مقاله پژوهشی

اثر کاربرد قبل از برداشت اسیدهیومیک روی بهبود عمر انبارمانی توت‌فرنگی (*Fragaria × ananassa* Duch.) رقم پاروس

ژیلا رییسی[1]* و زهرا پاک‌کیش[2]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۹/۹- تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۸/۲۹)

چکیده:

به منظور ارزیابی تأثیر محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف اسیدهیومیک بر حفظ کیفیت پس از برداشت میوه توت‌فرنگی رقم پاروس، پژوهش حاضر در یک گلخانه‌ای در جیرفت در قالب طرح آماری کاملا تصادفی با ۴ تکرار اجرا گردید. برای این منظور بوته‌های توت‌فرنگی با غلظت‌های صفر، ۱۲/۵، ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک در مرحله شروع گلدهی محلول‌پاشی شدند. میوه‌ها پس از برداشت در دمای ۱ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵±۹۰ درصد به مدت ۲۰ روز نگهداری شدند و صفاتی شامل سفتی، مواد جامد محلول کل، اسیدیته، میزان پوسیدگی، کاهش وزن، اسیدیته قابل تیتراسیون میوه‌ها طی انبارمانی، اندازه‌گیری شدند. نتایج بدست آمده نشان داد، تیمار ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک، بیشترین اثر را روی حفظ استحکام میوه (سفتی)، مواد جامد محلول کل و اسیدیته قابل تیتراسیون داشت. میوه‌های تیمار شده با اسیدهیومیک ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر، کمترین درصد کاهش وزن، پوسیدگی و اسیدیته را طی انبارمانی نشان دادند. سایر تیمارها نیز با شاهد تفاوت معنی‌دار داشتند. براساس نتایج پژوهش حاضر، غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک بیشترین تأثیر را در حفظ کیفیت پس از برداشت و افزایش عمر انبارمانی میوه توت‌فرنگی رقم پاروس داشت.

کلمات کلیدی: اسیدهیومیک، انبارمانی، توت‌فرنگی، کیفیت

۱- دانشجویی کارشناسی ارشد، بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

۲- دانشیار بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

* پست الکترونیک: daftaramam84@yahoo.com

مقدمه

توت‌فرنگی به‌دلیل فعالیت متابولیکی بالا و حساسیت به پوسیدگی‌های میکروبی و قارچی مخصوصا کپک خاکستری (*Botrytis cinerea*) یکی از میوه‌های بسیار فسادپذیر می‌باشد (پرویز[1] و همکاران، ۲۰۱۸). این میوه به آسیب‌های مکانیکی و فیزیولوژیکی حساس بوده که باعث تخریب سریع در طول مدت نسبتا کوتاهی می‌شود (تاهیر[2] و همکاران، ۲۰۱۸; دریس[3] و همکاران، ۲۰۰۱). برای حفظ کیفیت میوه توت‌فرنگی درطول نگهداری از ترکیبات شیمیایی مختلفی استفاده می‌شود. یکی از عوامل و نهاده‌های مصرفی در کشاورزی پایدار و ارگانیک و اکولوژیک استفاده از ماده آلی اسید هیومیک می‌باشد (هانا[4] و همکاران، ۲۰۲۱). اسید هیومیک یک ترکیب پلیمری طبیعی آلی است که می‌تواند جهت افزایش محصول و کیفیت آن به کار گرفته شود (وبر[5] و همکاران، ۲۰۱۸). در خصوص نحوه اثر اسید هومیک گزارش‌های متعددی وجود دارد اما می‌توان اثر آن را به دو دسته تقسیم کرد: اثر مستقیم به عنوان یک ترکیب شبه‌هورمونی و اثرغیرمستقیم به‌صورت افزایش جذب عناصر غذایی از راه ویژگی کلات‌کنندگی و احیاکنندگی و حفظ نفوذپذیری غشاء و افزایش متابولیسم ریزجانداران، بهبود وضعیت فیزیکی خاک و افزایش رشد ریشه و ساقه می‌باشد (آدانی[6] و همکاران، ۱۹۹۸). در پژوهشی روی توت‌فرنگی رقم Paros مشخص شد، بیشترین میزان ویتامین ث و TSS به‌ترتیب در ۱۲۰۰ و ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسیدهیومیک و بیشترین تعداد گل تشکیل شده در تیمار ۹۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد (گاراژیان و همکاران، ۱۳۸۹).

اسید هیومیک ترکیب پلیمری طبیعی آلی است که در نتیجه پوسیدگی مواد آلی خاک، پیت، لیگنین و غیره به وجود می‌آید که ممکن است برای افزایش محصول و کیفیت آن به کار گرفته شود (احمد[7] و همکاران، ۲۰۱۱).

محلول‌پاشی اسید هیومیک روی گیاه چای ترش سبب افزایش ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی در بوته، وزن تر و خشک برگ و شاخه، تعداد میوه، وزن تر و خشک کاسبرگ‌ها، عملکرد بذر و مقدار کل آنتوسیانین گردید (صبوری[8] و همکاران، ۲۰۱۷).

در پژوهش دیگری در توت‌فرنگی محلول‌پاشی ۱ در هزار اسید هیومیک به‌همراه کمپوست باعث افزایش ۷ درصدی عملکرد، ۱۵ درصدی میزان آنتوسیانین و ۱۳ درصدی میزان مواد جامد محلول کل میوه شد (قریب[9] و همکاران، ۲۰۱۱).

