اکوفیزیولوژی و فیتوشیمی گیاهان دارویی و معطر

ارزیابی اثر ضد میکروبی عصاره متانولی برگ گیاه لرگ بر برخی از باکتری‌های عفونت‌زای مجاری ادراری در مقایسه با سیپرو فلوکساسین

مسعود آزادبخت [۱*]، خدیجه اسلامی پرکوهی [۲]، نسیم توسلی [۳]

۱- استادیار موسسه آموزش عالی سنا، ساری، ایران (نویسنده مسئول: masoudazadbakht@gmail.com)

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، رشته گیاهان دارویی، موسسه آموزش عالی غیرانتفاعی سنا، ساری، ایران

۳- مربی، گروه میکروبیولوژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد آمل، ساری، ایران

شناسه مقاله

تاریخ دریافت مقاله: بهمن ۱۴۰۱

تاریخ پذیرش مقاله: خرداد ۱۴۰۲

نوع مقاله: علمی- پژوهشی

موضوع: فیتوشیمی

چکیده

عفونت دستگاه ادراری (UTI) یکی از شایع‌ترین عفونت‌های باکتریایی است. عامل این عفونت در اغلب موارد باکتری‌های گرم منفی مانند اشریشیا کولی، کلبسیلا پنومونیه و سودوموناس آئورژنوزا است. اساس درمان عفونت‌های ادراری آنتی‌بیوتیک است. امروزه مسئله مقاومت آنتی‌بیوتیکی در میان باکتری‌های پاتوژن به یک مشکل جدی تبدیل شده است. گیاه لرگ به طور گسترده در شمال ایران پراکنده است و از دیرباز به عنوان گیاه دارویی مورد استفاده بوده است. هدف این مطالعه ارزیابی اثرات ضد میکروبی عصاره متانولی گیاه لرگ در مقایسه با سیپروفلوکساسین بر علیه *اشریشیا کولی* (ATCC 25922)، *کلبسیلا پنومونیه* (ATCC 13883) و *سودوموناس آئورژنوزا* (ATCC 27853) بود. برای ارزیابی خصوصیات ضد میکروبی قطرهاله بازدارنده رشد به روش دیسک و چاهک استفاده شد. به علاوه حداقل غلظت ممانعت از رشد (MIC) و حداقل غلظت کشنده باکتری (MBC) نیز به روش ماکرودایلوشن ارزیابی گردید. در روش دیسک هیچگونه هاله عدم رشد بر علیه *اشریشیا کولی*، *کلبسیلا پنومونیه* و *سودوموناس آئورژنوزا* اطراف عصاره با غلظت ۱۰، ۲۰، ۳۰، ٤٠ و ٥٠ میکرولیتر دیده نشد، درحالی که دیسک سیپروفلوکساسین هاله عدم رشد تشکیل داد (به ترتیب ۳۲/٦۷، ۳۱/۳۳ و ۳۳ میلی‌متر). نتایج روش چاهک نشان داد که عصاره لرگ در غلظت ۸۰، ۹۰، ۱۰۰ و ۱۱۰ میکرولیتر بر علیه *اشریشیا کولی* (به ترتیب ۱۰/٦٦، ۱۲، ۱۳ و ۱۳/۸۰ میلی‌متر)، *کلبسیلا پنومونیه* (۱۰، ۱۲/۳۳، ۱۳ و ۱٤/۳۳ میلی‌متر) و *سودوموناس آئورژنوزا* (۱۲، ۱۳، ۱٤ و ۱۵ میلی‌متر) هاله عدم رشد ایجاد کرد. حداقل غلظت

ممانعت از رشد برای بر علیه *اشریشیا کولی*، *کلبسیلا پنومونیه* و *سودوموناس آئورژنوزا* به ترتیب ۸/۳۳، ٦/۲۵ و ٦/۲۵ میلی‌گرم در میلی‌لیتر بود. حداقل غلظت کشنده باکتری نیز به ترتیب ١٦/٦٧، ۱۲/۵۰ و ۱۲/۵۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر بود. بر اساس نتایج تحقیق می‌توان گفت که عصاره برگ گیاه لرگ اثر ضد میکروبی بر علیه باکتری‌های مورد مطالعه داشت ولی این اثر کمتر از سیپروفلوکساسین بود.

واژگان کلیدی: اثر ضدمیکروبی، *اشریشیا کولی*، *سودوموناس آئورژنوزا*، سیپروفلوکساسین، عصاره برگ لرگ، *کلبسیلا پنومونیه*.

