مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

ترکیبات شیمیایی و خاصیت ضدقارچی اسانس زردچوبه (*Curcuma longa L.*)

نوشین جعفری نژاد[۱]، حسن برزگر*[۲]، محمدامین مهرنیا[۲]، حسین جوینده[۳]، محمد حجتی[۳]

۱، دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

۲، دانشیار، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

۳، استاد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت:۱۴۰۳/۹/۲۰

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۹

کلمات کلیدی:

عامل ضدقارچی،

ترکیبات شیمیایی،

اسانس زردچوبه

چکیده

با افزایش تقاضای مصرف‌کنندگان جهت استفاده از محصولات غذایی فاقد نگهدارنده‌های شیمیایی استفاده از گیاهان دارویی و معطر با پتانسیل ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی بالا با تاثیر بر خواص شیمیایی محصولات غذایی رونق فزاینده‌ای را دارا بوده‌اند؛ بنابراین، در این پژوهش ترکیبات شیمیایی، میزان فنل و فلاونوئید کل اسانس زردچوبه مورد بررسی قرار گرفت، همچنین، خاصیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از آزمون‌های ABTS و DPPH و خاصیت ضدقارچی اسانس با استفاده از آزمون‌های دیسک دیفیوژن، چاهک آگار و تعیین حداقل غلظت مهار کنندگی و حداقل غلظت کشندگی بررسی شد. نتایج حاصل از آزمون کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی نشان داد که β. Tumerone با میزان ۴۳/۴۳ ٪ ترکیب شاخص این اسانس بود. میزان ترکیبات فنول کل این اسانس ۱۳۰/۰۵۳ میلی‌گرم گالیک اسید در هرگرم و میزان ترکیبات فلاونوئیدی کل آن برابر با ۶۲۴/۵ میلی‌گرم گالیک اسید در هرگرم کوئرستین مشاهده شد. میزان قابلیت ضدقارچی اسانس زردچوبه بر پنج گونه‌ی قارچی *آسپرژیلوس نایجر*، *آسپرژیلوس فامیگاتوس*، *پنسیلیوم ایتالیکوم*، *پنیسیلیوم دیجیتاتوم* و *کاندیدا آلبیکنز* مورد بررسی قرار گرفت که نتایج نشان دهنده‌ی توانایی خوب اسانس در مهارگونه‌ی *کاندیدا آلبیکنز* بوده است. باتوجه به نتایج به‌دست آمده، اسانس زردچوبه را می‌توان به عنوان یک ماده‌ی نگهدارنده‌ی طبیعی جایگزین مناسب برای نگهدارنده‌های شیمیایی دانست.

DOI:10.22034/FSCT.22.162.292.

* مسئول مکاتبات:

hbarzegar@asnrukh.ac.ir

۱-مقدمه

یکی از عوامل اصلی ایجاد کننده‌ی اختلال در سلامت افراد جامعه و مشکلات اقتصادی را می‌توان آلودگی‌های سمی حاصل از قارچ‌ها دانست؛ حدود ۲۵ درصد از کل غلات مصرف شده در جهان دچار آلودگی‌های قارچی می شوند که می‌توانند زیان‌های مخربی را به وجود آورند. در میان انواع گونه‌های قارچی آلوده کننده‌ی مواد غذایی، برخی دارای شیوع و پراکندگی بیشتر، قدرت تخریب بالاتر و مقاومت بیشتر در برابر عوامل ضدقارچی می‌باشند؛ از جمله این گونه‌ها می‌توان به آسپرژیلوس‌ها و پنیسیلیوم‌ها اشاره نمود [۱].

آسپرژیلوس‌ها از گروه قارچ‌های رشته‌ای بوده که به عنوان عفونت‌زاهای فرصت طلب به شمار می‌روند، آنها رایج‌ترین عامل تولید کننده‌ی مایکوتوکسین در طیف وسیعی از مواد غذایی می باشند. آفلاتوکسین ها، متابولیت‌های ثانویه‌ای هستند که توسط گونه‌های مختلف آسپرژیلوس ایجاد می‌شوند، این ترکیبات، جهش‌زا و سمی بوده و نقش عمده‌ای را در آلودگی کبدی ایفا میکنند و در رتبه‌ی یک عوامل ایجاد کننده‌ی انواع سرطان‌ها قراردارند[۲].

امروزه از نگهدارنده های مصنوعی برای کنترل میزان فعالیت قارچ‌ها به وفور استفاده می‌گردد، به دلیل اثرات طولانی مدت این نگهدارنده‌ها بر سلامت افراد جامعه و افزایش مقاومت‌های دارویی، این اقدام با نارضایتی‌های فراوانی مواجه شده است؛ این عامل سبب شده تا گرایش‌ها به استفاده از ترکیبات طبیعی جهت کنترل اثرات مخرب قارچ‌ها افزایش یابد. یکی از راه‌های افزایش میزان ماندگاری مواد غذایی، استفاده از افزودنی‌ها و ترکیبات نگهدارنده‌ی طبیعی مانند اسانس‌ها و عصاره‌ها می‌باشد، این ترکیبات می‌توانند از کاهش کیفیت مواد غذایی جلوگیری و سبب افزایش عمر مفید محصولات غذایی شوند[۳].

اسانس ها مخلوط های پیچیده‌ای از ترکیبات آلی فرار هستند، این ترکیبات دارای خواص بیولوژیکی و سلامت‌زایی فراوان می باشند؛ از جمله کاربرد های اسانس‌ها در صنایع مختلف می‌توان به ایجاد عطر و طعم در صنعت غذا، استفاده در صنایع آرایشی و بهداشتی و دارویی اشاره نمود[٤].

زردچوبه با نام علمی *Curcuma longa L* از خانواده‌ی زنجبیل سانان بوده که از ۵۳ جنس و ۱۳۰۰ گونه‌ی مختلف تشکیل شده است[۵]. این گونه، منبع غنی از ترکیبات شیمیایی مختلف از جمله آلکانوئیدها، پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها، اسیدهای فنولیک، فلاونوئیدها، ساپونین‌ها، تری ترپنوئیدها، استرها و آدرین هپتانوئیدها می‌باشد[٦].

گیاهان این گونه اغلب برای تولید اسانس مورد استفاده قرار می‌گیرند، این ترکیبات غنی از مونو ترپن‌ها و سسکوترپن‌ها هستند که دارای خواص ضدمیکروبی، آنتی‌اکسیدانی و ضدقارچی بوده‌اند[۷]. دیاریل هپتانوئیدهای موجود درون زردچوبه ترکیباتی فنولی با میزان جذب خوراکی کم می‌باشند، علاوه بر ترکیبات بیان شده، ۶۰-۷۰ درصد ترکیب اصلی زرد چوبه را دیفرولوئیل متان[1] یا رنگ دانه‌ی زرد کورکومین با فرمول $C_{12}H_{20}O_6$ تشکیل می‌دهد، کورکومین خود از سه زیر مجموعه‌ی کورکومین، دمتوکسی کورکومین و بیس دمتوکسی کورکومین تشکیل شده است که این ماده دارای ماهیت پلی فنولی می‌باشد [۸].