هدف از این تحقیق بررسی اثر غلظت‌های متفاوت اسیدهیومیک روی حفظ کیفیت پس از برداشت میوه‌های توت‌فرنگی رقم پاروس بود.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر تحت شرایط گلخانه‌ای در قالب طرح کاملا تصادفی با ۴ غلظت اسیدهیومیک (صفر، ۱۲/۵، ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر) در چهار تکرار در مرحله شروع گلدهی صورت گرفت و سپس در مرحله رسیدن فیزیولوژیکی، میوه‌ها در سردخانه با دمای یک درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵ تا ۹۰ درصد به مدت ۲۰ روز نگهداری شدند و صفاتی شامل سفتی، مواد جامد محلول کل، اسیدیته، پوسیدگی، کاهش وزن، اسیدیته قابل تیتراسیون میوه‌ها اندازه‌گیری شدند.

اندازه‌گیری میزان اسیدیته (pH)

جهت تعیین اسیدیته آب میوه از عصاره صاف شده میوه و با استفاده از دستگاه pHمتر (مدل ۳۳۲۰ ساخت شرکت جن‌وی (Jenwey) انگلستان) در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری انجام گرفت (شکراله‌فام و همکاران، ۱۳۹۴).

اندازه‌گیری مواد جامد محلول کل

در این تحقیق اندازه‌گیری مواد جامد محلول توسط رفراکتومتر دستی مدل (MT-098P8A)، صورت گرفت (خسروشاهی[10] و همکاران، ۲۰۰۷). رفراکتومتر میزان قند عصاره میوه را به صورت بریکس و یا درصد نشان می‌دهد. بریکس برابر با گرم قند در ۱۰۰ گرم عصاره میوه می‌باشد. برای اندازه‌گیری قند میوه‌ها توسط رفراکتومتر، ابتدا با استفاده از آب مقطر صفحه مدرج را صفر کرده، سپس سرپوش منشور را کنار زده و چند قطره از عصاره میوه را

1. Parvez
2. Tahir
3. Dris
4. Hannah
5. Weber
6. Adani
7. Ahmad
8. Sabouri
9. Gharib
10. Khosroshahi

روی آن ریخته و دوباره سرپوش منشور گذاشته می‌شود. معمولا برای اندازه‌گیری قند از طریق رفراکتومتر باید دمای اتاق ۲۰ درجه سانتی‌گراد باشد.

اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون

برای اندازه‌گیری اسیدهای آلی ابتدا ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره میوه را توسط پیپت داخل ظرف شیشه‌ای ریخته و به آن ۲۰ تا ۴۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد. داخل محلول فوق ۲ تا ۳ قطره معرف فنل‌فتالئین یک درصد اضافه و سپس عمل سنجش حجمی (تیتراسیون) توسط هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال انجام داده شد. هنگامی که رنگ محلول حاوی عصاره میوه به قرمز روشن تبدیل شد، عمل تیتراسیون خاتمه می‌یابد. برای تهیه محلول فنل فتالئین ۱ درصد مقدار یک گرم از پودر آن را در اتانول ۹۰ درصد حل کرده و حجم محلول به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. بر اساس مقدار هیدرکسیدسدیم مصرف شده در عمل تیتراسیون، مقدار اسید را در عصاره میوه به صورت درصد یا گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره میوه محاسبه گردید (بسیونی[1]، ۱۹۹۶). برای این منظور از معادله زیر استفاده شد:

$$A=S\times N\times F\times E/C\times 100$$

A- مقدار اسید در عصاره میوه (گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر)

S- مقدار سود مصرف شده (میلی‌لیتر)

N- نرمالیته NaOH

F- فاکتور NaOH

C- مقدار عصاره میوه (میلی‌لیتر)

E- اکی‌والان اسید مورد نظر

پوسیدگی

ارزیابی پوسیدگی میوه‌ها هر ۵ روز یکبار به مدت ۲۵ روز نگهداری در دمای پایین صورت گرفت. وجود لکه‌های قهوه‌ای رنگ به همراه فرورفتگی‌های سطح میوه به عنوان پوسیدگی در نظر گرفته شد. خسارت سرمازدگی بدین صورت محاسبه گردید (نیلپراپروک[2] و همکاران، ۲۰۰۸).

۱۰۰-۱۰۰×(تعدادکل میوه/تعداد میوه آسیب دیده- تعدادکل میوه) =خسارت سرمازدگی و پوسیدگی

اندازه‌گیری کاهش وزن

برای تعیین میزان کاهش وزن، از هر تیمار تعدادی میوه انتخاب و در شروع آزمایش و نیز طی دوره انبارمانی وزن شدند و با توجه به وزن اولیه، درصد کاهش وزن از معادله زیر محاسبه گردید (خسروشاهی و همکاران، ۲۰۰۷).

۱۰۰×(وزن اولیه میوه / وزن ثانویه میوه – وزن اولیه میوه) = درصد کاهش وزن

اندازه‌گیری استحکام (سفتی) بافت میوه

به منظور اندازه‌گیری سفتی گوشت میوه، دو میوه از هر تکرار به طور تصادفی انتخاب و پوست در سه قسمت متفاوت میوه برداشته و سپس توسط دستگاه سفتی‌سنج (مدل GY-2) ساخت کشور چین با قطر ۱۱ میلی‌متر، میزان سفتی میوه‌ها با وارد کردن فشار یکنواخت به میوه، عدد آن قرائت و بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع ثبت شد.

تجزیه آماری

داده‌ها در سطح آماری یک درصد مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و تجزیه داده‌ها و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزارهای SAS و Excel انجام شد. همچنین جهت مقایسه میانگین ها از آزمون دانکن استفاده گردید.

