



Woodiconf-19

بررسی مقاومت زیستی در برابر قارچ پوسیدگی قهوه‌ای در چوب صنوبر با استفاده از نانوکریستال سلولز

آذر حقیقی پشتیری^۱، مهدی جنوبی^۲

۱-مدرس مدعو دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم آباد، لرستان

آدرس ایمیل: haghighi1986@gmail.com

۲- دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، گروه علوم و مهندسی صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه تهران، کرج، ایران

چکیده

هدف این تحقیق بررسی مقاومت زیستی در برابر قارچ پوسیدگی قهوه‌ای با استفاده از نانوکریستال سلولز می باشد. در این تحقیق از گونه چوبی صنوبر جهت انجام آزمایشات برای اندازه گیری مقاومت به پوسیدگی قارچ قهوه‌ای استفاده شده است. اثر تیمارهای حفاظتی مختلف در برابر قارچ‌های پوسیدگی در چوب، بر طبق استاندارد EN 113 مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از بررسی مقاومت زیستی نمونه‌ها در برابر قارچ عامل پوسیدگی قهوه‌ای (C. puteana) نشان داد که بین تیمارهای مختلف از نظر کاهش وزن حاصل از تخریب قارچ عامل پوسیدگی قهوه‌ای، به لحاظ آماری اختلاف معناداری وجود دارد. به طوریکه در مقایسه با نمونه‌های شاهد، کاهش وزن ناشی از تخریب قارچی در نمونه‌های تیمار شده با CNC، CNC+PDMS، CNC+Cu(OH)₂ و CNC+AgNO₃ به ترتیب به میزان ۲۷، ۳۶، ۵۷ و ۲۸ درصد کاهش یافت. در نتیجه بیشترین مقاومت در تیمار نمونه‌های چوبی با ترکیب CNC+Cu(OH)₂ مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: صنوبر، مقاومت به پوسیدگی چوب، قارچ پوسیدگی قهوه‌ای، نانوکریستال سلولز.

مقدمه

در مقایسه با دیگر مواد ساختمانی، چوب یک منبع تجدیدپذیر و با دسترسی فراوان است. صنعت چوب و محصولات چوبی اهمیت به سزایی در اقتصاد و بازار کار بسیاری از کشورها دارند. به طور کلی، چوب خواص شگفت انگیز بسیاری دارد. ویژگی‌هایی همچون؛ استحکام بالا نسبت به وزن، شکل پذیری آسان، ارزش‌های زیبایی شناختی و لمسی منحصر به فرد و به طور کلی هزینه پایین ساخت و تولید. اما ناهمگنی و تغییرپذیری ذاتی، چالش‌های خاصی را برای پیش بینی رفتار چوب در کاربردهای آن به عنوان ماده مهندسی تحمیل می کند (Bryne, ۲۰۰۸). عدم ثبات ابعادی، هوازگی، پوسیدگی قارچی و صدمه حشرات را می توان از جمله معایب چوب دانست. با توجه به رشد شتابان جمعیت جهان و به تبع آن افزایش تقاضا برای مصرف چوب از یک سو، و محدودیت منابع جنگلی از سوی دیگر، لزوم استفاده بهینه از این ماده ارزشمند را بیشتر کرده است (محبی، ۱۳۸۲). تحقیقات جهانی برای یافتن مواد حفاظتی جدید و بی خطر برای محیط زیست، جهت بهبود خواص نامطلوب چوب و محصولات چوبی در طول چند سال اخیر به طور قابل توجهی افزایش یافته است. این علاقه روز افزون تا حدی مربوط به ممنوع شدن استفاده از مواد حفاظتی سمی نظیر قارچ کش ها و حشره کش ها است که به دلیل افزایش نگرانی های زیست محیطی رخ داده است. در این راستا،



