



ارزیابی ویژگی‌های شیمیایی و اثر ضدقارچی اسانس اسطوخودوس فلس‌دار (*Lavandula sublepidota*) بر کپک‌های عامل پوسیدگی و فساد میوه توت فرنگی طی انبارمانی

مصطفی رحمتی جنیدآباد^{۱*}، فاطمه برنا^۲

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

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

اطلاعات مقاله

چکیده

تاریخ‌های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۵/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۰۷

کلمات کلیدی:

اسطوخودوس فلس‌دار؛

اسانس؛

ضدقارچ؛

عمر نگهداری؛

توت‌فرنگی

DOI: 10.48311/fsct.2026.84088.0

* مسئول مکاتبات:

Rahmati@asnrukh.ac.ir

میوه توت‌فرنگی نسبت به فساد قارچی بسیار حساس است. در این راستا، استفاده از ترکیبات با منشأ طبیعی که دارای فعالیت ضد قارچی بالقوه هستند (مانند اسانس‌های گیاهی)، می‌تواند راه‌حل مؤثری برای کنترل و پیشگیری از بیماری‌های پس از برداشت میوه توت‌فرنگی باشد. در این مطالعه، فعالیت ضد قارچی اسانس اسطوخودوس فلس‌دار (*Lavandula sublepidota*) بر روی گونه‌های قارچی که باعث پوسیدگی توت‌فرنگی می‌شوند، یعنی *آسپرژیلوس نایجر*، *رایزوپوس استولونیفر* و *بوتریتیس سینه‌را*، مورد ارزیابی قرار گرفت. ترکیبات شیمیایی، محتوای فنول کل و فلاونوئیدها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس نیز تعیین شد. اسانس اسطوخودوس فلس‌دار غنی از لینالول (۴۳/۸۵ درصد) بود. میزان فنول و فلاونوئید کل اسانس به ترتیب ۸۶/۲۹ mg GAE/g و ۲۱/۵۲ mg QE/g بود. اسانس اسطوخودوس فلس‌دار فعالیت قابل‌توجهی در مهار رادیکال آزاد DPPH (۶۱/۵۳ درصد) و ABTS (۶۹/۸۵ درصد) داشت. نتایج ضد قارچی نشان داد که *بوتریتیس سینه‌را* حساس‌ترین گونه قارچی به اسانس بود. قطر هاله عدم رشد در روش دیسک و دیفیوژن آگار برای این سویه به ترتیب ۱۳/۳۰ میلی‌متر و ۱۴/۳۵ میلی‌متر بود. علاوه بر این، غلظت کمتری از اسانس برای مهار رشد یا کشتن *بوتریتیس سینه‌را* مورد نیاز بود؛ بطوریکه، حداقل غلظت مهارکنندگی و قارچ‌کشی برای این سویه به ترتیب ۴ و ۱۲۸ میلی‌گرم در میلی‌لیتر به دست آمد. بر اساس نتایج، اسانس اسطوخودوس فلس‌دار می‌تواند به عنوان یک عامل ضد قارچ طبیعی برای جلوگیری از رشد قارچ‌های بیماری‌زا بر روی میوه توت‌فرنگی و افزایش ماندگاری آن استفاده شود.

۱-مقدمه

توت‌فرنگی میوه‌ای محبوب با فواید تغذیه‌ای فراوان است. این میوه سرشار از ویتامین‌ها، مواد معدنی و آنتی‌اکسیدان‌ها است که آن را به یک جزء مهم از یک رژیم غذایی سالم تبدیل می‌کند. علیرغم محبوبیت، توت‌فرنگی بسیار فاسد شدنی بوده و بسته به شرایط محیطی، ماندگاری نسبتاً کوتاهی از چند روز تا چند هفته دارد. حساسیت آنها به عوامل کاهش کیفیت و کمیت، مانند آسیب فیزیکی، دمای نامطلوب و عفونت‌های میکروبی، اغلب منجر به افت قابل توجه پس از برداشت می‌شود. این فسادپذیری چالش‌هایی را برای تولیدکنندگان و خرده‌فروشان ایجاد می‌کند و بر نیاز به روش‌های مؤثر نگهداری برای حفظ کیفیت و افزایش عمر مفید توت‌فرنگی تأکید می‌کند [۱-۳].

قارچ‌های بیماری‌زا نقش مهمی در فساد توت‌فرنگی ایفا می‌کنند و به‌طور قابل توجهی بر بازارپسندی و ایمنی آن تأثیر می‌گذارند. قارچ‌هایی مانند بوتریتیس سینه‌را و ریزوپوس / استولونیفر در محیط‌های مرطوب رشد می‌کنند و می‌توانند به سرعت در سطح توت‌فرنگی تکثیر شوند. این عوامل بیماری‌زا نه تنها منجر به خسارات اقتصادی قابل توجهی در بخش کشاورزی می‌شود، بلکه خطرات سلامتی را برای مصرف‌کنندگان به همراه دارد [۴، ۵].

برای مبارزه با فساد قارچی، مواد نگهدارنده مصنوعی و عوامل ضد قارچی توسعه یافته و به‌طور گسترده در صنایع غذایی استفاده می‌شود. این ترکیبات مصنوعی در مهار رشد قارچ‌ها و افزایش ماندگاری توت‌فرنگی مؤثر هستند. درحالی‌که آنها می‌توانند در جلوگیری از فساد بسیار کارآمد باشند، نگرانی در مورد خطرات بالقوه سلامتی، اثرات زیست‌محیطی و توسعه مقاومت قارچی، جستجو برای جایگزین‌های امن‌تر را برانگیخته است. افزایش تقاضای مصرف‌کنندگان برای محصولات طبیعی، علاقه به کشف نگهدارنده‌های گیاهی را به عنوان جایگزینی مناسب برای عوامل مصنوعی در نگهداری توت‌فرنگی برانگیخته است [۵، ۶].

نگهدارنده‌های گیاهی، به ویژه اسانس‌ها، به دلیل پتانسیل خود به عنوان عوامل ضد قارچ طبیعی مورد توجه قرار گرفته‌اند. اسانس‌ها مایعات غلیظی هستند که از گیاهان استخراج می‌شوند و به دلیل ترکیبات شیمیایی پیچیده و خواص ضد میکروبی قوی خود شناخته شده‌اند. توانایی آنها در مهار رشد پاتوژن‌های قارچی مختلف، آنها را به نامزدهای امیدوارکننده‌ای برای نگهداری طبیعی مواد غذایی تبدیل می‌کند. استفاده از اسانس‌ها در سامانه‌های غذایی می‌تواند یک مزیت دوگانه داشته باشد: افزایش ماندگاری محصولات فاسد شدنی درحالی‌که ترجیحات مصرف‌کنندگان برای غذاهای طبیعی و کمتر فرآوری‌شده را مورد توجه قرار می‌دهد [۷-۱۴].

