـه مهم در چرخه‌های متابولیـک، همچـون چرخـه‌های متابولیسم کربن و نیتروژن گیاهان است و همچنـین سـبب تجمـع قنـد و پروتئین‌ها در گیاه می‌شود (Bidaki *et al.*, 2018). استفاده از آمینواسیدها روی زردآلو (Abd El Wahab, 2015) و هلو (Abd El-Razek & Saleh, 2012) به‌طور قابل‌توجهی مواد جامد محلول را بهبود بخشید. در میوه سیب، محلول‌پاشی با عصاره جلبک دریایی و اسیدآمینه سبب افزایش معنی‌داری در درصد مواد جامد محلول طی دو فصل شد. از سوی دیگر، شاهد کمترین مقدار مواد جامد محلول را در فصل اول و دوم (۱۲/۸۷ و ۱۱/۵۳ درصد) نشان داد (Mahmud *et al.*, 2016). افزایش مواد جامد محلول ممکن است با آنزیم‌هایی مرتبط باشد که در عصاره جلبک دریایی وجود دارند که سنتز پروتئین‌ها، اسیدها و قندهای مختلف را افزایش می‌دهند. علاوه بر این، ممکن است به‌دلیل تکمیل هیدرولیز نشاسته میوه باشد (Mahmud *et al.*, 2016).

نقش اسیدهای آلی در بهبود ویژگی‌های کیفی میوه‌ها احتمالاً ناشی از تأثیرات مثبت آن‌ها بر جذب مواد مغذی، راندمان حمل و نقل و همچنین افزایش محتوای کلروفیل و راندمان فتوسنتزی است (Sadeghi Chah-Nasir *et al.*, 2023). مقدار اسیدهای آلی در هنگام رسیدن محصول و یا در دوران پس از برداشت کاهش می‌یابد که این امر در ارتباط با سرعت تنفس میوه‌ها و استفاده از اسید آلی در واکنش‌های آنزیمی تنفس و یا تبدیل آن‌ها به قند است (Takahashi & Kakehi, 2010). مشابه نتایج فعلی، گزارش شده است که با افزایش دوره انبارداری میوه‌های توت‌فرنگی، میزان اسیدیته قابل تیتر میوه کاهش یافت (Meighani *et al.*, 2018; Habibi *et al.*, 2021). همچنین گزارش شده است با افزایش دوره نگهداری تا پایان دوره نگهداری ۲۸ روز، اسیدیته میوه زردآلو به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است (Abd El Wahab, 2015). مطابق با پژوهش حاضر در پژوهشی که روی هلو انجام شد نتایج

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

نشان داد نمونه‌های محلول‌پاشی شده با اسیدهای‌آمینه، اسیدیته کمتری نسبت به شاهد داشتند (Abd El-Razek & Saleh, 2012). Pakkish و Mohammadrezakhani (2021) در مطالعه خود بیان کردند مقدار اسیدهای قابل تیتر میوه گیلاس تحت تیمار محلول‌پاشی با اسیدآمینه آرژنین افزایش یافت و بیشترین میزان در میوه‌های تیمار شده با آرژنین ۴۰۰ میکرومولار و کمترین میزان در میوه‌های شاهد مشاهده شد. همچنین محلول‌پاشی اسیدهای‌آمینه مخلوط باعث افزایش اسیدیته در انگور پرلت شد (Khan *et al.*, 2012). این نتایج با مشاهدات ما مغایرت داشت.

