



Woodiconf-18

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

آذر حقیقی پشتیبانی^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 سفید با استفاده از نانوکریستال سلولز می باشد. در این تحقیق از گونه چوبی صنوبر جهت انجام آزمایشات برای اندازه گیری مقاومت به پوسیدگی قارچ سفید استفاده شده است. اثر تیمارهای حفاظتی مختلف در برابر قارچ های بازیدیومیست در چوب، بر طبق استاندارد EN 113 مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از بررسی مقاومت زیستی نمونه ها در برابر قارچ عامل پوسیدگی سفید (*T. versicolor*) نشان داد که از نظر آماری بین تیمارهای مختلف به لحاظ کاهش وزن حاصل از تخریب قارچ عامل پوسیدگی سفید اختلاف معنی داری وجود دارد. در مقایسه با نمونه های شاهد، کاهش وزن ناشی از تخریب قارچی در نمونه های تیمار شده با CNC، CNC+PDMS، CNC+Cu(OH)₂ و CNC+AgNO₃ به ترتیب به میزان ۲۶، ۱۵، ۳۷ و ۲۱ درصد کاهش یافت.

واژه های کلیدی: صنوبر، مقاومت به پوسیدگی چوب، قارچ پوسیدگی سفید، نانوکریستال سلولز.

مقدمه

از آغاز تمدن، چوب به عنوان یک ماده طبیعی برای رسیدن به انقلاب کبیر همواره همراه بشر بوده است و به ماده ای برای ابراز خلاقیت و قابلیت های فنی مبدل گردیده است. همچنین چوب در ساخت و ساز ساختمان ها، برای ساخت اشیاء، ابزار، ظروف و برای ایجاد آثار هنری به کار گرفته شده است. بنابراین، طبیعی است که برای حفاظت از میراث فرهنگی، این ماده مورد توجه خاص قرار گرفته است. 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). عرب تبار فیروزجانی و پارسا پژه (۱۳۷۵)، دوام چوب برون و چوب درون بلندمازو را در حالت های طبیعی و تیمار شده با کرئوزوت 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 کرئوزوت 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. مینا رئیسی و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی تغییرات چوب درخت نارون در برابر قارچ های مولد پوسیدگی در جنگلداری شهری اصفهان پرداختند. نتایج نشان داد نمونه های برون چوب در برابر قار پوسیدگی سفید پس از گذشت ۲ هفته در مقایسه با ۴ هفته کاهش وزن بیشتری را نسبت به درون چوب دارند. همچنین بررسی های میکروسکوپی الگوی تخریب پوسیدگی سفید همزمان را نشان داد. 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 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

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 آزمون 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

^۱ Populus nigra

^۲ Terametes versicolor



و تعیین حساسیت گونه‌ها در برابر قارچ‌ها در آزمایش‌های حفاظت چوب به کار می‌رود. این قارچ از تمامی مواد ساختمانی چوب استفاده کرده و رشد می‌کند، و با پیشرفت پوسیدگی، چوب سبکتر، روشن‌تر و به ظاهر، بافتش رشته‌ای تر می‌شود. اثر تیمارهای حفاظتی مختلف در برابر قارچ‌های بازیدیومیست در چوب، بر طبق استاندارد EN 113 مورد بررسی قرار گرفت که پوسیدگی سفید *Trametes versicolor* برای این کار انتخاب شدند. چوب صنوبر با ابعاد ۳۰ (طولی) × ۱۰ (مماسی) × ۵ (شعاعی) میلی‌متر، بعد از متعادل‌سازی در اتاق کلیما با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۵ درصد و ضدعفونی (با شعله)، در مجاورت قارچ‌های مورد نظر، که از قبل داخل ظروف پتری با ۲۰ میلی‌لیتر مالت ۴ درصد، آگار ۲/۵ درصد رشد کردند، قرار گرفتند. نمونه‌های چوبی به مدت هشت هفته در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۷۰ درصد در تماس با قارچ‌های عامل پوسیدگی قرار گرفتند. در پایان آزمون، برای تعیین وزن خشک، نمونه‌ها 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 دامنه‌ای دانکن گروه‌بندی میانگین‌ها تعیین شده است.

