مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی مهار رشد قارچ‌های عامل فساد و کپک زدگی پس از برداشت میوه سیب با استفاده از اسانس هل سبز

مصطفی رحمتی جنیدآباد[۱]*، محمدرضا زارع بوانی[۱]، فاطمه برنا[۲]

۱- دانشیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران.

۲- استادیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱٤۰۳/۳/۳

تاریخ پذیرش: ۱٤۰۳/٤/٦

کلمات کلیدی:

اسانس هل سبز،

خاصیت آنتی اکسیدانی،

اثر ضد قارچی،

میوه سیب،

عفونت پس از برداشت.

DOI:10.22034/FSCT.21.154.202.

* مسئول مکاتبات:

rahmati@asnrukh.ac.ir

چکیده

با توجه به حساسیت میوه سیب به بسیاری از آفت‌ها و بیماری‌ها و حساسیت مصرف‌کنندگان به آفت‌کش‌های سنتزی، استفاده از اسانس‌های گیاهی جهت افزایش طول عمر محصولات مختلف باغبانی از جمله سیب افزایش یافته است. در این پژوهش میزان فنول کل، فلاونوئید کل و خاصیت آنتی اکسیدانی اسانس هل سبز مورد بررسی قرار گرفت. علاوه بر این، خاصیت ضد میکروبی این اسانس بر تعدادی از قارچ‌های عامل فساد و کپک زدگی پس از برداشت میوه سیب از جمله *Penicillium expansum*، *Botrytis cinerea* و *Alternaria alternata* مورد ارزیابی قرار گرفت. میزان فنول و فلاونوئید کل اسانس هل سبز به ترتیب برابر با ٦۹/٦۰ میلی‌گرم گالیک اسید در گرم اسانس و ۲۷/٤۰ میلی‌گرم کوئرستین در گرم اسانس بود. میزان خاصیت آنتی اکسیدانی اسانس هل سبز در روش مهار رادیکال آزاد DPPH و ABTS به ترتیب ۵۷/۳۰ و ٦۳/٦۰ درصد به دست آمد. در بررسی خاصیت ضد قارچی بیشترین قطر هاله عدم رشد در روش دیسک دیفیوژن و چاهک آگار در *P. expansum* مشاهده شد و حداقل غلظت مهارکنندگی برای قارچی‌های *P. expansum* و *B. cinerea* برابر با ۸ میلی‌گرم در میلی‌لیتر و حداقل غلظت کشندگی در این قارچ‌ها برابر با ٦٤ میلی‌گرم در میلی‌لیتر بود. با توجه به خواص آنتی اکسیدانی و ضد قارچی بالای اسانس هل سبز، می‌توان از آن به عنوان جایگزین مناسبی برای قارچ‌کش‌های سنتزی استفاده کرد.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-26]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.202]

۱-مقدمه

سیب یکی از محبوب‌ترین میوه‌هاست که سرشار از ویتامین-ها و مواد معدنی مختلف است و به طور گسترده در سراسر جهان رشد می‌کند. مطالعات اولیه نشان داده است که خوردن منظم سیب می‌تواند خطر ابتلا به سرطان روده بزرگ، سرطان پروستات و سرطان ریه را کاهش دهد، در حالی که پوست سیب حاوی مقدار زیادی از فیتوکمیکال‌های[1] نامشخص است که دارای خواص آنتی‌اکسیدانی هستند. قارچ‌هایی مانند *Penicillium expansum*، *Botrytis cinerea* و *Alternaria alternata* از عوامل ایجاد بیماری سیب در مزرعه و در زمان نگهداری هستند. بروز و اثرات بیماری‌های قارچی بر کیفیت سیب هم برای مصرف و هم برای فرآوری میوه تأثیر می-گذارد و خواص میوه و آب مربوط به آن را تغییر می‌دهد. این عوامل آلوده کننده در صورت عدم شناسایی و رسیدگی به موقع می‌توانند باعث فساد گسترده سیب‌ها شوند که ضررهای مستقیم اقتصادی زیادی را برای کشاورزان به همراه خواهد داشت [۱-۳]. بسیاری از آفت‌کش‌ها به طور بسیار مؤثری در برابر بیماری‌های قارچی در حفاظت از محصولات استفاده می‌شوند. با این حال، استفاده گسترده از آفت‌کش‌های مصنوعی در تولید میوه‌ها به وضوح نشان می‌دهد که آفت‌کش‌ها دارای محدودیت‌های متعدد و اثرات مضر جدی بر محیط زیست و سلامت انسان هستند [٤]. مصرف‌کنندگان ترجیح می‌دهند میوه‌ای را خریداری کنند که با آفت‌کش‌ها تیمار نشده باشد، عاری از نقص و بیماری باشد و برای مصرف بی‌خطر باشد. بنابراین، صنعت محصولات تازه نیاز به یافتن راه حل جایگزین برای قارچ‌کش‌های مصنوعی دارد [۵]. امروزه به دلیل علاقه مصرف‌کنندگان به ترکیبات طبیعی اسانس‌های گیاهی به طور فزاینده‌ای در نگهداری مواد غذایی استفاده می‌شوند. اسانس‌های گیاهی به دلیل خاصیت ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی بالا، ترکیبات پیچیده و مکانیسم عمل متفاوت و جلوگیری از ایجاد مقاومت در عوامل بیماری‌زا ترکیبات مناسبی به منظور افزایش ماندگاری میوه‌ها در نظر گرفته می‌شوند [٦-۸]. هل سبز (*Elmettaria cardamomum*) گیاهی است از تیره زنجبیلیان، با ارتفاع ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر که در مناطق سرد و کوهستانی رشد می‌کند. هل سبز به دلیل طعم تندی که دارد در ایران از انواع دیگر هل بیشتر کاربرد و یکی از چاشنی‌های مورد استفاده در غذاهای مختلف می‌باشد [۹]. در مطالعات مختلف اثر ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی هل سبز گزارش شده است [۹-۱۱]. از این رو، هدف از این پژوهش، بررسی ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی و خاصیت آنتی اکسیدانی اسانس هل سبز و قدرت مهار آن در جلوگیری از رشد قارچ‌های عامل فساد و کپک زدگی پس از برداشت میوه سیب بود.

