Applied molecular biology
Vol.4, issu.7, Summer. 2025
P.P 99-112

Investigation of Antioxidant Compounds and the Antibacterial Activity of Methanolic Extract of *Pterocarya fraxinifolia* Leaves

Fatemeh Mehrani[1], **, EsmaeilGhorbanalinezhad***[2] **Mahdieh Houshani***[3]
1.MS.c,Department of Microbiology, To.C., Islamic Azad University,Tonekabon, Iran.
2.Assistant professor,Department of Microbiology, To.C., Islamic Azad University,Tonekabon, Iran. (Corresponding author1, essmamir@gmail.com)
3.Assistant professor,Department of Plant Physiology, To.C., Islamic Azad University,Tonekabon, Iran (Corresponding author2, mhoshani@yahoo.com, Orcid: 0009-0000-5244-1543)
Article history:
Received:08/08/2025 Revised:23/08/2025 Accepted:04/09/2025

Abstract

Introduction: Reactive oxygen species cause disease by damaging body components. On the other hand, drug resistance has become a serious problem in the treatment of infections in the world. *Pterocarya fraxinifolia* is a medicinal plant with many properties. Therefore, the aim of this study is to investigate the antioxidant compounds and antibacterial activity of the *P. fraxinifolia* leaf extract.

Materials and Methods: For this purpose, the leaves were collected from the Tonekabon, dried in the shade, powdered, and extracted. The amounts of their phenol, flavonoid, and total anthocyanin were measured by spectrophotometry. The antibacterial activity of the leaf extract was also measured by the disk diffusion method. **Results:** The results showed that the extracts of the leaves are rich in phenolic compounds. The results indicated that the amounts of phenols, flavonoids, and total anthocyanins of the leaf extract were 15.47 ± 0.183, 0.17 ± 0.005, and 0.302 ± 0.008 mg/g DW, respectively. Also, the results of antibacterial activity test showed that gram-positive bacteria were more sensitive compared to gram-negative bacteria. The gram-positive bacterium *Staphylococcus aureus* was the most sensitive to the leaf extract, so that the highest zone of inhibition was observed at a concentration of 200 mg/ml of the extract and 15±1.23 mm reported.

Conclusion: The results of this study suggest that the extract of the leaves of the *Pterocarya fraxinifolia* was rich in phenolic compounds and had high

antibacterial properties on the bacteria studied, which requires further studies on its medicinal properties.

Keywords: Antioxidant compounds, Antibacterial activity, Reactive oxygen species, *Pterocarya fraxinifolia*, Drug resistance

زیست‌شناسی مولکولی کاربردی
سال چهارم/ شماره ۷/ تابستان ۱۴۰۴
صفحات : ۱۰۱-۱۱۲

ارزیابی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و فعالیت ضد باکتریایی عصاره متانولی برگ درخت لرگ (*Pterocarya fraxinifolia*)

فاطمه مهرانی[۱]، ، اسمعیل قربانعلی‌نژاد[۲*] مهدیه هوشنی[۳*]
۱.کارشناسی ارشد،گروه میکروبیولوژی، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران
۲. استادیار،گروه میکروبیولوژی، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران (نویسنده مسئول۱: essmamir@gmail.com)
۳. استادیار،گروه فیزیولوژی گیاهی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن، تنکابن، ایران (نویسنده مسئول۲: mhoshani@yahoo.com، Orcid: 0009-0000-5244-1543)
تاریخ بارگزاری: ۱۴۰۴/۰۵/۱۷ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۶/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۱۳

چکیده

مقدمه: گونه‌های فعال اکسیژن با آسیب به ترکیبات بدن موجب ایجاد بیماری می‌شوند. از طرف دیگر مقاومت دارویی نیز در جهان تبدیل به مشکلی جدی در درمان عفونت‌ها شده است. درخت لرگ یک گیاه دارویی با خواص بسیار است؛ بنابراین هدف این پژوهش بررسی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و فعالیت ضد باکتریایی عصاره برگ درخت لرگ است.

مواد و روش‌ها: بدین‌منظور، برگ درخت لرگ از منطقه تنکابن جمع‌آوری و در سایه خشک و پودر شدند و در ادامه عصاره‌گیری نمونه‌ها انجام شد. میزان فنل، فلاونوئید و آنتوسیانین کل عصاره برگ به روش اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شد. همچنین فعالیت ضد باکتری عصاره برگ به روش انتشار دیسک نیز اندازه‌گیری شد.