در این مطالعه محتوای ترکیبات قندی میوه با افزایش دوره نگهداری افزایش یافت که با نتایج مشاهداتی روی میوه زردآلو (Abd El Wahab, 2015) و انبه (Karemera & Habimana, 2014) مطابقت داشت. افزایش میزان مواد جامد محلول (TSS) با افزایش قند کل ارتباط مستقیم دارد (Karemera & Habimana, 2014). در میوه خرما بیشترین درصد قند احیا (۶۳/۲۵) در پاسخ به تیمار ترکیبی اسیدهای‌آمینه و جلبک دریایی و ریزمغذی‌ها مشاهده شد که تفاوت قابل توجهی نسبت به شاهد داشت. معمولاً میزان قندهای احیا در مرحله رسیدن میوه از تمام مراحل رشد بیشتر است زیرا با بالغ شدن میوه (پیری)، سرعت تنفس و متابولیسم افزایش می‌یابد. اسیدهای‌آمینه بر میزان آنزیم‌های تجزیه کننده مانند پکتیناز، پلی‌گالاکتروناز و غیره تأثیر می‌گذارند. این آنزیم‌ها اسیدهای‌آمینه و اسیدهای آلی را به قند تبدیل می‌کنند و در نتیجه میزان قند را افزایش می‌دهند (Hatami *et al.*, 2023). Hassanzadeh و همکاران (2015) اثر مثبت اسیدهای‌آمینه را بر افزایش قند انار گزارش کردند. گزارش شده است آسپاراژین و گلوتامین به‌عنوان اسیدهای‌آمینه مهم در چرخه‌های متابولیک همچون چرخه‌های متابولیسم کربن و نیتروژن گیاهان هستند که سبب تجمع قندها و پروتئین‌ها در گیاه می‌شوند (Sunarpi *et al.*, 2010). بر اساس نتایج Sunarpi و همکاران (2010)، استفاده از عصاره جلبک دریایی به‌دلیل وجود آمینوبوتیرات، گلایسین بتائین و بتائین موجب تحریک فتوسنتز و تولید بهتر قند و نشاسته می‌شود که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

همانطور که اشاره شد با گذشت زمان انبارمانی، میزان ویتامین C میوه توت‌فرنگی کاهش یافت که این کاهش ممکن است به عملکرد ویتامین C اکسیداز مرتبط باشد که ویتامین C را به دهیدروآسکوربات و همچنین فنول اکسیداز تبدیل می‌کند (Suseno *et al.*, 2014). افزایش pH توسط فعالیت آنزیمی یکی دیگر از دلایل کاهش محتوای ویتامین C است. برخی از محققان فرآیندهای اکسیداتیو را عامل تخریب ویتامین C در بافت‌های میوه می‌دانند و دریافته‌اند که این فرآیندها در حضور نور، اکسیژن، گرما و آنزیم‌های اکسید کننده تسریع می‌شوند (Plaza *et al.*, 2004). افزون بر آن، تغییر میزان آسکوربیک اسید تحت اثر تغییر در بیان ژن‌ها و فعالیت آنزیم‌های مسیر سوخت‌وساز آن قرار دارد. ممکن است تحت تاثیر بروز تنش اکسایشی مرتبط با نگهداری پس از برداشت محصول و در پاسخ به آن، زیست‌ساخت آسکوربیک اسید به‌عنوان عامل پاداکسنده غیرآنزیمی تشدید شود و در فرایند مقابله با تنش اکسایشی نقش ایفا کند (Taghipour & Assar, 2022). مشابه نتایج بدست آمده، Meighani و همکاران (2018) گزارش کردند که میوه توت فرنگی رقم پاروس در زمان برداشت حاوی ۷۲/۳۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم آسکوربیک اسید بود که در طول مدت انبارداری میزان آن در همه تیمارها کاهش یافت. در میوه زردآلو نیز میزان ویتامین C میوه به‌تدریج و با پیشرفت انبارداری به‌طور معنی‌داری کاهش یافته و در پایان دوره نگهداری در مقایسه با میوه در زمان برداشت به کمترین میزان رسیده است (Abd El Wahab, 2015). در این پژوهش، محلول‌پاشی اسیدآمینه، محتوای ویتامین C را نسبت به تیمار عصاره جلبک دریایی و شاهد بهتر حفظ نمود. در مطالعات پیشین نیز اثر مثبت برخی تیمارهای پیش از برداشت مانند اسیدهای‌آمینه بر حفظ و افزایش محتوای ویتامین C در طول انبارداری گزارش شده است. اسیدآمینه در غلظت ۲ گرم بر لیتر سبب افزایش معنی‌داری در میزان ویتامین C میوه گوجه‌فرنگی نسبت به شاهد شد (Sadeghi Chah-Nasir *et al.*, 2023). کاربرد اسیدهای‌آمینه همچنین بر افزایش میزان ویتأمین C میوه انار موثر بود (Jalili Moghadam *et al.*, 2019). اسیدهای آمینه در چرخه‌های بیولوژیک مانند تولید سیتریک اسید و آسکوربیک اسید مؤثر می‌باشند. میوه‌های گیلاس تیمار شده با آرژنین ۴۰۰ میکرومولار مقدار ویتامین C بیشتری در مقایسه با شاهد داشتند (Pakkish & Mohammadrezakhani, 2021). این نتایج با یافته‌های پژوهش حاضر مطابقت داشت. از دلایل افزایش آسکوربیک اسید با کاربرد ترکیبات آلی می‌توان به دسترسی هرچه بهتر و آسان‌تر گیاهان به عناصر غذایی اشاره کرد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

