

جایگزینی عصاره و روغن سیاهدانه در کنترل کپک سیب به جای قارچ کش های شیمیایی

Black Seed (*Nigella Sativa*) Extract and Oil as Substitute for Chemical Fungicides in the control of Apple Mold

سودابه عین افشار^{۱*}، پروین شرایعی^۱

۱. دانشیار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی AREEO، مشهد، ایران، (نگارنده مسئول*)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۲۴ - شناسانه برنمود رقمی:

چکیده

عین افشار، س. شرایعی، پ. جایگزینی عصاره و روغن سیاهدانه در کنترل کپک سیب به جای قارچ کش های شیمیایی
نشریه ترویجی زعفران و گیاهان داروئی، دوره ۴ - شماره ۲ - پایاند ۶- پائیز و زمستان ۱۴۰۳ صفحه: ۳۳-۲۷

نگهداری بلندمدت سیب در سردخانه ها یکی از چالش های اساسی پیش روی باغداران، تولیدکنندگان و صادرکنندگان این محصول مهم باغی در ایران است. یکی از عوامل اصلی فساد و کاهش کیفیت سیب در دوران انبارمانی، آلودگی قارچی به ویژه توسط *Penicillium expansum* است؛ قارچی مقاوم که حتی در دمای نزدیک به صفر نیز فعال می ماند و خسارات اقتصادی قابل توجهی به جا می گذارد. امروزه استفاده از قارچ کش های شیمیایی نظیر ایمازالیل برای کنترل این آلودگی رایج است، اما نگرانی هایی نظیر باقی مانده های شیمیایی، تأثیرات زیست محیطی و مقاومت قارچی، لزوم یافتن جایگزین های ایمن تر و پایدارتر را افزایش داده است. در این دستاورد، کارایی عصاره و روغن سیاهدانه (*Nigella sativa*) به عنوان یک جایگزین طبیعی و بومی برای کنترل آلودگی قارچی سیب طی دوره ۶ ماهه نگهداری در سردخانه بررسی شد. نتایج نشان داد که تیمار میوه ها با این ترکیبات گیاهی، به ویژه در غلظت ۰/۲ درصد، رشد کپک ها و مخمرها را به طور معنیداری کاهش داده و در مواردی عملکردی هم تراز با قارچ کش شیمیایی ایمازالیل داشت. افزون بر کنترل قارچ، ترکیبات سیاهدانه موجب حفظ کیفیت تغذیه ای و ظاهری سیب از جمله ویتامین C، درصد رطوبت، سفتی بافت و بریکس شدند. از منظر ویژگی های حسی نیز میوه های تیمار شده با روغن سیاهدانه مقبولیت بالایی در بین مصرف کنندگان داشتند. با توجه به نتایج این مطالعه و دسترسی آسان به گیاه سیاهدانه در کشور، استفاده از این ترکیبات می تواند به عنوان یک راهکار عملی، مقرون به صرفه و دوستدار محیط زیست، در مدیریت پس از برداشت سیب به ویژه در باغ های ارگانیک یا سامانه های تولید کم نهاده، مورد استفاده میدانی قرار گیرد.

واژه های کلیدی: ایمازالیل، سیاهدانه، ضدقارچ طبیعی، کنترل آلودگی میکروبی، نگهداری سیب در سردخانه

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: Soodabeheyn@yahoo.com

بیان مسئله

سیب یکی از محصولات راهبردی باغی ایران است که سهمی مهم در تولید، صادرات و سبد میوه خانوار دارد. اما نگهداری این میوه در دوره‌های انبارمانی، به‌ویژه در سردخانه‌ها، با چالش جدی فساد میکروبی مواجه است. یکی از مهم‌ترین عوامل این فساد، رشد قارچ‌هایی مانند پنسیلیوم اکسپانسونوم^۱ است که حتی در دمای صفر درجه سانتی‌گراد نیز فعال بوده و می‌تواند منجر به کاهش کیفیت و افزایش ضایعات شود (اسنودون، ۱۹۹۰). این قارچ یکی از مهم‌ترین عوامل بیماری‌زای پس از برداشت در محصولات باغی، به‌ویژه سیب، گلابی، هلو و سایر میوه‌های گوشتی است. این قارچ عامل پوسیدگی نرم با ظاهر آبکی و کپک آبی‌رنگ بوده و می‌تواند در دمای پایین (۰ تا ۴ درجه سانتی‌گراد) نیز فعال باقی بماند، که آن را به یکی از تهدیدهای اصلی در دوران انبارمانی و صادرات میوه‌ها تبدیل کرده است.