نتایج و بحث

برای طبقه بندی دوام طبیعی نمونه‌های چوبی تیمار شده پس از مجاورت در برابر قارچ‌های عامل پوسیدگی، از روش فیندلای^۱، 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 سفید (*T. versicolor*)

جدول ۲، تعداد، مقدار رطوبت و درصد کاهش وزن نمونه‌ها پس از هشت هفته مجاورت در برابر قارچ عامل پوسیدگی سفید (*T. versicolor*) همراه با طبقه بندی دوام طبیعی نمونه‌های چوبی به روش فیندلای، را نشان می‌دهد.

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

پوسیدگی سفید

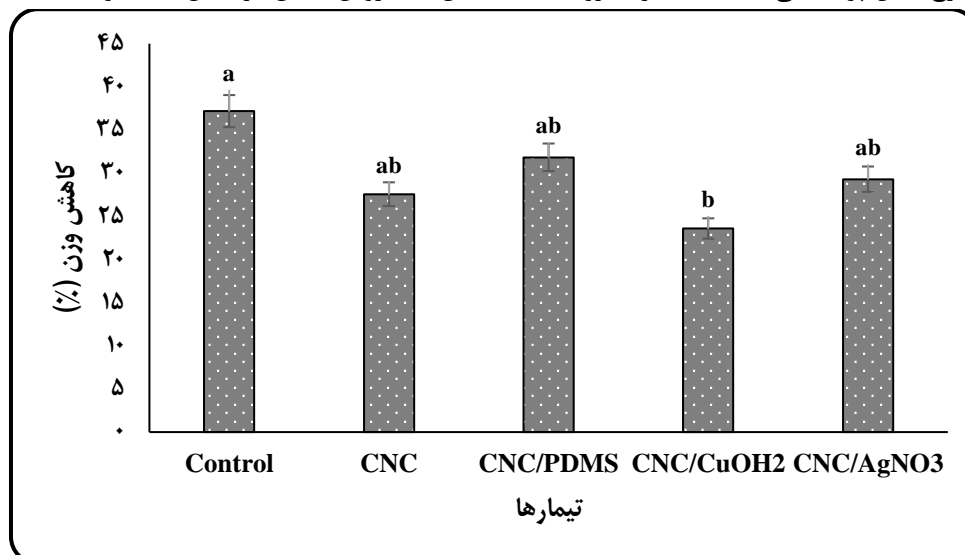
تیمارها	تعداد نمونه	مقدار رطوبت (%)	کاهش وزن (%)	میزان دوام طبیعی چوب
Control	۶	۱۸۳/۵ (۱۰/۴)	۳۷/۲ (۶/۴*)	بی دوام
CNC	۶	۱۹۹/۷ (۴۵/۴)	۲۷/۶ (۷/۳)	کم دوام
CNC/PDMSII	۸	۲۰۴/۹ (۵۶/۲)	۳۱/۸ (۱۰/۱)	بی دوام
CNC/CuOH	۸	۱۷۴/۵ (۳۷/۶)	۲۳/۶ (۷/۲)	کم دوام
CNC/AgNO3	۸	۲۲۰/۹ (۲۲/۹)	۲۹/۳ (۶/۷)	کم دوام

*اعداد داخل پرانتز بیانگر انحراف معیار هستند.

