

بررسی اثر کلرید کلسیم، اسیدسالیسیلیک و ملاتونین بر برخی ویژگی‌های میوه انگور رقم ریش‌بابا (*Vitis vinifera* L.)

ساره خاکی‌هندیجانی^۱، رسول اعتمادی‌پور^{۲*} و سعید عشقی^۳

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۹ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۴/۳۰)

چکیده

یکی از راه‌های موفق افزایش عملکرد و کیفیت انگور، تغذیه مناسب و استفاده از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در زمان و غلظت مناسب می‌باشد. به‌منظور بهبود کیفیت انگور رقم ریش‌بابا در مرحله پیش از برداشت، پژوهشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت و از شش تیمار: شاهد (آب مقطر)، کلرید کلسیم یک درصد، اسیدسالیسیلیک ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر + کلرید کلسیم یک درصد، اسیدسالیسیلیک ۴۰۰ میلی گرم بر لیتر + کلرید کلسیم یک درصد، ملاتونین ۱۰۰ میکرومولار + کلرید کلسیم یک درصد و ملاتونین ۲۰۰ میکرومولار + کلرید کلسیم یک درصد در سه مرحله رشد (مرحله تشکیل میوه)، (مرحله غورگی)، (مرحله تغییر رنگ) استفاده گردید. براساس نتایج، در تیمار ۱۰۰ میکرومولار ملاتونین + کلرید کلسیم یک درصد، میانگین وزن خوشه (۶۰ درصد)، طول خوشه (۹/۰۹ درصد)، میانگین قطر حبه (۶/۴۵ درصد)، میزان کلروفیل a (۵۳/۸۴ درصد)، کلروفیل کل (۵۳/۸۴ درصد)، کاروتنوئید (۵۷/۱۴- درصد)، میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۸/۸۸ درصد) نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. تیمار ۴۰۰ میلی گرم بر لیتر اسیدسالیسیلیک + کلرید کلسیم یک درصد میزان فنل و فلاونوئید کل را نسبت به شاهد افزایش داد. تیمار شاهد بیشترین میزان مواد جامد محلول و کمترین اسیدیته قابل تیتراسیون را داشت. بر اساس نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر می‌توان تیمار ۱۰۰ میکرومولار ملاتونین + کلرید کلسیم یک درصد را به‌عنوان بهترین تیمار به‌منظور افزایش ویژگی‌های کمی و کیفی میوه انگور پیشنهاد نمود.

کلمات کلیدی: پیش از برداشت انگور، عملکرد، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، فنل، کیفیت

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران.

۲- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران.

۳- استاد بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.

* پست الکترونیک: retemadypoor@hormozgan.ac.ir

مقدمه

انگور با نام علمی (*Vitis vinifera* L.) به دلیل داشتن ترکیبات مفید برای سلامتی انسان از زمان های گذشته بعنوان یکی از مهمترین میوه های دنیا شناخته شده و به طرق مختلف مورد استفاده بشر قرار گرفته است (گمس^۱ و همکاران، ۲۰۲۱). معمولاً به منظور بهبود کیفیت انگور و افزایش اندازه حبه ها از تنظیم کننده های رشد گیاهی استفاده می شود. امروزه بطور وسیع استفاده از تنظیم کننده های رشد گیاهی در تاکستان ها جهت تغییر رشد و افزایش کمیت و کیفیت میوه انگورهای رومیزی مرسوم شده است. اسیدسالیسیلیک و ملاتونین نقش مهمی را در متابولیت ثانویه و تعیین کیفیت، رنگ، طعم و تلخی حبه انگور دارند (حبیبی دستجردی^۲ و همکاران، ۲۰۱۹). از طرفی، تیمار با کلسیم یک روش فیزیکی ایمن و غیرسمی است که می تواند به طور موثری رسیدن میوه را به تأخیر بیندازد و کیفیت میوه را حفظ کند (گائو^۳ و همکاران، ۲۰۱۹). یون های کلسیم به عنوان مواد مغذی ضروری برای گیاهان، نقش مهمی در دیواره و غشاء سلولی به عنوان یون های مقابل به آنیون های معدنی و آلی در واکوئل ایفا می کنند. این یون ها فرآیندهای فیزیولوژیکی از جمله افزایش طول ریشه های مویی، رشد لوله گرده و حرکت سلول های محافظ روزه را تنظیم می کنند و به عنوان یک پیامرسان درون سلولی در سلول عمل می کنند (گائو و همکاران، ۲۰۱۹). کلسیم نقش مهمی در حفظ یکپارچگی و نفوذپذیری غشا سلولی و رشد و کیفیت میوه انگور دارد و بخش ضروری دیواره سلولی است و همچنین در پایداری غشای سلولی، جذب یون و سایر فرآیندهای متابولیکی، موثر است (ایوب^۴ و همکاران، ۲۰۱۲). نقش کلسیم در تنظیم فرآیندهای بلوغ و رسیدن میوه ثابت شده است (گائو و همکاران، ۲۰۱۹). مطالعات نشان داده اند که افزایش سطح کلسیم در میوه گوجه فرنگی و جلوگیری از تجزیه دیواره های سلولی و آزادسازی آنزیم های متصل به دیوار باعث مهار مستقیم تنفس شده و رسیدن میوه را کنترل می کند (ایوب و همکاران، ۲۰۱۲). استفاده کلسیم قبل از رنگ گیری، غلظت کلسیم را در بافت و پوست میوه انگور به

میزان زیادی افزایش می دهد (گائو و همکاران، ۲۰۱۹) با کاربرد کلریدکلسیم به طور قابل توجهی وزن تازه و میزان ماده خشک کل و همچنین اندازه میوه کیوی کاهش یافت و میوه کیفیت حسی بهتری از خود نشان داد که اثرات مفید محلول پاشی کلسیم قبل از برداشت به عواملی از جمله منبع کلسیم، روش، زمان و دفعات تیمار و همچنین محل باغ و شرایط محیطی و رشدی رقم می توان نسبت داد (شیری^۵ و همکاران، ۲۰۱۴). اسیدسالیسیلیک یا اسید اورتو هیدروکسیل بنزوئیک، یک تنظیم کننده رشد با ماهیت فنولی که در میوه انگور می باشد که ویژگی های رنگ، طعم، تلخی و گسی انگور را تحت تأثیر قرار می دهد و با اثرات فیلوژنتیک در رشد و نمو و بهبود سلامت گیاه تأثیر گذاشته و به همین دلیل نیز در بین تولیدکنندگان محبوبیت زیادی پیدا کرده است (گمس^۶ و همکاران، ۲۰۲۱). اسید سالیسیلیک کیفیت بسیاری از گیاهان را که موقعیت اقتصادی بالایی دارند، بهبود می بخشد و بسیاری از آنزیم ها را فعال می کند و نیز نقش مهمی در حرکت روزه ها و بیوسنتز گاز اتیلن دارد و به متابولیسم گیاه و انتقال یون ها کمک می کند (حسون^۷ و عبدالجبار، ۲۰۲۰). با بررسی اثر محلول پاشی کلریدکلسیم و سالیسیلیک اسید بر ویژگی های فیزیکی و بیوشیمیایی گواوا این نتایج به دست آمده که کاربرد کلریدکلسیم ۲ درصد + سالیسیلیک اسید ۲ میلی مولار در مقایسه با استفاده به تنهایی هر یک از این تیمارها موثرتر بوده و کلریدکلسیم ۲ درصد + سالیسیلیک اسید ۲ میلی مولار عملکرد بهتری در موارد اندازه گیری شده از جمله قطر، طول، وزن، اسیدیته قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول و عناصر غذایی پتاسیم، فسفر و نیتروژن میوه، نشان داده است (کائوشیک^۸ و همکاران، ۲۰۲۱). میزان فنل کل انگور با کاربرد سالیسیلیک اسید ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی مولار نسبت به شاهد افزایش معنی داری داشته است (آرای^۹ و همکاران، ۲۰۱۹). ملاتونین^{۱۰} گیاهی، اولین بار در سال ۱۹۹۵ در گیاهان آوندی شناسایی شد (دوبلس^{۱۱} و همکاران، ۱۹۹۵). ملاتونین فعالیت آنتی اکسیدانی بالایی دارد و به عنوان یک خنثی کننده قدرتمند رادیکال های آزاد عمل می کند (لیو^{۱۲} و همکاران، ۲۰۱۹). کاربرد خارجی ملاتونین

7. Hassoon and Abduljabbar
8. Kaushik
9. Oraei
10. Melatonin
11. Dubbels
12. Liu

1. Gomes
2. Habibi Dastjardi
3. Gao
4. Ayyub
5. Shiri
6. GoMeles

مرحله رسیدگی یعنی زمانیکه مقدار مواد جامد محلول بیشتر از ۱۶ درصد بود برداشت و به سردخانه آزمایشگاه دانشکده کشاورزی شیراز منتقل و در دمای دو تا پنج درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰-۹۵ درصد به مدت ۳۰ روز قرار داده شد و فاکتورهای زیر مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی که با سه بلوک و در هر بلوک ۶ درخت قرار داشت، اجرا گردید.