نتایج و بحث

درصد پوسیدگی

طبق نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر، درصد پوسیدگی توت‌فرنگی تیمار شده و تیمار نشده، طی انبارمانی افزایش پیدا کرد، ولی میوه‌های تیمار شده با اسید هیومیک، درصد پوسیدگی کمتری را طی انبارمانی نشان دادند. بطوریکه طی ۲۰ روز انبارمانی میوه‌های توت‌فرنگی، کمترین درصد پوسیدگی مربوط به تیمار اسید هیومیک ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر و بیشترین درصد پوسیدگی پس از پایان دوره انبارمانی مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۱).

اسید هیومیک به جذب بهتر مواد معدنی و بهبود کیفیت محصول کمک می‌کند. اسید هیومیک با بهبود تولید قند، پروتئین و ویتامین در گیاه و نیز تأثیر مثبتی که بر جنبه‌های مختلف فتوسنتز دارد نیز محتوای غذایی محصولات کشاورزی را افزایش می‌دهد. اسید هیومیک سبب تقویت دیواره سلولی می‌شود. با این مکانیسم نفوذپذیری محصولات نسبت به قارچ‌های فاسدکننده در همه موارد اعم از غلات، میوه‌جات و سبزیجات کمتر شده و خاصیت انبارداری افزایش می‌یابد. تحمل به تنش‌های زنده و غیرزنده از جمله مقاومت به بیماری‌ها افزایش می‌یابد. اسید هیومیک سیستم دفاعی گیاهان را با افزودن آنتی‌اکسیدان طبیعی و اسید فنولیک افزایش می‌دهد

1. Basiouny

2. Nilprapruck

(آرانکون[1] و همکاران، ۲۰۰۶). بنابراین، اسید هیومیک با مکانیسم‌های ذکر شده، کیفیت محصول توت فرنگی را طی انبارمانی افزایش داد.

طبق نتایج پژوهش حاضر، تیمار اسید هیومیک میزان پوسیدگی میوه توت‌فرنگی را طی انبارمانی کاهش داد. پوسیدگی‌های پس از برداشت یکی از مهمترین فاکتورهایی می‌باشد که عمر انبارمانی بسیاری از میوه‌ها را محدود می کند. بنابراین استفاده از تیمارهای قبل و بعد از برداشت می تواند به عنوان یک راه حل مناسب در کاهش میزان پوسیدگی در طول مدت انبارمانی مورد استفاده قرار گیرد. همانطور که در پژوهش حاضر تیمار اسید هیومیک، سبب کاهش میزان پوسیدگی و افزایش انبارمانی میوه‌ها گردید. در لوبیا محلول‌پاشی اسید هیومیک در غلظت‌های ۶ و ۸ میلی‌لیتر بر لیتر باعث کاهش پوسیدگی ریشه و بیماری لکه‌برگی حاصل از آلترناریا شد (ال‌قمری[2] و همکاران، ۲۰۰۹). بنابراین تیمارهای اسید هیومیک با نقشی که در سنتز سلولز، پکتین دیواره سلولی، پایداری سلول و سنتز آنتی‌اکسیدان‌ها دارند، می‌تواند میزان حمله عوامل بیماری‌زا مانند قارچ‌ها را به داخل سلول مختل نمایند و از شدت پوسیدگی بکاهد (طاهری[3] و همکاران، ۲۰۱۲).

درصد کاهش وزن

درصد کاهش وزن میوه توت‌فرنگی تیمار شده و تیمار نشده، طی انبارمانی افزایش پیدا کرد. ولی میوه‌های تیمار شده با اسید هیومیک درصد کاهش وزن کمتری را طی انبارمانی نشان دادند. بیشترین میزان کاهش وزن، پس از پایان دوره انبارمانی مربوط به تیمار شاهد بود که در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری باهم داشتند (شکل ۲).

تیمار میوه به منظور افزایش عمر انبارمانی آنها شدت تنفس را کاهش و کیفیت فرآورده را بیشتر حفظ می‌کند (ولدریگی[4] و همکاران، ۱۹۹۶).

