تأثیر کلریدکلسیم و اسانس‌های مورخوش، مریم گلی و گل راعی بر کنترل کپک خاکستری توت‌فرنگی (*Fragaria ananasa*)

Effect of Calcium Chloride and Essence of *Zhumeria majdae, Salvia macrosiphon, Hypericum perforatum* on the Control of Gray Mold in Strawberry (*Fragaria ananasa*)

سولماز طهماسبی[۱]، سمیه رستگار[۲*]، عبدالمجید میرزاعلیان دستجردی[۳] و بیژن کاووسی[۴]

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۱/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۳/۳۱

چکیده

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. اسانس گیاهان مریم‌گلی، گل راعی و مورخوش، در دو سطح ۲۵۰ و ۵۰۰ میکرولیتر در لیتر و کلریدکلسیم (۲ و ۴ درصد) روی میوه‌های توت‌فرنگی رقم گاویوتا که در اسپور قارچ بوتریتیس سینرا غوطه‌ور شده بودند استفاده شد و سپس در دمای ۱±۴ درجه سانتی‌گراد و به‌مدت ۱۶ روز نگهداری شدند. درصد پوسیدگی، pH، درصد کاهش وزن، درصد مواد جامد محلول، اسیدیته کل (میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر)، سفتی بافت، رنگ و تغییرات ویتامین ث اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که اسانس‌ها و کلریدکلسیم اثر معنی‌داری بر پوسیدگی میوه داشتند. پوسیدگی در میوه‌های تیمار شده به‌جز مریم‌گلی (۵۰۰ میکرولیتر در لیتر) به‌طور کامل کنترل شد. کم‌ترین درصد کاهش وزن در کلریدکلسیم ۴ درصد و بیش‌ترین درصد کاهش وزن در تیمار اسانس مریم‌گلی ۵۰۰ میکرولیتر در لیتر مشاهده شد. سفتی به‌طور معنی‌داری در میوه‌های تیمار شده بیشتر از شاهد بود. کلریدکلسیم (۲ و ۴ درصد) و دو سطح ۲۵۰ و ۵۰۰ میکرولیتر در لیتر مریم‌گلی بیش‌ترین سفتی را نشان دادند. کم‌ترین میزان مواد جامد محلول در شاهد مشاهده شد. میوه‌های تیمار شده با کلریدکلسیم (۲ و ۴ درصد) و دو سطح ۲۵۰ و۵۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس مورخوش به‌طور معنی‌داری محتوای ویتامین ث بیشتری نشان دادند. به‌طورکلی میوه‌ها در همه تیمارها به‌جز ۲۵۰ میکرولیتر در لیتر مورخوش، رنگ بهتری نسبت به شاهد نشان دادند. این تحقیق نشان داد که کلریدکلسیم و اسانس گیاهان دارویی فوق در کنترل و حفظ کیفیت پس از برداشت توت‌فرنگی به‌مدت ۱۶ روز مؤثر بودند.

واژه‌های کلیدی: کیفیت میوه، پوسیدگی میوه، ویتامین ث، سفتی بافت

۱، ۲ و ۳. به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی‌ارشد و استادیاران گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس
۴. استادیار بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، زرقان، ایران
*: نویسنده مسئول Email: rastegarhort@gmail.com

مقدمه

توت‌فرنگی به‌دلیل تنفس بالا، مقدار آب زیاد، فعالیت متابولیکی بالا و حساسیت به پوسیدگی‌های میکروبی و قارچی یکی از میوه‌های بسیار فسادپذیر بوده و در مقابل صدمات مکانیکی و تغییرات فیزیولوژیکی در محل تولید و هم‌چنین محصول آن پس از برداشت و در زمان حمل‌ونقل و حتی در مراکز توزیع و فروش همواره در معرض آلودگی به انواع قارچ‌ها می‌باشد (بهنامیان و مسیحا، ۱۳۸۱). ازجمله روش‌های سالم و بی‌خطر برای کنترل بیماری‌های پس از برداشت، استفاده از ترکیبات طبیعی تحت عنوان عصاره طبیعی یا اسانس‌های گیاهی است. اسانس‌های گیاهی گستره وسیعی از متابولیت‌های ثانویه را شامل می‌شوند که در بیشتر حالات دارای خاصیت ضدمیکروبی، آللوپاتی و آنتی‌اکسیدانی و زیست تنظیمی هستند. از نظر شیمیایی اسانس‌ها، ترکیبات پیچیده‌ای هستند که انواع مختلف مواد شیمیایی شامل هیدروکربن‌ها، الکل‌ها، کتون‌ها، آلدئیدها و غیره در ترکیب آن‌ها وجود دارد (*پلوت*[1] و همکاران، 2003). تیمار میوه‌ها و سبزی‌ها با اسانس‌های مختلف گیاهی باعث افزایش عمر ماندگاری، کند کردن روند کاهش وزن‌تر، کاهش فساد، حفظ رنگ میوه، ترکیبات معطر، حفظ سفتی میوه و قندهای محلول در میوه می‌گردد (*هرناندز-مونز*[2] و همکاران، 2005). تاکنون تحقیقاتی در زمینه استفاده از اسانس‌های گیاهان دارویی مختلف جهت کاهش پوسیدگی و افزایش ماندگاری میوه‌ها و سبزیجات انجام شده است (*تریپاتی*[3] و همکاران، 2008؛ *سینگ*[4] و همکاران 2007). حسن‌زاده و ابوطالبی (۱۳۹۱) اظهار داشتند که اسانس میخک هندی و رزماری در مقایسه با استفاده از قارچ‌کش تیابندازول، با جلوگیری از رشد قارچ‌ها و عوامل بیماری‌زا و بروز فساد، به‌طور مؤثر سبب حفظ بازارپسندی و وضعیت مطلوب ظاهری میوه انبه گردید. پژوهش‌های *دفرا*[5] و همکاران (2002) نشان داد که ترکیبات ضدمیکروبی حاصل از گیاهان آویشن و مرزنجوش در ۸۵ میلی‌گرم در لیتر باعث کنترل *بوترتیس سینرا* شده است. بهداد و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیقی اثر ضدقارچی اسانس‌های مرزه (*Satureja hortensis*)، آویشن شیرازی (*Zataria multiflora*) و زنیان (*Carum copticom*) در کنترل قارچ *Rhizopus stolonifer* مورد بررسی قرار دادند. نتایج آزمایش ایشان حاکی از مهار رشد میسلیوم قارچ ریزوپوس به‌وسیله مرزه و زنیان (۳۰۰ پی‌پی‌ام) و آویشن شیرازی (۵۰۰ پی‌پی‌ام) بود. *شایما*[6] و همکاران (2012) اثر اسانس‌های گیاهی سنبل هندی، زیره سبز و آویشن را بر روی کپک خاکستری توت‌فرنگی بررسی کردند و نتایج نشان داد که اسانس گیاه سنبل هندی و زیره سبز رشد کپک خاکستری را کنترل می‌کند. یکی دیگر ازجمله روش‌های توصیه شده جهت کاهش ضایعات میوه‌ها، افزایش غلظت کلسیم با استفاده از املاح کلسیم است. کلسیم در ساختمان تیغه میانی سلول‌ها و بافت گیاهی در ترکیبی به‌نام پکتات کلسیم وجود دارد و تا زمانی که مقدار آن به حد کافی باشد از تخریب دیواره پکتینی ممانعت به‌عمل می‌آورد (گودرزی و فرزاد، ۱۳۸۷).

گیاه گل راعی (*Hypericum* spp.) یکی از اعضای خانواده Hypericaceae بوده و در دنیا بیش از ۴۶۹ گونه دارد که ۱۹ گونه از آن‌ها در ایران رویش می‌یابند. مرشدلو و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند که مونوترپن‌ها (آلفا - پینن) بیش‌ترین جزء اسانس گل راعی را تشکیل می‌دهند. پس از این ترکیبات آلکان‌ها (نونان و ان-اکتان)، سزکوییترپنها (گاما-هیماچالن) به‌عنوان سایر اجزای غالب اسانس گیاه گل راعی شناسایی شدند. گونه ایرانی *Zhumeria majdae* که با نام محلی مورخوش شناخته می‌شود، اخیرا به‌عنوان یک گونه متعلق به یک جنس جدید به‌نام زومریا از تیره نعناع معرفی شده است. این گیاه از نظر پراکنش محدود به جنوب ایران و استان هرمزگان است. لینالول و کامفور بیش‌ترین حجم ترکیبات اسانس آن را تشکیل می‌دهند (بخشی خانیکی و لاری یزدی، ۱۳۸۸). مریم گلی لوله‌ای (*Salvia macrosiphon* L.) از گونه‌های مهم جنس سالویا بوده که متعلق به تیره نعناع (Labiatae) می باشند اصلی‌ترین ترکیبات در اسانس آن عبارتند از: لیمونن، آلفاپینن، اسپاتولنول، میرسن، بتاپینن، بتا-کاریوفیلن (مجروحی، ۱۳۸۷).

