مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۲ شماره ۱ صفحه های ۹۹ تا ۱۱۶ (۱۴۰۰)
مقاله پژوهشی

تأثیرهای ترکیبی برخی هورمون‌های جنسی پستانداران و تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر ویژگی‌های ریخت‌شناسی و زیست‌شیمیایی توت‌فرنگی رقم کاماروسا در زمان برداشت و انبارداری سرد[1]

Combined Effects of Some Mammalian Sex Hormones and Plant Growth Regulators on the Morphological and Biochemical Traits of Strawberry cv. Camarosa at the Harvest Time and Cold Storage

محمدرضا کلانتری، وحید عبدوسی، فروغ مرتضائی‌نژاد، احمد رضا گل‌پرور و زهرا شهشهان[2]

چکیده

به‌منظور بررسی اثرهای ترکیب دوتایی محلول‌پاشی برگی تنظیم کننده‌های رشد گیاهی (نفتالن استیک اسید و بنزیل آدنین در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر) و هورمون‌های جنسی پستانداران (اتینیل استرادیول و پروژسترون در غلظت یک میلی‌گرم در لیتر) بر میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا، آزمایشی در طول فصل رشد، زمان برداشت و هم‌چنین در طول چهار هفته انبارداری سرد (۴ درجه سلسیوس) در سال ۱۳۹۷ صورت گرفت. نتیجه‌ها نشان داد که محلول‌پاشی برگی به‌صورت ترکیب دوتایی با بنزیل آدنین، نفتالن استیک اسید، پروژسترون اتینیل و استرادیول توانست ویژگی‌های رشدی، ریخت‌شناسی، زیست‌شیمیایی (ماده‌های جامد محلول کل، اسیدیته قابل تیتراسیون، کلروفیل‌ها و ویتامین C) و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (پراکسیداز، کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز و گلوتاتیون ردوکتاز) میوه توت‌فرنگی را در طول فصل رشد و هم‌چنین در زمان برداشت بهبود بخشد. در طول چهار هفته انبارداری سرد، ویژگی‌های زیست‌شیمیایی و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی میوه دچار تغییر شدند که در این میان تیمارهای اعمال شده به‌طور معنی‌داری کیفیت محصول را در حد بهینه حفظ کرده بودند. در نهایت، نتیجه‌ها حاکی از آن بود که تیمار ترکیبی یک میلی‌گرم در لیتر اتینیل استرادیول به همراه ۱ میلی‌گرم در لیتر پروژسترون مؤثرترین تیمار در حفظ کیفیت میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا در طول انبارداری بود.

واژه‌های کلیدی: اتینیل استرادیول، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، بنزیل آدنین، پروژسترون، نفتالن استیک اسید.

مقدمه

توت‌فرنگی (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) از تیره Rosaceae می‌باشد که در گروه میوه‌های ریز قرار دارد و در سطح وسیعی از جهان کشت می‌شود. این میوه به‌دلیل داشتن ترکیب‌هایی مانند پروتئین، فیبر، فروکتوز، گلوکز، اسید سیتریک، اسید مالیک، ویتامین‌های C، A و هم‌چنین ترکیب‌های فنولی و آنتوسیانین در میان میوه‌های معتدله یک میوه کم نظیر و با ارزش غذایی بالا به‌شمار می‌آید. توت‌فرنگی میوه‌ای نافرازگرا می‌باشد که زود به بار نشسته و در فاصله کوتاهی بعد از کاشت، میوه می‌دهد، اما با توجه به بافت نرم و سرعت نرم شدن بالا و حساسیت به حمله قارچ یک میوه به‌شدت فسادپذیر می‌باشد. با توجه به امکان توسعه سطح زیر کشت این محصول در جهان و هم‌چنین در کشورمان، تلاش و مطالعه در راستای افزایش عملکرد، بهبود کیفیت تولید و افزایش زمان ماندگاری این محصول پس از برداشت بسیار ضروری است.

۱- تاریخ دریافت: ۹۸/۱۱/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۹/۸/۲۷

۲- به‌ترتیب دانشجوی دکتری و استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران، دانشیاران دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، استاد دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.
* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (abdossi@srbiau.ac.ir).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.6.7]

کنترل شرایط تولید از لحاظ تغذیه و کاربرد تنظیم کننده‌های رشد برای بهبود کمیت و کیفیت محصول‌های مختلف از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. تنظیم کننده‌های رشد، به‌ویژه آن دسته که موجب افزایش کارایی فتوسنتز، رشد و نمو گیاه، عملکرد و انبارداری میوه می‌شوند، پتانسیل خوبی برای توسعه کشاورزی دارند (۲۶).

ماده‌های تنظیم کننده رشد گیاهی، ماده‌های آلی با وزن مولکولی کم هستند و در غلظت‌های فوق‌العاده کم فعال هستند و در پدیده‌های مختلف زیست‌شیمیایی نقش کاتالیزوری دارند. این ماده‌ها ویژگی‌های ریخت‌شناسی و رشدی گیاه را زیر تاثیر قرار می‌دهند و باید در غلظت‌های بهینه مورد استفاده قرار گیرند. از جمله مهم‌ترین تنظیم کننده‌های رشد گیاهی می‌توان به اکسین‌ها و سایتوکاینین‌ها اشاره کرد که جزء تسریع کننده‌های رشد گیاهی به شمار می‌آیند. این ماده‌ها در تقسیم یاخته‌ای، بزرگ و طویل شدن یاخته‌ها، تولید نوکلئیک اسیدها و متابولیسم پروتئین، ایجاد جوانه گل و نمو آن، گل انگیزی و تولید میوه، کنترل میوه‌دهی، اندازه، شکل، کیفیت تغذیه‌ای و بلوغ میوه در کشاورزی اهمیت زیادی دارند (۲۶). بر این اساس، Piri و همکاران (۲۳) نشان دادند که محلول‌پاشی برگی بنزیل آدنین به‌طور معنی‌داری باعث افزایش طول، قطر، حجم، ماده‌های جامد محلول، ویتامین C، pH، اسیدیته قابل تیتراسیون و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه آلو رقم قطره طلا شد. هم‌چنین، گزارش شده است که کاربرد بنزیل آدنین در غلظت‌های ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ و ۱۲۵ میلی‌گرم در لیتر، اثرهای مثبتی بر کاهش وزن، سفتی بافت میوه، اسیدیته قابل تیتراسیون، درصد ماده‌های جامد محلول، pH، مقدار آسکوربیک اسید، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و هم‌چنین میزان فنل و فلاونوئید میوه آلو رقم قطره طلا در طول شش هفته انبارداری سرد داشت (۲۲). در آزمایش صورت گرفته توسط Hassanzadeh و همکاران (۹) مشخص شد که بیشترین ارتفاع بوته، تعداد برگ، سطح برگ، تعداد میوه، عملکرد کل، درصد ماده خشک، وزن هزار دانه، محتوای کلروفیل کل و ویتامین C و نیز کوتاه‌ترین زمان از گل‌دهی تا برداشت میوه بامیه رقم کانو[۱] با کاربرد غلظت ۲۵ میلی‌گرم در لیتر نفتالن استیک اسید به‌دست آمد. آن‌ها هم‌چنین گزارش نمودند که با افزایش غلظت نفتالن استیک اسید به ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، رشد و عملکرد میوه بامیه کاهش یافت.

اگرچه تاکنون پژوهش‌های زیادی در مورد اثرهای تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر کمیت و کیفیت محصول‌های مختلف انجام شده است، اما بر اساس مرور منابع انجام شده مطالعه‌ای در مورد اثرهای هورمون‌های جنسی پستانداران بر کمیت و کیفیت محصول‌های مختلف یافت نشد. در این میان استروژن و پروژسترون از جمله مهم‌ترین و شناخته شده‌ترین هورمون‌های جنسی پستانداران می‌باشند. درگیر بودن هورمون‌های جنسی پستانداران در فیزیولوژی گیاهان در چند دهه اخیر مطرح شده است. اثبات شده است که این ترکیب‌ها در بسیاری از گیاهان و مسیرهای متابولیکی آن‌ها درگیر هستند و باید پژوهش‌های بیشتر روی این هورمون‌ها و اثرهای آن‌ها روی رشد رویان، نمو پینه و هم‌چنین اثرهای آن‌ها در رشد و نمو گیاهی، گلدهی، میوه‌دهی و نیز در زمان پس از برداشت محصول‌های مختلف، انجام شود (۱۱).

در همین راستا، Nozari و همکاران (۱۶، ۱۷) در گیاه بابونه آلمانی گزارش کردند که تیمار هورمون‌های استروئیدی تستوسترون و پروژسترون موجب افزایش طول گیاه‌چه، وزن تر ریشه و گیاه‌چه، فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز، پلی‌فنول اکسیداز و کاتالاز می‌شود. در بررسی دیگری، Ahmadi Lashaki و همکاران (۲) در مورد اثرهای هورمون‌های پروژسترون، استرادیول، ۲۴-اپی‌برازینولید و هوموبرازینولید در غلظت یک میلی‌گرم در لیتر بر گیاهان اطلسی (*Petunia hybrida*)، جعفری (*Tagetes erecta*) و همیشه بهار (*Calendula officinalis*) نشان دادند که طول دوره گل‌دهی، میزان سطح برگ، کاروتنوئید، کلروفیل a، کلروفیل کل و فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز به‌طور معنی‌داری زیر تاثیر اثرهای تیمارها قرار گرفت. این در حالی بود که طول و عرض برگ، کلروفیل b و فعالیت آنزیم کاتالاز زیر تاثیر تیمارها قرار نگرفت.

با توجه به اینکه هنوز مطالعه‌ای در مورد بررسی اثرهای استفاده همزمان از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی و هورمون‌های جنسی پستانداران در محصول‌های مختلف به‌ویژه در میوه توت‌فرنگی انجام نشده است، بنابراین پژوهش حاضر به‌منظور ارزیابی اثرهای استفاده همزمان از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی (نفتالن استیک اسید و بنزیل آدنین) و هورمون‌های جنسی پستانداران (پروژسترون و اتینیل استرادیول به‌عنوان یکی از مؤثرترین استروژن‌های طبیعی) در رشد و نمو رویشی و زایشی،

۱- Kano

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.6.7]

ویژگی‌های کمی و کیفی میوه در زمان برداشت و هم‌چنین تغییرهای ترکیب‌های زیست فعال در زمان پس از برداشت میوه توت‌فرنگی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه‌ای در شهر ابریشم، بخش مرکزی شهرستان فلاورجان استان اصفهان در سال ۱۳۹۷ انجام شد. به‌منظور بررسی اثرهای نفتالن استیک اسید و بنزیل آدنین به‌عنوان تنظیم کننده‌های رشد گیاهی و هم‌چنین پروژسترون و اتینیل استرادیول (خریداری شده از شرکت Merck آلمان) به‌عنوان هورمون‌های جنسی زنانه، ابتدا آزمایش مقدماتی برای به‌دست آوردن بهترین غلظت‌های هر یک از تیمارها اجرا گردید. در این آزمایش مقدماتی اثرهای محلول‌پاشی بوته‌های توت‌فرنگی با غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین و نفتالن استیک اسید و هم‌چنین یک هزارم و یک میلی‌گرم در لیتر پروژسترون و اتینیل استرادیول، هم در طول فصل رشد و هم در طول انبارداری سرد، مورد ارزیابی قرار گرفت. در نهایت، بهترین غلظت هر یک از تیمارهای نفتالن استیک اسید و بنزیل آدنین در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و اتینیل استرادیول و پروژسترون در غلظت یک میلی‌گرم در لیتر روی میوه‌های توت‌فرنگی رقم کاماروسا در طول فصل رشد محلول‌پاشی گردید، تا این غلظت‌های بهینه با یکدیگر مورد ارزیابی قرار گیرند.