هدف از انجام این پژوهش سنجش میزان ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی کل موجود در اسانس زردچوبه و بررسی میزان خاصیت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد ABTS و DPPH بوده است. در این بررسی میزان خاصیت بازدارندگی اسانس زردچوبه بر پنج گونه‌ی قارچی

1-Diferuloylmethan

آســـپرژیلوس نایجر، آســـپرژیلوس فامیگاتوس، کاندیدا آلبیکنز، پنســـیلیوم ایتالیکوم و *پنســـیلیوم دیجیتاتوم* مورد سنجش قرارگرفت.

۲- مواد و روش‌ها

ریزوم‌های تازه‌ی زردچوبه از شهر اهواز تهیه گردید و اسانس به شیوه‌ی تقطیر با آب توسط دستگاه کلونجر استخراج شد. آزمون‌های مربوطه به اسانس در آزمایشگاه‌های دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان انجام گرفت.

۲-۱ ترکیبات شیمیایی اسانس زردچوبه

به و سیله‌ی د ستگاه کروماتوگرافی گازی مت صل به طیف سنج جرمی (Agilent 7890A، آمریکا) ترکیبات شیمیایی اســـانس زردچوبه مورد بررســـی قرار گرفت. دســـتگاه کروماتوگرافی مورد اســـتفاده دارای ســـتون‌هایی موبینه با طول ۳۰m و قطر داخلی ۰/۲۵ mm و ضـــخامت ۲۵ /۰ میکرومتر بود، پس از تزریق۱ میکرولیتر به دســـتگاه، دمای ستون از ٤٥ °C به ۲۱۰ °C با سرعت ۳°C /min افزایش یا فت و در نها یت پس از ایجاد نمودار کرو ماتوگرام و طیف ســـنجی جرمی، تعیین مقادیر و شـــناســـایی ترکیبات امکان پذیر شد[۹].

۲-۲ بررسی فنول کل اسانس زردچوبه

روش فولین –سیو کالتیو روشی است که برای اندازه‌گیری مقدار فنول کل مورد اســـتفاده قرار گرفت. برای انجام این آزمون در ابتدا میزان ۱ میلی‌لیتر از اســـانس به همراه ۲/۵ میلی‌لیتر از محلول فنول با یکدیگر ترکیب و به مدت ٦ دقیقه در تاریکی نگهداری شـــدند. در مرحله‌ی بعد از سدیم کربنات ۷ در صد به میزان ۲/۵ میلی‌لیتر به محلول اضـــافه و پس از ٦۰ دقیقه با اســـتفاده از دســـتگاه اســـپکتو فتومتر ، در طول موج ۷۲۵ نانومتر میزان جذب ا ندازه گیری شد. از غلظت ppm ۱۰۰۰ ا سانس در متانول برای انجام این آزمون استفاده شد[۱۰].

۲-۳ بررسی میزان فلاونوئیدکل اسانس زردچوبه

برای انـدازه‌گیری میزان فلاونوئیـد کـل، در ابتـدا ۱/۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر به همراه ۱ میلی‌لیتر اســـانس زردچوبه و ۷۵ میکرولیتر ســـدیم نیتریت با یکدیگر ترکیب شـــدند. پس از گذشـــت ٦ دقیقه محلول آلمینیوم کلرید به محلول حاصله اضافه مجدد ٦ دقیقه‌ی دیگر انکوبه شد؛ در نهایت با افزودن ۱ میلی‌لیتر سود به ترکیب، میزان جذب در طول موج ۵۱۰ نانومتر اندازه‌گیری شد[۱۱, ۱۲].

۲-٤ اندازه‌گیری میزان رادیکال آزاد DPPH

برای انـدازه‌گیری میزان رادیکـال آزاد DPPH در ابتـدا غلظت (ppm ۱۰۰۰) ایجاد و ســـپس رقت‌های متفاوت اسانس در متانول تولید شد. در ادامه ۳ میلی‌لیتر از محلول کنترل ایجاد شده (که برابر ۰/۰۰٤ گرم از پودر DPPH در ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول و سپس تعیین میزان جذب به دست آمده در محدوده‌ی ۰/۷–۰/۸ اســـت)، به ۱ میلی‌لیتر از اســـانس زردچوبه اضـــافه شـــد. میزان جذب در طول موج ۵۱۵ نانومتر در برابر شاهد (متانول) قرائت شد[۱۱, ۱۳].

$$\text{درصد مهار کنندگی} = \frac{\text{جذب نمونه کنترل} - \text{جذب نمونه مورد آزمون}}{\text{جذب نمونه کنترل}} \times 100$$

۲-۵ اندازه‌گیری میزان رادیکال آزاد ABTS

محلول آبی ۷ میلی مولار ABTS (۰/۰۳۸٤ gr) پودر ABTS در ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر) و پر سولفات پتا سیوم ۲/٤۵ میلی‌مولار(۰/۰٦٦۲ gr) پر سولفات پتا سیوم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر) به نسبت (۲:۱) با یکدیگر ترکیب و به مدت ۱٦–۲٤ ساعت در تاریکی انکوبه شدند. پس از آن محلول کنترل به د ست آمده به میزانی با متانول رقیق شد که در طول موج ۷۳٤ نانومتر دارای جذبی معادل ۰/۰۲ ± ۰/۷ باشـــد. در نها یت میزان ۳۰ میکرولیتر از رقت های متفاوت اســـانس به همراه ۳ میلی‌لیتر از محلول تهیه شـــده ترکیب و پس از ٦ دقیقه میزان جذب در طول موج ۷۳٤ نانومتر در برابر متانول به عنوان شاهد قرائت گشت[۱٤].

$$\text{درصد مهار کنندگی} = \frac{\text{جذب نمونه مورد آزمون} - \text{جذب نمونه کنترل}}{\text{جذب نمونه کنترل}} \times 100$$

۲-٦ فعالیت ضد قارچی اسانس زردچوبه

میزان قابلیت بازدارندگی اسانس زردچوبه بر پنج سویه قارچی *آسپرژیلوس نایجر*، *آسپرژیلوس فامیگاتوس*، *کاندیدا آلبیکنز*، *پنیسیلیوم ایتالیکوم* و *پنیسیلیوم دیجیتاتوم* به صورت آزمون‌های دیسک، چاهک، حداقل غلظت مهارکنندگی و حداقل غلظت کشندگی مورد بررسی قرار گرفت.