نتایج: نتایج نشان داد که عصاره‌های برگ درخت لرگ غنی از ترکیبات فنلی می‌باشد. نتایج بیان کرد که میزان فنل و فلاونوئید و آنتوسیانین کل در عصاره برگ به ترتیب

۰/۱۸۳± ۱۵/۴۷، ۰/۰۰۵± ۰/۱۷ و ۰/۰۰۸± ۰/۳۰۲ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک گیاه به‌دست آمد. همچنین نتایج سنجش فعالیت ضد باکتریایی نشان داد که باکتری‌های گرم مثبت در مقایسه با باکتری‌های گرم منفی حساس‌تر بودند. باکتری گرم مثبت استافیلوکوکوس اورئوس نسبت به عصاره برگ حساس‌ترین بود، به‌طوری‌که بیشترین هاله عدم رشد آن در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر عصاره ۱/۲۳±۱۵میلی‌متر مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش پیشنهاد می‌کند که عصاره درخت برگ درخت لرگ غنی از ترکیبات فنلی بود و خاصیت ضد باکتریایی بالایی بر روی باکتری‌های مورد بررسی داشت که لازم است مطالعات بیشتری بر روی خواص دارویی آن صورت گیرد.

واژه‌های کلیدی: ترکیبات آنتی‌اکسیدان، فعالیت ضد باکتریایی، گونه‌های فعال اکسیژن، لرگ و مقاومت دارویی.

مقدمه

گونه‌های فعال اکسیژن از قبیل رادیکال‌های سوپراکسید، هیدروکسیل و پراکسید مدام طی واکنش‌هایی در بدن تولید می‌شوند. امروزه به‌خوبی روشن شده است که تخریب اکسیداتیو ناشی از فعالیت این مولکول‌ها موجب بروز و پیشرفت تعدادی از بیماری‌های مزمن از قبیل بیماری‌های قلبی-عروقی و آترواسکلروز، سرطان و آلزایمر می‌شود[۱]. با توجه به اثرات نامطلوب آنتی‌اکسیدان سنتزی بر بدن، امروزه تلاش وسیعی در جهت جایگزین کردن آن‌ها با انواع طبیعی خصوصاً فرآورده‌های گیاهی صورت می‌گیرد[۲]. علاوه بر این‌ها، در طی دهه‌های اخیر با استفاده بی‌رویه از داروها، باکتری‌ها دچار مقاومت دارویی شدند. با ادامه این روند و مقاوم شدن نسبتاً سریع باکتری‌ها حتی به داروهای تازه عرضه شده، درمان بیماری‌ها سخت‌تر می‌شود. ازیک‌سو استفاده از داروهای شیمیایی جهت درمان انواع بیماری‌ها، بروز عوارض جانبی آن‌ها نیز بیشتر شده است[۳]. پاتوژن‌های گرم مثبت *استافیلوکوکوس اورئوس*، *باسیلوس سرئوس* و پاتوژن‌های گرم منفی *اشرشیا کلی* و *سودوموناس آئروژینوزا* مسئول عفونت‌های سیستم گوارشی انسان و

مرتبط با مسمومیت‌های غذایی شایع در سرتاسر جهان هستند که مشکلات بسیاری را برای انسان ایجاد می‌کنند. همچنین این پاتوژن‌ها از سویه‌هایی که بسیار دچار مقاومت دارویی شده و کار درمان را مشکل می‌کنند [۴ و ۵]؛ بنابراین وجود ترکیبات زیست فعال و انواع متابولیت‌های ثانویه در گیاهان آن‌ها را جایگزین مناسبی برای داروهای شیمیایی و آنتی‌اکسیدانی‌های سنتزی کرده است[۶]. اثر آنتی‌اکسیدان‌های گیاهی به‌دلیل خاصیت احیاکنندگی آن‌ها است. این ترکیبات به‌عنوان احیاکننده، دهنده هیدروژن و شلات‌کننده فلزات و پالایندهٔ اکسیژن فعال عمل می‌کنند؛ بنابراین، آن‌ها می‌توانند در ممانعت و به تأخیر انداختن بروز بیماری‌ها مفید باشند [۷ و ۸].