در بهمن ماه سال ۱۳۹۷، بوته‌های توت‌فرنگی رقم کاماروسا در گلخانه به‌صورت تک ردیفه با فاصله ۳۰ سانتی‌متر بین هر بوته و ۹۰ سانتی‌متر بین هر ردیف کشت شدند. پیش از کاشت برگ‌های آسیب دیده حذف شدند. بستر کشت بوته‌ها حاوی خاک، شن و پیت ماس به نسبت دو، یک و یک حجمی - حجمی بود. دمای گلخانه در روز ۲۵ درجه سلسیوس و در شب ۱۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۷۰ درصد، دوره روشنایی ۱۴ ساعت با شدت روشنایی ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ میکرومول بر متر مربع در ثانیه بود که توسط لامپ‌های فلورسنت خنک-سفید تأمین می‌شد. تمامی شرایط گفته شده به‌صورت خودکار کنترل می‌شد. آبیاری بوته‌ها توسط سیستم آبیاری قطره‌ای و بر اساس میزان تعرق گیاه انجام می‌شد. هم‌چنین در طول فصل رشد به‌منظور تغذیه گیاهان از محلول غذایی هوگلند استفاده شد. وجین علف‌های هرز نیز به‌صورت دستی صورت گرفت.

آزمایش اول

آزمایش اول در قالب طرح به طورکامل تصادفی اجرا شد که در آن، تیمارها شامل محلول‌پاشی برگی غلظت‌های مختلف نفتالن استیک اسید، بنزیل آدنین، اتینیل استرادیول و پروژسترون بودند. محلول‌پاشی برگی بوته‌های توت‌فرنگی رقم کاماروسا در دو مرحله صورت گرفت: ۱) چهار هفته پس از کاشت بوته‌ها و ۲) چهار هفته پس از اولین محلول‌پاشی. بوته‌ها با غلظت‌های ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین و نفتالن استیک اسید و هم‌چنین یک میلی‌گرم در لیتر پروژسترون و اتینیل استرادیول به‌صورت ترکیبی (دو به دو) محلول‌پاشی شدند. تیمارهای محلول‌پاشی شامل موارد زیر بودند:

۱) تیمار شاهد،
۲) تیمار ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین به همراه ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالن استیک اسید (BA50+NAA50)،
۳) تیمار ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالن استیک اسید به همراه یک میلی‌گرم در لیتر اتینیل استرادیول (NAA50+ES1.0)،
۴) تیمار ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نفتالن استیک اسید به همراه یک میلی‌گرم در لیتر پروژسترون (NAA50+Prog1.0)،
۵) تیمار ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین به همراه یک میلی‌گرم در لیتر اتینیل استرادیول (BA50+ ES1.0)،
۶) تیمار ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بنزیل آدنین به همراه یک میلی‌گرم در لیتر پروژسترون (BA50+ Prog1.0) و
۷) تیمار یک میلی‌گرم در لیتر اتینیل استرادیول به‌همراه یک میلی‌گرم در لیتر پروژسترون (ES1.0+ Prog1.0).

لازم به بیان است که تمامی ماده‌های شیمیایی مورد استفاده از شرکت Merck آلمان تهیه شد.

هر تیمار شامل چهار تکرار و هر تکرار شامل ۱۰ بوته توت‌فرنگی بود. در طول فصل رشد برخی ویژگی‌های ریخت‌شناسی بوته‌ها و میوه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند. زمانی‌که میوه‌ها رسیدند (رنگ سطحی میوه به تقریب ۷۵ درصد رنگ قرمز خود را به‌دست آورد) برداشت شده و مورد ارزیابی قرار گرفتند. ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در این بخش شامل تعداد گل‌آذین در بوته، تعداد گل در گل‌آذین، وزن اولین میوه، میانگین وزن میوه‌ها، طول میوه، عرض میوه، نسبت طول به عرض میوه، pH،

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]
[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.6.7]

آنتوسیانین، ماده‌های جامد محلول کل، اسیدیته قابل تیتراسیون، TSS/TA، کلروفیل‌ها، ویتامین C، پراکسیداز، کاتالاز، سوپراکسیددیسموتاز و گلوتاتیون ردوکتاز بود. این بخش از آزمایش سه ماه به طول انجامید.

آزمایش دوم

آزمایش دوم به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح به طور کامل تصادفی انجام شد که در آن فاکتور اول مورد بررسی شامل تیمارهای ترکیبی نفتالن استیک اسید و بنزیل آدنین در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و اتینیل استرادیول و پروژسترون در غلظت یک میلی‌گرم در لیتر و فاکتور دوم مدت زمان انبارداری (زمان برداشت، دو و چهار هفته پس از انبارداری سرد) بود. در واقع آزمایش دوم ادامه آزمایش اول بود که در آن میوه‌های حاصل از بوته‌های محلول‌پاشی شده از آزمایش اول به سردخانه منتقل شده و برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی میوه‌ها در طول چهار هفته انبارداری سرد مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور تعداد ۶۰ عدد میوه سالم و یکدست از هر تکرار (۳۰ عدد میوه برای هر مرحله اندازه‌گیری) انتخاب شد و به مدت چهار هفته در انبار سرد با دمای چهار درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۹۰ درصد نگهداری شدند. در نهایت، برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در فواصل زمانی هفته دوم و هفته چهارم مورد ارزیابی مجدد قرار گرفتند.

اندازه‌گیری ویژگی‌ها

در طول فصل رشد و در زمان برداشت، ویژگی‌های تعداد گل‌آذین در هر بوته و تعداد گل در هر گل‌آذین شمارش و یادداشت شد. وزن اولین میوه و میانگین وزن میوه توسط ترازوی دیجیتال (مدل AND FX=3000GD) با دقت یک صدم گرم اندازه‌گیری شد. هم‌چنین، طول میوه، عرض میوه و نسبت طول به عرض میوه (شاخص شکل میوه) با استفاده از کولیس دیجیتال (ورنیه مارک هاردن مدل MET821) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

برای اندازه‌گیری pH از دستگاه پی‌اچ‌سنج (model 691, Metrohm, AG, Herisau, Switzerland) استفاده شد. برای اندازه‌گیری آنتوسیانین، از روش تفاوت جذب در پی‌اچ‌های ۱ و ۴/۵ با روش اسپکتروفتومتری در دو طول موج ۵۱۰ و ۷۰۰ نانومتر استفاده گردید.

میزان ماده‌های جامد محلول کل (TSS) با استفاده از دستگاه قندسنج دستی (رفراکتومتر مدل ATAGO، ساخت کشور ژاپن) اندازه‌گیری و بر حسب درجه بریکس بیان شد. از روش تیتراسیون عصاره میوه با سود دو دهم نرمال برای تعیین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (TA) استفاده گردید و در نهایت میزان TA بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر محاسبه شد. شاخص طعم میوه یا نسبت ماده‌های جامد محلول کل به اسیدیته قابل تیتراسیون (TSS/TA) بعد از اندازه‌گیری هر دو مورد، محاسبه شد. ویتامین C با استفاده از الایزا و کیت ویتامین C (ZellBio GmbH, Germany) اندازه‌گیری و بر اساس میلی‌گرم در میلی‌لیتر بیان شد. به‌منظور اندازه‌گیری میزان کلروفیل‌های a، b و کلروفیل کل از روش Arnon استفاده شد و مقدار جذب در طول موج‌های ۶۶۳ نانومتر و ۶۴۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (Novaspec II, Pharmacia, Germany) اندازه‌گیری شد.

برای استخراج عصاره جهت اندازه‌گیری آنزیم‌های پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز و گلوتاتیون ردوکتاز از بافر فسفات ۵۰ میلی‌مولار با pH برابر ۷ استفاده شد. به‌منظور سنجش میزان فعالیت آنزیم‌ها از دستگاه الایزا (مدل Tecan, Salzburg, Austria) و کیت‌های مربوطه برای هر کدام (ZellBio GmbH, Germany) استفاده شد. میزان فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز بر حسب واحد در میلی‌لیتر ($U\ mL^{-1}$)، آنزیم پراکسیداز بر حسب میلی واحد در میلی‌لیتر ($mU\ mL^{-1}$) و گلوتاتیون ردوکتاز بر حسب واحد در لیتر ($U\ L^{-1}$) محاسبه شد. واحد فعالیت آنزیم‌ها معادل مقدار نمونه‌ای بود که تجزیه یک مول O^{-2} را به H_2O_2 و O_2 در یک دقیقه در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و pH برابر هفت، کاتالیز می‌کرد.

واکاوی آماری

پس از انجام آزمون نرمال بودن داده‌ها، داده‌های برداشت شده از اندازه‌گیری‌های مختلف با استفاده از نرم افزار SAS (نسخه ۹/۱)، تجزیه شدند. هم‌چنین مقایسه میانگین‌ها با آزمون کمینه تفاوت معنی‌داری (LSD) صورت گرفت. لازم به بیان است که در مورد آزمایش دوم، در صورتی که برهمکنش زمان انبارداری سرد و تیمارهای محلول‌پاشی برگی معنی‌دار شدند، به‌منظور مقایسه بهتر میانگین‌ها، برش‌دهی بر اساس زمان انبارداری صورت گرفت.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.6.7]

نتایج

آزمایش اول: اثر تیمارها بر ویژگی‌های ریخت‌شناسی در طول فصل رشد و زمان برداشت

تعداد گل‌آذین در بوته و تعداد گل در گل‌آذین

نتیجه‌ها نشان داد اثر تیمارهای ترکیبی محلول‌پاشی برگی با تنظیم کننده‌های رشدی گیاهی (بنزیل آدنین و نفتالن استیک اسید در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر) و هورمون‌های جنسی پستانداران (پروژسترون اتینیل و استرادیول در غلظت یک میلی‌گرم در لیتر) بر تعداد گل‌آذین در بوته و تعداد گل در گل‌آذین معنی‌دار بود. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تمامی تیمارها باعث افزایش تعداد گل‌آذین در هر بوته شدند به‌طوری که کمترین میزان در تیمار شاهد (۲/۱۵ عدد) به‌دست آمد. تیمارهای ترکیبی ES1.0+Prog1.0، BA50+Prog1.0 و NAA50+Prog1.0 بیشترین شمار گل‌آذین در هر بوته (به ترتیب با ۳/۲۵، ۳/۲۰ و ۳/۲۰ عدد) را به خود اختصاص دادند (جدول ۱). بر اساس جدول ۱، تمامی تیمارهای استفاده شده باعث افزایش تعداد گل در گل‌آذین توت‌فرنگی رقم کاماروسا شدند، به‌طوری که تیمار ترکیبی NAA50+Prog1.0 بیشترین تعداد گل در گل‌آذین (۷/۹۳ عدد) را به خود اختصاص داده بود، البته از لحاظ آماری با برخی دیگر از تیمارهای ترکیبی تفاوت معنی‌داری نداشت. در این بین تیمار شاهد با ۵/۵۳ عدد، کمترین تعداد گل در گل‌آذین توت‌فرنگی را داشت.