۲-٦-۱ آزمون دیسک دیفیوژن

جهت انجام آزمون دیسک دیفیوژن، پس از تهیه رقت ۵۱۲ mg/ml از اسانس دیسک‌های بلانک به مدت ۱۰ دقیقه در محلول حاصله قرار داده شدند. پس از انجام کشت سطحی از قارچ مورد نظر روی محیط کشت سابروز دکستروز آگار، دیسک‌های حاوی اسانس روی پلیت قرار گرفتند. در این آزمون برای شاهد مثبت از دیسک آنتی بیوتیک آمفوتریسین B و برای شاهد منفی از دیسک بلانک حاوی آب مقطر استفاده گردید. مدت زمان انکوباسیون ٤۸-۷۲ ساعت در دمای ۲۲-۲۵ درجه سانتی گراد می‌باشد[۱۵].

۲-٦-۲ آزمون چاهک آگار

برای آزمون چاهک آگار، در پلیت سابروز دکستروز آگار چاهک‌هایی با قطر ٦ میلی‌متر ایجاد شد؛ پس از کشت سطحی میکروارگانیسم مورد نظر میزان ۱۰۰ میکرولیتر از رقت تهیه شده از اسانس در چاهک‌ها ریخته شد. انکوبا سیون در دمای ۲۲-۲۵ درجه به مدت ٤۸-۷۲ ساعت انجام گرفت[۱٦].

۲-٦-۳ حداقل غلظت مهارکنندگی

برای تعیین حداقل غلظت مهار کنندگی برای آزمون‌های قارچی از محیط سابروز دکستروز براث استفاده گردید. رقت های متوالی ۵۱۲، ۲۵٦، ۱۲۸ و .... mg/ml ۱ از اسانس آماده و به هر چاهک میزان ۱۰۰ میکرولیتر اضافه شد؛ دو چاهک آخر کنترل مثبت (سوسپانسیون میکروبی و محیط کشت) و کنترل منفی (حاوی اسانس و محیط کشت) بود. پلیت تهیه شده به مدت ٤۸-۷۲ ساعت در دمای ۲۲-۲۵ درجه سانتی‌گراد انکوبه شد. پس از انکوباسیون اولین رقتی که در آن رشد مشاهده نشد، به عنوان حداقل غلظت بازدارنده گزارش شد. [۱۷].

۲-٦-٤ حداقل غلظت کشندگی

به منظور تهیه حداقل غلظت کشندگی، از رقت‌هایی که در آنها کدورت مشاهده نشده است روی محیط سابروز دکستروز آگار کشت سطحی داده و به مدت ٤۸-۷۲ ساعت در دمای ۲۲-۲۵ درجه‌ی سانتی گراد انکوبه شدند. پس از انکوباسیون، اولین پلیتی که روی آن هیچ گونه رشدی مشاهده نشده باشد به عنوان حداقل غلظت کشندگی در نظر گرفته می‌شود[۱۸].

۲-۷ آنالیز آماری

این آزمایش با طرح کاملا تصادفی و با ۳ تکرار انجام پذیرفت. با استفاده از نرم افزار SPSS واریانس یک طرفه، تجزیه و تحلیل آماری انجام و از آزمون دانکن با سطح اطمینان ۹۵ درصد برای مقایسه‌ی میانگین‌ها استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱ تعیین ترکیبات شیمیایی اسانس زردچوبه

خانواده‌ی زنجبیل سانان غنی از مونوترپن‌ها و سسکوترپن‌ها می‌باشند، اثبات خواص ضدباکتریایی و ضدقارچی این ترکیبات سبب شده است که اغلب به عنوان نگهدارنده‌های طبیعی، مورد استفاده قرار گیرند. کورکومینوئیدها ترکیبات اصلی اسانس حاصل از ریزوم زردچوبه می‌باشند که جزء دیاریل هپتانوئیدها هستند.

نمودارکروماتوگرام گازی اسانس زردچوبه در تصویر ۱ نشان داده شده است.

طبق نتایج به دست آمده از کروماتوگرافی گازی متصل به طیف سنج جرمی، اصلی ترین ترکیب یافت شده در اسانس زردچو به، β. Tumerone با میزانی معادل (٤٣٪/٤٣) می‌باشد. نتایج کروماتوگرافی گازی در جدول ۱ بیان شده است. درمیان ترکیبات یافت شده (٢٣٪/٥٤) α.- Tumerone، (٤٪/٥٤) α.-Atlantone، (٣٪/٠٨) Curcumene، (٢٪/٩٣) β. - Sesquiphellandrene و (٢٪/١٠) 2-Phenyl-1-D1-Aziridinebenzene بیشترین مقادیر را دارا بوده‌اند. در ترکیبات استخراج شده توسط ایوانویچ و همکاران، (۲۰۲۱) میزان β. Tumerone به دست آمده (٢٥٪/٧٧) می‌باشد. علاوه بر آن سایر ترکیبات مانند β turmerone, β. -Sesquiphellandrene, α Phellandrene, 1,8-Cineoleو β. -Bisabolene نیز جزءترکیبات تشکیل دهنده‌ی اسانس بوده‌اند [۱۹]. در میان ترکیبات بالا تنها دو ماده‌ی 1,8-Cineole و α Phellandrene , جزء مونوترپن می‌باشند و سایر ترکیبات جزء سسکوترپن‌ها به شمار می‌روند، این تنا سب وجود نسبت ۹/۲٦ در صدی مونوترپن‌ها به ۷۸/۲۹ در صدی سسکوترپن‌ها را می‌تواند توجیه نماید. ساراک و همکاران، (۲۰۲٤) ترکیبات Curlone وeucalyptol, 2-4-dimethylbenzene را در هنگام آنالیز ترکیبات اسانس زردچوبه یافتند که با ترکیبات یافت شده در اسانس حاضر دارای تفاوت می‌باشد [۲۰]، این تفاوت به علت نوع وگونه‌ی گیاه، شرایط رویش، آب و هوا، نحوه‌ی نگهداری، شرایط خشک کردن، نوع خاک و ویژگی گیاه شناسی می‌باشد[۲۱ و ۲۲].