در ایران، پوسیدگی ناشی از این قارچ به‌ویژه در مناطق سردسیر و در محصولاتی مانند سیب دماوند، سمیرم، ارومیه و اشنویه گزارش‌های گسترده‌ای داشته و سالانه منجر به کاهش قابل توجه کیفیت و بازارپسندی میوه‌ها می‌شود. در صورت عدم مدیریت صحیح تا ۲۵ درصد سیب‌های انباری ممکن است دچار فساد شوند (آرجنتا و همکاران، ۲۰۲۱).

در سطح جهانی، این قارچ نیز یکی از دلایل اصلی ضایعات پس از برداشت میوه‌ها به‌شمار می‌رود؛ در کشورهای صادرکننده سیب مانند

آمریکا، چین و فرانسه نیز عامل مهم افت کیفیت میوه و رد شدن آن‌ها در آزمون‌های صادراتی است.

ایمازالیل^۲ یک قارچ‌کش سیستمیک از گروه ایمیدازول‌هاست که به‌طور گسترده در کنترل پوسیدگی‌های قارچی پس از برداشت، به‌ویژه کپک آبی سیب کاربرد دارد. در ایران، ایمازالیل عمدتاً به‌صورت محلول‌پاشی یا غوطه‌وری میوه‌ها قبل از ورود به سردخانه‌ها استفاده می‌شود. مقدار مصرف بسته به نوع محصول و فرمولاسیون، بین ۱۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر متغیر است. در کشورهای توسعه‌یافته نیز کاربرد آن به‌ویژه در سردخانه‌های صنعتی و مراکز بسته‌بندی بزرگ بسیار رایج است. استفاده از ایمازالیل می‌تواند در برخی شرایط تا ۸۰ درصد از ضایعات میوه‌های انباری جلوگیری کند. ایمازالیل با کاهش رشد قارچ‌ها و حفظ ظاهر سالم میوه، در افزایش فرصت فروش، صادرات و قیمت نهایی محصول نقش دارد. هزینه پیشگیری با قارچ‌کش‌ها بسیار کمتر از خسارت ناشی از فساد محصول در انبار است. با وجود مزایای ذکرشده، استفاده مکرر از ایمازالیل با چالش‌هایی مانند افزایش مقاومت قارچی، باقی‌مانده سمی روی میوه‌ها، و محدودیت‌های صادراتی برای محصولات با بقایای شیمیایی بالا مواجه است. به همین دلیل، استفاده از جایگزین‌های طبیعی و ایمن نظیر عصاره‌های گیاهی، در حال تبدیل شدن به یک راهکار مکمل یا جایگزین در مدیریت پس از برداشت می‌باشد.

بر این اساس، دستاورد حاضر با هدف مقایسه عملکرد ضدقارچی عصاره و روغن سیاهدانه با قارچ کش شیمیایی ایمازلیل در طول شش ماه نگهداری دو رقم سیب (گلدن دلشس و رد دلشس) در سردخانه طراحی شد تا اثربخشی این ترکیب گیاهی در کنترل آلودگی میکروبی و حفظ کیفیت میوه ارزیابی گردد.

معرفی دستاورد

روغن و عصاره اتانولی سیاهدانه به عنوان جایگزینی طبیعی برای قارچ کش شیمیایی ایمازلیل در کنترل آلودگی قارچی و حفظ کیفیت دو رقم سیب انباری (گلدن دلشس و رد دلشس) طی یک دوره ۶ ماهه در سردخانه استفاده و دستاوردهای زیر حاصل گردید.

