Archive of SID

Original Article

Identification of Chemical Compounds, Antioxidant Activity, and Antimicrobial Effect of Elettaria cardamomum Essential Oil on a Number of Pathogenic Microorganisms in Vitro

***Mohammad Noshad*[*1], *Behrooz Alizadeh Behbahani*[1]**

[1]*Department of Food Science & Technology, School of Animal Science & Food Technology, Agricultural Sciences & Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.*

[*]***Corresponding Author:***
Mohammad Noshad;
Department of Food Science & Technology, School of Animal Science & Food Technology, Agricultural Sciences & Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

Email:
noshad@ramin.ac.ir

Received: 4 Nov, 2018
Accepted : 21 Jan, 2019

Abstract

Background and Objectives: Green cardamom with scientific name of *Elettaria cardamomum* belongs to Zingiberaceae family. The purpose of this study was to determine the chemical composition and antioxidant activity and antibacterial effects of *Elettaria cardamomum* essential oil on some pathogenic microorganisms *in vitro*.

Methods: In this experimental study, first, *Elettaria cardamomum* essential oil was extracted using hydrodistillation method by clevenger. Then, its chemical composition, were identified by gas chromatography and gas chromatography–mass spectrometry. Antioxidant activity of the essential oil, was evaluated based on the percentage of free radical inhibitory activity. The antimicrobial activity of *Elettaria cardamomum* essential oil was tested by disc diffusion, well diffusion, minimum inhibitory concentration (MIC), and minimum bactericidal concentration (MBC) methods. Data analysis was carried out using analysis of variance (ANOVA) test.

Results: In this research, 23 compounds, were identified in *Elettaria cardamomum* essential oil. The major compound of the essential oil was Eucalyptol (31.51%) and the Antioxidant activity of *Elettaria cardamomum* essential oil, was obtained to be 43%±0.67. The MIC of *Elettaria cardamomum* essential oil ranged from 4 to 32mg/ml, depending on the type of bacteria (Gram positive or Gram negative). The results of the disc diffusion and well diffusion tests showed that the maximum inhibition zone diameter (IZD) of *Elettaria cardamomum* essential oil was for the *Streptococcus pyogenes* and the minimum IZD was for *Enterobacter aerogenes*.

Conclusion: Based on the results of this research, the essential oil of *Elettaria cardamomum* has antioxidant activity and antimicrobial activity against several pathogenic strains. Therefore, further researches are required for clinical application of *Elettaria cardamomum* essential oil.

Keywords: *Elettaria cardamomum*; *Essential oil*; Chemical compounds; Antioxidants; Anti-infective agents.

DOI: 10.29252/qums.13.2.57

www.SID.ir

International License Creative Commons Attribution License 4.0

مجله دانشگاه علوم پزشکی قم
دوره سیزدهم، شماره دوم، اردیبهشت ۹۸
صفحه ۵۷ الی ۶۹
Archive of SID

مقاله پژوهشی
(Original Article)

شناسایی ترکیبات شیمیایی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و تأثیر ضد میکروبی اسانس هل سبز بر تعدادی از میکروارگانیسم‌های بیماریزا در شرایط آزمایشگاهی

محمد نوشاد[1*]، بهروز علیزاده بهبهانی[1]

[1]گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران.

*نویسنده مسئول مکاتبات:
محمد نوشاد؛ گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده علوم دامی و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران.

آدرس پست الکترونیکی:
noshad@ramin.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۷/۸/۱۳
تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۱/۱

چکیده

زمینه و هدف: هل سبز با نام علمی *Elettaria cardamomum* متعلق به تیره زنجبیلیان است. این مطالعه با هدف شناسایی ترکیبات شیمیایی، فعالیت و ارزیابی فعالیت ضد باکتریایی اسانس هل سبز بر تعدادی از میکروارگانیسم‌های بیماریزا در شرایط آزمایشگاهی انجام شد.

روش بررسی: در این مطالعه تجربی، ابتدا اسانس هل سبز با روش تقطیر با آب، به‌وسیله کلونجر اسانس‌گیری شد. ترکیبات شیمیایی اسانس هل سبز با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنجی جرمی شناسایی شد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس هل سبز براساس درصد مهارکنندگی رادیکال آزاد تعیین گردید. فعالیت ضد میکروبی اسانس به روش‌های دیسک دیفیوژن، چاهک آگار، حداقل غلظت مهارکنندگی و حداقل غلظت کشندگی بر سویه‌های بیماری‌زا تعیین شد. داده‌ها با استفاده از آزمون آنالیز واریانس تجزیه‌وتحلیل شدند.

یافته‌ها: در این پژوهش، ۲۳ ترکیب در اسانس هل سبز شناسایی شد. Eucalyptol با ۳۱/۵۳٪ بیشترین ترکیب بود و فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس هل سبز براساس درصد مهارکنندگی رادیکال آزاد برابر با ۰/۶۷±۴۳ به دست آمد. محدوده حداقل غلظت مهارکنندگی اسانس هل‌سبز بین ۳۲-۴ میلی‌گرم برمیلی‌لیتر بسته به نوع باکتری (گرم مثبت یا گرم منفی) متفاوت بود. براساس نتایج حاصل از آزمون دیسک دیفیوژن و چاهک آگار، بیشترین قطر هاله عدم رشد اسانس هل سبز مربوط به باکتری *استرپتوکوکوس پیوژنز* و کمترین قطر هاله عدم رشد مربوط به باکتری *انتروباکتر ائروژنز* بود.

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان داد اسانس هل سبز دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی در برابر سویه‌های بیماریزا می‌باشد؛ بنابراین به‌منظور کاربرد بالینی اسانس هل سبز، انجام مطالعات بیشتر ضروری است.

کلیدواژه‌ها: هل سبز؛ اسانس؛ ترکیبات شیمیایی؛ آنتی‌اکسیدان‌ها؛ عوامل ضدعفونی.

لطفاً به این مقاله به‌صورت زیر استناد نمایید:

Noshad M, Alizadeh Behbahani B. Identification of chemical compounds, antioxidant activity, and antimicrobial effect of elettaria cardamomum essential oil on a number of pathogenic microorganisms in vitro. Qom Univ Med Sci J 2019;13(2):57-69. [Full Text in Persian]