فن آوری نانو بیشترین اولویت تحقیقاتی را از میان همه ی بخش های علوم و مهندسی به خود اختصاص داده است. به طور کلی، فن آوری نانو بیانگر تغییر اندازه ذرات ماده است به طوری که حداقل یکی از ابعاد آن در مقیاس ۱ الی ۱۰۰ نانومتر باشد، در این صورت خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی ذرات به دست آمده اساساً متفاوت از ماده اولیه است (Kamel, ۲۰۰۷)، و در آن پدیده های منحصر به فرد، کاربردهای جدیدی را امکان پذیر می سازد. در این بین نانومواد به دست آمده از مواد زیستی تجدیدپذیر، به خصوص سلولز و لیگنوسلولز، بدون شک نقش بزرگی را در تلاش های تحقیقاتی فن آوری نانو بازی خواهند کرد (Douglas و همکاران، ۲۰۰۸). پوسیدگی قهوه ای توسط بازیدیومیسیت ها رخ می دهد که از سلولز و همی سلولز موجود در دیواره سلول چوبی با فعالیت غیر آنزیمی و آنزیمی تغذیه می کنند. اما تقریباً لیگنین را بدون تغییر باقی می گذارند. پوسیدگی قهوه ای از طریق اشعه ها چوب را اشغال کرده و در بافت طولی و از طریق منافذ با استفاده از میکروهیف ها انتشار می یابد. آن ها درون حفره سلولی، که در تماس نزدیک با دیواره سومی است، رشد می کنند. آنزیم های تجزیه کننده سلولزی ۲ از طریق دیواره سوم نسبتاً مقاوم (مقدار لیگنین بالا) نفوذ کرده و درون دیواره ثانویه منتشر می شوند و در آنجا کربوهیدرات ها را به طور کامل تخریب می کنند. با تجزیه سریع سلولز، ثبات ابعاد و به ویژه ویژگی های مکانیکی چوب کاهش می یابد (Schmidt و Czeschlik, ۲۰۰۶). عرب تبار فیروزجانی و پارسا پووه (۱۳۷۵)، دوام چوب برون و چوب درون بلندمازو را در حالت های طبیعی و تیمار شده با کروئوزوت با روش های بتل و روپینگ در مقابل قارچ رنگین کمان مورد آزمون قرار دادند. نتایج نشان داد که درصد کاهش جرم (پوسیدگی) چوب برون و چوب درون در تیمارهای مختلف، متفاوت است و مقاومت های فشار موازی الیاف و سختی در حالت های اشباع شده با روش های بتل و روپینگ یکسان گزارش شد. علی رغم مصرف کم تر کروئوزوت در روش روپینگ نسبت به روش بتل، تأثیر قارچ بر نمونه های اشباع شده با هر یک از این دو روش یکسان بوده است و رشدی نداشته است. Clausen و همکاران (۲۰۱۵)، بیان داشتند که حفاظت از محصولات چوبی در برابر تخریب های زیستی دامنه وسیعی از پژوهش های اخیر را در دهه گذشته با تأکید بر توسعه مواد حفاظتی غیر آرسینیکی به خود اختصاص داده است. به طور طبیعی نانومواد سلولزی با خواص شیمیایی منحصر به فرد، استحکام بالا و سختی، برای بهبود دوام چوب هم به عنوان یک تیمار مستقل و هم در ترکیب با یک آفت کش کاتیونی مورد بررسی قرار گرفتند. آنان، بنزالکونیم کلرید (ADBAC) را به عنوان یک زیست کش ضد کاتیونی برای استر سولفات در نانوکریستال های سلولز برگزیدند. تحت تیمار فشار دو مرحله ای، نمونه های کاج جنوبی با CNC و ADBAC، به منظور شکل گیری یک توده ی هیبرید CNC/ADBAC داخل چوب، اشباع شدند. نانوکریستال های سلولز در نمونه های کنترل CNC و هنگامی که CNC اولین مرحله از تیمار دوگانه با ADBAC بود، به داخل چوب نفوذ کردند. با این وجود، هنگامی که ADBAC اولین گام از تیمار دوگانه با CNC و یا پیش ترکیب با CNC بود، توده ADBAC/CNC نتوانست به داخل چوب نفوذ کند و روی سطح چوب تبدیل به ژل شد. تحلیل های بیولوژیکی و شیمیایی چوب تیمار شده با هیبرید CNC/ADBAC نشان داد که CNC هنگامی که با ADBAC در داخل چوب متراکم شدند، مقاومت اضافی در برابر آلودگی قارچی، حمله حشره و یا آبشویی شیمیایی ایجاد نکرد. بررسی مدول الاستیسیته، مدول گسیختگی، کار حداکثر بار و کاهش جرم در طول احتراق هیچ تغییری در خواص فیزیکی نمونه های چوبی تیمار شده با هیبرید CNC/ADBAC نشان نداد. لذا بر اساس تحقیقات گذشته، هدف این تحقیق بررسی مقاومت زیستی در برابر قارچ پوسیدگی سفید و قهوه ای با استفاده از نانوکریستال سلولز می باشد.