۱. کاهش چشمگیر آلودگی به پنیسیلیوم اکسیانوسوم

استفاده از عصاره و روغن سیاهدانه باعث کاهش معنی دار رشد قارچها نسبت به شاهد شد. عصاره سیاهدانه در غلظت ۰/۲ درصد در برخی موارد اثری مشابه ایمازلیل در مهار رشد قارچها داشت. کمترین شمارش کپک و مخمر در نمونه های حاوی ایمازلیل و سپس عصاره ۰/۲ درصد مشاهده شد. روغن سیاهدانه نیز توانست با کاهش شمارش کلی، از گسترش فساد جلوگیری کند. این ویژگی ها به ترکیبات فعال سیاهدانه از جمله تیموکینون و آلفاپین نسبت داده می شود که با مهار سنتز RNA و پروتئین قارچها، رشد آنها را محدود می سازند (کاهاسی، ۲۰۰۲).

۲. اثر بر شمارش کلی میکروبی

روغن و عصاره سیاهدانه توانستند شمارش

در این زمینه، پژوهشگران توجه خود را به ترکیبات طبیعی و گیاه مبنا معطوف کرده اند. گیاه دارویی سیاهدانه^۳ از جمله گزینه های مورد توجه است که در مطالعات متعدد، خواص ضدقارچی، ضدباکتری، آنتی اکسیدانی و محافظ سلامت آن اثبات شده است (راتی و همکاران، ۱۹۸۲؛ حنافی و حاتم، ۱۹۹۱ و رامادان و همکاران، ۲۰۱۲). روغن و عصاره سیاهدانه حاوی ترکیبات فعالی مانند تیموکینون، آلفاپین، کارون، لینالول، برنثول و کامفن است که همگی نقش مؤثری در مهار رشد میکروارگانیسم های بیماری زا دارند (عین افشار، ۱۳۹۸؛ کاهاسی، ۲۰۰۲).

مطالعات گذشته نشان داده اند که این گیاه توان مهار رشد قارچ هایی نظیر کاندیدا آلیکانس^۴، اسپریلوس فلاووس^۵ و اسپریلوس فومیگانس^۶ و باکتری هایی مانند استافیلوکوکوس اورئوس^۷ و اشیریشیا کلی^۸ را دارد. همچنین مشخص شده که اسانس سیاهدانه می تواند تا بیش از ۹۰ درصد از تولید آفلاتوکسین در محیط های غذایی جلوگیری کند (آکگول، ۱۹۸۹).

از آنجا که سیاهدانه از سوی سازمان غذا و دارو آمریکا به عنوان ماده ای ایمن طبقه بندی شده (کاسکوس، ۲۰۱۱)، استفاده از آن در فرآیند نگهداری میوه ها به ویژه سیب، گزینه ای منطقی، ایمن و سازگار با محیط زیست به شمار می رود.

^۳Nigella sativa

^۴Candida albicans

^۵Aspergillus flavus

^۶A. fumigatus

^۷Staphylococcus aureus

^۸E. coli

بیشتر بود، در حالی که رقم رد دلشس در اغلب شاخص‌های بافت و ضایعات عملکرد بهتری داشت. بنابراین، نوع رقم در پاسخ به تیمارهای ضدقارچی مؤثر است و باید در برنامه‌ریزی‌های ترویجی و تولیدی مدنظر قرار گیرد.

این نتایج به‌وضوح نشان داد که عصاره و روغن سیاهدانه، در غلظت ۰/۲ درصد، قابلیت مهار قارچ‌های انباری و حفظ کیفیت سیب را دارند و می‌توانند به‌عنوان جایگزین طبیعی ایمازالیل مطرح شوند.

دستورالعمل پیاده‌سازی گام به گام

مرحله ۱: تهیه مواد اولیه و آماده‌سازی

تهیه سیاهدانه گونه *Nigella sativa L*.

برای تشخیص رسیدگی کامل سیاهدانه، باید به نشانه‌های زیر توجه کرد که بیانگر وضعیت بهینه و رسیدگی محصول هستند.

رنگ: سیاهدانه رسیده باید رنگ قهوه‌ای تیره یا سیاه داشته باشد. رنگ نهایی آن بستگی به رقم و شرایط کاشت دارد، اما معمولاً رنگ تیره‌تر نشان از رسیدگی بیشتر دارد.

طعم: سیاهدانه رسیده باید طعم شیرین و خوشمزه داشته باشد. اگر سیاهدانه تلخ یا بی‌طعم باشد، احتمالاً هنوز به طور کامل رسیده نیست.

ترک‌ها: وجود ترک‌های ریز و ناچیز روی سطح سیاهدانه نشانه از رسیدگی آن است، زیرا محصول رسیده ترک‌هایی دارد که به دلیل افزایش حجم داخلی ایجاد شده‌اند.