www.SID.ir

International License Creative Commons Attribution License 4.0

Archive of SID

مقدمه

هل سبز با نام علمی *Elettaria cardamomum*، متعلق به تیره زنجبیلیان است. هل می‌تواند به‌صورت طبیعی و پرورش‌یافته در مناطق سرد و کوهستانی در زیر سایه درختان رشد کند. ازنظر گیاه‌شناسی، درخت هل دارای ارتفاع ۳۰-۵۰ سانتی‌متر است. انواع هل شامل: هل سبز، هل سیاه و هل سفید می‌باشد که نوع سبز آن عطر تندتری دارد. در ایران هل سبز به دلیل دارا بودن عطر تندتر، بیشتر از سایر هل‌ها مصرف می‌شود. هل یکی از پرکاربردترین چاشنی‌های معطر مورداستفاده در بعضی از غذاها، نان‌ها، شیرینی‌ها، به‌خصوص مرباها بوده و ازنظر طب سنتی، گرم و خشک است. در طب سنتی ایران استفاده از دانه‌های هل پس از مصرف وعده‌های غذایی علاوه بر اینکه موجب هضم و گوارش بهتر غذا می‌شود می‌تواند بوی نامطبوع دهان را نیز برطرف کند. مصرف دم‌کرده هل؛ مفرح، تقویت‌کننده معده و بادشکن است. استفاده از دمنوش هل در تسکین کولیت، نفخ، سوءهاضمه، حالت تهوع، خستگی و ترشح زیاد اسید معده مؤثر است. ازجمله مهم‌ترین ویژگی ارزشمند هل، جلوگیری از تشکیل خلط در گلو بوده که ازنظر مقایسه با داروهای شیمیایی، مصرف دانه‌های آن اثری همانند داروی اکسپکتورانت دارد و در پاک کردن ترشحات اضافی و خلط از سینوس‌ها، بینی و سینه مؤثر است. از سایر خواص درمانی هل می‌توان به کاهش اضطراب و نگرانی، درمان افسردگی، درمان شب ادراری در کودکان و تقویت کلیه‌ها اشاره کرد (۱-۵). اثر ضد میکروبی هل در مطالعات مختلفی موردبررسی قرار گرفته است. Kubo و همکاران در سال ۱۹۹۱، با بررسی اثر ضد میکروبی ۱۰ ترکیب هل بر میکروارگانیسم‌های بیماریزا، اثر ضد میکروبی آن را تأیید کردند (۶). El Malti و همکاران نیز در سال ۲۰۰۷، در مطالعه‌ای نشان دادند اسانس هل‌سبز دارای فعالیت ضد میکروبی بر روی سویه‌های بیماریزا می‌باشد (۷). Kaushik و همکاران در سال ۲۰۱۰، اثر ضدمیکروبی عصاره‌های مختلف هل سبز را بر تعدادی از باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی در شرایط آزمایشگاهی تأیید کردند (۸). همچنین Husain و همکاران (سال ۲۰۱۴) در مطالعه خود، اثر ضدمیکروبی اسانس هل سبز را بر تعدادی از سویه‌های باکتریایی و قارچی نشان دادند (۱).

اکثر عفونت‌ها و مسمومیت‌ها به‌وسیله باکتری‌های *سودوموناس آئروژینوزا*، *انتروباکتر ائروژنز*، *اشرشیاکلی*، *استافیلوکوکوس اورئوس*، *لیستریا مونوسایتوژنز* و *استرپتوکوکوس پیوژنز* ایجاد می‌شود. *سودوموناس آئروژینوز*، باکتری گرم منفی فرصت‌طلبی است که می‌تواند باعث عفونت‌های مجاری ادراری، سیستم تنفسی، التهاب و آماس پوست، عفونت بافت‌های نرم، عفونت‌های معده، روده و ...، گردد. *انتروباکتر ائروژنز*، باکتری گرم منفی از خانواده انتروباکتریاسه بوده که می‌تواند باعث عفونت‌های رحمی و ادراری شود. *اشرشیاکلی*، باکتری گرم منفی از خانواده انتروباکتریاسه بوده که شایع‌ترین عامل عفونت دستگاه ادراری است. *استافیلوکوکوس اورئوس*، باکتری گرم مثبتی است که در ایجاد طیف وسیعی از بیماری‌ها؛ ازجمله اندوکارتیت، استئومیلت، پنومونی، سندرم شوک توکسیک، کورک و ...، نقش دارد. *استرپتوکوکوس پیوژنز*، کوکسی گرم مثبت است که می‌تواند باعث ایجاد بیماری‌هایی همانند فارنژیت، باد سرخ، سلولیت، زردزخم و قانقاریا شود (۹-۱۲).

لیستریا مونوسایتوژنز، باکتری گرم مثبت و عامل بیماری لیستریوز می‌باشد. این باکتری در موارد اپیدمیک عفونت در افراد مستعد تا ۷۵٪ عامل مرگ‌ومیر است. ازآنجایی‌که باکتری *لیستریا مونوسایتوژنز* ازنظر فیزیولوژیکی شبیه به *لیستریا اینوکوآ* بوده و تنها تفاوت در مورد بیماریزا بودن آن‌ها می‌باشد؛ لذا در این پژوهش از باکتری *لیستریا اینوکوآ* استفاده شد.

پژوهش حاضر با هدف شناسایی ترکیبات شیمیایی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ارزیابی فعالیت ضد میکروبی اسانس هل سبز بر سویه‌های *سودوموناس آئروژینوزا*، *انتروباکتر ائروژنز*، *اشرشیاکلی*، *استافیلوکوکوس اورئوس*، *لیستریا اینوکوآ* و *استرپتوکوکوس پیوژنز* با روش‌های متنوع کیفی و کمّی ضدمیکروبی و درنهایت، مقایسه قدرت ضد میکروبی اسانس هل‌سبز با تعدادی از آنتی‌بیوتیک‌های رایج درمانی صورت گرفت.

روش بررسی

این مطالعه تجربی (سال ۱۳۹۷) در آزمایشگاه میکروب‌شناسی گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده علوم دامی و

www.SID.ir

International License Creative Commons Attribution License 4.0

Archive of SID

صنایع غذایی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان انجام شد. هل سبز بعد از خریداری از بازار، با استفاده از آب سرد به‌صورت سطحی، شست‌وشو داده شد و بعد از خشک شدن در دمای اتاق، به‌وسیله آسیاب آزمایشگاهی پودر گردید.

از روش تقطیر با آب، جهت اسانس‌گیری هل سبز به‌وسیله دستگاه کلونجر استفاده شد. مطابق با این روش، هل سبز پودرشده با ترازوی دیجیتال به میزان ۵۰ گرم به‌دقت توزین و ۷۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر به دستگاه کلونجر شیشه‌ای (آداک) اضافه شد تا عمل استخراج اسانس انجام گیرد. مدت‌زمان استخراج اسانس از هل‌سبز، ۴ ساعت به‌طول انجامید، لازم به ذکر است بیشترین حجم اسانس استخراجی در همان یک‌ساعت اول بود. بعد از اتمام اسانس‌گیری از هل سبز، جداسازی اسانس از سطح آب انجام و به‌وسیله سولفات سدیم آبگیری و تا انجام آزمون‌های شیمیایی و میکروبیولوژیکی، اسانس استخراج‌شده در ظروف تمیزی که اطراف آن پوشش فویل آلومینیومی (کاملاً تاریک) پیچیده شده بود در دمای یخچال (۴ درجه سانتیگراد) نگهداری شد (۱۳).

جهت شناسایی ترکیبات موجود در اسانس هل سبز، از دستگاه‌های کروماتوگرافی گازی و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنجی جرمی موجود در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه فردوسی مشهد استفاده گردید. میزان ۰/۱ میکرولیتر از اسانس هل‌سبز به دستگاه کروماتوگرافی گازی تزریق شد و برنامه‌ریزی دمایی ستون (۸۰-۲۲۵ درجه سانتیگراد) برای جداسازی مطابق با روش Husain و همکاران در سال ۲۰۱۴ انجام گرفت (۱). در ادامه، درصد ترکیب‌های تشکیل‌دهنده اسانس هل سبز محاسبه گردید. آلکان‌های نرمال $C_{۲۸}$ -$C_{۸}$، تحت شرایط یکسان براساس برنامه دمایی اسانس هل سبز، برای محاسبه شاخص بازداری اجزای اسانس به دستگاه تزریق شد. اسانس هل سبز به دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنجی جرمی تزریق و طیف جرمی ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس به‌دست آمد. از گاز هلیم با سرعت ۱/۱ میلی‌لیتر در دقیقه و از انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون استفاده شد. درنهایت، اجزای اسانس هل سبز در مقایسه با طیف‌های جرمی استاندارد موجود در کتابخانه الکترونیک ویلی موجود در نرم‌افزار و مقایسه با اعداد استاندارد موجود در مراجع شناسایی گردید (۱۴،۱۵).

