



بررسی خواص زیستی و شیمیایی قارچ *Trametes versicolor* L و ارزیابی روش‌های مختلف استخراج گلوکان‌ها از آن

اطلاعات مقاله	چکیده
تاریخ‌های مقاله :	قارچ <i>Trametes versicolor</i> L به دلیل خواص زیستی و شیمیایی خود، پتانسیل بالایی برای استفاده در صنایع دارویی و غذایی دارد. این مطالعه با هدف آنالیز ترکیبات تشکیل دهنده قارچ، ارزیابی خواص ضدباکتریایی و مقایسه سه روش مختلف استخراج گلوکان‌ها (شامل استخراج با آب داغ، اسیدی و اسید-قلیایی) از قارچ <i>T. versicolor</i> L انجام شد. براساس آنالیز شیمیایی، مقدار پروتئین، فیبر، خاکستر و کربوهیدرات قارچ، به ترتیب ۸/۳، ۵۴/۰۵، ۱/۴۳، ۳۰/۰۹ درصد بدست آمد. همچنین محتوای عناصر معدنی شامل آهن، روی و منیزیم به ترتیب ۵۹/۹، ۲۵/۹ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و میزان پلی‌فنلی قارچ؛ ۲۳۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم محاسبه گردید. قطر هاله عدم رشد عصاره قارچ علیه <i>Staphylococcus aureus</i> ، ۴۰ میلی‌متر اندازه‌گیری شد؛ هرچند عصاره قارچ بر علیه <i>Escherichia coli</i> خاصیت ضد میکروبی نداشت. همچنین نتایج استخراج و محاسبه میزان گلوکان‌های قارچ نشان داد که بالاترین محتوای گلوکان کل و آلفا گلوکان در روش آب داغ با مقادیر ۶۶/۳۵ و ۱۰ درصد حاصل شد. در حالی که روش اسید-قلیا بیشترین محتوای بتاگلوکان (۵۷/۵۳ درصد) را نشان داد. این پژوهش نشان‌دهنده پتانسیل بالای <i>T. versicolor</i> L به عنوان منبعی غنی از ترکیبات زیستی و عناصر معدنی برای کاربرد در صنایع غذایی و دارویی است.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۲۸	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۲۲	
کلمات کلیدی:	
<i>Trametes versicolor</i> L. گلوکان، استخراج، عناصر معدنی .	
DOI: 10.48311/fsct.2026.83994.0	
* مسئول مکاتبات:	

۱-مقدمه

معدنی این قارچ، گامی مهم در راستای بهره‌برداری از پتانسیل -

های دارویی و صنعتی آن محسوب می‌شود [۳].

یکی از مهم‌ترین ترکیبات زیستی موجود در *T. versicolor* L، گلوکان‌ها هستند که به عنوان پلی‌ساکاریدهای زیست‌فعال در دیواره سلولی قارچ‌ها تشکیل می‌شوند. در واقع دیواره سلولی قارچ‌ها از کیتین (پلیمر بتا ۱ و ۴-N-استیل-گلوکزامین) و پلی‌ساکاریدهایی مانند آلفا و بتادی گلوکان‌ها و مانان‌ها تشکیل شده است. این اجزا، به عنوان پلی‌ساکاریدهای غیرقابل هضم مقاوم در برابر آنزیم‌های دستگاه گوارش انسان شناخته می‌شوند و می‌توان آن‌ها را نوعی فیبر رژیمی در نظر گرفت. گلوکان‌ها رایج‌ترین فیبرهای رژیمی غیرقابل حل موجود در اندام بارده یا میسلیم قارچ بوده، محتوای آن‌ها به گونه، محیط، میزان بلوغ و تکنیک‌های کشت وابسته بوده و معمولاً بین ۳/۱ تا ۴۶/۵ درصد متغیر است. [۴]. گلوکان‌ها در تقویت عملکرد سیستم ایمنی، کاهش استرس اکسیداتیو و مبارزه با عفونت‌های باکتریایی نقش اساسی دارند [۵]؛ به عنوان مثال اثرات درمانی مثبت آن‌ها بر سیستم تنفسی از جمله جلوگیری از عفونت‌های مکرر دستگاه تنفسی در کودکان و کاهش علائم به اثبات رسیده است [۶].

متداول‌ترین گلوکان‌های جدا شده از قارچ‌ها بتادی گلوکان‌ها هستند و طیف وسیعی از تأثیرات مفید بر سلامت انسان مانند فعالیت‌های تعدیل‌کننده ایمنی، خواص ضد سرطانی، ضد میکروبی و کاهنده چربی خون به آن‌ها نسبت داده می‌شود. این درحالی است که آلفادی گلوکان‌ها و آلفا/بتادی گلوکان‌های مخلوط کمتر مورد بررسی قرار گرفته‌اند. هرچند با توجه به داشتن فعالیت آنتی اکسیدانی ترکیبات مذکور نیز دارای خواص فراسودمندی به ویژه خواص ضدسرطانی می‌باشد [۷]. بتا گلوکان‌ها گروه ناهمگنی از پلیمرهای گلوکز می‌باشند که توسط پیوندهای گلیکوزیدی به هم مرتبط شده‌اند و در دیواره

قارچ‌های دارویی به دلیل ترکیبات زیستی فعال و خواص درمانی گسترده‌ای که دارند، در سال‌های اخیر توجه بسیاری از پژوهشگران را به خود جلب کرده‌اند. *T. versicolor* L، یکی از قارچ‌های دارویی شناخته‌شده، به واسطه ترکیباتی چون پلی‌ساکاریدها، پلی‌فنول‌ها و عناصر معدنی، دارای خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدباکتریایی و تقویت‌کننده سیستم ایمنی است. این قارچ که در مناطق گرم و مرطوب مانند آمریکای شمالی، اروپا و برخی کشورهای آسیایی همچون ایران، ترکیه، چین و ژاپن یافت می‌شود؛ بیشتر بر تنه‌ی درختان کاج، راش، نارون، بلوط و سایر نهاندانگان رشد می‌کند. در ایران، حدود ۱۲ گونه از ۶۰ گونه‌ی قارچ *T. versicolor* L یافت شده، محل رویش این قارچ در مناطق گرم مرطوب همچون مازندران، گیلان، گرگان، آذربایجان شرقی می‌باشد [۱].