یکی از این گیاهان با پتانسیل قابل توجهی به عنوان یک عامل ضد قارچ، اسطوخودوس فلس دار (*Lavandula sublepidota*) است. این درختچه نه تنها به دلیل خواص معطر آن، بلکه به دلیل ترکیبات زیست فعال موجود در اسانس آن نیز مورد توجه قرار گرفته است [۱۵-۱۷]. تحقیقات نشان می‌دهد که اسانس اسطوخودوس اثر ضد قارچی قابل توجهی از خود نشان می‌دهد [۱۸-۲۱] و آن را به یک کاندید برای جلوگیری از فساد توت‌فرنگی تبدیل می‌کند. مشخصات فیتوشیمیایی منحصر به فرد این اسانس از استفاده آن در تیمارهای پس از برداشت پشتیبانی کرده و جایگزینی طبیعی برای قارچ‌کش‌های مصنوعی ارائه می‌دهد. مطالعات متعددی اثرات ضد قارچی اسانس‌ها را در برابر عوامل بیماری‌زا مسئول فساد توت‌فرنگی نشان می‌دهد [۲۲-۲۴]. با اینحال، تاکنون اثرات ضد قارچی اسانس اسطوخودوس فلس دار در برابر پاتوژن‌های قارچی توت‌فرنگی بررسی نشده است. از آنجایی که نگهدارنده‌های مصنوعی با بررسی‌های فزاینده‌ای مواجه هستند، محلول‌های گیاهی، به ویژه اسانس‌های گیاهی مانند اسانس به دست آمده از اسطوخودوس فلس دار، مسیری امیدوارکننده برای تضمین ایمنی و کیفیت مواد غذایی ارائه می‌دهند. هدف این مقاله بررسی تأثیر ضد قارچی اسانس اسطوخودوس فلس

دار در برابر سویه‌های قارچی مسئول کاهش عمر نگهداری توت‌فرنگی پس از برداشت می‌باشد. شناسایی ترکیبات شیمیایی اسانس، محتوای فنول و فلاونوئید کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس نیز مورد بررسی قرار گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- استخراج اسانس

بخش‌های هوایی گیاه اسطوخودوس فلس دار از باغ گیاه شناسی ملی ایران تهیه شد. نام علمی گیاه توسط مرکز هرباریوم دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان تأیید شد. گیاهان تمیز و بخش‌های آسیب دیده برداشته شدند. سپس گیاه له و پودر شد و گیاه پودر شده در ظروف خشک و تاریک برای آزمایشات بعدی نگهداری شد. ابتدا ۳۰۰ گرم پودر گیاه وزن شده و در یک فلاسک در حال جوش منتقل شده و ۱۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه شد. سپس اسانس با روش تقطیر با آب (دستگاه کلونجر) به مدت ۳ ساعت استخراج گردید. اسانس حاصل تا زمان آنالیز در دمای ۴- درجه سانتی‌گراد در فریزر نگهداری شد [۲۵].

۲-۲- شناسایی ترکیبات شیمیایی

ترکیبات شیمیایی اسانس توسط کروماتوگرافی گازی (GC-FID) و کروماتوگرافی گازی/ طیف‌سنجی جرمی (GC/MS) آنالیز شد [۱۵]. تجزیه و تحلیل GC با استفاده از کروماتوگرافی گازی Agilent سری ۷۸۹۰-A با آشکارساز FID انجام شد. تجزیه و تحلیل بر روی ستون HP-5 (۳۰ متر × قطر داخلی ۰.۳۲ میلی‌متر؛ ضخامت فیلم ۰/۲۵ میکرون) انجام شد. دمای تزریق و آشکارساز به ترتیب در ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد نگه داشته شد. جریان گاز حامل (نیتروژن) ۱ میلی‌لیتر در دقیقه؛ برنامه دمای آون ۶۰ تا ۲۱۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۴ درجه سانتی‌گراد در دقیقه بود و سپس روی دمای ۲۴۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۲۰ درجه سانتی‌گراد در دقیقه برنامه

ریزی شد و در نهایت به مدت ۸/۵ دقیقه در حالت همدم باقی ماند. تجزیه و تحلیل GC/MS اجزای فرار اسانس با استفاده از کروماتوگرافی گازی Agilent مجهز به ستون HP-5MS همراه با طیف‌سنج جرمی ۵۹۷۵-C انجام شد. هلیوم به عنوان گاز حامل با ولتاژ یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت استفاده شد. دمای منبع یون و ایتترفیس به ترتیب ۲۳۰ درجه سانتی‌گراد و ۲۸۰ درجه سانتی‌گراد بود. محدوده جرم از ۴۵ تا ۵۵۰ amu و برنامه دمای آون مطابق روش GC تنظیم گردید. شناسایی ترکیبات فرار بر اساس محاسبه شاخص‌های بازداري آنها در شرایط برنامه ریزی شده دما برای n-آلکان ها (C₈-C₂₅) و اسانس روی ستون HP-5 تحت شرایط کروماتوگرافی یکسان صورت پذیرفت. شناسایی بیشتر با تطبیق طیف‌های جرمی ثبت شده آنها با طیف‌های جرمی مرجع انجام شد. برای اهداف کمی، درصد‌های سطح نسبی به‌دست‌آمده توسط FID بدون استفاده از عوامل تصحیح استفاده شد [۱۵].

۲-۳- محتوای فنول کل

محتوای فنول کل اسانس با روش فولین-سیوکالتو اندازه‌گیری گردید. برای این منظور، ۱۲۵ میکرولیتر از نمونه با ۵۰۰ میکرولیتر آب مقطر و ۱۲۵ میکرولیتر معرف فولین-سیوکالتو ترکیب شد و محلول حاصل به مدت ۶ دقیقه نگهداری شد. در ادامه، ۱/۲۵ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۷ درصد و ۱ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه و محلول به دست آمده به مدت ۹۰ دقیقه نگهداری گردید. میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۶۰ نانومتر ثبت شد و اسید گالیک به عنوان استاندارد مورد استفاده قرار گرفت. محتوای فنول کل بر حسب میلی‌گرم اسید گالیک در هر گرم اسانس (mg GA/g) بیان شد [۲۶].

۲-۴- محتوای فلاونوئید کل

برای این منظور، ۰/۵ میلی‌لیتر از اسانس با ۲ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شد. سپس ۰/۱۵ میلی‌لیتر محلول نترات سدیم ۵ درصد به آن اضافه و سپس ۰/۱۵ میلی‌لیتر محلول کلرید

اندازه‌گیری شد. اثر بازدارندگی که به صورت درصد بیان می‌شود، با استفاده از معادله ارائه شده در روش DPPH محاسبه گردید.

۲-۶- فعالیت ضد قارچی

فعالیت ضد قارچی اسانس اسطوخودوس فلس دار در برابر *آسپرژیلوس نایجر*، *رایزوپوس استولونیفر* و *بوتریتیس سینه‌را* مطابق روش‌های دیسک دیفیوژن آگار، چاهک آگار و حداقل غلظت مهارکنندگی و کشندگی بررسی گردید.