اسید هیومیک با افزایش محتوای فسفر و پتاسیم سبب افزایش درصد آسکوربیک اسید میوه توت‌فرنگی رقم پاروس شده است (Eshghi & Garazhian, 2015). Spinelli و همکاران (2010) گزارش کردند که عصاره جلبک‌دریایی سبب افزایش میزان کلروفیل و در نتیجه سبب افزایش میزان ویتامین C و آنتوسیانین توت‌فرنگی شده است.

در این پژوهش محلول‌پاشی اسیدآمینه سبب افزایش قابل‌توجهی در محتوای آنتوسیانین میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا شد. عوامل مختلفی مانند دما، اکسیژن، آسکوربیک اسید، pH، یون‌های فلزی، قندها و تجزیه آنتوسیانین بر سرعت تشکیل و یا تخریب آن مؤثرند (Jalili Moghadam *et al.*, 2019). افزایش آنتوسیانین در شرایط پس از برداشت در توت فرنگی (Petriccione *et al.*, 2015)، انار (Meighani *et al.*, 2015) و گیلاس (Goncalves *et al.*, 2007) قبلاً گزارش شده است. این افزایش می‌تواند نتیجه بیوسنتز آنتوسیانین‌ها در شرایط پس از برداشت و یا از دست رفتن آب از این میوه‌ها و افزایش غلظت آنتوسیانین میوه باشد (Meighani *et al.*, 2018). در میوه گوجه‌فرنگی، غلظت ۲ و ۶ گرم در لیتر اسیدآمینه و همچنین ۳ گرم در لیتر اسید هیومیک منجر به افزایش میزان آنتوسیانین میوه نسبت به شاهد شد (Sadeghi Chah- Nasir *et al.*, 2023). همچنین گزارش شده است میزان آنتوسیانین میوه‌های تیمار شده با افزایش غلظت اسیدآمینه آرژنین در مقایسه با میوه‌های شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت و بیشترین مقدار آنتوسیانین در میوه‌های انبه تیمار شده با ۴۰۰ میکرومولار آرژنین مشاهده شد (Pakkish & Mohammadrezakhani, 2021). تیمار اسیدهای‌آمینه و پپتون موجب افزایش میزان آنتوسیانین‌ها در میوه‌های انار رقم ملس شده است (Jalili Moghadam *et al.*, 2019). کاربرد اسیدهای‌آمینه با تأثیر بر جذب پتاسیم موجب افزایش میزان آنتوسیانین‌ها در میوه‌های انار رقم نادری شده است (Hassanzadeh *et al.*, 2015). بیشترین میزان آنتوسیانین در میوه توت‌فرنگی رقم گاویتا تیمارشده با گلوتامین ۵۰۰ میکرومولار بدست آمد (Bidaki *et al.*, 2018).