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس هل سبز مطابق با روش نوشاد و همکاران (سال ۱۳۹۷) انجام گرفت (۱۶). در این روش به‌طور خلاصه، میزان جذب در طول‌موج ۵۱۷ نانومتر حاصل از واکنش رادیکال چربی‌دوست DPPH با آنتی‌اکسیدان‌های دهنده هیدروژن، تعیین گردید. سپس براساس معادله ۱، درصد مهارکنندگی رادیکال آزاد محاسبه شد.

$$\text{DPPH-RS activity (\%)}=[1-AS/AC] \times 100$$

در این معادله: As جذب نمونه و Ac جذب نمونه کنترل است.

از محلول اتانول ۹۵٪ به‌عنوان شاهد جهت صفر کردن دستگاه اسپکتروفوتومتر استفاده شد.

جهت بررسی اثر ضد میکروبی اسانس هل سبز، از سه عدد سویه گرم منفی استاندارد *سودوموناس آئروژینوزا*، *انتروباکتر ائروژنز* و *اشرشیاکلی*، همچنین سه عدد سویه گرم مثبت استاندارد *استافیلوکوکوس اورئوس*، *لیستریا اینوکوآ* و *استرپتوکوکوس پیوژنز* موجود در مجموعه آزمایشگاه میکروب‌شناسی استفاده شد. جهت فعال‌سازی هریک از سویه‌ها، قبل از آزمون‌های ضدمیکروبی، کشت ۲۴ ساعته تهیه گردید، سپس جهت تهیه استاندارد میکروبی، طبق استاندارد ۰/۵ مک‌فارلند در طول‌موج ۶۲۰ نانومتر (با جذب بین ۰/۱۳-۰/۰۸) اقدام شد. در این حالت استاندارد ۰/۵ مک‌فارلند، کدورتی معادل با یک سوسپانسیون باکتریایی حاوی $۱/۵\times۱۰^{۸}$CFU/ml ایجاد می‌کند (۱۷).

در این مطالعه از چهار روش متنوع ضد میکروبی جهت بررسی فعالیت ضد میکروبی اسانس هل سبز استفاده شد.

روش‌های به‌کاررفته جهت ارزیابی فعالیت ضد میکروبی اسانس هل سبز به‌طور خلاصه در زیر آورده شده است:

اولین روش موردبررسی، روش دیسک دیفیوژن یا انتشار در آگار به کمک دیسک بود. در این روش مطابق با روش انجام‌شده توسط علیزاده بهبهانی و همکاران در سال ۱۳۹۶ (۱۸)، ابتدا اسانس هل سبز از فیلتر سر سرنگی با قطر منفذ ۰/۲۲ میکروبی عبور داده شد و در ظرف استریل ریخته شد، سپس ۱۰ میکرولیتر از اسانس هل سبز به دیسک‌های بلانک استریل (با قطر ۶ میلی‌متر) اضافه گردید.

www.SID.ir
International License Creative Commons Attribution License 4.0

Archive of SID

در ادامه، دیسک‌های آغشته به اسانس هل سبز با دقت بر روی پتری‌دیش‌های حاوی محیط کشت مولر هینتون آگار (مرک آلمان) و باکتری‌های بیماریزا (مطابق با استاندارد ۰/۵ مک‌فارلند) قرار گرفتند. فاصله دیسک‌ها از دیواره پتری‌دیش، حداقل ۲۰ میلی‌متر و از یکدیگر حداقل ۲۵ میلی‌متر تعیین گردید. درنهایت، هریک از پتری‌دیش‌ها در دمای بهینه رشد باکتری (۳۷ درجه سانتیگراد) به مدت ۲۴ ساعت گرمخانه‌گذاری شدند، سپس قطر هاله عدم رشد توسط خط‌کش به‌طور دقیق اندازه‌گیری و ثبت گردید. همچنین از دیسک‌های آنتی‌بیوتیک ونکومایسین و جنتامایسین به‌منظور مقایسه اثر ضد میکروبی اسانس هل سبز با آنتی‌بیوتیک‌های رایج درمانی استفاده شد. اصول کلی روش چاهک آگار، مطابق با روش دیسک دیفیوژن بود، با این تفاوت که در این روش اسانس هل سبز درون چاهک‌هایی که به‌وسیله پیپت پاستور بر سطح محیط کشت ایجاد شده بودند (با عمق ۶ میلی‌متر) ریخته شد. درنهایت، پتری‌دیش‌های حاوی اسانس هل‌سبز و باکتری‌های بیماریزا در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد، به‌مدت ۲۴ ساعت گرمخانه‌گذاری و پس‌ازآن، میزان هاله عدم رشد به‌وسیله خط‌کش اندازه‌گیری و ثبت گردید (۱۹).

تعیین حداقل غلظت مهارکنندگی از رشد اسانس هل سبز مطابق با روش انجام‌شده توسط کلاهی‌مرند در سال ۱۳۹۵ (۲۰) و علیزاده بهبهانی و همکاران در سال ۱۳۹۶ (۱۸) صورت گرفت. در این روش از چاهک ۹۶ خانه‌ای استریل و معرف تری فنیل تترازولیوم ۵٪ جهت بررسی رشد میکروارگانیسم‌ها استفاده شد. به‌طور خلاصه، در این مرحله ابتدا یک محلول مادر با غلظت ۵۱۲ میلی‌گرم برمیلی‌لیتر از اسانس هل سبز تهیه گردید، سپس از این محلول، غلظت‌های متوالی با نصف هریک از غلظت‌های ۰/۲۵، ۰/۵، ۱، ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۳۲، ۶۴، ۱۲۸ و ۲۵۶ به دست آمد. در ادامه، به هریک از چاهک‌های ۹۶ خانه‌ای، ۲۰۰ میکرولیتر از رقت‌های تهیه‌شده از اسانس هل‌سبز و ۲۰ میکرولیتر از سوسپانسیون میکروبی (معادل ۰/۵ مک‌فارلند) اضافه شد. یک خانه به‌عنوان کنترل مثبت (حاوی محیط کشت و سوسپانسیون میکروبی فاقد اسانس) و یک خانه به‌عنوان کنترل منفی (حاوی اسانس و محیط کشت) در نظر گرفته شد. درنهایت، چاهک‌های ۹۶ خانه‌ای درب‌گذاری شده و در دمای بهینه، رشد باکتری به مدت ۲۴ ساعت گرمخانه‌گذاری شد. پس از مدت زمان ۲۴ ساعت از گرمخانه‌گذاری، به هریک از خانه‌های پلیت ۹۶ خانه‌ای، ۲۰ میکرولیتر معرف ۵٪ تری فنیل تترازولیوم کلراید اضافه و به‌مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد گرمخانه‌گذاری شدند. اولین خانه‌ای‌که در آن تغییر رنگ قرمز یا ارغوانی ایجاد نشد؛ به‌عنوان حداقل غلظت مهارکنندگی اسانس هل سبز یادداشت گردید.

برای تعیین حداقل غلظت کشندگی اسانس هل سبز با توجه به نتایج حاصل از حداقل غلظت مهارکنندگی رشد (میکرودایلوشن براث و معرف تری فنیل تترازولیوم کلراید)، از خانه‌هایی که فاقد رنگ قرمز یا ارغوانی بودند (حداقل غلظت مهارکنندگی به غلظت‌های بالاتر)، ۱۰۰ میکرولیتر بر پلیت‌های حاوی محیط کشت مولر هینتون آگار کشت داده شد، سپس محیط‌های کشت گرمخانه‌گذاری شدند. غلظت‌هایی که فاقد رشد میکروارگانیسم بودند به‌عنوان حداقل غلظت کشندگی برای سویه‌های بیماریزا درنظر گرفته شدند (۱۸،۲۰). تمامی آزمایش‌ها در سه بار یا بیشتر تکرار شد و از میانگین‌های به‌دست‌آمده برای آنالیزهای آماری استفاده گردید. داده‌ها به کمک نرم‌افزارSPSS نسخه ۱۸، آزمون واریانس و دانکن (جهت مقایسه میانگین‌ها)، در سطح معنی‌داری ۵٪ تجزیه‌وتحلیل شدند.