مواد و روش ها

¹ microhyphae

² Cellulolytic enzymes



در این تحقیق از گونه های چوبی صنوبر^۱ جهت انجام آزمایشات برای اندازه گیری درصد خاکستر استفاده شده است. علت انتخاب گونه صنوبر دلتوئیدس در این تحقیق، همگنی بافت چوبی، سبکی، پراکنش وسیع در ایران، نفوذپذیری خوب، کمی مواد استخراجی، شرایط کشت و رویش مناسب، سریع الرشد و پرمصرف بودن و در نهایت ارزان بودن این گونه نسبت به گونه های جنگلی است (امیدوار و عبدالملکی، ۱۳۸۱). نمونه های چوب صنوبر از زراعت چوب صنوبر در شهرستان صومعه سرا، استان گیلان تهیه شدند و پس از برش الوار نمونه های آزمونی از بخش برون چوب به ابعاد مورد نظر برای هر آزمون درآمدند. همچنین قارچ رنگین کمان^۲ جزء قارچ های عامل پوسیدگی سفید محسوب می گردد و یکی از پنج گونه قارچی است که به عنوان مخرب چوب و تعیین حساسیت گونه ها در برابر قارچ ها در آزمایش های حفاظت چوب به کار می رود. این قارچ از تمامی مواد ساختمانی چوب استفاده کرده و رشد می کند، و با پیشرفت پوسیدگی، چوب سبکتر، روشن تر و به ظاهر، بافتش رشته ای تر می شود. اثر تیمارهای حفاظتی مختلف در برابر قارچ های بازیدیومیست در چوب، بر طبق استاندارد EN 113 مورد بررسی قرار گرفت. قارچ های پوسیدگی قهوه ای *Coniophora puteana* و پوسیدگی سفید *Trametes versicolor* برای این کار انتخاب شدند.

چوب صنوبر با ابعاد ۳۰ (طولی) × ۱۰ (مماسی) × ۵ (شعاعی) میلی متر، بعد از متعادل سازی در اتاق کلیما با دمای ۲۰ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۶۵ درصد و ضد عفونی (با شعله)، در مجاورت قارچ های مورد نظر، که از قبل داخل ظروف پتری با ۲۰ میلی لیتر مالت ۴ درصد، آگار ۲/۵ درصد رشد کردند، قرار گرفتند. نمونه های چوبی به مدت هشت هفته در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۷۰ درصد در تماس با قارچ های عامل پوسیدگی قرار گرفتند. در پایان آزمون، برای تعیین وزن خشک، نمونه ها در آون با دمای 103 ± 2 به مدت ۱۸ ساعت خشک شدند. در نهایت تحلیل آماری نتایج حاصل در قالب طرح کاملاً تصادفی و آزمون فاکتوریل به کمک تجزیه واریانس انجام شده است و با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن گروه بندی میانگین ها تعیین شده است.

نتایج و بحث

برای طبقه بندی دوام طبیعی نمونه های چوبی تیمار شده پس از مجاورت در برابر قارچ های عامل پوسیدگی، از روش فیندلای^۳، ۱۹۶۷، مطابق جدول ۱، استفاده شد.

جدول ۱ طبقه بندی دوام طبیعی چوب به روش فیندلای

شماره طبقه بندی	میزان دوام طبیعی چوب	عمر مفید نمونه	متوسط درصد کاهش وزن
(۱)	بسیار با دوام	بالای ۲۵ سال	صفر تا بسیار ناچیز
(۲)	با دوام	بین ۱۵-۲۵ سال	تا ۵ درصد
(۳)	دوام متوسط	بین ۱۰-۱۵ سال	بین ۵-۱۰ درصد
(۴)	کم دوام	بین ۵-۱۰ سال	بین ۱۰-۳۰ درصد
(۵)	بی دوام	کمتر از ۵ سال	بیش از ۳۰ درصد

بررسی مقاومت زیستی در برابر قارچ عامل پوسیدگی قهوه ای (*C. puteana*)
جدول ۲ تعداد، مقدار رطوبت و درصد کاهش وزن نمونه ها پس از هشت هفته مجاورت در برابر قارچ عامل پوسیدگی قهوه ای (*C. puteana*) همراه با طبقه بندی دوام طبیعی نمونه های چوبی به روش فیندلای، ۱۹۶۷، را نشان می دهد.