۲- مواد و روش

۲- ۱- تهیه اسانس

پس از تهیه هل سبز، ۵۰ گرم گیاه آسیاب شده با استفاده از روش تقطیر با آب با کمک دستگاه کلونجر استخراج گردید. در پایان پس از حذف آب اضافی، اسانس در ظروف تیره در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد [۱۲].

۲-۲- اندازه‌گیری فنول کل

فنول کل اسانس با استفاده از استاندارد گالیک اسید و معرف فولین- سیوکالچو اندازه‌گیری گردید. به این ترتیب که، ۰/۱ میلی‌لیتر اسانس (۵ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) به ۱ میلی‌لیتر معرف فولین- سیوکالچو ۱۰ درصد حجمی/حجمی اضافه شد. محلول به مدت ۵ دقیقه هم زده شد. سپس ۰/۳ میلی‌لیتر محلول سدیم کربنات ۱۰ درصد به آن‌ها اضافه و بعد از نگهداری محلول به مدت ۲ ساعت، جذب نمونه در طول موج ۷٦۰ نانومتر اندازه‌گیری گردید. از مقادیر ۰/۵-۰ میلی-گرم در میلی‌لیتر گالیک اسید به عنوان استاندارد استفاده شد. مقدار فنول کل بر حسب میلی‌گرم گالیک اسید در گرم اسانس گزارش شد [۱۳].

۲- ۳- اندازه‌گیری فلاونوئید کل

[1] Phytochemicals

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-26]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.202]

در این روش، ۰/۵ میلی‌لیتر اسانس هل سبز (۱ گرم در ۱۰ میلی‌لیتر) با ۱/۵ میلی‌لیتر متانول و ۰/۱ میلی‌لیتر آلومینیوم کلراید (۱۰ درصد متانول) و ۰/۱ میلی‌لیتر پتاسیم استات و ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط گردید. پس از ۳۰ دقیقه نگهداری نمونه، در طول موج ٤١٥ نانومتر اندازه‌گیری و مقدار فلاونوئید کل بر اساس میلی‌گرم کوئرستین در گرم اسانس گزارش گردید [١٤].

۲ -٤- تعیین فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس

۲- ٤- ١- اندازه‌گیری مهار رادیکال آزاد DPPH

در این روش، ۵۰ میکرولیتر اسانس یا نمونه کنترل با ۵ میلی‌لیتر محلول اتانولی DPPH ۰/۱۲ میلی‌مولار مخلوط شد. سپس نمونه‌ها به مدت ۳۰ دقیقه در دمای لتاق در تاریکی نگهداری و جذب آن‌ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر اندازه‌گیری شد. مهار رادیکال DPPH با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید [۱۵]:

$$\text{Free radical scavenging (\%)} = \frac{\text{A control} - \text{A sample}}{\text{A control}} \times 100$$

۲ -٤- ۲- مهار رادیکال آزاد ABTS

رادیکال‌های آزاد ABTS با مخلوط کردن محلول آبی ABTS و پتاسیم پرسولفات تهیه شد. سپس از ۰/۱ میلی‌لیتر اسانس یا نمونه کنترل با ۳/۹ رادیکال کاتیونی ABTS مخلوط گردید. در پایان جذب نمونه‌ها در طول موج ٧٣٤ نانومتر ثبت گردید. [١٦]:

$$\text{ABTS- activity (\%)} = \frac{\text{A control} - \text{A sample}}{\text{A } control} \times 100$$

۲ -۵- تعیین فعالیت ضد میکروبی اسانس

۲- ۵- ۱- دیسک دیفیوژن

در روش دیسک دیفیوژن از هر سویه بر روی سطح محیط‌های سابروز دکستروز آگار کشت داده شد. پس از خشک شدن پلیت‌های تلقیح شده، دیسک‌های آغشته به اسانس روی صفحات آگار تثبیت شدند. پس از گرمخانه‌گذاری پلیت‌ها در دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت، فعالیت ضد قارچی به عنوان منطقه بازدارنده بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد [۱۷].

۲-۵-۲- چاهک آگار

پس از کشت سطحی سویه‌ها بر روی محیط سابروز دکستروز آگار، چاهک‌هایی با قطر ٦ میلی‌متر در آن‌ها ایجاد شد. سپس ۲۰ میکرولیتر از اسانس تهیه شده درون چاهک‌ها ریخته شد. پس از گرمخانه‌گذاری پلیت‌ها در دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت قطر هاله‌های عدم رشد اطراف هر یک از چاهک‌ها بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد [۱۸].