قارچ‌هایی نظیر *T. versicolor* L به دلیل دارا بودن ترکیبات مغذی ارزشمندی همچون پروتئین، فیبر، عناصر معدنی، ترکیبات پلی‌فنولی، به عنوان یک منبع دارویی ارزشمند شناخته می‌شوند. علاوه بر غنی بودن آن‌ها از ترکیبات مغذی، قادر به جذب عناصر معدنی از کمپوست یا خاک در طی رشد خود هستند و این عناصر را در ساختار ترکیبات زیست‌فعال خود ذخیره می‌کنند. این ویژگی موجب می‌شود که مصرف قارچ‌هایی مانند *T. versicolor* L، بتواند نیاز بدن به برخی از عناصر معدنی ضروری نظیر آهن، روی، کلسیم و منیزیم را تأمین کند، که برای حفظ عملکردهای سلولی در سطح بیولوژیکی، شیمیایی و مولکولی اهمیت حیاتی دارند [۲]. افزون بر این، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و یا پلی‌فنولی موجود در این قارچ به ارزش غذایی و دارویی آن می‌افزایند؛ لذا بررسی دقیق‌تر درخصوص میزان پلی‌فنول‌ها، خواص آنتی‌اکسیدانی، و عناصر

تعیین شد. خاکستر کل با استفاده از روش گرم کردن نمونه در دمای ۶۰۰-۵۵۰ درجه سانتی گراد در کوره الکتریکی تا رسیدن به وزن ثابت تعیین گردید. پروتئین کل با استفاده از روش کلدال تعیین شد که شامل هضم نمونه با اسید سولفوریک و اندازه گیری محتوای نیتروژن کل برای محاسبه پروتئین است. چربی کل با روش سوکسله و با استفاده از حلال غیرقطبی اتر اندازه گیری شد. فیبر غذایی کل با استفاده از روش آنزیمی-شیمیایی تعیین شد که شامل حذف نشاسته و پروتئین با آنزیم های خاص و سپس فیلتراسیون و خشک کردن نمونه است. کربوهیدرات کل از تفاضل مقادیر پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت از ۱۰۰ تعیین گردید [۱۱].

۲-۳- تعیین عناصر معدنی

برای اندازه گیری عناصر روی، منیزیم و آهن از اسپکتروسکوپی جذب اتمی (Perkin Elmer, US) استفاده شد. نمونه ها با هضم اسیدی با اسید نیتریک آماده شدند و پس از صاف سازی، به حجم مشخص رقیق گردیدند. برای کالیبراسیون، محلول های استاندارد از عناصر مذکور با غلظت های مختلف تهیه و منحنی کالیبراسیون رسم شد. نمونه ها به شعله یا کوره گرافیتی تزریق شدند و جذب نور تک رنگ توسط اتم های آزاد عنصر ثبت شد. غلظت عناصر با مقایسه داده ها با منحنی کالیبراسیون محاسبه شد. برای کنترل صحت و دقت، از استانداردهای مرجع، نمونه های شاهد استفاده شد. حد تشخیص (LOD) و دقت اندازه گیری نیز ارزیابی گردید [۱۲].

سلولی قارچ ها، مخمرها، جو دوسر، جو و برخی باکتری ها یافت می شوند [۸]. بتاگلوکان های قارچی معمولاً دارای پیوند β -(1,3) در زنجیر اصلی و β -(1,6) در انشعابات خود هستند و ساختار این ترکیبات، از جمله میزان انشعاب و الگوی توزیع زنجیره ها، در میان گونه های مختلف قارچی متفاوت است [۹]. روش های مختلف استخراج این ترکیبات می توانند بر کیفیت و کمیت گلوکان های استخراج شده تأثیر بگذارند. از جمله روش های متداول برای استخراج گلوکان ها، می توان به استخراج با آب داغ، استخراج اسیدی-بازی و استخراج اسیدی اشاره کرد [۱۰].

در این پژوهش، ضمن بررسی ترکیبات شیمیایی قارچ *T. versicolor*، و ارزیابی خواص آنتی اکسیدانی و ضدباکتریایی آن، راندمان استخراج بتاگلوکان ها با استفاده از سه روش مختلف استخراج، مقایسه شده است. هدف نهایی از انجام این مطالعه، ارائه اطلاعات دقیق تر درباره ترکیبات موثره قارچ *T. versicolor* است که می تواند راهگشای استفاده از آن در صنایع دارویی و غذایی باشد.

۲-۲ مواد و روش ها

۲-۱- تهیه و آماده سازی قارچ:

نژاد پرورشی M9911 قارچ *T. versicolor* L. از Mycelia بلژیک تهیه شد. پس از برداشت، اندام قارچ در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد در آون خشک گردید. سپس توسط آسیاب پودر شده و از الک با مش ۴۰ میکرومتر عبور داده شد.

۲-۲- آنالیز شیمیایی

میزان پروتئین کل، کربوهیدرات کل، چربی، فیبر غذایی کل و خاکستر، بر اساس روش AOAC¹ برای قارچ پودر شده

1-Association of Official Analytical Chemists

۲-۴- تعیین محتوای فنل کل

به منظور بررسی خاصیت ضدباکتریایی، پس از انجام پیش تست، از عصاره اتانولی قارچ با غلظت ۰/۰۵ g/mL، به میزان ۴۰ میکرولیتر در چاهک ایجاد شده ریخته شد. پلیت‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری شدند. در نهایت، قطر هاله عدم رشد باکتری‌ها با کولیس اندازه‌گیری شد [۱۵].

۲-۶- استخراج گلوکان‌ها

از پودر قارچ جهت بررسی سه روش استخراج گلوکان‌ها استفاده شد.

۲-۶-۱- استخراج آب داغ

به منظور استخراج، ۱۰ گرم پودر قارچ از مش ۴۰ عبور داده شد و در ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به مدت ۳ ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد بر روی هات پلت هم زده و سپس به مدت ۱۵ دقیقه در ۵۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. مایع رویی جمع‌آوری و پس از اضافه شدن اتانول به نسبت ۱:۱ (حجمی/حجمی) به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. رسوب حاصل توسط سانتریفیوژ به مدت ۲۰ دقیقه در ۷۰۰۰ دور در دقیقه جمع‌آوری شد [۱۵].

۲-۶-۲- استخراج اسیدی

جهت استخراج اسیدی از اسید استیک با pH معادل ۵ استفاده شد. ۱۰ گرم پودر قارچ از مش ۴۰ عبور داده شد و در ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به مدت ۵ ساعت در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد با سرعت ۱۲۰ دور در دقیقه هم زده شد. پس از ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ در ۷۰۰۰ دور در دقیقه، به مایع رویی به نسبت مساوی اتانول اضافه شد و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. رسوب حاصل به وسیله سانتریفیوژ جمع‌آوری شد [۱۶].

۲-۶-۳- استخراج اسیدی-قلیایی

جهت بررسی فنل کل ۲ میلی‌گرم از پودر قارچ در ۱ میلی‌لیتر متانول ۵۰ درصد مخلوط شد. سپس ۲۰ میکرولیتر از این مخلوط با ۱/۵۸ میلی‌لیتر آب و ۱۰۰ میکرولیتر معرف Folin-Ciocalteu مخلوط گردید. پس از ۳ دقیقه ورتکس، در دمای اتاق قرار گرفت و سپس با ۳۰۰ میکرولیتر محلول بی‌کربنات سدیم ۲۰ درصد (وزنی/حجمی) مخلوط و در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه انکوبه و میزان جذب در طول موج ۷۶۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. محتوای ترکیب فنلی کل به صورت معادل اسید گالیک (GAE) بیان گردید [۱۳].