لرگ درختی است از تیره گردو با نام علمی *Pterocarya fraxinifolia* و با نام محلی کهل شناخته شده است که در جنگل‌های شمال کشور می‌روید که از پوست آن به‌عنوان سطل آب و از برگ کوبیده شده آن جهت صید ماهی در رودخانه استفاده می‌کنند [۹]. نتایج تحقیقات نشان داده است که برگ درخت لرگ دارای مقادیر زیادی از گالیک اسید و کوماریک است که آنتی‌اکسیدان قوی هستند و خاصیت ضد سرطانی دارند. مهم‌ترین ترکیبات شیمیایی موجود در برگ لرگ شامل دو ترکیب استروئیدی به نام داکواسترول و بتا سیتوسترول، پنج ترکیب نفئوکینونی به نام‌های ژوگلون، رژیلون، هیدروکسی آلفا تترالون، هیدروکسی دو متیل اکسی نافتالین و هیدروژوگلن گلیکوزید است[۱۰]. به‌نظر می‌رسد وجود ترکیبات متنوع با ویژگی آنتی‌اکسیدانی در گیاه یک راهکار جدید برای معرفی آنتی‌بیوتیک طبیعی می‌باشد؛ بنابراین با توجه به ارزش دارویی گیاه لرگ و این‌که تاکنون پژوهش‌های اندکی در ایران بر روی خاصیت دارویی و ترکیبات مؤثر این گیاه صورت گرفته است و با توجه افزایش مقاومت آنتی‌بیوتیک‌ها و عوارض جانبی آن‌ها هدف این پژوهش بررسی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و فعالیت ضد باکتریایی عصاره متانولی برگ گیاه لرگ می‌باشد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری گیاه و عصاره‌گیری به روش خیساندن

برگ درخت لرگ در بهار ۱۴۰۲ از ارتفاع ۱۰۰ متری از شهرستان عباس‌آباد جمع‌آوری

شد. سپس نمونه‌ها در سایه و در مجاورت هوا خشک و سپس آسیاب شدند. مقدار ۵۰ گرم از هر نمونه در ۲۰۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰٪، خیسانده و به مدت ۴۸ ساعت در دمای اتاق نگهداری گردید. پس از طی شدن زمان مورد نظر، عصاره‌ها صاف شدند. سپس حلال در دمای کمتر از ۴۰ °C توسط دستگاه روتاری تبخیر شد. باقیمانده برای انجام آزمایشات در یخچال با درجه حرارت ۴ °C نگهداری شد[۱۱].

اندازه‌گیری محتوای فنل کل

برای اندازه‌گیری محتوای فنل کل به ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره گیاه، ۲ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۲٪، ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر و ۱۰۰ میکرولیتر معرف فولین‌سیوکالچو ۵۰٪ اضافه شد. بعد از گذشت نیم‌ساعت جذب آن‌ها در طول موج ۷۲۰ نانومتر نسبت به شاهد ثبت گردید. اسید گالیک به‌عنوان استاندارد برای رسم منحنی استاندارد به‌کار رفت. محتوای فنل کل عصاره‌ها براساس میلی‌گرم معادل اسید گالیک بر گرم وزن خشک گیاه گزارش شد[۱۲].

اندازه‌گیری محتوای فلاونوئید کل

برای سنجش میزان فلاونوئید کل به ۵۰۰ میکرولیتر از هر عصاره ۱/۵ میلی‌لیتر متانول ۸۰٪، ۱۰۰ میکرولیتر محلول آلومینیوم کلراید ۱۰٪، ۱۰۰ میکرولیتر محلول استات پتاسیم ۱ مولار و ۲/۸ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد. جذب مخلوط بعد از گذشت ۴۰ دقیقه در طول موج ۴۱۵ نانومتر نسبت به شاهد اندازه‌گیری گردید. برای رسم منحنی استاندارد از کوئرستین استفاده شد. میزان فلاونوئید کل عصاره‌ها براساس میلی‌گرم معادل کوئرستین بر گرم وزن خشک گیاه گزارش شد[۱۳].