وزن اولین میوه و میانگین وزن میوه‌ها

بر اساس جدول ۱ مشخص شد که وزن اولین میوه و میانگین وزن میوه‌ها به طور معنی‌داری زیر تاثیر اثر تیمارهای ترکیبی قرار گرفتند. مقایسه میانگین داده‌ها حاکی از آن بود که در مقایسه با تیمار شاهد (۱۴/۱۶ گرم)، تمامی تیمارهای ترکیبی استفاده شده وزن اولین میوه توت‌فرنگی را به‌طور معنی‌داری افزایش دادند (جدول ۱). در بین تیمارها، بیشترین وزن اولین میوه به‌ترتیب در تیمارهای ترکیبی ES1.0+Prog1.0 (۲۳/۸۲ گرم) و NAA50+ES1.0 (۲۲/۷۱ گرم) به‌دست آمد، که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. در مورد مجموع میانگین وزن میوه‌ها در سه دوره، تمامی تیمارهای ترکیبی محلول‌پاشی برگی در مقایسه با تیمار شاهد (۵۴/۹۲ گرم)، به‌طور معنی‌داری باعث افزایش مجموع میانگین وزن میوه‌ها در سه دوره شدند (جدول ۱). در بین تیمارهای ترکیبی استفاده شده، تیمار NAA50+Prog1.0 با (۹۰/۲۵ گرم) بیشترین مجموع میانگین وزن میوه‌ها در سه دوره را به خود اختصاص داد که البته از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با برخی دیگر از تیمارهای ترکیبی نداشت.

طول، عرض و نسبت طول به عرض میوه

طول میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا به طور معنی‌داری زیر تاثیر اثر تیمارهای ترکیبی قرار گرفت در حالی که اثر تیمارهای ترکیبی بر عرض میوه و نسبت طول به عرض میوه معنی‌دار نبود (جدول ۱). براساس جدول ۱ مشخص شد که در مقایسه با تیمار شاهد (۴۵/۴۹ میلی‌متر)، تمامی تیمارها طول اولین میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا را به‌طور معنی‌داری افزایش دادند. در این میان تیمارهای ترکیبی ES1.0+Prog1.0 (۵۶/۳۵ میلی‌متر) و NAA50+ES1.0 (۵۶/۳۱ میلی‌متر) دارای بیشترین طول میوه بودند که البته با برخی دیگر از تیمارهای ترکیبی تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند. محدوده عرض میوه‌ها بین ۴۳/۱۸ میلی‌متر در تیمار شاهد تا ۴۸/۸۵ میلی‌متر در تیمار ترکیبی NAA50+ES1.0 مشاهده شد که از لحاظ آماری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۱). هم‌چنین، محدوده نسبت طول به عرض میوه توت‌فرنگی در زمان برداشت بین ۱/۰۶ در تیمار شاهد تا ۱/۱۸ در تیمار ترکیبی BA50+ES1.0 متغییر بود که البته باز هم از لحاظ آماری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند.

pH میوه

بر اساس نتیجه‌ها مشخص شد که میزان pH آب‌میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا زیر تاثیر اثرهای تیمارهای ترکیبی محلول‌پاشی برگی قرار نگرفت.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.6.7]

جدول ۱- مقایسه میانگین‌های اثر تیمارهای ترکیبی محلول‌پاشی برگی بر برخی ویژگی‌های ریخت‌شناسی و رشدی میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا در طول فصل رشد و زمان برداشت (آزمایش اول).

Table 1. Means comparison of the effects of combined foliar spray treatments on some morphological and growth traits of strawberry cv. Camarosa during growing season and harvest time (first experiment).

تیمارها Treatments	تعداد گل‌آذین در بوته Number of inflorescences per plant	تعداد گل در گل آذین Number of flower per inflorescence	وزن اولین میوه Weight of primary fruit (g)	مجموع میانگین وزن میوه‌ها در سه دوره Total average weight of fruits in three stages (g)	طول اولین میوه Length of primary fruit (mm)	عرض اولین میوه Width of primary fruit (mm)	نسبت طول به عرض اولین میوه Length/ Width of primary fruit	pH	آنتوسیانین Anthocyanin (mg 100mg^{-1})	مواد‌های جامد محلول کل Total soluble solids (°Brix)
شاهد Control	2.15^{d}	5.52^{c}	14.16^{d}	54.92^{c}	45.49^{c}	43.18^{a}	1.055^{a}	3.483^{b}	10.48^{a}	8.65^{a}
BA50+NAA50	2.89^{bc}	8.32^{ab}	17.23^{c}	76.38^{b}	51.60^{ab}	45.65^{a}	1.131^{a}	3.545^{ab}	10.91^{a}	8.50^{a}
NAA50+ES1.0	2.80^{c}	7.92^{b}	22.71^{ab}	85.13^{ab}	56.31^{a}	48.85^{a}	1.157^{a}	3.560^{a}	10.70^{a}	9.03^{a}
NAA50+Prog1.0	3.20^{ab}	9.12^{a}	17.90^{c}	90.25^{a}	51.38^{ab}	46.98^{a}	1.094^{a}	3.603^{a}	10.55^{a}	8.85^{a}
BA50+ES1.0	2.82^{c}	8.17^{ab}	21.46^{b}	86.47^{ab}	54.80^{ab}	46.54^{a}	1.178^{a}	3.563^{a}	11.30^{a}	8.75^{a}
BA50+Prog1.0	3.20^{ab}	8.77^{ab}	18.15^{c}	81.92^{ab}	50.12^{b}	45.16^{a}	1.110^{a}	3.555^{ab}	10.93^{a}	8.50^{a}
ES1.0+Prog1.0	3.25^{a}	8.90^{ab}	23.82^{a}	88.09^{ab}	56.35^{a}	50.25^{a}	1.124^{a}	3.558^{a}	10.71^{a}	9.23^{a}

تیمارها Treatments	اسیدیته قابل تیتراسیون Titratable acidity (mg 100mL^{-1})	TSS/TA	کلروفیل a Chlorophyll a (mg gFW^{-1})	کلروفیل b Chlorophyll b (mg gFW^{-1})	کلروفیل کل Total chlorophyll (mg gFW^{-1})	ویتامین C Vitamin C (mg mL^{-1})	پراکسیداز Peroxidase (mU mL^{-1})	کاتالاز Catalase (U mL^{-1})	سوپراکسید دیسموتاز Superoxide dismutase (U mL^{-1})	گلوتاتیون ردوکتاز Glutathione reductase (U L^{-1})
شاهد Control	5.25^{bc}	1.65^{a}	0.365^{b}	0.170^{c}	0.535^{c}	602.5^{b}	21.90^{b}	28.04^{b}	1.55^{b}	65.31^{bc}
BA50+NAA50	6.26^{a}	1.36^{bc}	0.428^{ab}	0.205^{b}	0.633^{ab}	697.0^{a}	28.28^{a}	28.50^{b}	2.25^{a}	68.14^{ab}
NAA50+ES1.0	5.71^{b}	1.59^{ab}	0.433^{ab}	0.205^{b}	0.638^{ab}	664.4^{ab}	28.76^{a}	25.93^{c}	2.31^{a}	67.79^{ab}
NAA50+Prog1.0	6.76^{a}	1.31^{c}	0.428^{ab}	0.200^{b}	0.628^{bc}	644.8^{ab}	21.13^{b}	27.93^{b}	2.15^{a}	70.39^{a}
BA50+ES1.0	5.11^{c}	1.71^{a}	0.413^{b}	0.198^{b}	0.610^{bc}	603.0^{b}	23.87^{b}	27.85^{b}	2.04^{a}	63.31^{c}
BA50+Prog1.0	4.93^{c}	1.73^{a}	0.410^{b}	0.195^{bc}	0.605^{bc}	713.4^{a}	23.52^{b}	28.53^{b}	2.15^{a}	66.75^{abc}
ES1.0+Prog1.0	5.23^{bc}	1.77^{a}	0.500^{a}	0.248^{a}	0.748^{a}	708.3^{a}	30.41^{a}	30.24^{a}	2.29^{a}	69.89^{a}

* در هر ستون و برای هر فاکتور، حرف‌های مشترک بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطوح متناظر معنی‌داری با آزمون LSD هستند.

* Means in each column and for each factor with the same letters are not significantly different using LSD Test.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.6.7]

آنتوسیانین میوه

براساس جدول ۱، اثر تیمارهای ترکیبی بر میزان آنتوسیانین میوه در زمان برداشت معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین حاکی از آن بود که میزان آنتوسیانین در محدوده ۱۰/۴۸ تا ۱۱/۳۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر بود که البته باز هم بین تیمارها از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱).

TSS میوه

نتیجه‌ها نشان داد که میزان TSS میوه‌های توت‌فرنگی رقم کاماروسا در زمان برداشت زیر تاثیر اثرهای تیمارهای ترکیبی محلول‌پاشی برگی قرار نگرفت (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۱) نیز حاکی از آن بود که اگرچه میزان TSS در محدوده بین ۸/۵۰ تا ۹/۲۳ درجه بریکس بود، اما از لحاظ آماری بین تیمارهای ترکیبی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

TA و TSS/TA میوه

اثر تیمارهای ترکیبی محلول‌پاشی برگی بر میزان TA و TSS/TA میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا در زمان برداشت معنی‌دار بود (جدول ۱). مشخص شد که تیمارهای ترکیبی NAA50+Prog1.0 و BA50+NAA50 به‌ترتیب با ۶/۷۶ و ۶/۲۶ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر بیشترین میزان TA را به خود اختصاص دادند. هم‌چنین، سایر تیمارهای ترکیبی تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد (۵/۲۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) نداشتند (جدول ۱). براساس جدول ۱، در مقایسه با تیمار شاهد (۱/۶۵)، تیمارهای ترکیبی NAA50+Prog50 و BA50+NAA50 باعث کاهش معنی‌دار میزان TSS/TA میوه شدند، اما سایر تیمارهای ترکیبی با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند.

کلروفیل برگ

مشخص شد که میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل برگ در زمان برداشت به‌طور معنی‌داری زیر تاثیر اثرهای تیمارهای ترکیبی قرار گرفتند (جدول ۱). در مورد کلروفیل a موجود در برگ‌های توت‌فرنگی رقم کاماروسا نتیجه‌ها حاکی از آن بود که در مقایسه با تیمار شاهد (۰/۳۶۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه)، تنها تیمار ترکیبی ES1.0+Prog1.0 (۰/۵۰۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه)، میزان کلروفیل a برگ را به‌طور معنی‌داری افزایش داد؛ در حالی که سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نشان ندادند (جدول ۱). تمامی تیمارهای محلول‌پاشی باعث افزایش میزان کلروفیل b برگ گردید، اگرچه تیمار ترکیبی BA50+Prog1.0 (۰/۱۹۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) با تیمار شاهد (۰/۱۷۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه) تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۱). در بین تیمارهای ترکیبی، تیمار ES1.0+Prog1.0 با ۰/۲۴۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه بیشترین میزان کلروفیل b را دارا بود. مقایسه میانگین‌ها مشخص نمود که در مقایسه با تیمار شاهد، تمامی تیمارهای محلول‌پاشی باعث افزایش میزان کلروفیل کل برگ شدند، اگرچه برخی از این افزایش‌ها با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند. در مجموع، تیمار ترکیبی ES1.0+Prog1.0 با ۰/۷۴۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه بیشترین میزان کلروفیل کل را داشت، که البته از لحاظ آماری با تیمارهای ترکیبی NAA50+ES1.0 و BA50+NAA50 تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۱).