۲-۵- تعیین خاصیت ضد باکتریایی

فعالیت ضدباکتریایی پودر قارچ با استفاده از روش چاهک‌گذاری بررسی شد. ابتدا، عصاره‌گیری از قارچ *T. L. versicolor* با استفاده از روش استخراج آب داغ Hwang و همکاران (۲۰۱۹)، با اندکی تغییرات انجام شد. برای این منظور، ۱۰ گرم از پودر قارچ با ۴۰۰ میلی‌لیتر آب داغ مخلوط شده و به مدت ۲ ساعت همزده شد. سپس مخلوط حاصل سانتریفیوژ گردید (۵۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه) و فاز شفاف جمع‌آوری شد [۱۴]. عصاره به‌دست‌آمده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد تا زمان استفاده نگهداری شد. برای بررسی خاصیت ضدباکتریایی، از سویه‌های استاندارد *Staphylococcus aureus* و *Escherichia coli* میکروارگانیسم‌ها با کشت در محیط نوترینت برات به مدت ۱۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد فعال شدند. سپس سوسپانسیون سلولی در حدود 10^8 CFU/mL، معادل نیم مک‌فارلند (OD برابر با ۰/۱) با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۰۰ نانومتر تهیه شد و ۱۰۰ میکرولیتر آن بر روی سطح پلیت‌ها پخش گردید. پس از ایجاد چاهک در پلیت،

مثبت استفاده شد. محاسبات تعیین درصد بتادی-گلوکان توسط نرم افزار موجود در سامانه شرکت مگازیم به آدرس www.megazyme.com انجام شد.

۲-۸-آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده ها با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۱۹ انجام شد. جهت آنالیز داده ها از طرح کاملاً تصادفی (CRD³) و برای مقایسه میانگین داده ها از آزمون چند دامنه ای دانکن (Duncan's Multiple Range Test) استفاده گردید. تمامی آزمایش ها در دو تکرار انجام شدند و نتایج به صورت میانگین $\pm$ انحراف معیار گزارش شدند. سطح معناداری آماری برای تمامی آزمون ها برابر با $\alpha = 0.05$ در نظر گرفته شد.

۳-نتایج و بحث

۳-۱-آنالیز شیمیایی

نتایج آنالیز مهمترین ترکیبات تشکیل دهنده پودر قارچ خشک شده در جدول ۱ قابل مشاهده است. همان طور که مشاهده می شود بیشترین ترکیبات تشکیل دهنده قارچ *T. versicolor* L. را ترکیبات فیبری تشکیل می دهد. محتوای فیبر کل این قارچ نشان دهنده پتانسیل بالای این قارچ به عنوان منبع فیبر در رژیم های سالم است. فیبر علاوه بر تنظیم سیستم گوارشی، می تواند در کاهش کلسترول و مدیریت قند خون مؤثر باشد، که این موضوع اهمیت بالقوه قارچ را در صنایع غذایی و دارویی برجسته می کند [۱۸]. پس از فیبر،

در این روش ابتدا ۱۰ گرم پودر قارچ از مش ۴۰ عبور داده شد و به مدت ۲ ساعت در دمای ۹۰ درجه سانتی گراد در هیدروکسید سدیم ۲ مولار هم زده شد و سپس استخراج اسیدی با اسید استیک در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد به مدت ۵ ساعت انجام شد. پس از سانتریفیوژ در ۵۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه، مایع رویی با اتانول به نسبت ۱:۱ (حجمی/حجمی) رقیق شد. پس از ۲۴ ساعت رسوب حاصل با سانتریفیوژ جمع آوری گردید [۱۷].

۲-۷-تعیین محتوای گلوکان

جهت اندازه گیری محتوای گلوکان کل، آلفاگلوکان و بتاگلوکان موجود در عصاره ها، از کیت تجاری مگازیم (Megazyme, K-YBGL, Ireland) مخصوص اندازه گیری گلوکان مخمر و قارچ استفاده شد و آزمایش ها مطابق دستورالعمل شرکت سازنده کیت انجام گرفت. در این روش ابتدا هیدرولیز اولیه به منظور حذف اتصالات کووالانسی گلوکان ها با سایر پلی ساکاریدها مانند کیتین و پروتئین ها، با استفاده از اسیدکلریدریک ۱۰ نرمال، صورت گرفت. سپس با استفاده از آنزیم های هیدرولیزکننده مانند آگرو-۱، ۳-بتا-گلوکاناز و بتاگلوکوزیداز واحدهای دی-گلوکز حاصل شد که با قرائت جذب در طول موج ۵۱۰ نانومتر ابتدا کل گلوکان ها (بتادی-گلوکان و آلفادی-گلوکان) و در ادامه محتوای آلفا دی-گلوکان تعیین گردید. در نهایت با کم کردن مقادیر حاصله از همدیگر مقدار بتادی-گلوکان محاسبه شد. لازم به ذکر است بر اساس دستورالعمل کیت از دی-گلوکز خالص موجود در کیت به عنوان استاندارد^۲ و از بتادی-گلوکان مخمر *Saccharomyces cerevisiae* به عنوان کنترل

است؛ این درحالی است که میزان خاکستر در این مطالعه (۱/۴۳ درصد) پایین تر از مقادیر مطالعات آن‌ها (به ترتیب ۲/۴۲-۳/۴۸ و ۱۸/۹۴ درصد) بدست آمد. مقدار چربی این قارچ در این تحقیق ۱/۲۳ درصد برآورد شد [۲۰،۱۹]. این میزان از مقدار ۲ درصد چربی گزارش شده توسط Upadhyaya و همکاران (2018) کمتر بود اما با مقادیر ۱/۳۵ و ۱/۲۶ درصد که به ترتیب در مطالعات Kivrak و همکاران (2020) و Mustafa و همکاران (2023) گزارش شده بود مطابقت داشت [۲۱،۲۰،۱۹]. تفاوت در مقادیر ترکیبات تشکیل دهنده قارچ *T. versicolor* L. می‌تواند ناشی از تفاوت در زیرگونه، منشأ قارچ، شرایط محیطی رشد، یا روش‌های آماده‌سازی و آنالیز نمونه باشند [۲۳،۲۲].

کربوهیدرات‌های کل و به دنبال آن ترکیبات پروتئینی اصل ترین ترکیبات تشکیل دهنده *T. versicolor* L. می‌باشند.

مقایسه نتایج پژوهش حاضر با تحقیقات پیشین انجام شده بر روی گونه *T. versicolor* L. نشان‌دهنده تفاوت‌های معنی‌دار در ترکیبات شیمیایی اندام بارده قارچ می‌باشد به طوری که مقادیر پروتئین گزارش شده در مطالعات Kivrak و همکاران (2020) و Upadhyaya و همکاران (2018) بیشتر از میزان محاسبه شده در مطالعه حاضر است [۲۰،۱۹]. Mustafa و همکاران (2023) و Upadhyaya و همکاران (2018) میزان فیبر کل در *T. versicolor* L. را به ترتیب ۹/۵۹-۱۴/۳۰ درصد و ۲۰ درصد گزارش نمودند که به طور قابل توجهی بیشتر از مقدار محاسبه شده در مطالعه حاضر

Table 1. Proximate Composition (%) of *T. versicolor* L..