۲- ۵- ۳- حداقل غلظت مهارکنندگی و حداقل غلظت کشندگی

جهت تعیین حداقل غلظت مهارکنندگی، ابتدا اسانس با استفاده از فیلترهای ۰/۲۲ میکرونی استریل گردید. در لوله‌های ۱۰ میلی‌لیتری آزمایشگاهی از غلظت ۵۱۲ میلی‌گرم در میلی‌لیتر غلظت‌های متوالی تهیه گردید. سپس ۲۰ میکرولیتر از سوسپانسیون میکروبی با هر یک از غلظت‌های اسانس مخلوط و پس از پایان ۷۲ ساعت در دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد رشد سویه‌ها توسط کدورت ایجاد شده با چشم مشاهده شد و اولین لوله بدون کدورت به عنوان حداقل غلظت مهارکنندگی گزارش گردید.

جهت تعیین حداقل غلظت کشندگی از هر یک از لوله‌های فاقد کدورت در محیط سابروز دکستروز آگار به صورت سطحی کشت داده شد. پس از ۷۲ ساعت گرمخانه‌گذاری در ۲۷ درجه سانتی‌گراد، غلظت‌های فاقد رشد، به عنوان حداقل غلظت کشندگی تعیین شدند [۱۹].

۲- ٦- آنالیز آماری

آزمون‌های این پژوهش در سه تکرار انجام شدند. تجزیه و تحلیل نتایج با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ انجام شد. از آنالیز واریانس یک طرفه و آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($p<0.05$) جهت تعیین معنی‌دار بودن اختلاف بین میانگین‌ها استفاده گردید.

۳- نتایج و بحث

مقادیر فنول و فلاونوئید اسانس هل سبز در شکل ۱ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود میزان فنول کل

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-26]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.202]

۶۹/۶۰ میلی‌گرم گالیک اسید در گرم اسانس و میزان فلاونوئید کل ۲۷/٤۰ میلی‌گرم کوئرستین در گرم اسانس به دست آمد. بر اساس پژوهش‌های انجام شده در مطالعات گوناگون، قسمت عمده‌ای از متابولیت‌های ثانویه گیاهان را ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی تشکیل می‌دهند که این ترکیبات ویژگی‌های زیستی مختلفی مانند خواص ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی را دارا می‌باشند [۲۰]. میزان فنول و فلاونوئید کل عصاره اتانولی هل سبز به ترتیب ۱۵/۳۳ میلی‌گرم در گرم گالیک اسید و ۱۸ میلی‌گرم در گرم روتئین گزارش شده است [۲۱]. همچنین میزان فنول کل انواع مختلف عصاره‌های تولیدی از هل سبز ۶۳-۱/۱۳ میلی‌گرم گالیک اسید در گرم ماده خشک گزارش شده است [۱۰]. میزان فنول کل عصاره هل سبز تقریباً ٤۵ میلی‌گرم گالیک اسید در گرم وزن خشک گزارش و بیان شده است و وجود این ترکیب در بروز خاصیت آنتی اکسیدانی نقش دارد [۱۱]. لازم به ذکر است که تفاوت در میزان فنول و فلاونوئید به دست آمده وابسته به شرایط مختلف جغرافیایی و آب و هوایی منطقه رویش گیاه مانند نوع خاک، دما، مقدار آب در دسترس و میزان ارتفاع محل رویش گیاه، ساختار ژنتیکی و روش‌های استخراج و اندازه‌گیری می‌باشد [۲۲ و ۲۳].