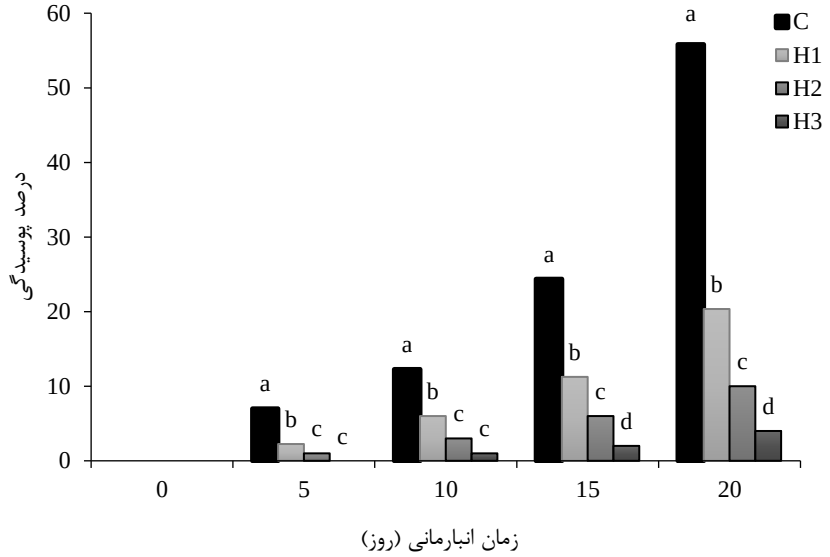
طبق نتایج بدست آمده از این پژوهش، بیشترین درصد کاهش وزن پس از پایان دوره انبارمانی در میوه‌های شاهد و کمترین میزان کاهش وزن مربوط به تیمار اسید هیومیک ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بوده است و سایر تیمارها نیز با شاهد تفاوت معنی‌داری داشتند و کاهش وزن کمتری را باعث شدند. به طورکلی، کاهش وزن و از دست‌دهی آب میوه‌ها طی مدت زمان انبارمانی روی می‌دهد که نتیجه تبخیر آب از سطح میوه می‌باشد و نتایج بدست آمده از پژوهش‌های انجام گرفته روی محصولات از قبیل آناناس (نیل‌پراپروک و همکاران، ۲۰۰۸)، توت‌فرنگی (خسروشاهی[5] و همکاران، ۲۰۰۷) و آلو (سرانو[6] و همکاران، ۲۰۰۳) گویای این مطلب می‌باشد. کاهش رطوبت از پوست به طور پیوسته توسط حرکت و جابجایی رطوبت از بافت میوه جایگزین می‌شود و در نهایت منجر به کاهش وزن محصول و کاهش بازارپسندی آن می‌گردد. به نظر می‌رسد که کاهش وزن میوه‌ها در انبار به علت تبادل آب بین اتمسفر درونی و خارجی می‌باشد و میزان تعرق توسط تجزیه سلولی تسریع می‌شود. تاکنون تحقیقی مبنی بر اثر هیومیک اسید بر کاهش وزن فرآوردهای باغبانی گزارش نشده است ولی با نقشی که هیومیک‌اسید در استحکام و پایداری غشا بازی می‌کنند (یومورا[7] و همکاران، ۲۰۰۶؛ دیودی و دیودی[8]، ۲۰۱۰؛ ماهیو[9]، ۲۰۰۴)، احتمالا آب از دست‌دهی میوه توت‌فرنگی را طی انبارمانی تعدیل می‌نمایند.

اسیدیته

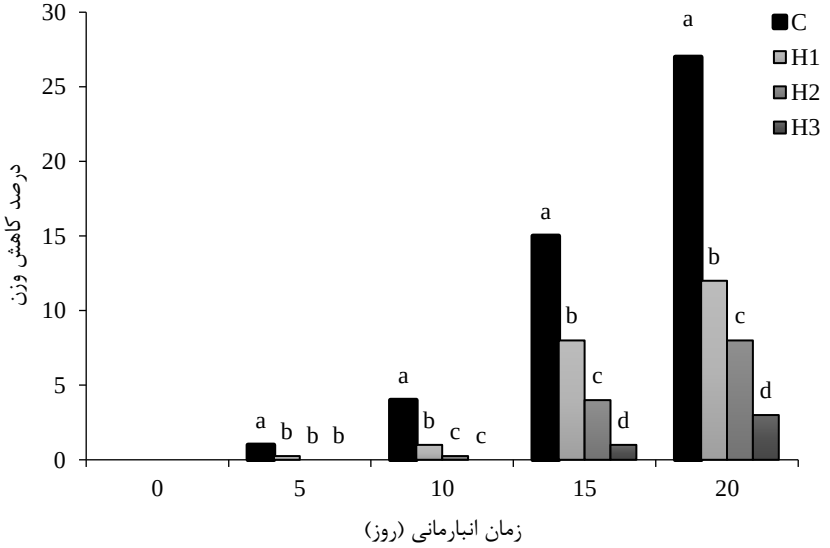
طبق نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر، میزان اسیدیته در میوه‌های تیمار شده و تیمار نشده، طی انبارمانی افزایش پیدا کرد، ولی میوه‌های تیمار شده با اسید هیومیک، اسیدیته را طی انبارمانی کمتر افزایش دادند. بطوریکه طی ۲۰ روز انبارمانی میوه‌های توت‌فرنگی، کمترین درصد اسیدیته مربوط به تیمار اسید هیومیک ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر و بیشترین اسیدیته پس از پایان دوره انبارمانی مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۱).

محلول‌پاشی اسید هیومیک دو در هزار همراه با سولفات آهن دو در هزار بیشترین میزان pH در میوه انگور رقم عسکری را نشان داده است (وطنخواه و همکاران، ۱۳۹۵). اسید هیومیک از جمله ترکیبات دارای کربن آلی می باشد که حاصل شکسته شدن و تجزیه بیولوژیک و شیمیایی گیاهان و جانوران است و حدود ۷۵ درصد مواد آلی را در بیشتر خاک‌های معدنی تشکیل می‌دهد (حق‌پرست[10] و

1. Arancon
2. El-Ghamry
3. Taheri
4. Valdrighi
5. Zokaee-Khosroshahi
6. Serrano
7. Uemura
8. Dwivedi and Dwivedi
9. Mayhew
10. Hagh-Parast



شکل ۱- تأثیر تیمار قبل از برداشت هیومیک‌اسید بر میزان پوسیدگی میوه توت‌فرنگی رقم پاروس طی انبارمانی. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند. C: شاهد، H_1: هیومیک‌اسید ۱۲/۵ میلی‌گرم بر لیتر، H_2: هیومیک اسید ۲۵ میلی‌گرم بر لیتر و H_3: هیومیک اسید ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر.



شکل ۲- تأثیر تیمار قبل از برداشت هیومیک اسید بر میزان کاهش وزن میوه توت‌فرنگی رقم پاروس طی انبارمانی. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند. C: شاهد، H1: هیومیک اسید ۱۲/۵ میلی‌گرم بر لیتر، H2: هیومیک اسید ۲۵ میلی‌گرم بر لیتر و H3: هیومیک اسید ۵۰ میلی گرم بر لیتر.