در این پژوهش تأثیر اسانس سه گیاه دارویی مریم‌گلی، گل راعی و مورخوش در کنترل پوسیدگی ناشی از قارچ *بوتریتیس سینرا* و حفظ کیفیت پس از برداشت میوه توت‌فرنگی رقم گاویوتا مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی اثر سه اسانس گیاهی مورخوش، گل راعی و مریم‌گلی (هرکدام در دو غلظت ۲۵۰ و ۵۰۰ میکرولیتر در لیتر) و مقایسه با اثر کلریدکلسیم (در دو سطح ۲ و ۴ درصد) بر کنترل پوسیدگی، حفظ کیفیت پس‌از برداشت توت‌فرنگی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. ابتدا اسانس‌های مورد نظر به روش تقطیر با دستگاه کلونجر

1. Plotto
2. Hernández-Munoz
3. Tripathi
4. Singh
5. Defera
6. Shaymaa

تهیه شد. برای این کار هر بار مقدار ۱۵۰ گرم ماده خشک آسیاب شده گیاه را درون بالن کلونجر ریخته و به‌مدت سه ساعت اسانس‌گیری انجام شد. سپس توت‌فرنگی‌های سالم و عاری از هرگونه آلودگی برداشت و به آزمایشگاه منتقل شد. میوه‌ها با هیپوکلریت سدیم ۱درصد ضدعفونی شدند. پس از ضدعفونی، میوه‌ها به‌مدت ۲ دقیقه در سوسپانسیون قارچ غوطه‌ور شدند (حسن‌زاده و ابوطالبی، ۱۳۹۱). برای تهیه سوسپانسیون قارچ، نمونه قارچ *بوتریتیس سینرا* را از روی توت‌فرنگی برداشته و پس از خالص‌سازی بر روی محیط‌کشت PDA کشت داده شد و سپس از قارچ با عمر ۲۰ روز سوسپانسیون با غلظت 10^6 کنیدی در هر میلی‌لیتر تهیه شد. پس از غوطه‌وری با سوسپانسیون قارچ، میوه‌ها به‌مدت یک ساعت تحت جریان هوا قرار داده شدند تا ضمن خشک شدن از استقرار قارچ بر روی میوه‌ها اطمینان حاصل شود. سپس میوه‌ها در محلول‌های از پیش تهیه شده اسانس، کلریدکلسیم و آب مقطر به‌عنوان شاهد، به‌روش غوطه‌وری به‌مدت ۳ دقیقه تیمار شدند (*شاهی*[1] و همکاران، 2015). پس از تیمار و خشک شدن میوه‌ها برای هر تیمار ۱۵۰گرم میوه و در سه تکرار در ظروف پلاستیکی مخصوص بسته‌بندی توت‌فرنگی قرار داده شد و با سلفون بسته‌بندی شدند. میوه‌ها سپس در یخچال با دمای ۴ درجه قرار داده شده و به‌مدت ۱۶ روز نگهداری شدند. در پایان آزمایش، میوه‌ها به آزمایشگاه منتقل شده و فاکتورهای موردنظر اندازه‌گیری شدند.

سفتی بافت از طریق دستگاه سفتی‌سنج Texture analyzer اندازه‌گیری شد. رنگ میوه با استفاده از رنگ‌سنج مینولتا مدل (CR-400, Japan) بررسی گردید. از هر تیمار ۲ میوه به‌صورت تصادفی انتخاب گردید و قرائت‌ها از ۲ نقطه مقابل هم در روی میوه انجام شد و شاخص‌های رنگ a^* (قرمز-سبز)، b^* (زرد-آبی) و L^* (سفید-سیاه) اندازه‌گیری شد (پک[2] و همکاران، 2010). وزن میوه با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول، از رفرکتومتر دستی دیجیتالی (Atc1e, Atago, Japan) استفاده شد و عدد حاصل به‌صورت (درجه بریکس) درصد بیان شد. pH با استفاده از pHمتر دیجیتالی (PL-500, Taiwan) قرائت گردید. برای محاسبه درصد پوسیدگی، میوه‌ها براساس میزان پوسیدگی در چهار دسته تقسیم‌بندی شدند. ۱؛ میوه‌های بدون پوسیدگی ۲؛ میوه‌های دارای پوسیدگی کمتر از یک سوم سطح میوه، ۳؛ میوه‌های دارای پوسیدگی بین یک سوم تا دو سوم کل سطح میوه و ۴؛ میوه‌های دارای پوسیدگی بیش از دو سوم کل سطح میوه. شاخص پوسیدگی بر حسب درصد بیان شد (*زو* و *زو*[3]، 2007). ویتامین ث، طبق روش تیتراسیون با ۲ و ۶ دیکلروفنل ایندوفنل اندازه‌گیری شد و بر حسب میلی‌گرم اسید اسکوربیک در ۱۰۰ گرم نمونه، محاسبه گردید (AOAC, 1990).

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گردید. رسم نمودارها نیز توسط نرم‌افزار اکسل (Excel 2013) انجام گرفت.

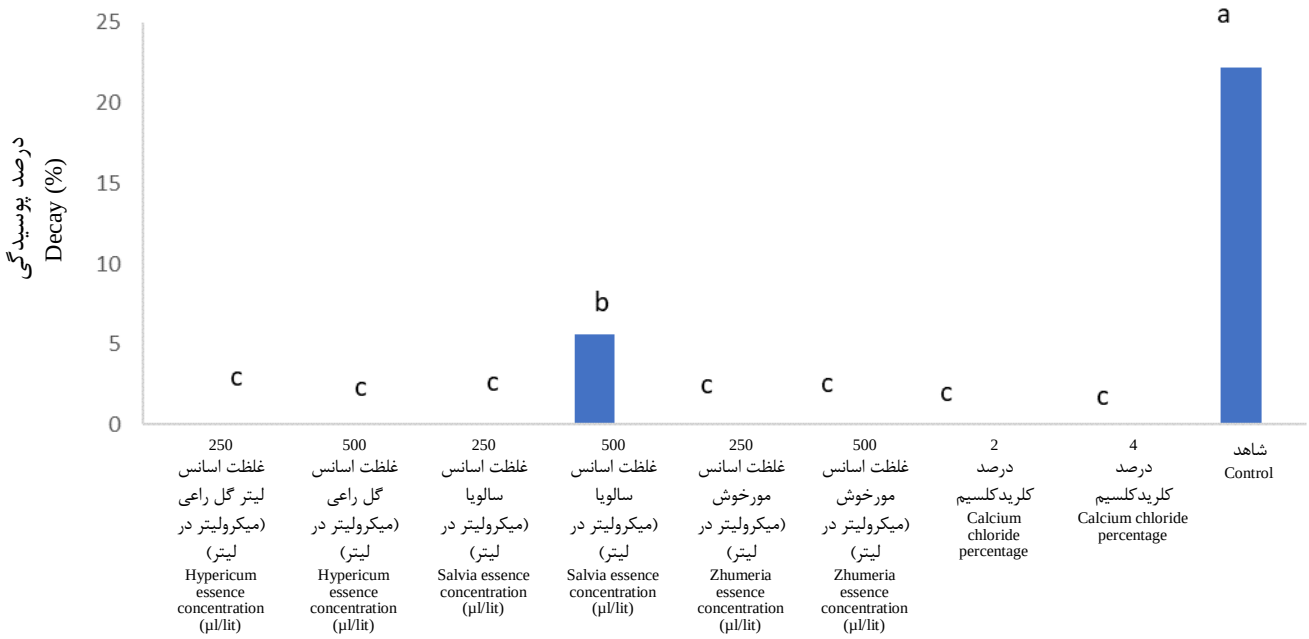
نتایج

درصد پوسیدگی

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف اسانس گیاهی در سطح احتمال یک درصد از نظر تأثیر سطوح مختلف تیمار اسانس گیاهی و کلریدکلسیم بر درصد پوسیدگی میوه توت‌فرنگی وجود داشت (جدول۱).

نتایج مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد که بین اثر سطوح مختلف تیمار اسانس گیاهی و کلریدکلسیم بر درصد پوسیدگی میوه توت‌فرنگی اختلاف معنی‌داری وجود داشت. بیش‌ترین میزان پوسیدگی (۲۲/۲ درصد) مربوط به تیمار شاهد (آب مقطر) بود و بقیه تیمارها به‌جز تیمار ۵۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس مریم‌گلی، با صفر درصد پوسیدگی در یک سطح آماری قرار داشتند (شکل ۱). پوسیدگی میوه به فعالیت عوامل قارچی تغذیه‌کننده از سطح بافت میوه مربوط می‌شود (مدرس و همکاران، ۱۳۹۳). کاهش یافتن میزان پوسیدگی با خاصیت ضدباکتریایی و ضدقارچی اسانس مطابقت دارد. به‌نظر می‌رسد اثر کنترل‌کنندگی اسانس‌ها علاوه‌بر اثر مستقیم اسانس‌ها روی قارچ به اثر اسانس‌ها در تحریک پاسخ‌های دفاعی گیاهان نیز مربوط باشد (اصغری مرجانلو و همکاران، ۱۳۸۷). تفاوت در فعالیت ضدقارچی اسانس‌های گیاهی به اجزای تشکیل‌دهنده آن‌ها بستگی دارد. یک ترکیب ممکن است به‌تنهایی یا به‌صورت تشدیدکننده همراه با سایر ترکیب‌ها فعالیت ضدقارچی اسانس را باعث شود (رنجبر و همکاران، ۱۳۸۷). گودرزی (۱۳۸۷) اثر املاح کلسیم را بر کیفیت و ماندگاری توت‌فرنگی بررسی کرد که طبق نتایج این آزمایش پوسیدگی میوه توت‌فرنگی به خوبی کنترل شد.

