



بررسی اثرات ضد قارچی اسانس گیاهان زنیان (*Trachyspermum ammi*)، مرزه (*Satureja hortensis*) و نعناع فلفلی (*Mentha piperita*) بر کپک‌های آلوده کننده پنیر سفید ایرانی

درنوش جعفرپور^{۱*}، پریسا عطایی^۲

۱- استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد فسا، دانشگاه آزاد اسلامی، فسا، ایران.
۲- دانش آموخته کارشناسی گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فسا، فسا، ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

چکیده	اطلاعات مقاله
<p>حضور قارچ‌ها می‌تواند باعث فساد مواد غذایی شده، کیفیت و ایمنی پنی‌های سفید را کاهش دهد. علاقه قابل توجهی هم در صنعت و هم در تحقیقات علمی در زمینه حفظ مواد غذایی با استفاده از اسانس‌ها برای جلوگیری از رشد قارچ‌ها ایجاد شده است. از این رو، هدف از تحقیق حاضر، بررسی ترکیبات شیمیایی و خواص ضد قارچی چندین اسانس با منشا ایرانی در برابر کپک‌های آلوده کننده پنیر سفید ایرانی بود. در این مطالعه، از اسانس‌های حاصل از گیاهان زنیان (<i>Trachyspermum ammi</i>)، مرزه (<i>Satureja hortensis</i>) و نعناع فلفلی (<i>Mentha piperita</i>) استفاده شد. ترکیبات شیمیایی اسانس‌ها با استفاده از کروماتوگرافی گازی مشخص شد. خواص ضد قارچی اسانس‌ها در برابر کپک‌ها توسط روش‌های انتشار دیسک در آگار، حداقل غلظت مهار (MIC) و حداقل غلظت قارچ کشی (MFC) تعیین شد. طبق نتایج حاصل از آزمایشات انتشار دیسک، حساس‌ترین کپک‌ها در برابر تمام اسانس‌ها، کپک تریکودرما هارزیانوم بود و پسیلومایسس واریوتی، اسپریژیلوس نایجر و اسپریژیلوس اوریزا مقاومت بالایی نشان دادند. به علاوه، نتایج MIC و MFC نشان داد که حساس‌ترین کپک به هر سه اسانس زنیان، مرزه و نعناع فلفلی کپک تریکودرما هارزیانوم بود که مقادیر MIC آن به ترتیب ۰/۲۸۱، ۰/۲۵۰ و ۰/۵۶۲ $\mu\text{L}/\text{mL}$ و مقادیر MFC آن به ترتیب ۰/۵۶۲، ۰/۵۶۲ و ۱/۱۲۵ $\mu\text{L}/\text{mL}$ بدست آمد. هم‌چنین، در میان اسانس‌های مورد مطالعه، مرزه و زنیان بیشترین فعالیت ضد قارچی را نشان دادند، در حالی که نعناع فلفلی خواص ضد قارچی کمتری در مقایسه با دو اسانس دیگر نشان داد. بر اساس نتایج، می‌توان گفت که اسانس‌های مرزه و زنیان دارای عملکرد ضد قارچی مناسبی بوده و امکان استفاده از آن‌ها به منظور کاربرد در صنایع غذایی، داروسازی، پزشکی و عناصر ضد قارچی وجود دارد.</p>	<p>تاریخ‌های مقاله:</p> <p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۰۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۰۳</p> <p>کلمات کلیدی: خصوصیات ضد قارچی، ترکیب شیمیایی، اسانس، پنیر سفید ایرانی.</p> <p>DOI: 10.52547/fsct.19.124.113 DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.26.3</p> <p>* مسئول مکاتبات: Do.Jafarpour@iau.ac.ir</p>

۱- مقدمه

پنیر سفید یکی از رایج‌ترین پنیرهای نرم تولید شده و مصرفی در ایران است. حضور و رشد قارچ‌ها باعث فساد شده و به طور چشمگیری می‌تواند منجر به کاهش کیفیت و ایمنی محصولات غذایی شود. رشد کپک‌ها در پنیر با تولید طعم و بوهای نامطلوب، مایع شدن لخته و در بعضی موارد تولید مایکوتوکسین همراه است. در دو دهه گذشته، ظهور مقاومت به داروهای مختلف ضد قارچی به طور قابل توجهی سرعت گرفته است. از مهم‌ترین عوامل بیماری‌زا که مسئول عفونت‌های منتقل شونده از راه غذا هستند، می‌توان به گونه‌های *آسپرژیلوس* مقاوم به داروهای گروه آزولی و گونه‌های *کاندیدا* اشاره کرد [۱ و ۲]. از این رو، تولیدکنندگان مواد غذایی ناچار به استفاده از نگهدارنده‌های شیمیایی جهت کنترل رشد و فعالیت میکروارگانیسم‌ها هستند. با توجه به نگرانی‌های عمومی در خصوص عوارض نگهدارنده‌های شیمیایی، تمایل به مصرف محصولات طبیعی است که فاقد نگهدارنده بوده و یا از نگهدارنده طبیعی استفاده شده است [۳ و ۴]. به همین دلیل در سال‌های اخیر مطالعات زیادی پیرامون نگهدارنده‌های طبیعی صورت گرفته است. از جمله این نگهدارنده‌ها اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی است [۵]. به منظور جلوگیری موثر از رشد قارچ‌ها و تولید مایکوتوکسین‌ها، در صنعت و تحقیقات علمی در زمینه حفظ غذاها، توجه زیادی به استفاده از اسانس‌ها ایجاد شده است. ایران از نظر آب و هوا و موقعیت جغرافیایی، یکی از بهترین نقاط جهان برای رشد گیاهان دارویی است [۶ و ۷]. مرزه با نام علمی *Satureja hortensis*، یک گیاه معطر علفی یک ساله و بومی منطقه مدیترانه می‌باشد [۸ و ۹]. قسمت‌های هوایی مرزه دارای اثرات درمانی مانند تسهیل هضم، ادرارآور، قابض، تقویت کننده معده، ضد نفخ، ضد اسهال و ضد انگل است. در سال‌های اخیر عمدتاً به دلیل فعالیت بیولوژیکی بالا و سهولت کشت در مقیاس بزرگ، روغن فرار، اولئورزین و عصاره حاصل از مرزه به طور گسترده‌ای به عنوان عوامل آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی در صنایع غذایی (کنسروها و نوشیدنی‌ها) و صنایع دارویی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۰ و ۱۱]. چندین مطالعه بر روی اسانس مرزه نشان داده است که این گیاه حاوی مقادیر بالایی از ترکیبات فنلی مانند γ -ترپن، کارواکرول، تیمول، p -سیمن، β -کاریوفیلین و دیگر ترپنوئیدها است [۱۲ و ۱۳]. زنیان با نام علمی