Total protein	8.30
Total fiber	54.05
Crude fat	1.23
Total carbohydrate	30.09
ash	1.43
Moisture	4.90

قارچ بر پتانسیل استفاده از آن در صنایع تغذیه‌ای و دارویی تأکید می‌کند [۲۴]. در این مطالعه، میزان آهن و منیزیم بسیار بالاتر از مقادیر گزارش شده در مطالعه Bulam و همکاران (۲۰۲۲) برای *T. versicolor* L. (آهن ۳/۸۴ و منیزیم ۶/۷۷ میلی گرم بر کیلوگرم) و *L. sulphureus* (آهن ۰/۴۹ و منیزیم ۴/۵۹ میلی گرم بر کیلوگرم) بود [۲۵]. در مقایسه با مطالعه

۳-۲ عناصر معدنی

آنالیز عناصر معدنی قارچ نشان داد که این قارچ حاوی مقادیر قابل توجهی از عناصر ضروری مانند آهن، منیزیم و روی است که به ترتیب ۵۹/۹۰، ۳۰۰ و ۲۵/۹۰ میلی گرم بر کیلوگرم می‌باشد. این عناصر نقش حیاتی در عملکردهای متابولیکی و حفظ سلامت بدن دارند و وجود آن‌ها در ترکیب

باشد [۳۱,۳۰,۲۵,۱۴]. این محققان میزان فنل کل *T. versicolor* L. را در محدوده ۷۷-۸ میلی گرم در ۱۰۰ گرم گزارش نمودند. ترکیبات فنلی به دلیل توانایی در مهار رادیکال‌های آزاد، غیرفعال کردن فلزات، جلوگیری از واکنش‌های منفی اکسیژن‌های واکنش‌پذیر ناخواسته، تجزیه پراکسیدها و کاهش استرس اکسیداتیو شناخته شده‌اند [۳۲]. مطالعات نشان داده‌اند که *T. versicolor* L. غنی از انواع مختلف ترکیبات فنلی مانند اسید گالیک، اسید کافئیک، اسید کلروژنیک، اسید فرولیک، و فلاونوئیدهایی نظیر کوئرستین و کاتچین است [۳۳]. این ترکیبات نقش مهمی در خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی، و محافظت از سلول‌ها در برابر آسیب‌های اکسیداتیو ایفا می‌کنند. حضور این ترکیبات در مقادیر بالا می‌تواند نشان‌دهنده پتانسیل بالای این قارچ به‌عنوان یک منبع طبیعی ترکیبات زیست‌فعال باشد که برای تولید محصولات غذایی و دارویی قابل استفاده است [۳۴].

۳-۴- خاصیت ضدباکتریایی

همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، عصاره قارچ *T. versicolor* L. تأثیری بر رشد *Escherichia coli* (با غلظت حدود 10^7 CFU/mL) نداشته، اما باعث ممانعت از رشد *Staphylococcus aureus* در غلظت مشابه شده است. قطر هاله عدم رشد برای *Staphylococcus aureus* برابر ۱۵ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. این یافته با نتایج مطالعه Mustafin و همکاران (۲۰۲۲) مطابقت دارد، به گونه‌ای که در هر دو تحقیق، عصاره مذکور توان مهار رشد *E. coli* را نداشته، اما علیه *S. aureus* اثر بازدارندگی نشان داده است [۱۵]. در مطالعه Mustafin و همکاران (۲۰۲۲) بر روی عصاره متانولی *T. versicolor* L. برای دو سویه مختلف INA

Akgul و همکاران (۲۰۱۷)، میزان آهن و روی مطالعه حاضر به ترتیب کمتر و بیشتر از مقادیر گزارش شده در پژوهش آن‌ها (۱۵۴ و ۱۵/۶۸ میلی گرم بر کیلوگرم) بدست آمد؛ همچنین، میزان منیزیم در این مطالعه بالاتر از مقدار گزارش شده توسط Akgul و همکاران (۲۰۱۷) بر روی قارچ *T. versicolor* L. (۱۳۳ میلی گرم بر کیلوگرم) می‌باشد [۲۶]. در منابع، کمترین و بیشترین مقادیر آهن، منیزیم و روی در قارچ‌های خوراکی به ترتیب ۸۳۵-۱۴/۶، ۲۵۰۰-۶۰۰ و ۱۵۸-۲۹/۸ میلی گرم بر کیلوگرم گزارش گردیده است [۲۷]. این اختلافات ممکن است به عوامل متعددی نظیر محل رشد قارچ، شرایط محیطی یا تفاوت در روش‌های اندازه‌گیری بازگردد. از آنجا که قارچ‌ها در طبیعت نقش مهمی در تجزیه مواد آلی ایفا می‌کنند، محتوای بستر مورد استفاده توسط قارچ‌ها نیز عامل مهمی در این زمینه در نظر گرفته می‌شود [۲۸]. آهن نقش حیاتی در انتقال اکسیژن در بدن ایفا کرده و کمبود آن می‌تواند منجر به کم‌خونی شود. روی برای عملکرد سیستم ایمنی، رشد سلولی، و بهبود زخم‌ها ضروری است. کلسیم نیز یکی از مهم‌ترین عناصر برای حفظ سلامت استخوان‌ها و دندان‌ها بوده و در انقباض عضلات و عملکرد سیستم عصبی نقش دارد. وجود این عناصر معدنی در قارچ *T. versicolor* L. ارزش غذایی آن را برای استفاده در رژیم‌های غذایی و مکمل‌ها افزایش می‌دهد [۲۹].

۳-۳- محتوای فنل کل

در مطالعه حاضر، محتوای فنل کل نمونه قارچ *T. versicolor* L. ۲۳۰ میلی گرم در ۱۰۰ گرم بود که بسیار بیشتر از محتوای فنل کل گزارش شده برای قارچ مذکور در مطالعه Mostafa و همکاران (۲۰۲۳)، Bulam و همکاران (۲۰۲۲)، Bains و همکاران (۲۰۲۰) و Puia و همکاران (۲۰۱۸) می‌-

مولکول‌های لیپوپلی‌ساکاریدی موجود در سطح این غشاء و خاصیت آب‌دوستی آن، مقاومت این سلول‌ها را در برابر ترکیبات با خواص ضد میکروبی افزایش می‌دهد. درحالی‌که در باکتری‌های گرم مثبت، ترکیبات ضد میکروبی به راحتی دیواره سلولی و غشاء سیتوپلاسمی را تحت تأثیر قرار می‌دهند [۴۲]. ترکیبات فنولی از طریق چند مکانیسم مختلف خاصیت ضد میکروبی ایجاد می‌کنند. ترکیبات فنولی قادرند با پروتئین‌های دیواره سلولی میکروارگانیسم‌ها واکنش داده و در ساختار و عملکرد دیواره سلولی تغییر ایجاد نمایند و یا باعث دناتوراسیون برخی آنزیم‌های میکروبی شوند. علاوه بر آن این ترکیبات با برخی مواد مغذی محیط مانند کربوهیدرات‌ها، پروتئین‌ها، ویتامین‌ها و مواد معدنی تشکیل کمپلکس داده و آن‌ها را از دسترس میکروارگانیسم‌ها خارج می‌کنند [۴۳، ۴۴].