وزن: سیاهدانه رسیده باید به‌طور کلی سنگین‌تر از محصولات کمتر رسیده باشد. وزن بالای سیاهدانه نشانگر رطوبت مناسب و رسیدگی است.

کلی میکروارگانیزم‌ها را در شمارش کلی میکروبی کاهش دهند، اما در این شاخص نسبت به ایمازالیل اثر کمتری داشتند. این احتمال وجود دارد که افزایش غلظت سیاهدانه بتواند عملکرد میکروبی آن را در این شاخص نیز تقویت کند.

۳. حفظ پارامترهای کیفی سیب

مقدار ویتامین C در نمونه‌های تیمار شده با روغن سیاهدانه به‌طور معنی‌داری بیشتر از شاهد باقی ماند (تا ۱۳/۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم). درصد رطوبت و سفتی بافت نیز در اغلب نمونه‌های تیمار شده حفظ شد. شاخص بریکس در بیشتر تیمارها در محدوده مطلوب باقی ماند و در برخی نمونه‌ها بیشتر از شاهد بود. بافت میوه در نمونه‌های حاوی روغن سیاهدانه سخت‌تر باقی ماند که این ویژگی مطلوبی برای افزایش عمر انباری است. این یافته‌ها نشان می‌دهند که سیاهدانه نه تنها از فساد قارچی جلوگیری می‌کند، بلکه می‌تواند ویژگی‌های فیزیکیوشیمیایی مطلوب میوه را نیز حفظ کند (گنجی مقدم و نیکخواه، ۱۳۸۴).

۴. پذیرش مصرف‌کننده و ویژگی‌های حسی

در آزمون حسی، نمونه‌های تیمار شده با روغن سیاهدانه ۰/۱ درصد در رقم رد دلشس بالاترین امتیاز پذیرش مصرف‌کننده را کسب کردند. این موضوع نشان می‌دهد که کاربرد سیاهدانه موجب تغییر طعم یا ایجاد بافت نامطلوب نشده و قابلیت مصرف‌پذیری آن را حفظ کرده است.

۵. اثر متقابل رقم و تیمار

در رقم گلدن دلشس، اثر عصاره ۰/۲ درصد و ایمازالیل در کاهش آلودگی قارچی

پوسته: پوسته سیاه‌دانه رسیده باید سخت باشد و سطح صافی داشته باشد. اگر پوسته محصول نرم یا پرتوده است، احتمالاً هنوز به طور کامل رسیده نیست (چیخ-روهو، و همکاران، ۲۰۰۷؛ عطا، ۲۰۰۳؛ الجسیر، ۱۹۹۲).

آماده‌سازی

پاک‌سازی، شستشو، خشک کردن در دمای محیط تا رسیدن به وزن ثابت آسیاب و آماده‌سازی پودر: پودر نرم شده به عنوان ماده پایه برای استخراج عصاره و روغن استفاده شد.

مرحله ۲: استخراج عصاره و اسانس (روغن)

استخراج روغن (اسانس) به روش سوکسله با استفاده از حلال دی‌اتیل اتر یا حلال متناسب با استخراج روغنی که محصول نهایی، روغن سیاهدانه با ترکیبات فعال زیستی مانند تیموکینون، آلفاپین و سابینین است.

استخراج عصاره با استفاده از حلال اتانول ۸۰ درصد به نسبت ۱ به ۲۰ (پودر سیاهدانه به اتانول ۸۰ درصد) که طی مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط همراه با هم‌زدن انجام شده، سپس صاف و مجدد با اتانول تازه این مرحله تکرار و در انتها با آون تحت خلأ در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد تغلیظ می‌گردد. در این بخش محصول نهایی، عصاره اتانولی سیاهدانه است.

مرحله ۳: تیمار میوه‌ها

این مرحله به صورت محلول‌پاشی یکنواخت بر سطح میوه، دو رقم سیب رد دلشس و گلدن دلشس با تیمارهای روغن سیاهدانه (در غلظت ۰/۲ درصد) و عصاره سیاهدانه (در غلظت ۰/۲ درصد) انجام و به منظور مقایسه، از شاهد مثبت

سیب تیمار شده با ایمزالیل در غلظت ۰/۲ درصد استفاده می‌شود. پیش از انبارداری جهت خشک شدن سطحی باید از هوادهی با استفاده از جریان هوا استفاده کرد. میوه‌ها در شرایط دمای صفر درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ درصد به مدت ۶ ماه در انبار نگهداری شد. شکل ۱ چارت مراحل پیاده سازی را نشان می‌دهد.