میانگین وزن خوشه

چهار خوشه انگور از هر تکرار (تاک) به طور تصادفی انتخاب و وزن خوشه‌ها با ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری گردید و میانگین وزن خوشه محاسبه شد.

طول و قطر خوشه

طول و قطر خوشه‌ها با استفاده از خط‌کش بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری و ثبت گردید.

وزن، طول و قطر حبه

۲۰ حبه انگور از هر تکرار به صورت کاملاً تصادفی جدا و وزن بر حسب گرم، طول و قطر حبه‌ها بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری گردید.

اسیدیته قابل تیتراسیون

به منظور اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)^۴ در ابتدا آب ۲۰ حبه انگور گرفته شده سپس ۱۰ سی‌سی آب میوه صاف و رقیق شده را برداشته و با افزودن تدریجی سود ۰/۱ نرمال، میزان سود مصرفی ثبت و اسیدیته قابل تیتراسیون بر حسب درصد محاسبه و گزارش گردید (سالویت^۵ و همکاران، ۲۰۰۵).

مواد جامد محلول

برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول از دستگاه رفاکتومتر دیجیتالی ATAGO مدل A.PAL-1 (ساخت ژاپن) استفاده گردید. برای این منظور ابتدا دستگاه را با چند قطره آب مقطر کالیبره کرده و سپس چند قطره از آب میوه صاف شده را روی صفحه شیشه‌ای ریخته و با فشار دادن دکمه ثبت، میزان مواد جامد محلول بر حسب بریکس^۶ ثبت گردید.

شاخص طعم

برای اندازه‌گیری شاخص طعم ابتدا محتوای مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون هر نمونه مشخص کرده

۲۰۰ مول بر لیتر با القای فعالیت آنتی‌اکسیدانی و تحریک بیوسنتز فلاونوئید، منجر به تأخیر قابل توجهی در پیری در برگ‌های دانهال کیوی شد (لیانگ^۱ و همکاران، ۲۰۱۸). ژانگ^۲ و همکاران (۲۰۰۷) دریافتند که محلول پاشی برگی انگور با ملاتونین ۱۵۰ مول بر لیتر متابولیسم ساکاروز و رشد و نمو و فتوسنتز برگ را افزایش می‌دهد. مدیناسانتامرا^۳ و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی دوساله دریافتند با تیمار ملاتونین ۰/۱ میلی‌مولار ویژگی‌های کیفی نظیر اندازه میوه (قطر و وزن)، رنگ، مواد جامد محلول کل و اسیدیته کل افزایش می‌یابد و همین عامل نیز باعث افزایش عملکرد و کیفیت و انبارمانی میوه انار در زمان برداشت می‌شود. با توجه به اینکه که تاکنون پژوهشی در مورد تأثیر تیمارهای کلرید کلسیم، سالیسیلیک اسید و ملاتونین به صورت تلفیقی بر خصوصیات فیزیکی و ویژگی‌های کمی و کیفی و عملکرد میوه انگور رقم ریش‌بابا انجام نشده بود در این پژوهش به منظور بهبود کیفیت و کمیت میوه انگور رقم ریش‌بابا به بررسی تأثیر غلظت مناسب تیمارها بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه انگور رقم ریش‌بابا پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در تاکستانی تجاری در روستای باغان از توابع شهرستان کوار واقع در ۵۰ کیلومتری جنوب شرقی شیراز، در مرحله پیش از برداشت روی ۱۸ تاک انگور ۱۵ ساله غیرپیوندی رقم ریش‌بابا بر پایه طرح بلوک کامل تصادفی انجام گرفت و از شش تیمار: شاهد (آب مقطر)، کلرید کلسیم یک درصد، سالیسیلیک‌اسید ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر + کلرید کلسیم ۱ درصد، سالیسیلیک‌اسید ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر + کلرید کلسیم ۱ درصد، ملاتونین ۱۰۰ میکرومولار + کلرید کلسیم ۱ درصد، و ملاتونین ۲۰۰ میکرومولار + کلرید کلسیم ۱ درصد استفاده شد. به منظور تهیه تیمارهای ملاتونین و سالیسیلیک‌اسید از حلال اتانول استفاده گردید. تیمارها با استفاده از دستگاه سم‌پاش بر روی شاخه، برگ و خوشه انگور در سه مرحله رشد، مرحله تشکیل میوه (اواسط اردیبهشت ماه)، مرحله غورگی (اواسط خرداد ماه) و مرحله تغییر رنگ (اواسط تیرماه) محلول پاشی شد. سپس چهار خوشه انگور سالم و یکنواخت از هر تکرار در

4. Titratable acid

5. Saltveit

6. Brix

1. Liang

2. Zhong

3. Medina-SantaMelarina

و سپس با تقسیم این دو پارامتر شاخص طعم محاسبه گردید.

رنگیزه‌های کاروتنوئید و کلروفیل (a, b, Total) میوه

محتوای کلروفیل a, b و کاروتنوئید میوه با استفاده از روش دی‌متیل سولفواکساید اندازه‌گیری شد. ابتدا ۰/۵ گرم از بافت گوشت و پوست میوه را با ترازوی دیجیتالی وزن کرده و داخل لوله آزمایش ریخته و سپس ۵ میلی‌لیتر دی‌متیل‌سولفواکساید (DMSO) بر روی آن ریخته و کلروفیل a, b و کاروتنوئید میوه با طول موج ۶۴۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر مدل (EPOCH USA.Bio Tek Instruments, Inc.) قرائت شد و از DMELSO به‌عنوان بلانک دستگاه استفاده و با استفاده از فرمول‌های معرفی شده توسط آرنون^۱ (۱۹۴۹) محاسبه و اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی

برای اندازه‌گیری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل با استفاده از روش بیان شده توسط مارتینز^۲ و همکاران (۲۰۱۵) با اندکی تغییرات انجام شد. برای تعیین فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه انگور از رادیکال DPPH استفاده گردید. ۸۰۰ میکرولیتر از محلول متانولی DPPH با غلظت ۰/۱ میلی‌مولار به ۱۰۰ میکرولیتر آب‌میوه افزوده و مخلوط حاصل به خوبی هم زده شد. ۲۰۰ میکرولیتر از مخلوط را در پلیت ریخته و سپس مخلوط حاصل در دمای اتاق به مدت ۳۰ دقیقه در محیط تاریک قرار گرفت. بعد از این مدت میزان جذب مخلوط در طول موج ۵۱۷ نانومتر به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر^۳ مدل (EPOCH USA.Bio Tek InstruMelents, Inc) قرائت شد.

اندازه‌گیری فنل کل

برای اندازه‌گیری ترکیبات فنلی کل از روش معرفی شده توسط ونگ^۴ و همکاران (۲۰۱۴) با اندکی تغییرات استفاده و میزان فنل کل با روش فولین سیوکالتیو اندازه‌گیری شد. به یک میلی‌لیتر از آب میوه صاف شده ۹۰۰ میکرولیتر آب مقطر اضافه شد و با دور ۶۰۰۰ rpm به مدت ده دقیقه سانتریفیوژ گردید. سپس ۲۰ میکرولیتر معرف فولین سیوکالتیو یک نرمال (فولین ۵۰ درصد) نیز اضافه گردید.

بعد از گذشت پنج دقیقه در تاریکی، ۱۰۰ میکرولیتر سدیم کربنات (Na_2CO_3) ۰/۰۱ مولار اضافه شد. سپس جذب آن پس از گذشت ۹۰ دقیقه در تاریکی به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (EPOCH USA.Bio Tek InstruMelents, Inc) در طول موج ۷۵۰ نانومتر خوانده شد.