یافته‌ها

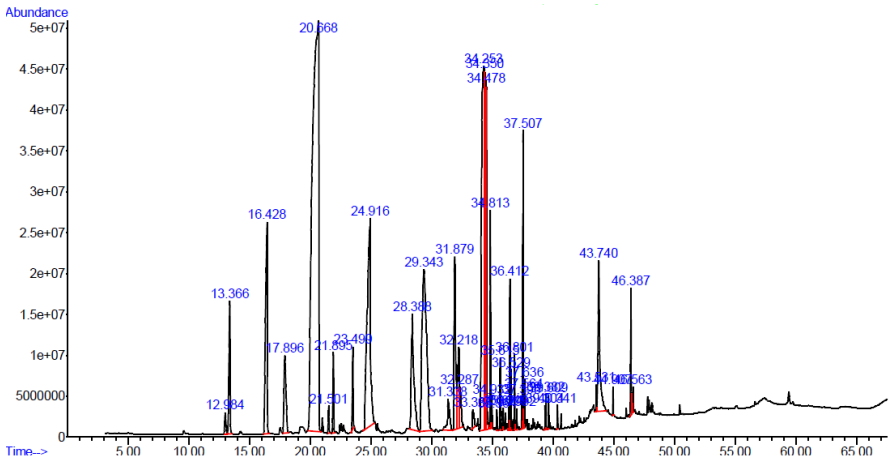
نتایج حاصل از شناسایی ترکیبات شیمیایی اسانس هل سبز با استفاده از کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنجی جرمی در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. اعداد مندرج در ستون عمودی کروماتوگرام، فراوانی ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس هل‌سبز و ستون افقی، زمان جداسازی و شناسایی هریک از ترکیبات اسانس را در ستون نشان می‌دهد (نمودار). در این مطالعه، ۲۳ ترکیب از اسانس هل سبز شناسایی گردید که درمجموع، ۹۴/۸۶٪ ترکیبات اسانس را تشکیل می‌داد. ترکیب عمده اسانس هل سبز، Eucalyptol (۳۱/۵۳٪) بود. علاوه بر این، ترکیبات اصلی دیگر شامل: α-Terpinenylacetate (19%)، α-Terpineol (8/93%)، Linalool (8/31%)، Sabinene(4/22%)، Octadecadienoic acid (3/2%) و Linalyl acetate (3/08%) ترکیبات غالب بودند.

www.SID.ir
International License Creative Commons Attribution License 4.0

Archive of SID

جدول شماره ۱: ترکیبات شناسایی‌شده اسانس هل سبز

ردیف	ترکیب شناسایی‌شده	درصد
۱	α-Pinene	۱/۹۱
۲	Sabinene	۴/۲۲
۳	β-Myrcene	۱/۸۲
۴	Eucalyptol	۳۱/۵۳
۵	Ocimene	۰/۲۲
۶	γ-Terpinene	۰/۷
۷	α-Terpinolene	۰/۷۲
۸	Linalool	۸/۳۱
۹	α-Terpineol	۸/۹۳
۱۰	Linalyl acetate	۳/۰۸
۱۱	Geraniol	۱/۵۹
۱۲	Citral	۰/۷۴
۱۳	α-Terpinenylacetate	۱۹
۱۴	Camphene	۲/۴۲
۱۵	Geranyl acetate	۱/۱۵
۱۶	Caryophyllene	۱/۰۷
۱۷	Germacrene-D	۰/۳
۱۸	Eudesma	۰/۶۹
۱۹	α-Selinene	۰/۲۶
۲۰	γ-Cadinene	۰/۳
۲۱	Nerolidol	۱/۸۳
۲۲	Octadecadienoic acid	۳/۲
۲۳	Octadecenal	۰/۸۷



نمودار: کروماتوگرام اسانس هل سبز

www.SID.ir
International License Creative Commons Attribution License 4.0

Archive of SID

فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس هل سبز براساس درصد مهارکنندگی رادیکال آزاد برابر با ۰/۶۷±۴۳ به دست آمد.

نتایج فعالیت ضد میکروبی به روش دیسک دیفیوژن اسانس هل‌سبز بر باکتری‌های *سودوموناس آئروژینوزا*، *انتروباکتر ائروژنز*، *اشرشیاکلی*، *استافیلوکوکوس اورئوس*، *لیستریا اینوکوآ* و *استرپتوکوکوس پیوژنز* در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

جدول شماره ۲: میانگین قطر هاله عدم رشد (میلی‌متر) اسانس هل سبز بر *سودوموناس آئروژینوزا*، *انتروباکتر ائروژنز*، *اشرشیاکلی*، *استافیلوکوکوس اورئوس*، *لیستریا اینوکوآ* و *استرپتوکوکوس پیوژنز* (دیسک دیفیوژن)

ماده ضد میکروبی/باکتری	*سودوموناس آئروژینوزا*	*انتروباکتر ائروژنز*	*اشرشیاکلی*	*استافیلوکوکوس اورئوس*	*لیستریا اینوکوآ*	*استرپتوکوکوس پیوژنز*
اسانس هل سبز	۸/۹۰±۰/۴۵^{a}	۸/۰۰±۰/۶۵^{a}	۹/۳۰±۰/۵۰^{a}	۱۳/۳۰±۰/۵۲^{a}	۱۴/۰۰±۰/۷۴^{a}	۱۶/۷۰±۰/۵۰^{a}
ونکومایسین	–	–	–	۱۲/۵۰±۰/۵۰^{a}	۱۲/۸۰±۰/۵۵^{a}	۱۸/۹۰±۰/۵۰^{b}
جنتامایسین	۱۵/۲۰±۰/۵۷^{b}	۱۲/۰۰±۰/۵۰^{b}	۱۴/۶۰±۰/۵۰^{b}	–	–	–

- **حروف غیرمشابه، نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح معنی‌داری ۵٪ می‌باشد.**
- **حروف مشابه، نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح معنی‌داری ۵٪ می‌باشد.**
- **(-) آزمون انجام نشد.**

باکتری گرم منفی *انتروباکتر ائروژنز*، بالاترین مقاومت را در برابر اسانس هل سبز از خود نشان داد. همچنین حساس‌ترین سویه در برابر اسانس هل سبز، باکتری گرم مثبت *استرپتوکوکوس پیوژنز* بود. نتایج فعالیت ضد میکروبی به روش چاهک آگار در جدول شماره ۳ آمده است.

در این روش قطر هاله بازدارندگی (هاله عدم رشد) در مقایسه با روش دیسک دیفیوژن، بیشتر بود. همچنین مقاوم‌ترین و حساس‌ترین سویه میکروبی نسبت به اسانس هل سبز به ترتیب باکتری *انتروباکتر ائروژنز* و *استرپتوکوکوس پیوژنز* بود.