با توجه به نتایج بدست آمده، محتوی فنول کل، فلاونوئید کل و فعالیت آنتی اکسیدانی میوه توت‌فرنگی طی دوره انبارداری کاهش یافت اما محلول‌پاشی با اسیدآمینه به‌طور معنی‌داری سبب حفظ و افزایش این ترکیبات شد. طبق گزارشی در میوه توت‌فرنگی، میزان فنول و فلاونوئید کل با افزایش مدت انبارداری در همه تیمارها به‌تدریج کاهش یافت (Meighani *et al.*, 2018). با طولانی شدن دوره نگهداری کاهش معنی‌داری در محتوای فنول کل زردآلو مشاهده شد (Abd El Wahab, 2015). کاهش ترکیبات فنولی می‌تواند به‌دلیل آزادسازی آنزیم‌های پلی فنول اکسیداز (PPO) باشد که سبب تخریب ترکیبات فنولیک (TPC) در میوه می‌شوند. علاوه بر این، کاهش TPC می‌تواند به‌دلیل تخریب ساختار سلولی در مرحله پیری میوه باشد (Nguyen & Nguyen, 2021). میزان فنول میوه‌ها و سبزی‌ها پس از برداشت می‌تولند کاهش یا افزایش یلبد که بستگی زیادی به نوع تیمار و شرایط انبار دارد (Varasteh & Zamani, 2019). اسیدهای‌آمینه مختلف علاوه بر اثرگذاری بر رشد و نمو بر تحریک تولید متابولیت‌های ثانویه نیز موثرند (Sheteawi & Tawfik, 2007). تیمار پیش از برداشت توت‌فرنگی با اسیدآمینه سبب افزایش معنی‌داری در فنول، فلاونوئید و فعالیت آنتی اکسیدانی میوه شد (Bidaki *et al.*, 2018). در میوه انبه بیشترین فنول کل در میوه‌های تیمار شده با ۴۰۰ میکرومولار آرژنین مشاهده شد (Pakkish & Mohammadrezakhani, 2021). استفاده از تیمار ترکیبی اسیدآمینه و جلبک دریایی و ریزمغذی‌ها سبب افزایش محتوای فنول کل و فلاونوئید کل میوه خرما در مقایسه با تیمار شاهد شد. با افزایش ترکیبات فنولی و فلاونوئیدها، خواص آنتی‌اکسیدانی میوه خرما نیز افزایش یافته است. سطح ترکیبات فنولی در گیاهان معمولاً به نوع ماده غذایی، تولید پروتئین، فتوسنتز و فعالیت آنزیمی بستگی دارد (Hatami *et al.*, 2023). جلبک‌دریایی سبب فعال شدن متابولیت‌های ثانویه گیاهان می‌شود و اثبات شده است که دارای طیف گسترده‌ای از آنتی‌اکسیدان‌های فنولی و فلاونوئیدی می‌باشند (Kong *et al.*, 2009). طبق مشاهدات Pakkish و Mohammadrezakhani (2021) میوه‌های انبه تیمارشده با ۴۰۰ میکرومولار آرژنین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری نسبت به میوه‌های شاهد در هر دو مرحله محلول‌پاشی داشتند. همچنین با افزایش غلظت آرژنین، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در مرحله ۱ در میوه انبه افزایش یافت. در این مطالعه کاربرد آرژنین باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی مانند کاتالاز، پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز شد و کاربرد ۴۰۰ میکرومولار آرژنین بیشترین تأثیر مثبت را بر فعالیت این آنزیم‌ها داشت. افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های تیمارشده با اسیدهای‌آمینه و پپتون به‌دلیل وجود ترکیبات فنولی بیشتر در

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

این میوه‌ها بود. بر اســاس نتایج پیشــین میزان فنول کل با ظرفیت آنتی‌اکســیدانی رابطه مثبت دارد (Jalili Moghadam *et al.*, 2019). درصــد فعالیت آنتی‌اکســیدانی میوه خرما تحت تیمار با اســیدآمینه جلبک دریایی و تیمارهای ترکیبی افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشت (Hatami *et al.*, 2023). مطالعات نشان می‌دهد که پلی‌ساکاریدهای سولفاته در جلبک‌های دریایی قابلیت آنتی‌اکسیدانی قابل ملاحظه‌ای دارند. این ترکیبات باعث القاء پاسخ‌های دفاعی در گیاهان می‌شود. لامینارین موجود در عصاره جلبک دریایی به‌دلیل تحریک تولید تنظیم‌کننده مهم رشــد و ترکیبات ضــدقارچی فیتوالکســین و تولید آنزیم‌های هیدرولیزکننده مانند کیتیناز و گلوکاناز روی ســیســتم دفاعی گیاهان تاثیر مثبتی می‌گذارد که در این مورد می‌توان محافظت از گیاه را از نقش‌های مهم عصاره جلبک دریایی دانست (Cai *et al.*, 2006). Cho و همکاران (2011) بیان کردند که، جلبک‌های دریایی نیز به‌عنوان منابع غنی از آنتی‌اکسیدان‌های مختلف مثل پلی‌فنول‌ها هستند که می‌توانند نقش مهمی در پیشگیری از اکسیداسیون به عمل آورند.

