



زیست پالایش پسماندهای صنایع چوب و کاغذ با رویکرد استخراج ترکیبات زیست فعال از راش و توسکا

سحر افشار^{۱*} حسین جلالی ترشیزی، مهدی مریدی فریمانی^۳، *

دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی شیمی^۱ (پالایش زیستی) دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران،

دانشیار دانشکده فناوری-های نوین، دانشگاه شهید بهشتی، زیرآب، ایران^۲

معاون پژوهشی پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران،

sa.afshar@mail.sbu.ac.ir

چکیده

پسماندهای لیگنوسلولزی حاصل از صنایع چوب و کاغذ معمولاً به عنوان مواد کم ارزش مدیریت می شوند، در حالی که این پسماندها به ویژه پوست درختان، حاوی ترکیبات زیست فعال با ارزش کاربردی بالا هستند. هدف از این پژوهش بررسی امکان سنجی استخراج ترکیبات زیست فعال و ارزیابی فعالیت آنتی اکسیدانی پسماندهای چوب و پوست گونه های راش و توسکا در چارچوب DPPH رویکرد زیست پالایش است. استخراج با استفاده از حلال اتانول انجام شد و فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره ها با آزمون ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که پوست نسبت به چوب فعالیت آنتی اکسیدانی بالاتری دارد. این نتایج بیانگر ظرفیت بالای پسماندهای صنایع چوب برای ارزش افزایی زیستی است.

کلمات کلیدی: زیست پالایش، پسماندهای لیگنوسلولزی، صنایع چوب و کاغذ، ترکیبات زیست فعال، اقتصاد چرخشی

۱. مقدمه

صنایع چوب و کاغذ از جمله صنایع مبتنی بر زیست توده هستند که به دلیل مصرف گسترده مواد اولیه لیگنوسلولزی، حجم قابل توجهی از پسماندهای آلی مانند خاکاره، تراشه چوب و به ویژه پوست درختان تولید می کنند. مدیریت سنتی این پسماندها (دفن یا سوزاندن) علاوه بر اتلاف منابع، می تواند منجر به پیامدهای زیست محیطی و آلودگی های ثانویه شود. از سوی دیگر،



بسیاری از این پسماندها حاوی ترکیبات ارزشمند بوده و می‌توانند به‌عنوان خوراک مناسب برای فرآورده‌های ارزش‌افزایی زیستی در نظر گرفته شوند. [۱]

زیست‌پالایش به‌عنوان یک رویکرد نوین، بر بهره‌برداری مرحله‌ای از زیست‌توده و استخراج ترکیبات با ارزش پیش از مصرف انرژی‌محور آن تأکید دارد. در این چارچوب، پوست درختان به‌دلیل نقش حفاظتی و مواجهه مستقیم با تنش‌های محیطی، محل تجمع متابولیت‌های ثانویه‌ای نظیر پلی‌فنول‌ها، فلاونوئیدها و تانن‌هاست که می‌توانند فعالیت آنتی‌اکسیدانی قابل‌توجهی داشته باشند [۲]. شواهد پژوهشی نشان می‌دهد که مقایسه پوست و چوب در گونه‌های مختلف می‌تواند اختلاف معناداری را از نظر محتوای فنولیک و قدرت آنتی‌اکسیدانی نشان دهد و این موضوع، اهمیت انتخاب «بخش مناسب از درخت» را در طراحی مسیر زیست‌پالایش برجسته می‌کند. [۱،۵]

در ایران، گونه‌های راش و توسکا در صنایع چوب کاربرد قابل توجهی دارند و در نتیجه پسماندهای آن‌ها نیز به مقدار زیاد تولید می‌شود. با توجه به نیاز روزافزون به توسعه فناوری‌های سبز و کاهش پسماند، بررسی پتانسیل استخراج ترکیبات زیست‌فعال از پسماندهای این گونه‌ها می‌تواند هم از منظر زیست‌محیطی و هم از نظر اقتصادی ارزشمند باشد. بنابراین، هدف این پژوهش، ارزیابی امکان‌سنجی استخراج ترکیبات زیست‌فعال از چوب و پوست راش و توسکا و مقایسه فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها در چارچوب زیست‌پالایش است. [۳،۴]

۲. مواد و روش‌ها

نمونه‌های چوب و پوست گونه‌های راش و توسکا از یک واحد صنعتی فرآوری چوب تهیه شد. نمونه‌ها پس از جداسازی، در دمای محیط خشک و سپس آسیاب شدند تا پودر یکنواخت حاصل شود. استخراج ترکیبات زیست‌فعال با استفاده از حلال اتانول انجام گرفت و عصاره‌های به‌دست‌آمده پس از صاف‌سازی، برای انجام آزمون‌ها مورد استفاده قرار گرفتند.