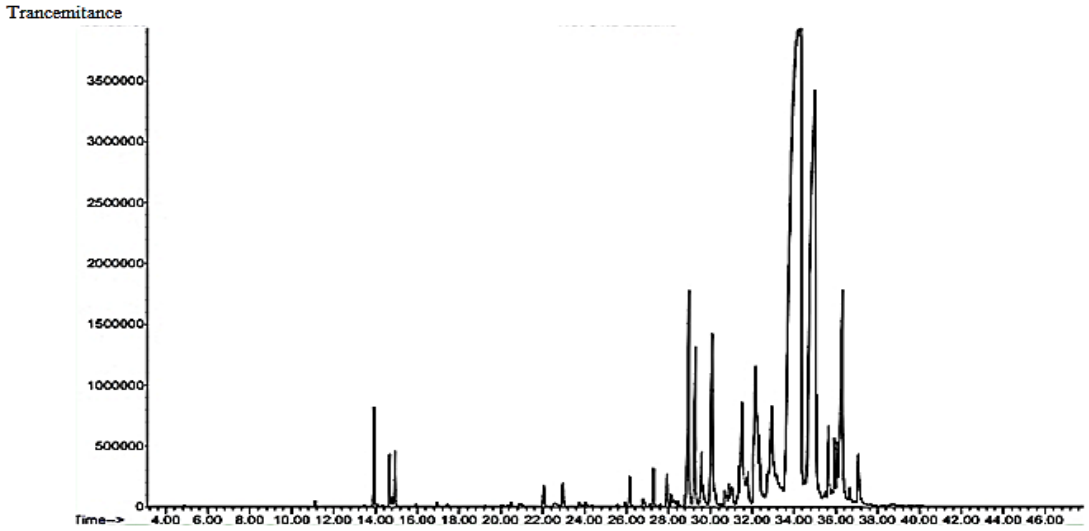

Fig. 1. Gas chromatography with mass spectrometry turmeric essential oil

شکل: ۱. نمودار کروماتوگرام ترکیبات اندازه‌گیری شده اسانس زردچوبه به وسیله‌یGC-MS

جدول ۱. ترکیبات شیمیایی اسانس زردچوبه

Table 1. Major chemical composition of turmeric essential oil

NUMBER	COMPONENT	(%) AREA	RETENTION TIME(MIN)
1.	α-Thujene	T	10.897
2.	α -Pinene	0.05	11.130
3.	Sabinene	T	12.730
4.	β. -Pinene	T	12.808
5.	Ocimene	T	13.052
6.	β.-Myrcene	0.03	13.463
7.	α Phellandrene	0.91	13.930
8.	α.-Terpinene	0.02	14.374
9.	o-Cymene (o-Cymol)	0.47	14.697
10.	β- Phellandrene	0.09	14.830
11.	۱,۸- Cineole	0.47	14.941
12.	cis-Ocimene	T	15.574
13.	γ.-Terpinene	0.03	15.930
14.	α.-Terpinolene	0.05	16.974
15.	Linalool	0.04	17.441
16.	cis-p-Menthan-3-one	0.02	19.251
17.	α.-Terpineol	0.07	20.507
18.	Geraniol	0.14	22.596
19.	Z- Citral	0.5	22.962
20.	Thymol	0.09	23.751
21.	Carvacrol	0.1	24.040
22.	p-Vinyl guaiacol	0.04	24.362
23.	p-Eugenol	0.04	25.584
24.	trans-Caryophyllene	0.38	27.295
25.	α. – Farnesene	0.04	27.628
26.	β.-Farnesene	0.12	28.128
27.	α.-Curcumene	3.08	28.384
28.	γ.-Curcumene	0.25	28.817
29.	α.-Zingiberene	1.94	29.295
30.	β.-Bisabolene	0.67	29.595
31.	α.-Cedrene	0.31	29.672
32.	β.-Sesquiphellandrene	2.93	30.072
33.	2-Phenyl-1-D1-Aziridine	2.10	31.517
34.	β.-Bisabolene	1.35	32.339
35.	β. Tumerone	43.43	34.216
36.	α. Tumerone	23.54	35.005
37.	ar-Turmerone	1.18	35.916
38.	α.-Atlantone	4.54	39.649

۳-۲ توانایی آنتی‌اکسیدانی اسانس زرد چوبه

پلی فنول‌ها ترکیبات ثانویه‌ای هستند که حداقل در ساختار خود دارای یک گروه فنولی می‌باشند، این گروه از ترکیبات جزء فیتوکمیکال‌ها به شمار می‌آیند، استفاده از آنها سبب جلوگیری از بیماری‌هایی نظیر دیابت، سرطان، پوکی استخوان، بیماری‌های عصبی، قلبی و عروقی می‌شود. گروه‌های فنولی پلی‌فنول‌ها از طریق پذیرش الکترون و اهدا هیدروژن به رادیکال‌های آزاد، سبب ایجاد اختلال در چرخه‌ی اکسیداتیو شده و به این صورت می‌توانند خاصیت آنتی‌اکسیدانی خود را ایفا و از ایجاد بیماری‌هایی مانند سرطان جلوگیری به عمل آورند. میزان ترکیبات فنولی کل به دست آمده از اسانس زرردچوبه ۰/۳۳ ± ۱۳۰/۰۵۳ میلی‌گرم گالیک اسید در هر گرم و میزان ترکیبات فلاونوئیدی کل به دست آمده ۰/۰۴۳ ± ٦٢٤/٥ میلی‌گرم کئورستین در هر گرم بوده است. نتایج داده‌های حاضر با داده‌های حاصل از اکتر و همکاران، (۲۰۱۹) مطابقت دارد[۲۳].

برای بررسی میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی، میزان فعالیت رادیکال آزاد DPPH و ABTS مورد بررسی قرار گرفت، نتایج حاصله در جدول ۲ بیان شده است. بیشترین قدرت مهاری DPPH در غلظت ppm ۱۰۰۰ به میزان ۸۱/۵۲ در صد بوده است. نتایج تمامی رقت‌های مورد سنجش، دارای اختلاف معنی‌داری با یکدیگر می‌باشد که نشان دهنده‌ی افزایش اثر مهاری اسانس با افزایش میزان غلظت مورد مصرف است. رادیکال آزاد ABTS کمترین میزان درصد مهاری آن در غلظت ppm ۲۰۰ برابر با ۲۷/٤ درصد و بیشترین میزان تاثیرگذاری آن در غلظت ppm ۱۰۰۰ برابر با ٦۳/۷ درصد مشاهده شد. به ترتیب بر اساس فاکتور IC_{50} مهار ۵۰ درصدی رادیکال‌های آزاد برای DPPH در غلظت ppm ٦۰۰ و برای ABTS در غلظت ppm ۸۰۰ مشاهده شد. در بررسی‌های اکتر و همکاران، (۲۰۱۹) میزان رادیکال آزاد DPPH برای (۲/۰ ± ۱۳۰/۷) *C.aromatica* [2] ، (۳/٤ ± ۲۲۸/٤) *C.zedoaria* [3] و (۰/۷ ± ۸۰/٤) *curcuma longa xanthorrhiza* برحسب µg/mL محاسبه شد. داده‌های حاصل از *curcuma longa xanthorrhiza* با نتایج حاضر مشابهت زیادی دارد [۲۳]. خانتایی و همکاران، (۲۰۲۳) میزان رادیکال آزاد ABTS به دست آمده برای برگ زردچوبه (۰/۰۲ ± ۱۰/۵۲) و ریزوم زردچوبه(۰/۰۲ ± ۱۰/۵۵) را برحسب µg/mL به دست آوردند [۲٤]. دی کاروواليو و همکاران، (۲۰۲۰) میزان رادیکال آزاد ABTS اندازه‌گیری شده از زردچوبه را ۱٤۹۰/۵۳ میلی‌گرم اسید آسکوربیک در ۱۰۰ گرم بیان کردند[۲۵]، داده‌های حاصل از دی کاروواليو با نتایج حاضر دارای همخوانی نبود. در مطالعات انجام شده توسط آکینولا و همکاران، (۲۰۱٤) زردچوبه‌ی *curcuma longa xanthorrhiza* برای سنجش میزان DPPH مورد بررسی قرار گرفت که داده‌ها بیانگر میزان µg/mL ۲۷۰/۱ مهار رادیکال آزاد DPPH می‌باشد [۲٦]. کورکومین اصلی‌ترین ماده‌ی تشکیل دهنده‌ی اسانس زردچوبه می‌باشد، این ترکیب دارای ماهیتی پلی فنولی بوده که از عملکردهای آن می‌توان به مهار رادیکال‌های آزاد اشاره نمود. علاوه بر کورکومین در میان ترکیبات شناسایی شده گروهی از ترکیبات سسکویی ترپنی مانند آلفا تورمورون و بتا تورمرون با درصد بالا یافت شد. سسکوی ترپن‌ها یا سسکوی ترپنوئیدها، ترپن‌های ۱۵ کربنی مانند مونوترپنوئیدها هستند، این ترکیبات معطر به وفور در اسانس‌ها یافت می‌شوند. بسیاری از سسکوی ترپنوئیدها به عنوان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، فیتوآلکسینی و ضدمیکروبی عمل می‌کنند. آلفا و بتا تورمرون و آلفا آتلانتون به همراه کورکومین از