Trachyspermum ammi، که به آن Ajowan می‌گویند، یکی از ادویه‌های دانه معطر است. این گیاه متعلق به خانواده *Apiaceae* است که به طور کلی برای اهداف دارویی به عنوان محرک گوارش یا درمان اختلالات کبدی استفاده می‌شود. زنیان یک گیاه سنتی است و به عنوان ضد تهوع، ضد نفخ، تقوت کننده معده، کاهش دهنده کلسترول خون و تسکین دهنده اسپاسم به کار می‌رود [۱۴]. تیمول جزء اصلی روغن این گیاه است که در درمان ناراحتی‌های گوارشی، بی‌اشتهایی و مشکلات تنفسی استفاده می‌شود [۱۵]. اسانس دانه این گیاه نیز حاوی ۵۰٪ تیمول است که یک میکروب کش، ضد اسپاسم و قارچ کش قوی است. گیاه نعناع فلفلی با نام علمی *Mentha piperita* از خانواده *Lamiaceae* می‌باشد. گونه‌ای است که در ایران و بسیاری از نقاط جهان یافت می‌شود و از نظر بو، طعم‌دهندگی و خواص درمانی در غذاها و محصولات صنعتی آرایشی دارای ارزش اقتصادی است [۱۶ و ۱۷]. روغن نعناع فلفلی یکی از شناخته شده‌ترین و پرکاربردترین اسانس‌ها است که در موقعیت‌های مختلف پزشکی برای کاهش سوزش پوست، آفتاب سوختگی، تب، گلودرد، دردهای عضلانی و در گرفتگی بینی کاربرد دارد [۱۸ و ۱۹]. نشان داده شده است که اسانس نعناع فلفلی اثر مهارکنندگی بر رشد قارچ‌ها و تولید آفلاتوکسین توسط گونه‌های *آسپرژیلوس* دارد [۲۰]. کپک‌های رشته‌ای و مخمرها رایج‌ترین میکروارگانیسم‌های ایجاد کننده فساد در مواد غذایی و خوراکی‌ها هستند [۲۱]. تخمین زده می‌شود که تا ۱۰ درصد از غذای تولید شده در جهان به دلیل فساد قارچی از بین می‌رود. علاوه بر پیامدهای منفی اقتصادی، برخی از کپک‌ها مایکوتوکسین تولید می‌کنند که می‌تواند برای سلامتی انسان و حیوان خطرناک باشد [۲۲]. کپک‌ها به خوبی با مقدار نسبتاً زیاد چربی و pH پایین که در بسیاری از پنیرها وجود دارد سازگار هستند [۲۳]. آلوده شدن پنیر به کپک می‌تواند مشکلات اقتصادی و حسی را برای محصول ایجاد کند. علاوه بر این، برخی از گونه‌های کپک که مایکوتوکسین تولید می‌کنند می‌تواند خطراتی را برای سلامتی مصرف کنندگان به دنبال داشته باشد [۲۴]. با توجه به نیاز روزافزون در صنعت مواد غذایی به استفاده از ترکیبات نگهدارنده طبیعی، ضرورت انجام تحقیق در خصوص اثرات ضد قارچی گیاهان دارویی و فرآورده‌های حاصل از آن‌ها ضروری است. تا کنون هیچ اطلاعاتی در مورد تأثیر

حاصله پس از جمع‌آوری در ظرف یاد شده در یخچال نگهداری شدند.

۲-۳- شناسایی ترکیبات موجود در اسانس‌ها

از آنجایی که ترکیبات موجود در اسانس‌ها به لحاظ وزن مولکولی و قطبیت به عنوان مواد فرار شناخته می‌شوند از این رو، عمل شناسایی ترکیبات متشکله روغن‌های اسانسی به دست آمده از هر سه گیاه زنیان، مرزه و نعناع فلفلی توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی با طیف سنج جرمی Gas chromatograph-mass spectrometry (GC-MS) انجام شد. اسانس‌ها توسط حلال هگزان نرمال به نسبت ۱ به ۱۰۰ رقیق و به دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) با طیف سنج جرمی (MS) تزریق شد. دستگاه GC استفاده شده در این تحقیق مدل HP-6890 Hewlett Packard بود. درجه حرارت محل تزریق ۲۵۰ درجه‌ی سلسیوس و با برنامه‌ریزی حرارتی ۲۲۰-۶۰ درجه سلسیوس تنظیم شد. ستون دستگاه GC از نوع HP-5MS، گاز حامل شامل هلیوم، شدت جریان ۱ میلی‌لیتر در دقیقه، سرعت افزایش دما ۶ درجه سلسیوس بر دقیقه، طول ستون ۳۰ متر و قطر داخلی آن ۲۵۰ میکرون بود. دستگاه MS مورد استفاده در این تحقیق نیز مدل HP-5973 و با انرژی یونیزاسیون ۷۰ eV بود. پس از تزریق اسانس به دستگاه‌های فوق با استفاده از زمان بازداری ترکیبات، اندیس بازداری، طیف جرمی و مقایسه این مولفه‌ها با ترکیب‌های استاندارد و با اطلاعات موجود در کتابخانه‌ها ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس‌ها مورد بررسی کیفی و کمی قرار گرفت.

۲-۴- سنجش فعالیت ضد قارچی

در این مطالعه از قارچ‌های جدا شده از تحقیق پیشین [۲۶] شامل آسپرژیلوس نایجر، آسپرژیلوس اوریزا، آسپرژیلوس فومیگاتوس، پنی سیلیوم کراستوسوم، پنی سیلیوم کریزوژنوم، پسیلومایسس واریوتی، بایسوکلامیس اسپکتانابیلیس، تریکودرما هارزیانوم و کلادوسپوریم کلادوسپوریوز استفاده شد [۲۶]. فعالیت ضد قارچی اسانس‌ها در برابر قارچ‌های مذکور با استفاده از روش انتشار دیسک در آگار (Disk diffusion) انجام پذیرفت [۲۷]. ابتدا بر روی محیط کشت سابرو دکستروز آگار (SDA)، ۱۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون اسپور قارچ مورد نظر به میزان

اسانس‌های مرزه، زنیان و نعناع فلفلی در جلوگیری از رشد قارچ-های آلوده کننده پنیر سفید ایرانی گزارش نشده است. برای این اساس، هدف از تحقیق حاضر، ارزیابی و مقایسه خواص ضد قارچی اسانس حاصل از گیاهان زنیان، مرزه و نعناع فلفلی در برابر برخی قارچ‌های جدا شده از پنیر سفید آلوده ایرانی می‌باشد.

۲-۲- مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه ترکیبات شیمیایی و فعالیت‌های ضد قارچی گیاهان زنیان، مرزه و نعناع فلفلی در برابر قارچ‌های آلوده کننده پنیر سفید ایرانی در شرایط درون‌تنی، آزمایش‌ها به شرح زیر انجام شدند.

۲-۱- جمع‌آوری گیاهان

هر سه گیاه مرزه، زنیان و نعناع فلفلی از باغ کشاورزی واقع در شهرستان فسا، فارس (28°59'36.6"N, 53°39'07.2"E) جمع‌آوری شده و توسط متخصص گیاه شناسی شناسایی و تایید شدند. پس از جداسازی قسمت‌های مورد نیاز، گیاهان در سایه به دور از نور آفتاب خشک شدند.