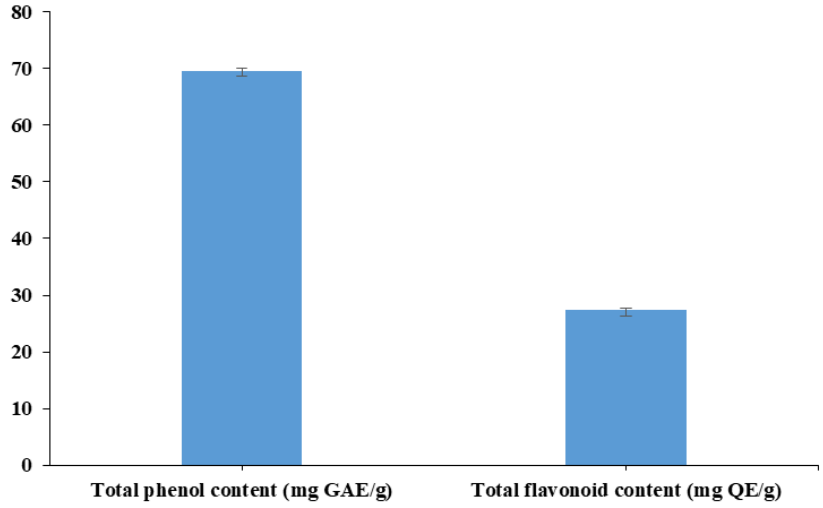

Fig. 1 Total phenol and flavonoid contents of *E. cardamomum* essential oil

همچنین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس هل سبز به دو روش مهار رادیکال آزاد DPPH و ABTS به ترتیب ۵۷/۳۰ و ۶۳/۶۰ درصد به دست آمد (شکل ۲). مهار رادیکال آزاد عصاره هل را به دلیل فعالیت هیدروژن‌دهندگی ترکیبات موجود در آن گزارش کردند [۱۱]. وجود خاصیت آنتی اکسیدانی در اسانس هل سبز به دو روش مهار رادیکال ABTS و ظرفیت احیاکنندگی آهن گزارش شده است [۱۰]. میزان فعالیت مهار رادیکال آزاد DPPH اسانس هل سبز را ٤۳ درصد گزارش کردند [۹]. شرافتی و همکاران (۲۰۱۷) میزان خاصیت آنتی اکسیدانی عصاره هل سبز را برابر با ٤۵/۷ درصد گزارش کردند که وجود این خاصیت به ترکیبات فنولی موجود در گیاه نسبت داده شده است. این پژوهشگران بیان کردند که تفاوت در سطوح خواص آنتی اکسیدانی عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی می‌تواند ناشی از وجود ترکیبات مختلف در عصاره‌ها و اسانس‌ها باشد که تحت تأثیر عواملی مانند موقعیت جغرافیایی، دما، مرحله رشد گیاه، زمان برداشت، عوامل ژنتیکی و محیطی مرتبط با گیاه می‌باشد [۲۱]. مهار رادیکال آزاد عصاره هل را به دلیل فعالیت هیدروژن‌دهندگی ترکیبات موجود در آن گزارش کردند [۱۱]. وجود خاصیت آنتی اکسیدانی در اسانس هل سبز به دو روش مهار رادیکال ABTS و ظرفیت احیاکنندگی آهن گزارش شده است [۱۰]. میزان فعالیت مهار رادیکال آزاد DPPH اسانس هل سبز را ٤۳ درصد گزارش کردند [۹]. شرافتی و همکاران (۲۰۱۷) میزان خاصیت آنتی اکسیدانی عصاره هل سبز را برابر با ٤۵/۷ درصد گزارش کردند که

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-26]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.202]

وجود این خاصیت به ترکیبات فنولی موجود در گیاه نسبت داده شده است. این پژوهشگران بیان کردند که تفاوت در سطوح خواص آنتی اکسیدانی عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی می‌تواند ناشی از وجود ترکیبات مختلف در عصاره‌ها و اسانس‌ها باشد که تحت تأثیر عواملی مانند موقعیت جغرافیایی، دما، مرحله رشد گیاه، زمان برداشت، عوامل ژنتیکی و محیطی مرتبط با گیاه می‌باشد [۲۱].

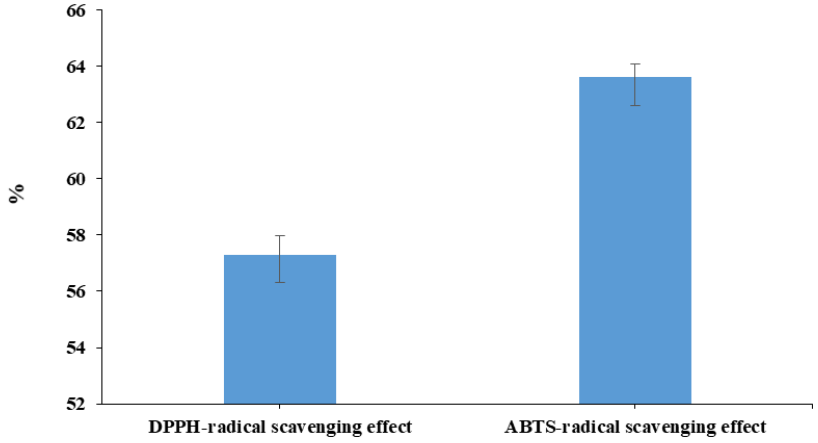

Fig. 2 Antioxidant activity of *E. cardamomum* essential oil

نتایج قطر هاله‌های عدم رشد در روش دیسک دیفیوژن در شکل ۳ نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که اختلاف معنی‌داری بین قطر هاله‌های ایجاد شده در قارچ‌های *P. expansum* و *B. cinerea* وجود نداشت اما قطر هاله‌های ایجاد شده در این قارچ‌ها با *A. alternata* اختلاف معنی‌داری داشتند. بیشترین اثر ضد قارچی با قطر ۱۲/۸۰ میلی‌متر در *P. expansum* و کمترین اثر با قطر ۱۰/۱۰ میلی‌متر در *B. alternata* مشاهده شد.

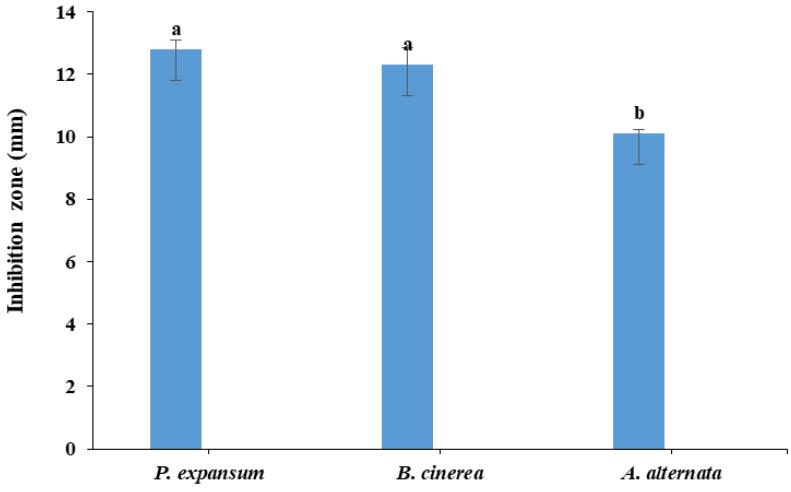

Fig. 3 Antifungal activity of *E. cardamomum* essential oil based on disk diffusion agar (DDA) method

نتایج قطر هاله‌های رشد در روش چاهک آگار در شکل ٤ نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که همانند روش دیسک دیفیوژن اختلاف معنی‌داری بین قطر هاله‌های ایجاد شده در قارچ‌های *P. expansum* و *B. cinerea* مشاهده نشد اما میان قطر هاله‌های ایجاد شده در این دو قارچ با قطر هاله

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-26]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.202]

ایجاد شده در *A. alternata* اختلاف معنی‌داری وجود داشت.