1. Shahi
2. Pek
3. Zhu and Zhou



شکل ۱: تأثیر غلظت‌های اسانس گیاهی و کلریدکلسیم بر درصد پوسیدگی میوه توت‌فرنگی رقم گاویوتا

Fig. 1: Effect of essential oil concenterations and $CaCl_2$ on deacy of strawberry fruit, cv. Gaviota

درصد کاهش وزن

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف اسانس گیاهی در سطح احتمال یک درصد از نظر تأثیر بر درصد کاهش وزن وجود داشت (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد بین سطوح مختلف تیمار اسانس گیاهی و کلریدکلسیم بر درصد کاهش وزن میوه توت‌فرنگی، اختلاف معنی‌داری وجود داشت (شکل ۲). به‌طوری‌که بیش‌ترین درصد کاهش وزن (۱۱/۱ درصد) مربوط به تیمار ۵۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس مریم‌گلی و کم‌ترین درصد کاهش وزن (۴/۱۶۷ درصد) مربوط به تیمار کلریدکلسیم چهار درصد بود. تیمار شاهد و تیمار ۵۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس گل راعی اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند. هم‌چنین تیمار ۲۵۰ و ۵۰۰ میکرو لیتر در لیتر اسانس مورخوش و تیمار ۲۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس مریم‌گلی در یک سطح آماری قرار گرفتند. مشخص شده است که اسانس‌های گیاهی توانسته‌اند سبب کاهش تلفات وزن در میوه‌های گیلاس، انگور و هلو شوند. هرچند که مکانیسم اثر حفاظتی گیاهان دارویی جهت کاهش تلفات وزن هنوز مشخص نشده است، اما به‌نظر می‌رسد از آنجا که کاهش وزن با افزایش فساد قارچی همبستگی دارد، لذا احتمالاً به‌علت بازدارندگی اسانس‌های گیاهی در برابر رشد قارچ‌ها و سایر میکروارگانیسم‌ها می‌توانند سبب کاهش تلفات وزن در میوه‌های تیمار شده شوند.

سفتی بافت میوه

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد از نظر تأثیر سطوح مختلف تیمار اسانس گیاهی و کلریدکسیم بر سفتی بافت میوه توت‌فرنگی وجود داشت (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد که بین سطوح مختلف تیمار اسانس گیاهی و کلریدکلسیم بر سفتی بافت میوه توت‌فرنگی اختلاف معنی‌داری وجود داشت. به‌طوری‌که بیش‌ترین سفتی بافت (۸/۰۳۳ نیوتن) مربوط به دو تیمار کلریدکلسیم دو درصد و غلظت ۲۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس مریم‌گلی بود. که با تیمارهای دو درصد و چهار درصد کلریدکلسیم و۵۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس مریم‌گلی در یک سطح آماری قرار داشتند. کم‌ترین میزان سفتی بافت (۳/۸۶۷ نیوتن) مربوط به تیمار شاهد (آب مقطر) بود. تیمارهای ۲۵۰ و ۵۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس گل راعی و اسانس مورخوش نیز در یک سطح آماری قرار داشتند (شکل ۳).

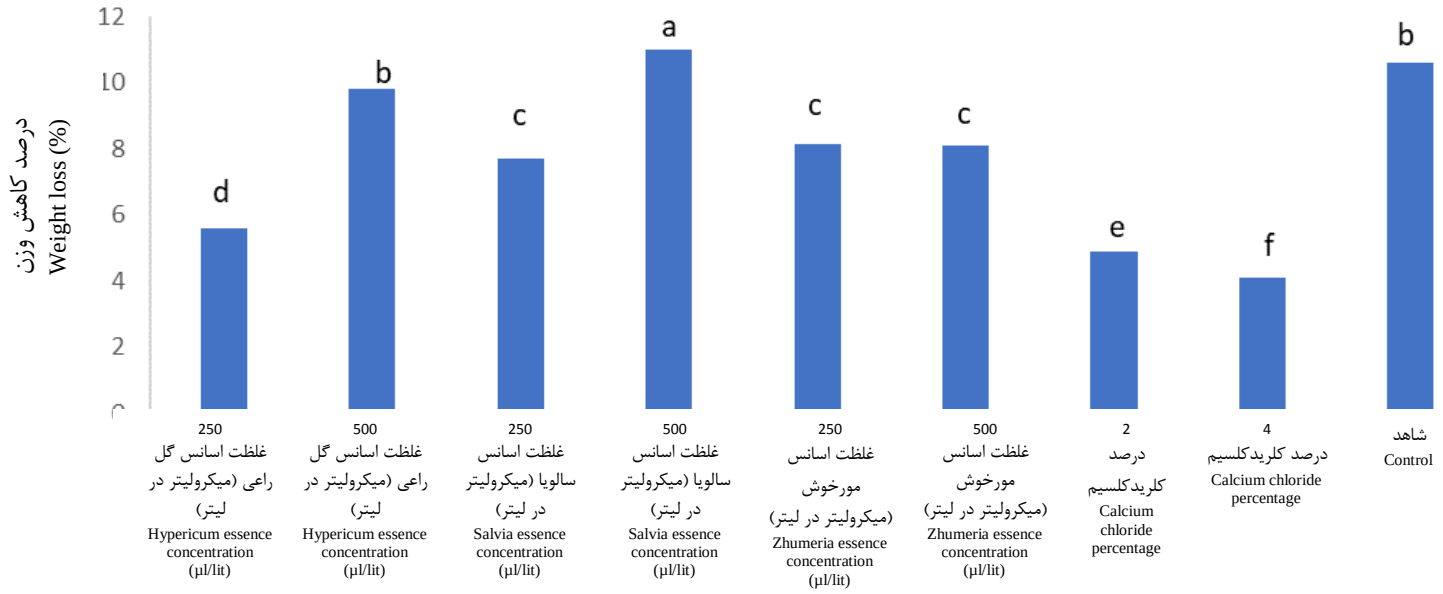
جدول ۱: تجزیه واریانس صفات مطالعه شده در میوه توت‌فرنگی رقم گاویوتا

Table 1: Anova of the studied characters in strawberries fruit, cv. Gaviota

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	درصد پوسیدگی Deacy	درصد کاهش وزن Weight loss	سفتی بافت Tissue firmness	درصد مواد جامد محلول TSS	اسیدیته کل TA	نسبت قند به اسید TSS/TA	پ‌هاش pH	ویتامین ث Vitamin C	L*	a*	b*
تیمار Treatment	8	164.373**	17.774**	6.365**	1.052**	0.029**	2.350**	0.075**	17.333**	49.089**	110.627**	160.022**
خطا Error	18	0.006	0.064	0.112	0.058	0.013	0.023	0.01	0.543	0.546	0.444	0.69
درصد ضریب تغییرات CV (%)		2.41	3.27	5.16	3.39	11.26	2.01	2.65	3.64	2.03	2.35	3.48

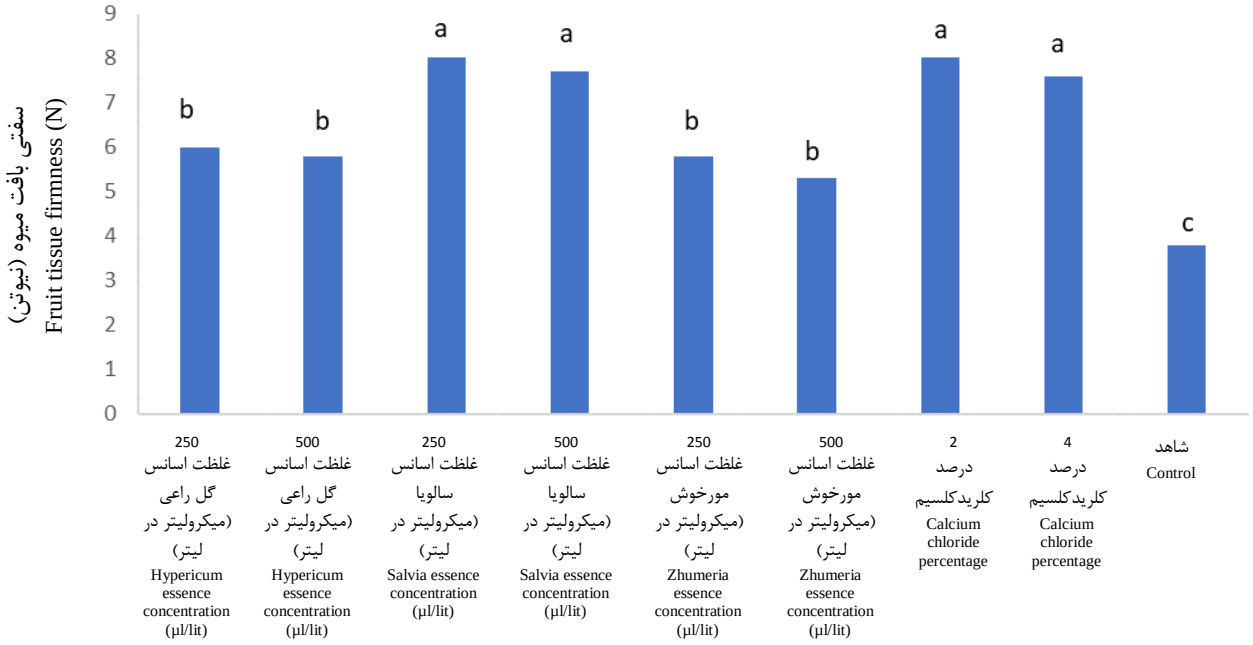
**: معنی‌دار در سطح ۱ درصد

**: Significant at 1% level



شکل ۲: تأثیر غلظت‌های اسانس گیاهی و کلریدکلسیم بر درصد کاهش وزن میوه توت‌فرنگی رقم گاویوتا