ویتامین C میوه

نتیجه‌های جدول ۱ نشان داد که اثرهای تیمارهای ترکیبی بر میزان ویتامین C میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا در زمان برداشت معنی‌دار بود. مشخص شد که در مقایسه با تیمار شاهد (۶۰۲/۴۶ میلی‌گرم در میلی‌لیتر)، اکثر تیمارهای محلول‌پاشی باعث افزایش میزان ویتامین C گردید، اگرچه تیمارهای ترکیبی BA50+ES1.0، NAA50+Prog1.0 و NAA50+ES1.0 با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۱).

فعالیت آنزیم پراکسیداز

نتیجه‌ها حاکی از آن بود که در زمان برداشت، فعالیت آنزیم پراکسیداز به طور معنی‌داری زیر تاثیر اثر تیمارهای ترکیبی قرار گرفت (جدول ۱). براساس مقایسه میانگین داده‌ها مشخص شد که بیشترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز به‌ترتیب در تیمارهای

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.6.7]

ترکیبی ES1.0+Prog1.0، NAA50+ES1.0 و BA50+NAA50 (به ترتیب، ۳۰/۴۱، ۲۸/۷۶ و ۲۸/۲۸ میلی‌واحد در میلی‌لیتر) مشاهده شد، اما سایر تیمارها با تیمار شاهد (۲۱/۹۰ میلی‌واحد در میلی‌لیتر) تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۱).

فعالیت آنزیم کاتالاز

همان‌طوری که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، اثر تیمارهای ترکیبی بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز میوه توت‌فرنگی معنی‌دار بود. در مقایسه با تیمار شاهد (۲۸/۰۴ واحد در میلی‌لیتر)، تیمار ترکیبی ES1.0+Prog1.0 (۳۰/۲۴ واحد در میلی‌لیتر) باعث افزایش و تیمار ترکیبی NAA50+ES1.0 (۲۵/۹۳ واحد در میلی‌لیتر) باعث کاهش میزان فعالیت آنزیم کاتالاز میوه توت‌فرنگی گردید (جدول ۱)، درحالی که سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نشان ندادند.

فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز

فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز میوه در زمان برداشت به طور معنی‌داری زیر تاثیر اثر تیمارهای ترکیبی قرار گرفت (جدول ۱). براساس مقایسه میانگین داده‌ها، تمامی تیمارهای ترکیبی محلول‌پاشی برگی در مقایسه با تیمار شاهد (۱/۵۵ واحد در میلی‌لیتر) فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز میوه را به‌طور معنی‌داری افزایش دادند (جدول ۱).

فعالیت آنزیم گلوتاتیون ردوکتاز

براساس جدول ۱ مشخص شد که اثر تیمارهای ترکیبی بر میزان فعالیت آنزیم گلوتاتیون ردوکتاز میوه توت‌فرنگی در زمان برداشت معنی‌دار بود. بیشترین فعالیت آنزیم گلوتاتیون ردوکتاز در تیمارهای ترکیبی NAA50+Prog1.0 و ES1.0+Prog1.0 (به‌ترتیب، ۷۰/۳۹ و ۶۹/۸۹ واحد در لیتر) مشاهده شد که البته از لحاظ آماری با برخی دیگر از تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۱). در بین تیمارها، کمترین میزان فعالیت آنزیم گلوتاتیون ردوکتاز در تیمار ترکیبی BA50+ES1.0 (۶۳/۳۱ واحد در لیتر) مشاهده شد که از لحاظ آماری با تیمار شاهد (۶۵/۳۱ واحد در لیتر) و تیمار ترکیبی BA50+Prog1.0 (۶۶/۷۵ واحد در لیتر) تفاوت معنی‌داری نداشت.

آزمایش دوم: اثر تیمارهای ترکیبی محلول‌پاشی برگی بر ویژگی‌های زیست‌شیمیایی در طول انبارداری سرد

pH میوه

نتیجه‌ها نشان داد که میزان pH میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا در طول چهار هفته انبارداری سرد تنها زیر تاثیر اثرهای ساده زمان انبارداری و تیمارهای محلول‌پاشی برگی قرار گرفت، درحالی که برهمکنش آن‌ها معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین داده‌ها نیز مشخص نمود که میزان pH میوه‌ها در طول چهار هفته نگهداری در دمای چهار درجه سلسیوس به‌تدریج افزایش یافت، به‌طوری که بیشترین میزان در پایان انبارداری مشاهده شد (جدول ۲). هم‌چنین مشخص شد که تمامی تیمارهای ترکیبی در مقایسه با شاهد (۳/۴۹۷) میزان pH میوه را افزایش دادند؛ به‌طوری که بیشترین میزان در تیمار ترکیبی NAA50+Prog1.0 با ۳/۶۰۴ مشاهده شد، که البته با برخی دیگر از تیمارهای ترکیبی تفاوت معنی‌دار نداشت (جدول ۲).

آنتوسیانین میوه

براساس نتیجه‌های به‌دست آمده مشخص شد که تنها اثر ساده تیمارهای محلول‌پاشی برگی بر میزان آنتوسیانین میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا در طول چهار هفته انبارداری سرد در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود. در بین تیمارهای مورد مطالعه، بیشترین میزان آنتوسیانین با ۱۱/۲۳۶ میلی‌گرم در میلی‌لیتر در تیمار ترکیبی BA50+ES1.0 و کمترین میزان با ۱۰/۴۵۸ میلی‌گرم در میلی‌لیتر در تیمار ترکیبی NAA50+Prog1.0 به‌دست آمد که البته از لحاظ آماری با برخی دیگر از تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۲).

TSS میوه

در طول چهار هفته انبارداری سرد، میزان TSS میوه توت‌فرنگی تنها زیر تاثیر اثرهای ساده زمان انبارداری و تیمارهای محلول‌پاشی برگی قرار گرفت. نتیجه‌ها نشان داد که میزان ماده‌های جامد محلول کل از ۸/۷۸۶ درجه بریکس در زمان برداشت، به

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.6.7]

۹/۰۱۱ درجه بریکس در هفته دوم و به ۹/۴۶۴ درجه بریکس در هفته چهارم انبارداری افزایش یافت (جدول ۲)؛ درحالی که بین تیمار شاهد و سایر تیمارهای ترکیبی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. به هر حال، در بین تیمارهای ترکیبی، تیمارهای ES1.0+Prog1.0 و NAA50+ES1.0 بیشترین و تیمارهای BA50+NAA50 و BA50+Prog1.0 کمترین میزان ماده‌های جامد محلول کل را دارا بودند که از لحاظ آماری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند.

TA میوه

تنها اثر ساده تیمارهای محلول‌پاشی برگی بر میزان TA میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا در طول چهار هفته انبارداری سرد معنی‌دار بود. در بین تیمارها نیز تیمار ترکیبی NAA50+Prog1.0 با ۶/۶۶۴ میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر بیشترین میزان TA میوه را به خود اختصاص داده بود (جدول ۲). این در حالی بود که کمترین میزان نیز به ترتیب در تیمارهای ترکیبی ES1.0+Prog1.0 و BA50+Prog1.0 به‌دست آمد.

TSS/TA میوه

مشخص شد که TSS/TA میوه در طول انبارداری سرد تنها زیر تاثیر اثرهای ساده زمان انبارداری و تیمارهای محلول‌پاشی برگی قرار داشت. نسبت TSS/TA میوه از ۱/۵۸۹ در زمان برداشت به‌طور معنی‌داری به ۱/۷۶۵ در زمان پایان انبارداری، افزایش یافت (جدول ۲). هرچند تیمار ترکیبی ES1.0+Prog1.0 در مقایسه با تیمار شاهد نسبت TSS/TA را افزایش داد، سایر تیمارهای ترکیبی در مقایسه با تیمار شاهد یا باعث کاهش نسبت TSS/TA شدند و یا تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۲).

ویتامین C

نتیجه‌ها نشان داد که اثرهای ساده و هم‌چنین برهمکنش‌های زمان انبارداری و تیمارهای محلول‌پاشی برگی بر میزان ویتامین C میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا معنی‌دار بود. همان‌طوری که در جدول ۳ نشان داده شده است، در مجموع میزان ویتامین C در طول چهار هفته انبارداری سرد به‌طور تدریجی کاهش یافت به‌طوری که کمترین میزان ویتامین C در پایان انبارداری مشاهده شد. پس از چهار هفته انبارداری در دمای چهار درجه سلسیوس، تمامی تیمارهای ترکیبی در مقایسه با تیمار شاهد، میزان ویتامین C بیشتری داشتند که در این میان، بیشترین میزان ویتامین C به‌ترتیب با ۶۹۹/۴۸ و ۶۷۷/۰۳ میلی‌گرم در میلی‌لیتر در تیمارهای ترکیبی BA50+Prog1.0 و ES1.0+Prog1.0 مشاهده شد.

فعالیت آنزیم پراکسیداز

مشخص شد که فعالیت آنزیم پراکسیداز میوه توت‌فرنگی در طول انبارداری سرد به طور معنی‌داری زیر تاثیر اثرهای ساده و هم‌چنین برهمکنش زمان انبارداری و تیمارهای محلول‌پاشی برگی قرار گرفت. نتیجه‌ها حاکی از آن بود که در مجموع میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در طول انبارداری سرد به‌طور تدریجی کاهش پیدا کرد (جدول ۳). مشخص شد که در پایان زمان انبارداری، در مقایسه با تیمار شاهد (۱۴/۱۷ میلی‌واحد در میلی‌لیتر)، تمامی تیمارها به‌جزء تیمار ترکیبی BA50+NAA50 (۱۶/۶۷ میلی‌واحد در میلی‌لیتر)، باعث افزایش میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز شدند. هم‌چنین، بیشترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز (۱۹/۸۳ میلی‌واحد در میلی‌لیتر) پس از چهار هفته انبارداری سرد در تیمار ترکیبی ES1.0+Prog1.0 مشاهده شد که البته با برخی دیگر از تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.6.7]

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثرهای ساده زمان انبارداری و تیمارهای ترکیبی محلول‌پاشی برگی بر برخی ویژگی‌های زیست‌شیمیایی میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا در طول چهار هفته انبارداری سرد (آزمایش دوم).