جدول شماره ۳: میانگین قطر هاله عدم رشد (میلی‌متر) اسانس هل سبز بر *سودوموناس آئروژینوزا*، *انتروباکتر ائروژنز*، *اشرشیاکلی*، *استافیلوکوکوس اورئوس*، *لیستریا اینوکوآ* و *استرپتوکوکوس پیوژنز* (چاهک آگار)

ماده ضدمیکروبی/باکتری	*سودوموناس آئروژینوزا*	*انتروباکتر ائروژنز*	*اشرشیاکلی*	*استافیلوکوکوس اورئوس*	*لیستریا اینوکوآ*	*استرپتوکوکوس پیوژنز*
اسانس هل سبز	۱۰/۰۰±۰/۵۰^{a}	۹/۱۰±۰/۵۰^{a}	۱۰/۴۰±۰/۳۵^{a}	۱۵/۱۰±۰/۴۵^{a}	۱۴/۷۰±۰/۵۵^{a}	۱۸/۲۰±۰/۵۰^{a}
وانکومایسین	–	–	–	۱۲/۵۰±۰/۵۰^{b}	۱۲/۸۰±۰/۵۵^{b}	۱۸/۹۰±۰/۵۰^{a}
جنتامایسین	۱۵/۲۰±۰/۵۷^{b}	۱۲/۰۰±۰/۵۰^{b}	۱۴/۶۰±۰/۵۰^{b}	–	–	–

- **حروف غیرمشابه، نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح معنی‌داری ۵٪ می‌باشد.**
- **حروف مشابه، نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح معنی‌داری ۵٪ می‌باشد.**
- **(-) آزمون انجام نشد.**

نتایج فعالیت ضد میکروبی به روش حداقل غلظت مهارکنندگی رشد و حداقل غلظت کشندگی در جدول شماره ۴ آورده شده است. حداقل غلظت مهارکنندگی اسانس سبز برای *سودوموناس آئروژینوزا*، *انتروباکتر ائروژنز*، *اشرشیاکلی*، *استافیلوکوکوس اورئوس*، *لیستریا اینوکوآ* و *استرپتوکوکوس پیوژنز* به ترتیب *برابر با* ۱۶، ۳۲، ۱۶، ۸، ۸ و ۴ میلی گرم برمیلی‌لیتر به دست آمد.

نتایج حداقل غلظت کشندگی اسانس هل سبز بر باکتری‌های مذکور نشان داد به‌طورکلی حداقل غلظت کشندگی برابر و یا بزرگتر از حداقل غلظت مهارکنندگی می‌باشد. همچنین حداقل غلظت کشندگی برای سویه‌های *سودوموناس آئروژینوزا*، *انتروباکتر ائروژنز*، *اشرشیاکلی*، *استافیلوکوکوس اورئوس*، *لیستریا اینوکوآ* و *استرپتوکوکوس پیوژنز* به ترتیب ۳۲، ۳۲، ۳۲، ۱۶، ۸ و ۴ بود.

www.SID.ir
International License Creative Commons Attribution License 4.0

Archive of SID

جدول شماره ٤: نتایج حداقل غلظت مهارکنندگی و حداقل غلظت کشندگی اسانس هل سبز بر *سودوموناس آئروژینوزا*، *انتروباکتر ائروژنز*، *اشرشیاکلی*، *استافیلوکوکوس اورئوس*، *لیستریا اینوکوآ* و *استرپتوکوکوس پیوژنز*

سویه‌های باکتریایی	حداقل غلظت مهارکنندگی	حداقل غلظت کشندگی
سودوموناس آئروژینوزا	۱۶	۳۲
انتروباکتر ائروژنز	۳۲	۳۲
اشرشیاکلی	۱۶	۳۲
استافیلوکوکوس اورئوس	۸	۱۶
لیستریا اینوکوآ	۸	۸
استرپتوکوکوس پیوژنز	۴	۴

بحث

با توجه به استفاده از هل سبز در طب سنتی ایران جهت درمان، همچنین مصرف خوراکی این گیاه به‌عنوان دمنوش و چاشنی غذایی از روزگاران قدیم در بین مردم و پتانسیل دارویی این گیاه، مطالعات بسیار اندکی در زمینه شناسایی ترکیبات اسانس هل سبز، اثر ضدمیکروبی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی آن انجام شده است (۵). لذا با توجه به پتانسیل بالای هل سبز جهت درمان بیماری‌ها، در این پژوهش آزمایشگاهی علاوه بر شناسایی ترکیبات شیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی هل سبز، فعالیت ضد میکروبی آن بر شش سویه بیماریزا در شرایط آزمایشگاهی با استفاده از روش‌های متنوع کیفی و کمّی صورت گرفت، تا بتوان از نتایج این بررسی تجربی جهت جایگزینی داروهایی با منشأ طبیعی برای کنترل و درمان عفونت‌های باکتریایی که متعاقباً باعث کاهش مصرف داروهایی شیمیایی و عوارض ناشی از آن می‌گردد در صنعت داروسازی و غذایی استفاده کرد.

در مطالعه حاضر نتایج شناسایی ترکیبات شیمیایی اسانس هل سبز با نتایج سایر پژوهش‌ها تا حدود زیادی همخوانی داشت؛ هرچند میزان ترکیبات شناسایی‌شده در پژوهش حاضر با سایر مطالعات مشابه دارای تفاوت‌هایی نیز بود. در مطالعه حاضر ترکیب عمده اسانس هل سبز شامل Eucalyptol (۳۱/۵۳٪) و α-Terpinenylacetate (۱۹٪) بود. در مطالعه‌ای که توسط Husain و همکاران (سال ۲۰۱۴)، انجام گرفت مشخص گردید از ۲۳ ترکیب شناسایی‌شده در اسانس هل سبز، Eucalyptol با ۸۵/۲٪، عمده‌ترین ترکیب شناسایی‌شده در اسانس هل سبز می‌باشد (۱). Marongiu و همکاران در سال ۲۰۰۴، گزارش دادند ترکیبات اصلی تشکیل‌دهنده هل سبز R-terpinyl acetate و Eucalyptol به ترتیب با میزان ۴۲/۳ و ۲۱/۴٪ می‌باشد (۲۱).

نتایج مطالعه Abbasipour و همکاران نیز در سال ۲۰۱۱ نشان داد Eucalyptol و α-terpineol، دو ترکیب تشکیل‌دهنده اسانس هل‌سبز هستند (۲۲). Olivero-Verbel و همکاران در سال ۲۰۱۰ (۲۳) و Korikanthimath و همکاران در سال ۱۹۹۹ نیز در مطالعاتی مشابه گزارش دادند Eucalyptol، ترکیب عمده اسانس هل سبز است (۲۴). Kumar و همکاران در سال ۲۰۰۵، ترکیبات شیمیایی دانه هل سبز را شناسایی کردند. این پژوهشگران عنوان کردند α-terpinyl acetate و Eucalyptol با ۵۶/۸۷ و ۱۵/۱۳٪، ترکیبات اصلی اسانس دانه هل سبز را تشکیل می‌دهند (۲۵). در تمامی این مطالعات، Eucalyptol ماده اصلی تشکیل‌دهنده اسانس هل سبز بوده است. ترکیبات موجود در اسانس هل سبز نیز مانند سایر اسانس‌های گیاهی ناشی از تفاوت‌های اکولوژیکی همانند طول و عرض جغرافیایی، دما، رطوبت، ارتفاع، اقلیم و خاک، مسیرهای متابولیکی و بیوسنتز مواد مؤثره در این گیاهان بوده که در نتیجه متابولیت‌های ثانویه متنوعی تحت شرایط محیطی متفاوت، بیوسنتز می‌شود؛ لذا تفاوت در نوع و درصد ترکیبات تشکیل‌دهنده در نقاط مختلف دنیا قابل‌توجیه خواهد بود (۱۵).