۲-۶-۱- دیسک دیفیوژن آگار

در ابتدا دیسک‌های استریل در اسانس گیاهی استریل به مدت ۱۵ دقیقه غوطه‌ور شدند. پس از آن، این دیسک‌ها بر روی سطح محیط استریل سابورود دکستروز آگار، که از قبل با ۱۰۰ میکرولیتر از هر سویه قارچی تلقیح شده بود، قرار داده شد. سپس پلیت‌ها در دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت انکوبه شدند و قطر مناطق بازدارنده بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد [۲۷].

۲-۶-۲- انتشار چاهک آگار

در این روش، ۲۰ میکرولیتر اسانس استریل به چاهک‌های ایجاد شده در سطح محیط سابورود دکستروز آگار اضافه شد. سویه‌های قارچی نیز به هر چاهک اضافه شدند. محیط کشت در دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت انکوبه شد و پس از آن قطر ناحیه مهار بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد [۲۷].

۲-۶-۳- حداقل غلظت مهارکنندگی و کشندگی

غلظت‌های مختلف اسانس (۰/۵، ۱، ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۳۲، ۶۴، ۱۲۸ و ۲۵۶ و ۵۱۲ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) تهیه و سپس ۵ میلی‌لیتر از هر غلظت به ۱۰۰ میکرولیتر سوسپانسیون قارچی در لوله‌های آزمایش اضافه شد. پس از انکوباسیون لوله‌های آزمایش در دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت، رشد سویه‌های قارچی با ارزیابی کدورت محیط کنترل شد.

آلومینیوم ۱۰ درصد پس از ۶ دقیقه اضافه گردید. در ادامه، ۲ میلی‌لیتر محلول هیدروکسید سدیم ۴ درصد اضافه شد و حجم نهایی با آب مقطر به ۵ میلی‌لیتر رسید. محلول حاصل به مدت ۱۵ دقیقه در دمای اتاق نگهداری و میزان جذب نمونه در طول موج ۵۱۰ نانومتر قرائت شد. نتایج بر حسب میلی‌گرم کوئرستین در هر گرم ماده خشک (mg QE/g) گزارش گردید [۲۵].

۲-۵- فعالیت آنتی‌اکسیدانی

فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس اسطوخودوس فلس دار مطابق روش‌های مهار رادیکال DPPH و ABTS ارائه شده توسط رحمتی جنیدآباد و همکاران [۲۶] با تغییرات مورد نیاز بررسی گردید.

برای رسیدن به این هدف، ۲ میلی‌لیتر از اسانس با ۰/۴ میلی‌لیتر محلول متانولی ۰/۵ میلی‌مولار از رادیکال DPPH ترکیب شد. این مخلوط به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی نگهداری شد و پس از آن میزان جذب محلول در طول موج ۵۱۷ نانومتر اندازه‌گیری شد. سپس درصد مهار رادیکال آزاد DPPH به صورت زیر محاسبه شد:

$$\text{Scavenging \%} = \left(\frac{A_{\text{blank}} - A_{\text{sample}}}{A_{\text{blank}}} \right) \times 100$$

در این معادله، A_{sample} و A_{blank} به ترتیب جذب شاهد و نمونه می‌باشند.

در آزمون ABTS، یک محلول رادیکال کاتیونی ABTS با مخلوط کردن حجم‌های مساوی از محلول ۷ میلی‌مولار ABTS و محلول ۲/۴ میلی‌مولار پرسولفات پتاسیم ایجاد و در محیط تاریک در دمای اتاق به مدت ۱۲-۱۶ ساعت انکوبه شد. قبل از استفاده، این محلول با اتانول مطلق تا رسیدن به جذب ۰/۷ در ۷۳۴ نانومتر رقیق گردید. سپس ۳۹۵۰ میکرولیتر از محلول واکنش با ۵۰ میکرولیتر اسانس ترکیب شد. پس از انکوباسیون در تاریکی در دمای اتاق به مدت ۳۰ دقیقه، جذب در ۷۳۴ نانومتر در برابر محلول شاهد

استات (۲۰/۲۱ درصد)، بتا-میرسن (۹/۸۵ درصد)، لیمون (۶/۶۲ درصد)، ۶،۳،۱-اکتاتریان (۵/۲۴ درصد) و ترپین-۴-ال (۴/۷۵ درصد) قرار داشتند. در راستای نتایج این مطالعه، حیدری و همکاران [۱۶] گزارش نمودند که آنالیز ترکیب شیمیایی اسانس اسطوخودوس فلس دار توسط GC/MS منجر به شناسایی ۱۲ ترکیب گردید و لینانول (۴۳/۳ درصد)، لینانول استات (۱۹/۱ درصد)، بتا-میرسن (۱۱/۶۱ درصد)، لیمون (۵/۴۳ درصد) و ۶،۳،۱-اکتاتریان (۵/۳۱ درصد) به ترتیب بیشترین غلظت را به خود اختصاص دادند [۱۶]. در مطالعه‌ای دیگر، ترکیبات اصلی اسانس اسطوخودوس فلس دار شامل اکسید کاریوفیلن (۳۱/۸ درصد)، اسپاتونول (۱۰/۴ درصد)، (E)-کاریوفیلن (۶/۹ درصد)، ۱۴-هیدروکسی-۹-اپی-(E)-کاریوفیلن (۵/۳ درصد)، المول (۴/۹ درصد) و کارواکول (۴/۴ درصد) گزارش شدند. لینالیل استات در اسانس تشخیص داده نشد و لینالول کمتر از ۰/۳ درصد شناسایی گردید [۱۵]. اصلی‌ترین ترکیبات اسانس *L. angustifolia* لینالیل استات (۴۷/۵۶ درصد) و لینالول (۲۸/۰۶ درصد) گزارش شدند [۲۹]. ترکیبات اصلی اسانس *L. bipinnata* ترانس کاروئول، پولگون، کافور و متول بود [۳۰]. تفاوت در درصدهای گزارش شده در مطالعات مختلف ممکن است به تفاوت در نوع گونه، شرایط اقلیمی رشد، زمان برداشت، زمان نگهداری و نحوه استخراج اسانس مربوط باشد [۳۱].

لوله بدون کدورت به عنوان حداقل غلظت مهارکنندگی گزارش شد. برای آزمون حداقل غلظت کشندگی، ۱۰۰ میکرولیتر از محیط کشت از لوله‌های آزمایش بدون کدورت منتقل و روی محیط سابورود دکستروز آگار قرار داده شد. این محیط سپس در دمای ۲۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت انکوبه شد. غلظتی از اسانس که از رشد سویه‌های قارچی جلوگیری کرد به عنوان حداقل غلظت قارچ‌کشی اسانس اسطوخودوس فلس دار شناسایی شد [۲۸].