Table 2. Means comparison of the simple effects of storage time and combined foliar spray treatments on some biochemical traits of strawberry cv. Camarosa during four weeks of cold storage (second experiment).

	pH	آنتوسیانین Anthocyanin (mg 100mg^{-1})	ماده‌های جامد محلول کل Total soluble solids (°Brix)	اسیدیته قابل تیتراسیون Titratable acidity (mg 100mL^{-1})	TSS/TA	کاتالاز Catalase (U mL^{-1})
زمان انبارداری Storage time (week)						
0 (At harvest)	3.552^{b}	10.797^{a}	8.79^{b}	5.61^{a}	1.589^{b}	18.145^{c}
2	3.554^{b}	10.821^{a}	9.01^{b}	5.48^{a}	1.681^{a}	29.258^{b}
4	3.584^{a}	10.742^{a}	9.46^{a}	5.46^{a}	1.765^{a}	31.218^{a}
تیمارهای محلول‌پاشی Foliar application treatments (mg L^{-1})						
شاهد Control	3.497^{c}	10.837^{abc}	9.05^{ab}	5.11^{d}	1.778^{b}	27.865^{d}
BA50+NAA50	3.565^{b}	10.782^{abc}	8.75^{b}	6.22^{b}	1.412^{d}	29.640^{bc}
NAA50+ES1.0	3.564^{b}	10.605^{bc}	9.42^{a}	5.79^{c}	1.628^{c}	27.494^{d}
NAA50+Prog1.0	3.604^{a}	10.458^{c}	9.08^{ab}	6.66^{a}	1.363^{d}	30.723^{ab}
BA50+ ES1.0	3.569^{ab}	11.236^{a}	9.12^{ab}	5.13^{d}	1.780^{b}	28.980^{cd}
BA50+ Prog1.0	3.560^{b}	10.956^{ab}	8.75^{b}	4.88^{de}	1.797^{b}	29.093^{bc}
ES1.0+ Prog1.0	3.585^{ab}	10.634^{bc}	9.44^{a}	4.80^{e}	1.991^{a}	31.990^{a}

* در هر ستون و برای هر فاکتور، حرف‌های مشترک بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطوح متناظر معنی‌داری با آزمون LSD هستند.

* Means in each column and for each factor with the same letters are not significantly different using LSD Test.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.6.7]

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های برهمکنش زمان انبارداری و تیمارهای ترکیبی محلول‌پاشی برگی بر برخی ویژگی‌های زیست‌شیمیایی میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا در طول چهار هفته انبارداری سرد (آزمایش دوم).

Table 3. Means comparison of the interaction effects of storage time and combined foliar spray treatments on some biochemical traits of strawberry cv. Camarosa during four weeks of cold storage (second experiment).

	ویتامین C Vitamin C (mg mL^{-1})	پراکسیداز Peroxidase (mU mL^{-1})	سوپراکسید دیسموتاز Superoxide dismutase (U mL^{-1})	گلوتاتیون ردوکتاز Glutathione reductase (U L^{-1})
زمان برداشت Harvest time				
Controlشاهد	602.46^{b}	21.90^{b}	1.55^{b}	65.31^{bc}
BA50+NAA50	696.99^{a}	28.28^{b}	2.25^{a}	68.14^{ab}
NAA50+ES1.0	664.38^{ab}	28.76^{a}	2.31^{a}	67.79^{ab}
NAA50+Prog1.0	644.77^{ab}	21.13^{b}	2.15^{a}	70.39^{a}
BA50+ ES1.0	603.02^{b}	23.87^{b}	2.04^{a}	63.31^{c}
BA50+ Prog1.0	713.42^{a}	23.52^{b}	2.15^{a}	66.75^{abc}
ES1.0+ Prog1.0	708.34^{a}	30.41^{a}	2.29^{a}	69.89^{a}
هفته دوم انبارداری Second week of storage				
Controlشاهد	370.70^{d}	20.32^{c}	1.61^{d}	68.89^{ab}
BA50+NAA50	564.12^{c}	26.05^{b}	2.21^{b}	71.65^{ab}
NAA50+ES1.0	649.22^{b}	28.54^{ab}	2.25^{b}	72.91^{ab}
NAA50+Prog1.0	591.64^{c}	20.14^{c}	2.27^{b}	73.56^{ab}
BA50+ ES1.0	593.98^{c}	22.37^{c}	1.97^{bc}	65.81^{b}
BA50+ Prog1.0	688.45^{a}	21.58^{c}	1.87^{cd}	71.29^{ab}
ES1.0+ Prog1.0	680.98^{ab}	38.69^{a}	2.69^{a}	75.60^{a}
هفته چهارم انبارداری Fourth week of storage				
Controlشاهد	275.33^{c}	14.72^{c}	2.63^{b}	53.90^{d}
BA50+NAA50	490.29	16.67^{bc}	2.56^{b}	71.41^{bc}
NAA50+ES1.0	457.62^{b}	17.68^{ab}	3.59^{a}	76.87^{b}
NAA50+Prog1.0	438.17^{b}	18.47^{ab}	2.35^{bc}	78.21^{b}
BA50+ ES1.0	474.80^{b}	17.92^{ab}	2.20^{c}	67.80
BA50+ Prog1.0	699.48^{a}	17.17^{b}	2.15^{c}	73.96^{bc}
ES1.0+ Prog1.0	677.03^{a}	19.83^{a}	3.65^{a}	87.57^{a}

* Means in each column and each storage time with the same letters are not significantly different using LSD Test. It should be noted that to better means comparison, slicing was performed according to the storage time.

* در هر ستون و برای هر زمان انبارداری، حرف‌های مشترک بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطوح متناظر معنی‌داری با آزمون LSD هستند. لازم به ذکر است که به منظور مقایسه بهتر میانگین‌ها، برش‌دهی بر اساس زمان انبارداری صورت گرفته است.

فعالیت آنزیم کاتالاز

مشخص شد که تنها اثرهای ساده زمان انبارداری و تیمارهای محلول‌پاشی برگی بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز میوه در طول چهار هفته انبارداری سرد معنی‌دار بود. هم‌چنین مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که میزان فعالیت آنزیم کاتالاز از ۲۸/۱۴۵ واحد در میلی‌لیتر در زمان برداشت به ۲۱/۲۱۸ واحد در میلی‌لیتر پس از چهار هفته در انبارداری سرد افزایش یافت (جدول ۳). هرچند تیمارهای ترکیبی NAA50+ES1.0 و BA50+ES1.0 با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشتند، سایر تیمارهای ترکیبی فعالیت آنزیم کاتالاز میوه را به‌طور معنی‌داری افزایش دادند. تیمار ترکیبی ES1.0+Prog1.0 با ۳۱/۹۹۰ واحد در میلی‌لیتر بیشترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز میوه توت‌فرنگی را به خود اختصاص داد که با تیمار NAA+Prog (۳۰/۷۲۳ واحد در میلی‌لیتر) تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.6.7]

فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز

نتیجه‌ها حاکی از آن بود که اثرهای ساده و هم‌چنین برهمکنش زمان انبارداری و تیمارهای محلول‌پاشی برگی بر میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا در طول چهار هفته انبارداری سرد معنی‌دار بود. در مجموع میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در مقایسه با زمان برداشت به‌صورت معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۳). در پایان انبارداری سرد تیمارهای ترکیبی BA50+ES1.0 و BA50+Prog1.0 میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز را در مقایسه با تیمار شاهد، به‌طور معنی‌داری کاهش دادند. این در حلی بود که تیمارهای ترکیبی NAA50+Prog1.0 و BA50+NAA50 تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نشان ندادند (جدول ۳). در نهایت مشخص شد که تیمارهای ترکیبی ES1.0+Prog1.0 و NAA50+ES1.0 به‌ترتیب با ۳/۶۵ و ۳/۵۹ واحد در میلی‌لیتر بیشترین میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز را به خود اختصاص دادند.

فعالیت آنزیم گلوتاتیون ردوکتاز

مشخص شد که فعالیت آنزیم گلوتاتیون ردوکتاز در طول انبارداری سرد به طور معنی‌داری زیر تاثیر اثرهای ساده و هم‌چنین برهمکنش زمان انبارداری و تیمارهای محلول‌پاشی برگی قرار گرفت. بر اساس جدول ۳، میزان فعالیت آنزیم گلوتاتیون ردوکتاز در طول چهار هفته انبارداری در دمای چهار درجه سلسیوس افزایش یافت. هم‌چنین مشخص شد که در پایان انبارداری، تمامی تیمارهای ترکیبی محلول‌پاشی برگی در مقایسه با تیمار شاهد از فعالیت آنزیم گلوتاتیون ردوکتاز بیشتری برخوردار بودند. هم‌چنین در بین تیمارهای ترکیبی، بیشترین میزان فعالیت آنزیم گلوتاتیون ردوکتاز در تیمار ترکیبی ES1.0+Prog1.0 (۸۷/۵۷ واحد در لیتر) مشاهده شد (جدول ۳).

بحث

اثر تنظیم کننده‌های رشد گیاهی

نتیجه‌های بررسی حاضر نشان داد که استفاده از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی نفتالن استیک اسید و بنزیل آدنین به‌صورت ترکیب با هورمون‌های جنسی پستانداران اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های ریخت‌شناسی و زیست‌شیمیایی در زمان برداشت و هم‌چنین در طول انبارداری سرد داشت، به‌طوری که این تیمارها در بیشتر موارد باعث بهبود ویژگی‌های مورد بررسی شدند.

این نتیجه‌ها با یافته‌های Piri و همکاران (۲۲، ۲۳) در مورد تأثیر اثرهای سودمند استفاده از بنزیل آدنین بر بهبود ویژگی‌های ریخت‌شناسی و ویژگی‌های کیفی میوه آلو رقم قطره طلا در زمان برداشت و هم‌چنین پس از برداشت، همخوان است. هم‌راستا با نتیجه‌های بررسی حاضر، Hassanzadeh و همکاران (۹) بهبود عملکرد و ویژگی‌های کمی و کیفی میوه بامیه رقم کانو با کاربرد نفتالن استیک اسید را گزارش نمودند. در این پژوهش مشخص شد که بیشترین مقدار ارتفاع بوته، تعداد برگ، سطح برگ، تعداد میوه، عملکرد کل، درصد ماده خشک، وزن هزار دانه، محتوای کلروفیل کل و ویتامین C و نیز کوتاه‌ترین زمان از گل‌دهی تا برداشت میوه بامیه رقم کانو با کاربرد ۲۵ میلی‌گرم در لیتر نفتالن استیک اسید به دست آمد (۹). آن‌ها هم‌چنین گزارش نمودند که با افزایش غلظت نفتالن استیک اسید به ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، رشد و عملکرد میوه بامیه کاهش یافت.

هم‌چنین، Thammisetty و همکاران (۳۰) در مورد اثر تنظیم کننده‌های رشد گیاهی روی رشد و نمو میوه سیب رقم Pinova گزارش کردند که تیمار بنزیل آدنین به همراه جیبرلین به‌طور معنی‌داری توانست ویژگی‌های رشدی میوه (بیشترین میزان رشد، شاخص سطح میوه، طول، قطر و وزن) را زیر تاثیر قرار دهد. در گزارش دیگری، Parauha و Pandey (۱۹) نشان دادند که تیمار نفتالن استیک اسید در غلظت‌های ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر به‌همراه سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری تعداد میوه‌ها در مرحله اولیه، تعداد میوه‌های حفظ شده در زمان برداشت، وزن، طول، قطر، حجم میوه، وزن گوشت، وزن پوست، وزن هسته و عملکرد میوه انبه را زیر تاثیر قرار داد.

مشخص شده است که اکسین‌ها کشش‌پذیری دیواره یاخته‌ای را افزایش داده و با تغلیظ شیره یاخته‌ای، از راه هیدرولیز نشاسته به قند، سبب کاهش پتانسیل آب در یاخته گیاهی شده و موجب ورود آب بیشتر به داخل یاخته، طویل شدن و افزایش

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.6.7]

اندازه آن می‌گردد. افزایش عملکرد هنگام محلول‌پاشی تنظیم کننده‌های رشد گیاهی به خاطر تأثیر مثبت آن‌ها بر تشکیل میوه، کاهش ریزش و افزایش وزن میوه می‌باشد. تنظیم کننده‌های رشد گیاهی ارتباط بین منبع و مصرف‌کننده را زیر تاثیر قرار می‌دهند، در نتیجه سبب شده قند بیشتری به گل‌ها و میوه‌ها انتقال پیدا کرده و در آن‌ها انباشت یابندند. این امر بر میزان رشد و نمو و هم‌چنین میزان ترکیب‌های موجود در میوه اثر گذاشته و کمیت و کیفیت را بهبود می‌بخشد (۱۸).