نتیجه‌گیری

میوه توت‌فرنگی به‌عنوان یک محصول مهم باغی، مورد توجه کشاورزان و مصرف‌کنندگان است. بنابراین باید از نظر اندازه، طعم و رنگ که از مهم‌ترین فاکتورهای کیفی میوه در افزایش بازارپسندی و جذب مشتری است در حد بهینه باشند. با توجه به اینکه رقم کاماروسا یکی از ارقام توت‌فرنگی با ویژگی‌های مطلوب بوته و میوه در سطح وسیع در کشور مورد کشت و کار قرار می‌گیرد بنابراین استفاده از ترکیباتی با منشاء آلی برای ارتقای خصوصیات کمی و کیفی میوه و تولید محصولی سالم لازم است. استفاده از تیمارهای اسیدآمینه و عصاره جلبک دریایی در این پژوهش، سبب بهبود صفات کمی و کیفی میوه توت‌فرنگی شد. عملکرد میوه و همچنین صفات فیزیکوشیمیایی و بیوشیمیایی میوه تحت تاثیر تیمارهای فوق تغییرات معنی‌داری نشان داد. به‌طور کلی، توت‌فرنگی‌های محلول‌پاشی شده با اسیدآمینه از خصوصیات کیفی بالاتری طی انبارداری برخوردار بودند و این تیمار ضمن حفظ رطوبت میوه سبب افزایش میزان مواد جامد محلول، ترکیبات قندی، ویتامین ث، آنتوسیانین، فنول، فلاونوئید و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها شد. در نهایت با توجه به نتایج پژوهش حاضر کاربرد یک گرم در لیتر اسیدآمینه در حفظ و ارتقای کمی و کیفی میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا بیشترین تأثیر را داشت.

منابع

References

Abd El Wahab, S.M. (2015). Apricot postharvest fruit quality, storability and marketing in response to pre harvest application. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 4(2), 347-358.

Abd El-Razek, E., & Saleh, M. M. S. (2012). Improve productivity and fruit quality of Florida Prince peach trees using foliar and soil applications of amino acids. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 12(8), 1165-1172.

Alam, M. Z., Braun, G., Norrie, J., & Hodges, D. M. (2013). Effect of *Ascophyllum* extract application on plant growth, fruit yield and soil microbial communities of strawberry. *Canadian Journal of Plant Science*, 93, 23–36.

Bidaki, S., Tehranifar, A., & khorassani, R. (2018). Post-harvest shelf-life extension of fruits of two strawberry (*Fragaria× ananassa* Duch.) cultivars with amino acids application in soilless culture system. *Journal of Plant Interactions*, 9(2), 1-10. (In Persian)

Boudet, A. M. (2007). Evolution and current status of research in phenolic compounds. *Phytochemistry*, 68, 2722-2735.

Cai, Y. Z., Sun, M., Xing, J., Luo, Q., & Corke, H. (2006). Structure-radical scavenging activity relationships of phenolic compounds from traditional Chinese medicinal plants. *Life Science*, 28, 72-88.

Chang, C. C., Yang, M. H., Wen, H. M., & Chern, J. C. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*, 10, 178 -182.

Cho, M., Lee, H. S., Kang, I. J., Won, M. H., & You, S. (2011). Antioxidant properties of extract and fractions from *Enteromorpha prolifera*, a type of green seaweed. *Food Chemistry*, 127, 999-1006.

Eshghi, S., & Garazhian, M. (2015). Improving growth, yield and fruit quality of strawberry by foliar and soil drench applications of humic acid. *Iran Agricultural Research*, 34(1), 14-20.

Faten, S. A., Shaheen, A. M., Ahmed, A. A., & Mahmoud, A.R. (2010). Effect of foliar application of amino acids as antioxidants on growth, yield, and characteristics of squash. *Research Journal of Agriculture and Biological Science*, 6(5), 583-588.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

Ghasemnezhad, M., & Shiri, M. A. (2010). Effect of chitosan coatings on some quality indices of apricot (*Prunus armeniaca* L.) during cold storage. *Caspian Journal of Environmental Sciences,* 8(1), 25-33.