۲-۷- آنالیز آماری

آزمایشات سه بار انجام شد. نتایج با استفاده از نرم‌افزار Minitab (نسخه ۱۶) و آزمون توکی در سطح معنی‌داری ۵ درصد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ترکیب شیمیایی

بر اساس یافته‌های کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی، ۱۳ ترکیب در اسانس اسطوخودوس فلس دار شناسایی شدند که بطور کلی ۹۸/۴۲ درصد از اجزای اسانس را تشکیل دادند (شکل ۱). لینانول با ۴۳/۸۵ درصد بیشترین غلظت را به خود اختصاص داد و بعد از آن ترکیبات لینالیل

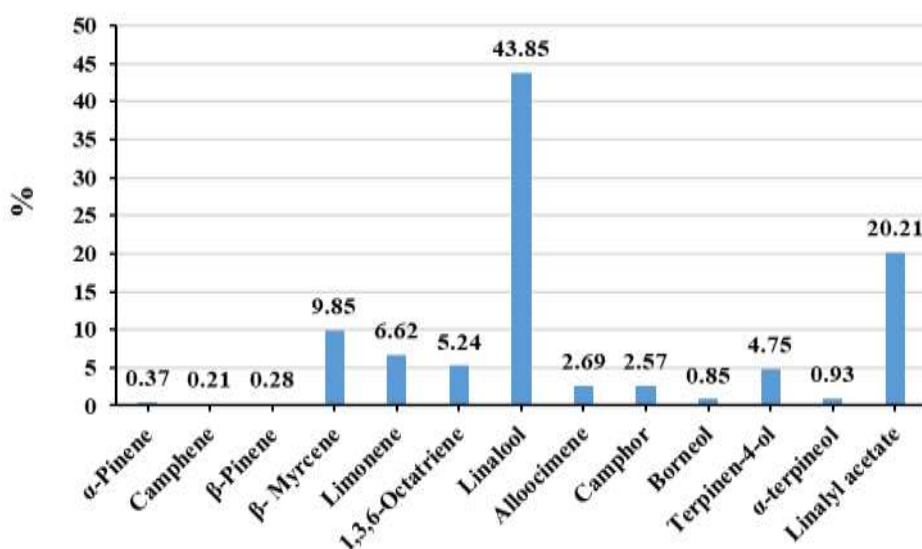


Figure 1. Chemical composition of *Lavandula sublepidota* essential oil identified by GC/MS. Compounds below 0.2% are not listed in the figure.

توسط کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا در اسانس اسطوخودوس فلس دار شناسایی و کمی سازی شدند، از جمله اسید کلوروژنیک، کوئرستین، کومارین، هسپرتین، کارواکرول، اسید کافئیک، وانیلین، اسید ترانس فرولیک، اسید سیناپیک اسید رومارارینیک و اسید p-کوماریک که ترکیبات فنولی غالب عبارت بودند از سیناپیک اسید (۰/۶۸ میلی گرم در گرم)، اسید ترانس فرولیک (۰/۵۸ میلی گرم در گرم) و رزمارینیک اسید (۰/۳۴ میلی گرم در گرم) [۱۵]. ترکیبات فنولی عصاره‌های گیاهی با فعالیت‌های آنتی اکسیدانی آنها به دلیل خواص ردوکس آنها مرتبط است که به آنها اجازه می‌دهد به عنوان عوامل کاهنده، اهداکننده هیدروژن و خاموش کننده‌های اکسیژن یگانه عمل کنند [۳۲-۳۴].

۳-۲- محتوای فنول و فلاونوئید کل

اسانس اسطوخودوس فلس دار حاوی ۸۶/۲۹ mg GAE/g فنول کل و ۲۱/۵۲ mg QE/g فلاونوئید کل بود (شکل ۲). کیوانفر و همکاران [۲۵]، محتوای فنول کل اسانس اسطوخودوس فلس دار را ۷۴/۵۷ mg GAE/g و میزان فلاونوئید کل را ۱۸۳۱/۴۴ mg QE/g گزارش نمودند [۲۵]. در پژوهشی دیگر، محتوای فنول از ۷۴/۹۸ تا ۸۹/۸۸ mg GAE/g در پنج نمونه گل اسطوخودوس از رومانی گزارش شده است [۳۲]. در مطالعه بهمن زادگان و همکاران [۱۵]، در مجموع ۱۱ ترکیب فنولی

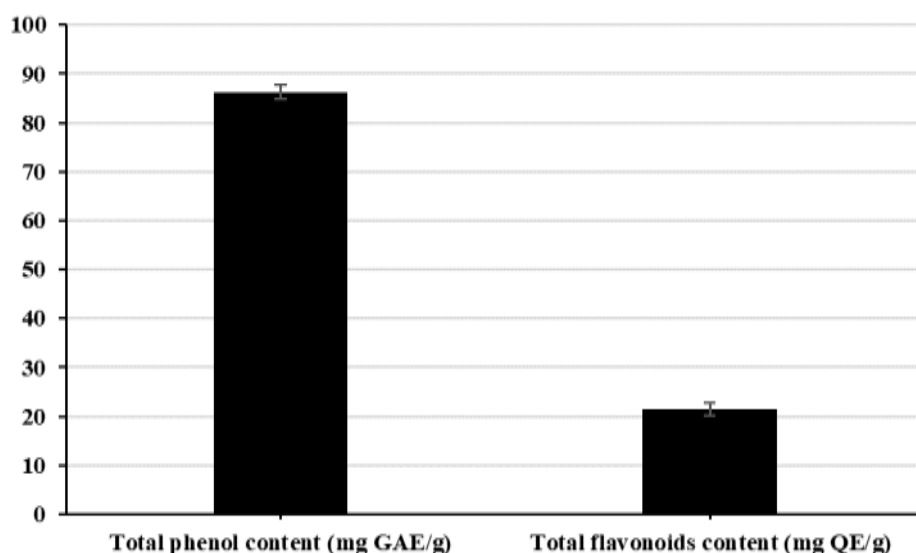


Figure 2. Total phenol content and total flavonoids content of *Lavandula sublepidota* essential oil.