در پژوهش حاضر، میزان pH میوه‌ها زیر تاثیر تیمارهای محلول‌پاشی برگی قرار نگرفت. در این رابطه، Nakhaei (۱۵) در بررسی اثر محلول‌پاشی جیبرلیک اسید، نفتالن استیک اسید و بنزیل آدنین در میوه عناب گزارش نمود که این تیمارها تأثیر معنی‌داری بر pH نداشت که نتیجه‌های بررسی حاضر با این یافته‌ها همسو بود. تغییرهای pH عصاره میوه در زمان رسیدن بیشتر ناشی از نشت اسیدهای آلی از واکوئل‌ها به سیتوپلاسم یاخته‌ای است. هم‌چنین، پی‌اچ عصاره میوه در اثر رسیدن بیش از حد میوه افزایش یافته و از حالت اسیدی به قلیایی تغییر می‌یابد (۲۰).

گزارش شده است که ترکیب‌های سایتوکاینینی و اکسینی از راه افزایش ساخت RNA و فعالیت RNA پلیمراز، میزان ساخت پروتئین‌ها را تغییر می‌دهند. هم‌چنین اکسین از راه متمرکز شدن در دیواره یاخته‌ها باعث طویل شدن یاخته شده و طی آن حجم یاخته افزایش یافته که این عمل همراه با افزایش جذب کاتیون‌ها در یاخته به‌وسیله تحریک سایتوکاینین‌ها، ورود آب به داخل یاخته را افزایش داده و در نهایت باعث تغییر در مقدار ترکیب‌های زیست‌شیمیایی می‌شود (۱۴). هم‌چنین، Bal و Randhawa (۳) بیان کردند که استفاده از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی فعالیت آنزیم آلفا-آمیلاز را افزایش داده و از این راه می‌تواند بر میزان ترکیب‌های درونی محصول اثرگذار باشد.

تنظیم کننده‌های رشد گیاهی (به‌ویژه سایتوکاینین‌ها) در تمایز کلروپلاست نقش دارند و موجب ساخت کلروفیل و آنزیم‌های فتوسنتزی می‌شوند. هم‌چنین، این تنظیم کننده‌های رشد از تخریب کلروفیل جلوگیری می‌کنند و باعث تأخیر در تجزیه کلروفیل می‌شوند که این امر می‌تواند دلیل اثرهای تنظیم کننده‌های رشد گیاهی مورد استفاده بر میزان کلروفیل‌ها در آزمایش حاضر باشد. هم‌چنین، گزارش شده است که تنظیم کننده‌های رشد گیاهی مانند اکسین‌های طبیعی و مصنوعی انباشت رادیکال آزاد اکسیژن را کاهش می‌دهند. کاهش رادیکال آزاد اکسیژن سبب پیشرفت چرخه یاخته‌ای و تمایز دیواره ثانویه یاخته می‌شود. به این شکل اکسین اکسیداسیون و احیاء یاخته‌ای را تنظیم کرده و از تجزیه اکسیداتیو رنگیزه‌های فتوسنتزی مانند کلروفیل جلوگیری می‌کند که در نتیجه این امر باعث حفظ بیشتر میزان کلروفیل در گیاه می‌شود (۲۱).

یکی از اثرهای تیمارهای تنظیم کننده‌های رشد تنک کردن می‌باشد. تنک کردن باعث دریافت آسمیلات‌ها و ماده‌های کربوهیدارت‌های بیشتر توسط میوه‌ها شده و بهبود ویژگی‌های کیفی میوه مانند افزایش ویتامین C میوه را به دنبال دارد (۲۹). اثر تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر تغییرهای میزان ویتامین C می‌تواند به‌دلیل اثرهای آن‌ها در زیست‌ساخت ویتامین C و هم‌چنین محافظت از ویتامین C از اکسیداسیون به‌وسیله اسید آسکوربیک اکسیداز باشد (۱۸). بر اساس مطالعه‌های اخیر و بررسی مسیر ساخت ویتامین C، طی انجام چندین واکنش در گیاهان، گلوکز در نهایت به ویتامین C تبدیل می‌شود. احتمال می‌رود تأثیر تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر تغییر ویتامین C مربوط به افزایش میزان قند کل در میوه باشد که آن هم مربوط به افزایش سطح برگ و افزایش انتقال ماده‌های فتوسنتزی از برگ‌ها به‌سمت میوه می‌باشد (۴).

نتیجه‌ها نشان داد که تیمارهای محلول‌پاشی برگی اثر معنی‌داری بر میزان آنتوسیانین میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا نداشتند. آنتوسیانین‌ها رنگدانه‌های فلاونوئیدی هستند که در واکوئل یاخته‌های اپیدرمی گلبرگ‌ها انباشت پیدا می‌کنند. این ترکیب‌ها دارای دامنه رنگی از قرمز تا بنفش در گونه‌های مختلف گل بوده و ظاهر بسیار زیبا با الگوهای متفاوتی را ایجاد می‌کنند. در همین راستا، Abbaspour و Rezaei (۱) با مطالعه اثر جیبرلیک اسید بر سرعت واکنش هیل، رنگیزه‌های فتوسنتزی و ترکیب‌های فنلی در گیاه دارویی بادرشبو گزارش نمودند که این تنظیم کننده رشد گیاهی اثر معنی‌داری بر میزان آنتوسیانین نداشت.

نتیجه‌ها نشان داد که اثر تیمارهای محلول‌پاشی برگی بر میزان فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز، کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز و گلوتاتیون ردوکتاز معنی‌دار بود، که با توجه به نوع آنزیم و غلظت تیمارها این اثرها افزایشی یا کاهشی بود. آنزیم‌هایی با فعالیت

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.6.7]

آنتی‌اکسیدانی نقش مهمی در مقابله با واکنش‌های اکسیداتیوی در طول فرآیندهای رسیدگی میوه‌ها دارند و فرآیندهای پیری را در میوه‌ها به تأخیر می‌اندازند. آنتی‌اکسیدان‌ها به‌دلیل سمیت‌زدایی گونه‌های فعال اکسیژن، میوه‌ها را از ناهنجاری‌ها محافظت کرده و بر حفظ کیفیت میوه‌ها مؤثرند. تنظیم کننده‌های رشد گیاهی می‌توانند با فعال کردن هرچه بیشتر مسیر زیست‌ساخت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، نقش اساسی در مقابله با تنش‌های اکسیداتیوی ایفاء کنند. این امکان وجود دارد که تغییر در فعالیت‌های آنزیمی در پاسخ به کاربرد تنظیم کننده‌های رشد با انباشت ماده‌های ساخته‌شده پس از محلول‌پاشی تنظیم کننده رشد اکسین در ارتباط باشد (۲۴).

در مطالعه اثر محلول‌پاشی عنصر روی و ماده تنظیم کننده رشد اکسین نشان داده شد که کاربرد ترکیب‌های مختلف عنصر روی و هم‌چنین تنظیم کننده رشد اکسین، موجب افزایش سطح فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز، پراکسیداز، پلی‌فنول اکسیداز و اکسین اکسیداز گردید (۳۳).

اثر هورمون‌های جنسی پستانداران

بر اساس نتیجه‌ها مشخص شد که استفاده از هورمون‌های جنسی زنانه (اتینیل استرادیول و پروژسترون) اثر معنی‌داری بر ویژگی‌های رشدی داشت، به‌طوری که این تیمارها در بیشتر موارد و به‌ویژه در حالت استفاده ترکیبی با یکدیگر باعث افزایش بهبود ویژگی‌های رشدی و کیفیت میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا شد. این نتیجه‌ها با یافته‌های Nozari و همکاران (۱۶) در مورد تأثیر هورمون استروئیدی تستوسترون و نیز Nozari و همکاران (۱۷) با بررسی تأثیر غلظت‌های مختلف هورمون پروژسترون بر رشد گیاه بابونه آلمانی همخوانی دارد. آن‌ها هم‌چنین نشان دادند که رشد گیاهان بسته به وجود و غلظت هورمون تستوسترون و پروژسترون متفاوت بود.

اثرهای هورمون‌های اتینیل استرادیول و پروژسترون بر رشد و نمو ممکن است به‌دلیل تغییر در فرایندهای فیزیولوژیکی داخلی طی دوره رشد و نمو گیاه باشد که کارایی استفاده از منابعی مانند آب، عناصر غذایی و سایر ترکیب‌های ضروری را افزایش می‌دهد. در این مورد Erdal و Dumlupinar (۶) گزارش نمودند که افزایش رشد و نمو گیاه در پاسخ به کاربرد هورمون‌های جنسی پستانداران می‌تواند با افزایش در متابولیسم یاخته و گیاه که شامل واکنش‌های ساخت است، مرتبط باشد. هم‌چنین، مشخص شده است که هورمون‌های جنسی پستانداران می‌توانند بر متابولیسم و فرایندهای فتوسنتزی گیاهان تأثیر گذاشته و به‌دنبال آن باعث افزایش تقسیم و گسترش یاخته شده و رشد را تحریک کنند که از این راه بر اندازه یاخته و گیاه نیز تأثیرگذار باشد (۱۱).

بر اساس نتیجه‌های حاصل مشخص شد که استفاده از اتینیل استرادیول و پروژسترون توانست بر میزان ترکیب‌های زیست فعال میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا اثر معنی‌داری داشته باشد. در همین راستا، Upadhyay و Maier (۳۱) در مورد تأثیر ۱۷بتا-استرادیول روی گیاه آرابیدوپسیس و Genisel و همکاران (۷) درباره اثر پروژسترون بر گیاهچه نخود گزارش کردند که این تیمارها به‌طور معنی‌داری توانست بر میزان ترکیب‌های زیست فعال از جمله انباشت کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها تأثیرگذار باشد. نتیجه‌های مشابهی نیز توسط Erdal (۵) با بررسی اثر آندروسترون روی گیاهچه گندم و Erdal و Dumlupinar (۶) در مورد اثر آندروسترون در گیاه نخود به‌دست آمد.

تأثیر هورمون‌های جنسی پستانداران بر ترکیب‌های زیست فعال گیاهی می‌تواند به‌دلیل اثرهای این هورمون‌ها بر فرایندهای متابولیسمی گیاهان باشد. اثبات شده است که استفاده از تیمار بتا-استرادیول باعث تغییر در فعالیت‌های درونی و محتوای شاخص‌های کلیدی مختلف مؤثر در ذخیره‌سازی ماده‌های مختلف مانند فعالیت‌های هیدرولیتیکی (پروتئاز و آلفا-آمیلاز)، مقادیر ماده‌های ذخیره‌ای (مانند کربوهیدرات‌ها و نشاسته) و محصول‌های نهایی هیدرولیزی آن‌ها (گلوکز و آمینواسیدها) می‌شود. در نهایت، این مورد خود بر میزان و نوع ترکیب‌های زیست فعال گیاه تأثیر می‌گذارد.