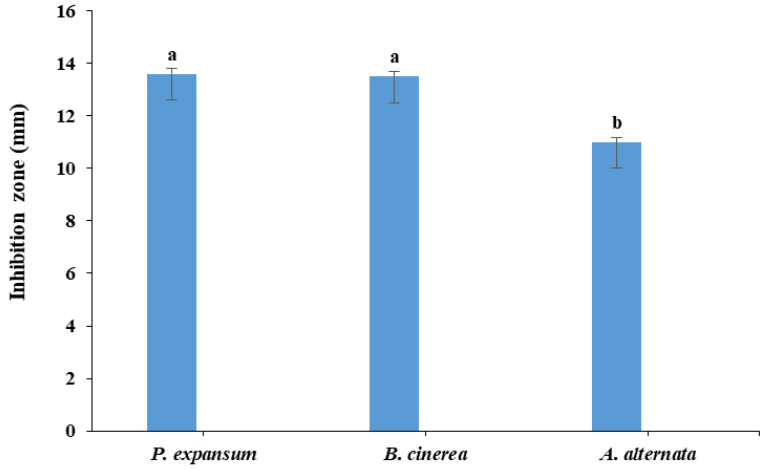

Fig. 4 Antifungal activity of *E. cardamomum* essential oil based on well diffusion agar (WDA) method

نتایج حداقل غلظت مهارکنندگی و کشندگی در جدول ۱ نشان داده شده است. حداقل غلظت مهارکنندگی اسانس هل سبز برای قارچ‌های *P. expansum* و *B. cinerea* برابر با ۸ میلی‌گرم در میلی‌لیتر و برای قارچ *A. alternata* معادل ۱٦ میلی‌گرم در میلی‌لیتر بود. همچنین حداقل غلظت کشندگی اسانس برای قارچ‌های *P. expansum* و *B. cinerea* برابر با ٦٤ میلی‌گرم در میلی‌لیتر و برای قارچ *A. alternata* معادل ۲٥٦ میلی‌گرم در میلی‌لیتر به دست آمد.

Table 1 Antifungal effect of *E. cardamomum* essential oil based on minimum inhibitory concentration and minimum fungicidal concentration methods

Microorganism	MIC (mg/ml)	MFC (mg/ml)
P. expansum	8	64
B. cinerea	8	64
A. alternata	16	256

با توجه نتایج به دست آمده مشاهده می‌شود که هاله‌های عدم رشد در روش چاهک آگار بزرگ‌تر از هاله‌های عدم رشد دیسک دیفیوژن می‌باشد که علت این امر به دلیل نفوذ بهتر و راحت‌تر اسانس و در نتیجه تأثیر بیشتر آن در روش چاهک آگار است [۲٤]. مکانیسم‌های مختلفی برای خاصیت ضد میکروبی اسانس‌ها گزارش شده است. به عنوان مثال اسانس‌های گیاهی قادرند نفوذپذیری غشا را افزایش دهند. از این رو با نفوذ به غشا منجر به متورم شدن غشا و مرگ سلول می‌شوند. علاوه بر این، خاصیت ضد قارچی اسانس‌های گیاهی به ترکیبات فعال موجود در آن‌ها از جمله کتون‌ها، آلدئیدها و فنول‌ها نسبت داده شده است. این ترکیبات فعال به دلیل دارا بودن هسته آروماتیک و گروه OH فنولی در ساختار خود می‌توانند با تشکیل پیوند هیدروژنی با گروه‌های SH در جایگاه فعال آنزیم‌ها سبب غیر فعال شدن آنزیم‌های قارچی شوند. علاوه بر این، اسانس‌های گیاهی به دلیل وزن مولکولی پایین و خاصیت چربی‌دوستی بالا به راحتی به میسلیوم آب‌گریز جذب می‌شوند و مانع از رشد سلول‌های

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-26]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.202]

قارچی می‌شوند [٦]. لازم به ذکر است که اختلاف در میزان خاصیت ضد میکروبی به دست آمده از یک گیاه در پژوهش‌های گوناگون به دلیل تفاوت در اجزای تشکیل‌دهنده عصاره‌ها و اسانس‌های آن‌ها می‌باشد که تحت تأثیر شرایط آب و هوایی، خاک محل رویش و مراحل مختلف برداشت می‌باشند [٢٥]. اثر ضد میکروبی و آنتی اکسیدانی اسانس و عصاره‌های تولیدی از هل سبز در مطالعات مختلف گزارش شده است [٢٦]. سینگ و همکاران (٢٠٠٨) اثر آنتی اکسیدانی و ضد میکروبی اسانس و عصاره‌های حاصل از هل سبز را به وجود ترکیبات فنولی موجود در آن نسبت دادند [٢٧]. کاپور و همکاران (٢٠٠٨) در بررسی خاصیت ضد قارچی اسانس هل سبز بر تعدادی از قارچ‌ها از جمله *Aspergillus niger*، *Aspergillus flavus* و *Aspergillus oryzae* با تأکید بر اینکه افزایش غلظت اسانس منجر به افزایش قدرت بازدارندگی می‌شود وجود این خاصیت را به ترکیبات فنولی موجود در هل سبز نسبت دادند [٢٨]. نتایج پژوهش حاضر با سایر مطالعه‌های که در مورد اثر ضدمیکروبی اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی انجام شده بود مطابقت داشت [٢٩-٤٠].