۲-۲- استخراج اسانس‌ها

به منظور تهیه اسانس هر یک از گیاهان، ۱۰۰ گرم از میوه‌های خشک زنیان و گل‌های سرسبز مرزه و سرشاخه‌های نعناع فلفلی استفاده شد. اسانس‌گیری به روش تقطیر با آب (hydro-distillation) با استفاده از دستگاه کلونجر (ساخت شرکت Heidolph آلمان، مدل laborota 4003) که به طور معمول جهت استخراج اسانس از اندام‌های خشک گیاه به کار می‌رود، انجام شد. هر یک از گیاهان بعد از توزین به وسیله آسیاب (مدل Waring) با مش ۰/۱ میلی‌متر پودر شدند. سپس، پودر بدست آمده به همراه یک لیتر آب مقطر در داخل بالن ریخته و با حرارت (هیتر برقی) به مدت ۳ ساعت اسانس‌گیری شد [۲۵]. در این مدت ترکیبات فرار همراه با بخار آب خارج شده و پس از سرد شدن به صورت لایه‌ی متمایز بر روی سطح آب در لوله‌ی مدرج دستگاه کلونجر قابل مشاهده بودند. برای جمع‌آوری اسانس، شیر مربوط به لوله‌ی مدرج را باز کرده، پس از خروج آب‌های اضافه از لوله، اسانس در ظرف جداگانه‌ای جمع‌آوری و توسط سولفات سدیم بدون آب، آبگیری شد. جهت جلوگیری از تجزیه اسانس‌ها بوسیله‌ی نور و حرارت، از ظرف شیشه‌ای و تیره رنگ به منظور نگهداری اسانس‌ها استفاده شد. اسانس‌های

1. Solute Retention Time (tr)
2. Retention Index (RI)

۲-۶- سنجش حداقل غلظت قارچ کشی

به منظور تعیین حداقل غلظت قارچ کشی (MFC)، ۱۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون درون چاهک مربوط به MIC و غلظت بالاتر آن بر روی محیط سابرو دکستروز آگار کشت داده شد و برای ۳ روز در دمای ۳۰ درجه‌ی سلسیوس گرمخانه‌گذاری شد. حداقل غلظتی که منجر به عدم رشد شود به عنوان حداقل غلظت قارچ‌کشی (Minimum fungicidal concentration) یا MFC در نظر گرفته شد. از نتایج بدست آمده از نسبت MFC/MIC جهت تعیین خاصیت قارچ‌کشی اسانس مورد نظر استفاده شد، طوری که اگر نسبت بیشتر از ۴ باشد استاتیک و کمتر از ۴ کشنده است.

۲-۷- آنالیز آماری

آزمایش‌ها در سه تکرار انجام شدند. نتایج ابتدا در معرض تجزیه واریانس یک‌طرفه قرار گرفته و سپس برای مقایسه میانگین‌ها و بررسی اختلاف معنی‌داری بین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ انجام شد. منحنی‌های مربوطه در محیط EXCEL توسط نرم‌افزار OFFICE 2016 رسم شدند.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- ترکیبات شیمیایی اسانس‌ها

ترکیبات شیمیایی اسانس‌های مربوط به سه گیاه مورد بررسی در جدول ۱ آورده شده است. نتایج نشان داد که شباهت‌های کیفی زیادی بین اسانس‌ها وجود دارد، اگرچه مقدار برخی از ترکیبات مربوطه متفاوت است. بیست و دو ترکیب (۹۹/۸۹٪) در اسانس گیاه مرزه (*S. hortensis*) شناسایی شد. بیش‌ترین ترکیبات در اسانس مرزه به ترتیب کارواکول (Carvacrol) و گاما ترپینین (γ -terpinene) با ۵۴/۷٪ و ۲۶/۹٪ بودند. بیست و یک ترکیب (۹۹/۶۷٪) در اسانس گیاه زنیان (*T. ammi*) شناسایی شد. هم‌چنین، در اسانس حاصل از گیاه نعناع فلفلی (*M. piperita*)، سی و پنج ترکیب (۹۹/۶۶٪) شناسایی شد که اجزای اصلی این اسانس عبارت بودند از منتول (۳۵/۱٪)، متون (۱۷/۴٪) و متوفوران (۱۱/۶٪). نتایج مربوط به مرزه با مطالعه

spore/mL $10^7 \times 1/5$ ریخته و به طور کامل پخش شد. بعد از آن دیسک‌های کاغذی فیلتر (قطر ۶/۴ میلی‌متر) حاوی ۱۰ میکرولیتر از هر اسانس بر روی سطح صفحات آگار به فاصله‌ی ۳۰ میلی‌متر از یکدیگر و بدنه‌ی پلیت قرار داده شدند. سپس پلیت‌ها در دمای ۳۰ درجه‌ی سلسیوس تحت شرایط هوازی به مدت ۳-۷ روز (زمانی که میسلیم قارچ‌ها نمایان شد) گرمخانه‌گذاری شدند. پس از اتمام این زمان، اندازه‌ی هاله‌ی بازدارنده با استفاده از خط کش اندازه‌گیری و بر حسب سانتی‌متر بیان شد.

۲-۵- سنجش حداقل غلظت بازدارندگی

سنجش حداقل میزان بازدارندگی (MIC) با استفاده از میکروپلیت‌های ۹۶ خانه‌ای از جنس پلی استر انجام شد. تحت شرایط استریل و با استفاده از سمپلر، ۵۰ میکرولیتر از محیط کشت سابرو دکستروز براث (SDB) به تمام خانه‌های پلیت از ستون یک تا ده اضافه شد. سپس ۵۰ میکرولیتر از اسانس مورد نظر به خانه‌های ستون اول اضافه شد، بعد از یکنواخت نمودن مخلوط درون خانه‌ها، ۵۰ میکرولیتر از سوسپانسیون یکنواخت درون خانه‌ها برداشته شد و به خانه‌های ستون دوم اضافه شد، بعد از پیست کردن و ایجاد سوسپانسیون یکنواخت مجدداً ۵۰ میکرولیتر از سوسپانسیون برداشته و به خانه‌های ستون سوم اضافه شد، این روند رقیق‌سازی اسانس به نصف غلظت ستون قبلی در هر ستون، تا ستون یازدهم ادامه داشت. در نهایت غلظت ترکیب مورد آزمون در خانه‌های ستون ده به $1 \mu\text{g/ml}$ رسید. سپس ۵۰ میکرولیتر از سوسپانسیون آماده هر کدام از قارچ‌های مورد بررسی در شرایط استریل به تمام خانه‌ها از ستون یک تا ده اضافه شد. خانه‌های ستون یازدهم به عنوان کنترل مثبت آزمایش، تنها دارای ۱۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون کپک مورد نظر و خانه‌های ستون دوازدهم به عنوان کنترل منفی آزمایش و سنجش استریل بودن آزمون، فقط دارای ۱۰۰ میکرولیتر از محیط کشت بودند. میکروپلیت آماده شده به مدت ۳ روز در دمای ۳۰ درجه‌ی سلسیوس گرمخانه‌گذاری شد. حداقل غلظتی از اسانس که از رشد قارچ ممانعت به عمل آورد، حداقل غلظت بازدارندگی (Minimum inhibitory concentration) یا MIC گفته می‌شود.