اندازه‌گیری فلاونوئیدکل

برای اندازه‌گیری فلاونوئید کل از روش حسین^۵ و همکاران (۲۰۱۵) با اندکی تغییرات استفاده شد. در ابتدا ۱۰۰ میکرولیتر از آب میوه رقیق شده را در لوله آزمایش ریخته و ۱۵۰ میکرولیتر سدیم‌نیتريت (NaNO_3) ۰/۱۵ مولار اضافه نموده و پس از ۵ دقیقه، ۳۰۰ میکرولیتر آلومینیوم کلرید (AlCl_3) ۰/۱۵ مولار اضافه گردید. در نهایت میزان جذب نمونه در طول موج ۵۱۰ نانومتر به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر مدل (EPACH USA.Bio Tek INSTRUMENTS) قرائت گردید.

واکوی آماری داده‌ها

پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیروویلک، داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح پنج درصد انجام شد. نمودارهای لازم با نرم‌افزار اکسل رسم شد.

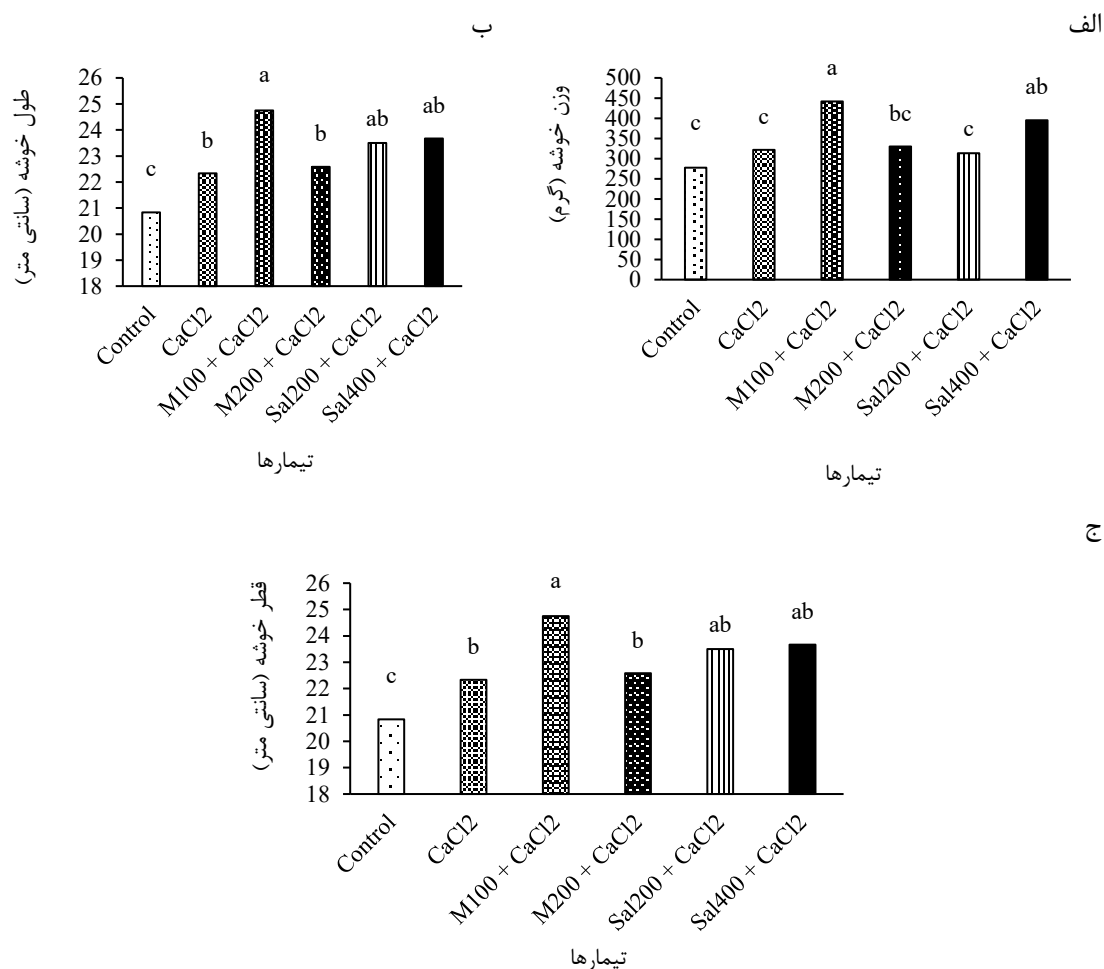
نتایج و بحث

میانگین وزن، طول و قطر خوشه

نتایج حاصل از مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار ملاتونین ۱۰۰ میکرومولار + کلریدکلسیم ۱ درصد بیشترین تأثیر را روی وزن خوشه‌ها با میانگین وزن ۴۵۰ گرم، طول خوشه با میانگین طول ۲۴ سانتی‌متر و قطر خوشه‌ها با میانگین طول ۲۵ سانتی‌متر داشت. تیمار شاهد با میانگین ۲۸۰ گرم کمترین میزان وزن خوشه، میانگین طول ۲۲ سانتی‌متر کمترین میزان طول خوشه داشت. (نمودار ۱-الف و ب). تیمار ملاتونین ۱۰۰ میکرومولار + کلریدکلسیم ۱ درصد با میانگین قطر ۲۳ سانتی‌متر کمترین میزان میانگین قطر خوشه نسبت به تیمار شاهد دارد (نمودار ۱-ج).

4. Wong
5. Hussein

1. Arnon
2. Martins
3. Spectrophotometer

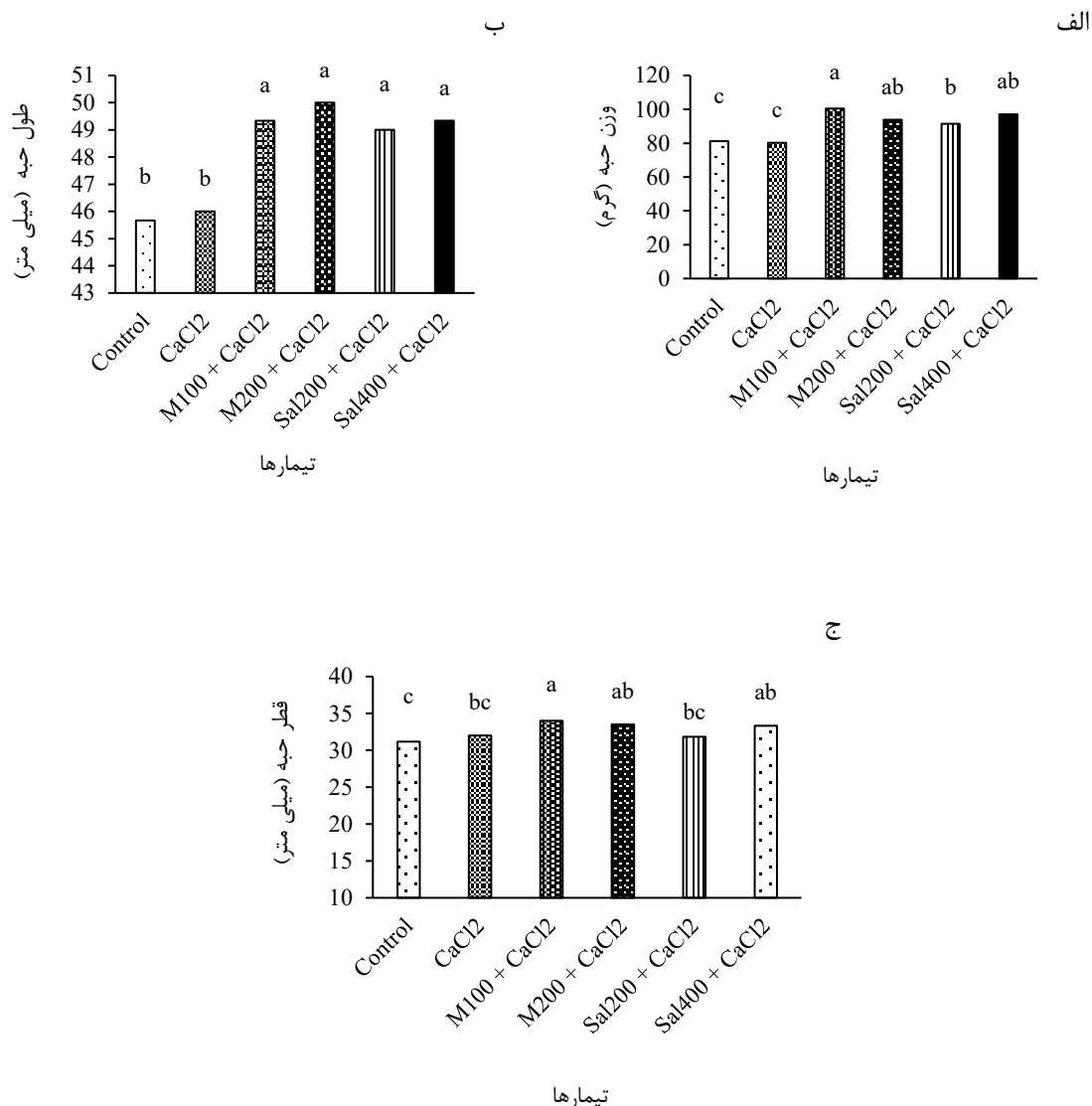


نمودار ۱- مقایسه میانگین وزن، طول و قطر خوشه میوه انگور رقم ریش‌بابا تحت تیمارهای مورد مطالعه M=ملاتونین، Sal=سالیسیلیک‌اسید و CaCl_2 =کلریدکلسیم. حروف متفاوت در بالای ستون‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD می‌باشد.