۱. مقدمه

عفونت ادراری (UTI) به معنی عفونت در هریک از قسمت‌های دستگاه ادراری است ولی بیشتر قسمت تحتانی دستگاه ادراری (مثانه و مجرای ادرار) را درگیر می کند. این بیماری در میان افراد مختلف از جمله کودکان، کهنسالان و بیماران مبتلا به دیابت بسیار رایج است؛ همچنین زنان نیز به دلیل ساختار دستگاه ادراریشان بیشتر از مردان به آن مبتلا می‌شوند به طوری که ممکن است بیشتر از یکبار عفونت ادراری را در طول زندگی تجربه کنند (Storme et al, 2019). تکرر ادرار از نشانه‌های متداول عفونت ادراری است اما گاهی این بیماری بدون این که نشانه‌ای داشته باشد افراد را گرفتار می‌کند. گونه‌های باکتریایی اصلی که می‌توانند باعث عفونت ادراری شوند عبارتند از: اشریشیا کولای (Escherichia coli)، کلبسیلا پنومونیه، پروتئوس میرابیلیس، سودوموناس آیروژنوزا و استرپتوکوکوس ساپریفیتیکوساست (Afarakhte and Mahdavi, 2015). این باکتری‌ها روی هم رفته بیش از ۹۰ درصد موارد عفونت ادراری را تشکیل می‌دهند. آنتی‌بیوتیک‌ها معمولا خط اول درمان برای عفونت‌های دستگاه ادراری هستند (Khoddami et al., 2000). در سالهای اخیر با ظهور ابر میکروب‌های مقاوم در برابر آنتی‌بیوتیک نگرانی جامعه پزشکی از بروز سوپر عفونت‌ها افزایش یافته که یکی از آنها عفونت‌های اداری غیر قابل درمان یا سخت درمان است. از طرفی استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های سنتزی برای همه مناسب نسیت زیرا دچار عوارض جانبی ناخواسته می‌شوند که به اندازه خود عفونت باعث رنج بیمار و پیچیده شدن روند بیماری می‌شود (Ayat Elahi et al., 2006). به همین دلیل روی آوردن به سمت منابع جدید و طبیعی آنتی‌بیوتیکی ناگزیر به نظر می‌رسد.

لرگ درختی است از تیره Juglandaceae با نام علمی Pterocarya fraxinifolia که در جنگل‌های شمال کشور می‌روید. چوب درخت لرگ سبک است و کاربرد خانه سازی ندارد ولی روستاییان از پوست آن به عنوان سطل آب و از برگ کوبیده شده آن جهت صید ماهی در رودخانه استفاده می‌کنند (Tavakoli et al., 2016). نتایج تحقیقات نشان داده است که برگ درخت لرگ دارای مقادیر زیادی از گالیک اسید و کوماریک اسید است که آنتی اکسیدان قوی هستند و خاصیت ضد سرطانی دارند. مهمترین ترکیبات شیمیایی موجود در برگ لرگ شامل دو ترکیب استروئیدی با نام‌های: داکواسترول (Daucosterol) و بتا-سیتسترول (Beta-Sitrosterol)، پنج ترکیب نفتوکینونی با نام‌های: ژوگلون (Juglone)، رژیلون (Regiolone)، هیدروکسی آلفا تترالون (Hydroxy-A-Tetralone)، هیدروکسی-دو-متیل اکسی نافتالین (Hydroxy-2-Methoxynaphthalene) و هیدروژوگلن گلیکوزید (Hydrojuglone-Glucoside) است (Betoli et al., 2015). به نظر می‌رسد وجود ترکیبات متنوع با ویژگی

آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی در برگ گیاه راهکاری جدید برای معرفی آنتی‌بیوتیک طبیعی باشد. در این مطالعه سعی شده است تا با جداسازی عصاره برگ گیاه لرگ و تاثیردهی آن بر عوامل اصلی عفونت ادراری، خصوصیات ضد میکروبی این عصاره را مشخص نموده و آن را با سیپرو فلوکساسین که از رایج‌ترین آنتی‌بیوتیک‌های مورد استفاده در زمان عفونت ادراری است مقایسه نماییم.