٤- نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش مشخص گردید که اسانس هل سبز دارای مقادیر بالایی از ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی می‌باشد که حضور این ترکیبات در بروز خاصیت آنتی اکسیدانی و ضد قارچی آن نقش بسزایی دارد. اثر ضد قارچی اسانس هل سبز در مهار و کنترل رشد قارچ‌های آلوده کننده میوه سیب و افزایش تمایل به مصرف مواد طبیعی این ترکیب زیست فعال را به جایگزین مناسبی برای آفت‌کش‌های کنترل کننده آفات محصولات باغبانی تبدیل می‌کند. با اینحال پیشنهاد می‌شود که شناسایی ترکیبات تشکیل دهنده اسانس، خالص‌سازی آنها به منظور شناسایی عمده‌ترین ترکیب موثر در فعالیت ضدمیکروبی و همچنین بررسی دقیق‌تر مکانیسم ضدمیکروبی اسانس در مطالعات آینده صورت گیرد.

٥- تقدیر و تشکر

مقاله حاضر مستخرج از طرح پژوهشی با کد ١٤٠٢/٢٦ می باشد، لذا از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به دلیل حمایت های مادی و معنوی صمیمانه تشکر و قدردانی میگردد.

٦- منابع

[1] Zhao, C., Ma, J., Jia, W., Wang, H., Tian, H., Wang, J., Zhou, W. (2022). An Apple Fungal Infection Detection Model Based on BPNN Optimized by Sparrow Search Algorithm. *Biosensors*, 12(9), 692.

[2] Simonato, B., Lorenzini, M., Zapparoli, G. (2021). Effects of post-harvest fungal infection of apples on chemical characteristics of cider. *LWT*, 138, 110620.

[3] Li, Y., Aldwinckle, H. S., Sutton, T., Tsuge, T., Kang, G., Cong, P. H., & Cheng, Z. M. (2013). Interactions of apple and the Alternaria alternata apple pathotype. *Critical reviews in plant sciences*, 32(3), 141-150.

[4] Holb, I. J. (2009). Fungal disease management in environmentally friendly apple production–a review. *Climate Change, Intercropping, Pest Control and Beneficial Microorganisms: Climate change, intercropping, pest control and beneficial microorganisms*, 219-292.

[5] Sivakumar, D., & Bautista-Baños, S. (2014). A review on the use of essential oils for postharvest decay control and maintenance of fruit quality during storage. *Crop protection*, 64, 27-37.

[6] Rahmati-Joneidabad, M, Alizadeh behbahani, B. (2021). Boswellia sacra essential oil: Antioxidant activity and antifungal effect on some spoilage fungi causing strawberry rot. *Journal of Food Science and Technology*, 18 (114), 25-34.

[7] Behbahani, B. A., Shahidi, F., Yazdi, F., Mohebbi, M. (2013 Antifungal Effect of Aqueous and Ethanolic Mangrove plant Extract on Pathogenic Fungus "in vitro". *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4 (7), 1652-1658.

[8] Falah, F., Shirani, K., Vasiee, A., Yazdi, F. T., Behbahani, B. A. (2021). In vitro screening of phytochemicals, antioxidant, antimicrobial, and cytotoxic activity of Echinops setifer extract. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 35, 102102.

[9] Noshad, M., Alizadeh Behbahani, B. (2019). Identification of Chemical Compounds, Antioxidant Activity, and Antimicrobial Effect of Elettaria cardamomum Essential Oil on a Number of

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-26]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.202]

Pathogenic Microorganisms in Vitro. *Qom University of Medical Sciences* journal, 13 (2), 57-69.

[10] Ivanović, M., Makoter, K., & Islamčević Razboršek, M. (2021). Comparative study of chemical composition and antioxidant activity of essential oils and crude extracts of four characteristic zingiberaceae herbs. *Plants*, 10(3), 501.

[11] Arianfar, A., Sardarodiyan, M. (2017). Investigation of the synergistic and antagonistic properties of green tea and Elettaria cardamomum extracts. *Journal of food science and technology*, 22 (14), 25-36.

[12] Noshad, M., Hojjati, M., Behbahani, B. A. (2018). Black Zira essential oil: Chemical compositions and antimicrobial activity against the growth of some pathogenic strain causing infection. *Microbial Pathogenesis*, 116, 153-157.

[13] Behbahani, B. A., Noshad, M., Falah, F. (2019). Study of chemical structure, antimicrobial, cytotoxic and mechanical of action of Syzgium Aromaticum essential oil on foodborne pathogens. *Potravinarstvo*, *13*(1), 875-883.