2- *Curcuma longa* (variety: aromatica)

3- *Curcuma longa* (variety: zedoaria)

ترکیبات اصلی شناسایی شده در فرایند کروماتوگرافی گازی اسانس زردچوبه بوده‌اند که از دلایل اصلی خاصیت فلاونوئیدی و آنتی‌اکسیدانی بالای این اسانس می‌باشند.

جدول ۲. خاصیت آنتی‌اکسیدانی اسانس زردچوبه

Table 2. Antioxidant activity of turmeric essential oil (DPPH and ABTS assays) [a,b]

Concentration (ppm)	Radical scavenging effect (%)	
	DPPH	ABTS
200	29.02 ± 0. 05[a]	27.40 ± 0. 57[a]
400	36.52 ± 0. 32[b]	37.42 ± 0. 20[b]
600	57.08 ± 0. 47[c]	42.42 ± 0. 32[c]
800	72.22 ± 0. 15[d]	52.44 ± 0. 40[d]
1000	81.52 ± 0. 23[e]	67.30 ± 0. 35[e]

نتایج به‌صورت "انحراف معیار ± میانگین" سه تکرار (n=3) گزارش شده‌اند و از آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون Duncan برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شده است. حروف غیر مشابه کوچک در یک ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح معنی‌داری ۵ درصد است (P<۰/۰۵).

The data shown are “mean ± standard deviation” with 3 replace. Different capital letters indicate a significant difference (p<0.05) between the antimicrobial effect of essential oil on pathogens

۳-۳ بررسی خاصیت ضد قارچی اسانس زرد چوبه

۳-۳-۱ دیسک دیفیوژن آگار

نتایج میزان قابلیت ضد قارچی اسانس زردچوبه در جدول ۳ بیان شده است. مطابق نتایج به دست آمده بر پایه‌ی آزمون دیسک دیفیوژن آگار، بیشترین میزان قطر هاله‌ی بازدارنده برای گونه‌ی *کاندیدا آلبیکنز* با میزان هاله‌ی (۱۵/٤۰ میلی‌متر) بوده که بیشترین میزان تاثیر گذاری اسانس را در میان گونه‌های قارچی مورد سنجش نشان می‌دهد. کمترین میزان تاثیر گذاری اسانس برای گونه‌های آسپرژیلوس مشاهده شد، میان نتایج به دست آمده از *آسپرژیلوس نایجر* با قطر هاله‌ی (۱۱/۵۰ میلی‌متر) و *آسپرژیلوس فامیگاتوس* با قطرهاله‌ی بازدارنده (۱۲/۱۰ میلی‌متر) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد؛ از سوی دیگر نتایج گونه‌های پنیسیلیوم نیز فاقد تفاوت معنی‌دار بوده‌اند، *پنیسیلیوم ایتالیکوم* دارای هاله‌ی (۱۳/۲۰ میلی‌متر) و *پنیسیلیوم دیجیتاتوم* دارای قطر هاله‌ی (۱۳/۵۰ میلی‌متر) بوده است، به ترتیب می‌توان بیان داشت که *کاندیدا آلبیکنز* حساس‌ترین گونه و اسپرژیلوس مقاوم‌ترین گونه نسبت به اسانس بوده است.

از آنتی بیوتیک آمفوتریسین B به عنوان شاهد مثبت استفاده گردید، میزان حداقل هاله‌ی ایجاد شده توسط این آنتی بیوتیک (۱۳/۸۰میلی‌متر) از حداکثر میزان هاله‌ی بازدارنده‌ی ایجاد شده توسط اسانس برای تمامی

گونه‌های قارچی بیشتر بود؛ در هنگام استفاده‌ی همزمان از اسانس و آنتی بیوتیک میزان قطرهاله‌ی بازدارنده برای تمامی گونه‌های مورد بررسی افزایش یافت. در مطالعه‌ی تاثیر غلظت ٦ mg/ml از زردچوبه برگونه های مختلف قارچی به شیوه‌ی دیسک دیفیوژن توسط پراکاش و همکاران، (۲۰۱۲) میزان هاله‌ی بازدارنده‌ی ایجاد شده برای *آسپرژیلوس نایجر* ۱۱/٦۹ میلی‌متر، *آسپرژیلوس فامیگاتوس* ۱۵/۸٦ میلی‌متر و برای *پنیسیلیوم ایتالیکوم* ۲٦/۷٦ میلی‌متر مشاهده شد[۲۸]. تاثیر غلظت‌های ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ٤۰۰ و ۵۰۰ mg/ml اسانس ریزوم زردچوبه بر رشد قارچ *کاندیدا آلبیکنز* به روش دیسک دیفیوژن آگار در پژوهش کاستا و همکاران، (۲۰۲۰) به ترتیب میزان هاله‌ی بازدارنده ۱۰/۵۷، ۱۲/۵۷، ۱۲/۵۲ و ۱۵/۲۲ میلی‌متر بود، که نتایج نشان دهنده‌ی تاثیرگذاری اسانس بر قارچ *کاندیدا آلبیکنز* می‌باشد[۱۵].