Fig. 2: Effect of essential oil concenterations and $CaCl_2$ on weight loss of strawberry fruit, cv. Gaviota



شکل ۳: تأثیر غلظت‌های اسانس گیاهی و کلریدکلسیم بر سفتی بافت میوه توت‌فرنگی رقم گاویوتا

Fig. 3: Effect of essential oil concenterations and $CaCl_2$ on tissue firmness of strawberry fruit, cv. Gaviota

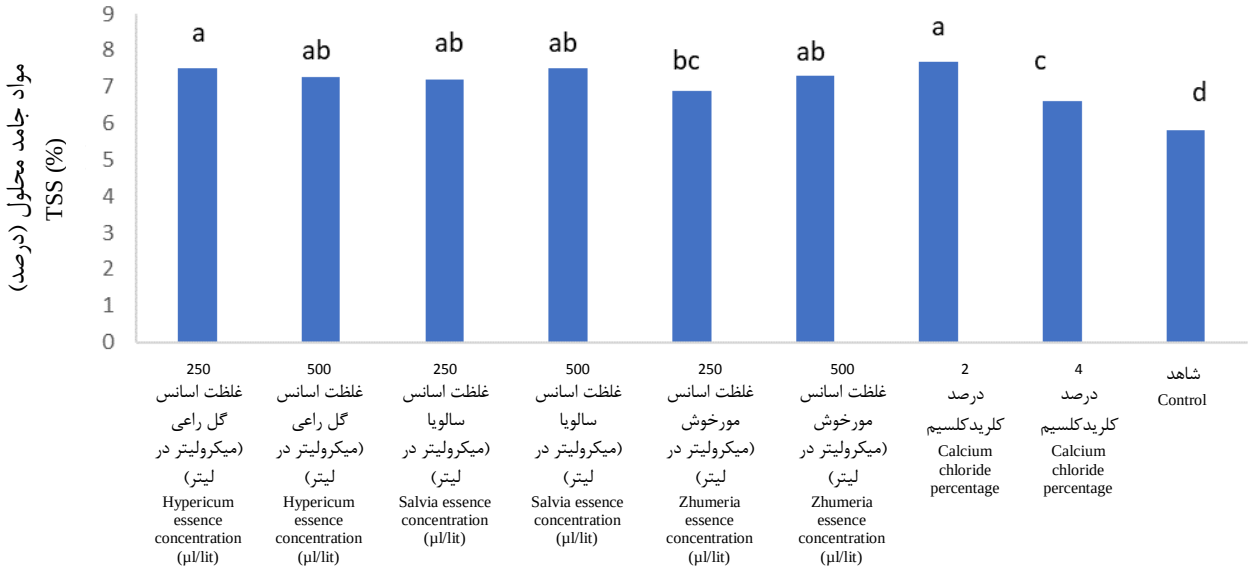
در مدت زمان انبارداری با توجه به کاهش فشار تورژسانس سلولی و از دست رفتن هوای بین سلولی و به‌تدریج شکسته شدن دیواره و غشاء سلولی و خروج آب، میوه شروع به نرم شدن می‌کند. نرم شدن میوه هم‌چنین به افزایش فعالیت آنزیم‌های پلی‌گالاکتروناز، بتاگالاکتواکسیداز و پکتین متیل استراز بستگی دارد که اسانس‌های گیاهی موجب کاهش فعالیت این آنزیم‌ها می‌شوند بنابراین درجلوگیری از تخریب دیواره سلولی و نرم شدن میوه مؤثر می‌باشند (علی‌خانی و همکاران، ۱۳۸۷). نقش اساسی کلسیم در استحکام بافت‌های گیاهی به راه‌های گوناگون بازتاب می‌یابد. بخش قابل توجهی از کلسیم در دیواره بافت‌های گیاهی جای می‌گیرد. این وضعیت منحصربه‌فرد کلسیم سبب وجود جایگاه‌های زیاد تثبیت کلسیم در دیواره سلولی و نیز جابه‌جایی بسیار محدود آن از غشای سیتوپلاسم به درون سیتوپلاسم سلول است. در تیغه میانی کلسیم به گروه‌های کربوکسیل مربوط به اسید گالاکترونیک اتصال یافته و پکتات کلسیم کمتر محلول تشکیل می‌شود. از سوی دیگر پکتات موجود در دیواره سلولی گیاهان آلی به‌وسیله آنزیم پلی‌گالاکتروناز تجزیه می‌شود. غلظت‌های بالای کلسیم فعالیت این آنزیم را به شدت کاهش می‌دهد. بنابراین با افزایش کلسیم بافت فعالیت این آنزیم کاهش یافته و تجزیه دیواره سلولی با سرعت کمتری انجام می‌شود(گودرزی و فرزاد، ۱۳۸۷). طبق نتایج علی‌خانی و همکاران (۱۳۸۷) تیمار اسانس آویشن سبب حفظ سفتی میوه در طول مدت انبارداری گردید. اصغری مرجانلو و همکاران (۱۳۸۷) نیز نتیجه گرفتند اسانس ریحان سبب حفظ سفتی بافت میوه می‌شود. آزمایشات فرهی و گودرزی (۱۳۸۶) بر روی انگور عسکری نشان داد که کلریدکلسیم به‌خوبی سبب حفظ سفتی میوه می‌شود

مواد جامد محلول

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد از نظر تأثیر سطوح مختلف تیمار اسانس گیاهی و کلریدکسیم بر درصد مواد جامد محلول وجود داشت (جدول ۱).

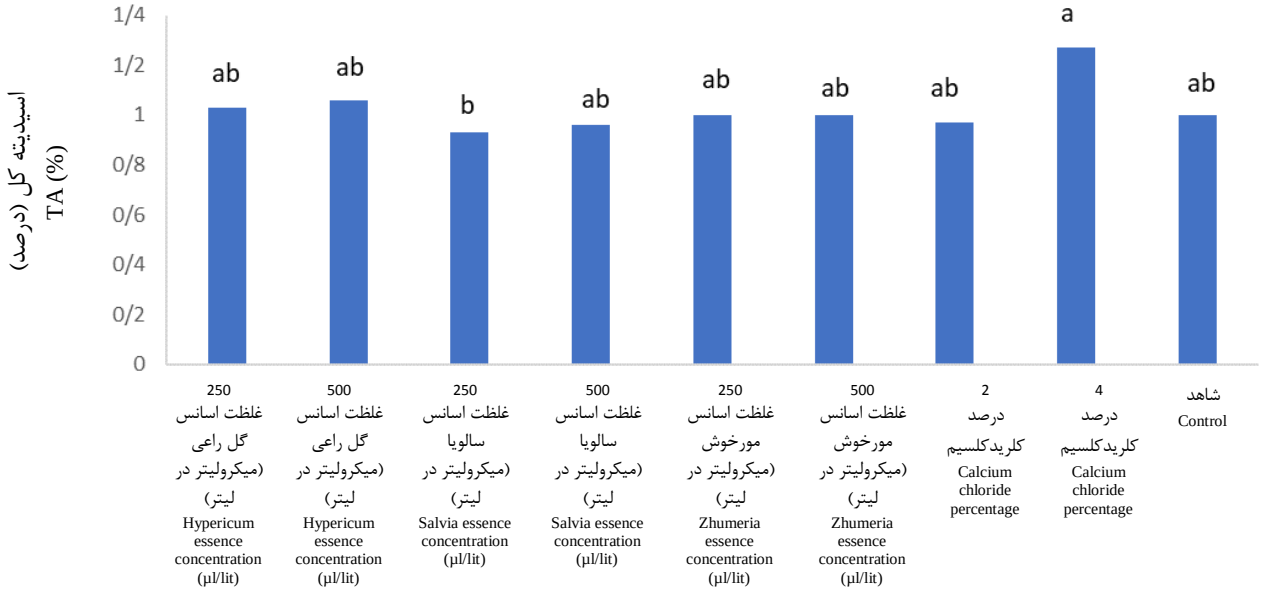
نتایج مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد بین سطوح مختلف اسانس گیاهی و کلریدکلسیم بر درصد مواد جامد محلول میوه توت‌فرنگی اختلاف معنی‌داری وجود دارد، به‌طوری که بیش‌ترین درصد مواد جامد محلول (۷/۷۳۳ درصد) مربوط به تیمار کلریدکلسیم دو درصد بود و با تیمار ۲۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس گل راعی تفاوت معنی‌داری نداشت. کم‌ترین میزان مواد جامد محلول (۵/۸ درصد) مربوط به تیمار شاهد (آب مقطر) بود. تیمارهای ۲۵۰ و ۵۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس مریم‌گلی و ۵۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس مورخوش و اسانس گل راعی تفاوت معنی‌داری نداشتند (شکل ۴). اسانس می‌تواند از تبدیل اسیدهای آلی به سایر مواد ازجمله قندها جلوگیری کند (اصغری مرجانلو و همکاران، ۱۳۸۷). در پایان دوره انبارداری میزان مواد جامد محلول به‌دلیل تخریب کربوهیدرات‌ها و فساد میوه اغلب کاهش پیدا می‌کند. میوه رسیده در طول نگهداری و در اثر تنفس مقداری از قند و