با میانگین ۳۳ سانتی‌متر و کمترین میانگین قطر حبه شاهد با میانگین ۳۱ سانتی‌متر داشت (نمودار ۲-ج). اندازه میوه در زمان برداشت به تعدادی از عوامل محیطی و مدیریتی و فعل و انفعالات پیچیده بین فرآیندهای فیزیولوژیکی بستگی دارد. (باسیل^۱ و همکاران، ۲۰۱۲). افزایش طول سلول تحت تأثیر عوامل خارجی مانند نور، دما و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و هورمون‌های اسیدجیبرلیک و اکسین قرار می‌گیرد (شیری و همکاران، ۲۰۱۴). با توجه به نتایج پژوهش حاضر، کاربرد پیش از برداشت کلریدکلسیم و ترکیب ملاتونین + کلریدکلسیم و سالیسیلیک‌اسید + کلریدکلسیم سبب افزایش وزن، طول و قطر خوشه، وزن، طول و قطر حبه در میوه انگور شد که بیشترین اثر را ملاتونین ۱۰۰ میکرومولار + کلریدکلسیم

میانگین وزن، طول و قطر ۲۰ حبه

نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین میزان میانگین وزن ۲۰ حبه را تیمار ملاتونین ۱۰۰ میکرومولار + کلریدکلسیم ۱ درصد با میانگین ۹۰ گرم و کمترین میزان میانگین ۲۰ حبه وزن تیمار شاهد با میانگین ۸۰ گرم داشت (نمودار ۲-الف). بیشترین مقدار میانگین طول ۲۰ حبه در تیمار ملاتونین ۲۰۰ میکرومولار + کلریدکلسیم ۱ درصد با میانگین ۵۰ سانتی‌متر بود که ۹/۱۷ درصد طول حبه را نسبت به شاهد افزایش داد (نمودار ۲-ب). نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین میانگین قطر حبه را تیمار ملاتونین ۱۰۰ میکرومولار + کلریدکلسیم ۱ درصد



نمودار ۲- مقایسه میانگین وزن، طول و قطر حبه میوه انگور رقم ریش بابا تحت تیمارهای مورد مطالعه M=ملاتونین، Sal=سالیسیلیک اسید و CaCl₂=کلرید کلسیم. حروف متفاوت در بالای ستون‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD می‌باشد.

گردید (عبدال‌نبی^۲ و همکاران، ۲۰۱۹). تیمار ملاتونین به دلیل تأثیر روی ژن اینورتاز و افزایش ساکاروز باعث افزایش وزن، طول و قطر خوشه، وزن، طول و قطر حبه و همچنین افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی و عملکرد میوه گردید که با نتایج لیو^۳ و همکاران (۲۰۱۸) روی میوه توت فرنگی همخوانی داشت. در پژوهش دیگر (ایوب و همکاران، ۲۰۱۲) روی گوجه‌فرنگی بیان شد که کلرید کلسیم اندازه میوه را به‌طور قابل توجهی افزایش می‌دهد. این عامل را به‌دلیل نقش کلسیم در حفظ یکپارچگی سلول می‌دانستند و ذکر کردند که افزودن سطوح بالای کلسیم از فعالیت

۱ درصد داشت. نتایج این پژوهش با نتایج مدیناسانتامرا و همکاران (۲۰۲۱) روی انار همخوانی داشت که گزارش کردند تیمار ۰/۱ میلی‌مولار ملاتونین سبب افزایش اندازه و عملکرد میوه می‌شود. در واقع حبه‌های انگور تیمار شده با ملاتونین در مرحله قبل از رنگ‌گیری، تجمع ملاتونین درون‌زا بالاتری را نشان دادند و اندازه و وزن حبه‌ها افزایش پیدا کرد که دلیل این عامل افزایش قدرت جذب منبع اعلام شد و منجر به افزایش میزان قند میوه گردید (مینگ^۱ و همکاران، ۲۰۱۵). از سوی دیگر، تیمار محلول‌پاشی ملاتونین باعث افزایش وزن و عملکرد میوه زردآلو کانینو

همکاران، ۲۰۰۷). با توجه به نتایج این پژوهش، کاربرد سالیسیلیک‌اسید یا ملاتونین همراه با کلریدکلسیم سبب افزایش میزان اسیدیته قابل تیتراسیون و کاهش مواد جامد محلول در انگور می‌شود که این پژوهش با نتایج احمد^۴ و همکاران (۲۰۲۲) روی خرما همخوانی داشت که بیان کردند درصد پایین‌تر مواد جامد محلول در میوه‌های تیمار شده می‌تواند در اثر تأثیر کلریدکلسیم به تنهایی یا کلریدکلسیم همراه با سالیسیلیک‌اسید یا ملاتونین بر تجزیه مولکول‌های پلی‌ساکارید بزرگ در میوه‌های تیمار شده باشد. نتایج این پژوهش با پژوهش شیری و همکاران (۲۰۱۴) روی کیوی همخوانی داشت که بیان کردند با کاربرد سه بار کلریدکلسیم میوه‌های کیوی کیفیت حسی بهتری از خود نشان می‌دهند در واقع متابولیسیم قند و جریان (شار)^۵ کربن نقش مهمی در کیفیت حسی میوه داشت.

میزان کلروفیل و کاروتنوئید

تیمار ملاتونین ۱۰۰ میکرومولار + کلریدکلسیم ۱ درصد با میانگین ۰/۲۰ میلی گرم در گرم وزن تازه بیشترین میزان کلروفیل a را داشت اگرچه با تیمار سالیسیلیک‌اسید ۴۰۰ میلی گرم بر لیتر + کلریدکلسیم ۱ درصد اختلاف معنی‌داری نشان نداد. کمترین میزان کلروفیل a را تیمار شاهد با میانگین ۰/۱۳ میلی گرم در لیتر وزن تازه داشت (نمودار ۴-الف). تیمار ملاتونین، سالیسیلیک‌اسید و کلریدکلسیم بر میزان کلروفیل b معنی‌دار نبود. تیمار ملاتونین ۱۰۰ میکرومولار + کلریدکلسیم ۱ درصد با میانگین ۰/۲۰ میلی گرم در گرم وزن تازه بیشترین میزان کلروفیل کل را داشت اگرچه با تیمار سالیسیلیک‌اسید ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر اختلاف معنی‌داری نشان نداد. کمترین میزان کلروفیل کل را تیمار شاهد با میانگین ۰/۱۳ میلی گرم در لیتر وزن تازه دارد (نمودار ۴-ب). همچنین بیشترین مقدار کاروتنوئید را تیمار شاهد با میانگین ۰/۰۷۸ میلی گرم بر گرم و کمترین کاروتنوئید را تیمار ملاتونین ۱۰۰ میکرومولار + کلریدکلسیم ۱ درصد با میانگین ۰/۰۳ میلی گرم بر گرم دارد (نمودار ۴-ج). رایج‌ترین رنگیزه در گیاهان، کلروفیل است که نقش موثری در فتوسنتز و در ایجاد رنگ سبز گیاهان دارد

آنزیم‌های پکتیک در گوجه‌فرنگی جلوگیری می‌کند و اندازه گوجه‌ها را افزایش می‌دهد، درحالی‌که سطوح پایین کلسیم باعث کاهش اندازه میوه می‌شود که این عامل نیز می‌تواند بدلیل افزایش فعالیت آنزیم‌های پکتیک باشد. در پژوهشی دیگر، آرندا^۱ و همکاران (۲۰۰۵) اعلام کردند که کاربرد کلسیم در مراحل اولیه رشد میوه باعث افزایش اندازه نهایی حبه می‌شود. آنها این اثر را به نقش کلسیم در رشد سلولی نسبت دادند. در واقع می‌توان گفت هنگام ساخت دیواره‌های سلولی به اجزای ساختاری نیاز است که در میان آنها کلسیم نقش مهمی را ایفا می‌کند. این فرضیه وجود دارد که اگر کلسیم بیشتری در دسترس گیاه باشد، دیواره‌های سلولی بیشتری تشکیل می‌شود که این عامل ممکن است منجر به افزایش اندازه حبه شود (سیکاریس^۲ و همکاران، ۲۰۱۳).

اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)، مواد جامد محلول (TSS) و شاخص طعم

بیشترین مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون آب‌میوه را تیمار کلریدکلسیم ۱ درصد با میانگین ۰/۶۸ درصد و کمترین مقدار اسیدیته قابل تیتراسیون، تیمار شاهد با میانگین ۰/۳۸ درصد مشاهده شد (نمودار ۳-الف). کمترین مقدار مواد جامد محلول را تیمار کلریدکلسیم ۱ درصد با میانگین ۱۸/۳۶ درصد و بیشترین میزان مواد جامد محلول را تیمار شاهد با میانگین ۲۰/۹۳ درصد داشت (نمودار ۳-ب). تیمار شاهد شاخص طعم را به میزان ۵۵/۸۹ در مقایسه با سایر تیمارها افزایش داد (نمودار ۳-ج). اسیدیته نشان‌دهنده میزان غلظت اسیدهای آلی موجود در میوه است و جزء پارامترهای اصلی کیفیت میوه محسوب می‌شود. معمولاً اسیدهای آلی هنگام رسیدن میوه به‌دلیل مصرف شدن در تنفس و تبدیل به قندها، کاهش می‌یابند و کاهش آنها رابطه مستقیمی با فعالیت‌های متابولیکی میوه دارد (ولنگ^۳ و همکاران، ۲۰۰۶). بیش‌ترین تغییراتی که هنگام رسیدن میوه صورت می‌گیرد، تغییر در بافت و مزه محصول است که این وابسته به شکسته شدن کربوهیدرات‌های پلیمری خصوصاً قندهای موجود در دیواره سلولی می‌باشد که باعث افزایش میزان مواد جامد محلول میوه در هنگام رسیدن میوه می‌شود (ژنگ و

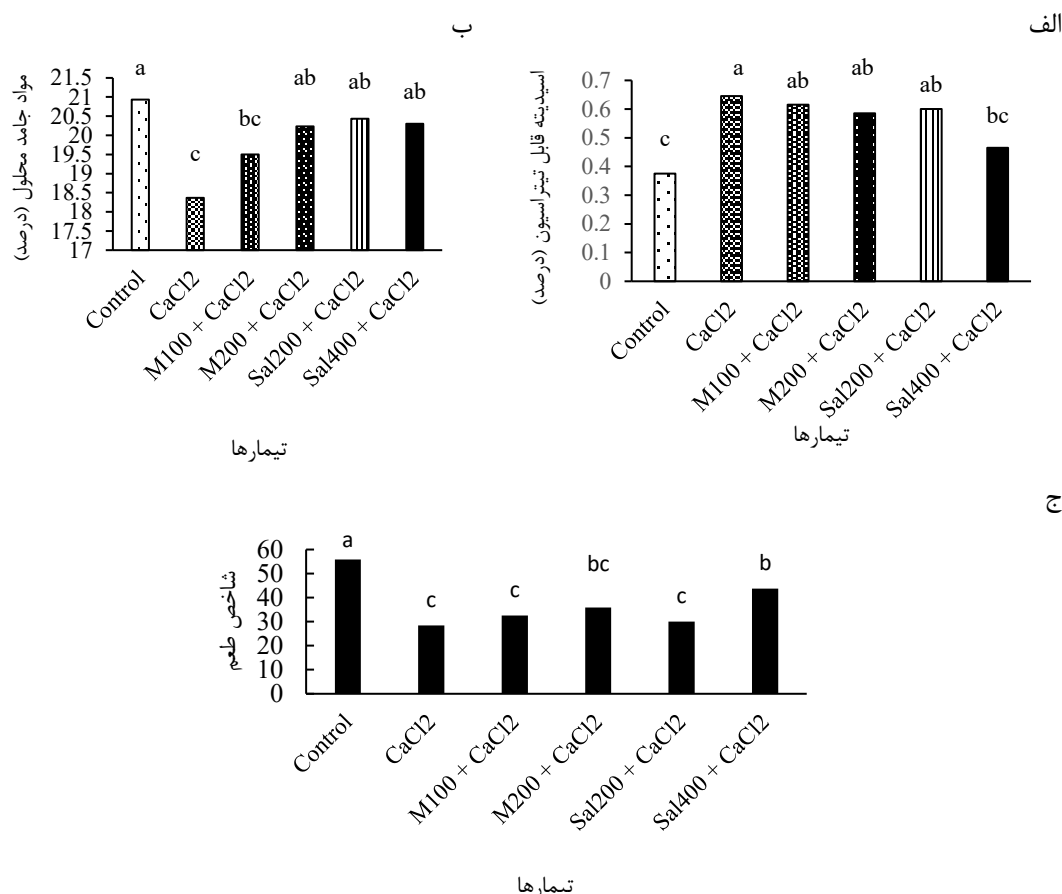
4. Ahmed

5. Fluxes

1. Aranda

2. Ciccicarese

3. Wang



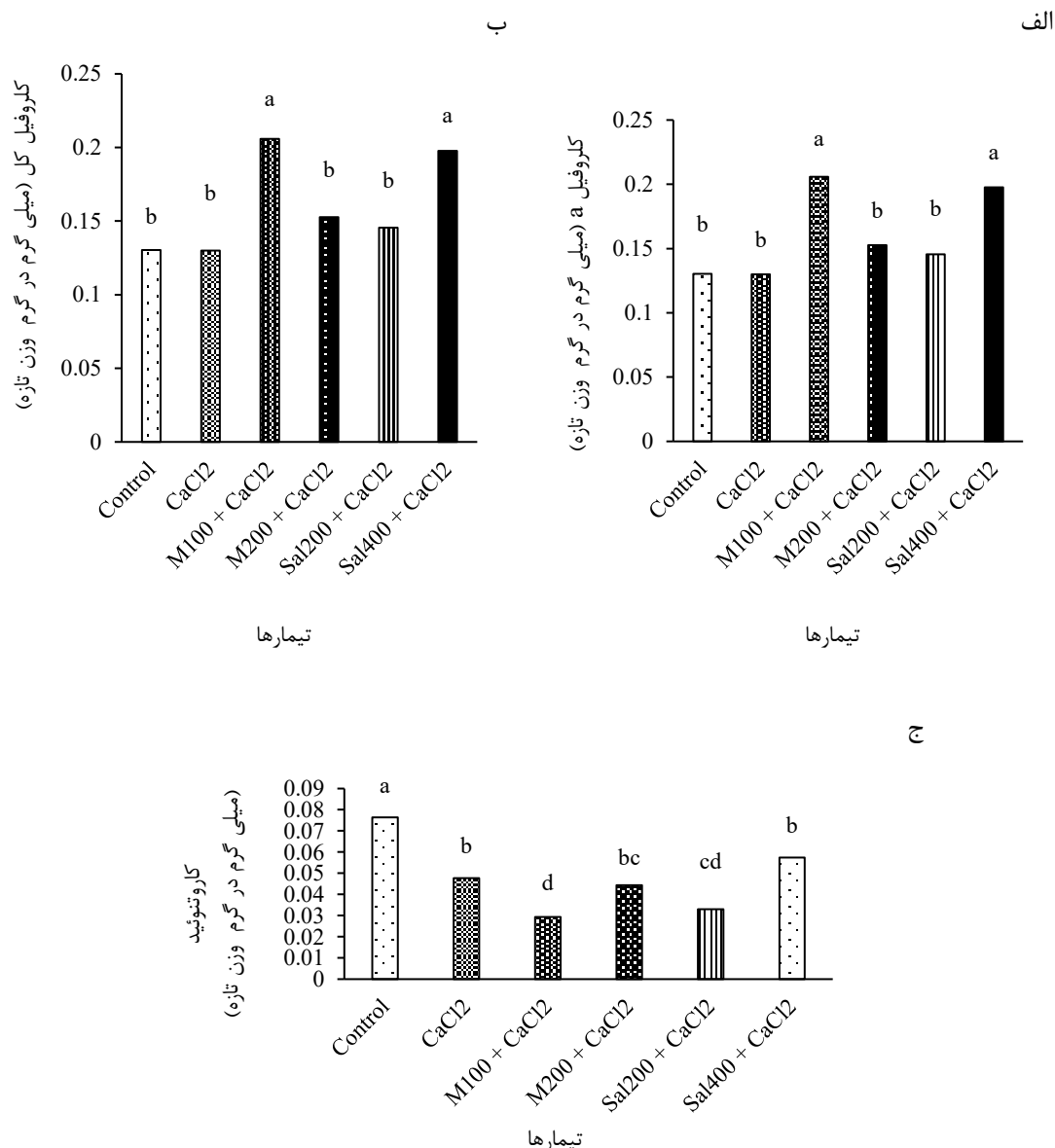
نمودار ۳- مقایسه میانگین اسیدیته قابل تیتراسیون، میزان مواد جامد محلول و شاخص طعم میوه انگور رقم ریش‌بابا تحت تیمارهای مورد مطالعه M=ملاتونین، Sal=سالیسیلیک اسید و CaCl_2 =کلرید کلسیم. حروف متفاوت در بالای ستون‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD می‌باشد.