در نتایج، فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس هل سبز براساس درصد مهارکنندگی رادیکال آزاد برابر با ۰/۶۷±۴۳ به دست آمد. آریان‌فر و همکاران در سال ۱۳۹۶، فعالیت آنتی‌اکسیدانی هل سبز و چای سبز را به روش‌های مهار رادیکال آزاد اندازه‌گیری کردند و با بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی براساس توانایی احیاکنندگی آهن، آزمون بی‌رنگ شدن بتاکاروتن و توانایی جلوگیری از اکسیداسیون روغن سویا نشان دادند فعالیت آنتی‌اکسیدانی چای‌سبز، بیشتر از هل سبز بوده و در حالت ترکیبی چای سبز و هل سبز فعالیت آنتی‌اکسیدانی در آزمون مهارکنندگی رادیکال آزاد، اثر هم‌افزایی دارد (۲۶).

www.SID.ir
International License Creative Commons Attribution License 4.0

Archive of SID

Hinneburg و همکاران در سال ۲۰۰۵، فعالیت آنتی‌اکسیدانی هل را به همراه تعدادی از گیاهان پختنی و چاشنی غذایی مورد بررسی قرار دادند که نتایج نشان داد ترکیبات فنلی موجود در هل می‌تواند نقش به‌سزایی در فعالیت آنتی‌اکسیدانی هل داشته باشد (۲۷). Nair و همکاران (سال ۱۹۹۸)، در هندوستان با تعیین فعالیت آنتی‌اکسیدانی هل، گزارش کردند سطوح متوسطی از ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در هل وجود دارد. نتایج این مطالعه با یافته‌های پژوهش حاضر همخوانی داشت (۲۸). Khalaf و همکاران در سال ۲۰۰۸، با بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی هل سبز و تعدادی از گیاهان دارویی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی هل سبز را براساس IC_{50} (مقداری از آنتی‌اکسیدان که لازم است تا غلظت DPPH به ۵۰٪ مقدار اولیه برسد) گزارش کردند. براساس این پارامتر، فعالیت آنتی‌اکسیدانی هل سبز برابر با ۶۸۱/۵ میکروگرم برمیلی‌لیتر به دست آمد که در مقایسه با اسیداسکوربیک (نمونه کنترل) دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی کمتری بود (۲۹). Souri و همکاران در سال ۲۰۰۳، فعالیت آنتی‌اکسیدانی ۲۵ دانه گیاهی مورد استفاده در طب سنتی ایران ازجمله هل را براساس درصد مهار اکسیداسیون لینولئیک مورد بررسی قرار دادند. این پژوهشگران گزارش دادند کوئرستین موجود در هل می‌تواند در فعالیت آنتی‌اکسیدانی مؤثر باشد. کوئرستین به دلیل داشتن دو گروه هیدروکسیل مجاور باعث افزایش قدرت احیاکنندگی و در نتیجه، افزایش قدرت آنتی‌اکسیدانی هل می‌شود (۳۰).

نتایج بررسی اثر ضد میکروبی اسانس هل سبز نشان داد به‌طورکلی اسانس هل سبز دارای اثر ضد میکروبی بیشتری بر باکتری‌های گرم مثبت بوده و در غلظت یکسان، هاله بازدارندگی بزرگتری نسبت به باکتری‌های گرم منفی از خود نشان می‌دهد. در مقایسه دو به دو نتایج اثر ضد میکروبی اسانس هل سبز به روش دیسک دیفیوژن با آنتی‌بیوتیک‌های ونکومایسین و جنتامایسین، مشخص گردید میان باکتری‌های گرم منفی (*سودوموناس آئروژینوزا*، *انتروباکتر ائروژنز* و *اشرشیاکلی*) با آنتی‌بیوتیک جنتامایسین اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ وجود دارد. همچنین مقایسه دوتایی اسانس هل سبز بر باکتری‌های گرم مثبت (*استافیلوکوکوس اورئوس*، *لیستریا اینوکوآ* و *استرپتوکوکوس پیوژنز*) با آنتی‌بیوتیک ونکومایسین نشان داد میان باکتری‌های *استافیلوکوکوس اورئوس* و *لیستریا اینوکوآ* با آنتی‌بیوتیک ونکومایسین در سطح ۵٪، اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، اما بین باکتری *استرپتوکوکوس پیوژنز* و آنتی‌بیوتیک ونکومایسین در سطح ۵٪، اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید که در نتیجه باکتری گرم منفی *انتروباکتر ائروژنز* بیشترین مقاومت را در برابر اسانس هل سبز از خود نشان داد و قطر هاله بازدارندگی برای این باکتری در روش دیسک دیفیوژن، ۸ میلی‌متر بود؛ درحالی‌که میزان هاله عدم رشد برای باکتری *استرپتوکوکوس پیوژنز* (حساس‌ترین سویه در برابر اسانس هل سبز) ۱۶/۷۰ میلی‌متر بود.

نتایج اثر ضد میکروبی به روش چاهک آگار نشان داد قطر هاله عدم رشد مشاهده‌شده برای سویه‌های مورد بررسی در این پژوهش نسبت به روش دیسک دیفیوژن افزایش یافته است. به‌طورکلی، کمترین قطر هاله عدم رشد در روش چاهک آگار مربوط به باکتری گرم منفی *انتروباکتر ائروژنز* با قطر ۹/۱۰ میلی‌متر بوده است. بیشترین هاله عدم رشد برای باکتری گرم مثبت *استرپتوکوکوس پیوژنز* با قطر ۱۸/۲۰ میلی‌متر به دست آمد. مقایسه آماری نتایج ضد میکروبی اسانس هل سبز به روش چاهک آگار برای باکتری‌های گرم منفی در مقایسه با آنتی‌بیوتیک جنتامایسین نشان داد اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ وجود دارد. همچنین براساس آنالیزهای آماری، میان قطر هاله عدم رشد مشاهده‌شده در روش چاهک آگار در مقایسه با آنتی‌بیوتیک ونکومایسین برای باکتری‌های *استافیلوکوکوس اورئوس* و *لیستریا اینوکوآ*، اختلاف معنی‌داری وجود داشت؛ درحالی‌که اختلاف معنی‌داری برای سویه *استرپتوکوکوس پیوژنز* مشاهده نشد. به‌طورکلی باکتری‌های گرم مثبت نسبت به اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی حساس‌تر از باکتری‌های گرم منفی بوده و در غلظت یکسان از اسانس یا عصاره گیاهی، دارای هاله بازدارندگی بیشتری هستند. محققین فروانی دلیل این امر را به تفاوت در ساختار دیواره سلولی باکتری‌های گرم منفی نسبت به باکتری‌های گرم مثبت دانسته‌اند. شاید بتوان مقاومت بیشتر باکتری‌های گرم منفی را به حضور غشای فسفولیپیدی خارجی که تقریباً نسبت به ترکیبات چربی‌دوست غیرقابل نفوذ است نسبت داد. یافته‌های به‌دست‌آمده از پژوهش حاضر با نتایج مطالعات نوشاد و همکاران (سال ۱۳۹۷) (۱۶)، علیزاده بهبهانی و ایمانی فولادی (سال ۱۳۹۷) (۳۱)،

www.SID.ir
International License Creative Commons Attribution License 4.0

Archive of SID

یگانگی و همکاران (سال ۱۳۹۷) (۳۲) و علیزاده بهبهانی و همکاران (سال ۱۳۹۶) (۱۵) همخوانی داشت.