مختلف از طیف وسیعی از مرز که از نقاط مختلف ایران جمع‌آوری شده بودند شناسایی کرد [۲۹]. گزارش شد که ترکیبات اصلی شامل کارواکرول، گاما ترپین و پارا سیمن به ترتیب در حدود ۴۲-۸۳/۳، ۰/۵-۲۸/۵ و ۱-۱۷/۱٪ بودند.

Tozlu و همکاران (۲۰۱۱) سازگار بود [۲۸]. آن‌ها کارواکرول (۵۴/۷٪)، گاما ترپین (۲۰/۹٪) و پارا سیمن (p-cymene) (۱۲/۳٪) را به عنوان اجزای اصلی مرز گزارش دادند. در مطالعه‌ای دیگر، هادیان و همکاران (۲۰۱۰)، بیست و نه ترکیب

Table 1 Chemical composition of the EOs.

Components	RI ^a	<i>S. hortensi</i>	<i>T. ammi</i>	<i>M. piperita</i>
alpha-Thujene	924	1.9	0.66	-
alpha- Pinene	932	1.25	0.25	0.84
Camphene	946	0.1	-	-
Sabinene	969	-	0.65	0.66
beta-Pinene	974	0.73	1.75	1.2
Myrcene	988	2	0.98	0.28
3-Octanol	989	-	-	0.21
alpha-Phellanderene	1002	0.47	-	-
DELTA.3.Carene	1008	-	0.08	-
alpha-terpinene	1014	4.9	0.76	0.2
p-Cymene	1020	3.2	19	0.11
Limonene	1024	0.62	-	2.3
Beta-Phellandrene	1025	-	1	-
1,8-Cineole	1026	-	-	5.98
Cis-beta-ocimene	1032	-	0.02	0.21
gama- Terpinene	1054	26.9	30.2	0.34
cis- Sabinene hydrate	1065	-	0.04	1.1
Terpinolene	1086	0.07	0.17	0.12
Linalool	1095	-	0.14	0.38
Citronellal	1148	-	-	-
Menthon	1149	-	-	17.48
Menthofuran	1159	-	-	11.66
Neo-Menthol	1161	-	-	4.9
Borneol	1165	0.09	-	-
Menthol	1167	-	-	35.1
Terpinene-4-ol	1174	0.2	0.19	-
Neo-Iso Menthol	1184	-	-	0.76
alpha-Terpineol	1186	0.05	0.14	0.55
Pulgone	1233	-	-	1.8
Carvacrol Methyl ether	1241	0.09	-	-
Piperiton	1248	-	-	0.63
Neo- Menthyl acetate	1271	-	-	0.14
trans- Anethol	1282	-	1.39	-
Thymol	1289	0.21	41.7	-
Menthyl acetate	1294	-	-	3.8
Carvacrol	1298	54.7	0.51	-
Iso Menthyl acetate	1304	-	-	0.14
piperitenone	1340	-	0.04	-
Carvacrol acetate	1370	1	-	-

Table 1
(Continued).

Components	RI	<i>S. hortensi</i>	<i>T. ammi</i>	<i>M. piperita</i>
Beta- Bourbonene	1387	-	-	0.26
Beta elemene	1389	-	-	0.13
trans- Caryophyllene	1417	0.74	-	2.9
alpha- Humulene	1452	-	-	0.14
Trans- beta- Farnesene	1454	-	-	0.47
Gernacrene-D	1484	-	-	3.47
piperitenone	1340	-	0.04	-
Carvacrol acetate	1370	1	-	-
Beta- Bourbonene	1387	-	-	0.26
Beta elemene	1389	-	-	0.13
trans- Caryophyllene	1417	0.74	-	2.9
alpha- Humulene	1452	-	-	0.14
Trans- beta- Farnesene	1454	-	-	0.47
Gernacrene-D	1484	-	-	3.47
Bicyclogermacrene	1500	0.14	-	0.45
Beta-Bisabolene	1505	0.43	-	-
delta- cadinene	1522	-	-	0.07
Spathulenol	1577	0.1	-	-
Caryophyllen oxide	1582	-	-	0.11
Viridiflorol	1592	-	-	0.77
Total (%)		99.89	99.67	99.66

دست آمده از گیاهان کشت شده در شهرستان فسا در حد مطلوبی می‌باشد. به عبارت دیگر اسانس این گیاهان از نظر ترکیبات تیمول، گاما ترپینن، کارواکرول و پارا سیمن غنی هستند. باید توجه داشت نوع، وارته، اندام گیاهی، سن گیاه، روش‌های مورد استفاده برای عصاره‌گیری و آزمایشات فیتوشیمیایی از جمله عوامل مؤثر در شناسایی ترکیبات هستند. مشخص شده است گیاهان مناطق گرمسیری از ترکیبات فلاونوئیدی و ضد قارچی بیشتری برخوردار هستند [۳۳].

۳-۲- فعالیت ضد قارچی

غربالگری اولیه خواص ضد قارچی اسانس حاصل از سه گیاه مورد مطالعه در برابر قارچ‌هایی که از پنیر سفید ایرانی جدا و شناسایی شده بودند انجام شد و با استفاده از وجود یا عدم وجود هاله بازدارنده و قطر هاله ایجاد شده، قدرت آن‌ها بررسی شد. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، حساس‌ترین قارچ در برابر هر سه اسانس، کپک *Trichoderma harizanum* با هاله بازدارندگی رشد ۵/۱، ۵/۳ و ۲/۹ سانتی‌متر به ترتیب برای مرزه، زنیان و نعناع فلفلی به

در نتیجه تجزیه و تحلیل GC-MS، اجزای اصلی در اسانس‌ها به ترتیب تیمول (Thymol)، گاما ترپینن و پارا سیمن با ۴۱/۷، ۳۰/۲ و ۱۹٪ بدست آمد. Paul و همکاران (۲۰۱۱)، ۳۰٪ ترکیب مختلف را در گیاه زنیان شناسایی کردند که ۹۱/۳۹٪ از کل اسانس حاوی تیمول و پارا سیمن به عنوان ترکیبات اصلی اسانس به ترتیب با میزان ۴۹/۶۴ و ۱۶/۳۳٪ بود [۳۰]. گودرزی و همکاران (۲۰۱۱)، گزارش کردند که تیمول (۳۶/۷٪)، گاما ترپینن (۳۶/۵٪) و پارا سیمن (۲۱/۱٪) اجزای اصلی اسانس زنیان هستند [۳۱]. اجزای اصلی اسانس نعناع فلفلی شامل منتول، منتون و متوفوران بودند. Yadegarinia و همکاران (۲۰۰۶)، بیست و شش ترکیب را در اسانس نعناع فلفلی شناسایی کردند. آن‌ها α -terpinene (۱۹/۷٪)، isomenthone (۱۰/۳٪)، trans-carveol (۱۴/۵٪)، pipertitinone oxide (۱۹/۳٪) و β -caryophyllene (۷/۶٪) را به عنوان ترکیبات اصلی در نعناع فلفلی گزارش کردند [۳۲].