^۱ *Populus nigra*

^۲ *Terametes versicolor*

^۳ Findly

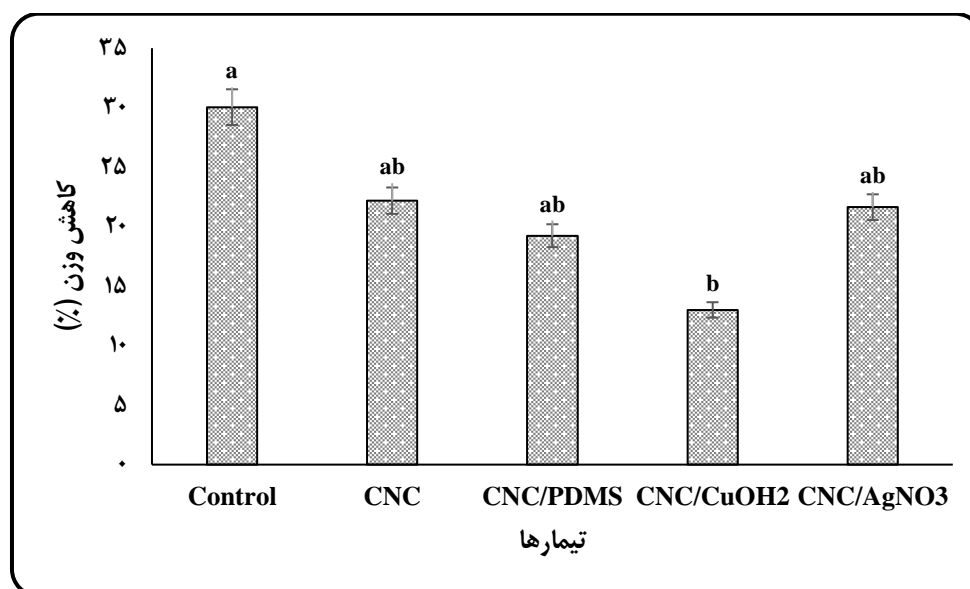


جدول ۲ تعداد، مقدار رطوبت، میانگین درصد کاهش وزن و طبقه بندی دوام طبیعی نمونه ها پس از مجاورت در برابر قارچ عامل

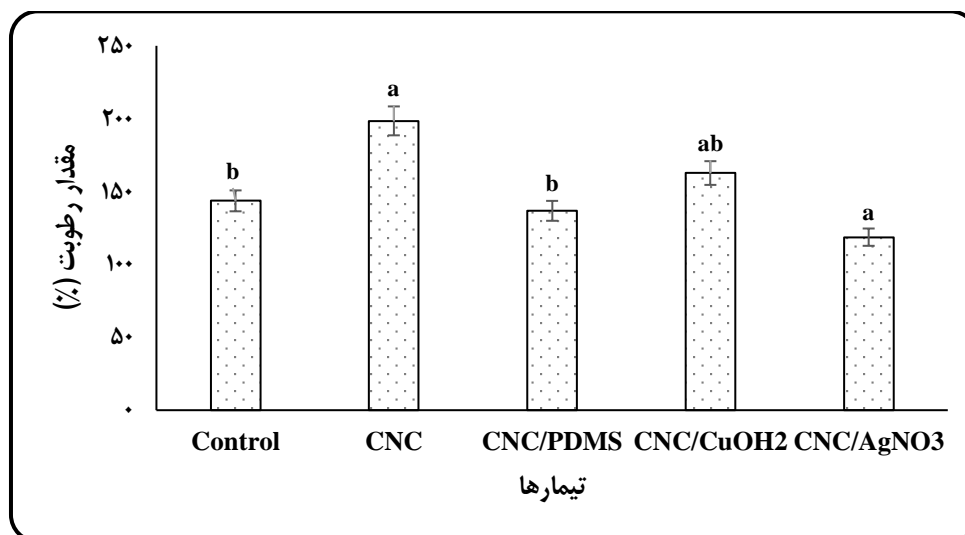
پوسیدگی قهوه ای				
تیمارها	تعداد نمونه	مقدار رطوبت (%)	کاهش وزن (%)	میزان دوام طبیعی چوب
Control	۶	۱۴۳/۶ (۱۳/۵)	۳۰/۰ (۱/۸*)	بی دوام
CNC	۸	۱۹۸/۵ (۵۸/۰)	۲۲/۲ (۲۰/۷)	کم دوام
CNC/PDMSII	۸	۱۳۶/۷ (۳۳/۵)	۱۹/۲ (۱۸/۱)	کم دوام
CNC/CuOH	۶	۱۶۲/۷ (۱۹/۴)	۱۳/۰ (۹/۳)	کم دوام
CNC/AgNO3	۶	۱۱۸/۷ (۱۸/۶)	۲۱/۶ (۲۴/۲)	کم دوام

* اعداد داخل پرانتز بیانگر انحراف معیار هستند.