نتایج حداقل غلظت مهارکنندگی و حداقل غلظت کشندگی اسانس هل سبز برای باکتری‌های گرم منفی، بیشتر از باکتری‌های گرم مثبت به دست آمد؛ به‌طوری‌که کمترین غلظت مهارکنندگی و کشندگی برای باکتری *استرپتوکوکوس پیوژنز* با غلظت ۴ میلی‌گرم برمیلی‌لیتر بود، درحالی‌که برای باکتری گرم منفی *انتروباکتر ائروژنز* (به‌عنوان مقاوم‌ترین سویه نسبت به اسانس هل‌سبز) حداقل غلظت مهارکنندگی و حداقل غلظت کشندگی، ۳۲ میلی‌گرم برمیلی‌لیتر به دست آمد. تاکنون مطالعات محدودی در زمینه بررسی اثر ضدمیکروبی اسانس هل سبز انجام شده و در پژوهش‌های صورت‌گرفته نیز از یک یا دو روش ضد میکروبی برای بررسی اثر ضد میکروبی اسانس هل سبز استفاده شده است؛ درحالی‌که در مطالعه حاضر چهار روش {دیسک دیفیوژن، چاهک آگار، حداقل غلظت مهارکنندگی (میکرودایلوشن براث) و حداقل غلظت کشندگی} به کار برده شد. در مطالعه‌ای Islam و همکاران (سال ۲۰۱۰)، با بررسی فعالیت ضد میکروبی عصاره متانولی هل نشان دادند عصاره هل اثر ضد میکروبی بر سویه‌های بیماریزای انسانی دارد (۳۳). Husain و همکاران نیز در سال ۲۰۱۴، در بررسی اثر ضدمیکروبی اسانس هل سبز بر تعدادی از سویه‌های باکتریایی و قارچی، نشان دادند اسانس هل سبز اثر ضدمیکروبی بالایی بر تمامی میکروارگانیسم‌های مورد بررسی داشته است (۱). El Malti و همکاران در سال ۲۰۰۷، با بررسی فعالیت ضد میکروبی اسانس هل سبز بر باکتری‌های *باسیلوس سرئوس*، *لیستریا مونوسایتوژنز*، *استافیلوکوکوس اورئوس*، *لاکتوباسیلوس دلبروکی*، *اشرشیاکلی*، *شیگلا سونی*، *سودوموناس ائروژینوزا*، *سالمونلا انتریتیدیس*، *کلبسیلا پنومونیه*، *انتروباکتر کلوآکه*، *یرسینیا انتروکولیتیکا* و گونه‌های پروتئوس به روش حداقل غلظت مهارکنندگی، نشان دادند رِنج حداقل غلظت مهارکنندگی اسانس هل سبز برای سویه‌های بیماریزا بین ۲/۳۴– ۱۸/۷۵ میلی‌گرم برمیلی‌لیتر می‌باشد (۷). مقایسه نتایج این پژوهش با مطالعه حاضر نشان داد حداقل غلظت مهارکنندگی در پژوهش حاضر نسبت به مطالعه El Malti و همکاران (۷)، برای سویه‌های *سودوموناس ائروژینوزا*، *اشرشیاکلی*، *انتروباکتر* بیشتر بوده است؛ درحالی‌که میزان حداقل غلظت بازدارندگی برای سویه‌های *استافیلوکوکوس اورئوس* و *لیستریا اینوکوآ* کمتر بود. دلیل این امر را می‌توان به عواملی همچون شرایط رشد گیاه، طول و عرض جغرافیایی، نحوه استحصال و اسانس‌گیری و ...، نسبت داد (۱۵). Kaushik و همکاران در سال ۲۰۱۰، در بررسی تأثیر ضدمیکروبی عصاره‌های مختلف هل سبز بر تعدادی از باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی در شرایط آزمایشگاهی مشخص کردند عصاره‌های هل‌سبز اثر ضد میکروبی بر سویه‌های مورد بررسی دارند و اثر ضدمیکروبی عصاره‌های هل سبز در مقایسه با آنتی‌بیوتیک تتراسایکلین کمتر بوده است (۸). Kubo و همکاران در سال ۱۹۹۱، اثر ضد میکروبی ۱۰ ترکیب هل را بر ۱۴ میکروارگانیسم بیماریزا مورد بررسی قرار دادند که نتایج نشان داد تمامی این ترکیبات حداقل بر یک میکروارگانیسم اثر بازدارندگی داشته‌اند (۶). براساس نتایج آنالیز شیمیایی اسانس هل سبز مشخص گردید ترکیبات Eucalyptol، α-Terpinenylacetate، α-Terpineol، Linalool و Sabinene، ترکیبات اصلی تشکیل‌دهنده اسانس هستند و این ترکیبات به همراه دیگر ترکیبات با ماهیت فنولیک یا گروه هیدروکسیل آزاد همگی به‌عنوان عوامل ضد میکروبی شناخته شده‌اند. ترکیبات فنلی اسانس در لایه فسفولیپید غشای سلول گیاه ساخته شده و هر چقدر میزان مواد این ترکیبات فنلی در اسانس بیشتر باشد اثر ضد میکروبی اسانس نیز بیشتر خواهد بود (۳۴،۳۵).

نتیجه‌گیری

نتایج پژوهش حاضر نشان داد اسانس هل سبز اثر ضد میکروبی بیشتری بر باکتری‌های *استافیلوکوکوس اورئوس*، *لیستریا اینوکوآ* و *استرپتوکوکوس پیوژنز* دارد و هاله عدم رشد ایجادشده توسط اسانس هل سبز برای باکتری‌های *استافیلوکوکوس اورئوس* و *لیستریا اینوکوآ*، بیشتر از آنتی‌بیوتیک ونکومایسین می‌باشد؛ درحالی‌که برای باکتری *استرپتوکوکوس پیوژنز* کمتر است. مقایسه نتایج هاله عدم رشد اسانس هل سبز برای باکتری‌های گرم منفی در مقایسه با آنتی‌بیوتیک جنتامایسین نشان داد میزان هاله عدم رشد در همه باکتری‌ها کمتر از آنتی‌بیوتیک است؛ لذا پیشنهاد می‌گردد تحقیقات بیشتری بر سایر میکروارگانیسم‌های بیماریزا در شرایط آزمایشگاهی، همچنین حیوانات آزمایشگاهی

www.SID.ir

International License Creative Commons Attribution License 4.0

Archive of SID

انجام گیرد تا دوز مؤثر اسانس جهت کاربرد بالینی و استفاده در صنعت داروسازی مشخص شود تا بتوان از اسانس هل سبز جهت کنترل و درمان بیماری‌های عفونی استفاده کرد.

کد ارکید نویسندگان:

Orcid Code: Mohammad Noshad; 0000-0002-4060-9254.

Orcid Code: Behrooz Alizadeh Behbahani; 0000-0002-1447-5088.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند که از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان تشکر و قدردانی نمایند.

References:

1. Husain SS, Ali M. Analysis of volatile oil of the fruits of Elettaria cardamomum (L.) Maton and its antimicrobial activity. World J Pharm Pharm Sci 2014;3(2):1798-808. Link

2. Naghavi M, Sayyed-Alangi Z. Effect of cardamom and dried red pomegranate (punica granatum) peel powder on organoleptic and rheological characteristics of cupcake. Iranian J Nutr Sci Food Technol 2018;12(4):83-94. [Full Text in Persian] Link

3. Ağaoğlu S, Dostbil N, Alemdar S. Antimicrobial effect of seed extract of cardamom (Elettarıa cardamomum Maton). YÜ Vet Fak Derg 2006;16(2):99-101. Link

4. Rezaei E, Vazini H, Pirestani M. Protective effects of Elettaria cardamomum L. hydroalcoholic extract on serum levels of gonadotropins and testosterone in adult male wistar rats induced with Lead acetate. Jorjani Biomedi J 2017;4(2):21-33. [Full Text in Persian]. Link

5. Ghane Z, Vazini H, Pirestani M. Protective effect of hydroalcoholic extract of Elettaria cardamomum L. Fruits on serum levels of liver enzymes and morphpological changes in lead induced male rats. J Mazandaran Univ Med Sci 2016;26(142):1-13. [Full Text in Persian] Link