فتوسیستم دو است که باعث بهبود بازده خالص فتوسنتز و حفاظت دستگاه فتوسنتزی در برابر گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود.

فعالیت آن‌تی‌اکسیدانی، فنل کل و فلاونوئید

تیمار ملاتونین ۱۰۰ میکرومولار + کلرید کلسیم ۱ درصد با میانگین ۸۵/۸ درصد بیشترین میزان فعالیت آن‌تی‌اکسیدانی و کمترین میزان فعالیت آن‌تی‌اکسیدانی را تیمار شاهد با میانگین ۷۸/۸ درصد داشت (نمودار ۵-الف). تیمار سالیسیلیک اسید ۴۰۰ میلی گرم بر لیتر + کلرید کلسیم ۱ درصد، بیشترین میزان فنل کل آب میوه را با میانگین ۱۸۰۰ میلی گرم بود که ۸۹/۴۷ درصد میزان فنل را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. کمترین میزان فنل را تیمار شاهد با میانگین ۹۵۰ میلی گرم دارا بود (نمودار ۵-ب). بیشترین میزان فلاونوئید کل عصاره میوه را

(چن^۱، ۲۰۱۵). همانطور که در نتایج این پژوهش مشاهده شد، کاربرد ترکیبی سالیسیلیک اسید + کلرید کلسیم یا ملاتونین + کلرید کلسیم میزان کلروفیل a و کلروفیل کل را در انگور افزایش داد. نتایج این پژوهش با نتایج رستگار^۲ و همکاران (۲۰۲۲) همسویی دارد که به بررسی تأثیر سالیسیلیک اسید + کلرید کلسیم بر کلم بروکلی پرداختند و بیان کردند نقش حفاظتی کلرید کلسیم در حفظ یکپارچگی سلولی می‌تواند باعث جلوگیری از تخریب کلروفیل در کلم بروکلی شود و این عامل نیز کیفیت کلم بروکلی را افزایش می‌دهد. فکری^۳ و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهش خود دریافتند محلول پاشی خرما با ملاتونین منجر به افزایش قابل توجهی در محتوای کلروفیل و بهبود ظرفیت فتوسنتزی خرما می‌شود. شیوه کار شامل تنظیم مثبت بیان ژن کلروفیل‌از و افزایش مراکز واکنش باز



نمودار ۴- مقایسه میانگین کلروفیل a، کلروفیل کل و کاروتنوئید میوه انگور رقم ریش‌بابا تحت تیمارهای مورد مطالعه M=ملاتونین، Sal=سالیسیلیک‌اسید و CaCl₂=کلرید کلسیم. حروف متفاوت در بالای ستون‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD می‌باشد.

همکاران (۲۰۱۸) تقویت فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی در میوه‌های تیمارشده را تأثیر هم‌افزایی تیمارهای مورد استفاده می‌دانستند. در پژوهش دیگر سوپاپوانیچ^۲ و همکاران (۲۰۱۷) بیان کردند سالیسیلیک‌اسید می‌تواند یکپارچگی غشای سلولی را حفظ کند و با افزایش ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی فعالیت آنتی‌اکسیدانی را نیز افزایش دهد. از سوی دیگر احمد و همکاران (۲۰۲۲) اعلام کردند که ترکیبات فنلی نقش مهمی را در افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه خرما دارد. بگنظری و همکاران (۲۰۱۸) و

تیمار اسیدسالیسیلیک ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر + کلرید کلسیم ۱ درصد با میانگین ۱۶۲۰ میلی‌گرم و کمترین میزان فلاونوئید کل عصاره میوه مربوط به تیمار شاهد با میانگین ۶۷۰ میلی‌گرم می‌باشد (نمودار ۵-ج).

پژوهش حاضر با کاربرد پیش از برداشت سالیسیلیک‌اسید ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر + کلرید کلسیم ۱ درصد فعالیت آنتی‌اکسیدانی انگور رقم ریش‌بابا را افزایش یافت که با نتایج بدست آمده از پژوهش احمد و همکاران (۲۰۲۲) روی خرما همخوانی داشت. وانگ و همکاران (۲۰۰۶) و بگنظری^۱ و

که کیفیت حبه‌ها، رنگ، طعم و گسی میوه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و خاصیت آنتی‌میکروبی حبه‌های انگور را نیز بهبود می‌بخشند. (دوخوانی و همکاران، ۲۰۱۳) بیان کردند تیمار کلریدکلسیم مسیرهای بیوسنتز فنل و فلاونوئید را تحریک می‌کند و باعث افزایش تجمع آنها در میوه می‌شود. طبق نتایج پژوهش گوهوا^۶ (۲۰۰۹) کلریدکلسیم یک ماده شیمیایی برای افزایش فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین‌آمونیا‌لیاز و فعال کردن مسیرهای فنیل پروپانویید-فلاونوئید در میوه‌ها می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی

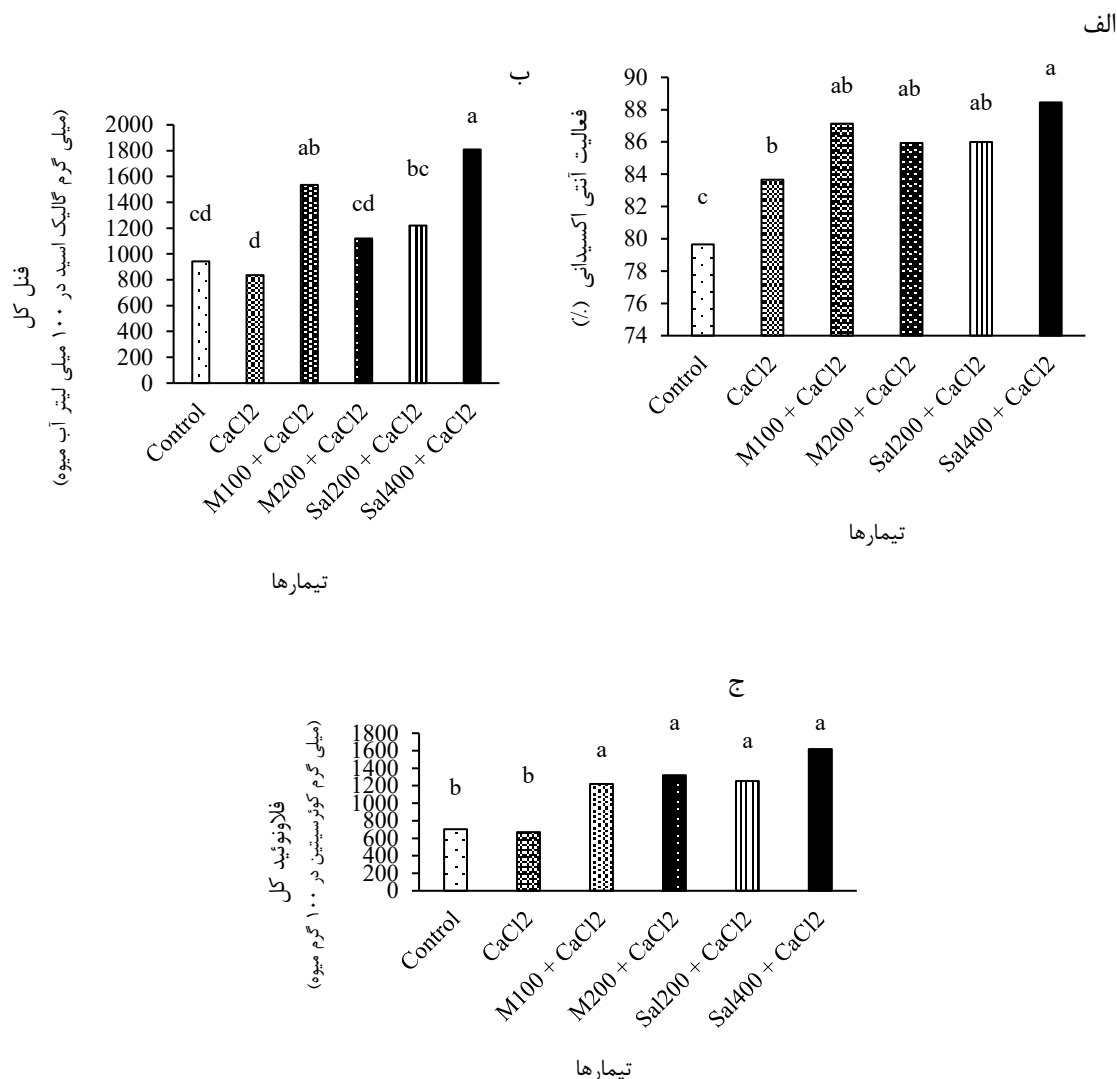
کاربرد تلفیقی ملاتونین یا سالیسیلیک‌اسید با کلرید کلسیم بر بیشتر صفات مورد بررسی به جز کلروفیل b تأثیر معنی‌داری داشت. به‌طور کلی می‌توان گفت محلول‌پاشی ملاتونین ۱۰۰ میکرومولار+کلریدکلسیم ۱ درصد بیشترین تأثیر مثبت بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی و طول، قطر و وزن خوشه، طول، قطر و وزن حبه انگور داشته و با تأثیر بر مواد جامد محلول و اسیدیته در به تأخیر انداختن رسیدن میوه انگور موثر واقع گردید. تیمار سالیسیلیک‌اسید ۴۰۰ میلی‌گرم بر لیتر + کلرید کلسیم ۱ درصد نیز بر میزان فنل و فلاونوئید بیشترین تأثیر مثبت را داشت، از این رو می‌توان گفت اگرچه این تیمارها برای افزایش صفات ذکر شده در میوه انگور قابل استفاده هستند، اما تیمار ملاتونین ۱۰۰ میکرومولار+ کلریدکلسیم ۱ درصد را می‌توان به عنوان بهترین تیمار به‌منظور افزایش ویژگی‌های کمی و کیفی میوه انگور پیشنهاد کرد.

(آل‌کورشی و آواد^۱، ۲۰۱۹) نیز بیان کردند که کاربرد کلریدکلسیم در فلفل دلمه‌سبز و موز باعث حفظ خواص آنتی‌اکسیدانی این محصولات می‌شود. طبق پژوهش مرادی نژاد و درستکار^۲ (۲۰۲۱) کلریدکلسیم با افزایش محتوای پلی‌ساکارید نفوذپذیری غشاء و دیواره سلولی را افزایش می‌دهد. بنابراین، کلریدکلسیم استحکام غشا و دیواره سلولی را حفظ می‌کند و منجر به جلوگیری از اکسیداسیون ترکیبات فنلی می‌شود که این نیز با نتایج این پژوهش همخوانی دارد.

فعالیت آنتی‌اکسیدانی محصولات تازه به عوامل مختلفی مانند شرایط محیطی و کاربردهای مواد مغذی و تیمارهای قبل از برداشت بستگی دارد. میوه‌های انار تیمارشده با کلریدکلسیم دارای مواد فنل کل بالاتری بودند. کاربرد کلریدکلسیم قبل از ذخیره‌سازی باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی می‌شود و محتوای فنل کل و اسید آسکوربیک را نیز افزایش می‌دهد. مدنی^۳ و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهش خود بیان کردند تیمار سالیسیلیک اسید و کلریدکلسیم یک درصد باعث افزایش ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی می‌گردد که نتیجه این پژوهش با نتایج دوخوانه^۴ و همکاران (۲۰۱۳) روی میوه زغال‌اخته همخوانی داشت. بر اساس نتایج وانگ و لین^۵ (۲۰۰۰) سالیسیلیک‌اسید نقش سیگنالی در فعالیت آنتی‌اکسیدانی انگور رقم شاهانی و فخری داشت. آل‌رشیدی^۶ و همکاران (۲۰۱۷) گزارش کردند که کاربرد سالیسیلیک‌اسید ۲ و ۴ میلی‌مولار تأثیر مثبتی در بیوسنتز فنیل پروپانویید و فلاونوئیدها دارد. در پژوهشی دیگر گمس و همکاران (۲۰۲۱) بیان کردند که کاربرد پیش از برداشت سالیسیلیک‌اسید میزان فنل کل حبه‌های انگور را افزایش می‌دهد که این افزایش وابسته به غلظت بود به‌طوری‌که بیشترین غلظت، بالاترین میزان فنل را داشت. بر اساس بیانات ساریخانی^۷ و همکاران (۲۰۰۹) و جمالی^۸ و همکاران (۲۰۱۳) کاربرد سالیسیلیک‌اسید باعث افزایش ترکیبات فنلی می‌شود. به‌طور کلی، ترکیبات فنلی مهمترین گروه‌های متابولیت‌های ثانویه در انگور هستند

6. Alrashdi
7. Sarikhani
8. Jamali
9. Guohua

1. Al-Qurashi and Awad
2. Moradinezhad and Dorostkar
3. Madani
4. Dokhanieh
5. Wang and Lin



دوار ۵- مقایسه میانگین ظرفیت آن‌تی‌اکسیدانی، میزان فنل و فلاونوئید میوه انگور رقم ریش‌بابا تحت تیمارهای مورد مطالعه. M = ملاتونین، Sal = سالیسیلیک اسید و CaCl₂ = کلرید کلسیم. حروف متفاوت در بالای ستون‌ها نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD می‌باشد.

منابع

- حبیبی‌دستجردی، ز.، ناصری، ل.، امیری، ا. و دولتی‌بانه، ح. ۱۳۹۸. تأثیر اسیدجیبرلیک و اسیدسالیسیلیک بر ویژگی‌های فیتوشیمیایی، ظرفیت آن‌تی‌اکسیدانی و عناصر غذایی انگور رقم بیدانه سفید. پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۶(۳): ۱۰۳-۱۲۰.
- Abd El-Naby, S.K.M., Mohamed, A.A.A. and El-Naggar, Y.I.M. 2019. Effect of melatonin, GA3 and NAA on vegetative growth, yield and quality of 'Canino' apricot fruits. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus, 18(3):167-174.
- Ahmed, Z.F., Kaur, N., Maqsood, S. and Schmeda-Hirschmann, G. 2022. Preharvest applications of chitosan, salicylic acid, and calcium chloride have a synergistic effect on quality and storability of date palm fruit (*Phoenix dactylifera* L.). HortScience, 57(3): 422-430.
- Al-Qurashi, A.D. and Awad, M.A. 2019. Postharvest gibberellic acid, 6-benzylaminopurine and calcium chloride dipping affect quality, antioxidant compounds, radical scavenging capacity and enzymes activities of 'Grand Nain' bananas during shelf life. Scientia Horticulturae, 253: 187-194.
- Alrashdi, A.M., Al-Qurashi, A.D., Awad, M.A., Mohamed, S.A. and Al-rashdi, A.A. 2017. Quality, antioxidant compounds, antioxidant capacity and enzymes activity of 'El-Bayadi' table grapes at harvest as affected by preharvest salicylic acid and gibberellic acid spray. Scientia Horticulturae, 220: 243-249.