شیرینی خود را از دست می‌دهد. میزان قند گوجه‌فرنگی هنگام رسیدن (در مرحله تغییر رنگ سبز به زرد) افزایش زیادی نشان می‌دهد، ولی در زمان رسیدن و در اثر نگهداری کاهش پیدا می‌کند (اثنی‌عشری و خسروشاهی، ۱۳۹۰). براساس نتایج علی‌خانی و همکاران (۱۳۸۷) اسانس آویشن موجب حفظ مواد جامد محلول می‌شود.



شکل ۴: تأثیر غلظت‌های اسانس گیاهی و کلریدکلسیم بر مواد جامد محلول میوه توت‌فرنگی رقم گاویوتا

Fig. 4: Effect of essential oil concenterations and $cacl_2$ on TSS of strawberry fruit, cv. Gaviota



شکل ۵: تأثیر غلظت‌های اسانس گیاهی و کلریدکلسیم بر درصد اسیدیته کل توت‌فرنگی رقم گاویوتا

Fig. 5: Effect of essential oil concenterations and $CaCl_2$ on TA of strawberry fruit, cv. Gaviota

اسیدیته کل

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد از نظر تأثیر سطوح مختلف تیمار اسانس گیاهی و کلریدکسیم بر درصد اسیدیته کل آب میوه توت‌فرنگی وجود داشت (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد که بین سطوح مختلف تیمار اسانس گیاهی و کلریدکلسیم بر درصد

اسیدیته کل آب میوه توت‌فرنگی اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به‌طوری‌که بیش‌ترین درصد اسیدیته کل آب میوه (۱/۲۶۷ درصد) مربوط به تیمار کلریدکلسیم چهار درصد و کم‌ترین درصد اسیدیته کل نیز مربوط به تیمار ۲۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس مریم‌گلی بود. بقیه تیمارها از نظر آماری در یک سطح بودند (شکل ۵).

کاهش اسیدیته می‌تواند حاصل اکسایش اسیدها در چرخه کربس باشد. این چرخه در شرایطی می‌تواند یک جایگزین مناسب برای تأمین انرژی میوه باشد که احتمالاً کاهش اکسیژن و افزایش اسید میوه سبب فعال شدن آن شده است (گودرزی و فرهاد، ۱۳۸۷). کند شدن سرعت فرآیندهای مرتبط با رسیدن میوه می‌تواند باعث کاهش مناسب سرعت کم شدن اسیدهای آلی در اثر تبدیل شدن به قندها شود (مدرس و همکاران، ۱۳۹۳).

نسبت قند به اسید

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد از نظر تأثیر سطوح مختلف تیمار اسانس گیاهی و کلریدکسیم بر نسبت قند به اسید آب میوه توت‌فرنگی وجود داشت (جدول ۱).

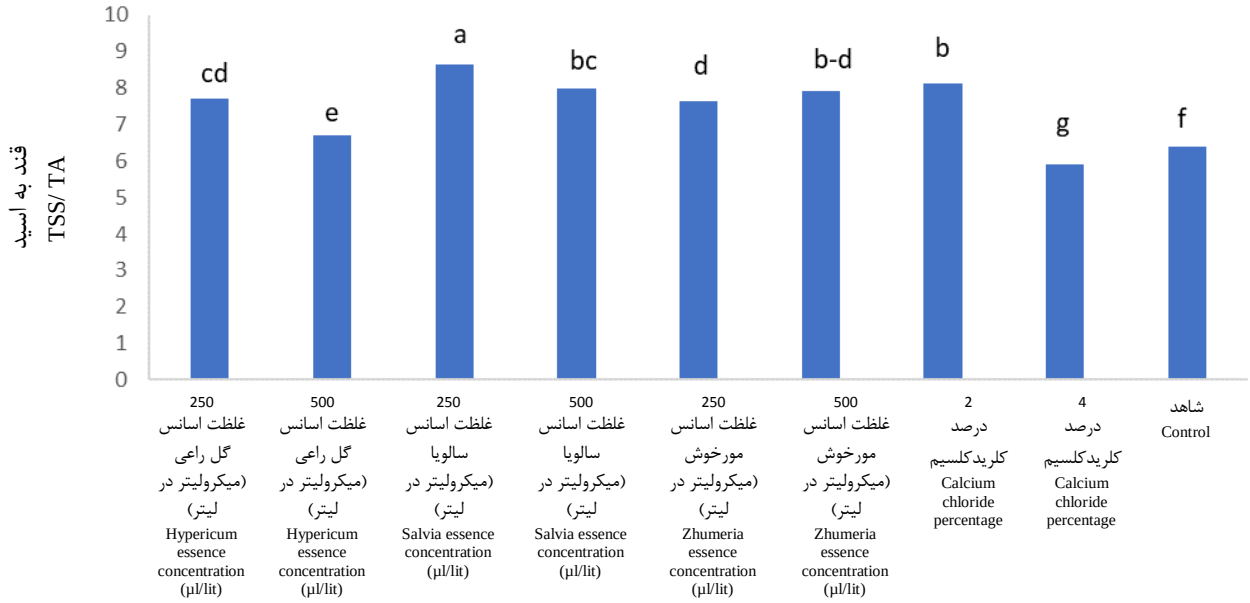
نتایج مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد که بین سطوح مختلف تیمار اسانس گیاهی و کلریدکلسیم بر نسبت قند به اسید آب میوه توت‌فرنگی اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به‌طوری‌که بیش‌ترین نسبت قند به اسید آب میوه (۸/۶۶۷) مربوط به تیمار ۲۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس مریم‌گلی و کم‌ترین میزان نسبت قند به اسید مربوط به تیمار چهار درصد کلریدکلسیم بود. پس از کلریدکلسیم چهار درصد کم‌ترین نسبت قند به اسید (۶/۴۳۳) مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۶).

پ‌هاش

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد از نظر تأثیر سطوح مختلف تیمار اسانس گیاهی و کلریدکسیم بر میزان پ‌هاش آب میوه توت‌فرنگی وجود داشت (جدول ۱).

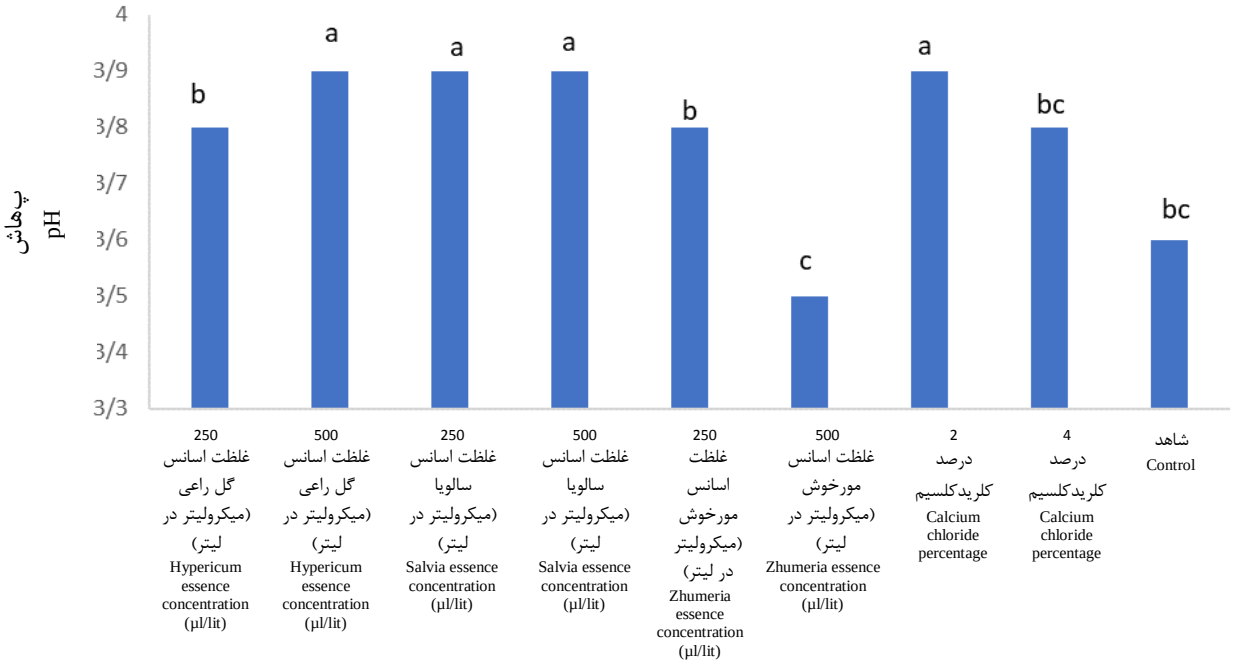
نتایج مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد بین سطوح مختلف تیمار اسانس گیاهی و کلریدکلسیم بر پ‌هاش آب میوه توت‌فرنگی اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به‌طوری‌که بیش‌ترین پ‌هاش (۳/۹) مربوط به تیمارهای دو درصد کلریدکلسیم، ۲۵۰ و ۵۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس مریم‌گلی و ۲۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس گل راعی بود و کم‌ترین میزان پ‌هاش (۳/۵) نیز مربوط به اسانس ۵۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس مورخوش بود (شکل ۷).