در بررسی حاضر مشخص شد که هورمون‌های جنسی پستانداران بر میزان کلروفیل‌های برگ توت‌فرنگی اثر معنی‌داری داشته و باعث افزایش میزان آن‌ها شد. این نتیجه‌ها با یافته‌های Ahmadi Lashaki و همکاران (۲) در مورد اثرهای هورمون‌های پروژسترون، استرادیول، ۲۴-اپی‌برازینولید و هوموبرازینولید بر گیاهان اطلسی، جعفری و همیشه بهار، Genisel و همکاران (۷) در

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.6.7]

مورد تأثیر هورمون پروژسترون بر گیاه‌چه نخود و هم‌چنین Erdal (۵) درباره بررسی اثر آندروسترون روی گیاه‌چه گندم همخوانی دارد که نشان دادند هورمون‌های جنسی پستانداران به‌طور معنی‌داری میزان کلروفیل را افزایش دادند. نشان داده شده است که هورمون‌های جنسی پستانداران دارای اثرهای مستقیم و غیرمستقیمی بر تحریک ساخت کلروفیل و یا جلوگیری از فعالیت آنزیم کلروفیلاز (آنزیم مهم تجزیه کلروفیل) هستند و از این راه باعث افزایش و یا حفظ بیشتر میزان کلروفیل در گیاه می‌گردند (۷).

یافته‌های ما حاکی از آن بود که تیمارهای محلول‌پاشی اتینیل استرادیول و پروژسترون توانستند به‌طور معنی‌داری فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را زیر تاثیر قرار داده و در بیشتر موارد باعث افزایش میزان فعالیت آنزیم‌ها گردید. هم‌چنین Nozari و همکاران (۱۶، ۱۷) با بررسی تأثیر هورمون‌های استروئیدی تستوسترون و پروژسترون به‌تنهایی یا در ترکیب با تنظیم کننده‌های رشد نفتالن استیک اسید و بنزیل آمینوپورین در گیاه بابونه آلمانی گزارش نمودند که استفاده از هورمون‌های جنسی پستانداران به طور معنی‌داری فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را زیر تاثیر قرار داده و فعالیت آن‌ها را افزایش داد. در پژوهش دیگری، Ahmadi Lashaki و همکاران (۲) در مورد اثرهای هورمون‌های پروژسترون، استرادیول، ۲۴-اپی‌برازینولید و هوموبرازینولید بر گیاهان اطلسی، جعفری و همیشه بهار نشان دادند که فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز به‌طور معنی‌داری زیر تاثیر اثرهای تیمارها قرار گرفت. این در حالی بود که فعالیت آنزیم کاتالاز زیر تاثیر تیمارها قرار نگرفت.

براساس گزارش‌های Erdal و Dumlupinar (۶) مشخص شده است که هورمون‌های جنسی پستانداران می‌توانند بر میزان عناصر معدنی در گیاه تأثیر گذار باشند. با توجه به اینکه عناصر معدنی نقش مهمی در تشکیل ترکیب‌های آلی دارند، می‌توان نتیجه گرفت که هورمون‌های جنسی پستانداران با افزایش ماده‌های آلی و معدنی در گیاهان می‌توانند باعث افزایش تولید ایزوفرم‌های جدیدی از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی شده و از این راه ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را افزایش دهند (۱۶، ۱۷).

اثر انبارداری بر تغییر کیفیت میوه

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و زیست‌شیمیایی میوه در شرایطی چون حمل و نقل ضعیف تا بازار، دما و شرایط نگهداری تغییر می‌نماید. دلیل کاهش این ویژگی‌ها در طول انبارداری را می‌توان به از دست دادن آب و عصاره میوه نسبت داد. تنش ناشی از کمبود آب به علت خشک شدن، در طول مدت انبارداری ظاهر میوه را چروکیده می‌کند. پوست چروکیده شده اثر منفی بر تبادل گازها و تبدیل متابولیکی در میوه دارد، زیرا فعالیت آنزیم‌ها و تبادل‌های یونی به‌علت کاهش فشار تورمی یاخته‌ای در نتیجه کاهش آب میوه تغییر می‌کند (۲۷، ۲۸).

نتیجه‌های بررسی حاضر حاکی از آن بود که در هر دو آزمایش، میزان pH میوه‌ها در طول چهار هفته نگهداری در دمای چهار درجه سلسیوس به‌تدریج افزایش یافت؛ به‌طوری که بیشترین میزان در پایان انبارداری مشاهده شد. این نتیجه‌ها با یافته‌های Modares و همکاران (۱۳) در مورد افزایش در میزان pH در طی انبارداری در میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا در یک راستا است. روند تغییرهای pH عصاره میوه می‌تواند ناشی از تغییرهای زیست‌شیمیایی باشد. در آزمایش دیگری، Wills و همکاران (۳۲) بیان نمودند که تغییرهای pH عصاره میوه در زمان رسیدن بیشتر ناشی از نشت اسیدهای آلی از واکوئل‌ها به سیتوپلاسم یاخته‌ای است که مقایسه دو شکل تغییرهای pH و اسیدهای آلی نیز این مطلب را تأیید می‌کند. باید بیان نمود که در اثر رسیدن بیش از حد میوه، pH عصاره افزایش یافته و از حالت اسیدی به قلیایی تغییر می‌یابد.

مشخص شد که در مجموع میزان TSS در طول انبارداری افزایش یافت. افزایش TSS در طول انبارداری تنها مربوط به افزوده شدن قند نیست، بلکه به افزایش و کاهش ماده‌های دیگری همچون اسیدها، پکتین‌های محلول و ترکیب‌های فنلی نیز بستگی دارد. دلیل افزایش ماده‌های جامد محلول به افزایش فعالیت آنزیم ساکارز فسفات سنتاز نیز ارتباط دارد که آنزیمی کلیدی در زیست‌ساخت ساکاروز بوده و طی فرآیند رسیدن، توسط هورمون اتیلن فعال می‌شود (۱۲).

در مجموع، نتیجه‌ها نشان داد که میزان TA توت‌فرنگی رقم کاماروسا ابتدا در هفته دوم انبارداری افزایش و در نهایت در هفته چهارم انبارداری کاهش پیدا کرد. افزایش میزان TA با یافته‌های Rastegari و همکاران (۲۵) همخوانی دارد که بیان نمودند میزان

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.6.7]

TA میوه انبار در طول نگهداری در انبار سرد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. افزایش میزان TA در زمان‌های ابتدایی انبارداری ممکن است به ادامه فرایندهای دخیل در رسیدگی میوه مرتبط باشد. از آنجا که اسیدهای آلی به‌عنوان سوبسترا برای واکنش‌های آنزیمی تنفس به‌کار می‌روند، انتظار می‌رود طی دوره پس از برداشت TA میوه کاهش یابد. کاهش در میزان TA در طی مراحل رسیدن و انبارداری در مطالعه‌های Shiri و همکاران (۲۷) در میوه کیوی نیز گزارش شده است که نتیجه‌های پژوهش حاضر با این گزارش همسو می‌باشد.

اگرچه در بررسی حاضر تغییرهای نسبت TSS/TA میوه توت‌فرنگی در طول انبارداری سرد وابسته به زمان و نوع تیمار بود، اما در مجموع این نسبت در طول انبارداری افزایش یافت. عطر و طعم میوه به TSS/TA بستگی دارد، به‌طوری که با افزایش میزان TSS و کاهش TA در گوشت میوه، طعم میوه مطلوب‌تر می‌شود. همان طور که گفته شد نسبت TSS/TA تعیین‌کننده طعم و مزه میوه‌ها است. حفظ طعم و مزه را می‌توان به کنترل از دست‌دهی آب و کاهش میزان تنفس نسبت داد که عوامل پیش و پس از برداشت بر آن اثر دارند که این امر باعث به تأخیر انداختن پیری شده و در نتیجه از مصرف ماده‌های ذخیره‌ای مانند اسیدهای آلی جلوگیری کرده و کیفیت تغذیه‌ای میوه را در حد مطلوب حفظ می‌کند (۲۷).

یافته‌های ما نشان داد که در مجموع میزان ویتامین C میوه توت‌فرنگی در طول چهار هفته انبارداری در دمای چهار درجه سلسیوس به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. ویتامین C ترکیبی ناپایدار است که در طی انبار بسته به شرایط نگهداری مانند دما، اکسیژن، نور و هم‌چنین فعالیت آنزیم‌هایی مانند پراکسیداز و اسکوربات اکسیداز کاهش می‌یابد. کاهش میزان ویتامین C در پایان انبارداری ممکن است به‌دلیل کاهش آب میوه باشد که منجر به اکسیداسیون ویتامین C در نتیجه کاهش آن به وجود آید (۲۸).

مشخص شد که در هر دو آزمایش میزان آنتوسیانین میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا در طول دوره انبارداری ثابت بود و هیچ گونه تغییر معنی‌داری را نشان نداد. در میوه توت‌فرنگی، آنتوسیانین‌ها فلاونوئید اصلی میوه‌اند که در زمان رسیدن انباشت می‌یابند و نقش مهمی در تشخیص رنگ میوه‌های مرغوب توت‌فرنگی بازی می‌کند. بنابراین، تغییر در آنتوسیانین می‌تواند کیفیت بازارپسندی میوه را نیز زیر تأثیر قرار دهد. در یک بررسی، Hosseinifarahi و همکاران (۱۰) گزارش نمودند که میزان آنتوسیانین میوه توت‌فرنگی رقم سلوا در طول ۱۲ روز نگهداری در دمای ۵ درجه سلسیوس تغییر معنی‌داری را نشان نداد.

در مجموع میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی بر اساس زمان انبارداری متفاوت بود. رادیکال‌های آزاد پس از روبرو شدن گیاه با تنش‌های محیطی یا در طول فرایند پیری در غشاهای گیاهی انباشت می‌یابد. این رادیکال‌ها می‌توانند پراکسیداسیون لیپید را در تیلاکوئیدهای غشا آغاز کنند. انباشت رادیکال‌های آزاد در نتیجه تخریب فسفولیپیدها توسط فسفولیپاز یا لیپولیتیک اسید هیدرولاز است، زیرا فعالیت این آنزیم‌ها در طی پیری افزایش می‌یابد. به‌دنبال آن، آنزیم لیپوکسی‌ژناز اسیدهای چرب را به هیدروپراکسیدها اکسید می‌کند. در نهایت شاهد آن هستیم که با آغاز فرآیند پیری و همزمان با مراحل آخر انبارداری محصول‌ها، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و هم‌چنین فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی دچار تغییر می‌شود. سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی گیاه شامل سیستم‌های آنزیمی و غیرآنزیمی است. سیستم آنتی‌اکسیدانی آنزیمی شامل آنزیم‌هایی مانند سوپراکسیددیسموتاز، کاتالاز، پراکسیداز و آنزیم‌های چرخه آسکوربات-گلوتاتیون یعنی آسکوربات‌پراکسیداز، مونو و دی‌هیدروآسکوربات‌ردوکتاز و در نهایت گلوتاتیون‌ردوکتاز است. سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی رادیکال‌های آزاد اکسیژن را با مصرف نیکوتین‌آمید آدنین‌دی‌نوکلوئیدفسفات یا نیکوتین‌آمیدآدنین‌دی‌نوکلوئید تصفیه و خنثی کرده و به مولکول آب تبدیل می‌کنند (۸). با توجه به این مطالب می‌توان گفت که افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی می‌تواند به‌دلیل خاصیت خنثی‌کنندگی این آنزیم‌ها در طول فرآیندهای مرتبط با پیری باشد که در نهایت باعث حفظ بهتر کیفیت محصول می‌گردد.

نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر مشخص شد که محلول‌پاشی برگی با تنظیم کننده‌های رشدی گیاهی (بنزیل آدنین و نفتالن استیک اسید در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر) و هورمون‌های جنسی پستانداران (پروژسترون اتینیل و استرادیول در غلظت یک میلی‌گرم در لیتر) به‌صورت ترکیب دو به دو با یکدیگر به‌طور معنی‌داری باعث بهبود ویژگی‌های ریخت‌شناسی و رشدی و نیز ویژگی‌های

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.6.7]

زیست‌شیمیایی میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا در طول فصل رشد و هم‌چنین در زمان برداشت شد. ویژگی‌های زیست‌شیمیایی میوه در طول چهار هفته انبارداری سرد دچار تغییر گردید که در این میان میوه‌های تیمار شده در مقایسه با میوه‌های شاهد به‌طور معنی‌داری توانستند کیفیت محصول را در حد بهینه حفظ نمایند. در مجموع، مشخص شد که در بین تیمارهای محلول‌پاشی شده تیمار ترکیبی یک میلی‌گرم در لیتر اتینیل استرادیول به همراه یک میلی‌گرم در لیتر پروژسترون (ES1.0+ Prog1.0) مؤثرترین تیمار در افزایش کمیت، کیفیت و حفظ کیفیت میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا در طول انبارداری بود.

References منابع

1. Abbaspour, H. and H. Rezaei. 2015. Effects of gibberellic acid on Hill reaction, photosynthetic Pigment and phenolic compounds in Moldavian dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) in different drought stress levels. J. Plant Res. (Iran. J. Biol.). 47: 893-903 (in Persian).
2. Ahmadi Lashaki, M., S. Sedaghathoor, S. Kalatehjari, and D. Hashemabadi. 2018. The physiological and growth response of *Petunia hybrida*, *Tagetes erecta*, and *Calendula officinalis* to plant and human steroids. AIMS Agric. Food. 3: 85-96.
3. Bal, J. S. and S. Randhawa. 2007. Effect of NAA on fruit drop and quality of ber. Haryana J. Hort. Sci. 36: 231-232.
4. Belakbir, A., J. M. Ruiz, and L. Romero. 1998. Yield and fruit quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) in response to bioregulators. J. Hort. Sci. 33: 85-87.
5. Erdal, S. 2012. Alleviation of salt stress in wheat seedlings by mammalian sex hormones. Sci. Food Agric. 92: 1411-1416.
6. Erdal, S. and R. Dumlupinar. 2011. Mammalian sex hormones stimulate antioxidant system and enhance growth of chickpea plants. Acta Physiol. Plant. 33: 1011-1017.
7. Genisel, M., H. Turk, and S. Erdal. 2013. Exogenous progesterone application protects chickpea seedlings against chilling-induced oxidative stress. Acta Physiol. Plant. 35: 241-251.
8. Gupta, D. K., J. M. Palma, and F. J. Corpas. 2018. Antioxidants and antioxidant enzymes in higher plants. Springer International Publishing. 300 pp.
9. Hassanzadeh, Z., Z. Ghahremani, and T. Barzegar. 2017. The effect of naphthalene acetic acid on growth, yield and fruit quality of okra cv. Kano Dwarf. J. Plant Prod. Res. 24: 33-45 (in Persian).
10. Hosseinifarahi, M., M. Radi, F. Bagheri, and E. Jamshidi. 2018. Evaluation of postharvest quality and organoleptic characteristics of strawberry with application of *Aloe vera* gel, acetic acid and UV-B irradiation. Iran. J. Hort. Sci. Technol. 19: 99-114 (in Persian).
11. Janeczko, A. and A. Skoczowski. 2005. Mammalian sex hormones in plants. Folia Histochem. Cytobiol. 43: 71-79.
12. Kaur, K., W. S. Dhillon, and B. V. C. Mahajan. 2013. Effect of different packaging materials and storage intervals on physical and biochemical characteristics of pear. J. Food Sci. Technol. 50: 147-152.
13. Modares, B., A. A. Ramin, and C. Ghobadi. 2014. Effect of 1-MCP on storage and shelflife of strawberry fruits (*Fragaria* × *ananassa* Cv. Camarossa). J. Crop Prod. Process. 4: 253-268 (in Persian).
14. Moujheith, M. G. and I. A. Hassaballa. 1979. Effects of preharvest spray of some growth regulating substance on yield and fruit characteristics of "Hayany" date cultivar. Research Bulletin, Factually of Agriculture of Ain Shams University, 20 pp.
15. Nakhaei, F. 2017. Effect of Time and the Foliar Spray of Plant Growth Regulators on Physiochemical Characteristics and Yield of Jujube (*Ziziphus jujube*). Plant Prod. Technol. 16: 87-96 (in Persian).
16. Nozari, E., R. Asghari-Zakaria, S. Jahanbakhsh, and N. Zare. 2018. The effect of steroidal testosterone hormone on seedling growth, antioxidant enzymes activity and callus induction in German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). J. Crop Breed. 10: 31-38 (in Persian).
17. Nozari, E., R. Asghari-Zakaria, S. Jahanbakhsh, and N. Zare. 2019. The effect of steroidal progesterone hormone on seedling growth, antioxidant enzymes and callus induction in German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Plant Process Func. 7: 209-218 (in Persian).
18. Ouzouidou, G., I. Ilias, A. Giannakoula, and P. Papadopoulu. 2010. Comparative study on the effects of various plant growth regulators on growth, quality and physiology of *Capsicum annuum* L. Pak. J. Bot. 42: 805-814.
19. Parauha, S. and S. K. Pandey. 2019. Influence of plant growth regulators and nutrients on fruit retention, yield and quality attributes of mango (*Mangifera indica* L.) cv. Amrapali. J. Pharmacogn. Phytochem. 8: 550-555.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.6.7]

20. Pelayo, C., S. E. Ebeler, and A. A. Kader. 2003. Postharvest life and flavor quality of three strawberry cultivars kept at 5 °C in air or air + 20 KPa CO_2. Postharvest Biol. Technol. 27: 171-183.
21. Piotrowska-Niczyporuk, A. and A. Bajguz. 2014. The effect of natural and synthetic auxins on the growth, metabolite content and antioxidant response of green alga *Chlorella vulgaris* (Trebouxiophycea). Plant Growth Regul, 73: 57-66.
22. Piri, S., J. Hajilou, and S. Piri. 2019. The effect of benzyl adenine on qualitative characteristics and antioxidant capacity of plum fruit during storage. J. Crop Prod. Process. 9: 127-137 (in Persian).
23. Piri, S., J. Hajilou, and G. Dehghan. 2016. Effect of different concentrations of BA on thinning intensity, qualitative and antioxidative characteristics of "Golden Drop" plum. Pomol. Res. 1: 1-14 (in Persian).
24. Quddoury, A. and M. Amssa. 2004. Effect of exogenous indole butyric acid on root formation and peroxidase and indole-3-acetic acid oxidase activities and phenolic contents in date palm offshoots. Bot. Bull. Acad. Sinica, 45: 127-131.
25. Rastegari, H., A. Tehranifar, S. H. Nemati, and M. R. Vazifehshenas. 2014. Effect of pre harvest applicationof salicylic acid on post harvest characteristics of pomegranate fruit and storage in cold store. J. Hort. Sci. 28: 360-368 (in Persian).
26. Sebastian, K., M. S. Arya, U. R. Reshma, S. J. Anaswara, and S. S. Thampi. 2019. Impact of Plant Growth Regulators on Fruit Production. Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci. 8: 800-814.
27. Shiri, M. A., M. Ghasemnezhad, J. Fattahi Moghaddam, and R. Ebrahimi. 2016a. Effect of $CaCl_2$ sprays at different fruit development stages on postharvest keeping quality of 'Hayward' kiwifruit. J. Food Process. Pres. 40: 624-635.
28. Shiri, M. A., M. Ghasemnezhad, J. Fattahi Moghaddam, and R. Ebrahimi. 2016b. Enhancing and maintaining nutritional quality and bioactive compounds of 'Hayward' kiwifruit: Comparison the effectiveness of different $CaCl_2$ spraying times. J. Food Process. Pres. 40: 850-862.
29. Solomakhin, A. A. and M. M. Blanke. 2010. Mechanical flower thinning improves the fruit quality of apples. Sci. Food Agric. 90: 735-741.
30. Thammisetty, A., G. Dheeraj, B. P. Khanal, and M. Knoche. 2019. Effect of different combinations of CPPU, GA_{4+7} and 6-BA on fruit growth rate on developing apple (*Malus domestica* Borkh) cv. 'Pinova'. Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci. 8: 2614-2618.
31. Upadhyay, P. and C. Maier. 2016. Effects of 17β-estradiol on growth, primary metabolism, phenylpropanoid-flavonoid pathways and pathogen resistance in *Arabidopsis thaliana*. Am. J. Plant Sci. 7: 1693-1710.
32. Wills, R., B. McGlasson, D. Graham, and D. Joyce. 1998. Postharvest: An introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. 4th ed., Hyde Park Press, Australia.
33. Zand, B., A. Soroosh zadeh, F. Ghanati, and F. Moradi. 2010. Effect of zinc and auxin foliar application on some anti-oxidant enzymes activity in corn leaf. Iran. J. Plant Biol. 2: 35-48 (in Persian).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.6.7]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 22 (1): 99- 116 (2021)
Research article

Combined Effects of Some Mammalian Sex Hormones and Plant Growth Regulators on the Morphological and Biochemical Traits of Strawberry cv. Camarosa at the Harvest Time and Cold Storage

M.R. Kalantari, V. Abdossi[1*], F. Mortazaeinezhad, A.R. Golparvar, and Z. Shahshahan[1]

In order to investigate combined effects of foliar application of plant growth regulators (naphthalene acetic acid and benzyl adenine at 50 mg L^{-1}) and mammalian sex hormones (ethinyl estradiol and progesterone at 1.0 mg L^{-1}) on strawberry cv. Camarosa, an experiment was carried out during the growing season, at the harvest time and also during 4 weeks of cold storage (4 °C) in 2018. The results showed that the foliar application of two hormones combined with benzyl adenine, naphthalene acetic acid, progesterone and ethinyl estradiol could be able to improve the growth traits, morphological, biochemical (total soluble solids, titratable acidity, chlorophylls and vitamin C) and antioxidant enzymes activity (peroxidase, catalase, superoxide dismutase and glutathione reductase) of strawberry fruits during the growing season as well as at the harvest time. During 4 weeks of cold storage, the biochemical traits and antioxidant enzymes activity of fruits were changed; in the meantime, the applied treatments significantly maintained fruit quality at the optimum level. Overall, the results revealed that the combined treatment of 1.0 mg L^{-1} ethinyl estradiol with 1.0 mg L^{-1} progesterone was the most effective treatment to maintain the quality of strawberry fruit cv. Camarosa during storage.

Keywords: Ethinyl estradiol, Antioxidant enzymes, Benzyladenine, Progesterone, Naphthalene acetic acid.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.6.7]

1. Ph.D. Student and Assistant Professor of Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Associate Professors of Islamic Azad University, Isfahan (Khorasgan) Branch, Isfahan, Professor of Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran, respectively.
*Corresponding author, Email: (abdossi@srbiau.ac.ir).