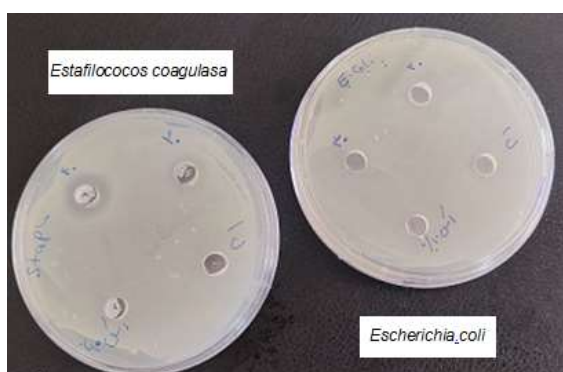


Figure 1 - Diameter of the inhibition zone of the ethanolic extract of *T. versicolor* L. against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*.

۳-۵- استخراج گلوکان

استخراج گلوکان شامل دو مرحله ضروری است: جداسازی دیواره سلولی از سیتوپلاسم و استخراج گلوکان از دیواره سلولی نامحلول. تعیین کمی گلوکان‌ها و تجزیه و تحلیل کارایی سه روش استخراج قارچ *T. versicolor* L. بر محتوای گلوکان‌ها انجام پذیرفت. مطابق با نتایج ارائه شده

00761 و FDA209P از *S. aureus* به ترتیب قطر هاله‌های ۱۲ تا ۱۵ میلی‌متر پس از ۲۱ روز کشت، ثبت شد [۱۵]؛ این درحالی است که در مطالعه Inci و همکاران (۲۰۲۲)، عصاره متانولی *T. versicolor* L. هاله بازدارندگی ۱۵/۶۶ میلی‌متر و عصاره اتانولی آن هاله‌ای معادل ۱۰/۲۳ میلی‌متر را در برابر ۱۰^۶ کلنی در هر میلی‌لیتر از *S. aureus* نشان داد [۳۵]. همچنین، علیه ۱۰^۶ کلنی در هر میلی‌لیتر از *E. coli*، عصاره متانولی هاله‌ای با قطر ۱۵/۶۶ میلی‌متر و عصاره اتانولی هاله‌ای با قطر ۱۲/۳۳ میلی‌متر ایجاد کرد. غلظت عصاره متانولی و اتانولی بکار رفته در تحقیق مذکور، به ترتیب ۶۲/۵ و ۱۲۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر بود. تفاوت در قطر هاله‌های بازدارندگی ممکن است ناشی از تفاوت در روش‌های استخراج، غلظت عصاره‌ها، یا شرایط محیطی مورد استفاده باشد [۳۶]. خواص ضد میکروبی قارچ‌های دارویی توسط پژوهشگران متعددی مورد مطالعه قرار گرفته است. برخی از عصاره‌های قارچ اثرات ضد میکروبی قابل توجهی در برابر باکتری‌های گرم مثبت در مقایسه با باکتری‌های گرم منفی نشان داده‌اند که با نتایج به‌دست‌آمده در مطالعه حاضر مطابقت دارد [۳۹، ۳۸، ۳۷، ۳۶، ۳۵].

نوع و میزان ترکیبات فنولی در قدرت ضد میکروبی عصاره قارچ تأثیرگذار است. هرچه میزان ترکیبات فنولی بالاتر باشد، خواص ضد میکروبی بیشتری مشاهده می‌شود [۴۰]. علاوه بر آن، نوع میکروارگانیسم نیز در قدرت ضد میکروبی ترکیبات فنولی حائز اهمیت است. به طوری‌که باکتری‌های گرم مثبت نسبت به باکتری‌های گرم منفی در برابر ترکیبات فنولی حساس‌تر می‌باشند که این موضوع به تفاوت ساختار دیواره سلولی در باکتری‌های گرم مثبت و منفی مربوط می‌شود [۴۱]. باکتری‌های گرم منفی علاوه بر لایه پپتیدوگلیکان، دارای یک غشاء خارجی در دیواره سلولی خود می‌باشند؛

اسید-قلیا بالاترین میزان گلوکان کل بدست آمد. این درحالی است که راندمان استخراج گلوکان کل در روش اسیدی معادل ۳۲/۷۲ درصد بود.

در جدول شماره ۲ روش استخراج بر روی میزان استخراج گلوکان تاثیرگذار بود. بیشترین محتوای گلوکان کل (۶۶/۳۵ درصد) در روش آب داغ به دست آمد؛ و پس از آن در روش

Table 2. Average glucan yield based on extraction method of *T. versicolor* L.

Extraction method	Total glucans g/100g dm	α -glucans g/100g dm	β -glucan (g/100g)
Hot water	66.35±0.015 ^a	10.04±0.045 ^a	56.27±0.03 ^b
Acid-based	32.72±0.025 ^c	8.5±0.075 ^c	26.85±0.05 ^c
Acid-Alkali	66.07±0.015 ^b	5.87±0.032 ^b	57.53±0.03 ^a

و روش‌های استخراج استفاده شده باشد. از سوی دیگر، مقادیر آلفاگلوکان در مطالعه حاضر (۵/۸۷-۱۰/۰۴) گرم در ۱۰۰ گرم) در محدوده مقادیر گزارش شده توسط Mirończuk-Chodakowska و همکاران (۲۰۲۰) قرار داشت که بیانگر تطابق داده‌ها در این زمینه است [۴۶].

Kozarski و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از روش آب داغ به استخراج گلوکان از قارچ‌های *Ganoderma applanatum*, *Trametes* و *Lentinus edodes*, *Ganoderma lucidum* و *versicolor* پرداختند. نتایج نشان داد محتوای گلوکان کل در قارچ *T. versicolor* L. ۳۶/۳ گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک بود. همچنین در مطالعه مذکور، مقادیر آلفا و بتاگلوکان برای *T. versicolor* L. به ترتیب ۲/۹ و ۳۳/۴ گرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک گزارش شد، که کمتر از مقدار بدست آمده در روش استخراج گلوکان با آب داغ در مطالعه حاضر است [۴۷]. از سویی دیگر Rajabzadeh Shandiz و همکاران (۲۰۲۰) روش‌های استخراج اسیدی، آب داغ و اسید-قلیایی را برای استخراج بتاگلوکان از *Agaricus bisporus* مقایسه کردند. آن‌ها دریافتند بازده استخراج گلوکان کل در روش مبتنی بر اسید بیشتر از آب داغ و اسید-قلیا می‌باشد [۴۸]. این نتیجه با یافته‌های پژوهش حاضر در تضاد است. تفاوت-های ذاتی بین ساختار دیواره سلولی گونه‌های قارچی، علاوه