۲. مواد و روش‌ها

- عصاره‌گیری

برگ گیاه لرگ از درخت لرگ واقع در شهرستان ساری جمع آوری شد و پس از تأیید توسط گیاه‌شناسان دانشکده کشاورزی دانشگاه ساری، به آزمایشگاه دانشگاه منتقل شد، ناخالصی‌ها و گرد و غبار موجود بر روی برگ تمیز گردید و توسط آب قابل شرب شسته شد و در سایه خشک و توسط آسیاب برقی آسیاب شد و به روش سوکسله، توسط حلال متانولی عصاره‌گیری گردید (Fazeli-nasab et al., 2019).

- باکتری مورد مطالعه

باکتری مورد مطالعه در این تحقیق شامل *اشریشیا کولای* (ATCC 25922)، *کلبسیلا پنومونیه* (ATCC 13883) و *سودوموناس آئورژنوزا* (ATCC 27853) بودند که از شرکت داروا‌ش تهیه و پس از آماده سازی و کشت‌های مجدد مورد استفاده قرار گرفتند.

- آزمون دیسک

بر روی سطح محیط کشت مولرهینتون آگار کشت یکنواخت باکتری انجام شد و دیسک‌های حاوی مقادیر ۱۰، ۲۰، ۳۰، ٤٠ و ۵۰ میکرولیتر از عصاره برگ گیاه لرگ بر روی محیط کشت مولرهینتون آگار قرار داده شدند و توسط پنس سفت شدند. پلیت‌ها؛ به مدت ٢٤ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد انکوبه شدند و هاله ممانعت از رشد که در اطراف دیسک‌ها تشکیل شده بود با استفاده از خط کش بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری و ثبت شد. دیسک آنتی‌بیوتیک سیپروفلوکساسین نیز در مرکز پلیت قرار داده شد (Bagheri et al., 2023).

- آزمون چاهک

بر روی سطح محیط کشت مولرهینتون آگار کشت یکنواخت باکتری انجام شد و به فاصله ۲ سانتی متر از هم چاهک‌هایی در آگار حفر شد و مقادیر ۸۰، ۹۰، ۱۰۰ و ۱۱۰ میکرولیتر از عصاره، داخل چاهک‌ها ریخته شد. پس از خشک شدن پلیت‌ها؛ به مدت ٢٤ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد انکوبه شدند و هاله ممانعت از رشد که در اطراف دیسک‌ها تشکیل شده بود با استفاده از خط کش بر حسب میلی‌متر اندازه گیری شد. تمامی آزمون‌ها با سه تکرار انجام شد (Bagheri et al., 2023).

- تعیین حداقل غلظت ممانعت از رشد (MIC)

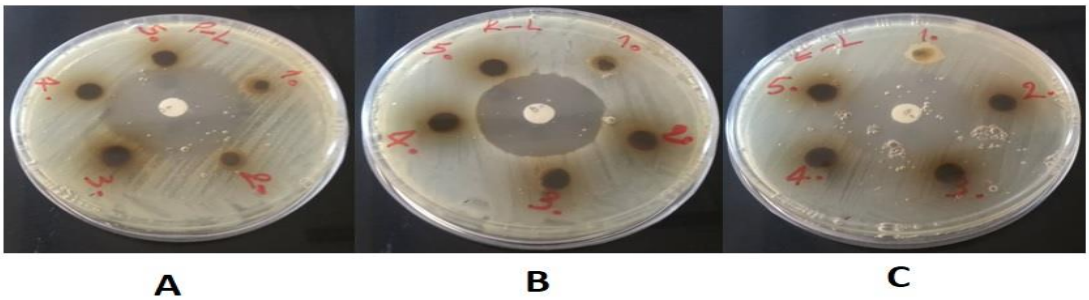
به منظور تعیین حداقل غلظت ممانعت از رشد کلبسیلا با عصاره برگ گیاه لرگ به روش ماکرودایلوشن عمل شد، تمامی لوله‌ها در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲٤ ساعت گرم‌خانه گذاری شد و آخرین لوله فاقد کدورت که کمترین مقدار عصاره در آن بود به عنوان حداقل غلظت مهارکنندگی عصاره تعیین شد (Bagheri et al., 2023).

- **تعیین حداقل غلظت کشنده (MBC)**

برای این منظور، ۱۰ میکرولیتر از لوله‌ای که به عنوان لوله حداقل غلظت ممانعت از رشد باکتری بود و سایر لوله‌های فاقد کدورت، بر روی محیط کشت آگار مغذی کشت سطحی انجام شد و پلیت‌ها به مدت ۲٤ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد گرم‌خانه گذاری شدند، کمترین غلظتی از عصاره که مرتبط با پلیت فاقد رشد باکتری بود به عنوان حداقل غلظت کشنده ثبت گردید (Bagheri et al., 2023).