میانگین درصد کاهش وزن و همچنین مقدار رطوبت نمونه های تیمار شده با نانوکریستال سلولز و ترکیبات عامل دار شده آن پس از مجاورت با قارچ عامل پوسیدگی قهوه ای به همراه گروه بندی میانگین ها به روش دانکن در شکل های ۱ و ۲ آمده است.



شکل ۱ میانگین درصد کاهش وزن نمونه های تیمار شده با نانوکریستال سلولز و ترکیبات عامل دار شده آن پس از مجاورت با قارچ عامل پوسیدگی قهوه ای به همراه گروه بندی میانگین ها به روش دانکن



شکل ۲ مقدار رطوبت نمونه های تیمار شده با نانوکریستال سلولز و ترکیبات عامل دار شده آن پس از مجاورت با قارچ عامل پوسیدگی قهوه ای به همراه گروه بندی میانگین ها به روش دانکن

بحث و نتیجه گیری

بررسی مقاومت زیستی نمونه ها در برابر قارچ عامل پوسیدگی قهوه ای (*C. puteana*) نشان داد که بین تیمارهای مختلف از نظر کاهش وزن حاصل از تخریب قارچ عامل پوسیدگی قهوه ای، به لحاظ آماری اختلاف معنا داری وجود دارد. به طوریکه در مقایسه با نمونه های شاهد، کاهش وزن ناشی از تخریب قارچی در نمونه های تیمار شده با CNC، CNC+PDMS، CNC+AgNO₃ و CNC+Cu(OH)₂ به ترتیب به میزان ۲۷، ۳۶، ۵۷ و ۲۸ درصد کاهش یافت. در نتیجه بیشترین مقاومت در تیمار نمونه های چوبی با ترکیب CNC+Cu(OH)₂ مشاهده شد. مطابق طبقه بندی انجام شده به روش فیندلای، تمامی تیمارهای صورت گرفته با نانوکریستال سلولز و ترکیبات عامل دار شده آن، تنها توانست دوام طبیعی چوب های تیمار شده با این ترکیبات را یک طبقه ارتقاء دهد و از طبقه بی دوام به کم دوام برساند. لازم به ذکر است که این میزان از ممانعت در برابر تخریب قارچی تنها به ازای حدود ۲/۳ درصد از میانگین افزایش وزن ناشی از نفوذ ذرات به داخل چوب، به دست آمده است که می تواند بسیار حائز اهمیت باشد.

مراجع

- جعفری پرویز خانلو، ک.، محبی، ب.، (۱۳۸۷) مطالعه برخی خصوصیات کندسوز کردن چوب راش با استفاده از کود شیمیایی سوپر فسفات (تریپل)، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
- Bryne, L.E., 2008: Aspects on wettability and surface composition of modified wood, Licentiate Thesis, KTH-Stockholm, Sweden.
- Jiang, J., Li, J., Hu, J. and Fan, D. (2010) Effect of nitrogen phosphorus flam retardants on thermal degradation of wood, *Construction and Building Materials*, 24(12): 2633-2637.
- Papadopoulos, A.N., (2010) chemical modification of solid wood and wood raw material for composites production with linear chain carboxylic acid anhydrides: a brief review modified wood composites, *BioResources*, 5(1): 1-8.
- Schmidt O. and Czeschlik D. (2006) *Wood and tree fungi: biology, damage, protection, and use*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Stark, N.M., White, R.H., Mueller, S.A. and Osswald, T.A. (2010) Evaluation of various fire retardants for use in wood flour-polyethylene composites, *Polymer Degradation and Stability*, 95: 1903-1910.

اولین همایش ملی فناوری های نوین در سازه های چوبی و مهندسی مبلمان با رویکرد فنی و مهارتی
۲۸ آذر ۱۴۰۲
ایران - تهران