همکاران، ۲۰۱۲). کاربرد اسیدهیومیک به‌صورت محلول‌پاشی برگی و مصرف خاکی موجب افزایش هورمون‌های اکسین، سایتوکینین و جیبرلین در گیاه می‌شود (عبدالموقود[1] و همکاران، ۲۰۰۷).

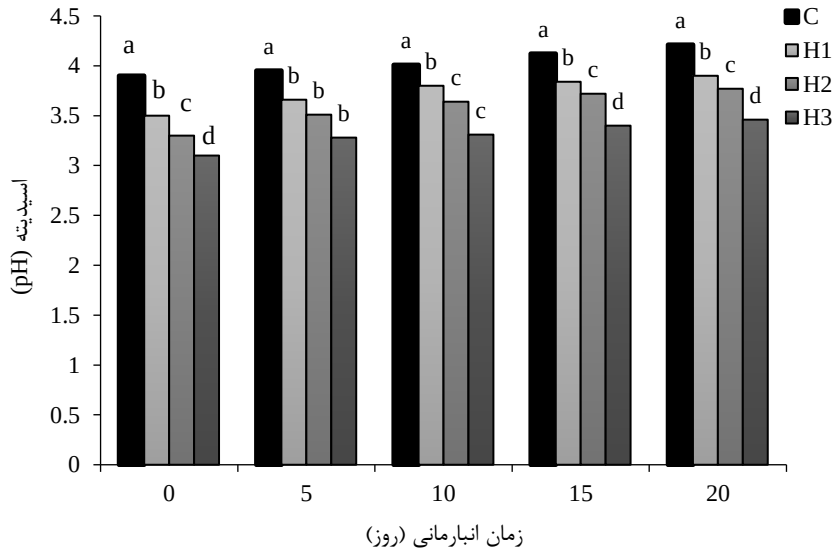
اسیدیته قابل تیتراسیون

طبق نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر، تیمار قبل از برداشت (مرحله شروع گلدهی) بوته‌های توت‌فرنگی با هیومیک اسید نشان داد، میزان اسیدیته قابل تیتراسیون میوه توت‌فرنگی تیمارشده و تیمارنشده، طی انبارمانی کاهش پیدا کرد، ولی میوه‌های تیمار شده با اسید هیومیک، میزان اسیدیته قابل تیتراسیون را طی انبارمانی کمتر

1. Abdel Mawgoud

کاهش دادند. بطوریکه طی ۲۰ روز انبارمانی میوه‌های توت-فرنگی، بیشترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون میوه مربوط به تیمار هیومیک اسید ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر و کمترین میزان پس از پایان دوره انبارمانی مربوط به تیمار شاهد بوده است (شکل ۴).

طبق نتایج حاصل از پژوهش حاضر، تأثیر اسید هیومیک قبل از برداشت روی اسیدیته قابل تیتراسیون نشان داد، میزان اسیدیته قابل تیتراسیون در طول مدت انبارمانی در همه تیمارها به طور معنی‌داری کاهش یافت. تیمارهایی که برای افزایش عمر انبارمانی محصولات باغبانی بکار می‌روند،



شکل ۳- تأثیر تیمار قبل از برداشت هیومیک اسید بر میزان اسیدیته میوه توت‌فرنگی رقم پاروس طی انبارمانی. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند. C: شاهد، H1: هیومیک اسید ۱۲/۵ میلی‌گرم بر لیتر، H2: هیومیک اسید ۲۵ میلی‌گرم بر لیتر و H3: هیومیک اسید ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر.

میزان کاهش اسیدها را تعدیل می‌نمایند، زیرا از شدت تنفس طی انبارمانی می‌کاهد و مصرف این مواد را به حداقل می‌رسانند اسید یک شاخص مفید برای تولید میوه است. زیرا حساسیت کمتری در برابر تغییرات در طی پروسه کردن و ذخیره کردن نسبت به ترکیبات دیگر در میوه‌ها دارد. اسیدیته قابل تیتراسیون در طی فرایند رشد میوه تجمع می یابند و در چرخه گلیکولیز و تری کربوکسیلیک اسید نقش دارند. همچنین طعم و مزه در میوه‌ها در نتیجه حضور قند ها و اسیدها می‌باشد (بوردورلو[1] و همکاران ۲۰۰۶).

مواد جامد محلول کل

طبق نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر، تیمار قبل از برداشت (مرحله شروع گلدهی) بوته‌های توت‌فرنگی با هیومیک اسید نشان داد، میزان مواد جامد محلول کل میوه توت‌فرنگی تیمار شده و تیمار نشده، طی انبارمانی کاهش پیدا کرد، ولی میوه‌های تیمار شده با هیومیک اسید، مواد جامد محلول کل میوه را طی انبارمانی کمتر کاهش دادند.

بطوریکه طی ۲۰ روز انبارمانی میوه‌های توت‌فرنگی، بیشترین میزان مواد جامد محلول کل بافت میوه مربوط به تیمار هیومیک اسید ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر و کمترین میزان پس از پایان دوره انبارمانی مربوط به تیمار شاهد بوده است (شکل ۵). خدامرادی و همکاران (۱۳۹۷) گزارش کردند که تیمار اسید هیومیک در میوه‌های توت‌فرنگی رقم سابرینا باعث افزایش در میزان قندهای محلول شده است که با نتایج تحقیق حاضر همخوانی دارد.