۳. نتایج و بحث

نتایج نشان داد که در روش دیسک هیچ یک از غلظت‌های عصاره گیاه لرگ نتوانست باعث مهار رشد باکتری‌های *اشریشیا کولای*، *کلبسیلا پنومونیه* و *سودوموناس آئورژنوزا* شود، درحالی که سیپروفلوکساسین به ترتیب هاله‌ای به قطر ۳۱/۳۳، ۳۳/٦۷ و ۳۳ میلی‌متر ایجاد کرده بود (شکل ۱).



شکل ۱. آزمون میکروبی عصاره لرگ به روش دیسک (A: *سودوموناس آئورژنوزا*، B: *کلبسیلا پنومونیه* و C: *اشریشیا کولای*)

در روش چاهک هر سه باکتری مورد مطالعه نسبت به عصاره حساس بودند که در جدول ۱ قطر هاله عدم رشد (میلی‌متر) باکتری اطراف چاهک حاوی غلظت‌های مختلف عصاره برگ لرگ آمده است. بر اساس نتایج به دست آمده با افزایش غلظت عصاره، قدرت ضد میکروبی آن نیز افزایش یافت. به طوری که عصاره لرگ در غلظت ۸۰، ۹۰، ۱۰۰ و ۱۱۰ میکرولیتر بر علیه *اشریشیا کولی* (به‌ترتیب ۱۰/٦٦، ۱۲، ۱۳ و ۱۳/۸۰ میلی‌متر)، *کلبسیلا پنومونیه* (۱۰، ۱۲/۳۳، ۱۳ و ۱٤/۳۳ میلی‌متر) و *سودوموناس آئورژنوزا* (۱۲، ۱۳، ۱٤ و ۱۵ میلی‌متر) هاله عدم رشد ایجاد کرد. نتایج تحقیق حاضر، با تحقیقات در تحقیقات Jafari و همکاران (۲۰۱۵) همخوانی دارد.

جدول ۱. نتایج قطر هاله عدم رشد (میلی‌متر) باکتری اطراف چاهک حاوی غلظت‌های مختلف عصاره برگ لرگ

نوع باکتری	۸۰ میکرولیتر	۹۰ میکرولیتر	۱۰۰ میکرولیتر	۱۱۰ میکرولیتر
کلبسیلا پنومونیه ***Klebsiella pneumoniae***	۱۰/۰۰ ± ۰/۰۰ ^{A}	۱۲/۳۳ ± ۰/۵۷ ^{B}	۱۳/۰۰ ± ۱/۰۰ ^{BC}	۱۴/۳۳ ± ۰/۵۷ ^{C}
اشریشیا کولای ***Escherichia coli***	۱۰/۶۶ ± ۰/۵۷ ^{A}	۱۲/۰۰ ± ۰/۰۰ ^{B}	۱۳/۰۰ ± ۰/۰۰ ^{C}	۱۳/۸۳ ± ۰/۲۹ ^{D}
سودوموناس آئورژنوزا ***Pseudomonas aerogenosa***	۱۲/۰۰ ± ۱/۰۰ ^{A}	۱۳/۰۰ ± ۱/۰۰ ^{AB}	۱۴/۰۰ ± ۰/۰۰ ^{BC}	۱۵/۰۰ ± ۰/۰۰ ^{C}

حروف لاتین متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار در هر سطر است ($P<0.05$)

نتایج آزمون حداقل غلظت ممانعت از رشد و حداقل غلظت کشنده عصاره برگ گیاه لرگ در برابر باکتری‌های مورد مطالعه در جدول ۲ آمده است. نتایج نشان داد که حداقل غلظت ممانعت از رشد و حداقل غلظت کشنده برای *اشریشیا کولی* بیشتر از دو باکتری دیگر بوده است ولی این اختلاف معنی‌دار نبود. حداقل غلظت ممانعت از رشد برای بر علیه *اشریشیا کولی*، *کلبسیلا پنومونیه* و *سودوموناس آئورژنوزا* به ترتیب ۸/۳۳، ٦/۲۵ و ٦/۲۵ میلی‌گرم در میلی‌لیتر بود. حداقل غلظت کشنده باکتری نیز به ترتیب ۱٦/٦۷، ۱۲/۵۰ و ۱۲/۵۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر بود.