مطالعه، فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس اسطوخودوس فلس دار بر اسانس مهار رادیکال‌های DPPH حدود ۸۹ درصد گزارش گردید که بطور معنی داری بالاتر از آنتی اکسیدان سنتزی TBHQ (۸۷ درصد) بود [۲۵]. در مطالعه‌ای دیگر، فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره متانولی اسطوخودوس فلس دار بر پایه مهار رادیکال DPPH برابر با ۲۱۴۶ میکروگرم در میلی لیتر گزارش گردید [۱۵]. فعالیت آنتی اکسیدانی بالای اسانس را می‌توان به محتوای بالای ترکیبات فنولی و

۳-۳- اثر آنتی اکسیدانی

نتایج فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس اسطوخودوس فلس دار در شکل ۳ ارائه شده است. مطابق نتایج، فعالیت مهارکنندگی اسانس در برابر رادیکال‌های DPPH و ABTS به ترتیب برابر با ۶۱/۵۳ و ۶۹/۸۵ درصد به دست آمد. مطالعات بسیار محدودی در مورد فعالیت آنتی اکسیدانی اسانس اسطوخودوس فلس دار انجام شده است. مطابق نتایج این

گروه‌های هیدروکسیل ($-OH$)، امکان اهداء هیدروژن به رادیکال‌های آزاد افزایش می‌یابد [۳۵، ۳۶]. نتایج نشان می‌دهد که قابلیت آنتی‌اکسیدانی اسانس به اجزاء فعال آن نسبت داده می‌شود که بر اساس شرایط آب و هوایی، زمان برداشت گیاه، روش‌های استخراج و سایر عوامل متفاوت است [۱۴، ۳۱، ۳۷، ۳۸].

فلاونوئیدی در اسانس استخراج شده نسبت داد که سرعت انتقال رادیکال‌های آزاد را افزایش داده و قدرت بازدارندگی بیشتری دارند. گزارش شده است که افزایش غلظت ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی به‌طور مستقیم توانایی اسانس‌ها را در مهار رادیکال‌های آزاد بهبود می‌بخشد به‌طوری که در غلظت‌های بالاتر از ترکیبات فنولی، به دلیل افزایش تعداد

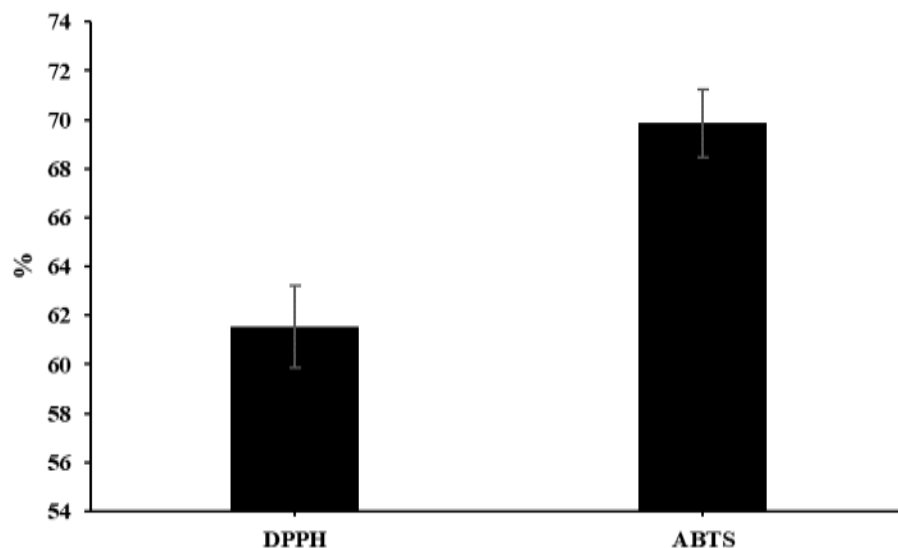


Figure 3. The antioxidant activity of *Lavandula sublepidota* essential oil based on DPPH and ABTS radical scavenging methods.

قطر هاله عدم رشد (۹/۶۰ میلی‌متر) را به خود اختصاص داد. آزمون چاهک آگار نتایج مشابهی را نشان داد و ریزوپوس /ستولونیفر با قطر هاله عدم رشد ۱۰/۲۰ میلی‌متر و بوتریتیس سینه‌را با ۱۴/۳۵ میلی‌متر قطر هاله عدم رشد به ترتیب مقاوم‌ترین و حساس‌ترین سویه‌ها نسبت به اسانس اسطوخودوس فلس‌دار بودند ($p < 0.05$).

۳-۴- اثر ضد قارچی

مطابق نتایج اثر ضد قارچی اسانس بر پایه روش دیسک دیفیوژن آگار، بیشترین قطر هاله عدم رشد (۱۳/۳۰ میلی‌متر) برای سویه بوتریتیس سینه‌را مشاهده گردید ($p < 0.05$) (شکل ۴). در حالیکه سویه ریزوپوس /ستولونیفر کمترین

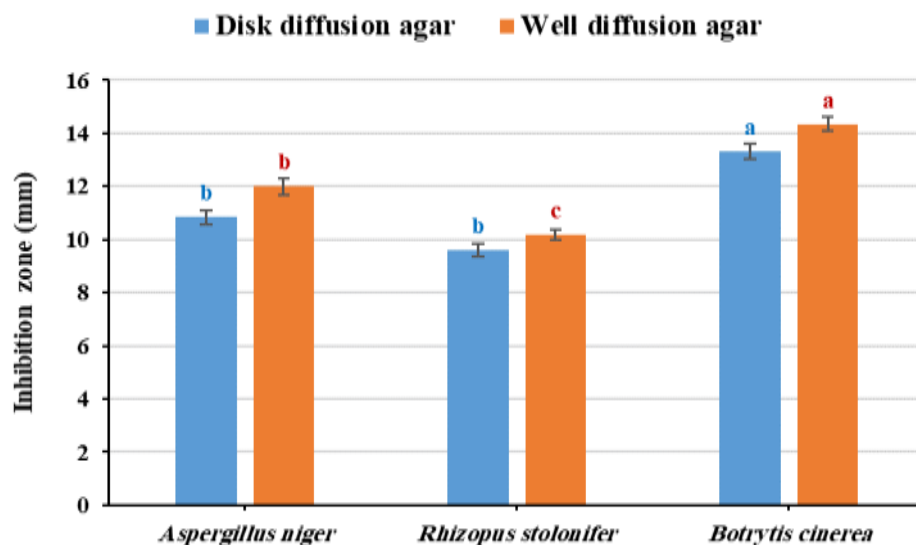


Figure 4. The antifungal activity of *Lavandula sublepidota* essential oil based on disk diffusion agar and well diffusion agar methods. Treatments labeled with different letters show significant differences at $p < 0.05$.

قارچ کشی برای سویه های *آسپرژیلوس نایجر*، *رایزوپوس استولونیفر* و *بوتریتیس سینهرا* به ترتیب برابر با ۲۵۶، ۲۵۶ و ۱۲۸ میلی گرم در میلی لیتر مشاهده گردید. نتایج در راستای آزمون های دیسک دیفیوژن آگار و چاهک آگار می باشد. در این راستا، سویه های *رایزوپوس استولونیفر* و *بوتریتیس سینهرا* به ترتیب مقاوم ترین و حساس ترین سویه ها در برابر اسانس اسطوخودوس فلس دار بودند.