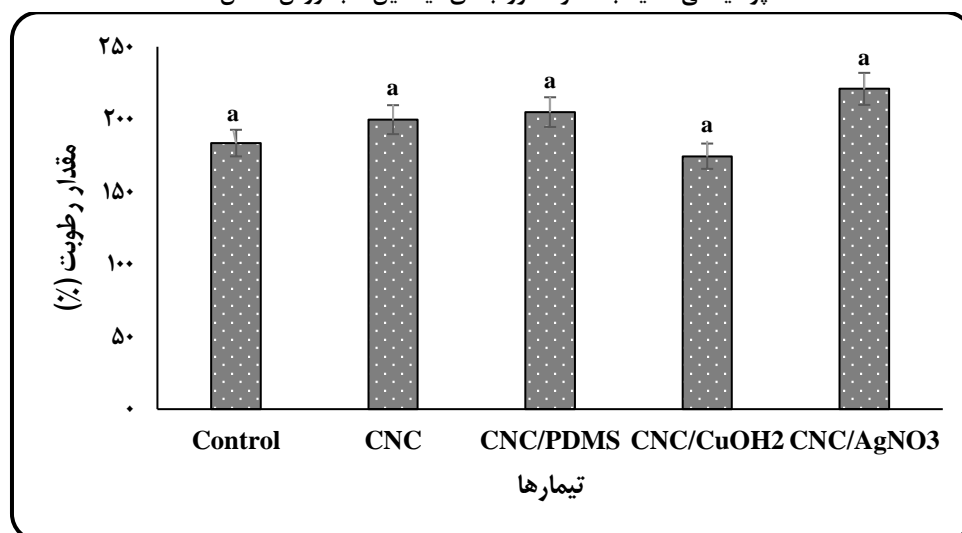
¹ Findly



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 سفید 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 سفید 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 سفید به همراه گروه بندی میانگین ها به روش دانکن

بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از بررسی مقاومت زیستی نمونه ها در برابر قارچ عامل پوسیدگی سفید (*T. versicolor*) نشان داد که از نظر آماری بین تیمارهای مختلف به لحاظ کاهش وزن حاصل از تخریب قارچ عامل پوسیدگی سفید اختلاف معنی داری وجود دارد. در مقایسه با نمونه های شاهد، کاهش وزن ناشی از تخریب قارچی در نمونه های تیمار شده با CNC، CNC+PDMS، CNC+Cu(OH)₂ و CNC+AgNO₃ به ترتیب به میزان ۲۶، ۱۵، ۳۷ و ۲۱ درصد کاهش یافت. مطابق طبقه بندی انجام



شده به روش فیندلای، تیمار 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 ۲/۳ درصد از میانگین افزایش وزن ناشی از نفوذ ذرات به داخل چوب، به دست آمده است که به نوبه خود بسیار هائز اهمیت و با ارزش است.

مراجع

- امیدوار، الف. و عبدالملکی، ج.، (۱۳۸۱) بررسی تهیه فرآورده مرکب چوب- پلاستیک با استفاده از گونه *Populus nigra* و مونومراستایرن به روش حرارت مستقیم، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۹(۴): ۲۲۱-۲۱۵.
- عرب تبار فیروزجانی، ج.، و پارسا پزوه، د.، (۱۳۷۵) بررسی مقایسه ای چوب درون و چوب برون بلند مازو (*Quercus castaneifolia*) در حالت طبیعی و اشباع شده با کرئوزوت در برابر تخریب قارچی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۸۵ ص.
- رئیزی م.، بهمنی، م.، جعفری، ع.، (۱۳۹۸) بررسی تغییرات چوب درخت نارون در برابر قارچ های مولد پوسیدگی در جنگلداری شهری اصفهان، مطالعات علوم محیط زیست، ۴(۲): ۱۲۹۰-۱۲۸۲.
- Clausen, C.A., Yang, V.W., Arango, R.A., Hasburgh, L.E., Lebow, P.K. and Reiner, R.S. (2015) Cellulose Nanocrystal Entrapment of Benzalkonium Chloride in Southern Pine Biological, Chemical, and Physical Properties, Research Paper FPL-RP-680.
- Douglas, J., Gardner, A., Gloria, S., Oporto, A., Ryan Mills, A., and Ahmed Said Azizi, S., (2008) Adhesion and Surface Issues in Cellulose and Nanocellulose. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 22: 545-567.
- Findlay, W., (1967) *Wayside and wood land fungi*.
- Kamel, S., (2007) Nanotechnology and its applications in lignocellulosic composites, a mini review. *Express Polymer Letters*, 1(9): 546-575.