اندازه‌گیری محتوای آنتوسیانین کل

برای سنجش میزان آنتوسیانین کل مقدار ۰/۰۵ گرم از بافت خشک گیاهی با ۵ میلی‌لیتر محلول اسید کلریدریک ۱٪ متانول در یک هاون چینی ساییده شد. محلول حاصل به مدت ۲۴ ساعت در یخچال نگهداری شد. سپس، محلول به مدت ۱۰ دقیقه و

در ۱۳۰۰۰ دور سانتریفوژ گردید. فاز رویی را برداشته و جذب محلول‌ها در طول موج ۵۳۰ و ۶۵۷ نانومتر نسبت به شاهد اندازه‌گیری شد. از محلول اسید کلریدریک ۱٪ متانول به‌عنوان شاهد استفاده گردید. میزان آنتوسیانین برای هر عصاره با استفاده از رابطهٔ زیر محاسبه گردید[۱۴].

$$A = A_{530} - (0/25 \times A_{657})$$

A : جذب محلول (اعداد اندیس نشانگر طول موج‌هایی است که جذب در آن‌ها اندازه‌گیری شد).

بررسی فعالیت ضد باکتریایی عصاره به روش انتشار دیسک

میکروارگانیسم‌های مورد بررسی در این مطالعه شامل باکتری‌های کددار گرم مثبت استافیلوکوکوس اورئوس (ATCC۱۱۱۲)، باسیلوس سرئوس (ATCC۱۰۱۵) و باکتری‌های گرم منفی کددار سودوموناس آئروژینوزا (ATCC۱۰۷۴) و اشرشیا کلی (ATCC۱۳۹۹) بود. سویه‌های خالص این باکتری‌ها از مرکز ذخایر میکروبی ایران تهیه گردید. به منظور تعیین فعالیت ضد باکتریایی عصاره از روش انتشار استفاده شد. ابتدا میکروارگانیسم‌های مورد نظر در محیط کشت نوترینت براث کشت داده شد. سپس از میکروارگانیسم‌های فعال شده سوسپانسیونی معادل با نیم مک‌فارلند تهیه شد. پس از تهیهٔ سوسپانسیون ۰/۱ میلی‌لیتر از آن بر روی محیط کشت مولر هینتون آگار به‌طور یکنواخت پخش گردید و در ادامه ۳۰ میکرولیتر از غلظت‌های مختلف عصاره (۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) بر روی دیسک‌های کاغذی اضافه شد و سپس دیسک‌ها بر روی محیط کشت قرار داده شد. در پایان پلیت‌ها در دمای ۳۷ °C برای هر میکروارگانیسم به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور نگهداری و سپس قطر هاله عدم رشد برحسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد[۱۵].

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌ها براساس میانگین سه تکرار ± خطا استاندارد گزارش شدند. بررسی تمامی نتایج با

استفاده از آنالیز واریانس و براساس آزمون دانکن و با استفاده نرم‌افزار SPSS صورت گرفت و تفاوت‌های با سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شناخته شدند. رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2010 انجام گرفت.

نتایج

نتایج سنجش ترکیبات آنتی‌اکسیدان

نتایج نشان داد که عصاره‌های برگ درخت لرگ غنی از ترکیبات فنلی می‌باشد. نتایج بیان کرد که میزان فنل و فلاونوئید و آنتوسیانین کل در عصاره برگ به ترتیب ۰/۱۸۳± ۱۵/۴۷، ۰/۰۰۵± ۰/۱۷ و ۰/۰۰۸± ۰/۳۰۲ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک گیاه به‌دست آمد (جدول ۱).

جدول ۱. محتوای فنل، فلاونوئید و آنتوسیانین کل عصاره برگ درخت لرگ. داده‌ها به صورت میانگین ± خطا استاندارد است.

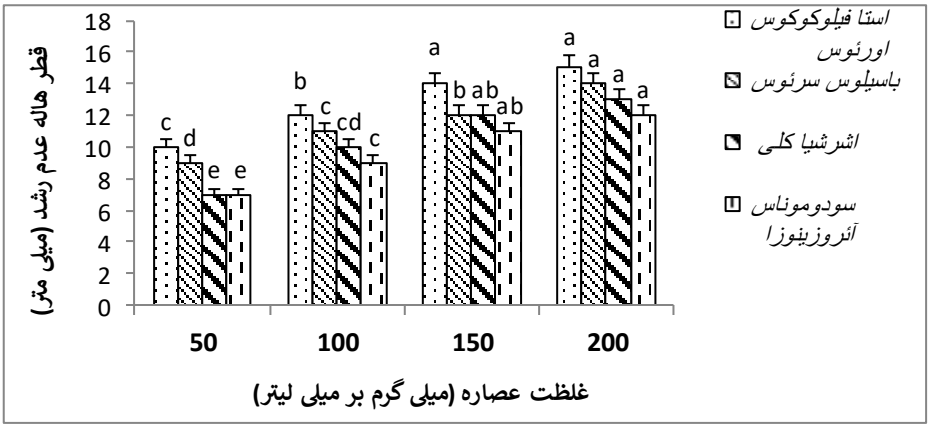
عصاره‌های گیاهی	فنل کل (mg g^{-1} DW)	فلاونوئید کل (mg g^{-1} DW)	آنتوسیانین کل (mg g^{-1} DW)
برگ	۱۵/۴۷ ±۰/۱۸۳	۰/۱۷ ±۰/۰۰۵	۰/۳۰۲ ±۰/۰۰۸