6. Kubo I, Himejima M, Muroi H. Antimicrobial activity of flavor components of cardamom Elettaria cardamomum (Zingiberaceae) seed. J Agr Food Chem 1991;39(11):1984-6. Link

7. El Malti J, Mountassif D, Amarouch H. Antimicrobial activity of Elettaria cardamomum: Toxicity, biochemical and histological studies. Food Chem 2007;104(4):1560-8. Link

8. Kaushik P, Goyal P, Chauhan A, Chauhan G. In vitro evaluation of antibacterial potential of dry fruitextracts of Elettaria cardamomum Maton (Chhoti Elaichi). Iran J Pharm Res 2010;9(3):287-92. PubMed

9. Alizadeh Behbahani B, Tabatabaei Yazdi F, Shahidi F, Mohebbi M. Antimicrobial effect of the aqueous and ethanolic Avicennia marina extracts on Staphylococcus epidermidis, Streptococcus pyogenes and Pseudomonas aeruginosa" in vitro". Iran South Med J 2014;17(5):879-888. [Full Text in Persian] Link

10. Doyle MP, Beuchat LR, Montville T, editors. Food microbiology: Fundamentals and frontiers. Washington: ASM Press; 2001. Link

11. Aguado V, Vitas A, Garcıa-Jalón I. Characterization of Listeria monocytogenes and Listeria innocua from a vegetable processing plant by RAPD and REA. Int J Food Microbiol 2004;90(3):341-7. PubMed

12. Banada PP, Guo S, Bayraktar B, Bae E, Rajwa B, Robinson JP, et al. Optical forward-scattering for detection of Listeria monocytogenes and other Listeria species. Biosens Bioelectron 2007;22(8):1664-71. PubMed

13. Alizadeh Behbahani B, Imani Fooladi AA. Development of a novel edible coating made by Balangu seed mucilage and Feverfew essential oil and investigation of its effect on the shelf life of beef slices during refrigerated storage through intelligent modeling. J Food Safe 2018;38(3):1-16. Link

www.SID.ir

International License Creative Commons Attribution License 4.0

Archive of SID

14. Alizadeh Behbahani B, Imani Fooladi AA. Evaluation of phytochemical analysis and antimicrobial activities Allium essential oil against the growth of some microbial pathogens. Microb Pathog 2018;114:299-303. PubMed

15. Alizadeh Behbahani B, Shahidi F, Yazdi FT, Mortazavi SA, Mohebbi M. Use of Plantago major seed mucilage as a novel edible coating incorporated with Anethum graveolens essential oil on shelf life extension of beef in refrigerated storage. Int J Biological Macromol 2017;94(Pt A):515-26. PubMed

16. Noshad M, Hojjati M, Alizadeh Behbahani B. Black Zira essential oil: Chemical compositions and antimicrobial activity against the growth of some pathogenic strain causing infection. Microb Pathog 2018;116:53-7. PubMed

17. Alizadeh Behbahani B, Yazdi FT, Vasiee A, Mortazavi SA. Oliveria decumbens essential oil: Chemical compositions and antimicrobial activity against the growth of some clinical and standard strains causing infection. Microbial Pathog 2018;114:449-52. PubMed

18. Alizadeh Behbahani B, Tabatabaei Yazdi F, Fakhri S, Mortazavi SA, Mohebbi M. Investigation of chemical compounds and antibacterial activity of tarragon (Artemisia dracunculus) essential oil on some pathogenic bacteria in vitro. Qom Univ Med Sci J 2017;11(9):42-51. [Full Text in Persian] Link

19. Alizadeh Behbahani B, Yazdi FT, Shahidi F, Mortazavi SA, Mohebbi M. Principle component analysis (PCA) for investigation of relationship between population dynamics of microbial pathogenesis, chemical and sensory characteristics in beef slices containing Tarragon essential oil. Microb Pathog 2017;105:37-50. PubMed

20. Kolahi Marand S, Tabatabaei Yazdi F, Mortazavi SA, Beig Babaei A. Inhibitory and bactericidal effects of artichoke (Cynara scolymus) on pathogenic strains and their comparison with antibiotics in vitro. Qom Univ Med Sci J 2016;10(2):32-42. [Full Text in Persian] Link

21. Marongiu B, Piras A, Porcedda S. Comparative analysis of the oil and supercritical CO2 extract of Elettaria cardamomum (L.) Maton. J Agric Food Chem 2004;52(20):6278-82. PubMed

22. Abbasipour H, Mahmoudvand M, Rastegar F, Hosseinpour MH. Fumigant toxicity and oviposition deterrency of the essential oil from cardamom, Elettaria cardamomum, against three stored–product insects. J Insect Sci 2011;11:165. PubMed

23. Olivero-Verbel J, González-Cervera T, Güette-Fernandez J, Jaramillo-Colorado B, Stashenko E. Chemical composition and antioxidant activity of essential oils isolated from Colombian plants. Revista Brasileira de Farmacognosia 2010;20(4):568-74. Link

24. Korikanthimath V, Mulge R, Zachariah J. Variation in essential oil constituents in high yielding selections of cardamom. J Plant Crops 1999;27(3):230-2. Link

25. Kumar A, Tandon S, Ahmad J, Yadav A, Kahol A. Essential oil composition of seed and fruit coat of Elettaria cardamomum from South India. J Essential Oil-Bearing Plants 2005;8(2):204-7. Link

26. Arianfar A, Sardarodiyan M. Investigation of the synergistic and antagonistic properties of green tea and Elettaria cardamomum extracts. J Food Sci Technol 2018;17(82):25-36. [Full Text in Persian] Link

27. Hinneburg I, Dorman HD, Hiltunen R. Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices. Food Chem 2006;97(1):122-9. Link

28. Nair S, Nagar R, Gupta R. Antioxidant phenolics and flavonoids in common Indian foods. The J Assoc Physicians India 1998;46(8):708-10. PubMed

29. Khalaf NA, Shakya AK, Al-Othman A, El-Agbar Z, Farah H. Antioxidant activity of some common plants. Turkish J Biol 2008;32(1):51-5. Link

30. Souri E, Farsam H, Hasani M, Azimi Kheirabadi Z. Evaluation of antioxidant activity of 25 plant seeds used in Iranian folk medicine. J Med Plants 2003;4(8):27-34. [Full Text in Persian] Link

www.SID.ir
International License Creative Commons Attribution License 4.0

Archive of SID

31. Alizadeh Behbahani B, Fooladi AAI. Antibacterial activities, phytochemical analysis and chemical composition Makhlaseh extracts against the growth of some pathogenic strain causing poisoning and infection. Microb Pathog 2018; 114:204-8. PubMed

32. Yeganegi M, Yazdi FT, Mortazavi SA, Asili J, Alizadeh Behbahani B, Beigbabaei A. Equisetum telmateia extracts: Chemical compositions, antioxidant activity and antimicrobial effect on the growth of some pathogenic strain causing poisoning and infection. Microb Pathog 2018;116:62-7. PubMed

33. Islam S, Rahman A, Sheikh MI, Rahman M, Jamal AHM, Alam F. In vitro antibacterial activity of methanol seed extract of elettaria cardamomum (L.) maton. Agr Conspectus Sci 2010;75(3):113-7. Link

34. Singh N, Singh R, Bhunia A, Stroshine R. Efficacy of chlorine dioxide, ozone, and thyme essential oil or a sequential washing in killing Escherichia coli O157: H7 on lettuce and baby carrots. LWT-Food Sci Technol 2002;35(8):720-9. Link

35. Moreira M, Ponce A, Del Valle C, Roura S. Inhibitory parameters of essential oils to reduce a foodborne pathogen. LWT-Food Sci Technol 2005;38(5):565-70. Link

International License Creative Commons Attribution License 4.0
www.SID.ir