تغییرات پ‌هاش می‌تواند ناشی از تغییرات بیوشیمیایی باشد. این تغییرات در زمان رسیدن بیشتر ناشی از نشت اسیدهای آلی از واکوئل‌ها به سیتوپلاسم سلولی است. در اثر رسیدن بیش از حد میوه، پ‌هاش عصاره افزایش یافته و از اسیدی به قلیایی تبدیل می‌شود (مدرس و همکاران، ۱۳۹۳)



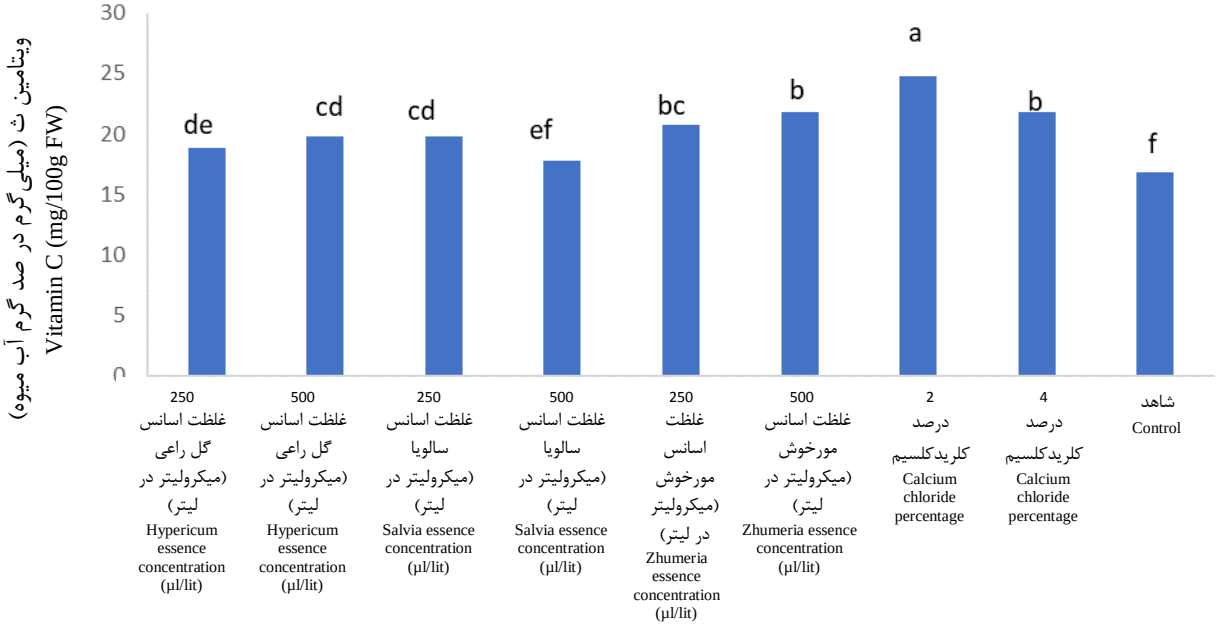
شکل ۶: تأثیر غلظت‌های اسانس گیاهی و کلریدکلسیم بر نسبت قند به اسید آب میوه توت‌فرنگی رقم گاویوتا

Fig. 6: Effect of essential oil concenterations and $CaCl_2$ on TSS/ TA of strawberry (cv. Gaviota) fruit juice



شکل ۷: تأثیر غلظت‌های اسانس گیاهی و کلریدکلسیم بر پهاش آب‌میوه توت‌فرنگی رقم گاویوتا

Fig. 7: Effect of essential oil concenterations and $CaCl_2$ on pH of strawberry (cv. Gaviota) fruit juice



شکل ۸: تأثیر غلظت‌های اسانس گیاهی و کلریدکلسیم بر ویتامین ث آب‌میوه توت‌فرنگی رقم گاویوتا

Fig. 8: Effect of essential oil concenterations and $CaCl_2$ on vitamin C of strawberry (cv. Gaviota) fruit juice

ویتامین ث

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد از نظر تأثیر سطوح مختلف تیمار اسانس گیاهی و کلریدکسیم بر میزان ویتامین ث آب میوه توت‌فرنگی وجود داشت (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد بین سطوح مختلف تیمار اسانس گیاهی و کلریدکلسیم بر ویتامین ث آب میوه توت‌فرنگی اختلاف معنی‌داری وجود داشت، به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان ویتامین ث (۲۴/۸۳۳ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم آب میوه) مربوط به تیمار کلریدکلسیم چهار درصد و کم‌ترین میزان ویتامین ث مربوط به تیمار شاهد (آب مقطر) بود. تیمار چهار درصد کلریدکلسیم و تیمار ۵۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس مورخوش تفاوت معنی‌داری نداشتند و تیمار ۲۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس مریم‌گلی و ۵۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس گل راعی نیز تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (شکل ۸). حفظ شدن ویتامین ث بیانگر حفظ کیفیت و ارزش تغذیه‌ای میوه می‌باشد (مدرس و همکاران، ۱۳۹۳). میزان ویتامین ث در دوره بعد از برداشت کاهش می‌یابد. این ویتامین

در اثر فعالیت آنزیم آسکوربیک اسید اکسیداز تجزیه و آنگاه هیدرولیز می‌شود کاهش این ویتامین در هنگام رسیدن سریع می‌شود و تا زمان پیری ادامه دارد (اثنی‌عشری و خسروشاهی،۱۳۹۰). آزمایشات اصغری مرجانلو و همکاران (۱۳۸۷) نیز نتایج مشابهی داشتند.

شاخص L^*

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد از نظر تأثیر سطوح مختلف تیمار اسانس گیاهی و کلریدکسیم بر مقدار شاخص L^* وجود داشت (جدول ۱).

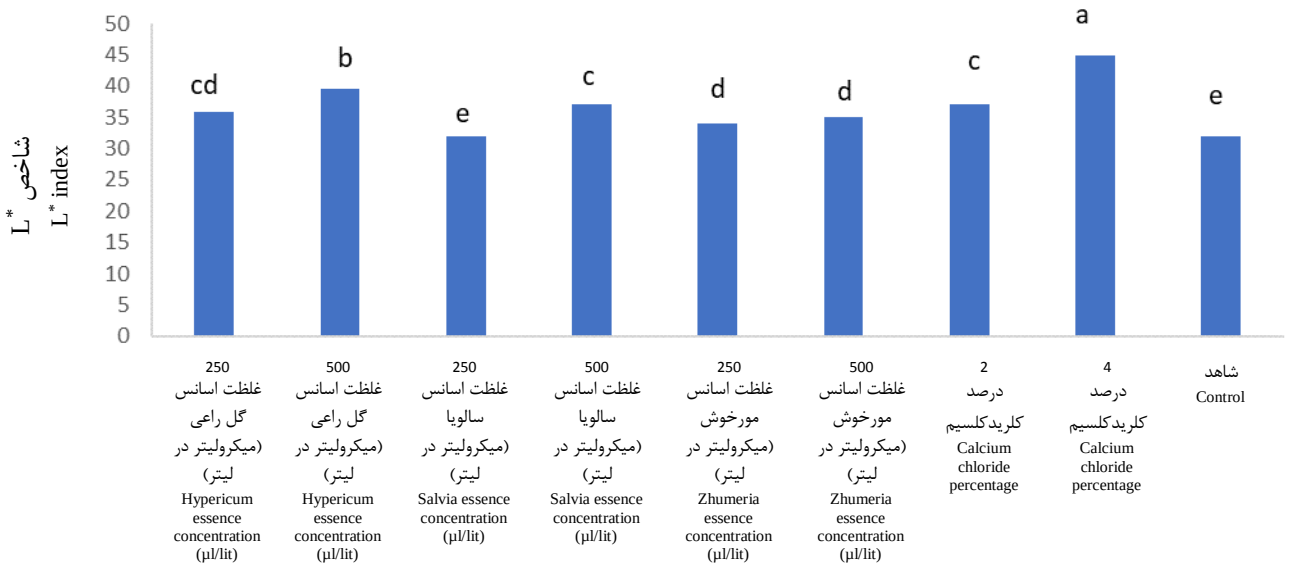
نتایج مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد بین سطوح مختلف تیمار اسانس گیاهی و کلریدکلسیم بر مقدار شاخص L^* معنی‌دار است به‌طوری‌که بیش‌ترین مقدار L^* (۴۵/۰۳۳) مربوط به تیمار کلریدکلسیم چهار درصد و کم‌ترین مقدار L^* (۳۱/۹) مربوط به تیمار شاهد بود. تیمار شاهد با تیمار ۲۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس مریم‌گلی در یک سطح آماری قرار داشت و تیمار کلریدکلسیم دو درصد و تیمار ۵۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس مریم‌گلی نیز در یک سطح آماری قرار داشتند (شکل ۹).