توصیه ترویجی

با توجه به نتایج مستند و قابل اتکای این پژوهش، استفاده از عصاره و روغن گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa*) به عنوان جایگزینی طبیعی، مؤثر و ایمن برای قارچ‌کش‌های شیمیایی نظیر ایمزالیل در فرآیند نگهداری و افزایش عمر انباری سیب توصیه می‌شود. در این راستا موارد اجرایی زیر پیشنهاد می‌گردد:

۱- انتخاب میوه مناسب (انتخاب سیب‌های دارای قابلیت انبارمانی مانند رقم رد یا گلدن دلشس)

۲- سورت میوه سیب و جداسازی انواع نارس، آفت زده، زخمی و آسیب دیده

۳- تنظیم دما بین ۰ تا ۱ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۹۰ تا ۹۵ درصد در سردخانه

۴- قرار دادن سیب‌ها در سبد یا پالت‌های مخصوص انبار یا سردخانه

۵- تهیه عصاره با استفاده از حلال اتانول ۸۰ درصد

۶- تهیه روغن سیاهدانه با استفاده از حلال دی‌اتیل اتر در دستگاه سوکسله

۷- محلول‌پاشی یکنواخت عصاره یا روغن سیاهدانه در غلظت ۰/۲ درصد با استفاده از



شکل ۱: چارت مراحل پیاده سازی

مه پاش های مخصوص

۸- سردخانه گذاری میوه ها در انبار یا

سردخانه

منابع

- ۱- عین افشار، س. ۱۳۹۸. مقایسه اثر ضدقارچی عصاره و روغن سیاهدانه با ایمازالیل بر دو رقم سیب انباری، پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۵ (۴) -۵۰۷-۵۱۶.
- ۲- گنجی مقدم، ا.، نیکخواه، ش.، ۱۳۸۴، بررسی اثر کاربرد روغن های گیاهی بر خواص کمی و کیفی و افزایش عمر انبارمانی میوه سیب ارقام گلدن و رد دلشس. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. جلد ۶
- 3-Akgul, A. (1989). Antimicrobial activity of black cumin (*Nigella sativa*) essential oil. *Gazi University Journal of Pharmacy*, 6(1), 63-68.
- 4-Argenta, L. C., de Freitas, S. T., Mattheis, J. P., Vieira, M. J., & Ogoshi, C. (2021). Characterization and quantification of postharvest losses of apple fruit stored under commercial conditions. *HortScience*, 56(5), 608-616.
- 5-Hanafy, M.S.M., & Hatem, M.E. (1991). Studies on the antimicrobial activity of *Nigella sativa* seed (black cumin). *Elsevier Scientific*, 34(213), 273-278.
- 6-Kahsai, A.W. (2002). Isolation and characterization of active ingredients from *Nigella sativa* for antibacterial screening. MSc thesis. East Tennessee State University, USA.
- 7-Kaskoos, R. (2011). Fatty acid composition of black cumin oil from Iraq. *Research Journal of Medicinal Plant*, 5, 85-89.
- 8-Nunes, C., Usall, J., Teixidó, N., & Viñas, I. (2001). Biological control of postharvest pear diseases using a bacterium, *Pantoea agglomerans* CPA-2. *International journal of food microbiology*, 70(1-2), 53-61.
- 9-Ramadan, M. F., Asker, M. M. S., & Tadros, M. (2012). Antiradical and antimicrobial properties of cold-pressed black cumin and cumin oils. *European Food Research and Technology*, 234(5), 833-844.
- 10-Rathee, P. S., Mishra, S. H., & Kaushal, R. (1982). Antimicrobial activity of essential oil, fixed oil and unsaponifiable matter of *Nigella sativa* Linn.
- 11-Snowdon, A.L. (1990). *A Color Atlas of Postharvest Diseases and Disorders of Fruits and Vegetables* (Vol. 1). University of Cambridge.