میزان مواد جامد محلول یکی از عوامل مهم در کیفیت میوه‌ها می‌باشد. با افزایش مدت انبارمانی میزان مواد جامد محلول کل به طور کلی افزایش می‌یابند که منجر به کاهش میزان رطوبت در میوه‌ها می‌شود. با توجه به نتایج پژوهش-های انجام شده، می‌توان افزایش میزان مواد جامد محلول در میوه‌ها را به تبدیل نشاسته به قندهای محلول در طول انبارمانی نسبت داد (کاظمی[2] و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین مشخص شده که دیواره سلولی شامل مقادیر زیادی پلی

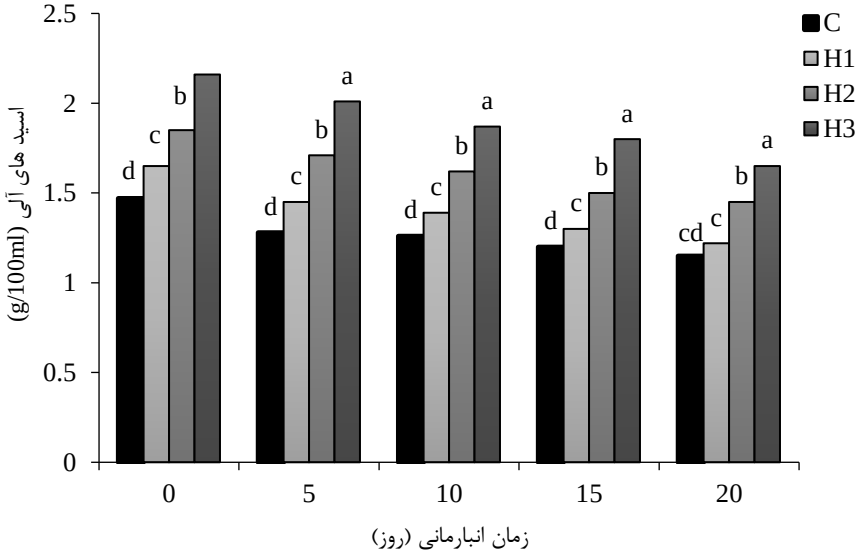
1. Burdurlu

2. Kazemi

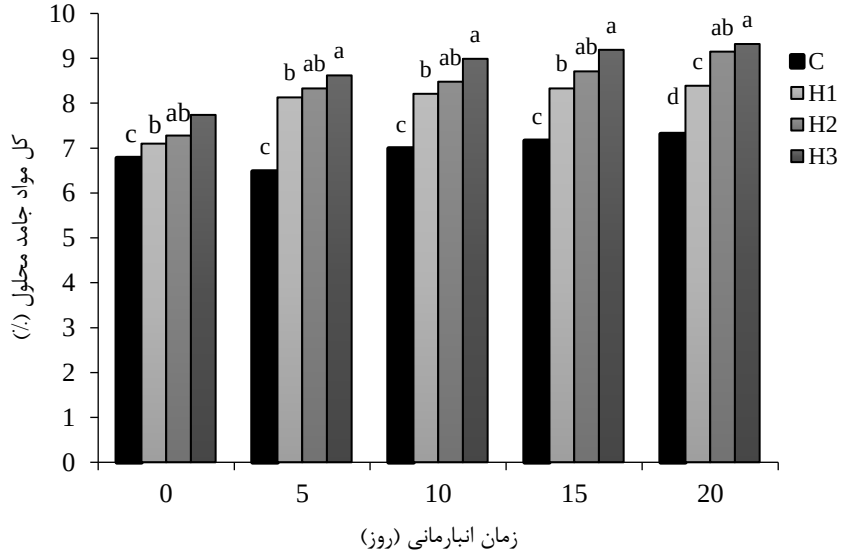
ساکارید از جمله سلولز می‌باشد که توسط آنزیم‌های تخریب‌کننده دیواره سلولی قابل هضم می‌باشند و در نتیجه موجب افزایش معنی‌داری در میزان مواد جامد محلول می شود (سیاری[1] و همکاران، ۲۰۰۹).

سفتی

میزان استحکام بافت میوه توت‌فرنگی تیمار شده و تیمار نشده، طی انبارمانی کاهش پیدا کرد، ولی میوه‌های تیمار شده با هیومیک اسید میزان استحکام بافت میوه را طی انبارمانی بیشتر حفظ نمودند. بطوریکه طی ۲۰ روز انبارمانی، بیشترین میزان استحکام بافت میوه مربوط به



شکل ۴- تأثیر تیمار قبل از برداشت هیومیک اسید بر میزان اسیدهای آلی میوه توت‌فرنگی رقم پاروس طی انبارمانی. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند. C: شاهد، H1: هیومیک اسید ۱۲/۵ میلی‌گرم بر لیتر، H2: هیومیک اسید ۲۵ میلی‌گرم بر لیتر و H3: هیومیک اسید ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر.