جدول ۳. اثر ضدقارچی آنتی‌بیوتیک آمفوتریسین B و برهمکنش آن با اسانس زردچوبه

Table 3. Antifungal effect of Amphotericin B antibiotic and interaction with turmeric essential oil

Inhibition zone (mm)				Interaction result
Microorganisms	**Turmeric essential oil**	**Amphotericin B**	**Interaction**	
Aspergillus niger	11.50 ± 0.48^{c}	13.80 ± 0.42^{b}	14.80 ± 0.57^{b}	Synergy
Aspergillus fumigatus	12.10 ± 0.65^{c}	14.00 ± 0.35^{b}	15.40 ± 0.47^{b}	Synergy
Candida albicans	15.40 ± 0.40^{a}	17.80 ± 0.30^{a}	19.90 ± 0.29^{a}	Synergy
Penicillium italicum	13.20 ± 0.34^{b}	14.50 ± 0.39^{b}	15.00 ± 0.48^{b}	Synergy
Penicillium digitatum	13.50 ± 0.41^{b}	15.00 ± 0.33^{c}	17.80 ± 0.72^{c}	Synergy

نتایج به‌صورت "انحراف معیار ± میانگین" سه تکرار (n=3) گزارش شده‌اند و از آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون Duncan برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شده است. حروف غیر مشابه کوچک در یک ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح معنی‌داری ۵ درصد است (P<۰/۰۵).

The data shown are "mean ± standard deviation" with 3 replace. Different capital letters indicate a significant difference ($p<0.05$) between the antimicrobial effect of essential.

۳-۳-۲ آزمون چاهک آگار

نتایج آزمون چاهک آگار در جدول ٤ نشان داده شده است. میزان قطر هاله‌ی بازدارنده ایجاد شده در آزمون چاهک آگار نسبت به آزمون دیسک بیشتر بوده است. در آزمون چاهک نیز همانند آزمون دیسک دیفیوژن بیشترین میزان تاثیر گذاری و بازدارندگی اسانس برای گونه‌ی *کاندیدا آلبیکنز* با میزان میانگین هاله‌ی (۱۷/۵۰ میلی‌متر) مشاهده شد و کمترین میزان تاثیر گذاری اسانس برای دو گونه از قارچ آسپرژیلوس با میزان هاله‌ی بازدارنده‌ی (۱۲/۸۰ میلی‌متر) برای *آسپرژیلوس نایجر* و (۱۲/۹۰ میلی‌متر) برای *آسپرژیلوس فامیگاتوس* بوده است، داده‌های حاصل از این دو قارچ همانند آزمون دیسک فاقد اختلاف معنی‌دار بوده‌اند. همانند داده‌های به دست آمده از آزمون دیسک نتایج گونه‌ی *پنیسیلیوم ایتالیکوم* و *پنیسیلیوم دیجیتاتوم* به یکدیگر نزدیک و فاقد اختلاف معنی‌دار بوده است. در مطالعه‌ی سنوچی و همکاران،(۲۰۲۰) تاثیر

ا سانس زردچوبه درغلظت‌های ۱۰۰، ۲۰۰ و ٤۰۰ mg/ml بر گونه‌ی *پنیسیلیوم اکسپانسوم* دارای میزان هاله‌ی بازدارنده به قطر ۲٤/۱، ۳۵/۲ و ۵۹/۲ میلی‌متر بود، میزان بازدارندگی ۱۰۰درصدی این قارچ در غلظت mg/ml ۵۱۲ مشاهده شد[۱٦]. نتیجه‌ی تاثیر زردچوبه استخراج شده با متانول در پژوهش چاهان و همکاران، (۲۰۱۷) به شیوه‌ی چاهک اگار ایجاد هاله‌ی بازدارنده‌ی ۲٤ میلی‌متری برای *آسپرژیلوس نایجر* و ها له‌ی ۲۵ میلی‌متری برای *پنیسیلیوم کرایوژنوم* بوده است [۲۷]. قطر میزان هاله‌ی بازدارنده‌ی ایجاد شده برای گونه‌های آسپرژیلوس و پنیسیلیوم در این پژوهش با نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر دارای مغایرت بود، میزان هاله‌ی بازدارنده‌ی گونه‌ی پنیسلیوم بیشتر از گونه‌ی آسپرژیلوس مشاهده شد.

اسانس‌ها دارای خواص چربی دوستی می‌باشند، این ویژگی به آنها اجازه می‌دهد با نفوذ به غشاء سیتوپلاسمی سبب تجمع پلی ساکاریدها در شرایط تنش خشکی شوند که به دنبال آن شکستن پلا سما در سلول‌های قارچی رخ می‌دهد.

غ شاء پلا سمایی در سلول‌های قارچی یکی از اندام‌هایی است که نقش حیاتی را در حفظ محیط هموا ستاتیک برای تبادل انرژی و اطلاعات ژنتیکی درون سلول ایفا می‌کند، در غ شاء این سلول‌ها ارگو سترول‌ها ح ضور دارند، این ترکیبات مسئول ا صلی حفظ یکپارچگی و عملکرد سلول می‌باشند. ترکیبات ضد قارچی طبیعی و یا مصنوعی می‌توانند سبب اختلال در این م سیرهای بیولوژیکی شده که در نهایت منجر به سرکوب سلول می شود. ا سانس زردچوبه سبب سرکوب تولید ارگوسترول‌های موجود درون سلول‌های قارچی شده، که منجر به اختلال در عملکرد سلول و در نهایت سبب تخریب آن می‌شود. یکی دیگر از مسیرهایی که ترکیبات ضد قارچی برای مهار عملکرد فعالیت سلول هدف استفاده می‌کنند تاثیر بر فعالیت ATPase و آنزیم دهیدروژناز می باشد. در پی کاهش میزان ATPase در سلول میتوکندری، کاهش میزان انرژی در سلول رخ می‌دهد که کاهش بیشتر pH و اسیدی شدن محیط سلول را به دنبال دارد و می‌تواند سبب آسیب به دیواره‌ی سلول و تخریب آن شود. ا سانس زرد چوبه تاثیرگذاری خود را با مهار سوکسینات دهیدروژناز، سنتز مالات دهیدروزناز و ATPase میتوکندری و تاثیر بر بیان ن سبی ژن‌های مایکوتوک سین که مکانی سمی برای تخریب آفلاتوکسین می‌باشد، نشان می‌دهد[۱]. یکی دیگر از ترکیبات موجود در اسانس زردچوبه ساپونین می‌باشد، ساپونین‌های موجود در اسانس دارای فعالیت ضد باکتری و ضدقارچی بوده، این ترکیبات با حل کردن پروتئین‌های دیواره‌ی سلولی سبب نشت سیتوپلاسم به بیرون شده و سبب ایجاد فرایند لیز شدن سلولی می‌شوند [۱۵].

جدول ٤. اثر ضدقارچی اسانس زردچوبه به روش چاهک آگار

Table 4. Antifungal effect of turmeric essential oil (well diffusion method) [a,b]

Microorganisms	well diffusion method (mm)
Aspergillus niger	12.80 ± 0.36^{c}
Aspergillus fumigatus	12.90 ± 0.31^{c}
Candida albicans	17.50 ± 0.50^{a}
Penicillium italicum	14.00 ± 0.26^{b}
Penicillium digitatum	14.20 ± 0.39^{b}

نتایج به‌صورت "انحراف معیار ± میانگین" سه تکرار (n=3) گزارش شده‌اند و از آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون Duncan برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شده است. حروف غیر مشابه کوچک در یک ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح معنی‌داری ۵ درصد است (P<۰/۰۵).