جدول ۲. حداقل غلظت ممانعت از رشد (MIC) و حداقل غلظت کشنده عصاره برگ گیاه لرگ (MBC)

نوع باکتری	**حداقل غلظت ممانعت از رشد** (میلی‌گرم بر میلی‌لیتر)	**حداقل غلظت کشنده** (میلی‌گرم بر میلی‌لیتر)
کلبسیلا پنومونیه ***Klebsiella pneumoniae***	۶/۲۵ ± ۰/۰۰ ^{A}	۱۲/۵۰ ± ۰/۰۰ ^{A}
اشریشیا کولای ***Escherichia coli***	۸/۳۳ ± ۳/۶۱ ^{A}	۱۶/۶۷ ± ۷/۲۲ ^{A}
سودوموناس آئورژنوزا ***Pseudomonas aerogenosa***	۶/۲۵ ± ۰/۰۰ ^{A}	۱۲/۵۰ ± ۰/۰۰ ^{A}

حروف لاتین متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار در هر سطر است ($P<0.05$)

مطابق نتایج حاضر، عصاره برگ گیاه لرگ اثر ضد میکروبی بر علیه باکتری‌های مورد مطالعه داشت ولی این اثر کمتر از سیپروفلوکساسین بود. به طوری که می‌توان گفت عصاره برگ گیاه لرگ بر روی باکتری‌های که از عوامل اصلی عفونت ادراری هستند اثر ضد میکروبی دارد و این خصوصیت با افزایش غلظت عصاره بیشتر هم می‌شود، با این حال قدرت ضد میکروبی سیپروفلوکساسین بیشتر بود و عصاره برگ گیاه لرگ نمی‌تواند جایگزین آن باشد ولی می‌توان به عنوان داروی مکمل جهت استفاده از دوزهای پایین‌تر آنتی‌بیوتیک از آن بهره برد.

لرگ درختی بومی آسیای شرقی و قفقاز است و در سرتاسر جنگل‌های شمال ایران، از آستارا تا مینودشت و نواحی کوهستانی غرب کشور (استان ایلام –دره لارت) نیز گسترش دارد و پراکنش جغرافیایی این گیاه بیشتر در گرگان، مازندران و گیلان می‌باشد.

خصوصیات ضد میکروبی عصاره برگ گیاه لرگ به دلیل ترکیبات موجود در آن است (Tavakoli et al., 2016). گالیک اسید و کوماریک اسید را به عنوان ترکیبات اصلی مسئول ویژگی‌های ضد میکروبی عصاره گیاه لرگ معرفی شده‌اند (Tavakoli et

Ebrahimi و Parvinzadeh Gashti (۲۰۱۵) نیز ماده موثره جانگلون را مسئول ویژگی‌های ضد میکروبی عصاره گیاه لرگ معرفی کردند (Ebrahimi and Parvinzadeh Gashti, 2015)؛ در تحقیقی دیگر، Yin و همکاران (۲۰۲۰) مشخص کردند که ترکیباتی نظیر، کادینن، کاریو فنیل اکساید، آلفا کادینول و بتا المن مهمترین ترکیبات اسانس لرگ بودند که همگی از دسته فنول‌ها هستند (Yin et al., 2020). به نظر می‌رسد که وجود همین ترکیبات توانسته از رشد باکتری‌های مورد مطالعه ما نیز جلوگیری کند. نتایج به دست آمده از تحقیق Wu و همکاران (۲۰۲۱) نیز موید همین موضوع است (Wu et al., 2021).

در مطالعه Yin و همکاران (۲۰۲۰)، خصوصیات ضد میکروبی اسانس برگ لرگ بر روی برخی باکتری‌های بیماری‌زا مورد مطالعه قرار گرفت و مشخص شد که این اسانس خصوصیت ضد میکروبی خوبی دارد. به طوری که در غلظت ۰/۲۳ میلی-گرم در میلی‌لیتر توانسته بود باعث مهار رشد باسیلوس سوبتیلیس شود. در تحقیق Akhbari و همکاران (۲۰۱۷)، عصاره برگ گیاه لرگ خصوصیات ضد میکروبی علیه باکتری شیگلا دیزانتریه نشان داد، به‌طوری که غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر حداقل غلظت ممانعت از رشد شیگلا دیزانتریه بود. با این وجود عصاره متانولی برگ گیاه لرگ نتوانسته بود باعث مهار رشد *اشریشیا کولای* شود.