مقایسه نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل اسانس هر سه گیاه با نتایج تحقیقات انجام شده نشان داد که کیفیت هر سه اسانس به

بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان داد که اسانس این گیاه خاصیت مهارکنندگی خوبی بر علیه قارچ‌های آسپرژیلوس فومیگاتوس، آسپرژیلوس فلاووس، فوزاریوم، تریکوفایتون روبروم و میکروسپوروم کنیس داشته و گزارش کردند که از این گیاه می‌توان برای درمان بیماری‌های قارچی و هم‌چنین به عنوان یک ضد عفونی کننده استفاده کرد [۳۴]. فعالیت ضد قارچی اسانس‌ها بر اساس قطر هاله بازدارنده مستقیماً به انتشار ترکیبات نامحلول در محیط کشت بستگی دارد، بنابراین ارزیابی با روش‌های رقیق‌سازی بهتر از روش‌های انتشار به نظر می‌رسد. از این رو، بررسی فعالیت ضد قارچی تنها با این روش فاقد صلاحیت است و لازم است از روش‌های دیگری نیز استفاده شود.

دست آمد. پس از آن کپک آسپرژیلوس فومیگاتوس (*Aspergillus fumigatus*) با میزان هاله بازدارنده رشد ۴/۹، ۵/۱ و ۲/۹ سانتی‌متر برای مرزه، زنیان و نعنای فلفلی قرار دارد. در بین کپک‌های مورد مطالعه، پسیلومایسس واریوتی، آسپرژیلوس نایجر و آسپرژیلوس اوریزا بیش‌ترین مقاومت را نسبت به اسانس‌ها نشان دادند، به نحوی که کم‌ترین هاله بازدارنده مربوط به اسانس نعنای فلفلی به ترتیب با قطر هاله ۰/۹، ۱/۴ و ۱/۳ سانتی‌متر به دست آمد. همان‌طور که از نتایج مشخص است، میانگین تأثیرات مهارتی رشد اسانس‌های مزبور، در مقابل کپک‌های جدا شده از پنیر، به نوع اسانس و قارچ تحت آزمایش بستگی دارد. سپهوند و همکاران (۲۰۰۶)، اثرات ضد قارچی اسانس گیاه ساتوریا خوزستانی را به روش دیسک مورد

Table 2 Mean diameter of growth inhibition zone (cm) showing the antibacterial activity for the essential oils; disk diameter 6 mm^a.

Mold strains	Essential oils		
	<i>S. hortensis</i>	<i>T. ammi</i>	<i>M. piperita</i>
<i>Aspergillus oryza</i>	2.6±0.18 ^{gA}	2.5±0.07 ^{gA}	1.3±0.16 ^{gB}
<i>Aspergillus niger</i>	2.5±0.09 ^{gA}	2.6±0.11 ^{gA}	1.4±0.09 ^{gB}
<i>Aspergillus fumigatus</i>	4.9±0.07 ^{ba}	5.1±0.21 ^{ba}	2.9±0.11 ^{bb}
<i>Penicillium crustosum</i>	3.3±0.17 ^{fa}	3.3±0.12 ^{fa}	2.1±0.06 ^{fb}
<i>Penicillium chrysogenum</i>	3.6±0.22 ^{ca}	3.7±0.25 ^{ca}	1.9±0.12 ^{cb}
<i>Paecilomyces variotii</i>	1.9±0.14 ^{ha}	2.1±0.09 ^{ha}	0.9±0.07 ^{hb}
<i>Byssochlamys spectabilis</i>	4.1±0.24 ^{ca}	4.3±0.11 ^{ca}	2.8±0.07 ^{cb}
<i>Trichoderma harizanum</i>	5.1±0.08 ^{aa}	5.3±0.05 ^{aa}	2.9±0.18 ^{ab}
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	3.9±0.06 ^{da}	3.3±0.21 ^{da}	2.4±0.09 ^{db}

^a Data represent the mean value of 3 replicate ± standard deviation. Different uppercase letters indicate significant difference at $P < 0.05$ level between data in each row and lowercase letters indicate significant difference at $P < 0.05$ level between data in each column.

به ترتیب ۰/۳۱۲، ۰/۳۱۲ و ۰/۵۰ $\mu\text{L}/\text{mL}$ و مقادیر MFC به ترتیب ۰/۴۳۷، ۰/۵۰ و ۰/۸۷۵ $\mu\text{L}/\text{mL}$ دومین کپک آسیب پذیر به زنیان، مرزه و نعنای فلفلی بود. با توجه به داده‌های به دست آمده در این مطالعه، از بین اسانس‌های مورد بررسی، زنیان و مرزه بیشترین فعالیت ضد قارچی را نشان دادند، در حالی که گیاه نعنای فلفلی در مقایسه با دو گیاه دیگر خواص ضد قارچی کمتری از خود نشان داد. دلیل این تفاوت مربوط به ترکیبات اصلی تشکیل دهنده هر اسانس می‌باشد. کارواکرول و تیمول به عنوان عامل ضد میکروبی در اسانس‌ها شناخته می‌شوند. نسبت دادن فعالیت همه اسانس‌ها به یک ترکیب خاص دشوار است، اما بر اساس یافته‌های اخیر می‌توان حدس زد که حضور کارواکرول و تیمول با فعالیت ضدقارچی اسانس‌ها می‌تواند مرتبط باشد.

۳-۳- حداقل غلظت بازدارندگی و قارچ کشی

داده‌های دقیق‌تری در مورد خواص ضد قارچی اسانس‌ها از طریق تعیین حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) و حداقل غلظت قارچ-کشی (MFC) به دست آمد. جدول ۳، MIC و MFC اسانس‌ها را در برابر کپک‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول ۳ نشان داده شده است، تمام اسانس‌ها خواص ضد قارچی متوسط تا قوی را در برابر همه کپک‌های مورد آزمون نشان دادند. حساس‌ترین کپک به هر سه اسانس با آسیب‌پذیری بالا نسبت به زنیان، مرزه و نعنای فلفلی کپک تریکودرما هارزینانوم بود که مقادیر MIC آن به ترتیب ۰/۲۸۱، ۰/۲۵۰ و ۰/۵۶۲ $\mu\text{L}/\text{mL}$ و مقادیر MFC آن به ترتیب ۰/۵۶۲، ۰/۵۶۲ و ۱/۱۲۵ $\mu\text{L}/\text{mL}$ به دست آمد. کپک آسپرژیلوس فومیگاتوس با MIC