The data shown are "mean ± standard deviation" with 3 replace. Different capital letters indicate a significant difference ($p<0.05$) between the antimicrobial effect of essential oil on pathogens.

۳-۳-۳ حداقل غلظت بازدارندگی و حداقل غلظت کشندگی

نتایج حداقل غلظت بازدارندگی و حداقل غلظت کشندگی در جدول ۵ بیان شده است. گونه‌ی قارچی *کاندیدا آلبیکنز* با بیشترین میزان تاثیرگذاری اسانس در میان سایر گونه‌های قارچی مورد سنجش، در پایین‌ترین غلظت ۸ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر مهار شد، بالاترین میزان مقاومت نسبت به اسانس برای گونه‌ی *آسپرژیلوس نایجر* با ٦٤ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر بوده است. نتایج حداقل غلظت کشندگی نیز مطابق با نتایج حداقل غلظت بازدارندگی است، کم‌ترین غلظت اسانس برای ایجاد حداقل غلظت کشندگی برای گونه‌ی *کاندیدا آلبیکنز* و بیشترین میزان مقاومت گونه‌ی قارچی مربوط به گونه‌ی *آسپرژیلوس نایجر* بود. در مطالعات مشابه چاهان و همکاران، (۲۰۱۷) حداقل غلظت بازدارندگی را برای دو گونه‌ی قارچی *آسپرژیلوس نایجر* و *پنیسیلیوم کرایوژنیوم* ٤۰۰ میکرولیتر بر میلی‌لیتر برآورد نمودند [۲۷]. نتیجه‌ی بررسی موروگش و همکاران، (۲۰۱۹) ایجاد حداقل غلظت بازدارندگی ۸۰۰ میکرولیتر بر میلی‌لیتر و حداقل غلظت کشندگی ۱٦۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر برای گونه‌ی *کاندیدا آلبیکنز* در تماس با عصاره‌ی زردچوبه بود [۱۷].

جدول ۵. حداقل غلظت مهارکنندگی و حداقل غلظت کشندگی اسانس زردچوبه

Table 5. MIC and MFB of turmeric essential oil

Microorganisms	MIC (mg/ml)	MFB (mg/ml)
Aspergillus niger	64	512
Aspergillus fumigatus	32	256
Candida albicans	8	128
Penicillium italicum	32	256
Penicillium digitatum	16	256

نتایج به‌صورت "انحراف معیار ± میانگین" سه تکرار (n=3) گزارش شده‌اند و از آنالیز واریانس یک‌طرفه و آزمون Duncan برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شده است. حروف غیر مشابه کوچک در یک ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح معنی‌داری ۵ درصد است (P<۰/۰۵).

The data shown are “mean ± standard deviation” with 3 replace. Different capital letters indicate a significant difference (p<0.05) between the antimicrobial effect of essential oil on pathogens

٤ – نتیجه گیری

همان‌گونه که بیان شد دو جزء اصلی تشکیل دهنده‌ی اسانس زرچوبه مونوترپن‌ها به میزان تقریبی (٪۱۰–۹) و سسکوترپن‌ها به میزان تقریبی (٪۷۸–۷۹) می‌باشند. ماده‌ی موثره‌ی اصلی در اسانس زردچوبه، کورکومین است که اکثر خاصیت ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی اسانس زردچوبه به آن نسبت داده می‌شود. میزان بازدارندگی رادیکال های آزاد ABTS (٪۶۳/۷) و DPPH (٪۸۱/۵۲) ارزیابی شد. اثر ضدمیکروبی اسانس زردچوبه بر پنج گونه‌ی قارچی نشان دهنده‌ی توانایی این اسانس برای مهار میکروارگانیسم‌های مورد سنجش بود. نتایج نشان داد که از این اسانس می‌توان به عنوان عامل بازدارنده در برابر رشد پاتوژن‌ها در محصولات غذایی استفاده نموده و سبب افزایش مدت زمان ماندگاری مواد غذایی با استفاده از این نگهدارنده‌ی طبیعی شد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند از حمایت‌های مالی معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان جهت تامین هزینه‌های انجام این پایان نامه که مقاله حاضر بخشی از نتایج آن بود تشکر و قدردانی نمایند.

۸– منابع

[1] Hu, Y., Zhang, J., Kong, W., Zhao, G., & Yang, M. (2017). Mechanisms of antifungal and anti-aflatoxigenic properties of essential oil derived from turmeric (*Curcuma longa L.*) on Aspergillus flavus. *Food chemistry*, 220, 1-8.

[2] Ferreira, F. D., Mossini, S. A. G., Ferreira, F. M. D., Arrotéia, C. C., da Costa, C. L., Nakamura, C. V., & Machinski Junior, M. (2013). The inhibitory effects of *Curcuma longa L.* essential oil and curcumin on *Aspergillus flavus* link growth and morphology. *The Scientific World Journal*, *2013*(1), 343804.

[3] Novais, C., Molina, A. K., Abreu, R. M. V., Santo-Buelga, C., Ferreira, I. C. F. R., Pereira, C., & Barros, L. (2022). Natural Food Colorants and Preservatives: A Review, a Demand, and a Challenge. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70(9), 2789-2805.

[4] Jokar, A., Barzegar, H., Maftoon Azad, N. & Shahamirian, M. (2021). Effects of cinnamon essential oil and Persian gum on preservation of pomegranate arils. *Food Science and Nutrition*. 9 (15): 2585-2596.

[5] Ahmad, R. S., Hussain, M. B., Sultan, M. T., Arshad, M. S., Waheed, M., Shariati, M. A., ... & Hashempur, M. H. (2020). Biochemistry, safety, pharmacological activities, and clinical applications of turmeric: a mechanistic review. Evidence-based complementary and alternative medicine, 2020.