۴. نتیجه‌گیری

مطابق نتایج، در روش دیسک هیچ‌گونه هاله عدم رشد بر علیه *اشریشیا کولی*، *کلبسیلا پنومونیه* و *سودوموناس آئورژنوزا* اطراف عصاره با غلظت مختلف دیده نشد، درحالی که دیسک سیپروفلوکساسین هاله عدم رشد تشکیل داد. نتایج روش چاهک نشان داد که عصاره لرگ در غلظت مختلف بر علیه *اشریشیا کولی*، *کلبسیلا پنومونیه* و *سودوموناس آئورژنوزا* هاله عدم رشد ایجاد کرد. حداقل غلظت ممانعت از رشد برای بر علیه *اشریشیا کولی*، *کلبسیلا پنومونیه* و *سودوموناس آئورژنوزا* به ترتیب ۸/۳۳، ٦/۲۵ و ٦/۲۵ میلی‌گرم در میلی‌لیتر بود. حداقل غلظت کشنده باکتری نیز به ترتیب ١٦/٦٧، ۱۲/۵۰ و ۱۲/۵۰ میلی‌گرم در میلی‌لیتر بود. بر اساس نتایج تحقیق می‌توان گفت که عصاره برگ گیاه لرگ اثر ضد میکروبی بر علیه باکتری‌های مورد مطالعه داشت ولی این اثر کمتر از سیپروفلوکساسین بود.

۵. منابع

Akhbari, M., Tavakoli, S., Ghanbari, Z., Dadgarnia, M. and Mazoochi, A. 2017. Evaluation of biological activity and analysis of volatile fraction from Pterocarya fraxinifolia in vegetative stage from Iran. *Journal of Sciences, Islamic Republic of Iran*, 28(2): 119-126.

Ayat Elahi, J., Ezzedini Ardakani, F., Bahrul Uloomi, R. and Ayat Elahi, F. 2006. Antibiotic-induced oral reactions. *Journal of Isfahan Dental School*, 2(1): 53-57. (In Persian)

Bagheri, B., Shokrzadeh, M., Nateghi, L. and Maleki Kahki, A. 2023. Evaluation of replacing sodium nitrate with lutein extract and pistacia atlantica essential oil in Chicken 40% sausage. *Journal of Innovation in food science and technology*, 15(57): 25-39. (In Persian)

Ebrahimi, I. and Parvinzadeh Gashti, M. 2015. Extraction of juglone from Pterocarya fraxinifolia leaves for dyeing, anti-fungal finishing, and solar UV protection of wool. *Coloration Technology*, 131(6): 451-457.

Fazeli-nasab, B., Moshtaghi, N. and Forouzandeh, M. 2019. Effect of solvent extraction on phenol, flavonoids and antioxidant activity of some Iranian native herbs. *Journal title*, 27(3) :14-26

Jafari, N., Naderi, P. and Ebrahimzadeh, M.A., 2015. Evaluation of phenolic content, total flavonoid and survey of antioxidant activity of leaves of Ficus carica and Pterocarya fraxinifolia trees using spectrophotometry and high-performance liquid chromatograph methods. *Iranian Journal of Plant Biology*, 7(3): 1-16. (In Persian)

Khoddami, S., Soleimani, M.J. and Hajian, K. 2000. E. coli induced urinary tract infections, 1997-98. *Journal of Babol University of Medical Sciences*, 2(5): 22-25. (In Persian)

Storme, O., Tirán Saucedo, J., Garcia-Mora, A., Dehesa-Dávila, M. and Naber, K.G. 2019. Risk factors and predisposing conditions for urinary tract infection. *Therapeutic Advances in Urology*, 11, 1756287218814382.

Tavakoli, S., Delnavazi, M.R. and Yassa, N. 2016. Phytochemical and antimicrobial investigation of pterocarya fraxinifolia Leaves. *Chemistry of Natural Compounds*, 52: 101-103.

Wu, Z., Xia, J., Guo, Z., Lei, J. and Yu, J. 2021. Biological activities of the extracts and compounds from the bark of Pterocarya hupehensis skan. *Natural Product Research*, 35(11): 1899-1902.

Yin, C., Sun, F., Rao, Q. and Zhang, Y. 2020. Chemical compositions and antimicrobial activities of the essential oil from Pterocarya stenoptera C. DC. *Natural product research*, 34(19): 2828-2831.