Goncalves, B., Silva, A.P., MoutinhoPereira, J., Bacelar, E., Rosa, E., & Meyer, A.S. (2007). Effect of ripeness and postharvest storage on the evolution of colour and anthocyanins in cherries (*Prunus avium* L.). *Food Chemistry,* 103, 976–984.

Habibi, F., Guillén, F., Serrano, M., & Valero, D. (2021). Physicochemical changes, peel colour, and juice attributes of blood orange cultivars stored at different temperatures. *Horticulturae,* 7(9), 320.

Hassanzadeh, S., Habibi, F., & Amiri, M. E. (2015). Assessment of foliar application of amino-acid fertilizer of AminolForte on physiological and biochemical reactions of pomegranate c.v. Naderi under drought stress condition. *The Journal of Horticultural Sciences,* 29(3), 459-465. (In Persian)

Hatami, A., Aboutalebi Jahromi, A. H., Ejraei, A. H., Mohammadi Jahromi, S. A. H., & Hassanzadeh Khankahdani, H. (2023). Study of biochemical traits and mineral elements in date palm fruits under preharvest foliar application of organic fertilizers and micronutrients. *International Journal of Horticultural Science and Technology,* 10(2), 125-140.

Hernández-Herrera, R.M., Santacruz-Ruvalcaba, F., Ruiz-López, M. A., Norrie, J., & Hernández-Carmona, G. (2014). Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of Applied Phycology,* 26, 619–628.

Jalili Moghadam, Z., Kalantari, S., Hasanpoor Estahbanati, A.GH., & Valero Garrido, D. (2019). Effect of amino acids and pepton foliar applications on quality and storage life of pomegranate fruit cv. Malas-e- Save. *Iranian Journal of Horticultural Science,* 50(3), 527-537. (In Persian)

Karemera, N.J., & Habimana, U. (2014). Effect of pre-harvest calcium chloride on post-harvest behavior of Mango fruits (*Mangifera indica* L.) cv. Alphonso. *Universal Journal of Agricultural Research,* 2(3), 119- 125.

Khan, A. S., Ahmad, B. M. J., and Ahmad, R. (2012). Foliar application of mixture of amino acids and seaweed (*Ascophylum nodosum*) extract improve growth and physico-chemical properties of grapes. *International Journal of Agriculture and Biology,* 14(3), 383-388.

Kong, C. S., Kim, J. A., Yoon, N. Y., & Kin, S. K. (2009). Induction of apoptosis by phloroglucinol derivative from Ecklonia cava in MCF-7 human breast cancer cell. *Food and Chemical Toxicology,* 47, 3–8.

Mahmud, T. SH. M., Shaaban, F. K. M., Morsey, M. M., & El-Nagger, M. Y. I. (2016). Study on the effect of pre-harvest treatments by seaweed extract and amino acids on anna apple growth, leaf mineral content, yield, fruit quality at harvest and storability. *International Journal of ChemTech Research,* 9(5), 161-171.

Malakouti, M. J., Bybordi, A., Lotfollahi, M., Shahabi, A. A., Siavoshi, K., Vakil, R., Ghaderi, J., Shahabifar, J., Majidi, A.R. Jafarnajadi, F. Dehghani, M.H. Keshavarz, M. Ghasemzadeh, R. Ghanbarpouri, M. Dashadi, M. Babaakbari, A., & Zaynalifard, N. (2008). Comparison of complete and sulfur-coated urea fertilizers with preplant urea in increasing grain yield and nitrogen use efficiency in wheat. *Journal of Agricultural Science and Technology,* 10, 173-183.

Manolopoulou, H., & Papadopoulou, P. (1998). A study of respiratory and physico-chemical change of four Kiwifruit cultivars during cold storage. *Food Chemistry,* 63, 529-534.

Meighani, H., Boroomand, N., & Moghbeli, E. (2018). Effect of chitosan coating and $CaCl_2$ on maintaining postharvest quality and antioxidant compound of strawberry fruit. *Journal of Food Science and Technology,* 76(15), 307-317.