[6] Nelson K, Dahlin J, Bisson J, et al. (2017). The essential medicinal chemistry of curcumin. *J Med Chem*.; 60:1620–1637.
[7] Abd El-Hack, M. E., El-Saadony, M. T., Swelum, A. A., Arif, M., Abo Ghanima, M. M., Shukry, M., ... & El-Tarabily, K. A. (2021). Curcumin, the active substance of turmeric: its effects on health and ways to improve its bioavailability. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *101*(14), 5747.
[8] Singletary, K. (2020). Turmeric: potential health benefits. *Nutrition Today*, *55*(1), 45-46.
[9] Majdi, B., Mehrnia, M. A., Barzegar, H., & Alizadeh Behbahani, B. (2021). Determination of the structure, chemical composition, antioxidant activity and the cytotoxic effect of Turmeric essential oil. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 17(2), 261-271
[10] Mehrnia, M. A., Alizadeh Behbahani, B., Barzegar, H. & Tanavar, H. (2021). *Sclerorhachis platyrachis* essential oil: Antioxidant power, total phenolic and flavonoid content and its antimicrobial activity on some Gram-positive and Gram-negative bacteria "in vitro". *Journal of Food Science and Technology (Iran)*.112 (18): 189-198.
[11] Majdi, B., Mehrnia, M. A., & Barzegar, H. (2022). Effect of turmeric (*Curcuma longa L*) essential oil on the oxidative stability of soybean oil. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, 19(122), 335-348.
[12] 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 (Iran)*, 18(113):301-311.
[13] Dehghan, N., Barzegar, H., Mehrnia, M. A., & Jooyandeh, H. (2018). Investigation on the effect of Methanolic Bene (pistachia atlantica) hull extract on oxidative stability of soybean oil. *Innovative Food Technologies*, 5(3), 499-507
[14] Barzegar, H., Alizadeh Behbahani, B. & Noshad, M. (2021). Evaluation of total phenol and flavonoid contents, antioxidant and antimicrobial activity of *Lawsonia inermis* aqueous extract against some gram- positive and gram- negative bacteria. Journal of Food Science and Technology (Iran). 18(116): 327-335.
[15] Kasta, G. (2020). Antimicrobial activity of ethanol extract of rhizome turmeric (*Curcuma longa L.*) for growth of Escherichia coli, Staphylococcus aureus and *Candida albicans*. *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Development*, *8*(3), 5-8.
[16] Senouci, H., Benyelles, N. G., Dib, M. E., Costa, J., & Muselli, A. (2020). Chemical composition and combinatory antifungal activities of *Ammoides verticillata, Allium sativum* and *Curcuma longa* essential oils against four fungi responsible for tomato diseases. *Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening*, *23*(3), 196-204.
[17] Murugesh, J., Annigeri, R. G., Mangala, G. K., Mythily, P. H., & Chandrakala, J. (2019). Evaluation of the antifungal efficacy of different concentrations of *Curcuma longa* on Candida albicans: An: in vitro: study. *Journal of Oral and Maxillofacial Pathology*, *23*(2), 305.
[18] Samiei, A., Tabatabaei- Yazdi, F. & Mazaheri, Tehrani, M. 2018. An investigation into the antioxidant activity, phenolic compounds, antimicrobial effect and interaction of the essential oils of *Curcuma longa* and *Ocimum basilicum* on some pathogenic bacteria. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*. 15(74): 99-107.
[19] 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.

[20] SARAÇ, H., & TÜZÜN, B. Antioxidant Activity Properties of Extract of Turmeric (*Curcuma longa L.*) Plant. *Turkish Computational and Theoretical Chemistry*, *8*(2), 19-27.

[21] Paw, M., Gogoi, R., Sarma, N., Pandey, S. K., Borah, A., Begum, T., & Lal, M. (2020). Study of anti-oxidant, anti-inflammatory, genotoxicity, and antimicrobial activities and analysis of different constituents found in rhizome essential oil of *Curcuma caesia Roxb*., collected from north east India. *Current pharmaceutical biotechnology*, *21*(5), 403-413.

[22] Samiei, A., Tabatabaei- Yazdi, F. & Mazaheri, Tehrani, M. 2018. Identification of *Curcuma longa* essential oil compounds and evaluation of its antibacterial effect on some food-poisoning bacteria "in vitro". *Journal of Food Science and Technology (Iran)*. 15(74): 321-329.

[23] Akter, J., Hossain, M. A., Takara, K., Islam, M. Z., & Hou, D. X. (2019). Antioxidant activity of different species and varieties of turmeric (Curcuma spp): Isolation of active compounds. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, *215*, 9-17.

[24] Khuntia, S., Lenka, J., Dash, M., Sahoo, B. C., Kar, B., & Sahoo, S. (2023). Bioactivity Screening of Thirty Black Turmeric (*Curcuma caesia Roxb*.) Essential Oils Against Free Radicals and MDR Isolates. *Pharmacognosy Magazine*, *19*(3), 615-625.

[25] De Carvalho, F. A. L., Munekata, P. E., de Oliveira, A. L., Pateiro, M., Dominguez, R., Terindade, M. A. and Lorenzo, J. M. (2020). Turmeric (*curcuma longa L.*) extract on oxidative stability, physicochemical and sensory properties of fresh lamb

sausage with fat replace3ment by tiger nut (*Cyperus esculentus L.*) oil. *Food Research International.* 136: 109487.

[26] Akinola, A. A., Ahmad, S., & Maziah, M. (2014). Total anti-oxidant capacity, flavonoid, phenolic acid and polyphenol content in ten selected species of *Zingiberaceae* rhizomes. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, *11*(3), 7-13.

[27] Chauhan, P., Keni, K., & Patel, R. (2017). Investigation of phytochemical screening and antimicrobial activity of *Curcuma longa*. *Int J Adv Res Biol Sci*, *4*, 153-163.

[28] Prakash, B., Singh, P., Kedia, A., Singh, A., & Dubey, N. K. (2012). Efficacy of essential oil combination of *Curcuma longa L*. and Zingiber officinale Rosc. as a postharvest fungitoxicant, aflatoxin inhibitor and antioxidant agent. *Journal of Food Safety*, *32*(3), 279-288.

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Investigation of chemical composition and antifungal properties of turmeric essential oil (*Curcuma longa* L.)

Noshin Jafari nejad[1], Hassan Barzegar*[2], Mohammad Amin Mehrnia[2], Hossein Jooyandeh[3], Mohammad Hojjati[3]

1- M.Sc. Department of Food Science and Technology, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

2- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

3-Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Animal Science and Food Technology, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received:2024/12/10

Accepted:2025/1/18

Keywords:

Antifungal agent,
Chemical composition,
Curcuma longa essential oil.

DOI: 10.22034/FSCT.22.162.292.

*Corresponding Author E-

hbarzegar@asnrukh.ac.ir

ABSTRACT

With the increasing consumer demand for chemical-free food products, the use of medicinal and aromatic plants with high antimicrobial and antioxidant potential has gained considerable attention, influencing the chemical properties of food products. In this study, the chemical compounds, total phenol, and flavonoid content of *Curcuma longa* essential oil were examined. Additionally, the antioxidant properties were assessed using ABTS and DPPH tests, and the antifungal properties of the essential oil were evaluated through disk diffusion, agar well diffusion, MIC and MBC methods. The results from the GC-MS analysis indicated that β-Turmerone was the major compound in the essential oil, accounting for 43.43%. The total phenolic content of the oil was 130.053 mg GAE/g, and the total flavonoid content was 624.5 5 mg QUE/g. The antifungal ability of *Curcuma longa* essential oil was tested against five fungal species: *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus*, *Penicillium italicum, Penicillium digitatum*, and *Candida albicans*. The results showed a strong inhibitory effect on *Candida albicans*. *Based on the obtained results, Curcuma longa essential oil can be considered a promising natural preservative as an alternative to chemical preservatives*.