افزایش مقدار a^* بیانگر قرمزی بیشتر رنگ میوه است، مدرس و همکاران (۱۳۹۳). میوه‌های تیمار شده نسبت به شاهد شاخص‌های رنگی بهتری داشتند که احتمالاً به علت خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسانس‌ها است که از اکسید شدن آنتوسیانین که رنگیزه اصلی توت‌فرنگی است جلوگیری می‌کند (اصغری مرجانلو و همکاران، ۱۳۸۹).

شاخص a^*

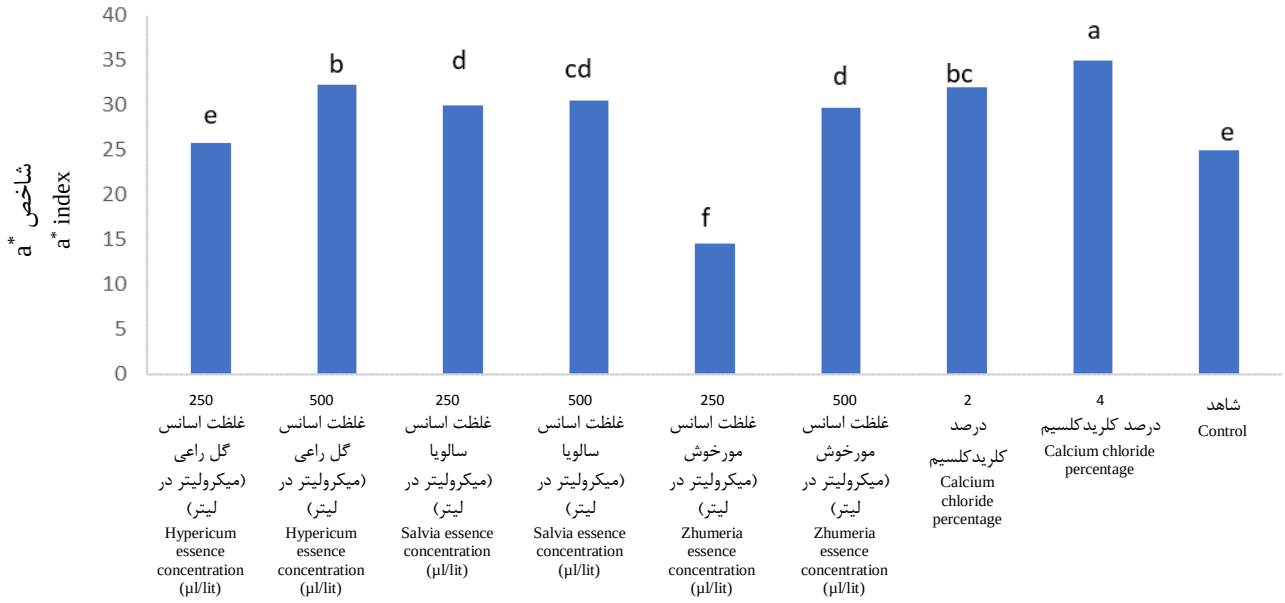
براساس نتایج جدول تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد از نظر تأثیر سطوح مختلف تیمار اسانس گیاهی و کلریدکسیم بر مقدار شاخص a^* وجود داشت (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد بین سطوح مختلف تیمار اسانس گیاهی و کلریدکلسیم بر مقدار شاخص a^* معنی‌دار است به‌طوری‌که بیش‌ترین مقدار a^* (۳۵/۳) مربوط به تیمار کلریدکلسیم چهاردرصد و کم‌ترین مقدار a* (۱۴/۵۳) مربوط به تیمار ۲۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس مورخوش بود. تیمار شاهد با تیمار ۲۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس گل راعی در یک سطح آماری قرار داشت و تیمار ۵۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس مورخوش با تیمار ۲۵۰ میکرولیتر در لیتر مریم‌گلی نیز در یک سطح آماری قرار داشتند (شکل ۱۰).



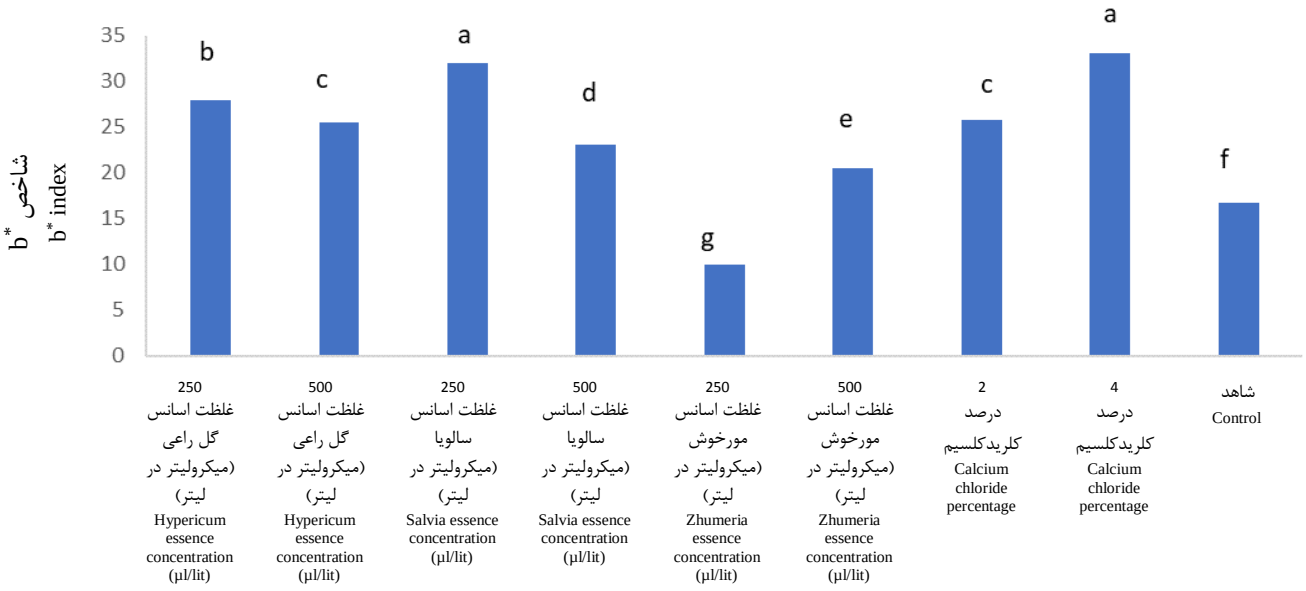
شکل ۹: تأثیر غلظت‌های اسانس گیاهی و کلریدکلسیم بر شاخص L^* میوه توت‌فرنگی رقم گاویوتا

Fig. 9: Effect of essential oil concenterations and $CaCl_2$ on L^* index of strawberry fruit, cv. Gaviota



شکل ۱۰: تأثیر غلظت‌های اسانس گیاهی و کلریدکلسیم بر شاخص a^* میوه توت‌فرنگی رقم گاویوتا

Fig. 10: Effect of essential oil concenterations and $CaCl_2$ on a^* index of strawberry fruit, cv. Gaviota



شکل ۱۱: تأثیر غلظت‌های اسانس گیاهی و کلریدکلسیم بر شاخص b^* میوه توت‌فرنگی رقم گاویوتا

Fig. 11: Effect of essential oil concenterations and $CaCl_2$ on b^* index of strawberry fruit, cv. Gaviota

شاخص b^*

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد از نظر تأثیر سطوح مختلف تیمار اسانس گیاهی و کلریدکسیم بر مقدار شاخص b^* وجود داشت (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد بین سطوح مختلف تیمار اسانس گیاهی و کلریدکلسیم بر مقدار شاخص b^* معنی‌دار است به‌طوری‌که بیش‌ترین مقدار b^* (۳۳/۱۶۷) مربوط به تیمار کلریدکلسیم چهار درصد و کم‌ترین مقدار a^* (۱۰/۱) مربوط به تیمار ۲۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس مورخوش بود. تیمار شاهد با مقدار a^* (۱۶/۷۳۳) قبل از تیمار ۲۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس مورخوش قرار گرفت. تیمار ۲۵۰ میکرولیتر در لیتر اسانس مریم‌گلی با تیمار کلریدکلسیم چهار درصد در یک سطح آماری قرار گرفت. در یک سطح آماری قرار داشت و تیمار ۵۰۰ میکرولیتر در لیتر اسانس گل راعی و تیمار دو درصد کلریدکلسیم نیز در یک سطح آماری قرار داشتند (شکل ۱۱).