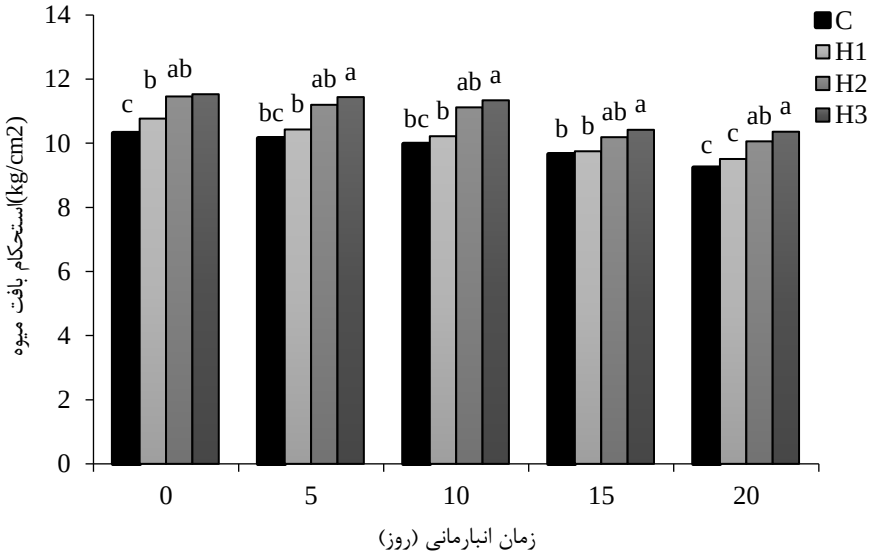
شکل ۵- تأثیر تیمار قبل از برداشت هیومیک اسید بر میزان کل مواد جامد محلول میوه توت‌فرنگی رقم پاروس طی انبارمانی. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند. C: شاهد، H1: هیومیک اسید ۱۲/۵ میلی‌گرم بر لیتر، H2: هیومیک اسید ۲۵ میلی‌گرم بر لیتر و H3: هیومیک اسید ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر

1. Sayyari

تیمار هیومیک‌اسید ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر، کمترین میزان استحکام بافت میوه، پس از پایان دوره انبارمانی مربوط به تیمار شاهد بوده است که در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری با هم داشتند (شکل ۶). طبق نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر، سفتی بافت میوه در همه تیمارها، طی دوره انبارمانی کاهش یافت. در بین تیمارهای مورد آزمایش، بیشترین میزان سفتی بافت مربوط به تیمارهای هیومیک اسید ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر و سپس هیومیک اسید ۲۰ میلی‌گرم بر لیتر بود. کمترین میزان سفتی بافت مربوط به شاهد بوده است و سایر تیمارها از این نظر تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان ندادند. طبق بررسی‌های انجام گرفته حفظ سفتی بافت در میوه‌های گیاهان توت‌فرنگی تیمار شده با هیومیک اسید را می‌توان به تأثیر آنها در کاهش فعالیت آنزیم‌های نرم کننده بافت میوه (پلی‌گالاکتروناز بیرونی و درونی و پکتین استراز) و کاهش بیوسنتز اتیلن نسبت داد (علی و جارویس[1]، ۱۹۸۸). بنابراین، تیمارهای مورد استفاده در تحقیق حاضر، با کاهش تخریب و تجزیه پکتین دیواره سلولی، کاهش فعالیت آنزیم پلی‌گالاکتروناز و سایرآنزیم‌های تجزیه‌کننده پکتین‌ها دیواره سلولی، سفتی بافت میوه را طی انبارمانی حفظ نمودند.

نتیجه گیری کلی

با توجه به ارزش تغذیه‌ای و بازارپسند بودن میوه توت فرنگی، کشت و پرورش این میوه در سطح تجاری بسیار حائز اهمیت می‌باشد. ولی از آنجایی که بسیار فسادپذیر می‌باشد، استفاده از راهکارهای مناسب و سالم می‌تواند عمر پس از برداشت این میوه را افزایش دهد، کاربرد قبل از برداشت اسید هیومیک در این پژوهش نشان داد که می‌تواند عمر پس از برداشت توت‌فرنگی را تا حد زیادی بهبود بخشد و قابل توصیه برای کشاورزان جهت استفاده می‌باشد.



شکل ۶- تأثیر تیمار قبل از برداشت هیومیک اسید بر میزان استحکام بافت میوه توت‌فرنگی رقم پاروس طی انبارمانی. میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند. C: شاهد، H1: هیومیک اسید ۱۲/۵ میلی‌گرم بر لیتر، H2: هیومیک اسید ۲۵ میلی‌گرم بر لیتر و H3: هیومیک اسید ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر.

منابع

خدامرادی، پ.، امیری، ج. و دولتی، ب. ۱۳۹۷. تأثیر اسید هیومیک بر فعالیت برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و متابولیت‌های سازگار در توت‌فرنگی رقم سابرینا در شرایط تنش شوری. پژوهش‌های میوه‌کاری. ۳: ۲۳-۳۵.

1. Ali and Jarvis

شکراله‌فام، ص.، حاجیلو، ج. و زارع‌نهندی، ف. ۱۳۹۴. تأثیر نوع پلی‌آمین بر انبارمانی میوهٔ آلو، رقم شابلون. علوم باغبانی ایران. ۴۶: ۶۴۹-۶۵۸.

گاراژیان، م.، عشقی، س. و تفضیلی، ع. ۱۳۸۹. اثر کاربرد برگسارهای و خاکی اسید هیومیک بر رشد رویشی و زایشی توت فرنگی رقم (پاروس). مجله پژوهش‌های تولید گیاهی، ۱۶(۴): ۲۱-۳۷.

وطن‌خواه، ا.، محمدخانی، ع.، هوشمند، س. و کیانی، ش. ۱۳۹۵. اثر محلول‌پاشی اسید هیومیک و سولفات آهن بر برخی شاخص‌های فیزیولوژی، کمیت و کیفیت میوه انگور رقم عسکری. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۶: ۱۰۷-۱۱۹.

Abdel Mawgoud, A.M.R., El Greadly, N.H.M., Helmy, Y.I. and Singer, S.M. 2007. Responses of tomato plants to different rates of humic based fertilizer and NPK fertilization. Journal of Applied Sciences Research, 3(2): 169- 174.