تیمول و کارواکرول حاوی گروه هیدروکسیل آزاد در اسکلت خود می‌باشند و همین امر باعث شده است که دارای خاصیت قارچ‌کشی بیشتری نسبت به پارا سیمن باشند [۳۷]. بنابراین نوع ترکیب شیمیایی و وجود گروه هیدروکسیل در حلقه آروماتیک در فعالیت ضد قارچی ترکیبات نقش اساسی دارند. در مورد مکانیسم عمل کارواکرول و تیمول مشخص شده است که این عوامل باعث تغییراتی در مورفولوژی هیف کپک‌ها شده و منجر به تجزیه دیواره هیف آن‌ها می‌شوند [۴۰]. از سوی دیگر، Veldhuizen و همکاران (۲۰۰۶)، ساختار لازم برای فعالیت کارواکرول را بررسی کردند و دریافتند که گروه هیدروکسیل کارواکرول به خودی خود برای بروز فعالیت ضد میکروبی کافی نیست و جایگزین‌های حلقه آلفاتیکی کارواکرول نیز بر اثر ضد میکروبی آن تأثیر می‌گذارد [۴۱]. مسکوک و همکاران (۲۰۰۴)، بیان کردند که اسانس مرزه قابلیت جلوگیری از رشد قارچ‌های آلوده‌کننده محصولات غذایی را داشته و قادر به جایگزینی مواد ضد قارچی شیمیایی کنونی می‌باشند [۴۲]. مشخص شده است که اسانس‌ها از ساخت DNA، RNA، پروتئین‌ها و پلی ساکاریدها در سلول‌های قارچی و باکتریایی جلوگیری می‌کنند و این مواد تغییراتی مشابه به اثرات ناشی از فعالیت آنتی‌بیوتیک‌ها را در قارچ‌ها موجب می‌شوند [۳۰ و ۴۳]. با این حال، امروزه بیشتر مطالعات در زمینه فعالیت‌های ضد قارچی کارواکرول و تیمول صورت گرفته است، لذا ضرورت انجام تحقیقات بیشتر بر روی سایر اجزای تشکیل‌دهنده اسانس‌ها مانند منتول، متون و متفوران لازم است.

خواص ضد باکتریایی مرزه و زنیان به وضوح شناخته شده است و فعالیت بازدارندگی آن‌ها را با درصد بالایی از کارواکرول و تیمول به عنوان ترکیبات اصلی این گیاهان نسبت داده‌اند [۳۵]. در واقع، کارواکرول و تیمول ساختار بسیار مشابهی دارند و فقط در محل گروه هیدروکسیل در حلقه فنولیک تفاوت دارند. در نتیجه، نحوه عمل آن‌ها مشابه بوده و باعث ایجاد اختلال در غشای خارجی باکتری‌ها و در نتیجه افزایش نفوذپذیری غشای سیتوپلاسمی به ATP و نشت مواد درون سلولی می‌شوند [۳۶]. مکانیسم‌های ضد قارچی کارواکرول و تیمول در مقایسه با عملکرد ضد باکتریایی آن کمتر شناخته شده است. در این رابطه Kordali و همکاران (۲۰۰۸) اثر کارواکرول، تیمول و پارا سیمن در برابر طیف وسیعی از قارچ‌ها را مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها گزارش کردند که کارواکرول و تیمول توانستند رشد میسلیم قارچ‌های مورد آزمایش را به‌طور کامل مهار کنند در حالی که پارا سیمن فعالیت ضد قارچی ضعیفی نشان داد [۳۷]. به علاوه، Sökmen و همکاران (۲۰۰۴)، گزارش کردند که اسانس حاصل از مرزنجوش (*Origanum acutidens*)، حاوی کارواکرول، پارا سیمن و گاما ترینین به ترتیب با ۷۲، ۷/۵ و ۵/۳ درصد به عنوان ترکیبات اصلی اسانس این گیاه بوده و دارای اثرات ضد قارچی در برابر قارچ‌های آزمایش شده هستند [۳۸]. علاوه بر این، اسانس حاصل از *Origanum compactum* دارای کارواکرول (۵۸/۱٪)، پارا سیمن (۱۱/۴٪) و تیمول (۹٪) بوده که کارواکرول و تیمول اثر ضد قارچی بالایی در برابر *Botrytis cinerea* نشان داده‌اند [۳۹]. مشخص شده است که

Table 3 Minimum inhibitory concentration (MIC) and Minimum fungicidal concentration (MFC) ($\mu\text{L/mL}$) of the essential oils.

Mold strains	Essential oils								
	<i>S. hortensis</i>			<i>T. ammi</i>			<i>M. piperita</i>		
	MIC	MFC	MFC/MIC	MIC	MFC	MFC/MIC	MIC	MFC	MFC/MIC
<i>Aspergillus oryza</i>	0.562 ^d	1.125 ^b	2.00 ^a	0.625 ^c	1.125 ^{bc}	1.80 ^b	1.125 ^b	1.750 ^b	1.55 ^c
<i>Aspergillus niger</i>	0.625 ^c	1.125 ^b	1.80 ^b	0.875 ^b	1.250 ^b	1.42 ^c	1.250 ^b	2.500 ^a	2.00 ^a
<i>Aspergillus fumigatus</i>	0.312 ^e	0.437 ^f	1.40 ^e	0.312 ^f	0.500 ^f	1.60 ^b	0.500 ^e	0.875 ^d	1.75 ^b
<i>Penicillium commune</i>	0.625 ^c	1.000 ^b	1.60 ^c	0.562 ^d	1.000 ^c	1.77 ^b	1.000 ^b	1.750 ^b	1.75 ^b
<i>Penicillium crustosum</i>	0.562 ^d	0.875 ^c	1.55 ^{cd}	0.500 ^d	0.875 ^d	1.75 ^b	0.875 ^c	1.500 ^b	1.71 ^b
<i>Penicillium chrysogenum</i>	0.375 ^e	0.625 ^d	1.66 ^c	0.437 ^e	0.750 ^e	1.71 ^b	0.625 ^d	1.125 ^c	1.80 ^b
<i>Paecilomyces variotii</i>	1.500 ^a	2.250 ^a	1.50 ^d	1.125 ^a	2.500 ^a	2.22 ^a	2.250 ^a	2.500 ^a	2.22 ^a
<i>Byssochlamys spectabilis</i>	0.750 ^b	1.250 ^b	1.66 ^c	0.875 ^b	1.750 ^b	2.00 ^a	1.250 ^b	2.250 ^a	2.00 ^a
<i>Trichoderma harizanum</i>	0.281 ^f	0.562 ^e	2.00 ^a	0.250 ^g	0.562 ^f	2.25 ^a	0.562 ^e	1.125 ^c	2.00 ^a

Different lowercase letters indicate significant difference at $P < 0.05$ level between data in each column.

Processing and Preservation, 44(9), e14651.