بر نتایج Angelova و همکاران (۲۰۲۲) در بررسی قارچ *T. versicolor* L. نشان داد محتوای گلوکان کل، آلفا و بتا گلوکان استخراج شده با روش الکلی به ترتیب ۳۰/۳۹، ۶/۷۹ و ۲۲/۳۴ گرم در ۱۰۰ گرم بود که کمتر بودن میزان ترکیبات فوق، در مقایسه با نتایج تحقیق حاضر را می‌توان به تفاوت در نوع حلال استفاده شده جهت استخراج، نسبت داد [۴۵]. در مطالعه Mirończuk-Chodakowska و همکاران (۲۰۲۰) که بر روی ۱۸ گونه قارچ وحشی و سه گونه قارچ تجاری انجام شد، میزان بتاگلوکان در قارچ‌های وحشی از ۱۰/۵۰ گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک در *Macrolepiota procera* تا ۳۴/۹۷ گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک در *Tricholoma portentosum* متغیر بود. همچنین، محتوای آلفاگلوکان در گونه‌های مختلف کمتر از ۱۰ گرم در ۱۰۰ گرم ماده خشک گزارش شد. محتوای گلوکان کل نیز در این قارچ‌ها بین ۱۱/۴ گرم در ۱۰۰ گرم *Macrolepiota procera* تا ۴۵/۹ گرم در ۱۰۰ گرم *Pleurotus ostreatus* متغیر بود [۴۶]. در مقایسه، نتایج مطالعه حاضر روی قارچ *T. versicolor* L. نشان داد که میزان بتاگلوکان (۲۶/۸۵-۵۷/۵۳) گرم در ۱۰۰ گرم) به‌طور قابل توجهی بیشتر از مقادیر گزارش شده در مقاله فوق است. این تفاوت می‌تواند ناشی از گونه متفاوت قارچ

که می‌تواند در صنایع غذایی و دارویی مورد استفاده قرار گیرد. وجود مقادیر قابل توجه عناصر معدنی مانند آهن، روی و منیزیم نیز بر نقش تغذیه‌ای این قارچ تأکید می‌کند. از سویی دیگر روش‌های مختلف استخراج گلوکان از قارچ *T. versicolor* L. تأثیر معنی‌داری بر بازده و کیفیت گلوکان استخراج‌شده داشتند، به‌طوری که روش اسید-قلیایی بالاترین راندمان بتاگلوکان و روش آب داغ بیشترین محتوای گلوکان را ارائه داد. علاوه بر این، فعالیت ضدباکتریایی قارچ در برابر *S. aureus* و محتوای بالای آنتی‌اکسیدان‌ها پتانسیل کاربردی آن را در تولید محصولات تقویت‌کننده سیستم ایمنی و کاهش‌دهنده استرس اکسیداتیو برجسته کرد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، پیشنهاد می‌شود تحقیقات بیشتری با هدف بررسی سازوکارهای زیستی مرتبط با خواص درمانی و بهینه‌سازی روش‌های استخراج انجام شود. همچنین، امکان‌سنجی استفاده از این قارچ در تولید محصولات کاربردی مانند مکمل‌های تغذیه‌ای، مواد غذایی غنی‌شده و داروهای گیاهی می‌تواند زمینه‌ساز توسعه تجاری آن باشد.

۵- منابع

- [1] Sheikh Kalukhi, M., Ramezan, D., Rahimian Boogar, A., Pirnia, M., & Aran, M. (2023). Analysis of genetic diversity of *Trametes versicolor* isolates collected from Northern provinces of Iran using ISSR marker. *Mycologia Iranica*, 10(2), 45-52.
- [2] Oyetayo, VO. 2023. 'Mineral element enrichment of mushrooms for the production of more effective functional foods', *Asian J Biol Sci*, 16: 18-29.
- [3] Al Qutaibi, Mohammed, and Suresh R Kagne. 2024. 'Exploring the Phytochemical Compositions, Antioxidant Activity, and Nutritional Potentials of Edible and Medicinal Mushrooms', *International Journal of Microbiology*, 2024: 6660423.

بر این تفاوت در شرایط آزمایش مانند غلظت اسید، دما، زمان استخراج یا تجهیزات مورد استفاده می‌تواند از دیگر عوامل مؤثر در تضاد نتایج باشد. در مطالعه‌ای که تأثیر دو اسید معدنی، H_2SO_4 و HCl ، بر میزان استخراج بتاگلوکان از قارچ *T. versicolor* L. بررسی شد، مقادیر به ترتیب $47/1$ و $53/3$ گرم در 100 گرم قارچ گزارش شد. این مقادیر به طور قابل‌توجهی بالاتر از میزان بتاگلوکان استخراج‌شده با اسید سیتریک در تحقیق حاضر می‌باشد. در مقابل، استفاده از قلیا همراه با اسید سیتریک در پژوهش مورد بررسی باعث افزایش بازده استخراج بتاگلوکان از $26/85$ به $57/35$ گرم در 100 گرم قارچ شده است. این نتایج نشان‌دهنده تأثیر ترکیب قلیا و اسید سیتریک در بهبود استخراج بتاگلوکان نسبت به استفاده از اسید سیتریک به‌تنهایی بوده و با یافته‌های مطالعه حاضر در خصوص نقش ترکیبات مختلف در افزایش بازده استخراج، هم‌خوانی دارد [۴۹].

۴- نتیجه‌گیری

- نتایج تحقیق حاضر نشان داد که قارچ *T. versicolor* L. دارای خواص زیستی و ترکیبات شیمیایی ارزشمندی است
- [4] Flores, G. A., Cusumano, G., Venanzoni, R., & Angelini, P. (2024). The Glucans Mushrooms: Molecules of Significant Biological and Medicinal Value. *Polysaccharides*, 5(3), 212-224.
 - [5] Bai, Ming, Zhenfeng Huang, Xiaoya Zheng, Mingyong Hou, and Song Zhang. 2024. 'Polysaccharides from *Trametes versicolor* as a Potential Prebiotic to Improve the Gut Microbiota in High-Fat Diet Mice', *Microorganisms*, 12: 1654.
 - [6] Morales, Diego, Renata Rutckeviski, Marisol Villalva, Hellen Abreu, Cristina Soler-Rivas, Susana Santoyo, Marcello Iacomini, and Fhernanda Ribeiro Smiderle. 2020. 'Isolation and comparison of α -and β -D-glucans from shiitake mushrooms (*Lentinula edodes*) with different