DW: وزن خشک گیاه

نتایج سنجش فعالیت ضد باکتریایی

فعالیت ضدباکتریایی عصاره برگ درخت لرگ بر روی تعدادی از باکتری‌های بیماری‌زا شامل استافیلوکوکوس اورئوس، باسیلوس سرئوس، سودموناس آئروژینوزا و اشرشیا کلی مورد بررسی قرارگرفت. به‌طورکلی نتایج نشان داد که باکتری‌های گرم مثبت در مقایسه با باکتری‌های گرم منفی حساس‌تر بودند. باکتری گرم مثبت استافیلوکوکوس اورئوس نسبت به عصاره برگ حساس‌ترین بود به‌طوری بیشترین هاله عدم رشد آن در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر عصاره ۱/۲۳±۱۵ میلی‌متر مشاهده شد. همچنین کمترین هاله عدم رشد در باکتری‌های گرم منفی سودموناس آئروژینوزا و اشرشیا کلی در غلظت

۵۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر به ترتیب ۰/۹۳۱±۷ و ۰/۶۴۱۲۳±۷ به‌دست آمد (شکل ۲).



شکل ۲. بررسی اثر ضد باکتریایی عصاره برگ درخت لرگ بر مهار رشد باکتری‌های مورد بررسی به روش انتشار دیسک.

بررسی همبستگی بین فعالیت ضد باکتریایی عصاره برگ درخت لرگ با ترکیبات آنتی‌اکسیدان اندازه‌گیری شده

جدول همبستگی نشان داد که فعالیت ضد باکتریایی عصاره برگ با محتوای فنل کل در سطح ۱ درصد همبستگی مثبت معنی‌دار دارد. همچنین فعالیت ضد باکتریایی با ترکیبات فلاونوئیدی و آنتوسیانینی نیز همبستگی مثبت دارد ولی معنی‌دار نبود (جدول ۲).

جدول ۲. همبستگی بین فعالیت ضد باکتریایی و برخی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی غیرآنزیمی عصاره برگ درخت لرگ.

	فلاونوئید کل	فنل کل	آنتوسیانین کل	فعالیت ضد میکروبی
فعالیت ضد میکروبی	۰/۴۲۰^{ns}	۰/۸۶۰**	۰/۲۴۱^{ns}	۱
آنتوسیانین کل	۰/۴۱۵^{ns}	۰/۸۲۰**	۱	
فنل کل	۰/۷۱۵*	۱		
فلاونوئید کل	۱			

** و * به ترتیب نشان‌دهنده همبستگی در سطح ۱ و ۵ درصد معنی‌دار است. ^{ns} همبستگی

بین صفات معنی‌دار نیست.