برای ارزیابی ترکیبات زیست‌فعال، شاخص‌های محتوای ترکیبات فنولیک و نیز فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها اندازه‌گیری شد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی با آزمون مهار رادیکال آزاد DPPH تعیین گردید. این آزمون به‌طور گسترده برای سنجش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های گیاهی و مقایسه نمونه‌ها به‌کار می‌رود و امکان مقایسه نسبی پوست و چوب را فراهم می‌کند [۴]. همچنین با توجه به اینکه شرایط استخراج (حلال، زمان و آماده‌سازی نمونه) بر بازده استخراج ترکیبات فنولیک مؤثر است، در این پژوهش از رویکردهای گزارش‌شده در ادبیات و مطالعات مشابه برای انتخاب حلال و روند آماده‌سازی استفاده شد. [۲،۳]



۳. نتایج و بحث

نتایج نشان داد که عصاره‌های استخراج شده از پوست هر دو گونه، از نظر محتوای ترکیبات فنولیک و فعالیت آنتی اکسیدانی، نسبت به عصاره‌های چوب عملکرد بالاتری دارند. این اختلاف را می‌توان به نقش حفاظتی پوست و تجمع متابولیت‌های ثانویه در این بخش نسبت داد؛ به گونه‌ای که پوست درخت به دلیل قرارگیری در معرض عوامل محیطی، برای مقابله با تنش‌ها ترکیبات فنولی و تاننی بیشتری تولید و انباشته می‌کند [۱]. بنابراین، انتظار می‌رود که عصاره پوست توان بیشتری در مهار رادیکال‌های آزاد داشته باشد، موضوعی که با نتایج آزمون DPPH نیز هم‌خوان است. [۴]

در مقایسه بین گونه‌ها، پوست راش پتانسیل بالاتری را نشان داد. این نتیجه می‌تواند ناشی از تفاوت‌های گونه‌ای در ترکیب شیمیایی و مقدار پلی‌فنول‌ها در پوست باشد. مطالعاتی که به مقایسه پوست و چوب راش پرداخته‌اند نیز بر غنای بالاتر پوست از نظر ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی نسبت به چوب تأکید داشته‌اند [۱]. همچنین پژوهش‌های بین‌المللی در مورد گونه‌های مختلف راش گزارش کرده‌اند که عصاره پوست می‌تواند فعالیت آنتی اکسیدانی و حتی زیست‌فعالیت بالاتری نسبت به عصاره چوب داشته باشد که با روند مشاهده شده در این مطالعه هم‌راست است. [۵]

از منظر زیست‌پالایش، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که پیش‌استخراج ترکیبات زیست‌فعال از پسماندهای پوست، پیش از مسیرهای انرژی‌محور، می‌تواند ارزش اقتصادی زیست‌توده را افزایش دهد و هم‌زمان بار زیست‌محیطی مدیریت پسماند را کاهش دهد. علاوه بر این، انتخاب شرایط استخراج و بهینه‌سازی آن می‌تواند بازده استخراج را افزایش دهد؛ بنابراین، استفاده از راهبردهای بهینه‌سازی استخراج گزارش شده برای پوست درختان جنگلی می‌تواند در توسعه فرآیندهای صنعتی مؤثر باشد. [۳]

۴. نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشان داد که پسماندهای صنایع چوب و کاغذ، به‌ویژه پوست درختان، پتانسیل بالایی برای استخراج ترکیبات زیست‌فعال با خاصیت آنتی اکسیدانی دارند. مقایسه چوب و پوست در دو گونه راش و توسکا نشان داد که پوست، نسبت به چوب، از نظر محتوای فنولیک و توان مهار رادیکال‌های آزاد برتری دارد و پوست راش در میان نمونه‌ها عملکرد بهتری را نشان می‌دهد [۱، ۵]. بر این اساس، می‌توان پسماندهای پوست را به‌عنوان خوراک مناسب در مسیرهای زیست‌پالایشی در نظر گرفت.

به‌کارگیری این رویکرد می‌تواند ضمن کاهش مشکلات زیست‌محیطی ناشی از انباشت یا دفع پسماند، زمینه تولید محصولات زیست‌پایه با ارزش افزوده را فراهم سازد و با اصول اقتصاد چرخشی و توسعه پایدار هم‌سو باشد. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده، بهینه‌سازی شرایط استخراج و ارزیابی امکان مقیاس‌پذیری صنعتی فرآیند مورد توجه قرار گیرد. [۲، ۳]



منابع

۱. اسدی، م. و همکاران. ۱۴۰۱. (مقایسه ترکیبات فنولی و فلاونوئیدی در پوست و چوب راش. مجله تحقیقات علوم چوب و کاغذ ایران. ۳۷(۲): ۱۱۵-۱۲۸.
۲. حسینی، م. و احمدی، الف. ۱۳۹۷. (روش های نوین استخراج ترکیبات زیست فعال از منابع گیاهی. مجله علوم و صنایع غذایی ایران. ۱۵(۲): ۱۱۰-۱۲۴.
۳. محمدی، ح. و رحیمی، س. ۱۳۹۹. (مقایسه روش های مختلف عصاره گیری ترکیبات فنولیک از پوست درختان جنگلی. مجله زیست فناوری کشاورزی، ۱(۱۹): ۷۷-۸۹.
۴. قاسمی، ر. و نوری، س. ۱۳۹۸. (بررسی محتوای فنولیک و فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره های گیاهان دارویی. پژوهش های علوم گیاهی ایران، ۳(۲۵): ۴۵-۵۹.
۵. Rashid, M. et al. (2019). Comparative assessment of antioxidant and antibacterial activities of bark and wood extracts from *Fagus sylvatica* L. *Industrial Crops and Products*, 139, 111525.