- biological activities', *Carbohydrate Polymers*, 229: 115521.
- [7] Murphy, Emma J, Emanuele Rezoagli, Ian Major, Neil J Rowan, and John G Laffey. 2020. ' β -glucan metabolic and immunomodulatory properties and potential for clinical application', *Journal of Fungi*, 6: 356.
- [8] Bak, Won Chull, Ji Heon Park, Young Ae Park, and Kang Hyeon Ka. 2014. 'Determination of glucan contents in the fruiting bodies and mycelia of *Lentinula edodes* cultivars', *Mycobiology*, 42: 301-04.
- [9] Yang, Wenjian, and Gangliang Huang. 2021. 'Extraction methods and activities of natural glucans', *Trends in Food Science & Technology*, 112: 50-57.
- [10] Baur, F. J., & Ensminger, L. G. (1977). The association of official analytical chemists (AOAC). *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 54(4), 171-172.
- [11] Ramezan, Dariush, Behjat Alizade Jahan Abadi, Alireza Samzade Kermani, Mahdi Pirnia, and Yusuf Farrokhzad. 2021. 'Cultivation of Turkey tail mushroom (*Trametes versicolor*) on Lignocellulosic wastes and evaluation of substrate bioconversion', *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*, 91: 777-87.
- [12] Hwang, Ah Young, Si Chang Yang, Jaecheol Kim, Taehwan Lim, Hyunnho Cho, and Keum Taek Hwang. 2019. 'Effects of non-traditional extraction methods on extracting bioactive compounds from chaga mushroom (*Inonotus obliquus*) compared with hot water extraction', *Lwt*, 110: 80-84.
- [13] Hwang, A. Y., Yang, S. C., Kim, J., Lim, T., Cho, H., & Hwang, K. T. (2019). Effects of non-traditional extraction methods on extracting bioactive compounds from chaga mushroom (*Inonotus obliquus*) compared with hot water extraction. *Lwt*, 110, 80-84.
- [14] Mustafin, Kairat, Nina Bisko, Raushan Blieva, Galeb Al-Maali, Tatyana Krupodorova, Zhanar Narmuratova, Zhazira Saduyeva, and Aigerim Zhakipbekova. 2022. 'Antioxidant and antimicrobial potential of *Ganoderma lucidum* and *Trametes versicolor*', *Turkish Journal of Biochemistry*, 47: 483-89.
- [15] Jantaramanant, Piyathida, Decha Sermwittayawong, Kusumarn Noipha, Nongporn Hutadilok-Towatana, and Rapepun Wititsuwannakul. 2014. '[Beta]-glucan-containing polysaccharide extract from the grey oyster mushroom [*Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Sing.] stimulates glucose uptake by the L6 myotubes', *International Food Research Journal*, 21: 779.
- [16] Bae, In Young, Kyoung Jin Kim, Suyong Lee, and Hyeon Gyu Lee. 2012. 'Response surface optimization of β -glucan extraction from cauliflower mushrooms (*Sparassis crispa*)', *Food science and biotechnology*, 21: 1031-35.
- [17] Thammakiti, S., Suphantharika, M., Phaesuswan, T., & Verduyn, C. (2004). Preparation of spent brewer's yeast β -glucans for potential applications in the food industry. *International journal of food science & technology*, 39(1), 21-29.
- [18] Yu, Changxia, Qin Dong, Mingjie Chen, Ruihua Zhao, Lei Zha, Yan Zhao, Mengke Zhang, Baosheng Zhang, and Aimin Ma. 2023. 'The effect of mushroom dietary fiber on the gut microbiota and related health benefits: a review', *Journal of Fungi*, 9: 1028.
- [19] Kivrak, Ibrahim, Seyda Kivrak, and Erşan Karababa. 2020. 'Assessment of bioactive compounds and antioxidant activity of Turkey tail medicinal mushroom *Trametes versicolor* (*Agaricomycetes*)', *International journal of medicinal mushrooms*, 22.
- [20] Upadhyaya, Jitendra, JK Raut, and N Koirala. 2017. 'Analysis of nutritional and nutraceutical properties of wild-grown mushrooms of Nepal', *EC Microbiol*, 12: 136-45.
- [21] Mostafa, Yasser S, Ivan Širić, Saad AM Alamri, Sulaiman A Alrumman, Pankaj Kumar, Sami Abou Fayssal, Slaven Zjalić, Rattan Singh, and Ebrahim M Eid. 2023. 'Assessment of metal elements and biochemical constituents of wild Turkey tail (*Trametes versicolor*) mushrooms

collected from the shivalik foothills of the Himalayas, India', *Forests*, 14: 2247.

[22] Patel, S., & Goyal, A. (2012). Recent developments in mushrooms as anti-cancer therapeutics: a review. *3 Biotech*, 2, 1-15.

[23] Jayachandran, M., Xiao, J., & Xu, B. (2017). A critical review on health promoting benefits of edible mushrooms through gut microbiota. *International journal of molecular sciences*, 18(9), 1934.

[24] López, Alejandro R, Marta Barea-Sepúlveda, Gerardo F Barbero, Marta Ferreiro-González, José Gerardo López-Castillo, Miguel Palma, and Estrella Espada-Bellido. 2022. 'Essential Mineral Content (Fe, Mg, P, Mn, K, Ca, and Na) in Five Wild Edible Species of Lactarius Mushrooms from Southern Spain and Northern Morocco: Reference to Daily Intake', *Journal of Fungi*, 8: 1292.

[25] Bulam, Sanem, Mertcan Karadeniz, Temel Kan Bakir, and Sabri Ünal. 2022. 'Assessment of total phenolic, total flavonoid, metal contents and antioxidant activities of *Trametes versicolor* and *Laetiporus sulphureus*', *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 21: 39-47.

[26] Akgul, Hasan, Mustafa Sevindik, Cagri Coban, H Alli, and Z Selamoglu. 2017. 'New approaches in traditional and complementary alternative medicine practices: *Auricularia auricula* and *Trametes versicolor*', *J Tradit Med Clin Natur*, 6: 239.

[27] Sevindik, Mustafa, Hasan Akgül, and Celal Bal. 2017. 'Determination of oxidative stress status of *Ompholatus olearius* gathered from Adana and Antalya provinces in Turkey', *Sakarya University Journal of Science*, 21: 324-27.

[28] Moitinho, Marta A, Josiane B Chiaramonte, Laura Bononi, Thiago Gumiere, Itamar S Melo, and Rodrigo G Taketani. 2022. 'Fungal succession on the decomposition of three plant species from a Brazilian mangrove', *Scientific reports*, 12: 14547.

[29] Jomova, K., Makova, M., Alomar, S. Y., Alwasel, S. H., Nepovimova, E., Kuca, K.,

Rhodes, C. J., & Valko, M. (2022). Essential metals in health and disease. *Chemico-biological interactions*, 367, 110173.

[30] Bains, Aarti, and Prince Chawla. 2020. 'In vitro bioactivity, antimicrobial and anti-inflammatory efficacy of modified solvent evaporation assisted *Trametes versicolor* extract', *3 Biotech*, 10: 404.

[31] PUIA, Ion Cosmin, PUIA Aida, Veronica S CHEDEA, Nicolae LEOPOLD, Ioana C BOCSAN, and Anca D BUZOIANU. 2018. 'Characterization of *Trametes versicolor*: Medicinal mushroom with important health benefits', *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 46: 343-49.