بحث

امروزه یکی از مشکلات اصلی در رابطه با میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا، افزایش مقاومت آن‌ها نسبت به آنتی‌بیوتیک‌ها است. عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی با اثرات ضد میکروبی بر روی طیف گسترده‌ای از میکروارگانیسم‌ها و همچنین کمتر بودن اثرات جانبی آن‌ها نسبت به آنتی‌بیوتیک‌های رایج می‌توانند در نهایت جایگزین مناسبی برای آن‌ها باشند. به‌دلیل همین فعالیت ضد میکروبی گیاهان دارویی، شرکت‌های داروسازی در حال حاضر به‌دنبال داروهای جایگزین از سایر منابع از جمله گیاهان هستند[۱۶]. مطابق نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر، خاصیت ضد باکتریایی عصاره برگ درخت لرگ را می‌توان به مقادیر بالای ترکیبات آنتی‌اکسیدانی به‌ویژه ترکیبات فنلی موجود در عصاره نسبت داد که نتایج جدول همبستگی نیز نشان داد که خاصیت ضد باکتریایی عصاره برگ درخت لرگ با محتوای فنل کل همبستگی مثبت معنی‌داری دارد (جدول ۲). به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان داد که باکتری‌های گرم مثبت در مقایسه با باکتری‌های گرم منفی حساس‌تر بودند. باکتری گرم مثبت استافیلوکوکوس اورئوس نسبت به عصاره برگ حساس‌ترین بود، به‌طوری‌که بیشترین هاله عدم رشد آن در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر عصاره مشاهده شد. در پژوهشی به ارزیابی اثر ضد باکتریایی عصاره متانولی برگ گیاه لرگ بر برخی از باکتری‌های عفونت‌زای مجاری ادراری در مقایسه با سیپروفلوکساسین پرداختند. در این مطالعه عصاره متانولی برگ گیاه لرگ بر روی باکتری‌های اشرشیا کلی، کلبسیلا پنومونیه، سودوموناس آئوروژینوزا بررسی شد. نتایج نشان داد که در روش دیسک هیچ‌گونه هاله عدم رشد بر علیه اشرشیا کلی، کلبسیلا پنومونیه و سودوموناس آئوروژینوزا اطراف عصاره با غلظت ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ میکرولیتر دیده نشد درحالی‌که دیسک سپروفلوکساسین هاله عدم رشد تشکیل داد. نتایج روش چاهک نشان داد که عصاره لرگ در غلظت ۸۰، ۹۰، ۱۰۰، ۱۱۰ میکرولیتر بر علیه اشرشیا کلی به ترتیب (۱۰/۶۶، ۱۲، ۱۳ و ۱۳/۸۰ میلی‌متر)، کلبسیلا پنومونیه (۱۰، ۱۲/۳۳، ۱۳ و ۱۴/۳۳ میلی‌متر) و سودوموناس آئوروژینوزا (۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵

میلی‌متر) هاله عدم رشد ایجاد کرد که هم‌راستا با نتایج پژوهش حاضر بود [۱۰]. همچنین در مطالعه‌ای دیگر به بررسی اثر ضد میکروبی عصاره‌های آبی و اتانولی برگ درخت گردو بر روی باکتری‌های استافیلوکوکوس اورئوس، سالمونلا تایفی، سودوموناس آئروزینوزا و اشرشیا کلی پرداختند. نتایج نشان داد که تمامی باکتری‌های بیماری‌زا نسبت به عصاره برگ درخت گردو حساس بودند. در روش دیسک دیفیوژن و چاهک استافیلوکوکوس اورئوس حساس‌ترین باکتری نسبت به عصاره‌های آبی و اتانولی بود[۱۷]؛ بنابراین نتایج پژوهش حاضر نیز یافته‌های این محققین را تأیید می‌کند و نشان می‌دهد که ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی اثر ضد باکتریایی روی باکتری‌های گرم مثبت نسبت به باکتری‌های گرم منفی دارد و به‌طورکلی باکتری‌های گرم مثبت به نسبت حساس‌تر از باکتری‌های گرم منفی در مقابل عصاره‌ها هستند که این امر ناشی از تفاوت در ساختار سلول باکتری‌های گرم منفی و گرم مثبت هستند؛ چرا که باکتری‌های گرم مثبت موکوپپتید بیشتری در ترکیب دیواره سلولی خود دارند، این در حالی است که باکتری‌های گرم منفی فقط یک لایه نازک از موکوپپتید دارند؛ بنابراین، باکتری‌های گرم منفی مقاوم‌تر هستند. قسمت اعظم ساختمان دیواره در باکتری‌های گرم منفی از لیپو پروتئین و لیپوپلی ساکارید است. در حقیقت باکتری‌های گرم منفی یک غشاء خارجی در اطراف دیواره سلولی خود دارند که به همین دلیل آن‌ها را در برابر مواد ضد باکتریایی مقاوم‌تر می‌سازد[۱۸]. سطح هیدروفیلی این غشاء که غنی از مولکول‌های لیپوپلی ساکاریدی است، به‌عنوان مانع در برابر آنتی‌بیوتیک‌ها عمل می‌کند. همچنین آنزیم‌های موجود در فضای پری‌پلاسمایی، می‌توانند مولکول‌های ورودی از بیرون را بشکنند، اما در مورد باکتری‌های گرم مثبت، مواد ضد میکروبی به‌راحتی دیواره سلولی و غشای سیتوپلاسمی را تخریب کرده که منجر به نشت سیتوپلاسم و انعقاد آن می‌شوند[۱۹]. علاوه بر این، خاصیت مهارکنندگی بیشتر عصاره‌های مورد مطالعه بر روی باکتری‌های گرم مثبت، نسبت به گرم منفی می‌تواند، به علت اتصال گروه‌های هیدروکسیل ترکیبات فنلی موجود در عصاره به گروه N- استیل گلوگز آمین موجود در دیواره سلولی باکتری‌های گرم مثبت باشد و مقاومت بیشتر باکتری‌های گرم منفی به عصاره ممکن است، به علت وجود لیپوپلی ساکاریدهای غشاء بیرونی باکتری‌های گرم