Meighani, H., Ghasemnezhad, M., & Bakhshi, D. (2015). Effect of different coatings on post-harvest quality and bioactive compounds of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruits. *Journal of Food Science and Technology,* 52(7), 4507–4514.

Mirshekari, M., Einali, A. R., & Valizadeh. J. (2017). Physiological and biochemical responses of Hibiscus sabdariffa to drought stress in the presence of salicylic acid. *Iranian Journal of Plant Biology,* 9(32), 21-38. (In Persian)

Mohseni, F., Pakkish, Z., & Panahi, B. (2017). Arginine impact on yield and fruit qualitative characteristics of strawberry. *Agriculturae Conspectus Scientificus,* 82(1), 19-26.

Nazoori, F., Poraziz, S., Mirdehghan, S. H., Esmailizadeh, M., & ZamaniBahramabadi, E. (2020). Improving shelf life of strawberry through application of sodium alginate and ascorbic acid coatings. *International Journal of Horticultural Science and Technology,* 7(3), 279-293.

Nazoori, F., & Gheysarbigi. SH. (2019). Effect of calcium chloride and salicylic acid on quantitative and qualitative features of strawberry fruit CV. Gavita. *Journal of Food Science and Technology,* 85(15), 49-59.

Nguyen, V. T. B., & Nguyen, H. V. H. (2021). Postharvest quality of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) coated with calcium and nano-chitosan as affected by different storage temperatures. *Journal of Horticulture and Postharvest Research,* 4(4), 413-426.

Norrie, J., & Keathley, J. (2006). Benefits of *Ascophyllum nodosum* marine-plant extract applications to 'Thompson seedless' grape production. *Acta Horticulturae,* 727, 243–245.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

Pakkish, Z., & Mohammadrezakhani, S. (2022). The Effect of preharvest application of arginine on the postharvest quality of sweet cherry fruits during storage. *International Journal of Fruit Science*, 22(1), 837-851.

Pakkish, Z., & Mohammadrezakhani, S. (2021). Quality characteristics and antioxidant activity of the mango (*Mangifera indica*) fruit under arginine treatment. *Journal of Plant Physiology and Breeding*, 11(1), 63-74.

Pelayo, C., Ebeler, S. E., & Kader, A. A. (2003). Postharvest life and flavor quality of three strawberry cultivars kept at 5˚C in air or air+20KPa CO_2. *Postharvest Biology and Technology*, 27, 171-183.

Petriccione, M., Mastrobuoni, F., Pasquariello, M. S., Zampella, L., Nobis, E., Capriolo, G., & Scortichini, M. (2015). Effect of chitosan coating on the postharvest quality and antioxidant enzyme system response of strawberry fruit during cold storage. *Foods*, 4, 501-523.

Plaza, P., Torres, R., Usall, J., Lamarca, N., & Vinas, I. (2004). Evaluation of the potential of commercial post-harvest application of essential oils to control citrus decay. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 79, 935–940.

Prasad, K., Das, M. D., Oza, H., Brahmbhatt, A. K., Siddhanta, R., Meena, K., Eswaran, M. R., Rajyaguru, A., & Ghosh, P. K. (2010). Detection and quantification of some plant growth regulators in a seaweed-based foliar spray employing a mass spectrometric technique sans chromatographic separation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 4594–4601.

Sadeghi Chah-Nasir, A., Aboutalebi Jahromi, A. H., Behrooznam, B., Hassanzadeh Khankahdani, H., & Ejraei, A. H. (2023). Effect of humic acid and amino acid foliar applications on the growth characteristics, yield, and fruit quality of tomato (*Solanum lycopersicom* L.). *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 10(3), 309-318.

Safa Eynalladin, M., & Hajilou, J. (2017). Effect of post-harvest application of methyl jasmonat on qualitative traits and storage life of strawberry cv. 'Camarosa'. *Journal of Food Research*, 26(2), 277-288. (In Persian)

Shafeek, M., & Helmy, M. S. (2012). Response of onion plants to foliar application of sources and levels of some amino acid under sandy soil conditions. *Journal of Applied Sciences Research*, 8(11), 5521-5527.

Sheteawi, S. A., & Tawfik, K. M. (2007). Interaction effect of some biofertilizers and irrigation water regime on Mungbeen (*Vigna radiat*) growth and yield. *Journal of Applied Sciences Research*, 3(3), 251-262.