منابع

اثنی‌عشری، م. و زکایی خسروشاهی، م. ر. ۱۳۹۰. فیزیولوژی و تکنولوژی پس‌از برداشت. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا. ۶۶۰ صفحه.

اصغری مرجانلو، ا. و مستوفی، ی. ۱۳۸۷. تأثیر اسانس ریحان بر کنترل پوسیدگی خاکستری توت‌فرنگی. فصلنامه گیاهان دارویی، ۴: ۱۳۹-۱۳۱.

بخشی خانیکی، غ. ر. و لاری یزدی، ح. ۱۳۸۸. بررسی ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس دو گونه مریم‌گلی *Salvia macrosiphon* و *Salvia limbata*. مجله زیست‌شناسی، ۴: ۴۲-۳۳.

بهداد، م.، اعتمادی، ن.، بهداد، ا. و زینلی، ح. ۱۳۹۲. بررسی اثر ضدقارچی اسانس چند گیاه دارویی در کنترل قارچ *Rhizopus stolonifer* عامل پوسیدگی نرم روی میوه توت‌فرنگی. فصلنامهٔ تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲: ۴۱۱-۳۹۹.

بهنامیان، م. و مسیحا، س. ۱۳۸۱. توت‌فرنگی. انتشارات ستوده، تبریز. ۱۲۰ صفحه.

حسن‌زاده، ح. و ابوطالبی، ع. ۱۳۹۱. تأثیر اسانس میخک هندی و رزماری، پوترسین، قارچ‌کش تیابندازول و تیمار آب گرم بر افزایش عمر پس از برداشت میوه انبه (رقم لانگرا). فیزیولوژی و تکنولوژی پس از برداشت فرآورده‌های باغی، ۳: ۱۱۴-۱۰۷.

عروجعلیان، ف. و کرمانشاهی روحا، ک. ۱۳۸۹. بررسی خواص فیتوشیمیایی و ضدباکتری اسانس بومادران شیرازی *Achillea eriophora* DC. به روش میکرودایلوشن (ریز رقت). نشریه علوم باغبانی، ۲۴: ۱۱۵-۱۰۹.

علی‌خانی، م.، شریفانی، م.، عزیزی، م.، موسوی‌زاده، ج. و رحیمی، م. ۱۳۸۸. افزایش عمر انباری و حفظ کیفیت میوه توت‌فرنگی با استفاده از پوشش خوراکی موسیلاژ و اسانس آویشن. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۶ (۲): ۱-۹.

رنجبر، ح.، فرزانه، م.، میرجلیلی، م. و شریفی، ر. ۱۳۸۷. اثر ضدقارچی چند اسانس گیاهی بر بیماری‌های پس از برداشت میوه توت‌فرنگی. پژوهش‌های سازندگی در امور زراعت و باغبانی، ۲۱ (۴): ۵۴-۶۰.

گودرزی، فرزاد. ۱۳۸۷. اثر پس از برداشت املاح کلسیم بر کیفیت و ماندگاری توت‌فرنگی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴۸: ۲۴۰-۱۳۱.

مرشدلو، م.، عبادی، ع.، فتاحی‌مقدم، م. و یزدانی، د. ۱۳۹۱. بررسی اجزای تشکیل‌دهنده اسانس سه گونه گیاه گل راعی (*Hypericum* spp.) در ایران. فصلنامه علمی پژوهشی گیاهان دارویی، ۱۱ (۲): ۲۳-۳۱.

مدرس، ب.، رامین، ع. و قبادی، سیروس. ۱۳۹۳. اثر ۱- متیل سیکلو پروپن (1-MCP) بر عمر انبارمانی و قفسه‌ای میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا. مجله نولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۴ (۱۱): ۲۵۳-۲۶۷.

مجروحی، ع. ۱۳۸۷. بررسی تغییرات کمی و کیفی ترکیبات شیمیایی اسانس برگ گیاه دارویی مورخوش (*Zhumeria majdae*) در مراحل مختلف رشد. مجله گیاهان دارویی، ۲۹: ۱۱۳-۱۰۷.

Asghari Marjanlo, A., Mostofi, Y., Shoeibi, S. and Fattahi, M. 2009. Effect of cumin essential oil on postharvest decay and some quality factors of strawberry. Journal of Medicinal Plants, 8: 25-43.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th edn. Arlington, VA: Association Official Analytical Chemists, Washington, DC.

Defera, D. J. Zigas, B. N. and Polission, M. G. 2002. The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* spp. and *Clavibater michiganensis* subsp. Michiganensis. Crop Protection, 22: 39-44.

Hernández-Munoz, P., Almenar, E. Ocio, M. J. and Gavara, R. 2006. Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria* × *ananassa*). Postharvest Biology and Technology, 39: 247-253.

Pek, Z., Helyes, L. and Lugasi, A. 2010. Color changes and antioxidant content of vine and postharvest ripened tomato Fruits. Horticultural Science, 45: 466-468.

Plotto, A., Roberts, R. G. and Roberts, D. D. 2003. Evaluation of plant essential oils as natural postharvest disease control of tomato (*Lycopersicon esculentum*), Acta Horticulture, 628: 737-745.

Shahi, M., Rastegar, S. and Hassanzadeh Khankahdani, H. 2015. Effects of essential oil and calcium chloride on quantitative and qualitative features ziziphus mauritiana during storage. The International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences, 5: 25-31.

Singh, R., Sharma, R. R. and Tyagi, S. K. 2007. Preharvest foilar application of calcium and boron influences physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry. Scientia Horticulturae, 112: 215-220.

Shaymaa, M., Raafat, M. I., Aly, A. Z. and Tohamy, M. R. A. 2012. Safety control of strawberry fruits gary mold fungus by plant volatile oil. Zagazig Journal of Agricultural Research, 39 (2): 181-187

Tripathi, P., Dubey, N. K. and Shukla, A. K. 2008. Use of some essential oils as postharvest botanical fungicides in the management of grey mould of grapes caused by *Botrytis cinerea*. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 24: 39-46.

Zhu, S. and Zhou, J. 2007. Effect of nitric oxide on ethylene production in strawberry fruit during storage. Food Chemistry, 100: 1517-1522.

Effect of Calcium Chloride and Essence of *Zhumeria majdae, Salvia macrosiphon, Hypericum perforatum* on the Control of Gray Mold in Strawberry (*Fragaria ananasa*)

Tahmasebi[1], S., Rastegar[2*], S., Mirzaaliandastjerdi [3], A.M. and Kavoosi[4], B.

Abstract

This experiment was carried out based on a completely randomized design with three replications. Essential oils of *Salvia macrosiphon*, *Hypericum perforatum* and *Zhumeria majdae* at two levels: 250 and 500 ml/l and calcium chloride (2% and 4%) were applied on fruits that had been immersed in *Botrytis cinerea* spores, stored at a temperature of 4±1℃ and then kept for 16 days. Fruit decay (%), pH, fruit weight loss (%), TTS (%), total acid (mg/100 ml), tissue firmness ,color and changes in vitamin C were measured. Result showed that essential oils and calcium chloride had significant effect on fruit decay. Decay completely controled in all treated fruit expect *Salvia macrosiphon* (500 ml/l). The lowest and highest water loss was observed in calsium chloride (4%) and *Salvia macrosiphon* essential oil (500 ml/L) treatments, respectively. Tissue firmness was significantly higher in treated fruits than in control. Generally, calcium chloride (2% and 4%) and *Salvia macrosiphon* at 250 and 500 ml/l level showed the highest firmness. The lowest TSS (%) was shown in control fruits. Fruits treatment with calcium cheloride (2% and 4%) and essential oils of *Zhumeria majdae* at 250 and 500 ml/l level showed significantly higher vitamin C content. In general, all calcium chloride and essential oil treatments (except *Zhumeria majdae* at 250 ml/l) showed better color than the control. This research revealed that calcium chloride and Essential oils of the above three plants were effective in decay control and maintaining strawbery fruit quality during 16 days storage.

Keywords: Fruit quality, Fruit decay, Vitamin C, Tissue firmness

1, 2 and 3. MSc Student and Assistant Professors, Respectively, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Hormozgan University, Bandarabbas

4. Assistant Professor, Department of Seed and Plant Improvement Research, Agricultural and Natural Resources Research Center of Fars, Zarghan, Iran

※: Corresponding author Email: rastegarhort@gmail.com