منفی نسبت داده شود، که ذاتاً به عوامل خارجی مانند آنتی‌بیوتیک‌ها و شوینده‌ها مقاوم هستند[۲۰ و ۲۱]. به‌طورکلی مکانیسم‌های احتمالی فعالیت ضد باکتریایی عصاره‌ها را می‌توان به از بین رفتن یکپارچگی غشای سلولی ناشی از اختلال در لایه فسفولیپیدها به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مکانیسم‌های مهاری اشاره کرد. همچنین، استرس اکسیداتیو ناشی از تولید انواع اکسیژن فعال یکی دیگر از سازوکارهای مهم بوده و این مولکول‌ها بیشتر با مهار یا تغییر در همانندسازی DNA، چرخه سنتز پروتئین، چرخه متابولیسم غذایی یا چرخه تنفسی باعث مرگ میکروب می‌شوند[۱۹].

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده از این پژوهش مشخص کرد که عصاره برگ درخت لرگ غنی از ترکیبات فنلی می‌باشد. ازسوی‌دیگر براساس نتایج به‌دست آمده عصاره برگ درخت لرگ، اثر ضد باکتریایی خوبی بر روی باکترهای گرم مثبت استافیلوکوکوس و باسیلوس سرئوس از خود نشان دادند. همچنین عصاره برگ بر روی مهار رشد باکتری‌های گرم منفی اشرشیا کلی و سودوموناس آئروزینوژا هم تأثیر کمی داشت. در کل، نتایج بررسی‌ها در شرایط آزمایشگاهی نشان دادند که عصاره استخراج شده از برگ درخت لرگ، دارای فعالیت ضد باکتریایی می‌باشد و مواد مؤثر آن در تولید داروهای گیاهی جدید، پس از بررسی‌های آزمایشگاهی بیشتر و انجام تست‌های حداقل غلظت مهارکنندگی و کشندگی باکتریایی، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ تضاد منافعی ندارند.

منابع

1. Silvestri, G.A., Alberg, A.J., Ravenel, J. (2009). "The changing epidemiology of lung cancer with a focus a screening". *Barit Med* , 399 (1): 451-454.
2. Velasco, G., Hernández-Tiedra, S., Dávila, D., Lorente. M. (2016). "The use of cannabinoids as anticancer agents". *Prog Neuro-Psychopharmacol Biol Psychiatry*, 64: 259-266.