Slinkard, K., & Singleton, V. L. (1977). Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28, 49-55.

Spinelli, F., Fiori, G., Noferini, M., Sprocatti, M., & Costa, G. (2009). A novel type of seaweed extract as a natural alternative to the use of iron chelates in strawberry production. *Scientia Horticulturae*, 125(3), 263–269.

Sunarpi, A., Kurnianingsih, R., Julisaniah, N. I., & Nikmatullah, A. (2010). Effect of seaweed extracts on growth and yield of rice plants. *Nusantara Bioscience*, 2(2), 73-77.

Suseno, N., Savitri, E., Sapei, L., & Padmawijaya, K.S. (2014). Improving shelf-life of Cavendish banana using chitosan edible coating. *Procedia Chemistry*, 9, 113-120.

Taghipour, L., & Assar, P. (2022). The effect of postharvest polyamine application on the physicochemical traits, bioactive compounds, and antioxidant activity of sweet lime fruit. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, 23(1), 167-178.

Taiz, L., & Zeiger, E. (2010). Plant Physiology. 5th Ed, Sinauer Associates. 428 p

Takahashi, T., & Kakehi, J. I. (2010). Polyamine: Ubiquitous placations with unique roles in growth and stress responses. *Annals of Botany*, 105, 1-6.

Tulipani, S., Marzban, G., Herndl, A., Laimer, M., Mezzetti, B., & Battino, M. (2011). Influence of environmental and genetic factors on health-related compounds in strawberry. *Food Chemistry*, 124, 906–913.

Varasteh, F., & Zamani, S. (2022). Quality preservation and shelf-life extension of broccoli florets using tragacanth gum coating. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 24(4), 1-12.

Varasteh, F., & Zamani, S. (2019). The effect of different packaging films on storability and qualitative properties of button mushroom (*Agaricus bisporus*). *Iranian Journal of Horticultural Science*, 49(4), 1035-1044. (In Persian)

Wanger, G. J. (1979). Content and vacuole/extra vacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and anthocyanins in protoplasts. *Plant Physiology*, 64, 88-93.

Zodape, S. T., Mukhopadhyay, S., Eswaran, K., Reddy, M. P., & Chikara, J. (2010). Enhanced yield and nutritional quality in green gram (*Phaseolus radiata* L.) treated with seaweed (*Kappaphycus alvarezii*) extract. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 69, 468–471.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 25 (3): 369-384 (2024)
Research article

The Effect of Preharvest Foliar Application of Amino Acid and Seaweed Extract on Quantitative and Qualitative Characteristics of Strawberry Fruit During Storage

Shahr-Bano Akhondi[1], Feryal Varasteh*[1], Esmaeil Seifi[1] and Naeimeh Soukht saraei[2]

1. Department of Horticulture Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran.
2. Instructor, Jihad Agricultural Organization of Gorgan
*Corresponding Author, Email: (f.varasteh@gau.ac.ir)

Due to the high perishability of strawberries and their limited shelf life, the present study with the aim of evaluating the effect of foliar application of amino acid and seaweed extract on quantitative and qualitative as well as potharvest life of Camarosa strawberries, was conducted in a factorial in complete randomized block design in 2020- 2021. Foliar application of amino acid and seaweed extract (1 and 2 g L^{-1}) was carried out during three stages; before flowering, during flowering and fruit formation. After three- quarters of the fruit's surface turned red, fruits were harvested and stored at 0±1°C for 15 days. Quantitative and qualitative characteristics of stored fruits were measured every five days. The results showed that the strawberries sprayed with amino acid had higher quality characteristics due to lower weight loss and acidity during storage. Also, treatment with amino acid increased the soluble solids, sugar compounds, vitamin C, anthocyanins, flavonoids, total phenols, and antioxidant activity of fruits by 1.5-2.5 times compared to the control. In conclusion, the application of 1 g L^{-1} of amino acid as well as 1 g L^{-1} of seaweed extract had the greatest effect in increasing the fruit yield, maintaining and improving the storage characteristics of the Camarosa strawberry.

Keywords: Antioxidant activity, Phytochemical compounds, Seaweed, Vitamin C.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-09]