نتایج آزمون حداقل غلظت مهارکنندگی اسانس در جدول ۱ ارائه شده است. بطور کلی افزایش غلظت اسانس سبب کاهش رشد سویه های قارچی گردید. حداقل غلظت مهارکنندگی برای سویه های *آسپرژیلوس نایجر*، *رایزوپوس استولونیفر* و *بوتریتیس سینهرا* به ترتیب برابر با ۱۶، ۸ و ۴ میلی گرم در میلی لیتر به دست آمد. آزمون حداقل غلظت قارچی نیز نتایج مشابهی را نشان داد و حداقل غلظت

Table 1. The antifungal activity of *Lavandula sublepidota* essential oil based on minimum inhibitory concentration (MIC) and minimum fungicidal concentration (MFC) methods.

Method	Strain	Essential oil concentration (mg/mL)										Controls	
		0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	Positive control	Negative control
MIC	<i>A. niger</i>	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-
	<i>R. stolonifer</i>	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-
	<i>B. cinerea</i>	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-
MFC	<i>A. niger</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
	<i>R. stolonifer</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-
	<i>B. cinerea</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-

+ Growth; - No growth

براث) و حداقل غلظت کشندگی برای میکروارگانیسم های مذکور نیز تعیین گردید. نتایج این محققین نشان داد که حساس ترین و مقاوم ترین باکتری ها نسبت به اسانس اسطوخودوس فلس دار به ترتیب، *استافیلوکوکوس اورئوس* و *سودوموناس آئروژینوزا* با قطر بازدارندگی ۳۰/۷۰ و ۱۰/۱۰ میلی متر در غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر بود.

حیدری و همکاران (۲۰۱۹)، هاله عدم رشد میکروبی اسانس اسطوخودوس فلس دار برای باکتری های *سودوموناس آئروژینوزا*، *استافیلوکوکوس اورئوس*، *باسیلوس سرئوس* و *اشرشیا کلی* در چهار غلظت ۱۲/۵، ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم بر میلی لیتر به روش های انتشار دیسک و انتشار چاهک را تعیین کردند. حداقل غلظت بازدارندگی (رقیق سازی در

ترپنیل استات و لیگوستیلید در اسانس باشد که باعث از طریق تخریب دیواره سلولی، تخریب غشاء سیتوپلاسمی، کاهش سیتوپلاسم اطراف هسته، مختل کردن عملکرد چربی غشاء پلاسمایی و در نتیجه نفوذپذیری سلول تغییر پیدا کرده و ترکیبات درون سلولی به بیرون از سلول نشت پیدا می‌کنند [۴۲]. تغییر در خواص ضد میکروبی اسانس در تیمارهای مختلف ممکن است به دلیل تغییر در مقادیر ترکیبات پلی فنولی و فلاونوئیدی یا انواع فعال آنها باشد [۳۱].

۴- نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این مطالعه نشان داد که لینانول، لئالیل استات، لیمون و بتا-میرسن ترکیبات اصلی اسانس اسطوخودوس فلس‌دار می‌باشند. اسانس اسطوخودوس فلس‌دار دارای محتوای فنول و فلاونوئید بالایی بود و توانست فعالیت بالایی در مهار رادیکال‌های آزاد DPPH و ABTS نشان دهد. فعالیت ضد قارچی بر علیه قارچ‌های پاتوژن توت‌فرنگی نشان داد که سویه بوتریتیس سینه‌را حساس‌ترین سویه نسبت به این اسانس می‌باشد. بنابراین می‌توان از اسانس اسطوخودوس فلس‌دار به عنوان یک داروی گیاهی جهت افزایش عمر نگهداری میوه توت‌فرنگی یا سایر مواد غذایی استفاده نمود.

۵- تقدیر و تشکر

مقاله حاضر مستخرج از طرح پژوهشی با کد ۱۴۰۳/۳۴ 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 می گردد.

۶- منابع

- [1] César de Albuquerque Sousa, T., de Lima Costa, I. H., Gandra, E. A. , & Meinhart, A. D. (2024). Use of edible coatings as a new sustainable alternative to extend the shelf life of strawberries (*Fragaria ananassa*): A review. *Journal of Stored Products Research*, 108, 102375. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2024.102375>.
- [2] Gol, N. B., Patel, P. R. , & Rao, T. V. R. (2013). Improvement of quality and shelf-life of strawberries with edible coatings enriched with chitosan. *Postharvest Biology and Technology*, 85, 185-195. DOI:

حداقل غلظت بازدارندگی برای باکتری‌های *سودوموناس آئروژینوزا*، *استافیلوکوکوس اورئوس*، *باسیلوس سرئوس* و *اشرشیا کلی* به ترتیب برابر با ۳۲، ۸، ۱۶ و ۱۶ میلی گرم بر میلی لیتر بود [۱۶]. مزارعه و همکاران (۲۰۲۴) نشان دادند که در مقایسه با شرایط شاهد، محلول پاشی نانوذرات مس فعالیت ضد باکتریایی و ضد قارچی اسانس اسطوخودوس فلس‌دار را افزایش داد. پس از استفاده از محلول پاشی ۲۵ میلی گرم در لیتر از نانوذرات مس، حداقل غلظت مهارکنندگی اسانس برای *سالمونلا تیفی موریوم*، *اشرشیا کلی* و *کاندیدا آلبیکنس* کاهش یافت و *کاندیدا آلبیکنس* در بین جدایه‌های میکروبی در دوزهای مختلف نانوذرات مس حساس‌ترین به اسانس اسطوخودوس بود [۳۹]. چربی دوستی اجزاء اسانس، که در لایه چربی غشاء سلولی باکتریایی و میتوکندری نفوذ می‌کند و باعث اختلال در ساختار و یکپارچگی می‌شود، ممکن است منبع فعالیت ضد باکتریایی آن باشد [۴۰].

اسانس‌های گیاهی به دلیل ماهیت آبگریز قادر به نفوذ در میسلیم قارچ و جلوگیری از رشد آن هستند. اما به دلیل وجود ترکیبات مختلف در اسانس‌های گیاهی، مکانیسم دقیقی در رابطه با اثر ضد قارچی آنها وجود ندارد. به نظر می‌رسد این ترکیبات قادر به افزایش نفوذپذیری و آسیب غشا بوده و قادر به مبارزه با قارچ‌ها و اصلاح مورفولوژی سلولی هستند [۲۶، ۴۱]. سیوکارلان و همکاران (۲۰۱۸) بیان کرد که اثر ضد قارچی اسانس انجدان رومی بر علیه *کاندیدا یوتیلیس* می‌تواند به دلیل وجود ترکیبات بتا فلاندن، آلفا

<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.06.008>.