1. Alzoghaibi, M.A. (2013). Concepts of oxidative stress and antioxidant defense in Crohn's disease. World J Gastroenterol, 19: 6540-6547.
2. Kooti, W., Servatyari, K., Behzadifar, M., Asadi-Samani, M., Sadeghi, F., Nouri, B., Zare Marzouni, H. (2017) "Effective medicinal plant in cancer treatment, part 2: review study". *J Evid Based Complementary Altern Med*, 22(4): 982-995.
3. Salimpour, F., Mazooji, A., Mazhar, F., Barzin, G.C. (2014). "Comparative study of antibacterial properties of four species of Salvia L. as a medicinal plant". *Med Res*, 37 (4): 205- 210. [In Persian].
4. Kayaoglu, G., Erten, H., Alaçam, T., Orstavik, D. (2005). "Short Term Antibacterial Activity of Root Canal Sealers Towards Enterococcus Faecalis"**.** *Int Endod J* , 38 (7): 483-8.
5. Liu, G., Ren, G., Zhao, L., Cheng, L., Wang, C., Sun, B. (2017). "Antibacterial Activity and Mechanism of Bifidocin aAgainst Listeria Monocytogenes". *Food Control*, 73: 854-861.
6. Razna, K., Sawinska, Z., Ivanisova, E., Vukovic, N., Terentjeva, M., Stricik, M. (2020). "Properties of *Ginkgo biloba* L.: Antioxidant Characterization, Antimicrobial Activities, and Genomic Microrna Based Marker Fingerprints". *Int J Mol Sci*, 21(9): 3087.
7. Balmus, I.M, Ciobica, A., Trifan, A., Stanciu, C. (2016). "The implications of oxidative stress and antioxidant therapies in inflammatory bowel disease". *AMEM*, 22: 3-17.
8. Bonnefont-Rousselot, D., Collin, F.,M"elatonin: action as antioxidant and potential applications in human disease and aging". *Toxicol*, 278(1): 55-67.
9. Tavakoli, S., Delnavazi, M.R., Yassa, N. "Phytochemical and antimicrobial investigation of pterocarya fraxinifolia Leaves". *Chem Nat Compd* , 52: 101-103.
10. Azad Bakht, M., Eslami Parkouhi, K.h, Tavasoli, N., (2021). "Evaluation of the antimicrobial effect of methanolic extract of Lerga leaves on some urinary tract infections bacteria in comparison with ciprofloxacin". *Ecophysiol Phytochem Med Arom Plants*, 10 (1): 37-31. [In Persian].
11. Pourmorad, F., Hosseinimehr, S.J, Shahabimajd, N. (2006). "Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of some selected Iranian medicinal plants". *Afr J Biotechnol 2006*; 5: 1142-1145.
12. Chang, C., Yang, M., Wen, H., Chern. J. "Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods". J Food Drug Anal, 10: 178-182.
13. Meda, A., Lamien, C.E., Romito, M., Millogo, J., Nacoulma OG. (2005). "Determination of the total phenolic, flavonoid and pralin contents in Burkina Fasan honey, as well as their scavenging activity". Food Chem, 91: 571-577.
14. Mita, S., Murano, N., Akaike, M., Nakamura, K. (1997). "Mutants of Arabidopsis thaliana with pleiotropic effects on the expression of the gen for

beta-amylase and on the accumulation of anthocyanin that is inducible by sugars". *Plant J*, 11: 841-851.

15. Chakraborty, M., Mitra, A. (2008). "The antioxidant and antimicrobial properties of the methanolic extract from Cocos nucifera mesocarp". *Food Chem*, 107: 994-999.
16. Rood, M.R, Zamanian-Azodi, M., Salimpour, F. (2013). "Herbal remedies and medicine; introducing some Iranian plants". *J Paramed Sci*, 4(2): 116-122.
17. Alizadeh Behbahani, B., Hojjati, M., Mohammadi, N. (2020). "Antimicrobial activity of aqueous and ethanolic extracts of walnut leaves on some pathogenic bacteria". *Iran J Infect Dis Trop Med*, 26 (93): 38-29.
18. Govahi, M., Ghorbani, F., Ranjbar, M., Rahaiee, S., Azizi, H. (2019). "Evaluation of antioxidant and antibacterial activity, and determination of phenolic and flavonoid content of aqueous and methanolic Extracts of Scutellaria pekinensis". *JIUMS*, 27(3): 91-100.
19. Fazeli-Nasab, B., Rahnama, M., Mazarei, A. (2017). "Correlation between antioxidant activity and antibacterial activity of nine medicinal plant extracts". *J Mazandaran Univ Med Sci*, 27(149): 63-78.
20. Ahmadpour-Torki, M., Ranjbar, M., Govahi, M., Tafrihi, M. (2022). "Effect of Aqueous extract of turkey tail Trametes versicolor on Staphylococcus aureus, Escherichia coli and Fusarium thapsinum". *J Gorgan Univ Med Sci*, 24(3): 93-98.
21. Elansary, H.O, Szopa, A., Klimek-Szczykutowicz, M., Ekiert, H., Barakat, A.A, Al-Mana, F.A. "Antiproliferative, antimicrobial, and antifungal activities of polyphenol extracts from Ferocactus species". *Processes*, 8(2): 138.