[14] Heydari, S., Jooyandeh, H., Alizadeh Behbahani, B., Noshad, M. (2020). The impact of Qodume Shirazi seed mucilage-based edible coating containing lavender essential oil on the quality enhancement and shelf life improvement of fresh ostrich meat: An experimental and modeling study. *Food Science & Nutrition*, 8(12), 6497-6512.

[15] Yeganegi, M., Yazdi, F. T., Mortazavi, S. A., Asili, J., Behbahani, B. A., Beigbabaei, A. (2018). Equisetum telmateia extracts: Chemical compositions, antioxidant activity and antimicrobial effect on the growth of some pathogenic strain causing poisoning and infection. Microbial pathogenesis, 116, 62-67.

[16] Alizadeh Behbahani, B., Falah, F., Vasiee, A., Tabatabaee Yazdi, F. (2021). Control of microbial growth and lipid oxidation in beef using a Lepidium perfoliatum seed mucilage edible coating incorporated with chicory essential oil. *Food science & nutrition*, *9*(5), 2458-2467.

[17] Sureshjani, M. H., Yazdi, F. T., Mortazavi, S. A., Behbahani, B. A., Shahidi, F. (2014). Antimicrobial effects of Kelussia odoratissima extracts against food borne and food spoilage bacteria" in vitro. *Journal of Paramedical Sciences*. 5(2), 115-120.

[18] Alizadeh Behbahani, B., Falah, F., Lavi Arab, F., Vasiee, M., Tabatabaee Yazdi, F. (2020). Chemical composition and antioxidant, antimicrobial, and antiproliferative activities of Cinnamomum zeylanicum bark essential oil. *Evidence-based complementary and alternative medicine*.

[19] Rahmati-Joneidabad, M., Alizadeh behbahani, B., Noshad, M. (2021). Antifungal effect of Satureja khuzestanica essential oil on Aspergillus niger, Botrytis cinerea, and Rhizopus stolonifer causing strawberry's rot and mold. *Journal of food science and technology*, 18 (115), 171-180.

[20] Namazi, P., Barzegar, H., Alizadeh behbahani, B., Mehrnia, M. A. (2021). Evaluation of functional groups of bioactive compounds, antioxidant potential, total phenolic and total flavonoid content of red bell pepper extracts. *Journal of Food Science and Technology*, 18 (113), 301-311

[21] Sharafati-Chaleshtor, F., Sharafati-Chaleshtori, R. (2017). In vitro antibacterial and antioxidant properties of Elettaria cardamomum Maton extract and its effects, incorporated with chitosan, on storage time of lamb meat. *Vet Arhiv*, 87, 301-315.

[22] Sosani Gharibvand, Z., Alizadeh Behbahani, B., Noshad, M., Jooyandeh, H. (2020). Investigation of the Functional Groups of Bioactive Compounds, Radical Scavenging Potential, Antimicrobial Activity and Cytotoxic Effect of Callistemon Citrinus Aqueous Extract on Cell Line HT29: A Laboratory Study. *Journal of Rafsanjan University of Medical Sciences*, 19 (5), 463-484.

[23] Barzegar, H., Alizadeh Behbahani, B., Mehrnia, M. A. (2020). Quality retention and shelf life extension of fresh beef using Lepidium sativum seed mucilage-based edible coating containing Heracleum lasiopetalum essential oil: an experimental and modeling study. *Food Science and Biotechnology*, 29(5), 717-728.

[24] Rahmati-Joneidabad, M., Alizadeh behbahani, B. (2021). Evaluation of chemical activity and antifungal effect of Vitex agnus-castus essential oil on Penicillium digitatum and Penicillium italicum causing orange rot. *Journal of Food Science and Technology*, 18 (114), 82-73.

[25] Alizadeh behbahani, B., Noshad, M. (2021). Evaluation of the minimum inhibitory concentration and minimum bactericidal concentration of Hyssopus officinalis extract on a number of Gram-positive and Gram-negative bacteria: A study "in vitro". *Journal of Food Science and Technology*, 18 (110), 1-9.

[26] Tarfaoui, K., Brhadda, N., Ziri, R., Oubihi, A., Imtara, H., Haida, S., Al kamaly, O., Saleh, A., Khalid Parvez, M., Fettach, S., Ouhssine, M. (2022). Chemical Profile, Antibacterial and Antioxidant Potential of Zingiber officinale Roscoe and Elettaria cardamomum (L.) Maton Essential Oils and Extracts. *Plants*, *11(11)*, *1487*.

[27] Singh, G., Kiran, S., Marimuthu, P., Isidorov, V., Vinogorova, V. (2008). Antioxidant and antimicrobial activities of essential oil and various oleoresins of Elettaria cardamomum (seeds and pods). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *88(2)*, 280-289.

[28] Kapoor, I. P. S., Singh, B., Singh, G., Isidorov, V., & Szczepaniak, L. (2008). Chemistry, antifungal and antioxidant activities of cardamom (Amomum subulatum) essential oil and oleoresins. *International Journal of Essential Oil Therapeutics*, *2*(1), 29-40.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-26]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.202]

[29] Zanganeh, H., Mortazavi, S. A., Shahidi, F., & Alizadeh Behbahani, B. (2021). Evaluation of the chemical and antibacterial properties of Citrus paradise essential oil and its application in Lallemantia iberica seed mucilage edible coating to improve the physicochemical, microbiological and sensory properties of lamb during refrigerated storage. *Journal of Food Measurement and Characterization*, *15*(6), 5556-5571.