[32] Rahman, Md Mominur, Md Saidur Rahaman, Md Rezaul Islam, Firoza Rahman, Faria Mannan Mithi, Taha Alqahtani, Mohannad A Almikhlafi, Samia Qasem Alghamdi, Abdullah S Alruwaili, and Md Sohel Hossain. 2021. 'Role of phenolic compounds in human disease: current knowledge and future prospects', *Molecules*, 27: 233.

[33] Janjušević, L., Karaman, M., Šibul, F., Tommonaro, G., Iodice, C., Jakovljević, D., & Pejin, B. (2017). The lignicolous fungus *Trametes versicolor* (L.) Lloyd (1920): a promising natural source of antiradical and AChE inhibitory agents. *Journal of enzyme inhibition and medicinal chemistry*, 32(1), 355-362.

[34] İnci, Şule, Mehmet Akyüz, and Sevda Kırbağ. 2022. 'Antioxidant and Antimicrobial Effects of *Trametes versicolor* (L.) Lloyd Extracts in Different Solvents', *Turkish Journal of Science and Technology*, 17: 261-65.

[35] Karaman, Maja, E Jovin, R Malbaša, M Matavuly, and M Popović. 2010. 'Medicinal and edible lignicolous fungi as natural sources of antioxidative and antibacterial agents', *Phytotherapy research*, 24: 1473-81

[36] Venturini, ME, CS Rivera, C Gonzalez, and D Blanco. 2008. 'Antimicrobial activity of extracts of edible wild and cultivated mushrooms against foodborne bacterial strains', *Journal of food protection*, 71: 1701-06.

- [37] Alves, Maria José, Isabel CFR Ferreira, Joana Dias, Vânia Teixeira, Anabela Martins, and Manuela Pintado. 2012. 'A review on antimicrobial activity of mushroom (Basidiomycetes) extracts and isolated compounds', *Planta medica*, 78: 1707-18.
- [38] Canlı, Kerem, Atakan Benek, Merve Şenturan, İlğaz Akata, and Ergin Murat Altuner. 2019. 'In vitro Antimicrobial Activity of *Morchella esculenta* and *Trametes versicolor*', *Mantar Dergisi*, 10: 28-33.
- [39] Yamaç, Mustafa, and Fatma Bilgili. 2006. 'Antimicrobial activities of fruit bodies and/or mycelial cultures of some mushroom isolates', *Pharmaceutical biology*, 44: 660-67.
- [40] Perumalla, A., Hettiarachchy, N.S. (2011). Green tea and grape seed extracts -Potential applications in food safety and quality. *Food Research International*, 44: 827- 839.
- [41] Hayrapetyan, H., Hazeleger, W.C., Beumer, R.R. (2012). Inhibition of *Listeria monocytogenes* by pomegranate (*Punica granatum*) peel extract in meat paté at different temperatures. *Food Control*, 23: 66-72.
- [42] Duffy, C.F., Power, R.F. (2001). Antioxidant and antimicrobial properties of some Chinese plant extracts. *Journal of International Antimic*, 17: 527- 529.
- [43] Hugo, W.B., Bloom, S.F. (1971). Studies on the mode of action of the phenolic antibacterial agent fentichlor against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. 3. The effect of fentichlor on the metabolic activities of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Journal of Applied Bacteriology*, 34: 579- 591.
- [44] Furneri, P., Marino, M., Saija, A., Uccella, A., Bisignano, N. (2002). In vitro antimycoplasmal activity of oleuropein. *Antimicrobial Agents*, 20: 293-296.
- [45] Angelova, Galena, Mariya Brazkova, Dasha Mihaylova, Anton Slavov, Nadejda Petkova, Denica Blazheva, Ivelina Deseva, Irina Gotova, Zhechko Dimitrov, and Albert Krastanov. 2022. 'Bioactivity of biomass and crude exopolysaccharides obtained by controlled submerged cultivation of medicinal mushroom *Trametes versicolor*', *Journal of Fungi*, 8: 738.
- [46] Mirończuk-Chodakowska, I., & Witkowska, A. M. (2020). Evaluation of Polish wild mushrooms as beta-glucan sources. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(19), 7299.
- [47] Kozarski, M., Klaus, A., Nikšić, M., Vrvić, M. M., Todorović, N., Jakovljević, D., & Van Griensven, L. J. (2012). Antioxidative activities and chemical characterization of polysaccharide extracts from the widely used mushrooms *Ganoderma applanatum*, *Ganoderma lucidum*, *Lentinus edodes* and *Trametes versicolor*. *Journal of food composition and analysis*, 26(1-2), 144-153.
- [48] Rajabzadeh Shandiz, Safieh, Seyed Mahdi Ziaratnia, Abolfazl Pahlevanloo, and Mahboobe Sarabi Jamab. 2020. 'Extraction efficiency of β -D-glucan from waste part of bottom mushroom (*agaricus bisporus*) and its ability to adsorb aflatoxin B1', *Research and Innovation in Food Science and Technology*, 8: 314-25.
- [49] Miletić, Dunja, Jadwiga Turło, Piotr Podsadni, Aleksandra Sknepnek, Agnieszka Szczepańska, Marzenna Klimaszewska, Eliza Malinowska, Steva Lević, Viktor Nedović, and Miomir Nikšić. 2021. 'Production of bioactive selenium enriched crude exopolysaccharides via selenourea and sodium selenite bioconversion using *Trametes versicolor*', *Food Bioscience*, 42: 101046.



Scientific Research

Investigation of the Biological and Chemical Properties of *Trametes versicolor* L. and Evaluation of Different Methods for Glucans Extraction

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article History: Received: 2025/03/18 Accepted: 2025/07/13 Keywords: <i>Trametes versicolor</i> L., glucan, extraction, minerals. DOI: 10.48311/fsct.2026.83994.0 *Corresponding Author E-	<i>Trametes versicolor</i> L. possesses high potential for applications in pharmaceutical and food industries due to its biological and chemical properties. This study aimed to analyze the chemical composition, evaluate antibacterial activity, and compare three different glucan extraction methods (hot water extraction, acidic extraction, and acid-alkaline extraction) from <i>T. versicolor</i> L. According to chemical analysis, the protein, fiber, ash, and carbohydrate contents of the mushroom were determined to be 8.3%, 54.05%, 1.43%, and 30.09%, respectively. Additionally, the mineral content including iron, zinc, and magnesium was measured at 59.9, 25.9, and 300 mg/kg, respectively, while the total phenolic content was calculated to be 230 mg per 100 g. The diameter of the inhibition zone of the mushroom extract against <i>Staphylococcus aureus</i> was measured at 40 mm; however, no antimicrobial activity was observed against <i>Escherichia coli</i>. The extraction results showed that the highest total glucan and alpha-glucan content were obtained by the hot water extraction method with values of 66.35% and 10%, respectively, while the acid-alkaline method possessed the highest beta-glucan content (57.53%). This study demonstrates the high potential of <i>T. versicolor</i> L. as a rich source of bioactive compounds and minerals for application in the food and pharmaceutical industries.