- [4] Sayadi, M., Mojaddar Langroodi, A. & Jafarpour, D. (2021). Impact of zein coating impregnated with ginger extract and *Pimpinella anisum* essential oil on the shelf life of bovine meat packaged in modified atmosphere. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(6): 5231-5244.
- [5] Skandamis, P., Koutsoumanis, K., Nychas, G. J. & Fasseas K. (2001). Inhibition of oregano essential oil and EDTA on *Escherichia coli* O157: H7 [food hygiene]. *Italian Journal of Food Science*, 13(1): 65-75.
- [6] Jafarpour, D., Hashemi, S. M. B. & Ghaedi, A. (2021). Study the antibacterial properties of different parts of saffron extract and their application in cream. *Food Science and Technology*, 18(115): 339-349. [in Persian].
- [7] Hashemi, S. M. B., Jafarpour, D. & Gholamhosseinpour, A. (2021). Antimicrobial activity of *Carum copticum* and *Satureja khuzestanica* essential oils and acetic acid in vapor phase at different relative humidities and temperatures in peanuts. *Journal of Food Processing and Preservation*, e16269.
- [8] Omidbaigi, R. & Hejazi, M. (2004). Essential oil content and composition of *Satureja hortensis* of two different origins. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 7(2): 175-178.
- [9] Hashemi, S. M. B. & Jafarpour, D. (2020). The efficacy of edible film from Konjac glucomannan and saffron petal extract to improve shelf life of fresh-cut cucumber. *Food Science & Nutrition*, 8(7), 3128-3137.
- [10] Hajhashemi, V., Sadraei, H., Ghannadi, A. R. & Mohseni, M. (2000). Antispasmodic and antidiarrhoeal effects of *Satureja hortensis* L. essential oil. *Journal of Ethnopharmacology*, 71: 187-192.
- [11] Sefidkon, F., Sadeghzadeh, L., Teimouri, M., Asgari, F. & Ahmadi, S. H. (2007). Antimicrobial effects of the essential oils of two *Satureja* species (*S. Khuzistanica* Jamzad and *S. bachtiarica* Bunge) in two harvesting time. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 23(2): 174-182.
- [12] Rojas, L. B. & Usubillaga, A. (2000). Composition of the essential oil of *Satureja brownei* (sw) Briq from Venezuela. *Flavour and Fragrance Journal*, 15(1): 21-22.

۴- نتیجه گیری

در طی این تحقیق مشخص شد که هر سه اسانس حاصل از گیاهان زنیان، مرزه و نعناع فلفلی خواص ضد قارچی متوسط تا قوی را در برابر همه قارچ‌های جدا شده از پنیر سفید ایرانی، نشان دادند. مرزه و زنیان به دلیل دارا بودن درصد بالایی از ترکیبات ضد قارچی مانند کارواکول و تیمول، توانستند رشد کپک‌های مورد آزمون را به طور موثرتری کاهش دهند. با توجه به نتایج این مطالعه، مشخص شد که مرزه و زنیان پتانسیل بالایی برای جایگزینی طبیعی مواد افزودنی شیمیایی دارند و به نظر می‌رسد افزودن اسانس آن‌ها به مواد خوراکی از جمله پنیر بتواند از رشد قارچ‌ها و تولید آفاتوکسین به میزان قابل توجهی ممانعت نماید. با این حال، ثابت شده است که وقتی از اسانس‌ها به طور نامناسب استفاده شود، می‌تواند عوارض نامطلوبی بر سلامت انسان ایجاد کند و می‌تواند به طور موثر بر طعم محصول نهایی تأثیر بگذارد. از این رو، تحقیقات بیشتری در این زمینه برای استفاده از اسانس‌ها به عنوان افزودنی طبیعی در فرمولاسیون مواد غذایی ضروری می‌باشد.

۵- منابع

- [1] Hidron, A. I., Edwards, J. R., Patel, J., Horan, T. C., Sievert, D. M., Pollock, D. A., et al. (2008). Antimicrobial-resistant pathogens associated with healthcare-associated infections: annual summary of data reported to the National Healthcare Safety Network at the Centers for Disease Control and Prevention, 2006-2007. *Infection control and hospital epidemiology*; 29(11): 996-1011.
- [2] Mayrhofer, S., Paulsen, P., Smulders, F. J. & Hilbert, F. (2004). Antimicrobial resistance profile of five major food-borne pathogens isolated from beef, pork and poultry. *International journal of food microbiology*, 97(1): 23-9.
- [3] Hashemi, S. M. B. & Jafarpour, D. (2020). Synergistic properties of *Eucalyptus caesia* and *Dracocephalum multicaule* Montbr & Auch essential oils: Antimicrobial activity against food borne pathogens and antioxidant activity in pear slices. *Journal of Food*

- Dairy Products, DOI: 10.1016/B978-0-08-100596-5.23017-5.
- [24] Frisvad, J. C. & Samson, R. A. (2004). Polyphasic taxonomy of *Penicillium* subgenus *Penicillium*. A guide to identification of food and air-borne *terverticillate Penicillia* and their mycotoxins. *Studies in mycology*, 49(1): 1-74.
- [25] Mohagheghzadeh, A., Faridi, P. & Ghasemi, Y. (2007). *Carum copticum* Benth. & Hook., essential oil chemotypes. *Food Chemistry*, 100(3): 1217-9.
- [26] Jafarpour, D. & Ataei, P. (2022). Isolation and identification of mould contaminating UF cheeses in Fasa city. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 18(121): 107-116. [in Persian]
- [27] Nanasombat, S. & Wimmattigol, P. (2011). Antimicrobial and antioxidant activity of spice essential oils. *Food Science and Biotechnology*, 20(1): 45-53.
- [28] Tozlu, E., Cakir, A., Kordali, S., Tozlu, G., Ozer, H. & Aytas Akcin, T. (2011). Chemical compositions and insecticidal effects of essential oils isolated from *Achillea gypsicola* *Satureja hortensis*, *Origanum acutidens* and *Hypericum scabrum* against broadbean weevil (*Bruchus dentipes*). *Scientia Horticulturae*, 130(1): 9-17.
- [29] Hadian, J., Ebrahimi, S. N. & Salehi, P. (2010). Variability of morphological and phytochemical characteristics among *Satureja hortensis* L. accessions of Iran. *Industrial Crops and Products*, 32(1): 62-69.
- [30] Paul, S., Dubey, R., Maheswari, D. & Kang, S. C. (2011). *Trachyspermum ammi* (L.) fruit essential oil influencing on membrane permeability and surface characteristics in inhibiting food-borne pathogens. *Food Control*, 22(5): 725-731.
- [31] Goudarzi, G. R., Saharkhiz, M., Sattari, M. & Zomorodian, K. (2011). Antibacterial activity and chemical composition of Ajowan (*Carum copticum* Benth. & Hook) essential oil. *Journal of Agriculture Science and Technology (JAST)*, 13(2): 203-208.
- [32] Yadegarinia, D., Gachkar, L., Rezaei, M. B., Taghizadeh, M., Astaneh, S. A. & Rasooli, I. (2006). Biochemical activities of Iranian *Mentha piperita* L. and *Myrtus communis* L. essential oils. *Phytochemistry*, 67(12): 1249-
- [13] Viturro, C. I., Molina, A., Guy, I. & Charles, B. Guinaudeau H., Fournet A. (2000). Essential oils of *Satureja boliviana* and *S. pavifolia* growing in the region of Jujuy, Argentina. *Flavour and Fragrance Journal*, 15(6): 377–382.
- [14] Joshi, V. K., Joshi, A. & Dhiman, K. S. (2017). The Ayurvedic Pharmacopoeia of India, development and perspectives. *Journal of Ethnopharmacology*, 197: 32-8.
- [15] Bentley, R. & Trimen, H. (2004). *Medicinal Plants* Asiatic Publishing House, Delhi, pp 12.
- [16] Aslam, M. S. & Ahmad, M. S. (2016). Worldwide importance of medicinal plants: current and historical perspectives. *Recent Advances in Biology and Medicine*, 2(2016): 909.
- [17] Saharkhiz, M. J., Motamedi, M., Zomorodian, K., Pakshir, K., Miri, R. & Hemyari, K. (2012). Chemical composition, antifungal and antibiofilm activities of the essential oil of *Mentha piperita* L. *International Scholarly Research Notices*, 2012: 718645.
- [18] Kumar, S. R., Idhayadhulla, A., Nasser, A. J. A. & Selvin, J. (2011). Synthesis and antimicrobial activity of a new series 1, 4-dihydropyridine derivatives. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 76(1): 1-11.
- [19] Derwich, E., Benziane, Z., Taouil, R., Senhaji, O. & Touzani, M. (2010). Aromatic plants of morocco: GC/MS analysis of the essential oils of leaves of *Mentha piperita*. *Advances in Environmental Biology*, 4(1): 80-6.
- [20] Skrinjar, M. M., Mandic, A. I., Misan, A. C., Sakac, M. B., Saric, L. C. & Zec, M. M. (2009). Effect of Mint (*Mentha piperita* L.) and Caraway (*Carum carvi* L.) on the growth of some toxigenic *Aspergillus* species and Aflatoxin B1 production. *Zbornik Matice Srpske Za Prirodne Nauke*, 116: 131– 139.
- [21] Schnurer, J. & Magnusson, J. (2005). Antifungal lactic acid bacteria as biopreservatives. *Trends in Food Science & Technology*, 16: 70-78.
- [22] Pitt, J. I. & Hocking, A. D. (2009). *Fungi and food spoilage*. New York: Springer; 2009 Jul 25.
- [23] Martin, N. H., Snyder, A. & Wiedmann, M. (2020). *Yeasts and Molds: Spoilage Mold in*