- [3] Hosseini, A., Koushesh Saba, M. , & Ashengroph, M. (2024). Efficacy of aquatic yeasts to control gray mold decay, and impacts on strawberry quality during cold storage and shelf life. *Scientia Horticulturae*, 323, 112503. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112503>.
- [4] El-Naggar, N. E.-A., Saber, W. I. A., Zweil, A. M. , & Bashir, S. I. (2022). An innovative green synthesis approach of chitosan nanoparticles and their inhibitory activity against phytopathogenic *Botrytis cinerea* on strawberry leaves. *Scientific*

- Reports*, 12(1), 3515. DOI: 10.1038/s41598-022-07073-y.
- [5] Oliveira Filho, J. G. d., da Cruz Silva, G., de Aguiar, A. C., Cipriano, L., de Azeredo, H. M. C., Bogusz Junior, S., & Ferreira, M. D. (2021). Chemical composition and antifungal activity of essential oils and their combinations against *Botrytis cinerea* in strawberries. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(2), 1815-1825. DOI: 10.1007/s11694-020-00765-x.
- [6] Palou, L., Ali, A., Fallik, E., & Romanazzi, G. (2016). GRAS, plant- and animal-derived compounds as alternatives to conventional fungicides for the control of postharvest diseases of fresh horticultural produce. *Postharvest Biology and Technology*, 122, 41-52. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.04.017>.
- [7] 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), e5989. DOI: <https://doi.org/10.17795/zjrms-5989>.
- [8] Alizadeh Behbahani, B., & Imani Fooladi, A. A. (2018). Antibacterial activities, phytochemical analysis and chemical composition Makhlaheh extracts against the growth of some pathogenic strain causing poisoning and infection. *Microbial Pathogenesis*, 114, 204-208. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.12.002>.
- [9] Tabatabaei Yazdi, F., Alizadeh Behbahani, B., 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).
- [10] Alizadeh Behbahani, B., Tabatabaei Yazdi, F., Shahidi, F., & Mohebbi, M. (2012). Antimicrobial activity of *Avicennia marina* extracts ethanol, methanol & glycerin against *Penicillium digitatum* (citrus green mold). *Scientific Journal of Microbiology*, 1(7), 147-151.
- [11] Noshad, M., Alizadeh Behbahani, B., & Nikfarjam, Z. (2022). Chemical composition, antibacterial activity and antioxidant activity of Citrus bergamia essential oil: Molecular docking simulations. *Food Bioscience*, 50, 102123. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.102123>.
- [12] 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. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1202228>.
- [13] Shirani, K., Falah, F., Vasiee, A., Yazdi, F. T., Behbahani, B. A., & Zanganeh, H. (2022). Effects of incorporation of *Echinops setifer* extract on quality, functionality, and viability of strains in probiotic yogurt. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 16(4), 2899-2907.
- [14] Ahmad Nejhad, A., Alizadeh Behbahani, B., Hojjati, M., Vasiee, A., & Mehrnia, M. A. (2023). Identification of phytochemical, antioxidant, anticancer and antimicrobial potential of *Calotropis procera* leaf aqueous extract. *Scientific Reports*, 13(1), 14716. DOI: 10.1038/s41598-023-42086-1.
- [15] Bahmanzadegan, A., Zareiyan, F., Rowshan, V., Hatami, A., & Habibian, M. R. (2023). Chemical Composition and Antioxidant Activity of Essential Oil from *Lavandula sublepidota*. *Chemistry of Natural Compounds*, 59(3), 578-581. DOI: 10.1007/s10600-023-04059-8.
- [16] Heydari, S., Jooyandeh, H., Alizadeh behbahani, B., & Noshad, M. (2019). Invitro Determination of Chemical Compounds and Antibacterial Activity of *Lavandula* Essential oil against some Pathogenic Microorganisms. *Journal of Ilam University of Medical Sciences*, 27(4), 77-89. DOI: 10.29252/sjimu.27.4.77.
- [17] 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).
- [18] Caprari, C., Fantasma, F., Monaco, P., Divino, F., Iorizzi, M., Ranalli, G., Fasano, F., & Saviano, G. (2023). Chemical Profiles, In Vitro Antioxidant and Antifungal Activity of Four Different *Lavandula angustifolia* L. EOs.

- Molecules*, 28(1). DOI: 10.3390/molecules28010392.
- [19] D'Auria, F. D., Tecca, M., Strippoli, V., Salvatore, G., Battinelli, L., & Mazzanti, G. (2005). Antifungal activity of *Lavandula angustifolia* essential oil against *Candida albicans* yeast and mycelial form. *Medical Mycology*, 43(5), 391-396. DOI: 10.1080/13693780400004810.
- [20] Zuzarte, M., Gonçalves, M. J., Cruz, M. T., Cavaleiro, C., Canhoto, J., Vaz, S., Pinto, E., & Salgueiro, L. (2012). *Lavandula luisieri* essential oil as a source of antifungal drugs. *Food Chemistry*, 135(3), 1505-1510. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.05.090>.
- [21] Zuzarte, M., Vale-Silva, L., Gonçalves, M. J., Cavaleiro, C., Vaz, S., Canhoto, J., Pinto, E., & Salgueiro, L. (2012). Antifungal activity of phenolic-rich *Lavandula multifida* L. essential oil. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, 31(7), 1359-1366. DOI: 10.1007/s10096-011-1450-4.
- [22] Rahmati-Joneidabad, M., & Jooyandeh, H. (2023). Evaluation of the effect of edible coating based on *Lepidium sativum* seed mucilage in combination with *Cinnamomum zeylanicum* essential oil on increasing the shelf life of strawberries. *Iranian Journal of Food Sciences and Industries*, 20(139).
- [23] Khalifa, I., Barakat, H., El-Mansy, H. A., & Soliman, S. A. (2016). Improving the shelf-life stability of apple and strawberry fruits applying chitosan-incorporated olive oil processing residues coating. *Food Packaging and Shelf Life*, 9, 10-19. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2016.05.006>.
- [24] Shankar, S., Khodaei, D., & Lacroix, M. (2021). Effect of chitosan/essential oils/silver nanoparticles composite films packaging and gamma irradiation on shelf life of strawberries. *Food Hydrocolloids*, 117, 106750. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106750>.
- [25] Keivanfar, L., Nateghi, L., Rashidi, L., Pourahmad, R., & Rashidi Nodeh, H. (2023). Comparing two different extraction techniques on chemical composition and antioxidant property of three essential oils of *Ferulago contracta*, *Rosmarinus officinalis* and *Lavandula sublepidota*. *Journal of Food Measurement and*
- Characterization*, 17(4), 3579-3591. DOI: 10.1007/s11694-023-01859-y.
- [26] Rahmati-Joneidabad, M., Zare-Bavani, M. R., & Borna, F. (2024). Evaluation of the chemical characteristics and control of the growth of spoilage fungi causing rot in grape fruit using ginger essential oil (*Zingiber officinale*). *Journal of Food Science and Technology*, 21(154), 151-162. DOI: 10.22034/FSCT.21.154.151.
- [27] Rahmati-Joneidabad, M., Alizadeh Behbahani, B., & Noshad, M. (2022). Evaluation of total phenols and flavonoids, antioxidant power, and antimicrobial activity of *Levisticum officinale* Koch essential oil against some spoilage fungi causing apple and orange rot. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 18(5), 699-709. DOI: 10.22067/ifstrj.2022.74735.1136.
- [28] Rahmati-Joneidabad, M., Alizadeh Behbahani, B., & Noshad, M. (2023). Investigation of Chemical Properties of Green Tea Ethanolic Extract and Its Inhibitory and Lethal Effects on *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea* and *Rhizopus stolonifer* (Causing Rot in Strawberry and Grapes). *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 19(4), 477-489. DOI: 10.22067/ifstrj.2022.76184.1163.
- [29] Verma, R. S., Rahman, L. U., Chanotiya, C. S., Verma, R. K., Chauhan, A., Yadav, A., Singh, A., & Yadav, A. K. (2010). Essential oil composition of *Lavandula angustifolia* Mill. cultivated in the mid hills of Uttarakhand, India. *Journal of the serbian chemical society*, 75(3), 343-348. DOI: <https://doi.org/10.2298/JSC090616015V>.
- [30] Hanamantagouda, M. S., Kakkalameli, S. B., Naik, P. M., Nagella, P., Seetharamareddy, H. R., & Murthy, H. N. (2010). Essential oils of *Lavandula bipinnata* and their antimicrobial activities. *Food Chemistry*, 118(3), 836-839. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.032>.
- [31] 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*, 2020(1), 5190603.