[30] Yazdi, F. T., & Behbahani, B. A. (2013). Antimicrobial effect of the aqueous and ethanolic Teucrium polium L. extracts on gram positive and gram negative bacteria "in vitro". *Archives of Advances in Biosciences*, *4*(4), 56-62.

[31] Tanavar, H., Barzegar, H., Alizadeh Behbahani, B., & Mehrnia, M. A. (2021). Investigation of the chemical properties of Mentha pulegium essential oil and its application in Ocimum basilicum seed mucilage edible coating for extending the quality and shelf life of veal stored in refrigerator (4 C). *Food Science & Nutrition*, *9*(10), 5600-5615.

[32] Noshad, M., Behbahani, B. A., & Nikfarjam, Z. (2022). Chemical composition, antibacterial activity and antioxidant activity of Citrus bergamia essential oil: Molecular docking simulations. *Food bioscience*, *50*, 102123.

[33] Behbahani, B. A., Yazdi, F. T., Noorbakhsh, H., Riazi, F., Jajarmi, A., & Yazdi, F. T. (2016). Study of the antibacterial activity of methanolic and aqueous extracts of Myrtus communis on pathogenic strains causing infection. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*, *18*(2).

[34] Jalil Sarghaleh, S., Alizadeh Behbahani, B., Hojjati, M., Vasiee, A., & Noshad, M. (2023). Evaluation of the constituent compounds, antioxidant, anticancer, and antimicrobial potential of Prangos ferulacea plant extract and its effect on Listeria monocytogenes virulence gene expression. *Frontiers in microbiology*, *14*, 1202228.

[35] Yazdi, F. T., Behbahani, B. A., Vasiee, A., Mortazavi, S. A., & Yazdi, F. T. (2015). An investigation on the effect of alcoholic and aqueous extracts of Dorema aucheri (Bilhar) on some pathogenic bacteria in vitro. *Archives of Advances in Biosciences*, *6*(1).

[36] Yazdi, F. T., Behbahani, B. A., & Mortazavi, A. (2014). Investigating the minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum bactericidal concentration (MBC) of the Lavandula stoechas L. and Rosmarinus officinalis L. extracts on pathogen bacterias "in vitro". *Archives of Advances in Biosciences*, *5*(2).

[37] Rahmati-Joneidabad, M., & Behbahani, B. A. (2021). Identification of chemical compounds, antioxidant potential, and antifungal activity of Thymus daenensis essential oil against spoilage fungi causing apple rot.

[38] Rahmati-Joneidabad, M., Alizadeh Behbahani, B., & Noshad, M. (2023). Determination of antioxidant activity, and antifungal effect of Ferula persica L hydroalcoholic extract on some fungal strains causing strawberry and grape fruits rot "in vitro". *Journal of Research in Plants Metabolits*, 5-15.

[39] Rahmati-Joneidabad, M. (2023). Identification of chemical compounds of Ocimum basilicum essential oil and its effect on inhibiting the growth of fungi causing postharvest rots in apple. *Journal of Research in Plants Metabolits*, *1*(3), 5.

[40] Rahmati-Joneidabad, M. (2022). Evaluation of chemical and antimicrobial properties of hydroalcoholic extract of artichoke (Cynara scolymus) on fungi causing rot in strawberry fruit. *Journal of food science and technology (Iran)*, *19*(125), 369-379.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-26]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.202]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Investigating the inhibition of the growth of spoilage fungi causing apple's rot and mold using *Elettaria cardamomum* essential oil

Mostafa Rahmati -Joneidabad*[1], Mohammad Reza Zare-Bavani[1], Fatemeh Borna[2]

1 - Associate Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

2 - Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:
Received:2024/5/23
Accepted:2024/6/26

Keywords:

Elettaria cardamomum essential oil,
Antioxidant property,
Antifungal effect,
Apple fruit,
Postharvest infection.

DOI: 10.22034/FSCT.21.154.202.

*Corresponding Author E-rahmati@asnrukh.ac.ir

ABSTRACT

Considering the sensitivity of apple fruit to many pests and diseases and the sensitivity of consumers to synthetic pesticides, the use of plant essential oils has increased to increase the lifespan of various horticultural products, including apples. In this research, total phenol, total flavonoid and antioxidant properties of *Elettaria cardamomum* essential oil were investigated. In addition, the antimicrobial property of this essential oil was evaluated on a number of fungi that cause spoilage of apple fruit, including *Penicillium expansum*, *Botrytis cinerea*, and *Alternaria alternata*. The phenol and flavonoid content of *E. cardamomum* essential oil was equal to 69.60 mg of gallic acid per gram of essential oil and 27.40 mg of quercetin per gram of essential oil, respectively. The amount of antioxidant property of *E. cardamomum* essential oil in DPPH and ABTS free radical inhibition method was obtained as 57.30% and 63.60%, respectively. In the investigation of the antifungal property, the largest inhibition zone was observed in *P. expansum* by disk diffusion and agar well methods, and the minimum inhibitory concentration for *P. expansum* and *B. cinerea* fungi was 8 mg/ml and minimum fungicidal concentration was 64 mg/ml. Considering the high antioxidant and antifungal properties of *E. cardamomum* essential oil, it can be used as a suitable alternative to synthetic fungicides.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-12-26]

[DOI: 10.22034/FSCT.21.154.202]