Adani, F., Genevini, P., Zaccheo, P. and Zocchi, G. 1998. The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. Journal of Plant Nutrition, 21(3): 561-575.

Ahmad, Y.M., Shahlaby, E.A. and Shnan, N.T. 2011. The use of organic and inorganic cultures in improving vegetative growth, yield characters and antioxidant activity of roselle plants (*Hibiscus sabdariffa* L.). African Journal of Biotechnology, 10(11): 1988-1996.

Ali, A.H.N. and Jarvis, B.C. 1988. Effects of auxin and boron on nucleic acid metabolism and cell division during adventitious root regeneration. New phytologist, 108(4): 383-391.

Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Lee, S. and Byrne, R., 2006. Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth. European journal of soil biology, 42: S65-S69.

Basiouny, F. M. 1996. Blueberry fruit quality and storability influenced by postharvest application of polyamines and heat treatment. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 109: 269-272.

Burdurlu, H.S., Koca, N. and Karadeniz, F. 2006. Degradation of vitamin C in citrus juice concentrates during storage. Journal of food engineering, 74(2): 211-216.

Dris, R., Niskanen, R. and Jain, S.M. 2001. Crop management and postharvest handling of horticultural products. Science Publishers, 1: 363-370.

Dwivedi, P. and Dwivedi, R.S. eds., 2010. Physiology of abiotic stress in plants. Agrobios (India). 354p.

El-Ghamry, A.M., Abd El-Hai, K.H. and Ghoneem, K.M. 2009. Amino and humic acids promote growth, yield and disease resistance of faba bean cultivated in clayey soil. Australian Journal Basic and Applied Science, 3(2): 731-739.

Gharib, S.A., El-Mogy, M.M., Gawad, A. and Shalaby, E.A. 2011. Influence of compost, amino and humic acids on the growth, yield and chemical parameters of strawberries. Journal of Medicinal Plants Research, 5(11): 2304-2308.

Hagh-Parast, M., Maleki Farahani, S., Masoud Sinaki, J. and Zare, G.H. 2012. Reduction of negative effects of dry tension and stress in chickpea with the application of humic acid and seaweed extract. Journal of Production of Agricultural Plants in Environmental Stresses, 4(1): 59-71.

Hannah, M.G., Louise, A.A., Catherine, L.P. and Paul, E.2021. The impact of invertebrate decomposers on plants and soil. New Phytologist. 231: 2142-2149.

Kazemi, M., Aran, M. and Zamani, S. 2011. Effect of salicylic acid treatments on quality characteristics of apple fruits during storage. American Journal of Plant Physiology, 6(2): 113-119.

Khosroshahi, M.R.Z., Esna-Ashari, M. and Ershadi, A. 2007. Effect of exogenous putrescine on post-harvest life of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) fruit, cultivar Selva. Scientia Horticulturae, 114(1): 27-32.

Mayhew, L. 2004. Humic substances in biological agriculture. Acres-USA, 34(1-2): 80-88.

Nilprapruck, P., Pradisthakarn, N., Authanithee, F. and Keebjan, P. 2008. Effect of exogenous methyl jasmonate on chilling injury and quality of pineapple (*Ananas comosus* L.) cv. Pattavia. Science, Engineering and Health Studies, 33-42.

Parvez, S. and Wani, I.A. 2018. Postharvest biology and technology of strawberry. In: Mir SA, Shah MA, Mir MM, editors. Postharvest Biology and Technology of Temperate Fruits. Cham, Switzerland: Springer International Publishing AG; pp. 331-348.

Sabouri, F., Siroosmehr, A.R. and Gorgini Shabankareh, H. 2017. Effect of irrigation regimes and humic acid solution on some morphological and physiological characteristics of Satureja hortensis. Iranian Journal of Plant Physiology, 9: 13-24.

Sayyari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Serrano, M. and Valero, D. 2009. Effect of salicylic acid treatment on reducing chilling injury in stored pomegranates. Postharvest biology and technology, 53(3): 152-154.

Serrano, M., Martinez-Romero, D., Guillen, F. and Valero, D. 2003. Effects of exogenous putrescine on improving shelf life of four plum cultivars. Postharvest Biology and Technology, 30(3): 259-271.

Taheri, N., Sharif-Abad, H.H., Yousefi, K. and Roholla-Mousavi, S. 2012 .Effect of compost and animal manure with phosphorus and zinc fertilizer on yield of seed potatoes. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 12(4): 705-714.

Tahir, H.E., Xiaobo, Z., Jiyong, S., Mahunu, G.K., Zhai, X. and Mariod, A.A. 2018. Quality and postharvest-shelf life of cold-stored strawberry fruit as affected by gum arabic (*Acacia senegal*) edible coating. Journal of Food Biochemistry, 42: 1-10.

Uemura, M., Tominaga, Y., Nakagawara, C., Shigematsu, S., Minami, A. and Kawamura, Y. 2006. Responses of the plasma to low temperatures. Physiologia Plantarum, 126(1): 81-89.

Valdrighi, M. M., Pera, A., Agnolucci, M., Frassinetti, S., Lunardi, D., and Vallini, G. 1996. Effects of compost-derived humic acids on vegetable biomass production and microbial growth within a plant (*Cichorium intybus*)-soil system: a comparative study. Agriculture, Ecosystems and Environment, 58(2-3): 133-144.

Weber, J., Chen, Y., Jamroz, E. and Miano, T. 2018. Preface: Humic substances in the environment. Journal of Soils and Sediments, 18(8): 2665-2667.