- [32] Robu, S., Aprotosoie, A. C., Miron, A., Cioancă, O., Stănescu, U. , & Hăncianu, M. (2012). In vitro antioxidant activity of ethanolic extracts from some *Lavandula* species cultivated in Romania. *cell*, 60(3), 394-401.
- [33] Afoulous, S., Ferhout, H., Raoelison, E. G., Valentin, A., Moukarzel, B., Couderc, F. , & Bouajila, J. (2013). Chemical composition and anticancer, antiinflammatory, antioxidant and antimalarial activities of leaves essential oil of *Cedrelopsis grevei*. *Food and chemical toxicology*, 56, 352-362.
- [34] Pateiro, M., Barba, F. J., Domínguez, R., Sant'Ana, A. S., Mousavi Khaneghah, A., Gavahian, M., Gómez, B. , & Lorenzo, J. M. (2018). Essential oils as natural additives to prevent oxidation reactions in meat and meat products: A review. *Food Research International*, 113, 156-166. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.07.014>.
- [35] Dhanani, T., Shah, S., Gajbhiye, N. A. , & Kumar, S. (2017). Effect of extraction methods on yield, phytochemical constituents and antioxidant activity of *Withania somnifera*. *Arabian Journal of Chemistry*, 10, S1193-S1199. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2013.02.015>.
- [36] Li, Y., Tan, B., Cen, Z., Fu, Y., Zhu, X., He, H., Kong, D. , & Wu, H. (2021). The variation in essential oils composition, phenolic acids and flavonoids is correlated with changes in antioxidant activity during *Cinnamomum loureirii* bark growth. *Arabian Journal of Chemistry*, 14(8), 103249. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2021.103249>.
- [37] 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.
- [38] Behbahani, B. A., Shahidi, F., Yazdi, F. T., Mortazavi, S. A. , & Mohebbi, M. (2017). Antioxidant activity and antimicrobial effect of tarragon (*Artemisia dracunculus*) extract and chemical composition of its essential oil. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(2), 847-863. DOI: 10.1007/s11694-016-9456-3.
- [39] Mazraeh, A., Tavallali, H. , & Tavallali, V. (2024). Variations in the biochemical characteristics of *Lavandula sublepidota* Rech.f. in response to the foliar enrichment of green-synthesized copper nano complexes from extract of neem and jujube. *Plant Physiology and Biochemistry*, 214, 108885. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2024.108885>.
- [40] Yamine, J., Chihib, N.-E., Gharsallaoui, A., Dumas, E., Ismail, A. , & Karam, L. (2022). Essential oils and their active components applied as: free, encapsulated and in hurdle technology to fight microbial contaminations. A review. *Heliyon*, 8(12). DOI: 10.1016/j.heliyon.2022.e12472.
- [41] Rahmati-Joneidabad, M. , & Alizadeh Behbahani, B. (2021). Identification of chemical compounds, antioxidant potential, and antifungal activity of (*Thymus daenensis*) essential oil against spoilage fungi causing apple rot. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 17(5), 691-700. DOI: 10.22067/ifstrj.v18i1.87595.
- [42] Ciocarlan, A., Dragalin, I., Aricu, A., Lupașcu, L., Ciocarlan, N. , & Popescu, V. (2018). Chemical composition and antimicrobial activity of the *Levisticum officinale* WDJ Koch essential oil. *Chemistry Journal of Moldova*, 13(2), 63-68. DOI: <https://doi.org/10.19261/cjm.2018.514>.



Scientific Research

Evaluation of the chemical characteristics and antifungal effect of *Lavandula sublepidota* essential oil on molds causing strawberry fruit rot and spoilage during storage

Mostafa Rahmati -Joneidabad*¹, Fatemeh Borna²

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	ABSTRACT
Article History: Received:2025/08/20 Accepted:2025/09/29	Strawberries are highly prone to fungal decay. Therefore, utilizing naturally occurring compounds with potential antifungal properties, such as plant essential oils, could effectively control and prevent postharvest diseases in strawberries. This study evaluates the antifungal effectiveness of <i>Lavandula sublepidota</i> essential oil against fungal species responsible for strawberry rot, specifically <i>Aspergillus niger</i>, <i>Rhizopus stolonifer</i>, and <i>Botrytis cinerea</i>. The research also examined the essential oil's chemical composition, total phenolic and flavonoid content, and antioxidant activity. <i>L. sublepidota</i> essential oil was found to be rich in linalool (43.85%). The total phenolic content was recorded at 86.29 mg GAE/g, and the flavonoid content at 21.52 mg QE/g. This essential oil demonstrated significant scavenging activity against DPPH (61.53%) and ABTS (69.85%) free radicals. Antifungal testing revealed that <i>B. cinerea</i> was the most sensitive species, with inhibition zone diameters measuring 13.30 mm and 14.35 mm for disk and well diffusion agar methods, respectively. Furthermore, lower concentrations of the essential oil were necessary to inhibit or eliminate <i>B. cinerea</i>, with minimum inhibitory and fungicidal concentrations of 4 mg/ml and 128 mg/ml, respectively. These findings suggest that <i>L. sublepidota</i> essential oil could serve as a natural antifungal agent to inhibit the growth of harmful fungi on strawberries and extend their shelf life.
Keywords: <i>Lavandula sublepidota</i>; essential oil; antifungal; shelf life; strawberries.	
DOI: 10.48311/fsct.2026.84088.0 *Corresponding Author E- Rahmati@asnrukh.ac.ir	