- and Food Chemistry, 52(11): 3309-3312.
- [39] Bouchra, C., Achouri, M., Idrissi Hassani, L. & Hmamouchi, M. (2003). Chemical composition and antifungal activity of essential oils of seven Moroccan Labiatae against *Botrytis cinerea* Pers: Fr. Journal of Ethnopharmacology, 89(1): 165-169.
- [40] Elsamra, I. A., Shama, S. M., Hamza, A. S., Youssef, N. H., Youssef, M. S. & Alabd, S. M. (2012). Effect of some mould inhibitors and herbal plants on mycotoxins production by *Aspergillus flavus* and *Fusarium verticilloides* in vitro and in stored corn grains. Archives of Phytopathology and Plant Protection, 45(15): 1861-78.
- [41] Veldhuizen, E. J. A., Tjeerdsma-van Bokhoven, J. L. M., Zweijtzer, C., Burt, S.A. & Haagsman, H. P. (2006). Structural requirements for the antimicrobial activity of carvacrol. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54(5): 1874-1879.
- [42] Maskouki, M., Mortazavi, S. A. & Rad, S. (2004). Control of *Aspergillus parasiticus* growth by essential oils in synthetic media. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 11(3): 61-69.
- [43] Jafarpour, D., Hashemi, S. M. B., & Ghaedi, A. (2021). Study the antioxidant properties of different parts of saffron extract and their application in cream. Food Science and Technology, 18(113): 289-299.
- 1255.
- [33] Tosun, H. & Arslan, R. (2013). Determination of aflatoxin B1 levels in organic spices and herbs. Scientific World Journal, 874093.
- [34] Sepahvand, A., Kord, P. & Delphan, B. (2006). Antifungal effects of *Satureja Khuzestanika* essential oil in Lorestan region by in vitro method. Yafteh, 7: 37-43.
- [35] Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. International Journal of Food Microbiology, 94(3): 223-253.
- [36] Nazzaro, F., Fratianni, F., De Martino, L., Coppola, R. & De Feo, V. (2013). Effect of essential oils on pathogenic bacteria. Pharmaceuticals, 6(12): 1451-74.
- [37] Kordali, S., Cakir, A., Ozer, H., Cakmakci, R., Kesdek, M. & Mete, E. (2008). Antifungal, phytotoxic and insecticidal properties of essential oil isolated from Turkish *Origanum acutidens* and its three components, carvacrol, thymol and p-cymene. Bioresource Technology, 99(18): 8788-8795.
- [38] Sökmen, M., Serkedjieva, J., Daferera, D., Gulluce, M., Polissiou, M., Tepe, B., Akpulat, H. A., Sahin F. & Sokmen, A. (2004). In vitro antioxidant, antimicrobial, and antiviral activities of the essential oil and various extracts from herbal parts and callus cultures of *Origanum acutidens*. Journal of Agricultural



Study the antifungal activities of *Trachyspermum ammi*, *Satureja hortensis*, and *Mentha piperita* essential oils against molds contaminating Iranian white cheese

Jafarpour, D.^{1*}, Ataei, P.²

1. Assistant professor of the Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Fasa Branch, Islamic Azad University, Fasa, Iran.
2. BSc. Department of Food Science and Technology, Fasa University, Fasa, Iran.

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article History:

Received 2021/01/22

Accepted 2022/02/22

Keywords:

Antifungal properties,
Chemical composition,
Essential oil,
Iranian white cheese.

DOI: 10.52547/fsct.19.124.185

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.124.26.3

*Corresponding Author E-Mail:
Do.Jafarpour@iau.ac.ir

Occurrence and growth of fungi may cause spoilage and reduce dramatically quality and safety of white cheeses. A considerable interest both in the industry and scientific research has developed on the preservation of foods by the use of essential oils (EO) to effectively retard fungi growth and mycotoxin production. Therefore, the aim of this work was to investigate the chemical compositions and antifungal properties of several Iranian EOs against fungi contaminating Iranian white cheese. In this study, the EOs including *Trachyspermum ammi*, *Satureja hortensis* and *Mentha piperita* were used. The chemical compositions of EOs were characterized using GC-MS. Antifungal properties of EOs against isolated fungi was determined by disk diffusion agar, minimum inhibitory concentration (MIC), and minimum fungicidal concentration (MFC). According to the results from disk diffusion tests, the most sensitive fungi against all EOs was *Trichoderma harizanum*. In this regard, *Paecilomyces variotii*, *Aspergillus niger*, and *Aspergillus oryza* were highly resistance against all EOs. Also, The results of MIC and MFC indicate that the most sensitive fungi to all three EOs of *T. ammi*, *S. hortensis* and *M. piperita* was *T. harizanum* with MIC values of 0.281, 0.250 and 0.562 $\mu\text{L/mL}$, respectively, and its MFC values was 0.562, 0.562 and 1.125 $\mu\text{L/mL}$, respectively. Also, among the studied EOs, *T. ammi* and *S. hortensis* showed the highest antifungal activity, while *M. piperita* showed lower antifungal properties in compared to the other two EOs. Based on the results, it can be said that *S. hortensis* and *T. ammi* EOs have good antifungal activities and can be used in food industries, medical pharmacology, health affairs, and antifungal elements.