- Aranda, J.M.B., Ballesteros, F.R., López, C.A. and Alcaraz, C.F. 2005. Induction of fruit calcium assimilation and its influence on the quality of table grapes. *Spanish Journal of Agricultural Research*, (3): 335-343.
- Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24(1):1
- Ayyub, C.M., Pervez, M.A., Shaheen, M.R., Ashraf, M.I., Haider, M.W., Hussain, S. and Mahmood, N. 2012. Assessment of various growth and yield attributes of tomato in response to pre-harvest applications of calcium chloride. *Pakistan Journal of Life and Social Science*, 10(2): 102-105.
- Bagnazari, M., Saidi, M., Mohammadi, M., Khademi, O. and Nagaraja, G. 2018. Pre-harvest CaCl₂ and GA3 treatments improve postharvest quality of green bell peppers (*Capsicum annum* L.) during storage period. *Scientia Horticulturae*, 240: 258-267.
- Basile, B., Giaccone, M., Cirillo, C., Ritieni, A., Graziani, G., Shahak, Y. and Forlani, M. 2012. Photo-selective hail nets affect fruit size and quality in Hayward kiwifruit. *Scientia Horticulturae*, 141:91-97.
- Chen, C. 2015. Overview of plant pigments. In *Pigments In fruits and vegetables: genomics and dietetics* (pp. 1-7). Springer, New York.
- Ciccarese, A., Stellacci, A.M., Gentile, G. and Rubino, P. 2013. Effectiveness of pre-and post-veraison calcium applications to control decay and maintain table grape fruit quality during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 75: 135-141.
- Dokhanieh, A.Y., Aghdam, M.S., Fard, J.R. and Hassanpour, H. 2013. Postharvest salicylic acid treatment enhances antioxidant potential of cornelian cherry fruit. *Scientia Horticulturae*, 154: 31-36.
- Dubbels, R., Reiter, R.J., Klenke, E., Goebel, A., Schnakenberg, E., Ehlers, C., Schiwara, H.W. and Schloot, W. 1995. Melatonin in edible plants identified by radioimmunoassay and by high performance liquid chromatography-mass spectrometry. *Journal of Pineal Research*, 18(1): 28-31.
- Fekry, W.M., Rashad, Y.M., Alaraidh, I.A. and Mehany, T. 2021. Exogenous application of melatonin and methyl jasmonate as a pre-harvest treatment enhances growth of barhi date palm trees, prolongs storability, and maintains quality of their fruits under storage conditions. *Plants*, 11(1): 96.
- Gao, Q., Xiong, T., Li, X., Chen, W. and Zhu, X. 2019. Calcium and calcium sensors in fruit development and ripening. *Scientia Horticulturae*, 253: 412-421.
- Gomes, E.P., Borges, C.V., Monteiro, G.C., Belin, M.A.F., Minatel, I.O., Junior, A.P., Tecchio, M.A. and Lima, G.P.P. 2021. Preharvest salicylic acid treatments improve phenolic compounds and biogenic amines in 'Niagara Rosada' table grape. *Postharvest Biology and Technology*, 176: 111505.
- Guohua, Z. 2009. Research on the calcium treatment on physiological characteristics of postharvest loquat fruit [J]. *Chinese agricultural. Chinese Agricultural Science Bulletin*, 25(11): 117-122.
- Hassoon, A.S. and Abduljabbar, I.A. 2020. Sustainable crop production. Review on the Role of Salicylic. (pp. 61-66). Intech Open, United Kingdom, London..
- Hussein, J.M., Tibuhwa, D.D., Mshandete, A.M. and Kivaisi, A.K. 2015. Antioxidant properties of seven wild edible mushrooms from Tanzania. *African journal of food Science*, 9(9):471-479.
- Jamali, B., Eshghi, S. and Taffazoli, E. 2013. Vegetative growth, yield, fruit quality and fruit and leaf composition of strawberry cv. 'Pajaro' as influenced by salicylic acid and nickel sprays. *Journal of Plant Nutrition*, 36(7):1043-1055.
- Kaushik, L., Kumar, R., Reddy, D.K. and Kaushik, P. 2021. Effect of pre-harvest calcium chloride and salicylic acid spray on morphological and biochemical traits of guava (*Psidium guajava*). *BioRxiv*: 2021-03. <https://doi.org/10.1101/2021.03.04.433865>
- Liang, D., Shen, Y., Ni, Z., Wang, Q., Lei, Z., Xu, N., Deng, Q., Lin, L., Wang, J., Lv, X. and Xia, H. 2018. Exogenous melatonin application delays senescence of kiwifruit leaves by regulating the antioxidant capacity and biosynthesis of flavonoids. *Frontiers in Plant Science*, 9: 426.
- Liu, C., Zheng, H., Sheng, K., Liu, W. and Zheng, L. 2018. Effects of melatonin treatment on the postharvest quality of strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 139:47-55.
- Liu, J., Yue, R., Si, M., Wu, M., Cong, L., Zhai, R., Yang, C., Wang, Z., Ma, F. and Xu, L. 2019. Effects of exogenous application of melatonin on quality and sugar metabolism in 'Zaosu' pear fruit. *Journal of Plant Growth Regulation*, 38(3): 1161-1169.

- Madani, B., Mirshekari, A. and Yahia, E. 2016. Effect of calcium chloride treatments on calcium content, anthracnose severity and antioxidant activity in papaya fruit during ambient storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(9): 2963-2968.
- Martins, N., Barros, L., Dueñas, M., Santos-Buelga, C. and Ferreira, I.C. 2015. Characterization of phenolic compounds and antioxidant properties of *Glycyrrhiza glabra* L. rhizomes and roots. *RSC Advances*, 5(34): 26991-26997.
- Medina-Santamarina, J., Serrano, M., Lorente-Mento, J.M., García-Pastor, M.E., Zapata, P.J., Valero, D. and Guillén, F. 2021. Melatonin treatment of pomegranate trees increases crop yield and quality parameters at harvest and during storage. *Agronomy*, 11(5): 861.
- Meng, J.F., Xu, T.F., Song, C.Z., Yu, Y., Hu, F., Zhang, L., Zhang, Z.W. and Xi, Z.M. 2015. Melatonin treatment of pre-veraison grape berries to increase size and synchronicity of berries and modify wine aroma components. *Food Chemistry*, 185: 127-134.
- Moradinezhad, F. and Dorostkar, M. 2021. Pre-harvest foliar application of calcium chloride and potassium nitrate influences growth and quality of apricot (*Prunus armeniaca* L.) fruit cv. 'Shahroudi'. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21: 1642-1652.
- Oraei, M., Panahirad, S., Zaare-Nahandi, F. and Gohari, G. 2019. Pre-véraison treatment of salicylic acid to enhance anthocyanin content of grape (*Vitis vinifera* L.) berries. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(13): 5946-5952.
- Rastegar, S., Shojaie, A. and Koy, R.A.M. 2022. Foliar application of salicylic acid and calcium chloride delays the loss of chlorophyll and preserves the quality of broccoli during storage. *Journal of Food Biochemistry*, 46(8): e14154.
- Saltveit, M.E. 2005. Postharvest biology and handling. In *Tomatoes* (pp. 305-324). Wallingford UK, CABI Publishing.
- Sarikhani, H., Sasani-Homa, R. and Bakhshi, D. 2009. Effect of Salicylic Acid and SO₂ Generator Pad on Storage Life and Phenolic Contents of Grape (*Vitis vinifera* L. 'Bidaneh Sefid' and 'Bidaneh Ghermez'). In *VI International Postharvest Symposium* 877: 1623-1630.
- Shiri, M.A., Ghasemnezhad, M., Fattahi Moghaddam, J. and Ebrahimi, R. 2014. Fruit growth and sensory evaluation of Hayward kiwifruit in response to preharvest calcium chloride application and orchard location. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 79(3): 183-189.
- Supapvanich, S., Mitsang, P. and Youryon, P. 2017. Preharvest salicylic acid application maintains physicochemical quality of 'Taaptimjaan' wax apple fruit (*Syzygium samarangense*) during short-term storage. *Scientia Horticulturae*, 215: 178-183.
- Wang, L., Chen, S., Kong, W., Li, S. and Archbold, D.D. 2006. Salicylic acid pretreatment alleviates chilling injury and affects the antioxidant system and heat shock proteins of peaches during cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, 41(3): 244-251.
- Wang, S.Y. and Lin, H.S. 2000. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *Journal of agricultural and food chemistry*, 48(2): 140-146.
- Wong, J.Y., Matanjun, P., Ooi, Y.B.H. and Chia, K.F. 2014. Evaluation of antioxidant activities in relation to total phenolics and flavonoids content of selected Malaysian wild edible plants by multivariate analysis. *International Journal of Food Properties*, 17(8): 1763-1778.
- Zheng, X., Tian, S., Meng, X. and Li, B. 2007. Physiological and biochemical responses in peach fruit to oxalic acid treatment during storage at room temperature. *Food Chemistry*, 104(1): 156-162.
- Zhong, L., Lin, L., Yang, L., Liao, M.A., Wang, X., Wang, J., Lv, X., Deng, H., Liang, D., Xia, H. and Tang, Y. 2020. Exogenous melatonin promotes growth and sucrose metabolism of grape seedlings. *PLoS One*, 15(4): e0232033.